

電波利用環境委員会報告

1 検討事項

情報通信審議会 情報通信技術分科会 電波利用環境委員会は、電気通信技術審議会 諮問第3号「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」に基づき、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置 -伝導妨害波-」、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法」及び「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 放射妨害波の測定法」の3編を国内規格として採用する場合の技術的諸問題について検討を行った。

2 委員会の構成

電波利用環境委員会は、検討の促進を図るために委員会に設置された CISPR A 作業班及びその下に設置された CISPR 16 シリーズ一部答申作成アドホックグループ（以下「アドホックグループ」という。）で検討を行った。

電波利用環境委員会、CISPR A 作業班、アドホックグループの構成は、それぞれ別表のとおりである。

3 検討経過

検討経過は次のとおりである。

ア アドホックグループの設置及び一部答申対象の選定

平成 25 年 9 月 20 日、電波利用環境委員会作業班運営方法の規約にのっとり、CISPR A 作業班の下に、アドホックグループを設置した。

CISPR 16 第 1 部 第 2 編は、平成 19 年 7 月に第 1 版 修正 1 に対応する国内規格を一部答申した。CISPR 16 第 1 部 第 2 編は、平成 29 年に第 2 版 修正 1 版が発行され、関連する CISPR 16 第 2 部 第 1 編の伝導妨害波の測定法や製品群規格において引用されていることから、一部答申の改定作業を行うこととしたものである。

次に、CISPR 16 第 2 部 第 1 編は、平成 23 年 9 月に第 2 版に対応する国内規格を一部答申して以来、一部答申が行われていない。CISPR 16 第 2 部 第 1 編は、平成 29 年 6 月に第 3 版 修正 1 が発行され、関連する製品群規格において引用されていることから、一部答申の改定作業を行うこととしたものである。

最後に、CISPR 16 第 2 部 第 3 編は、平成 21 年 3 月に第 2 版に対応する国内規格を一部答申して以来、一部答申が行われていない。CISPR 16 第 2 部 第 3 編は、平成 28 年 9 月に第 4 版が発行され、関連する製品群規格において引用されていることから、一部答申の改定作業を行うこととしたものである。

イ アドホックグループにおける今回の一部答申に係る検討

平成 31 年 2 月 13 日から令和 3 年 6 月 30 日まで CISPR 16 第 1 部 第 2 編につ

いて 16 回、CISPR 16 第 2 部 第 1 編について 17 回及び CISPR 16 第 2 部 第 3 編について 17 回のアドホックグループを開催し、翻訳案、一部答申案並びに国際規格と一部答申案及び前回一部答申と一部答申案との比較表案を取りまとめた。

ウ CISPR A 作業班

令和 3 年 9 月 16 日から同年 9 月 28 日まで第 16 回 CISPR A 作業班をメール会議により開催し、アドホックグループが取りまとめた草案に基づき、国内規格化に関する国際規格とのデビエーション等を検討し、電波利用環境委員会報告案を取りまとめた。

エ 電波利用環境委員会

令和 3 年 10 月 12 日から同年 11 月 4 日まで第 50 回電波利用環境委員会をメール会議により開催し、作業班における検討状況の報告を受け、電波利用環境委員会報告（案）について検討し、とりまとめを行うとともに、同報告（案）について、意見募集を実施することとした。

令和 4 年 1 月 25 日から同年 2 月 1 日まで第 51 回電波利用環境委員会をメール会議により開催し、電波利用環境委員会報告（案）に係る意見募集に対して提出された意見及び委員会の考え方について検討を行い、電波利用環境委員会報告をとりまとめ、情報通信審議会情報通信技術分科会に報告することとした。

4 検討結果

(1) CISPR 16 第 1 部 第 2 編

「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」のうち、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置 -伝導妨害波-」について、検討の結果、別添 1 のとおり一部答申案を取りまとめた。国際規格及び前回一部答申との主な差異とその理由は以下のとおりである。

ア V 型擬似電源回路網（AMN）の入力インピーダンスの仕様更新

(4.2 節、付則 D)

前回一部答申の仕様では、入力インピーダンスの大きさだけが要求条件であったが、位相公差の仕様を追加した。追加した理由は、CISPR 16-4-2 で CISPR 測定法の測定装置の不確かさの値 (U_{cispr}) に「不確かさの円」(インピーダンスの許容円) に基づき位相許容誤差が導入された。これにより、EUT の測定の再現性が向上するため採用した。

イ 150 Ω V 型擬似電源回路網（AMN）の削除（4.6 節）

Δ 型擬似回路網（Δ-AN）の導入により、150 Ω V-AMN は Δ-AN に包含されたため、本編から“削除”された。これに伴い V-AMN の参照箇所を Δ-AN に修正した。

ウ 150 Ω Δ-AN の要求特性見直し（4.7 節）

150 Ω Δ-AN は、DM 電圧と CM 電圧を別々に測定する。対象の国際規格では、

Δ -AN が導入され製品群規格の要求条件に整合させるために要求特性が見直しされた。(150 Ω Δ -AN のインピーダンスは 150 kHz から 30 MHz までにおいて、EUT 端子間及び二つの EUT 端子を接合した端子と基準大地面間の両方について、大きさが 150 Ω \pm 30 Ω で、位相角は \pm 40 度以内。) 150 Ω Δ -AN の検証方法について本一部答申案でも採用した。

エ AAN に関する CISPR 22 の要件を本編に採用 (7.2 節)

AAN (前回一部答申では ISN と呼称) は、通信ポートの伝導妨害波測定を行うための補助装置として CISPR 22 (情報技術装置) で検討が進められてきた。

前回一部答申に記載された AAN の要件はあくまで例示であったが、2007 年に CISPR/A と CISPR/I の合同タスクフォースが設立され、CISPR 13 及び/又は CISPR 22 の一般的な要件を CISPR 16 シリーズの規格に移行する活動が行われ、AAN の要件及び図 E.1 は CISPR 22 第 5 版 修正 2 の内容が採用された。CISPR 22 の AAN の要件は第 4 版以降で実際のケーブルの LCL 測定値に基づいた周波数特性の見直し等が行われており、本一部答申案ではその結果を反映した。そのため、前回一部答申と比較して LCL 特性が 5 dB 大きくなる等の変更が生じている。また、図 E.1 では LCL を調整する不平衡回路 (Zcat 含む) が追加されている。現在、CISPR 22 は廃版となっているが、AAN の要件や構成図の例は CISPR 32 に引き継がれている。AAN は製品群規格で使用される補助装置であり、本一部答申では CISPR 22 の内容をそのまま採用した。

オ 妨害波測定用結合減結合回路網 (CDNE) の導入 (第 9 章、付則 J)

CDNE は、1 本又は 2 本のケーブルが接続された電氣的に小型の EUT を対象に、30 MHz から 300 MHz までの周波数範囲における放射妨害波測定の代わりに伝導性妨害波を測定することを目的としている。さらに、CDNE を EUT と AE の間に配置して、CM 伝導妨害波を AE から切離し、インピーダンスを安定させることができる。本一部答申案では CDNE を用いた伝導性妨害波測定法に必要となる CDNE の要件を採用した。

カ AC 電源ポート及び他の電源ポート用擬似回路網の分離の測定方法 (4.8.2 項、付則 H)

新たに追加された AC 電源ポート及び他の電源ポート用擬似電源回路網の分離の測定方法の要求事項を説明する上で、付則 H (情報) の図 H.1 を参照している。分離の測定は要求事項であることを明確にするため、図 H.1 を 4.8.2 項にも図 4A として掲載した。

キ 電流プローブの特性 (5.1.3 項)

前回一部答申の基となった CISPR 16-1-2 第 1 版 修正 1 と同様に、第 2 版 修正 1 においても、パルス応答と伝達インピーダンスの許容範囲は、検討中のため、前回一部答申と同じく、二つの特性要求の記述は削除した。

ク 電流プローブの理論的モデル (B.5.2 項)

国際規格では、ディファレンシャルモード (DM) 電流、コモンモード (CM) 電流の理論的説明が分かりにくいため、電源の活線と中性線が基準大地面に対して電氣的に不平衡となる場合の条件説明として注 2) を、電源の活線と中性線が基準大地

面に対して完全平衡状態の場合となる条件説明として注 3) を追加し、分かりやすく追記した。

(2) CISPR 16 第 2 部 第 1 編

「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法」について、検討の結果、別添 2 のとおり一部答申案を取りまとめた。国際規格及び前回一部答申との主な差異とその理由は以下のとおりである。

ア 縦方向変換損失 (LCL) を略語から用語への採用について (3.1.30 項)

新たに追加された不平衡擬似回路網 (AAN) を説明する上で、LCL を理解することは重要であるため、本一部答申案においては、略語から用語へ移動し、用語説明は、CISPR 16-1-2 Ed.2.1 から引用することとした。

イ 高速フーリエ変換 (FFT) ベースの測定機器を用いた測定の導入について (6.6.6 項)

前回一部答申では、アナログ掃引形の測定用受信機が主流であったが、本一部答申案の基になった国際規格では、測定用受信機のデジタル化が進み、測定時間の短縮や測定器の種類による性能・仕様のばらつきを少なくすることができる機器が主流になっている。機器の内部回路においては、FFT の採用、また機能に関しては、実効値—平均値検波付きの受信機などが普及してきたことを背景に、改訂が行われたため採用した。

ウ 新たに定義された擬似回路網 (AN) について (7.3.2 項)

本一部答申案の基になった国際規格では、CISPR 22 第 6 版(2008-09)から伝導妨害波測定法の詳細及び DC 電源 150 Ω Δ AN (デルタ型 AN) を使用した伝導妨害波測定の詳細が新たに追加された。

(参考)

電力線や電話線のような実際の線路網のコモンモード (CM)、ディファレンシャルモード (DM) 及び非対称モード (一線大地間電圧) のインピーダンスは場所によって、かつ、一般に時間によっても変化する。したがって、妨害波の試験場試験では、測定結果の再現性を確保するため、安定なインピーダンスを供給する AN が定義された。

この AN は、供試装置 (EUT) に対して規定された無線周波数 (RF) 負荷インピーダンスを与えると同時に試験所の低電圧交流 (AC) 電源や直流 (DC) 電源、信号シミュレータなどのその他の周辺装置及び補助装置を EUT から高周波的に切り離す。

AN の種類は、次の三つの型に分類できる。

- a) 主に、AC 電源線の伝導妨害波の測定に使用する V 型 AN
(V 型擬似電源回路網 (AMN) 又はラインインピーダンス安定化回路網 (LISN) と呼ばれている)
- b) 主に、DC 電源線の伝導妨害波の測定に使用する Δ 型 AN
- c) 主に、通信線の伝導妨害波の測定に使用する Y 型 AN
(AAN、インピーダンス安定化回路網 (ISN)、T 型回路網とも呼ばれる)

エ 妨害波測定用結合減結合回路網 (CDNE) 測定法の導入について (第 9 章)

周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までにおける妨害波の測定においては、接続

ケーブルからの放射が支配的である場合、定められた条件下では、EUT に CDNE 測定法 (CM 妨害波電圧を測定) を妨害波測定法として適用できる。

すなわち、電源線がひとつだけで他の外部導線がない EUT の伝導妨害波の能力は、電源線の CM 電圧によって評価でき、EUT から規定の CDNE に供給される電圧とほぼ同じである。なお、EUT きょう (筐) 体からの直接放射は考慮されない。詳細な測定手順とその適用可能性は、製品の種類ごとに製品規格で規定する必要がある。

オ 容量性電圧プローブ (CVP) の基本的考え方について (付則 G の G.3 節)

CISPR 22 第 6 版(2008-09)から伝導妨害波測定法の測定装置として新たに CVP が追加され、本一部答申案において採用した。一部答申案には、一部 CVP の構造について追記し、CVP の構造や原理を分かりやすくするために文章を修正した。

カ ケーブル、フェライト及び補助装置 (AE) で構成される測定系の総コモンモード (TCM) インピーダンスについて (付則 H H.5.5 項)

本一部答申案の基になった国際規格では、ケーブル、フェライト及び AE の TCM インピーダンスの測定手順が、新たに追加され、一部答申案として採用した。本項では、三つの手順が記述されているが、国際規格の記述に加え、測定系の図として CISPR 32 に掲載されている図を図 H.5 として追加し、経験のない人でも分かりやすく文章を修正した。

(3) CISPR 16 第 2 部 第 3 編

「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 放射妨害波の測定法」について、検討の結果、別添 3 のとおり一部答申案を取りまとめた。国際規格及び前回一部答申との主な差異とその理由は以下のとおりである。

ア コモンモード吸収デバイス (CMAD) の扱いについて

(3.1.9 項、7.3.6.3 項、7.4.3 項の f) 及び参考文献)

CISPR の旧 G 小委員会 (現 I 小委員会) において、CMAD 挿入により測定結果が過小評価になる可能性があること (一部答申案で新たに追加した参考文献 [14]) 及び試験場間測定結果の相関性改善には寄与しないこと (一部答申案で新たに追加した参考文献 [15]) が知られていることから、CMAD を追加する最終国際規格案 (CISPR/A/1054/FDIS) に、我が国は反対票を投じた。しかし、多数決で可決し追加されたため、国際規格に整合し採用することとなった。

以上の経緯より、本一部答申案が製品規格において参照され利用される場合は、CMAD は技術的問題があることを分かった上で利用することが重要である。検討の結果、3.1.9 項の CMAD の用語の定義を正しく修正し、かつ、本一部答申案の 7.3.6.3 項、7.4.3 項 f) には、利用する場合の“注意喚起文”を追加した。

<参考文献>

- [14] K. Osabe, T. Komatsuzaki, K. Tamura “A Correlation Test among Measurement Sites for Radiated EMI Using an Actual Machine and a Stabilized Power Line Impedance” 66K3, EMC Zurich symposium 2001, Zurich, Switzerland.
- [15] S. Okuyama, K. Tanakajima, K. Osabe, M. Muramatsu “Investigation on Effectiveness of Very High Frequency Line Impedance Stabilization Network (VHF-LISN) for Measurement Reproducibility” EMC Europe symposium 2013, Brugge, Belgium

イ 不連続妨害波の扱いについて (6.5.2 項、6.5.3 項)

不連続妨害波の記述は、前回一部答申で「この記述は伝導性妨害波測定に関するものであり、放射妨害波測定では要求していない。」と提案され、削除された。

本一部答申案では、不連続妨害波の記述について国際規格のとおり採用することとした。理由は、4.2 節の妨害波の種類において、不連続妨害波の説明が分かりやすく改訂され、かつ、6.5.3 項で、不連続妨害波の確認方法の記述が追加され、さらに、6.5.2 項で記述されているように、放射妨害波測定で要求条件でない不連続妨害波が分かりやすく改訂されたため、本一部答申案では採用した。

ウ 測定の不確かさの規定追加について

(7.2.5 項、7.3.9 項、7.4.4 項、7.6.7 項、7.7.6 項、7.8.6 項)

前回一部答申では、測定の不確かさの記述はなかったが、本一部答申案の基になった国際規格では、周波数範囲及び測定法ごと (ループアンテナシステム (LAS)、野外試験場 (OATS) 及び電波半無響室 (SAC)、電波全無響室 (FAR)、設置場所並びに置換法) の妨害波測定の不確かさに関する基本的な考え方については、CISPR 16-4-1 が引用されている。さらに試験報告書には、CISPR 16-4-2 の要求条件に従った試験に対応して計算され、使用された測定装置の不確かさ (MIU) の値を記載することが追加されたため、本一部答申案についても同様に追加した。

エ 対数周期アンテナ (LPDA) の位相中心と受信アンテナの基準点による

電界強度の補正について (7.3.1 項)

LPDA を用いた測定では、供試装置 (EUT) や LPDA の大きさ、EUT と LPDA の距離や高さが変わるため、LPDA の位相中心と受信アンテナの基準点による電界強度の条件/制限の定義が必要となる。

しかしながら、これらの条件の検討が不十分なままであったため、我が国は LPDA の位相中心と受信アンテナの基準点による電界強度の補正について反対したが、本一部答申案の基になった国際規格では、「補正を行わない場合は、測定装置の不確かさとして考慮する」という補正を行わない場合の代替法が記載されているため、本一部答申案についても同様に追加した。

オ 付則 A (情報) 周囲妨害波の存在下での妨害波の測定について

周囲雑音の存在下での妨害波測定で測定帯域幅を規定の値から変更することは、測定結果の誤差の増大や、結果の判定に誤解を招く恐れがあるため、前回一部答申と同様に、付則 A を削除することとした。

カ 付則 A に関連する文章について

付則 A の削除に伴い、次の項の文言を削除することとした。

- ・ 6.2.2 適合性試験の「周囲妨害波が存在する状態における妨害波測定の更なるガイダンスは、付則 A で示している。」
- ・ 7.3.6.2 試験環境の「周囲妨害波とそれによる測定誤差については、6.2.2 項及び付則 A を参照すること。」
- ・ 7.7.1 設置場所測定の適用及び準備の「測定された妨害波強度と周囲雑音の比が 6 dB 未満の場合は、付則 A に記載されている測定方法を使用できる。」

キ 付則 E (規定) 適合性確認試験に用いるスペクトラムアナライザの妥当性の

決定の追加について

本一部答申案の基になった国際規格では、スペクトラムアナライザの使用者に対し、適合性試験に用いるスペクトラムアナライザの妥当性の決定について、新たに付則 E が追加された。これにより、特定の条件を満たしている妨害波については、プリセクタを持たないスペクトラムアナライザを適合性試験に使用することができるため、本一部答申案について同様に追加した。

5 一部答申案の概要

(1) CISPR 16 第1部 第2編

「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置 -伝導妨害波-」

本編は、周波数範囲 9 kHz ~ 1 GHz の無線妨害波電圧及び電流を測定するための装置の特性と機能を定めている。本編の対象となる補助装置の仕様は、擬似電源回路網、電流及び電圧プローブ、ケーブルに電流を誘起するための結合装置などに関するものである。本編の要求事項は、測定器の有効指示範囲内において、全ての周波数及びレベルの無線妨害波電圧、電流について、満足しなければならない。

本編では、第1章 ~ 第9章の本文並びにこれを補足する規定 (付則 A、付則 E、付則 F 及び付則 K) 及び情報 (付則 B ~ 付則 D、付則 G 及び付則 H ~ 付則 J) で構成される。

1. 適用範囲
 2. 引用規格
 3. 用語、定義及び略号
 4. AC 電源ポート及び他の電源ポート用擬似回路網
 5. 電流及び電圧プローブ
 6. 伝導電流イミュニティ測定のための結合装置
 7. 信号線路測定用結合装置
 8. 擬似手及び直列 RC 素子
 9. 周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までにおける妨害波電圧測定用 CDNE
- 付則 A (規定) EUT の電源ポート又は負荷ポートで使用するための AMN 及びその他の AN の特性並びにその測定、回路構成及び最新の実装例
- 付則 B (情報) 電流プローブの構成、周波数帯域及び校正
- 付則 C (情報) 周波数 0.15 MHz から 30 MHz までの範囲で用いる電流注入用結合装置の構造
- 付則 D (情報) 伝導電流イミュニティ測定用結合装置の動作原理及び例
- 付則 E (規定) 不平衡擬似回路網 (AAN) の例と各パラメータの測定
- 付則 F (規定) 同軸ケーブル及びその他のケーブル用の AN (擬似回路網) の例と各パラメータの測定
- 付則 G (情報) 容量性電圧プローブ (CVP) の構造及び性能評価法
- 付則 H (情報) V-AMN の電源ポートと EUT/受信機ポートの間に最小減結合係数を導入する理由
- 付則 I (情報) V-AMN 入力インピーダンスに位相許容偏差を導入する理由

付則 J (情報) CDNE ブロック図の例
付則 K (規定) Δ -AN パラメータの測定
参考文献

(2) CISPR 16 第2部 第1編

「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法」

本編は、周波数範囲 9 kHz ~ 18 GHz のうち、特に周波数範囲 9 kHz ~ 30 MHz における伝導妨害波の測定方法を定めている。CDNE は、伝導妨害波測定の周波数範囲が 300 MHz まで拡張されている。

本編では、伝導妨害波測定を実施する上での一般的な要求事項や伝導妨害波の測定について周波数範囲及び測定法ごとに記載している。また、付則 A ~ 付則 E、付則 G 及び付則 I (技術情報) 並びに付則 F 及び付則 H (規定) で構成される。

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 用語、定義及び略号
4. 被測定妨害波の分類
5. 測定装置の接続
6. 測定における一般的な要求事項及び条件
7. 周波数範囲 9 kHz から 30 MHz までの伝導妨害波測定
8. 妨害波の自動測定
9. 周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までにおける CDNE を使用した測定の配置と測定手順

付則 A (情報) 電気機器と AMN の接続に関する手引

付則 B (情報) スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用

付則 C (情報) 伝導妨害波測定に複数の検波器を使用したときの判定手順

付則 D (情報) 平均値検波器を使用する場合の周波数走査速度及び測定時間

付則 E (情報) AN を使用する試験配置の改善指針

付則 F (規定) 適合性確認試験に用いるスペクトラムアナライザの妥当性の決定

付則 G (情報) 有線ネットワークポートの測定に関する基本的指針

付則 H (規定) 有線ネットワークポートの伝導妨害波測定に関する基本的指針

付則 I (情報) AAN 及び遮へいされたケーブルのための AN の例

参考文献

(3) CISPR 16 第2部 第3編

「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 放射妨害波の測定法」

本編は、周波数範囲 9 kHz ~ 18 GHz における放射妨害波の測定方法を定めている。

本編では、放射妨害波測定を実施する上での一般的な要求事項や放射妨害波の測定について周波数範囲及び測定法ごとに記載している。また、付則 A ~ 付則 D (技術

情報)及び付則 E (規定)で構成される。ただし、付則 A は情動的付則であるが、測定結果の誤差の増大や結果の判定において誤解を招く恐れがあるため、前回一部答申と同様に削除することとした。

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 用語、定義及び略号
4. 被測定妨害波の分類
5. 測定装置の接続
6. 測定における一般的な要求事項及び条件
7. 放射妨害波の測定
8. 妨害波の自動測定

付則 A (情報) 削除 (周囲妨害波の存在下での妨害波の測定)

付則 B (情報) スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用

付則 C (情報) 平均値検波器を使用する場合の走査速度及び測定時間

付則 D (情報) 適合性確認試験に適用する APD 測定法について

付則 E (規定) 適合性確認試験に用いるスペクトラムアナライザの妥当性の決定

参考文献

情報通信技術分科会 電波利用環境委員会 構成員一覧

(令和4年1月28日現在 敬称略)

氏名	主要現職
主査 専門委員 多氣 昌生	東京都立大学 システムデザイン学部 特別先導教授・名誉教授
主査代理 専門委員 山中 幸雄	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 マネージャー
委員 長谷山 美紀	北海道大学 副学長・大学院情報科学研究院長
“ 増田 悦子	公益社団法人全国消費生活相談員協会 理事長
専門委員 秋山 佳春	NTTアドバンステクノロジー株式会社 スマートコミュニティ事業本部 スマートエネルギービジネスユニット ビジネスユニット長
“ 石上 忍	東北学院大学 工学部 情報基盤工学科 教授
“ 石山 和志	東北大学 電気通信研究所 教授
“ 大西 輝夫	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所電磁波標準研究センター 電磁環境研究室主任研究員
“ 熊田 亜紀子	東京大学 大学院 工学系研究科 電気系工学専攻 教授
“ 清水 久恵	北海道科学大学 保健医療学部 臨床工学科 教授
“ 曾根 秀昭	東北大学 データシナジー創生機構 特任教授
“ 平 和昌	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所 所長
“ 田島 公博	一般社団法人情報通信技術委員会 伝送網・電磁環境専門委員会 情報通信装置のEMC・ソフトウェア SWG リーダ
“ 田中 謙治	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 顧問
“ 塚原 仁	一般財団法人日本品質保証機構 総合製品安全部門計画室 参与
“ 徳田 寛和	富士電機株式会社 技術開発本部 デジタルイノベーション研究所 デジタルプラットフォームセンター システム制御研究部 主査
“ 平田 晃正	名古屋工業大学 先端医用物理・情報工学研究センター センター長・教授
“ 堀 和行	ソニーグループ株式会社 Headquarters 品質マネジメント部 製品安全/環境 コンプライアンスグループ チーフEMC/RFコンプライアンススペシャリスト
“ 松永 真由美	静岡大学 学術院工学領域 准教授
“ 山口 さち子	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 上席研究員
“ 山崎 健一	一般財団法人電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部 ファシリティ技術研究部門 副部門長
“ 山下 洋治	一般財団法人電気安全環境研究所 関西事業所 副所長
“ 和氣 加奈子	国立研究開発法人情報通信研究機構 経営企画部 企画戦略室 プランニング マネージャー

C I S P R A作業班 構成員 名簿

(令和4年1月28日現在、敬称略、構成員は五十音順)

氏名		主要現職
主任	いしがみ しのが 石上 忍	東北学院大学 工学部情報基盤工学科 教授
主任代理	たじま きみひろ 田島 公博	NTT アドバンステクノロジー(株) グローバル事業本部環境ビジネスユニット EMC センタ センタ長(主席技師)
構成員	あめみや ふじお 雨宮 不二雄	(一財)VCCI 協会 技術アドバイザー
"	あんどう ゆうじ 安藤 雄二	(一社)日本電機工業会 家電 EMC 技術専門委員会 委員
"	いまむら こういちろう 今村 浩一郎	日本放送協会 放送技術研究所伝送システム研究部 上級研究員
"	きつたか たいぞう 橘高 大造	(一社)電波産業会 研究開発本部電磁環境グループ
"	しのづか たかし 篠塚 隆	(国研)情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 協力研究員
"	そね ひであき 曾根 秀昭	東北大学 データシナジー創生機構 特任教授
"	チヤコタイ ジエドヴァイスノ	(国研)情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 主任研究員
"	とうさか としひで 登坂 俊英	(一財)電気安全環境研究所 横浜事業所 EMC 試験センター
"	なかじま だいすけ 中嶋 大介	(一財)日本品質保証機構 中部試験センター計量計測部 部長
"	なかむら てつや 中村 哲也	(一社)ビジネス機械・情報システム産業協会 電磁環境専門委員会 委員
"	はとの たかゆき 鳩野 尚志	(一社)電子情報技術産業協会 マルチメディア EMC 専門委員会 委員
"	はらだ たかし 原田 高志	(一財)VCCI 協会 技術専門委員会 委員
"	はりや えいぞう 針谷 栄蔵	(一社)KEC 関西電子工業振興センター 専門委員会推進部 担当部長
"	ひらた まさゆき 平田 真幸	富士フイルムビジネスイノベーション株式会社
"	ふじい かつみ 藤井 勝巳	(国研)情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 標準校正グループ グループリーダー
"	まえだ のりゆき 前田 規行	(株)NTT ドコモ 電波企画室 担当課長
"	みつづか のぶゆき 三塚 展幸	(一財)テレコムエンジニアリングセンター 松戸試験所電磁環境・校正事業本部電磁環境試験部 主任技師

(計 19 名)

CISPR A作業班 CISPR16アドホックグループ 構成員 名簿

(敬称略、構成員は五十音順、令和3年8月25日現在)

氏名		主要現職
リーダー	しまさき としまき 島先 敏貴	(一財)VCCI 協会 技術副部長
構成員	あきやま よしはる 秋山 佳春	NTT アドバンステクノロジー(株) スマートコミュニティ事業本部 スマートエネルギービジネスユニット ビジネスユニット長
〃	あめみや ふじお 雨宮 不二雄	(一財)VCCI 協会技術アドバイザー
〃	いしがみ のぶ 石上 忍	東北学院大学 工学部情報基盤工学科 教授
〃	おさべ くにひろ 長部 邦廣	(一財)VCCI 協会 技術アドバイザー
〃	しのづか たかし 篠塚 隆	(国研)情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 協力研究員
〃	たじま きみひろ 田島 公博	NTT アドバンステクノロジー(株) グローバル事業本部環境ビジネスユニット EMC センタ センタ長(主席技師)
〃	とうさか としひで 登坂 俊英	(一財)電気安全環境研究所 横浜事業所 EMC 試験センター
〃	なかじま だいすけ 中嶋 大介	(一財)日本品質保証機構 中部試験センター計量計測部 部長
〃	なかむら てつや 中村 哲也	(一社)ビジネス機械・情報システム産業協会 電磁環境専門委員会 委員
〃	ひらた まさゆき 平田 真幸	富士フイルムビジネスイノベーション株式会社
〃	はらだ たかし 原田 高志	(一財)VCCI 協会 技術専門委員会 委員
〃	まつもと やすし 松本 泰	(国研)情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究センター 電磁環境研究室 研究員
〃	みつづか のぶゆき 三塚 展幸	(一財)テレコムエンジニアリングセンター 松戸試験所電磁環境・較正事業本部電磁環境試験部 主任技師

(計 14 名)

諮問第 3 号

「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」

のうち

「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件

補助装置 -伝導妨害波-」

目次

序文	4
1 適用範囲	5
2 引用規格	5
3 用語、定義及び略号	5
3.1 用語及び定義	5
3.2 略号	8
4 AC 電源ポート及び他の電源ポート用擬似回路網	8
4.1 概要	8
4.2 AN インピーダンス	9
4.3 周波数範囲 9 kHz から 150 kHz までで使用する 50 Ω / 50 μH + 5 Ω V-AMN	9
4.4 周波数範囲 150 kHz から 30 kHz までで使用する 50 Ω / 50 μH V-AMN	10
4.5 周波数範囲 150 kHz から 108 MHz までで使用する 50 Ω / 5 μH + 1 Ω V-AMN	11
4.6 (削除) 150 Ω V-AMN	13
4.7 周波数範囲 150 kHz から 30 MHz までにおいて AC 電源及びその他の電源ポートに適用可能な 150 Ω Δ-AN	13
4.8 分離	14
4.9 電流容量と直列電圧降下	16
4.10 基準接地導体への接続の変更	16
4.11 V-AMN の電圧分割係数の測定	17
5 電流及び電圧プローブ	17
5.1 電流プローブ	17
5.2 電圧プローブ	18
6 伝導電流イミュニティ測定のための結合装置	21
6.1 概要	21
6.2 特性	21
7 信号線路測定用結合装置	22
7.1 概要	22
7.2 AAN (または、Y 型回路網) に関する要求性能	23
7.3 同軸ケーブルとその他の遮へいケーブル用擬似回路網 (AN) に関する性能要求	26
8 擬似手及び直列 RC 素子	27
8.1 概要	27
8.2 擬似手及び RC 素子の構成	27
8.3 擬似手の使用	27
9 周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までにおける妨害波電圧測定用 CDNE	30
9.1 測定装置	30
9.2 CDNE-X の技術要件	31
9.3 RGP の技術要求条件	35
付則 A (規定) EUT の電源ポート又は負荷ポートで使用するための AMN 及びその他の AN の 特性とその測定、回路構成及び最新の実装例	36

付則 B (情報)	電流プローブの構成、周波数帯域及び校正	44
付則 C (情報)	周波数 0.15 MHz から 30 MHz までの範囲で用いる電流注入用結合装置の構造	53
付則 D (情報)	伝導電流イミューニティ測定用結合装置の動作原理と例	59
付則 E (規定)	不平衡擬似回路網 (AAN) の例と各パラメータの測定	63
付則 F (規定)	同軸ケーブル及びその他のケーブル用の AN (擬似回路網) の例と 各パラメータの測定	69
付則 G (情報)	容量性電圧プローブ (CVP) の構造及び性能評価法	71
付則 H (情報)	V-AMN の電源ポートと EUT/受信機ポートの間に最小減結合係数を 導入する理由	78
付則 I (情報)	V-AMN 入力インピーダンスに位相許容偏差を導入する理由	79
付則 J (情報)	CDNE ブロック図の例	81
付則 K (規定)	Δ -AN パラメータの測定	83
参考文献	85

序文

本編は、国際規格 CISPR 16-1-2（第 2.1 版、2017-11）に準拠し、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置 -伝導妨害波-」に関する技術的条件及び性能評価法について定めたものである。平成 19 年情報通信審議会答申「無線妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件」に記載されている第 2 編：補助装置－伝導妨害波に関する規定は、本編で置き換える。

本編は、第 1 章～第 9 章、付則 A、付則 E、付則 F 及び付則 K（規定）並びに付則 B～付則 D、付則 G 及び付則 H～付則 J（情報）で構成される。

無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置 -伝導妨害波-

1 適用範囲

本編では、周波数範囲 9 kHz ～ 1 GHz の無線妨害波電圧及び電流を測定するための装置の特性と機能を定める。

本編の対象となる補助装置の仕様は、擬似電源回路網、電流及び電圧プローブ及びケーブルに電流を誘起するための結合装置などに関するものである。

本編の要求事項は、測定器の有効指示範囲内において、全ての周波数及びレベルの無線妨害波電圧、電流について、満足しなければならない。

2 引用規格

次の引用規格は、この文書の適用に当たって不可欠である。発行年を示した規格については、記載された版だけを適用する。発行年がない規格については、その規格の最新版（修正版全てを含む）を適用する。

- (1) 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申，（諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部 第 1 編：無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置 - 測定用受信機 -」）
- (2) 令和 4 年 2 月 情報通信審議会答申，（諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法」）
- (3) 令和元年 10 月 情報通信審議会答申，（諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部 第 2 編：不確かさ、統計及び許容値のモデル - 測定装置の不確かさ -」）
- (4) IEC 60050（全ての部），国際電気技術用語(IEV)
- (5) JIS C 61000-4-6 (2017)，電磁両立性 - 第 4 - 6 部：試験及び測定技術 - 無線周波電磁界によって誘導する伝導妨害に対するイミュニティ

3 用語、定義及び略号

3.1 用語及び定義

本編のために、引用規格 (4) 及び次の用語と定義を適用する。

3.1.1 補助装置

測定用受信機又は（試験）信号発生器に接続され、供試装置（EUT）と測定又は試験装置との間の妨

害波信号伝送に使用される変換器

注 1) 変換器の例として、電流及び電圧プローブ並びに擬似回路網

3.1.2

関連装置

AE (associated equipment)

試験対象システムの一部ではないが、EUT を動作させるために必要な装置

3.1.3

不平衡電圧 (コモンモード (CM) 電圧)

2 導体線の仮想中性点と基準大地との間の RF 電圧 (各線に関する一線大地間電圧のベクトル和の $1/2$)。2 を超える多数の線に関しては、全ての線をまとめて規定の終端インピーダンスで接地し、その場所において電流変換器を用いて測定した基準大地に対する線全体の実効的な無線周波数妨害 (RFI) 電圧 (一線大地間電圧のベクトル和)

注 1) 低電圧 (LV) AC 電源ポートの場合、 V_a が電源端子の 1 つと基準大地との間のベクトル電圧であり V_b が他の 1 つの電源端子と基準大地との間のベクトル電圧である場合、不平衡電圧は V_a 及び V_b のベクトル和の半分 ($V_a + V_b$) / 2 である。

3.1.4

平衡電圧 (ディファレンシャルモード (DM) 電圧)

単相電源や通信線のツイストペア (撚り対線) の束などの 2 線又は多線回路において、接地電位の線を含まない任意の線間に現れる RF 電圧。DM 電圧と呼ばれることもある。

注 1) 低電圧 (LV) AC 電源ポートの場合、平衡電圧はベクトル差 ($V_a - V_b$) である。

3.1.5

一線大地間電圧

2 線又は多線回路における個々の線又は端子と基準大地との間に現れる RF 電圧

注 1) 一線大地間電圧は、V 型擬似電源回路網を使用して測定された電圧である。

3.1.6

擬似電源回路網

AMN (artificial mains network)

RF 帯で定義されたインピーダンスを EUT に与えるとともに、測定用受信機に妨害波電圧を与え、かつ供給電源からその試験回路を分離する回路網

注 1) この回路網には二つの基本的なタイプがある。一線大地間電圧を測定する V 型回路網 (V-AMN)。平衡 (DM) 電圧と不平衡 (CM) 電圧を別々に測定する Δ 型回路網 (Δ -AMN)。

3.1.7

不平衡擬似回路網

AAN (asymmetric artificial network)

平衡 (DM) 信号を排除しながら、非遮へい平衡信号線 (例えば、通信線) の不平衡 (CM) 電圧を測定 (または、注入) するために使用される回路網

注 1) 「Y 型回路網」という用語は、AAN と同義語である。

3.1.8

周辺装置

AuxEq (auxiliary equipment)

試験対象システムの一部である周辺装置

3.1.9

結合減結合回路網

CDN (coupling/decoupling network)

対象とする回路の信号を測定又は回路に信号を注入するための回路網で、かつ対象外の回路からの信号を測定又は注入することを防ぐ回路網

3.1.10

妨害波測定用結合減結合回路網

CDNE (coupling decoupling network for emission) -X

周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までの妨害波測定用の結合減結合回路網。ここで、「X」は、非遮へい 2 線電源線、DC 又は制御ポートの場合は「M2」、非遮へい 3 線電源線、DC 又は制御ポートの場合は「M3」、内部線が x 本の遮へいケーブルの場合は「Sx」である。

注 1) CDNE-X の詳細については付則 J を参照

3.1.11

供試装置

EUT (equipment under test)

EMC (エミッション) 適合性試験の対象となる装置 (デバイス、機器又はシステム)

3.1.12

インピーダンス測定アダプタ (CDNE の)

IMA (impedance measurement adaptor)

ベクトルネットワークアナライザ (VNA) 及び CDNE の接続ポートを含み、RGP に接続される 0.1 m x 0.1 m の金属製垂直面

3.1.13

縦方向変換損失 (不平衡減衰量)

LCL (Longitudinal conversion loss)

1 又は 2 ポートの回路において、回路の端子の接続線に存在する縦方向 (不平衡) 信号によって、その端子に誘起する希望しない横方向 (平衡) 信号の程度を表す尺度

注) LCL の単位は、dB で表される。

3.1.14

基準大地面

RGP (reference ground plane)

共通の基準として使用され、EUT の周囲との再現可能な寄生容量に寄与する、基準大地と同じ電位にある導電性の面

注 1) RGP は、伝導妨害波の測定に必要であり、一線大地間及び不平衡妨害波電圧の測定の基準として機能する。

注 2) 一部の規格では、「基準接地」という用語が「基準大地」の代わりに使用される。

3.1.15

擬似回路網

AN (artificial network)

電源回路網やその他の電源線又は関連装置の信号線から試験回路を分離し、測定用受信機で妨害波電圧を測定する際に、無線周波数 (RF) 帯で EUT に定義されたインピーダンスを与える回路網

注 1) この回路網には四つの基本的なタイプがある。一線大地間電圧を測定する V 型回路網 (V-AN)。平衡 (DM) 電圧と不平衡 (CM) 電圧を別々に測定する Δ 型回路網 (Δ-AN)。不平衡 (CM) 電圧を測定する Y 型回路網 (Y-AN) 及び同軸 (遮へいケーブル) 回路網。

3.2 略号

本編では、3.1 節で提示されていない次に示す略号を使用する。

CM	Common mode	コモンモード
CVP	Capacitive voltage probe	容量性電圧プローブ
Δ -AMN	Artificial mains Δ -network	Δ -AMN (擬似電源回路網) (“ Δ ” は “デルタ “と呼ぶ)
Δ -AN	Artificial Δ -network	Δ -AN (擬似回路網) (“ Δ ” は “デルタ “と呼ぶ)
DM	Differential mode	ディファレンシャルモード
E.m.f	Electromotive force	起電力
ISN	Impedance stabilization network	インピーダンス安定化回路網
ITE	Information technology equipment	情報技術装置
LCL	Longitudinal conversion loss	縦方向変換損失 (不平衡減衰量)
LV	Low voltage	低電圧
VNA	Network analyser	ベクトルネットワークアナライザ
PE	Protective earth	保護接地
RF	Radio frequency	無線周波数
V-AMN	Artificial mains V-network	V-AMN (擬似電源回路網)
V-AN	Artificial V-network	V-AN (擬似回路網)
UM	Unsymmetric mode	一線大地間

4 AC 電源ポート及び他の電源ポート用擬似回路網

4.1 概要

擬似回路網 (AN) は、EUT の測定対象ポートに無線周波数で規定のインピーダンスを提供するとともに、試験場の AC 又は DC 電源及び他の電力源又負荷など EUT に接続されるが EUT に関する試験の対象でない装置からの不要な無線周波信号から試験回路を分離する必要がある。さらに、EUT の妨害波電圧を測定用受信機に提供する必要がある。

LV AC 電源ポートの測定で使用するために、擬似電源回路網 (AMN) には二つの基本的なタイプがある。一線大地電圧を結合する V-AMN と、DM 電圧と CM 電圧を別々に結合する Δ -AMN (又は Δ -AN) である。これらの AMN の使い方は、LV AC 電源ポートに限定されない。一般に、あらゆる種類の電源ポートでの測定に使用可能である。このような擬似回路網の使用者には、ガイダンスとして当該の製品規格を参照することを薦める。本編における AMN に関する情報と推奨は、LV AC 電源ポート以外の電源ポートに AMN 又はその他の AN を使用する場合にも有効である。

AN 又は AMN には、試験場の AC や DC 供給電源又は他の供給電源又は負荷との接続用端子 (電力/負荷端子)、EUT を接続するための端子 (EUT 端子) 及び妨害波出力を測定用受信機に接続するための端子 (受信機の端子) の 3 種類の端子がある。

注 1) AMN と AN の回路例を付則 A に示す。

注 2) 本章では AN のインピーダンスと分離特性に関する要求条件を、対応する測定法を含めて規定する。AMN の不確かさと根拠については参考文献 [4] の 6.2.3 項と引用規格 (3) に示されている。

4.2 AN インピーダンス

V-AN の一線大地間 (UM : Unsymmetrical Mode) 終端インピーダンスとは、V-AN の測定用受信機ポートを 50Ω で終端した場合に、EUT 端子で測定された基準大地に対するインピーダンスであり、これには振幅と位相が含まれる。

Δ -AMN 又は Δ -AN の場合、終端インピーダンスの仕様には CM 終端インピーダンスの振幅と位相、DM 終端インピーダンスの振幅と位相が含まれる。CM 終端インピーダンスは二つ (または、それ以上) の EUT の活線端子を結線して基準大地に対して測定する (図 E.2 参照)。DM 終端インピーダンスは、EUT のそれぞれの活線対を基準大地とは関係しない (切り離れた) 状態で、バランをを用いて測定する (図 K.2 参照)。これらのインピーダンスを測定する際は、 Δ -AN の場合も含めて測定用受信機ポートは 50Ω で終端しておくこと。

AN の EUT 端子のインピーダンスは、測定対象である EUT ポートの終端インピーダンスを規定している。この理由は、妨害波の出力端子が測定用受信機に接続されていない場合には、そのインピーダンスが 50Ω で終端されることが必要なためである。測定用受信機ポートの 50Ω に対し正確な終端を確実に行うため、10 dB のアッテネータを擬似回路網の内部又は外部に使用 (挿入) し、両方向からみた VSWR が 1.2 から 1 までの値となること。このアッテネータの減衰量は、電圧分割係数 (4.11 節 参照) に含めること。

EUT ポートの各導線 (もしあれば、保安用接地を除く) と基準大地間のインピーダンスは、電源端子と基準大地の間にどのような値の外部インピーダンスがあっても、対応する電源又は他の電源供給端子と電源/負荷ポートの基準大地間に短絡回路が接続されている場合を含めて 4.3 節、4.4 節又は 4.5 節に適合すること。この要求事項は、通常の状態において、最大定格値までの連続電流を流したときの AN の温度全てにおいて満足すること。また、電流の尖頭値が最大定格値に達しても満足すること。

注) EUT のコネクタは 30 MHz までの無線周波数に対し最適化されていないため、ネットワークインピーダンスの測定は、線路長を最短にする特別な測定用アダプタを用いて実施する。アダプタの特性評価には、挿入損失とアダプタの導体長を考慮して VNA の OSM (開放/短絡/整合) 校正が使用される。

4.3 周波数範囲 9 kHz から 150 kHz までで使用する $50 \Omega / 50 \mu\text{H} + 5 \Omega$ V-AMN

この AMN は規定の周波数範囲で、表 1 及び図 1 に示すインピーダンス (振幅及び位相角) の周波数特性をもつこと。振幅については $\pm 20 \%$ 、位相角については ± 11.5 度の許容偏差を認める。

表 1 - V-AMN の振幅と位相角 (図 1 参照)

周波数 MHz	インピーダンス (振幅) Ω	位相角 度
0.009	5.22	26.55
0.015	6.22	38.41
0.020	7.25	44.97
0.025	8.38	49.39
0.030	9.56	52.33
0.040	11.99	55.43
0.050	14.41	56.40
0.060	16.77	56.23
0.070	19.04	55.40
0.080	21.19	54.19
0.090	23.22	52.77
0.100	25.11	51.22
0.150	32.72	43.35

注) この AMN が 4.3 節と 4.4 節の両者で示されたインピーダンスの要求条件を満たしている場合は、周波数範囲 150 kHz から 30 MHz までで使用可能である。

4.4 周波数範囲 150 kHz から 30 kHz までで使用する 50 Ω / 50 μ H V-AMN

この AMN は、規定の周波数範囲で表 2 及び図 2 に示すインピーダンス (振幅及び位相角) の周波数特性を持つこと。振幅については $\pm 20\%$ 、位相角については ± 11.5 度の許容偏差を認める。

表 2 - V-AMN の振幅と位相角 (図 2 参照)

周波数 MHz	インピーダンス (振幅) Ω	位相角 度
0.15	34.29	46.70
0.17	36.50	43.11
0.20	39.12	38.51
0.25	42.18	32.48
0.30	44.17	27.95
0.35	45.52	24.45
0.40	46.46	21.70
0.50	47.65	17.66
0.60	48.33	14.86
0.70	48.76	12.81
0.80	49.04	11.25
0.90	49.24	10.03
1.00	49.38	9.04
1.20	49.57	7.56
1.50	49.72	6.06
2.00	49.84	4.55
2.50	49.90	3.64
3.00	49.93	3.04

4.00	49.96	2.28
5.00	49.98	1.82
7.00	49.99	1.30
10.00	49.99	0.91
15.00	50.00	0.61
20.00	50.00	0.46
30.00	50.00	0.30

4.5 周波数範囲 150 kHz から 108 MHz までで使用する 50 Ω / 5 μH + 1 Ω V-AMN

この AMN は、規定の周波数範囲で表 3 及び図 3 に示すインピーダンス（振幅及び位相角）の周波数特性を持つこと。振幅については ± 20 %、位相角については ± 11.5 度の許容偏差を認める。

表 3 - V-AMN の振幅と位相角（図 3 参照）

周波数 MHz	インピーダンス（振幅） Ω	位相角 度
0.15	4.70	72.74
0.20	6.19	73.93
0.30	9.14	73.47
0.40	12.00	71.61
0.50	14.75	69.24
0.70	19.82	64.07
1.00	26.24	56.54
1.50	33.94	46.05
2.00	38.83	38.15
2.50	41.94	32.27
3.00	43.98	27.81
4.00	46.33	21.63
5.00	47.56	17.62
7.00	48.71	12.80
10.00	49.35	9.04
15.00	49.71	6.06
20.00	49.84	4.55
30.00	49.93	3.04
50.00	49.97	1.82
100.00	49.99	0.91
108.00	49.99	0.84

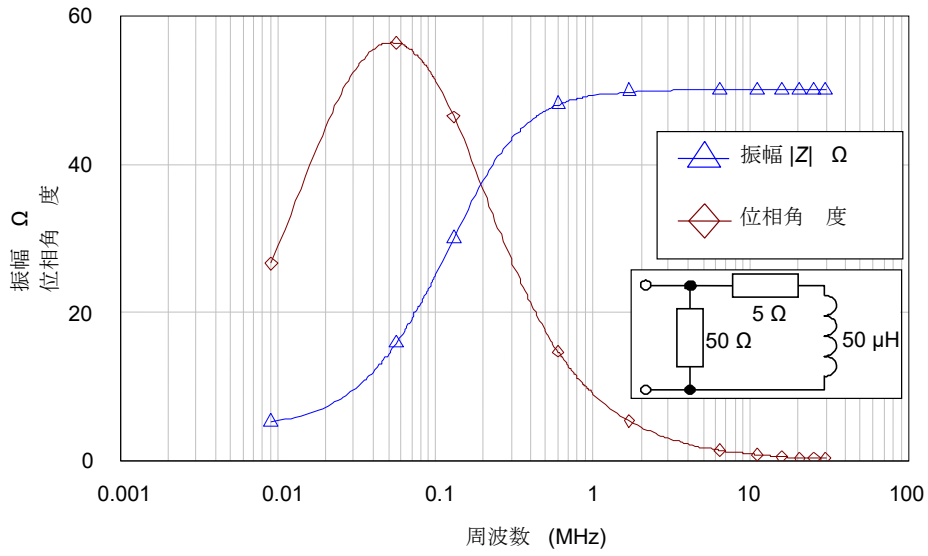


図 1 - V-AMN の周波数バンド A (周波数範囲 9 kHz から 150 kHz まで、4.3 節参照) のインピーダンス (振幅及び位相角)

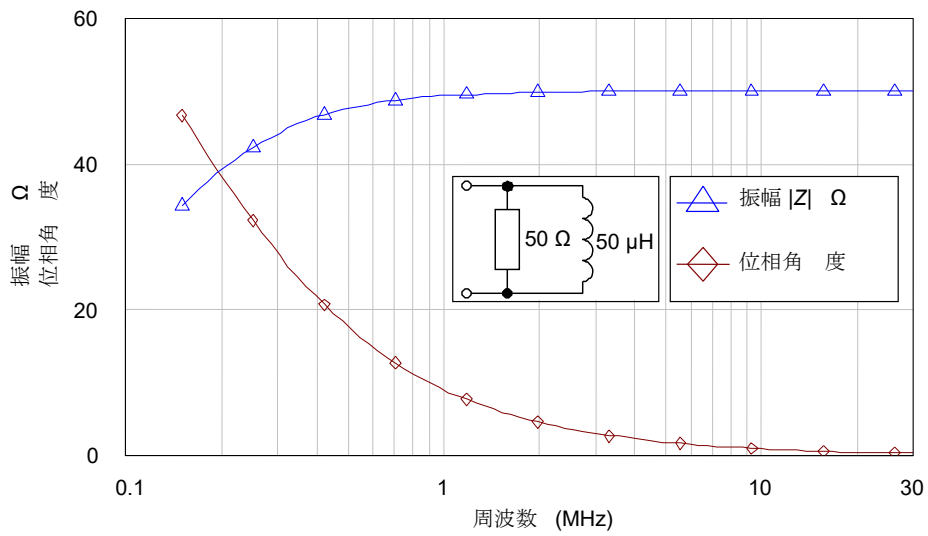


図 2 - V-AMN の周波数バンド B (4.4 節参照) のインピーダンス (振幅及び位相角)

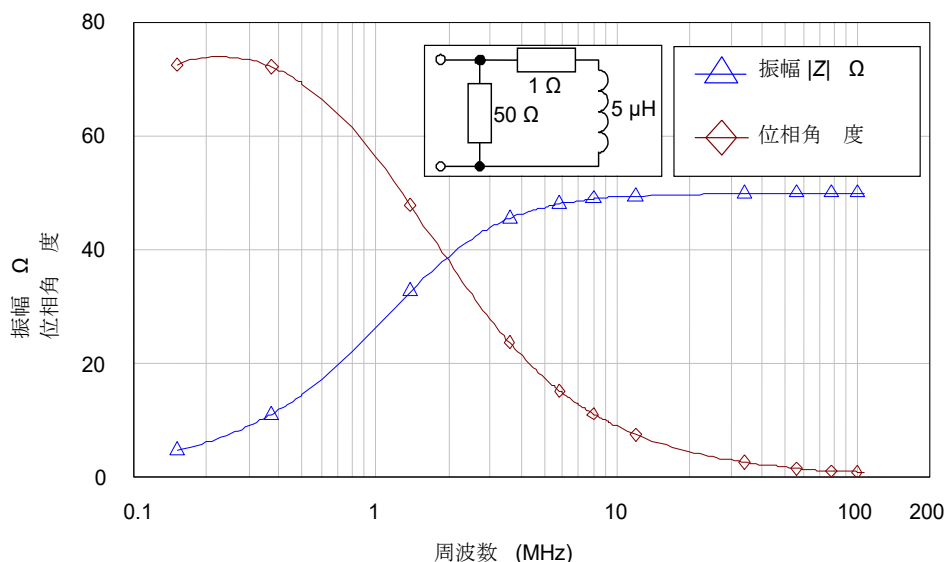


図3 - V-AMN の周波数バンド B 及び C (周波数範囲 150 kHz から 108 MHz まで、4.5 節参照) のインピーダンス (振幅及び位相角)

4.6 (削除) 150 Ω V-AMN

4.7 周波数範囲 150 kHz から 30 MHz までにおいて AC 電源及びその他の電源ポートに適用可能な 150 Ω Δ-AN

4.7.1 要求条件

Δ-AN のインピーダンスは 150 kHz ~ 30 MHz において、RGP を含まない EUT 端子間及び二つの EUT 端子を接合した端子と RGP 間の両方について、大きさが $150 \Omega \pm 30 \Omega$ で、位相角は ± 40 度以内であること。表 8 参照。

EUT が正常に機能し 150 kHz ~ 30 MHz において妨害波を測定するためには、Δ-AN は 9 kHz ~ 150 kHz において表 9 に示した特性を満足すること。しかしながら、これらの特性を満足しているからといって、この 150 Ω Δ-AN が 150 kHz 以下の妨害波電圧の測定に適用できるという訳ではない。必要に応じて、そのような測定のために別の Δ-AN を指定する必要がある。

表 8 - 150 Ω Δ-AN のパラメータ (150 kHz ~ 30 MHz)

	パラメータの説明	公称値と許容偏差
1	周波数範囲	150 kHz ~ 30 MHz
2	EUT ポートの CM 終端インピーダンスの大きさと位相角	150 Ω ± 30 Ω 0 度 ± 40 度
3	EUT ポートの DM 終端インピーダンスの大きさと位相角 ^a	150 Ω ± 30 Ω 0 度 ± 40 度
4	EUT ポートの LCL ^b	≥ 26 dB (平衡 150 Ω 系)
5	電力供給側又は負荷側ポートと EUT ポート間の CM 挿入損失	≥ 20 dB (不平衡 50 Ω 系)
6	電力供給側又は負荷側ポートと EUT ポート間の DM 挿入損失	≥ 20 dB (平衡 150 Ω 系) > 40 dB, 外付けキャパシタ付き
7	電流の経路におけるブロッキングキャパシタの放電抵抗値 (直流電源ポートの測定において)	≥ 1.5 MΩ
^a 製品群規格では必要に応じて異なる DM 終端インピーダンスを定義することができる。 ^b AN の LCL は EUT 内部の LCL よりも十分に大きくするのが望ましい。		

表 9 - 150 Ω Δ-AN のパラメータ (9 kHz ~ 150 kHz)

	パラメータの説明	公称値及び許容偏差
1	拡張した周波数範囲	9 kHz ~ 150 kHz
2	EUT ポートの CM 終端インピーダンスの大きさ	≥ 10 Ω (電力供給側、負荷側ポートは開放)
3	EUT ポートの DM 終端インピーダンスの大きさ	≥ 1 Ω (電力供給側、負荷側ポートは開放)
4	EUT ポートの LCL	≥ 26 dB (平衡 150 Ω 系)
5	電力供給側又は負荷側ポートと EUT ポート間の CM 挿入損失	≥ 20 dB 150 kHz において (不平衡 50 Ω 系) 周波数が 1 / 10 になるに従って 40 dB 減少
6	電力供給側又は負荷側ポートと EUT ポート間の DM 挿入損失	≥ 20 dB 150 kHz において > 40 dB 外付けキャパシタ付き (平衡 150 Ω 系) 周波数が 1 / 10 になるに従って 40 dB 減少
注) 典型的な EUT に対して適切に機能するための仕様である。150 kHz 以下の妨害波測定のためではない。		

4.7.2 Δ-AN のパラメータの測定

Δ-AN の特性を決定するための測定に関しては付則 K に記載されている。

4.8 分離

4.8.1 要求条件

いかなる試験周波数においても、電源側に重畳する不要信号や電源の不明なインピーダンスが測定に影響を及ぼさないようにするには、EUT ポートを規定の適切なインピーダンスで終端した場合の各電源端子と測定用受信機ポート間の分離 (減結合係数) は最小値を満足すること。表 4 を参照。この要求条件は V-AMN そのものに対してだけ適用され、外付けのケーブルやフィルタには適用されない。

電源ポートの妨害波を抑制するために、AMN に対して追加の外付けフィルタが必要となる場合がある (特別な要求条件に関しては引用規格 (2) を参照)。

表 4 - V-AMN の最小分離の値

節	V-AMN のタイプ	周波数範囲 MHz	最小分離 dB
4.3	50 Ω / 50 μH + 5 Ω	0.009 ~ 0.05	0 ~ 40 ^a
		0.05 ~ 30	40
4.4	50 Ω / 50 μH	0.15 ~ 30	40
4.5	50 Ω / 5 μH + 1 Ω	0.15 ~ 3	0 ~ 40 ^a
		3 ~ 108	40

^a 最小分離の値は周波数の対数軸に対して直線的に増加する。

4.8.2 測定手順

回路ブロック図を図 4A に示す。まずインピーダンス 50 Ω の信号源に 50 Ω 負荷を接続したときの、負荷の両端に現れる電圧 V_1 を測定する。次に、この信号源を適切な電源側の端子と基準大地の間に接続し、関連する EUT ポートを 50 Ω 終端した状態で、測定ポート (50 Ω 終端されている) に現れる出力電圧 V_2 を測定すること。分離に関する要求条件を満たすため 4.2 節で述べた 10 dB の減衰器を測定ポートに付加すること。分離に関する要求条件は全ての電源側端子と EUT 側端子の間で満足すること。他の電源端子の終端が測定結果に影響を及ぼす場合、分離に関する要求条件は他の電源側端子が開放又は短絡の条件で満足すること。

次の式を満足すること、

$$V_1 - V_2 \geq F_D + A \quad (1)$$

ここで、

- V_1 電源側端子の参照電圧 単位は dB(μV)
- V_2 測定ポートの出力電圧 単位は dB(μV)
- F_D 最小分離 (減結合係数) の要求条件 単位は dB
- A 内蔵された減衰器の減衰量 単位は dB

注) EUT 端子は 30 MHz までの高周波に対して最適化されていないため、短い長さでの接続が可能な特殊なアダプタを用いて分離特性を測定する。参照電圧 V_1 の測定にも、このアダプタを信号源に接続して行う。さらなる情報は、付則 H を参照のこと。

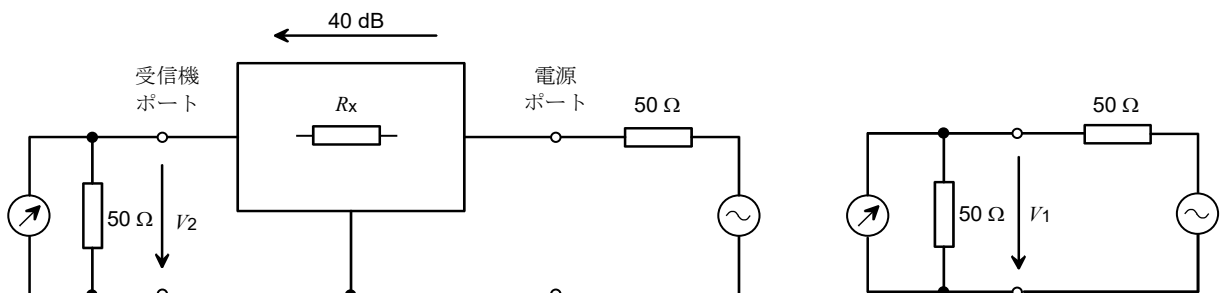


図 4A - 分離測定配置

4.9 電流容量と直列電圧降下

最大連続電流値と最大尖頭電流値を規定すること。最大定格電流を連続して流しているときに EUT に加わる電圧は、V-AMN 及び Δ -AN の電力供給側端子における電源電圧の 95 % 以上であること。

4.10 基準接地導体への接続の変更

ある種の EUT の測定では、4.3 節及び 4.4 節の AMN の基準接地導体に、関連する製品群規格に応じてインピーダンスの追加挿入が必要となる場合がある。これは、それぞれ図 5 及び図 6 に示した基準接地線の X 点に挿入する。そのインピーダンスは、対象となる周波数範囲に応じて、1.6 mH のインダクタンス又は 4.3 節又は 4.4 節のインピーダンスの要求事項に合致すること。

注) 9 kHz ~ 150 kHz の周波数範囲を考えた場合、安全面から V-AMN の 5 Ω の抵抗は除去する。

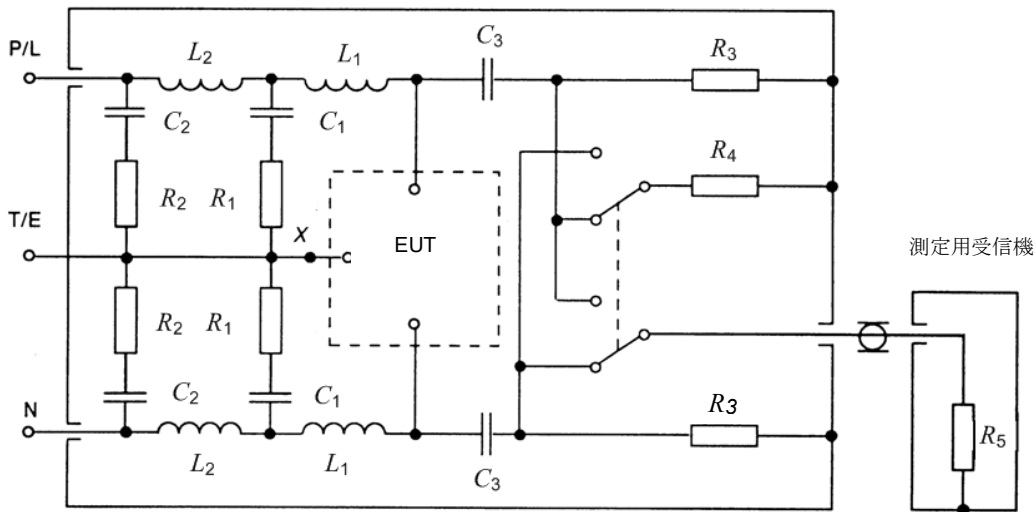


図 5 - 50 Ω / 50 μ H + 5 Ω の V-AMN の例
(4.3 節及び A.2 節参照)

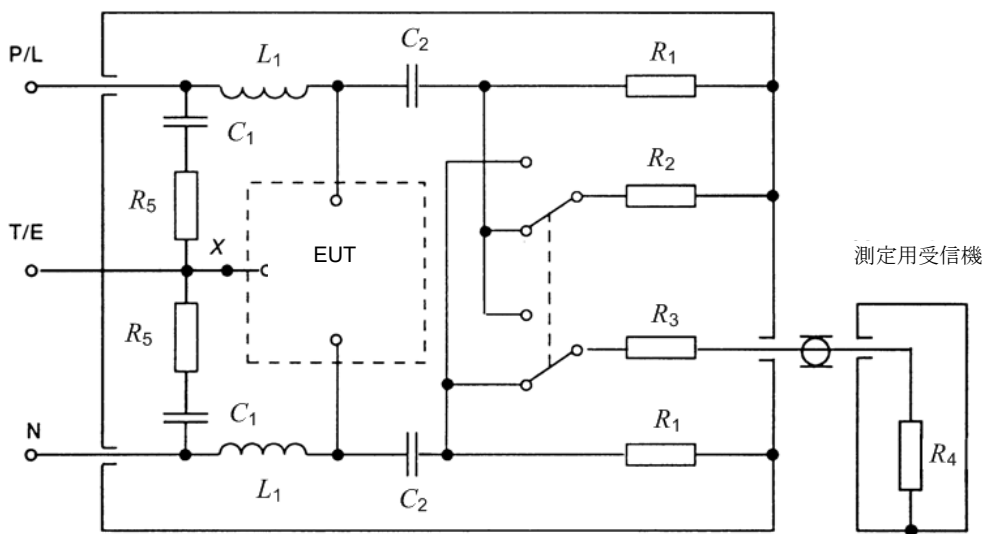


図 6 - 50 Ω / 50 μ H、50 Ω / 5 μ H + 1 Ω の V-AMN の例
(4.4 節、4.5 節、A.3 節及び A.4 節参照)

4.11 V-AMN の電圧分割係数の測定

V-AMN の EUT ポートと妨害波出力ポートの間の電圧分割係数を測定し、妨害波電圧の測定時に考慮すること。電圧分割係数の測定手順は A.8 節に述べられている。

5 電流及び電圧プローブ

5.1 電流プローブ

5.1.1 概要

ケーブルに流れる CM 妨害波電流は、特別に開発されたクランプ型の電流変成器を用いることによって、電源線の導体に直接接触することなく、また回路を変更することなく測定することができる。その有用性は、複雑な配線のシステムや電子回路等において、通常の動作又は配置構成を損なうことなく測定できることから自明である。電流プローブは、測定対象の導体に簡易にクランプできるような構造としてよい。被測定導体は 1 回巻きの 1 次側巻線に相当し、2 次側の巻線は電流プローブに内蔵されている。

電流プローブは、本来、30 Hz から 100 MHz までの測定に用いられるが、30 Hz から 1000 MHz までの測定に使用できるものも作ることができる。100 MHz を越える場合には、一般の電源系では電流が定在波を生じるため、最大電流を検出するのに最適な位置にプローブを置く必要がある。

電流プローブは、全通過周波数帯域で平坦な周波数応答となるように設計されている。この平坦な帯域より低い周波数でも、正確な測定は可能であるが、伝達インピーダンスが低下するため、感度が低下する。平坦な帯域より高い周波数については、電流プローブが共振するため、正確な測定はできない。

電流プローブは、これを追加の遮へい構造にすることによって CM 電流又は DM 電流のどちらかを測定するのに用いてもよい。B.5 節に構造について幾つかの詳細例を示す。

5.1.2 構造

電流プローブは、被測定導線を切断することなく、電流を測定できるような構造であること。

付則 B に幾つかの代表的な電流プローブの構造を示す。

5.1.3 特性

挿入インピーダンス

最大 1 Ω

伝達インピーダンス

周波数特性の平坦な線形領域では、0.1 Ω から 5 Ω の間、それより低い周波数領域では、0.001 Ω から 0.1 Ω の間（電流プローブを 50 Ω で終端した場合）

注) 逆数の伝達アドミタンス (dB(S)) でも代用できる。dB 表現を用いた場合には、アドミタンスを測定用受信機の指示値に加える。伝達インピーダンス又はアドミタンスの校正には、その目的に応じて設計されたジグが必要である（付則 B 参照）。

付加並列容量

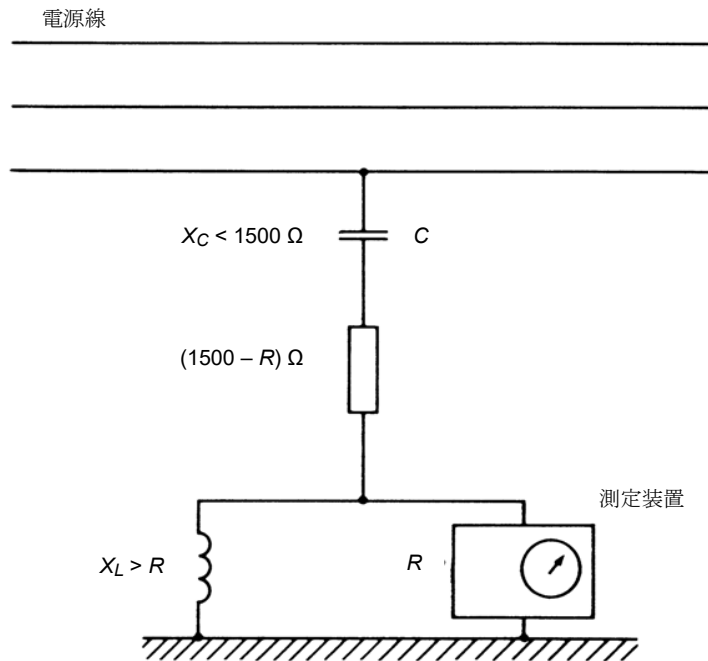
電流プローブの覆いと被測定導体との間で 25 pF より小さい値

周波数応答	プローブ校正のために、伝達インピーダンスを規定の周波数帯域で測定すること。プローブの代表的な周波数範囲は、100 kHz から 100 MHz まで、100 MHz から 300 MHz まで、200 MHz から 1000 MHz までである。
磁気飽和	測定誤差が 1 dB 未満となる一次巻線の直流又は交流電源電流の最大値を示すこと。
外部磁界の影響	電流の流れている導線を、電流プローブの開口部から外して、プローブの近くに置いたとき、指示値は 40 dB 低下すること。
電界の影響	10 V/m 未満の電界によって影響を受けないこと。
配向の影響	任意の太さの導線を開口内の任意の場所に置いたとき、電流測定値の変化は 30 MHz までは 1 dB より小さいこと、30 MHz から 1000 MHz まででは 2.5 dB より小さいこと。
電流プローブ開閉部間隔	最低 15 mm

5.2 電圧プローブ

5.2.1 高インピーダンス電圧プローブ

電源線と基準接地導体間の電圧測定に使用する回路を図 7 に示す。電圧プローブはブロッキング容量 C と抵抗からなり、電源線とアース間の全抵抗は 1500Ω とする。このプローブは、他の線路の電圧測定にも使用できるが、ある用途においては、高インピーダンス回路に過大な電圧が掛かることを避けるために、上記インピーダンスを増やす必要がある場合がある。安全性の理由から、測定装置の入力端子間にインダクタンスを接続しなければならない場合がある。その場合、誘導リアクタンス X_L は抵抗 R より十分大きいことが望ましい。



注) $V = (1500/R) V_m$

ここで、

V 妨害波電圧

V_m 測定装置入力電圧

図 7 - 電源の高周波電圧測定回路

電圧プローブの校正では、9 kHz から 30 MHz までの周波数帯域で、50 Ω 系で電圧分割係数を測定しなければならない。保護用素子による測定確度への影響は、1 dB 未満か又は校正によって許容されることが望ましい。周囲ノイズがある場合は、注意して妨害波レベルを正確に測らなければならない。

プローブの導線及び被測定電源線と基準接地導体によって形成されるループは、強い磁界の影響を減らすために、できるだけ小さくすることが望ましい。

5.2.2 容量性電圧プローブ

5.2.2.1 概要

ケーブルに流れる CM 妨害波電流は、クランプ型の容量性結合装置を用いることによって、電源線の導体と直接接触したり、回路を変更することなく測定したりすることができる。この方法の有用性は、複雑な配線のシステムや電子回路等において、通常動作又は配置構成を損なうことなく測定できることから自明である。容量性電圧プローブ (CVP) は、測定対象の導線に簡易にクランプできるような構造となっている。

CVP は周波数範囲 150 kHz から 30 MHz までの伝導妨害波測定に用いることができ、対象となる周波数範囲においてほぼ平坦な周波数応答特性をもつ。ケーブル上の妨害波電圧と測定器に入力される電圧との比で定義される電圧分割係数は、ケーブルの種類に依存する。電圧分割係数は付則 G に記載されている方法に従って、規定された周波数範囲において、ケーブルの種類に応じて校正することが望ましい。

被測定ケーブル周囲の CM 電界に対する十分な遮へいを確保するために、CVP に付加的な電磁遮へ

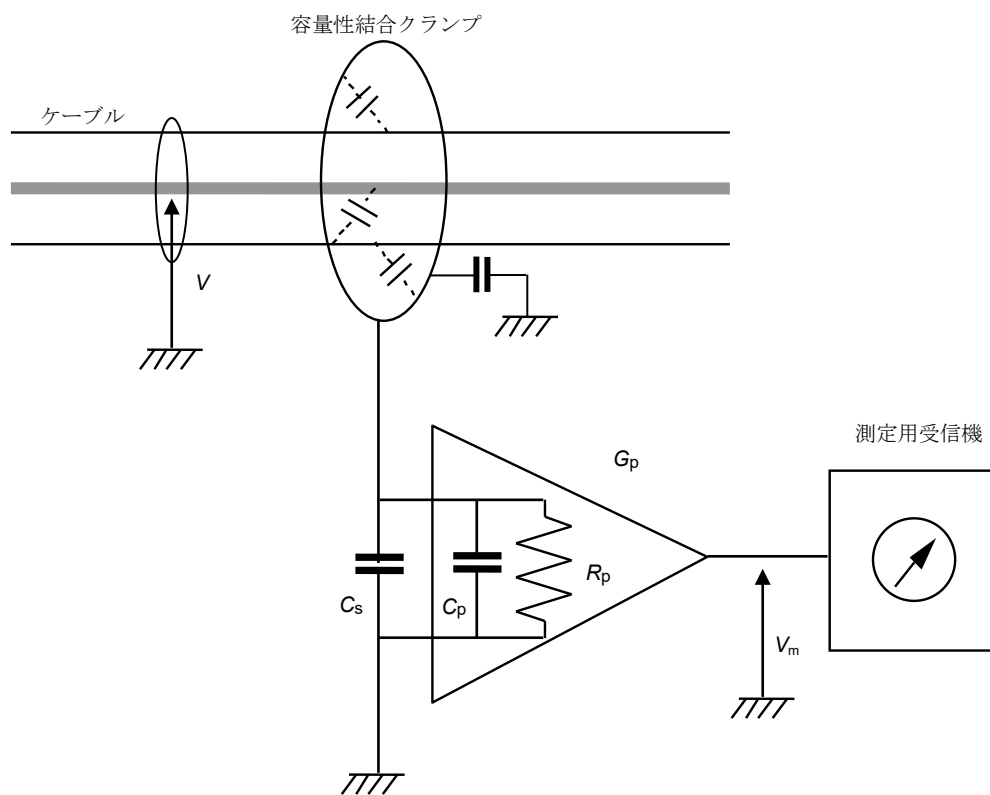
いが必要となる場合がある。(5.2.2.3 項 参照) 付則 G に、この遮へいのための構造と測定方法の例が記載されている。

CVP は通信ポートにおける妨害波測定に適用できる。測定可能な最小電圧の典型的な値は 44 dB μ V である。

5.2.2.2 構造

CVP は、被測定ケーブルを切断することなく、妨害波電圧を測定できるような構造でなければならない。ケーブルと基準大地間の電圧測定に使用する回路を図 8 に示す。プローブはインピーダンス変換増幅器に接続された容量性結合クランプで構成されている。平坦な周波数応答特性を得るために、増幅器の入力抵抗 R_p はリアクタンス X_C に対して十分大きくなければならない。

付則 G に CVP の典型的な構造と性能評価法を示す。



$$F_{cvp} = 20 \lg \left| \frac{V}{V_m} \right|$$

$$= 20 \lg \left| \left(\frac{C_p + C_s + C}{C} \right) \frac{1}{G_p} \right|$$

凡例：

C	ケーブルとクランプ間の容量
C _p	インピーダンス変換増幅器の容量
C _s	プローブと基準大地間の容量
F _{CVP}	電圧分割係数
G _p	インピーダンス変換増幅器の利得
R _p	インピーダンス変換増幅器の抵抗
V	妨害波電圧
V _m	測定器の入力電圧

図 8 - ケーブルと基準大地間の電圧測定に使用する回路

5.2.2.3 要求事項

付加並列容量	CVP の接地端子と被測定導体との間の容量は 10 pF より小さいこと。
周波数応答	電圧分割係数 $F_{CVP} = 20 \lg V/V_m $ (図 8 参照) は、規定の周波数範囲で校正されていること。
パルス応答	引用規格 (1) 付則 B 及び付則 C に規定されたバンド B のパルスに対して直線性が確保されていること。
電界の影響 (プローブ近傍にある被測定ケーブル以外のケーブルとの静電結合の影響)	ケーブルを CVP から取り外したとき、指示値が 20 dB 以上低下すること。測定方法を付則 G に記載する。
CVP 開口 (二つの同軸電極を分割部で開いたときの開口 (図 G.1 参照))	最低 30 mm

6 伝導電流イミュニティ測定のための結合装置

6.1 概要

結合装置は、供試導線に妨害波電流を注入し、かつ、他の導線や EUT に接続されている機器を高周波的に絶縁して、注入電流が影響しないようにするためのものである。少なくとも 30 MHz 以下の周波数帯では、実際の設置状況における無線妨害波電磁界強度と、これと同じ障害を生ずるために電流注入法で印加しなければならない信号源 (インピーダンス 150 Ω) の起電力の間にはよい相関がある。機器に対するイミュニティは、この起電力値で表す。付則 C と付則 D に動作原理と、結合装置の型式例とそれらの構造について述べる。

6.2 特性

6.2.1 概要

結合装置の性能試験は、周波数範囲 0.15 MHz から 30 MHz までにおけるインピーダンス及び周波数範囲 30 MHz から 150 MHz まででの挿入損失について行う。

6.2.2 インピーダンス

周波数範囲 0.15 MHz から 30 MHz までにおける全体の CM インピーダンス (インピーダンス 150 Ω の抵抗型妨害波源と無線周波チョークコイルが並列) は、妨害波信号を EUT に注入する点と結合装置の基準大地の間で測定し、その大きさは $150 \Omega \pm 20 \Omega$ で、位相角が 0 度 \pm 20 度未満であること。

例として、A型及びS型の結合装置については、注入点は出力コネクタの遮へい導体であり、M型及びL型の注入点は結合用出力端子である。

6.2.3 挿入損失

周波数範囲 30 MHz から 150 MHz まででは、縦列接続した二つの同一の結合装置の挿入損失は、図 9 に示す方法で測定して、9.6 dB から 12.6 dB までの範囲内であること。二つの装置は、非常に短い線 (1 cm 以下) によって接続すること。

図 9 に従って測定される二つの同一結合装置の挿入損失 U_G / U_B は、周波数範囲 30 MHz から 150 MHz までで 9.6 dB から 12.6 dB までの範囲内にするのがよい。 U_G は発振器と受信機を直接接続したときの受信機の入力レベルである。

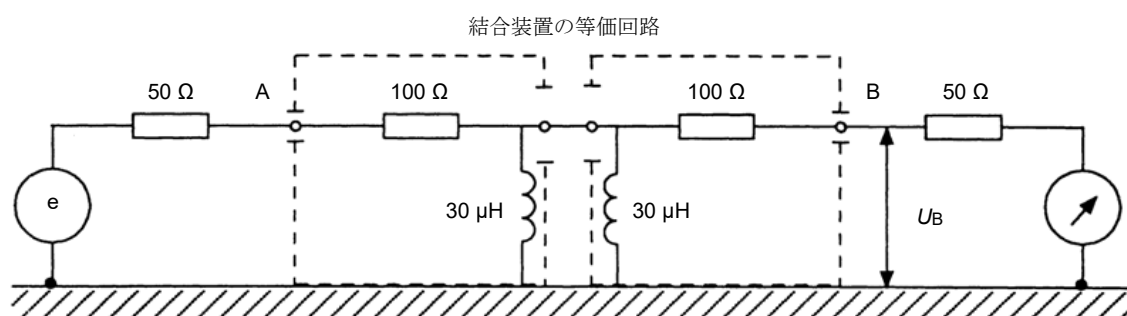


図 9 - 結合装置の挿入損失を確認するための配置 (周波数範囲 30 MHz ~ 150 MHz)

7 信号線路測定用結合装置

7.1 概要

信号線路を介した障害の可能性 (つまりイミュニティ) については、線路上の伝導妨害波電圧又は電流の測定 (あるいは注入) によって評価してもよい。この評価には、線路上の希望信号成分の影響を排除しながら、妨害波成分を測定するための結合装置が必要となる。これらの装置としては、電磁エミッション及びイミュニティ (コモンモードとディファレンシャルモードの電圧・電流) を測定するための装置がある。典型的なものは、電流プローブ及び AAN (または、Y 型回路網) である。

注 1) 信号線路の伝導イミュニティ試験用 AAN に対する要求条件は、引用規格 (5) に記載されている。(AAN は一般に「結合減結合回路」(CDN) と呼称されている装置の特殊なものである。) エミッション測定のための要求条件を満足している AAN はイミュニティ試験のための要求条件も満足するであろう。

注 2) 信号線路には、これらの線路に接続される機器の電気通信線路及び端子類が含まれる。

注 3) 「不平衡電圧」と「コモンモード電圧」、「平衡電圧」と「ディファレンシャルモード電圧」は第 3 章で定義されているように同義語である。

注 4) 「不平衡擬似回路網 (AAN)」は「Y 型回路網」の同義語として扱われ、それは V 型回路網や Δ 型回路網とは異なる (線路の仮想中点を模擬する) 回路網である。T 型回路網は Y 型回路網の一種である。

許容値が電圧で規定されている場合に電流プローブを使用する場合は、電流に対する許容値を得るために、電圧許容値を測定手順の詳細に従って信号線路インピーダンス又は終端インピーダンスで除する。このインピーダンスは、詳細測定手順に従えばコモンモードになる。

7.2 節に、AAN の仕様を示す。ディファレンシャルモードからコモンモードへの変換阻止能力 (V_{dm} / V_{cm}) は、AAN の有用性を決める主たる要因である。このパラメータは、LCL と関連する。AAN の一例と要求される試験及び校正手順を付則 E に示す。

7.2 AAN (または、Y 型回路網) に関する要求性能

AAN は、非遮へい平衡線路 (例: 通信線路) において、DM 信号の影響を除去して、CM 電圧を測定 (または、注入) する際に用いる。

AAN は、付則 E の方法によって校正され、次に示す特性を持っていること。加えて、希望信号周波数帯域において AAN の存在によって発生する挿入損失や信号品質の劣化が EUT の正常な動作に影響を与えないこと。

- a) カテゴリー 6 及びそれ以上の非遮へい平衡対線の接続を意図するポート測定用の AAN :
周波数 f (MHz) による LCL (a_{LCL}) の変化特性は、次の式によって定義される。

$$a_{LCL} = 75 - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$$

$$f < 2 \text{ MHz: } a_{LCL} \leq \pm 3 \text{ dB}$$

$$2 \text{ MHz} \leq f \leq 30 \text{ MHz: } a_{LCL} \leq \begin{matrix} +6 \\ -3 \end{matrix} \text{ dB}$$

- b) カテゴリー 5 及びそれ以上の非遮へい平衡対線の接続を意図するポート測定用の AAN :
周波数 f (MHz) による LCL (a_{LCL}) の変化特性は、次の式によって定義される。

$$a_{LCL} = 65 - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$$

$$f < 2 \text{ MHz: } a_{LCL} \leq \pm 3 \text{ dB}$$

$$2 \text{ MHz} \leq f \leq 30 \text{ MHz: } a_{LCL} \leq \begin{matrix} +4.5 \\ -3 \end{matrix} \text{ dB}$$

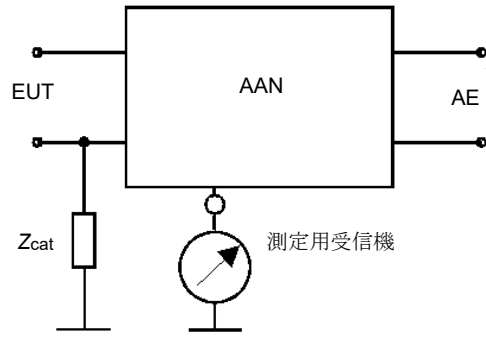
- c) カテゴリー 3 及びそれ以上の非遮へい平衡対線の接続を意図するポート測定用の AAN :
周波数 f (MHz) による LCL (a_{LCL}) の変化特性は、次の式によって定義される。

$$a_{LCL} = 55 - 10 \lg \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$$

$$a_{LCL} \leq \pm 3 \text{ dB}$$

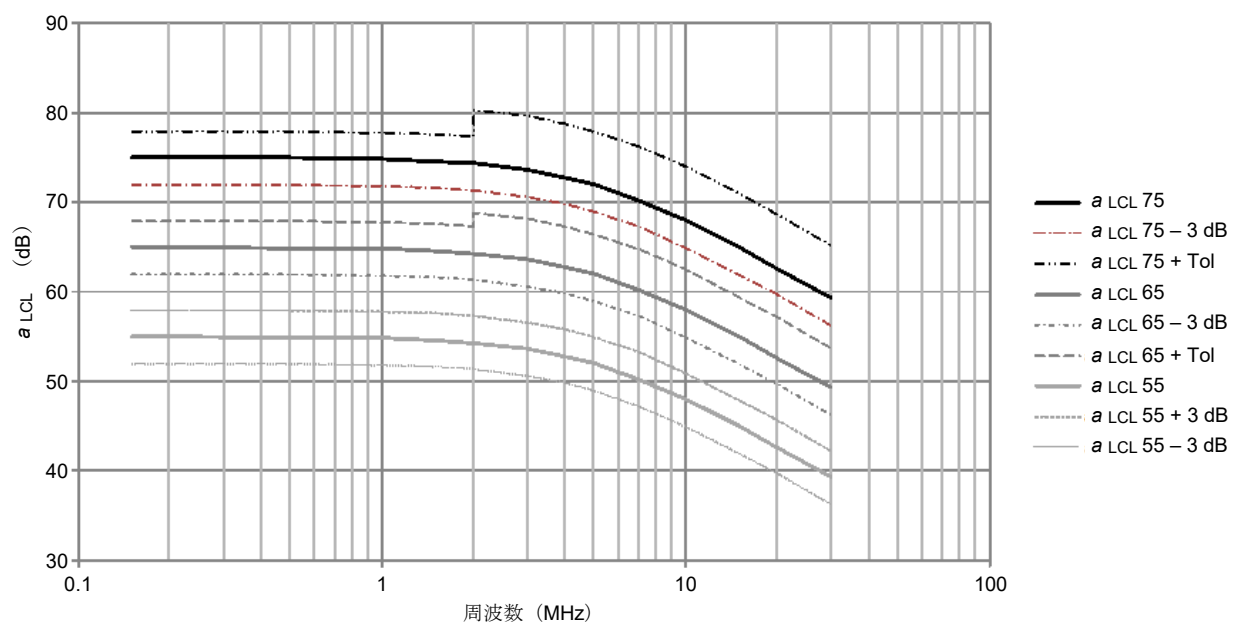
注) 上記、a の周波数特性は、代表的な環境に設置される典型的な非遮へい平衡対線の a_{LCL} の近似値である。
7.2 節 c) にある カテゴリー 3 ケーブルの仕様は、メタルケーブルを用いた通常の通信アクセス網の a_{LCL} の代表値とみなされる。

図 10 は、AAN の一般的な回路図と AAN に要求される a_{LCL} の代表的特性である。



注 3) ここに示されている概念図は、 Z_{cat} を外部で接続したものである。この図で示した方法のほかに、定められた LCL を実現するために不平衡のトランスを用いた方法や、 Z_{cat} の接地側を測定用受信機の接続ポート側に接続した方法などもある。

a) 平衡度の高い基本回路網と不平衡回路 Z_{CAT} (オプション) から成る AAN (又は Y 型回路網) とその端子の概念図



注 1) このグラフは、7.2 項の a)、b)、c)にある方程式を基に描かれている。55 dB、65 dB と 75 dB の代表値は太線で示し、許容偏差をその代表値の上下に示している。

注 2) “Tol” は、7.2 項の a)、b)、c)に規定される許容偏差である。

b) AAN (Y 型回路網) の a_{LCL} に関する要求特性

図 10 - AAN の基本回路と LCL に関する特性要求

CM 妨害波測定用 AAN の特性は、CM 妨害波電圧の周波数帯域及び希望信号の伝送周波数帯域内において必要な特性を満足すること。これらの特性を表 5 に示す。

表 5 - CM 妨害波電圧の測定のための AAN の特性

1)	CM 妨害波電圧に対する基本回路網の終端インピーダンス a) ・ 大きさ ・ 位相	150 Ω ± 20 Ω 0 度 ± 20 度
2)	回路網の EUT 接続端子における LCL ^{b)}	・ 0.15 MHz ~ 30 MHz : 7.2 節に示すケーブルカテゴリによって規定する ^{c)} 。
3)	AE (関連装置) 接続端子と、EUT 接続端子間の CM 信号の減結合減衰量	・ 0.15 MHz ~ 1.5 MHz : 対数表示の周波数に対して、 0.15 MHz で 35 dB、1.5 MHz で 55 dB の点を結ぶ直線の値を超えること。 ・ 1.5 MHz 超 : 55 dB を超えること。
4)	EUT 接続端子と、AE 接続端子間の DM 信号に対する挿入損失	3 dB 未満 ^{d)}
5)	EUT 接続端子と測定用受信機の接続端子間に挿入される CM 回路の電圧分割係数。この値は測定用受信機の指示値に加算され	公称値 9.5 dB ^{e)} ± 1 dB
6)	回路網の DM 負荷インピーダンス	システムの特性による。 例えば : 100 Ω 又は 600 Ω ; 関連する製品群規格によって規定する ^{f)} 。
7)	希望信号 (デジタル又はアナログ) の伝送帯域	DM 信号の挿入損失に対するシステムの特性による。 例えば : 2 MHz まで又は 100 MHz まで ; 関連する製品群規格によって規定する。
8)	周波数範囲 ^{g)} 1) エミッションに関して 2) イミュニティに関して	0.15 MHz から 30 MHz まで 参考文献 [5] 参照

- a) AAN の CM インピーダンスは、図 10a) の CM 回路 Z_{CAT} の付加によって一般に影響を受ける。この規格は基本回路網のインピーダンスの許容偏差を規定する。もし CM 回路の付加による基本回路網のインピーダンスの変化が 10Ω 未満、位相角の変化が 10 度未満であるならば、7.2 節 a)、b)、c) で規定した許容偏差は CM 回路を含めて適用する。もしそうでない場合、例えば CM 回路の付加によってインピーダンスが 10Ω 以上又は位相角が 10 度以上変化するならば、この許容偏差は AAN の製造業者に任せることが望ましく、製品規格はこの点を考慮してインピーダンスと位相角の許容偏差を規定しなければならない。
- b) 機器の適合性確認に用いる AAN の LCL 値については異なる考え方がある：信号線に利用妥当な LCL 値よりも高い LCL 値を使用する場合か、又は実際の通信線カテゴリーを模擬する LCL 値を使用する場合である。
- c) 一般に LCL の許容偏差の設定に当たっては、基本となる AAN の LCL 値、CM 回路インピーダンス Z_{cat} の定格値からの偏差、LCL 測定における不確かさの三つの要素を考慮する必要がある。製品規格で 7.2 節とは異なる許容偏差を規定する際は、実現可能な許容偏差が LCL の要求値と周波数範囲に応じて増大することを考慮するのがよい。
- d) 実際の要求条件は信号伝送システムの仕様に依存する。幾つかのシステムでは挿入損失を 6 dB まで許容している。AAN に起因する挿入損失は AAN の DM 回路全体に対する信号源及び負荷インピーダンスに依存する。AAN の製造業者は挿入損失の測定値をインピーダンス（例えば 100Ω ）と共に示すのがよい。さらに、製造業者が DM 回路の位相特性を示すことは有益である。
- e) AAN の電圧分割係数は図 E.6 に示す試験回路を用いて校正すること。
- f) 全周波数帯を網羅するには、複数の回路網を使用してもよい。

7.3 同軸ケーブルとその他の遮へいケーブル用擬似回路網 (AN) に関する性能要求

同軸ケーブル及びその他の遮へいケーブル用の AN は、通信又は高周波信号の伝送状態において、ケーブルの遮へい外被の CM 電圧測定（または、注入）に使用する。要求される特性を表 6 に示す。

表 6 - 同軸ケーブル及びその他の遮へいケーブル用 AN の特性

1)	CM 妨害波電圧に対する基本回路網の終端インピーダンス a) ・ 大きさ ・ 位相	$150 \Omega \pm 20 \Omega$ $0 \text{ 度} \pm 20 \text{ 度}$
2)	AE 接続端子と EUT 接続端子間の CM 信号の減結合減衰量 b)	$0.15 \text{ MHz} \sim 30 \text{ MHz} : 40 \text{ dB}$ を超えること。
3)	EUT 接続端子と AE 接続端子間の（通信又は高周波）希望信号に対する挿入損失と伝送帯域。これは特性インピーダンスに依存する。	システムの要求条件によって規定される c)
4)	EUT 接続端子と測定用受信機の接続端子間に挿入される CM 回路の電圧分割係数。この値は測定用受信機の指示値に加算する。	公称値 9.5 dB d)
5)	周波数範囲 1) エミッションに関して 2) イミュニティに関して	$0.15 \text{ MHz} \sim 30 \text{ MHz}$ 引用規格 (5) 参照
a)	AN の CM インピーダンスは、 150Ω の抵抗と、これに並列接続されたチョークコイルと大地間の容量及び同軸コネクタと大地間の容量とで決定される。（同軸コネクタは図 F.1 の EUT 側のもの）	
b)	AE 接続端子において同軸ケーブルの外被は AN の金属きょう（筐）体に直接接続されるため、AN 自体の減結合減衰量には影響しない。したがってエミッション（又はイミュニティ）の試験配置は、減結合減衰量の最小値を保証すること。	
c)	EUT 接続端子と AE 接続端子間の（通信又は高周波）信号に対する挿入損失及び伝送帯域並びに遮へい外被と内部導体間の特性インピーダンスは、本編では規定しない。これらはシステムの要求条件によって規定することが望ましい。	
d)	AN の電圧分割係数は図 F.2 に示す試験回路を用いて校正すること。	

8 擬似手及び直列 RC 素子

8.1 概要

EUT の金属部分に接続する接地端子を持たず、通常、手に持って使用する仕様になっている一部の製品については、擬似手を必要とする。導電処理を行ったプラスチックきょう（筐）体にも同様に擬似手を必要としてもよい。150 kHz から 30 MHz まで（最も問題になる周波数は、5 MHz から 30 MHz まで）の周波数範囲において、使用者の手の影響を模擬するために、伝導妨害波試験において擬似手を使用する。擬似手を用いて評価する装置には、電動工具、手持ちのミキサー、電話の送受信器、ジョイスティック、キーボード等の家庭用電気機器等がある。

8.2 擬似手及び RC 素子の構成

擬似手は、規定の寸法の金属箔（の帯）であり、次に示す方法によって、通常、使用者の手が触れる装置の部分に取り付けるか、その部分を包むものである。

この金属箔は、 $C = 220 \text{ pF} \pm 20 \%$ のキャパシタと $R = 510 \Omega \pm 10 \%$ の抵抗を直列接続した RC 素子を介して、規定の方法で妨害波測定システムの基準点に接続する（図 11a 参照）。

機器の取っ手又は機器本体の周りの使用者の手の影響を模擬するために、通常、幅 60 mm の金属箔が使用される。キーボードに使用する場合は、最大寸法 100 mm x 300 mm の金属箔又は金属板を、キーボードの上に置いてよい。図 11 及び図 12 に一例を示す。

RC 素子と金属箔間の導線は、長さ 1 m であること。試験に際して、より長い導線を使用することが必要な場合は、測定周波数 30 MHz 近辺で導線の全インダクタンスが 1.4 μH 未満であること。

接続用の導線束全体を自由空間におかれた一本の導線とみなし、伝導妨害波試験の上限周波数が 30 MHz であれば、この導線のインダクタンス L は 1.4 μH より小さくすること。これらの条件から、導線の長さが分かっているなら、導線束の最小直径 d (m) は次式から計算することができる。

$$L = \frac{\mu l}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{4l}{d} \right) - 1 \right] \text{ H} \quad (2)$$

ここで、

$$\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

l は導線の長さ、単位は m

d は導線の直径、単位は m

注) インダクタンスが 1.4 μH 未満であれば、30 MHz でも RC 素子のインピーダンスが支配的となる。

8.3 擬似手の使用

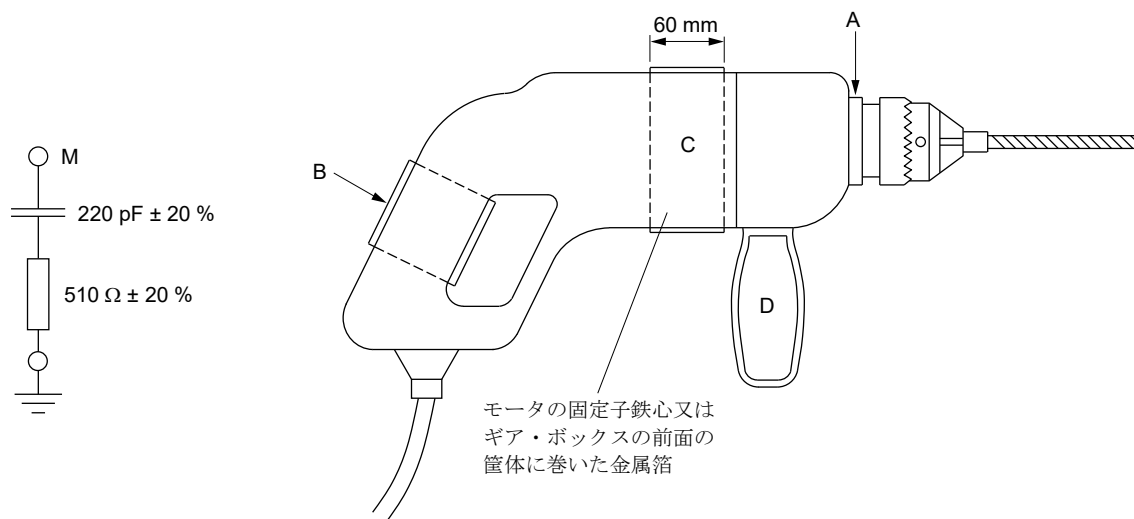
導線の長さが 1 m を超えなければ、一般に RC 素子と基準大地間の導線の最大長に関する要求事項を満足している。例えば、RC 素子をできる限り金属箔の近くに置くか、できる限り基準点の近くに置くかのどちらかにしてもよい。その適切な選択は、金属箔を付けた状態での妨害波源の内部コモンモードインピーダンス（一般に未知）と、接続用導線とその周囲によって形成される伝送線路の特性インピーダンスに主に依存する。妨害波測定の周波数範囲が 30 MHz までに限定されているならば、RC 素子の位置は重要な問題ではなく、（または、再現性の観点から）実際の RC 素子は AMN 又は LISN に内蔵される。

電源線伝導妨害波を測定する場合、基準点は AMN の基準大地点とする。また、伝導妨害波測定を信

号線又は制御線で行う場合は、基準点は **AN** の基準大地点とする。擬似手の使用に際しては、一般に、**RC** 素子の端子 **M** を、任意の回転しない露出金属部分及び機器付属の全ての固定及び着脱可能な取っ手を包む金属箔に接続すること。また、ペンキ又はラッカーで覆われた金属部分は露出金属部とみなし、**RC** 素子を直接接続すること。

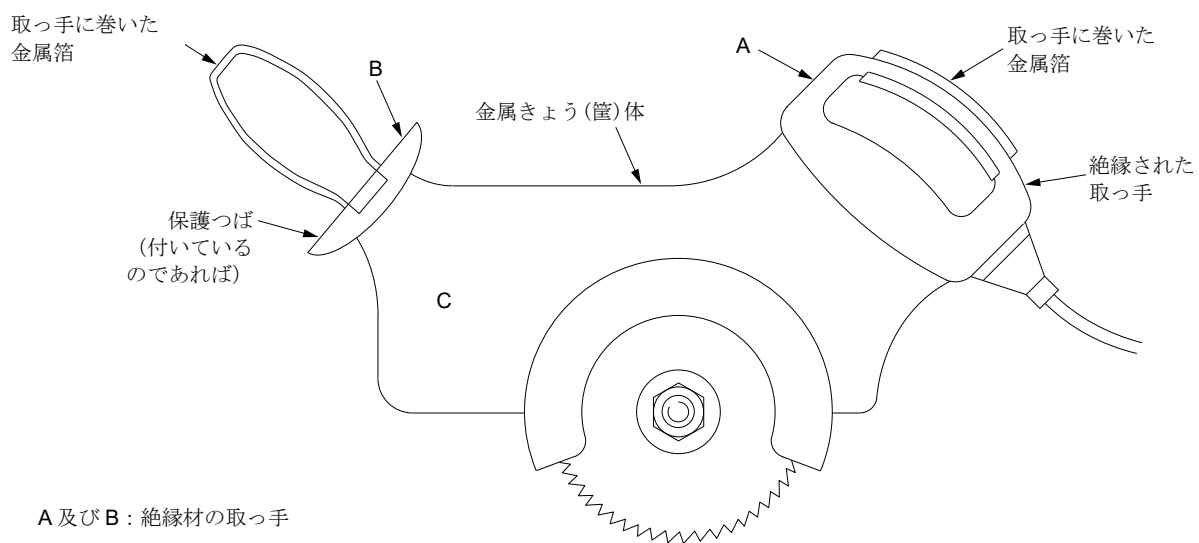
次の各項に、擬似手の詳細な使用法を示す。

- a) 機器のきょう（筐）体が全て金属であり、接地されている場合には、擬似手を必要としない。
- b) 機器のきょう（筐）体が絶縁材料である場合、取っ手 **B**（図 11b 及び図 11c）の周りを金属箔で包み、二番目の取っ手 **D** があれば、この周りも金属箔で包むこと。モータの固定子鉄心がある場所のきょう（筐）体 **C** の周り又はより高い妨害波レベルが観測されるのであれば、ギア・ボックスの周りを（図 11b 及び図 11c 参照）**60 mm** 幅の金属箔で包むこと。これらの金属箔全てを、また金属リング又はブッシング **A** があるなら、これも一緒に接続して、**RC** 素子の端子 **M** に接続すること。
- c) 機器のきょう（筐）体が部分的に金属及び絶縁材料でできており、かつ絶縁材料の取っ手がある場合は、取っ手 **B** 及び **D** の周りを金属箔で包むこと（図 11b）。もし、モータの位置のきょう（筐）体が非金属であれば、モータの固定子鉄心がある場所 **C** の周り又はもしギア・ボックスが絶縁材料で、より高い妨害波レベルが観測されるのであれば、この周りを **60 mm** 幅の金属箔で包むこと。きょう（筐）体の金属部 **A** 点、取っ手 **B** 及び **D** の周りの金属箔、きょう（筐）体 **C** の金属箔を一緒に接続して、**RC** 素子の端子 **M** に接続すること。
- d) クラス II 機器（つまり、二重絶縁、接地線なし）が、絶縁材料 **A** 及び **B** の二つ取っ手と金属きょう（筐）体 **C** を持つ場合、例えば、電気鋸のような場合（図 11c 参照）、金属箔で取っ手 **A** 及び **B** の周りを包むこと。**A** 及び **B** 並びに金属きょう（筐）体 **C** は一緒にして **RC** 素子の端子 **M** に接続すること。
- e) 電話の送受信器及びキーボードの例を図 12 に示す。送受信器の場合、**60 mm** 幅の箔を多少重ね合わせて送受信器の周りに巻くこと。キーボードの場合、箔又は銅箔板によってキーボードを可能な限り完全に覆うことが望ましい。銅箔板を使用する場合、金属面側をキーボードの上に置くこと。ただし、**300 mm x 100 mm** の寸法を超える必要はない。



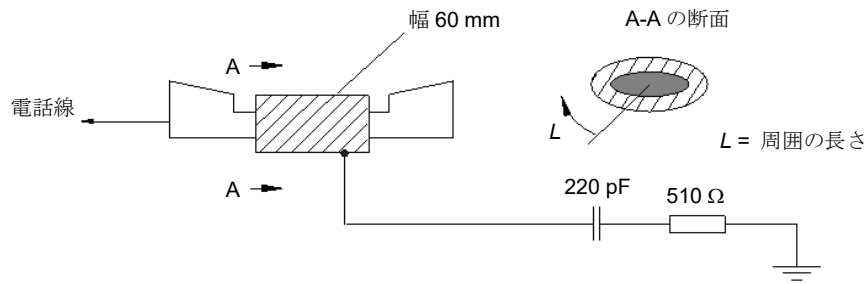
a) RC 素子

b) 携帯型電気ドリル

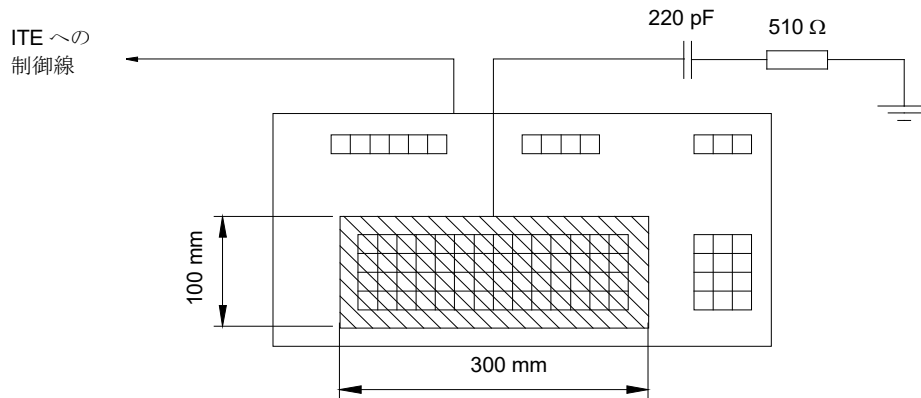


c) 携帯型電気鋸

図 11 - 擬似手の適用



a) 電話の送受信器に対する擬似手の適用



b) 代表的なキーボードへの擬似手の適用

擬似手には次の寸法の金属箱を含む。

a) 60 mm 幅で長さは L より大きい	操作中に手で持つ装置の複数の部分に対して。最大 4 か所。
b) 300 mm × 100 mm	キーボードに対して。ここで金属箱はキーの全体を覆う大きさ又はキーボードの寸法が金属箱より大きい場合は部分的に覆う大きさ。

図 12 - ITE に対する擬似手の適用例

9 周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までにおける妨害波電圧測定用 CDNE

9.1 測定装置

9.1.1 概要

測定方法は、引用規格 (2) の第 9 章に記載されている。

次の装置を使用して測定する。

- CDNE-X 及び、
- RGP

これらの装置の技術的要求条件を、9.2 節及び 9.3 節で規定する。

CDNE は、EUT からの CM 妨害波電圧を測定用受信機の入力端子に供給し、試験環境に存在する妨

害波又はそれらの影響を入力端子から分離する。EUT から伝搬する DM 妨害波は、EUT の電源ポート (CDNE-M2 及び CDNE-M3) に接続された 100 Ω の DM インピーダンス又は CDNE-Sx (付則 J を参照) の AE ポートに接続された DM 負荷のいずれかが負荷となる。CDNE は、意図的な DM 信号を送送する電源線での測定には使用できない。

RGP は、CM 妨害波電圧測定の基準である。

9.1.2 CDNE 測定の説明

9.1.2.1 適用範囲

CDNE は、1 本又は 2 本のケーブルが接続された電氣的に小型の EUT から、30 MHz から 300 MHz までの周波数範囲で伝導性妨害波を測定することを目的としている。さらに、CDNE を EUT と AE の間に配置して、AE からの CM 伝導妨害波を切り離し、インピーダンスを安定させることができる。

注) EUT は、引用規格 (2) の 9.1 節の条件を満たす場合、電氣的に小型の EUT と見なされる。

9.1.2.2 妨害波電圧の測定

CDNE を使用すると、EUT によって生成され、それに接続されたケーブル上の CM 妨害波電圧 V_{dis} を測定できる。この測定では、測定用受信機の読み取り値 V_{meas} と電圧分割係数 F_{CDNE} が考慮される。dB 単位の電圧分割係数 F_{CDNE} には、少なくとも 6 dB の内部減衰器の値 a_{meas} が含まれる。これは、CDNE と測定用受信機間の不整合によって生じる不確かさを低減するために使用される。

測定結果は次のように計算される。

$$V_{dis} = V_{meas} + F_{CDNE} \quad (3)$$

9.1.2.3 CDNE の終端インピーダンス

接続ポイントにおける EUT の内部インピーダンスは一般的に既知ではない。このため、測定結果の読み取り値と再現性の両方が CDNE 終端インピーダンスに大きく依存する。確立された試験法 (伝導妨害波試験法) に比べて最小の不確かさを得るために、CM 終端インピーダンスを 150 Ω に規定する。

EUT の電源ポート用の CDNE-M2 及び CDNE-M3 は、100 Ω の DM インピーダンスとする。これは、ほとんどの AC 電源線の DM インピーダンスを代表している。

9.1.2.4 CDNE の減結合減衰器

AE のインピーダンスが一定ではないこと及び AE からの妨害波は、測定結果に影響を与える可能性がある。この影響は、AE ポートと EUT ポートの間に CM 減衰器を使用することで減らすことができる。この CM 減衰量は通常、チョークコイル素子で実現される。

9.1.3 RGP の説明

RGP は、CM 妨害波電圧測定の基準となる。試験系は、人体と機器の安全のために保護接地に接続されている RGP 上に配置される。CDNE は、CM インピーダンスの仕様を確実に満たすように、この平面と直接接触 (良好な電氣的結合) に配置される。EUT は、RGP 上に定義された距離に配置される。

9.2 CDNE-X の技術要件

9.2.1 機械的及び電氣的パラメータ

CDNE は金属製のケースに入れる。CDNE の EUT ポートの中心は、RGP 上の $30 \text{ mm} \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix}$ mm にあること (図 13 参照)。この高さによって、接続されたケーブルの標準インピーダンスは 150 Ω になる。ガイダンスとして、CDNE の構成例を付則 J の図に示す。

周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までの電氣的パラメータとその仕様を表 7 に示す。

表 7 - CDNE-X の電氣的仕様

仕様項目	CDNE-M2 及び CDNE-M3 の値	CDNE-Sx の値
EUT ポートでの CM インピーダンス Z_{CM}	$150 \Omega \begin{smallmatrix} +10 \\ -20 \end{smallmatrix} \Omega$ 位相角: $0^\circ \pm 25^\circ$	$150 \Omega \begin{smallmatrix} +10 \\ -20 \end{smallmatrix} \Omega$ 位相角: $0^\circ \pm 25^\circ$
EUT ポートでの DM インピーダンス Z_{DM}	$100 \Omega \pm 20 \Omega$	未定義
LCL	$\geq 20 \text{ dB}$	未定義
a_{meas} を含む電圧分割係数 F_{CDNE} の許容偏差	$\pm 1.5 \text{ dB}$	$\pm 1.5 \text{ dB}$
減結合減衰量 a_{decoup}	$> 30 \text{ dB}$	$> 30 \text{ dB}$

一般に、CM 電圧のレベルは、意図しない DM 電圧のレベルよりも高くなる。したがって、DM 電圧が測定結果に影響を与えるのを防ぐには、20 dB の最小 LCL 値で十分である。

注 1) CDNE-M3 の EUT ポートの場合、最小の LCL 値は L と PE、又は N と PE に対して定義されていない。

注 2) 100 MHz を超える再現性のある LCL 測定は検討中である。

注 3) CDNE は、意図的なディファレンシャルモード信号を使用する電源ネットワーク上のアプリケーションには使用できない。必要なディファレンシャル信号を送信するには、ネットワーク品質を考慮に入れるために、特定の LCL、最小値、最大値が必要になる。

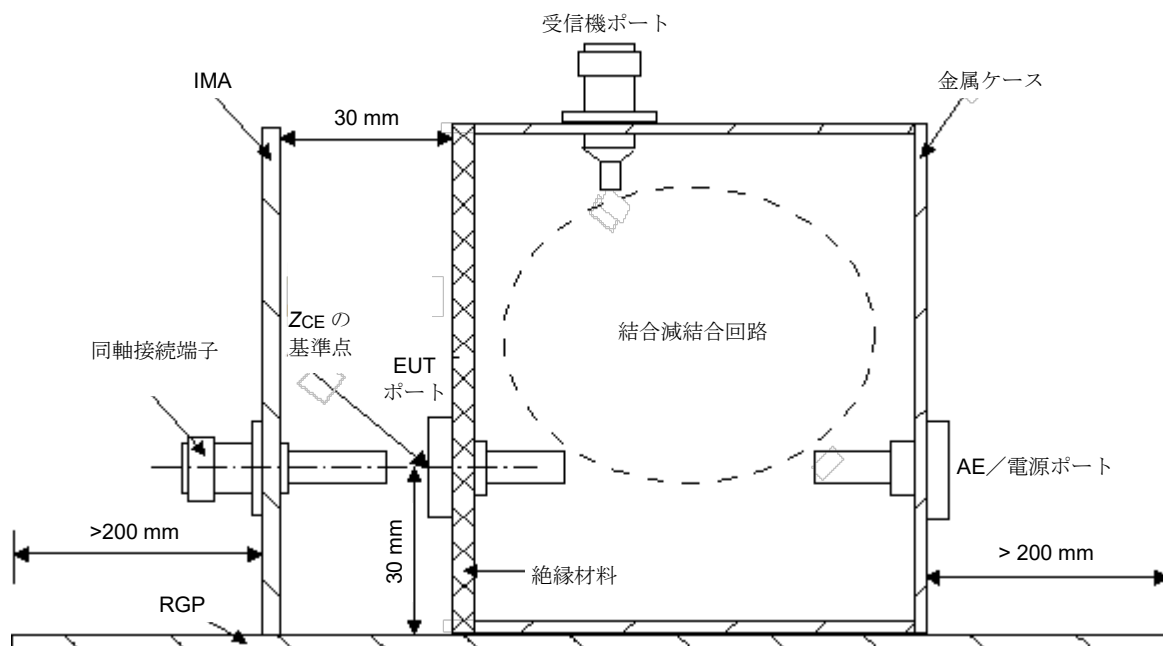
受信機ポートにおける減衰量 a_{meas} は、CDNE と測定用受信機間の不整合によって引き起こされる測定の不確かさを低減するために挿入される。この減衰器は、CDNE の内部コンポーネントであることが好ましい。外部減衰器を使用する場合は、CDNE 受信機ポートに直接取り付けること。そして、この減衰器は、校正及び測定中にも使用される必要がある。減衰量 a_{meas} は少なくとも 6 dB であることが望ましい。

9.2.2 CDNE の妥当性確認

9.2.2.1 一般要件

妥当性を確認するための測定では、CDNE を RGP に配置し、そのきょう（筐）体をこの RGP に確実に接続すること。

CM 電圧の全ての測定値は、この RGP が基準となっている。測定配置は、引用規格 (5) の第 10 章の図 7 に規定されており、EUT ポートの前面にある異なる基準点 Z_{CE} にとともに図 13 に示されている。



注) 「AE/電源線」には、制御線/通信線同様に AC 電源線、DC 給電線を含めることができる。

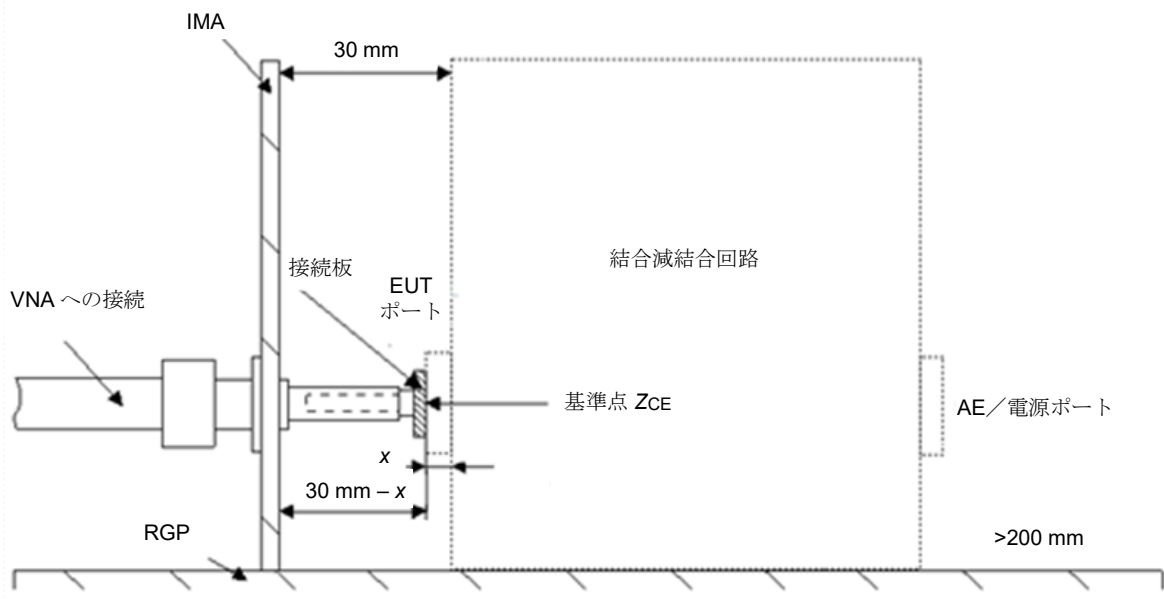
図 13 - CDNE 妥当性確認のための試験配置

9.2.2.2 基準点でのベクトルネットワークアナライザ (VNA) の校正

図 13 における基準点 Z_{CE} での CM インピーダンス測定では、次の校正手順を使用すること。

測定ケーブル (IMA と VNA の間) の影響は、開放/短絡及び整合の誤差補正法を使用して VNA を校正することによって取り除く。次に、事前に校正されたケーブルで IMA と VNA を接続する。CM インピーダンスと位相角の測定中には、IMA の反対側は、IMA と CDNE の間にあるアダプタ部品全てを含む接続板に接合すること (図 14 を参照)。CDNE のコネクタに挿入される全ての部品は除外される。この配置では、校正済みケーブルと CDNE の入力部の測定ポイントとの間の電氣的負荷の影響を考慮する。

この電氣的長さは、使用する測定機器に応じて自動又は手動で調整可能な遅延時間によって補正すること。



長さ x は、EUT ポートコネクタの設計に依存しており、可能な限り短くすること。安全バナナプラグの標準的な x 値は 3 mm である。この図は、結合減結合回路は省略し、接続板の配置についてだけ示している。

この配置には、EUT ポートのコネクタに挿入される部品ではない接続板が必要となる。一般に、接続板は、CM インピーダンスと位相角を測定するために、CM アダプタ (IMA と EUT ポートの全てのライン間をまとめた電気接続) として働くように調整が必要となる。

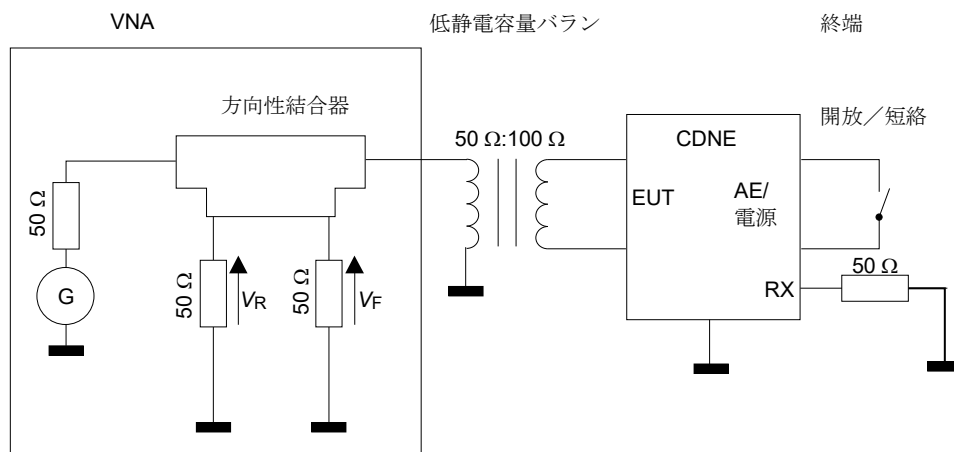
図 14 - 電氣的長さを補正するための IMA 配置

9.2.2.3 CM インピーダンス Z_{CM}

CDNE の EUT ポートにおける CM インピーダンス Z_{CM} は、図 E.2 に示す配置で測定すること。

9.2.2.4 DM インピーダンス Z_{DM}

CDNE-M2 及び CDNE-M3 の EUT ポートにおける DM インピーダンス Z_{DM} は、図 15 に従って測定すること。低静電容量のバランを使用した試験配置は、バランの平衡ポートを開放/短絡及び 100 Ω で整合した 50 Ω VNA を使用して校正すること。次に、CDNE をバランの平衡ポートに接続した後、反射係数 ρ を決定すること。



注) 「AE/電源線」には、AC 電源線、DC 給電線及び制御線/通信線を含めることができる。

図 15 - DM インピーダンス (Z_{DM}) を測定するための試験配置

DM インピーダンスは、式 (4)に従って計算するか、VNA で表示される。

$$Z_{DM} = Z_0 \frac{1+\rho}{1-\rho} = Z_0 \frac{1+(V_R/V_F)}{1-(V_R/V_F)} \quad (4)$$

ここで、 ρ は反射係数、 Z_0 は 100 Ω である。

9.2.2.5 電圧分割係数

CDNE の電圧分割係数 F_{CDNE} は、図 E.6 に従って測定される。

注 1) この測定では、 F_{CDNE} は図 E.6 で使用されている a_{vdiv} という用語と同じである。

注 2) 150 Ω の信号源インピーダンスは、通常、信号源インピーダンスと直列に追加した 100 Ω のインピーダンスで構成される。周波数範囲では、この追加した 100 Ω は、CDNE 入力端電圧の仕様に使用されている S パラメータによって表される。

9.2.2.6 減結合減衰量

CDNE の減結合減衰量 a_{decoup} は、図 E.4 に示す試験系を使用して測定される。2 本以上の信号線を備えた CDNE の場合、全ての信号線ポートは EUT ポートと AE ポートの間で測定すること。

注) この測定では、 F_{CDNE} は図 E.6 で使用されている a_{vdiv} という用語と同じである。

9.2.2.7 LCL

CDNE の LCL は、付則 E に従って測定される。

9.3 RGP の技術要求条件

金属製 RGP の唯一の要求条件は、大きさと置かれた環境での配置である。RGP は、CDNE と EUT を含む試験系によって決定された領域よりも、両端で少なくとも 0.2 m 大きいこと。RGP の表面は、CDNE の良好な電氣的結合を可能にするように塗装や酸化物被膜がされていないこと。

付則 A (規定)

EUT の電源ポート又は負荷ポートで使用するための AMN 及び その他の AN の特性並びにその測定、回路構成及び最新の実装例

A.1 概要

この付則は、9 kHz から 100 MHz までの周波数帯の無線妨害波電圧の測定に用いられる 500 A までの通電容量をもつ AMN に関する情報とデータを示したものである。この付則は第 4 章の規定を補足するものである。これには、電源線の各導体と基準大地間の電圧測定用の V 型回路網及び電源線の導体間 (DM) 電圧と電源線導体の電気的中間点と基準大地間 (CM) 電圧測定用の Δ 型回路網が含まれる。

AMN はまず、動作周波数範囲全域で規定のインピーダンスを示すこと。また、電源側の不要信号を十分遮断すること (一般に不要信号は、測定用受信機において測定レベルの 10 dB 以下にするのがよい)。また、電源電圧が測定用受信機に印加されることを防止すること。回路網は、電源の各導体 (単相式の 2 導線及び三相式の 4 導線) についてこれらの条件を満たし、電源線の被測定導線を測定用受信機に接続し、かつ、他の電源線導体を終端するためのスイッチを設けるのがよい。この付則に示す回路網は上記の機能を有している。ただし、単相 2 線式電源用回路を示す。三相 4 線式への拡張は容易に行うことができる。

A.2 50 Ω / 50 μ H + 5 Ω V-AMN の例

表 A.1 に示した部品で構成された回路網の例を図 5 に示す。パラメータ L_1 、 C_1 、 R_1 、 R_4 及び R_5 によってインピーダンスを決定し、 L_2 、 C_2 及び R_2 は電源の不要信号と電源インピーダンス変動を排除し、 C_3 は測定用受信機を電源電圧から分離する。これは 100 A までの電流で使えるように構成してもよい。

表 A.1 - 50 Ω / 50 μ H + 5 Ω V-AMN の構成部品の値

構成部品	値
R_1	5 Ω
R_2	10 Ω
R_3	1000 Ω
R_4	50 Ω
R_5	50 Ω (測定用受信機の入力インピーダンス)
C_1	8 μ F
C_2	4 μ F
C_3	0.25 μ F
L_1	50 μ H
L_2	250 μ H

9 kHz から 150 kHz までの最も低い周波数帯では、 C_3 の容量 0.25 μ F は無視できないインピーダンスとなる。他に指定されていない限り、このインピーダンスに対する補正が必要となる。

C_1 と C_2 はキャパシタンスが大きいため、安全性の面から、回路網のケースを基準接地導体に確実に接合するか、電源に絶縁トランスを用いのがよい。

インダクタンス L_2 は、9 kHz から 150 kHz までの周波数帯において 10 以上の Q 値をもつのがよい。

実用的には、活線及び中性線に直列反方向結合したインダクタを用いるのが有効である（コモンコアのチョーク）。

A.7 節にインダクタ L_1 の適切な構成を示している。25 A を超える電流を用いる機器については、 L_2 は作りにくい。この場合には、分離に用いる L_2 、 C_2 及び R_2 は削除できる。その影響は、150 kHz より低い周波数では 4.3 節に定める許容偏差をはずれ、電源ノイズの分離は十分ではないかもしれない。

この回路は、4.4 節の 50 Ω / 50 μH V-AMN に関する要求事項も満たすことができる。

A.3 50 Ω / 50 μH V-AMN の例

表 A.2 の構成部品でできた回路網を図 6 に示す。 L_1 、 C_1 、 R_2 及び R_4 がインピーダンスを決定する。前述の例と異なり、インピーダンスに関する規定に適合しているため、分離する部分がない（A.2 節参照）。しかしながら、周囲の電源ノイズが大きい場合には、不要信号除去のためのフィルタが必要となる。この回路網は 100 A までの電流で使えるように構成してもよい。

表 A.2 – 50 Ω / 50 μH V-AMN の構成部品の値

構成部品	値
R_1	1000 Ω
R_2	50 Ω
R_3	0 Ω
R_4	50 Ω (測定用受信機の入力インピーダンス)
R_5	0 Ω
C_1	1 μF
C_2	0.1 μF
L_1	50 μH

C_1 はキャパシタンスが大きいので、安全性の面から、回路網のケースを確実に基準接地導体に接合するか、電源側に絶縁トランスを用いること。

A.7 節に L_1 の適切な構成について述べている。

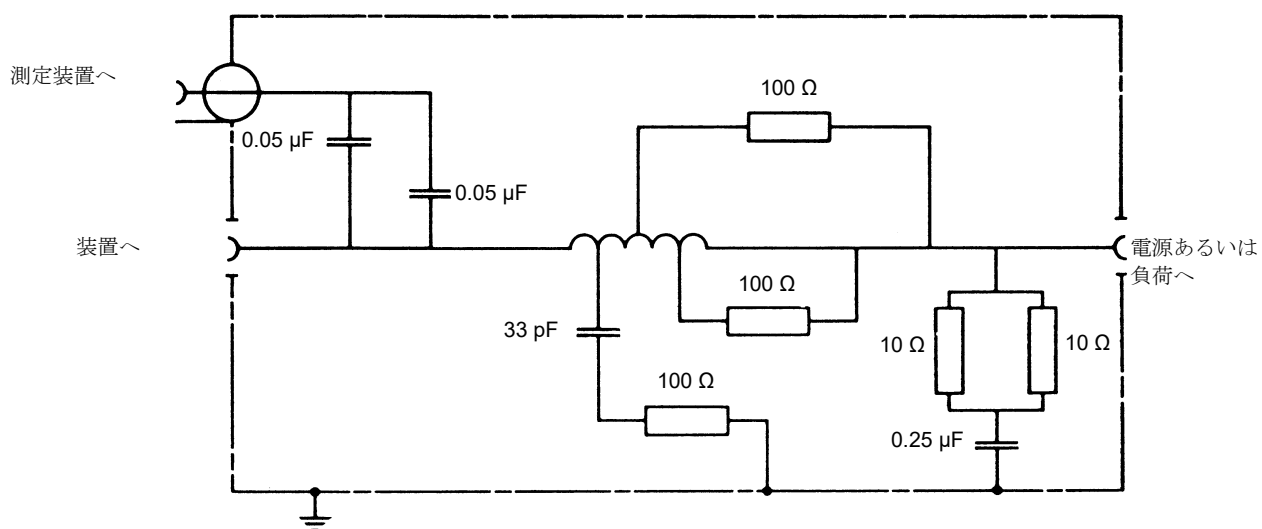
A.4 50 Ω / 5 μH + 1 Ω V-AMN の例

表 A.3 の構成部品を用いた図 6 の回路は、150 kHz から 30 MHz までの帯域で 400 A までの電流で使用するのに適している。

表 A.3 – $50 \Omega / 5 \mu\text{H} + 1 \Omega$ V-AMN の構成部品の値

構成部品	値
R_1	1000Ω
R_2	50Ω
R_3	0Ω
R_4	50Ω (測定用受信機の入力インピーダンス)
R_5	1Ω
C_1	$2 \mu\text{F}$ (最小値)
C_2	$0.1 \mu\text{F}$
L_1	$5 \mu\text{H}$

図 A.1 に代替の構成部品の値による回路を示す。これは 150 kHz から 100 MHz までの帯域で 500 A までの電流で使用するのに適している。



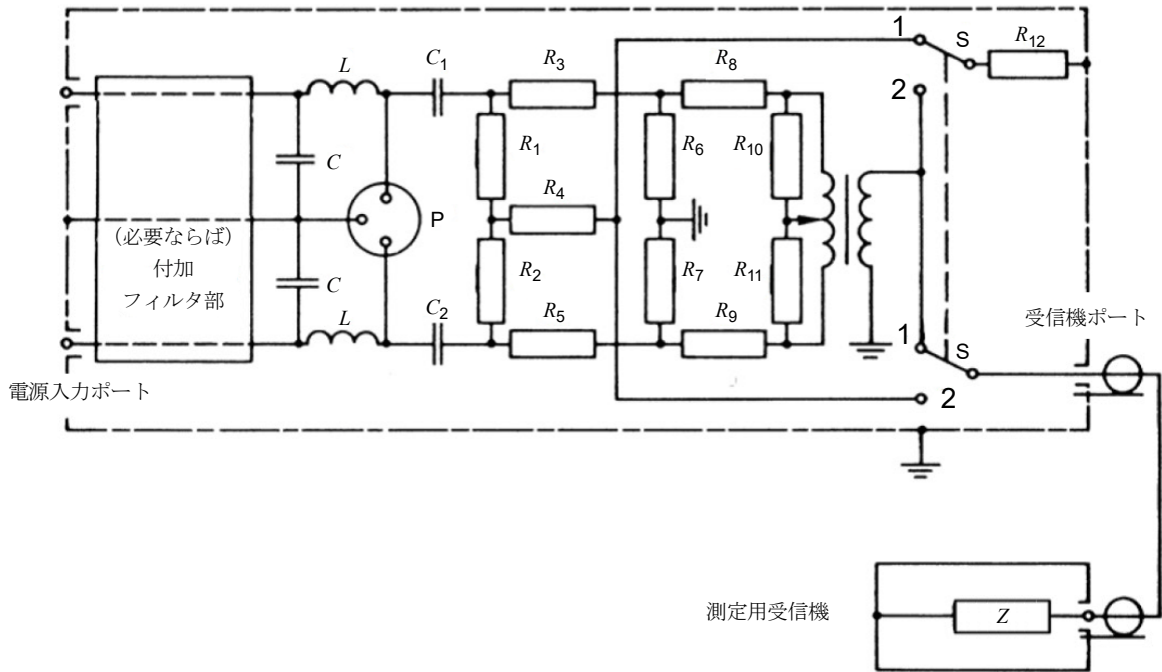
コイルの詳細 : $5 \mu\text{H}$ 、18 ターン、直径 50 mm の巻芯に 6 mm 径の巻線 3、5、9 及び 13.5 ターンの場所にタップ

図 A.1 - 低インピーダンス電源を使用する装置のための $50 \Omega / 5 \mu\text{H} + 1 \Omega$ 代替 V-AMN の例

A.5 (削除) 150Ω V 型擬似電源回路網の例

A.6 150Ω Δ -AN の例

図 A.2 に適切な Δ -AN を示す。構成部品の値を表 A.5 に示す。



凡例：

- P AN の EUT ポート
- 1 DM 電圧成分を測定するためのスイッチ位置
- 2 CM 電圧成分を測定するためのスイッチ位置
- S 二極双投式スイッチ
- Z 測定用受信機の入力インピーダンス

図 A.2 - DM 及び CM 妨害波電圧測定用の低電流用 150 Ω Δ-AN の例

表 A.5 - 図 A.2 の 150 Ω Δ-AN の構成部品

構成部品	値
R_1, R_2	118.7 (120) Ω
R_3, R_5	152.9 (150) Ω
R_4	390.7 (390) Ω
R_6, R_7	275.7 (270) Ω
R_8, R_9	22.8 (22) Ω
R_{10}, R_{11}	107.8 (110) Ω
R_{12}	50 Ω
C_1, C_2	0.1 μF
L, C	規定インピーダンスとなるような適切な値
注 1) DM/CM トランスの巻数比は、中央タップ付で 1:2.5 と仮定する。	
注 2) カッコ内の抵抗値は、推奨近似値（許容偏差 ± 5 %）。	

計算結果から次の回路特性が得られる。カッコ内の値はカッコ内の抵抗値の場合である。

AE ポートから EUT ポートまでの挿入損失：	平衡	20 (20) dB
	不平衡	20 (19.9) dB
EUT ポートでの終端インピーダンス：	平衡	150 (150) Ω
	不平衡	150 (148) Ω

150 Ω Δ-AN の別の例を図 A.7 に示す。このような Δ-AN は、最大定格入力電流 100 ADC、定格電圧 1500 V DC で市販されている。

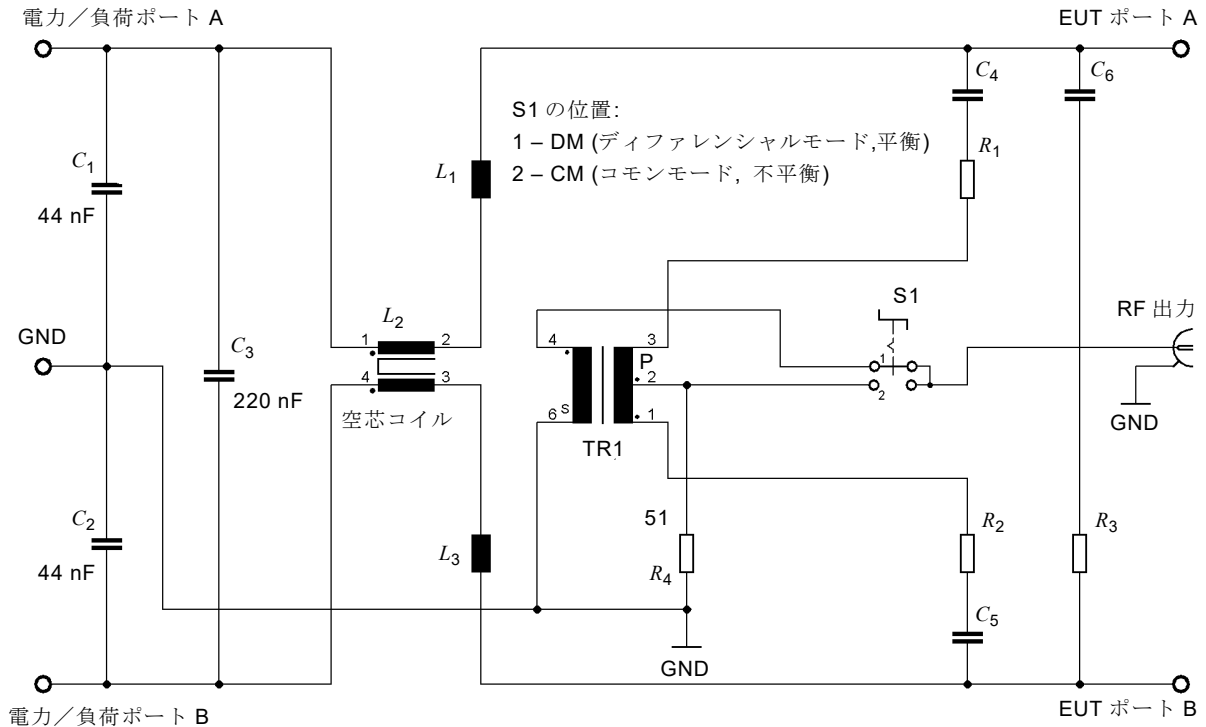
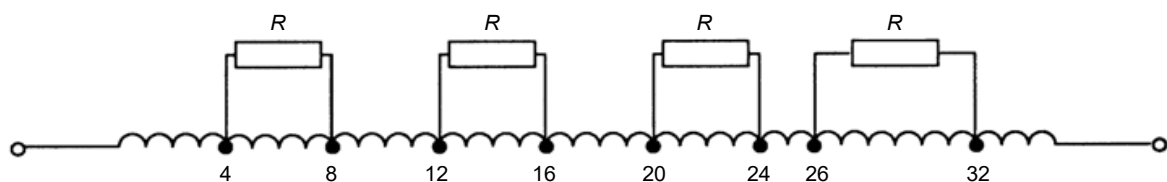


図 A.7 - CM 及び DM 妨害波電圧測定用の高電流用 150 Ω Δ-AN の例

A.7 50 μH のインダクタを用いた AMN の設計例

A.7.1 インダクタ

図 A.3 のインダクタのソレノイドコイルは、絶縁体製の巻芯に直径 6 mm の導線を 8 mm ピッチで 35 ターンの一層巻きしたものである。このインダクタンスは、金属ケースの外では 50 μH より大きく、金属ケースの内では 50 μH である。



注) 抵抗分 R ($430 \Omega \pm 10\%$) は、巻数が 4 と 8、12 と 16、20 と 24、26 と 32 のタップ間に接続されている。インダクタンスは $50 \mu\text{H} \pm 10\%$ である。

図 A.3 - 50 μH インダクタの概要

インダクタの直径は 130 mm である。巻線の電気力学的安定性を改善するため、巻芯に 3 mm の深い螺旋状の溝を刻み、その溝に巻線を収めるようにする。

巻線を分割することによってインダクタの高周波特性を改善できる。4 回巻ごとに分割し、一つ置き

ごとにこれを $430\ \Omega$ の抵抗でシャントする。これらは、インダクタの内部共振を防止するもので、そうしないと入力インピーダンスがある周波数で規定値からはずれてしまうことがある。

A.7.2 インダクタのきょう（筐）体

インダクタやその他の回路網の部品は、金属製のふたで囲まれた金属製の箱に収められなければならない。底と横のふたは穴をミシン目のようにあけて放熱特性を良くしておく。寸法は、 $360\ \text{mm} \times 300\ \text{mm} \times 180\ \text{mm}$ とする。図 A.4 に概略図を示す。

回路網の負荷側端子は、できるだけきょう（筐）体の隅に配置した方がよい。そうすれば、二つ以上の回路網のこれらの端子と、EUT の付属ソケットを短い導線で接続してもよい。

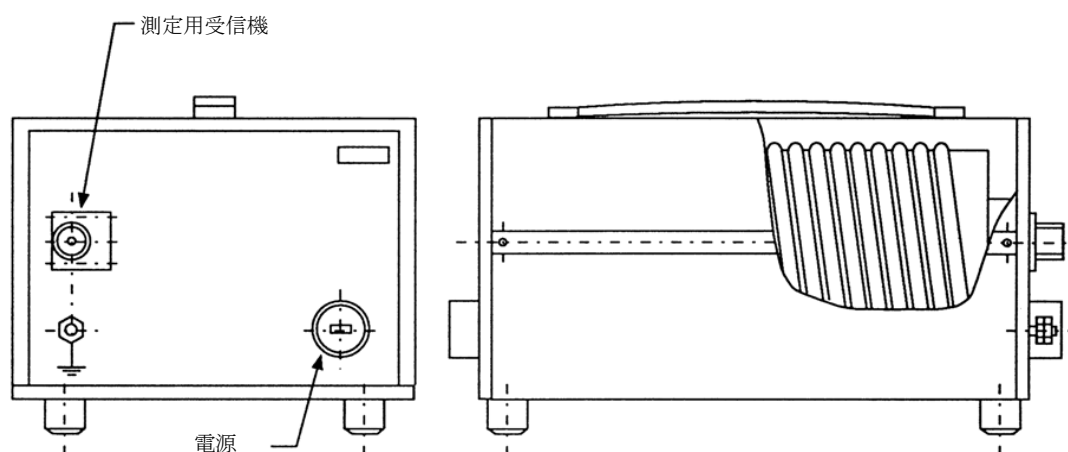
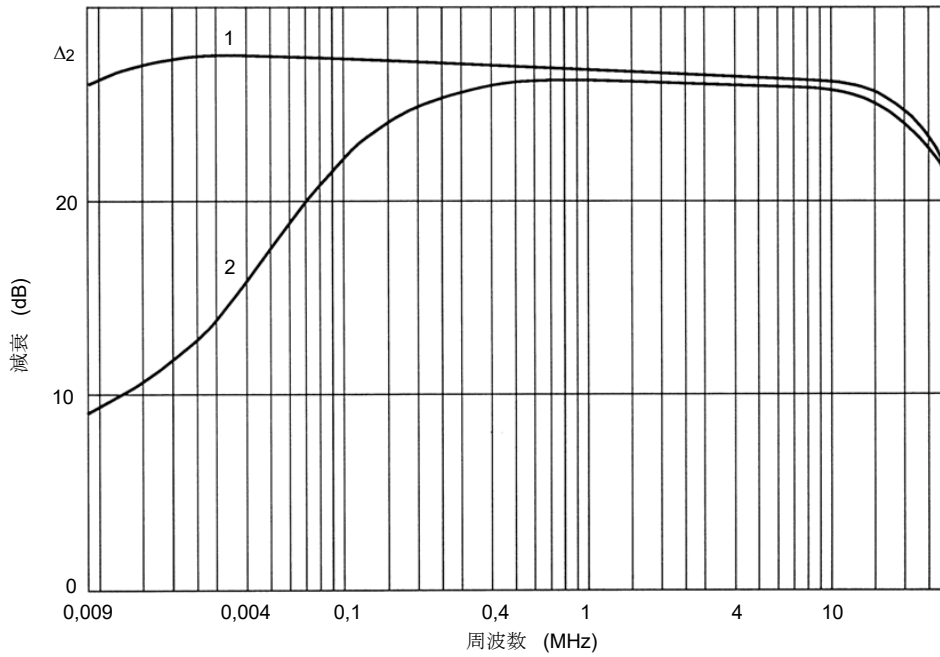


図 A.4 - AMN の概観

A.7.3 インダクタの分離

図 5 の回路で、分離部分 L_2 、 C_2 及び R_2 のない状態でインダクタを用いたときの電源線上の信号の減衰を図 A.5 に示す。減衰は、電源供給端子と測定用受信機端子間の値で決まる。曲線 1 の場合には、電源端子における信号発生器の内部インピーダンスは $50\ \Omega$ の抵抗である。曲線 2 の場合は、発生器の内部インピーダンスは、図 A.5 に示すように AMN の入力インピーダンスの大きさによって変化する。



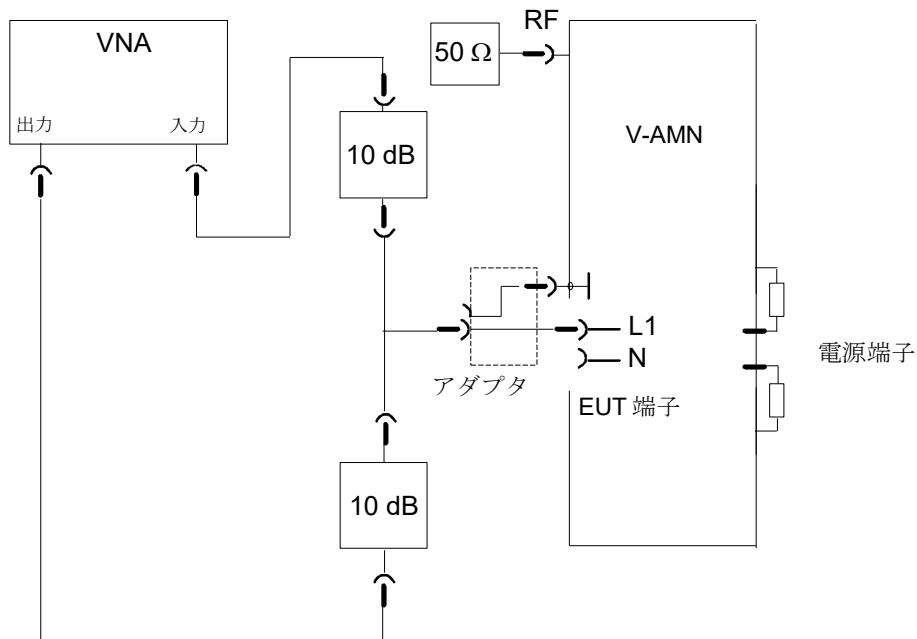
凡例：

- 1 $Z_{gen} = R_{gen} = 50 \Omega$
- 2 $Z_{gen} = |Z_{in AMN}|$

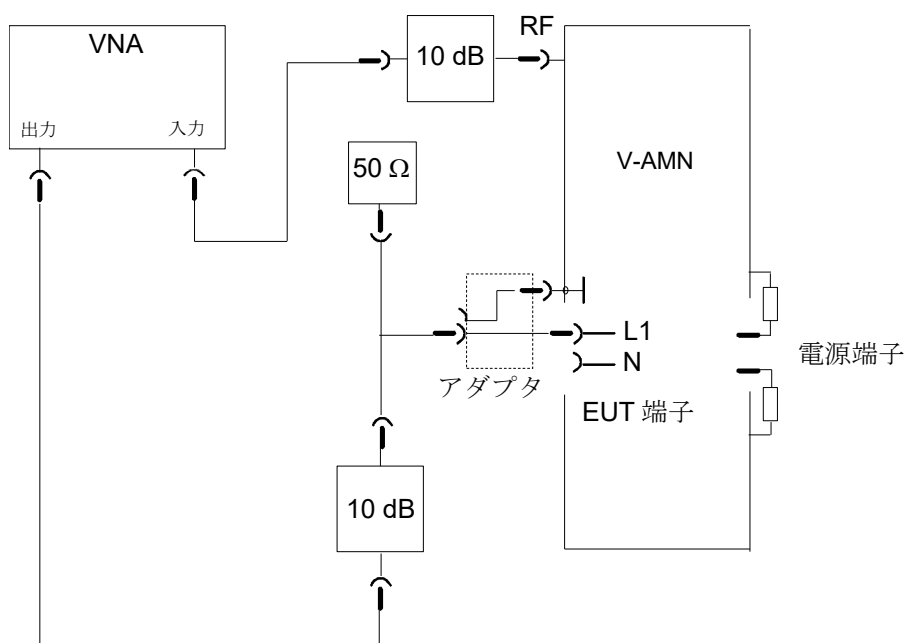
図 A.5 - AMN フィルタの減衰

A.8 V-AMN の電圧分割係数の測定

電圧分割係数は、それぞれの AMN の試験構成に対して、図 A.6 の a) 及び b) の試験配列を用いて決定することが望ましい。測定は、VNA を用いて又は信号発生器と測定用受信機又は高インピーダンス（低キャパシタンス）プローブを持った高周波電圧計を用いて、それぞれの内部接続の各ライン（例えば、手動又はリモート切換え構成）で測定すること。高周波端子に接続されていない全ての EUT 端子は 50Ω で終端すること。



a) VNA の正規化のための試験配置



b) VNA を用いた電圧分割係数測定のための試験配置

図 A.6 - 電圧分割係数決定のための試験配置

EUT 端子における入力インピーダンスは周波数に依存するため、VNA は EUT 端子における測定電圧レベルで正規化する必要がある。

信号発生器と高インピーダンスプローブを持った高周波電圧計を用いる場合には、EUT 端子には 50 Ω 固定減衰器を経由して供給し、EUT 端子と高周波端子の測定によって電圧分割係数を決定する間、高周波端子は 50 Ω 負荷で終端する。

校正においては EUT 端子で使用されるアダプタの構造が非常に重要である。したがって、アダプタを接続する際には、T コネクタを EUT 端子とアース端子にできるだけ近く配置し、低インピーダンスにすることが望ましい。正確な測定のために、AMN 側に 10 dB の固定減衰器を使用して正確な 50 Ω の信号源と負荷インピーダンスを実現する。

さらに、電源端子の各ラインをきょう（筐）体に対して 50 Ω で終端するのがよい。

付則 B (情報)

電流プローブの構成、周波数帯域及び校正

注) 付則 B は第 5 章の条項を補うものである。

B.1 電流プローブの物理的及び電氣的考察

電流プローブの物理的寸法は、被測定ケーブルの最大寸法、ケーブルを流れる最大電流及び測定周波数範囲によって決まる。

通常、電流プローブは円環状で、被測定導体をその中央開口部に貫通させて用いる。現在の要求事項や製造業者の仕様では、中央開口部の大きさは直径 2 mm から 30 mm まで様々である。2 次巻線は、プローブのクランプ機能が容易なように円環に取り付けられている。円環状コアと巻線は、静電的結合を防ぐために遮へい材で包まれている。遮へい材には間隙を設け、変成器を短絡しないようにする。

妨害波測定用の一般的な電流プローブは、7 回から 8 回巻きまでの 2 次巻線を用いている。この巻数は、周波数特性が一定である範囲を最大にでき、挿入インピーダンスが 1 Ω 以下とするために最適である。100 kHz より低い周波数帯域では、ラミネートシリコンスチールのコアが用いられる。フェライトコアは 100 kHz から 400 MHz までに、空気コアは 200 MHz から 1000 MHz までに、平衡コイル—50 Ω CM 出力用の変成器と共に用いられる。図 B.1 に一般的な電流プローブの構成を示す。

電流プローブは、一般に妨害波測定の検出器として用いられる。したがって、それは妨害波電流を電圧に変換し、計器で測定できるように設計される。電流プローブの感度は、便宜上、伝達インピーダンスで表現するのが望ましい。伝達インピーダンスは、1 次電流に対する 2 次電圧（一般に 50 Ω 抵抗負荷の両端に関する）の比で定義される。伝達アドミッタンスを用いる場合もある。

電流プローブと妨害波測定用受信機をあわせた全体の感度は、受信機の感度に依存する。導体を流れる測定可能な最小の妨害波電流は、電流プローブの伝達インピーダンス (Ω) に対する受信機の感度 (V) の比となる。例えば、感度 1 μV の受信機と伝達インピーダンス 10 Ω の電流プローブを使用した場合には、測定可能な最小妨害波電流は、0.1 μA となる。一方、10 μV 受信機と伝達インピーダンス 1 Ω の電流プローブでは、測定可能な最小妨害波電流は 10 μA となる。最大測定感度を得るために、受信機の感度が限界の場合は、伝達インピーダンスはできるだけ高くすることが望ましい。

伝達インピーダンス Z_T は、1 Ω に対するデシベル (dB) で表されることが多い。1 μV や 1 μA を dB 表示するのがより一般的な妨害波の単位においては、この表現は便利である (1 Ω に対する dB 表示 Z_T は、 $20 \log Z_T$ で得られる)。

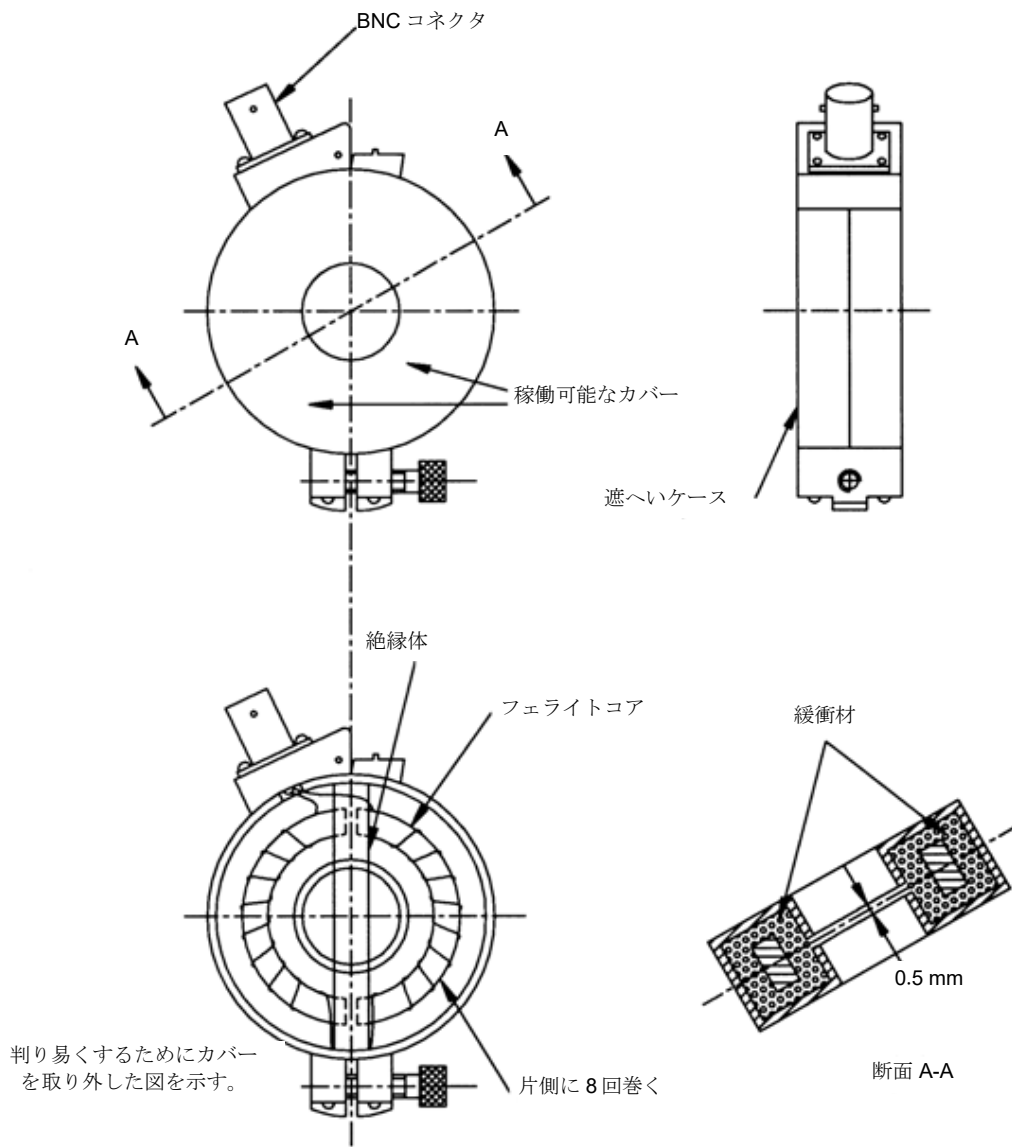


図 B.1 - 電流プローブの代表的な構造

B.2 電流プローブの電氣的等価回路

電流プローブは、一般的な変成器理論によって正確な等価回路で表現することが望ましい。等価回路については、標準的な参考書が数多く出されているので、ここでは繰り返さない。参考文献 [10] を参照のこと。正確な等価回路と導かれる数式をかなり単純化すれば、次の伝達インピーダンスの式が導かれる。

$$\text{高周波の場合} \quad Z_T = \frac{\omega M}{\left[(\omega L/R_L)^2 + (\omega^2 LC - 1)^2 \right]^{1/2}} \quad (\text{B.1})$$

$$\text{中間の周波の場合} \quad Z_T = MR_L \quad (\omega^2 LC = 1 \text{ の時}) \quad (\text{B.2})$$

$$\text{低周波の場合} \quad Z_T = \frac{\omega M}{\left[(\omega L/R_L)^2 + 1 \right]^{1/2}} \quad (\text{B.3})$$

ここで、

- Z_T 伝達インピーダンス
- M 1次巻線と2次巻線の相互インダクタンス
- L 2次巻線の自己インダクタンス
- R_L 2次側の負荷インピーダンス (通常 50 Ω)
- C 2次側の浮遊容量
- ω 角速度 (ラジアン/秒)

式 (B.1) ~ 式 (B.3) から次の結論が得られる。

- a) 負荷のインピーダンスが一定の場合、中間の周波での伝達インピーダンスの最大値は、相互インダクタンスと2次側の自己インダクタンスの比に比例する。 $(R_L$ が一定)
- b) 高周波電力半値点は、2次側浮遊容量のリアクタンスが負荷抵抗と等しくなったとき発生する。

B.3 電流プローブ測定の影響

電流プローブは、本質的にトロイダル状の変成器であるため、2次側インピーダンスが1次側に影響を与える。8回巻きの2次巻線と50 Ωの負荷の場合、一般的に挿入インピーダンスは約1 Ωとなる。測定回路の信号源側と負荷側のインピーダンスの和が1 Ωより大きい限り、電流プローブを使用しても1次電流は大きく変化しない。しかし、回路の信号源側と負荷側のインピーダンスの和が挿入インピーダンスより小さい場合には、電流プローブを使用することによって1次電流は相当変化する可能性がある。

電流プローブの応用として、直流 300 A 又は交流 100 A までの1次側電源線の妨害波電流の測定が可能である。また電流プローブは、強力な外部磁界を発生する装置の近傍でも使用できる。ただし、電流プローブの伝達インピーダンスは、これらの電源線電流や磁束密度の影響を受けてはならない。したがって、磁気回路は飽和しないように設計しなければならない。交流電源電流の周波数帯域は20 Hz から15 kHz までであるため、これらの周波数の電流プローブ出力が、使用する受信機の入力回路に損傷を与える可能性がある。可能な対策として、商用周波除去フィルタを電流プローブと受信機の間に入力する方法がある。図 B.2 に遮断周波数が9 kHz のハイパスフィルタを示す。

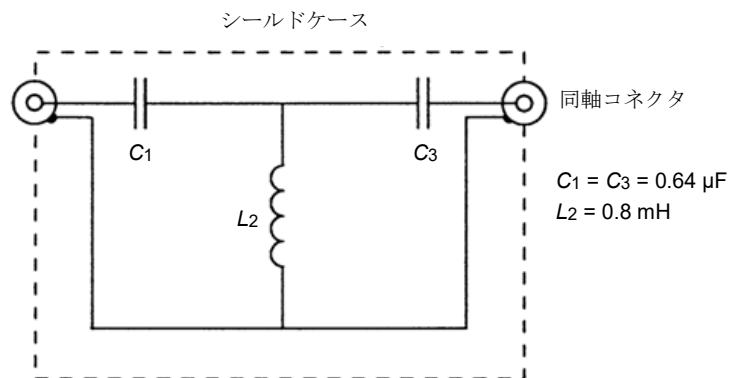
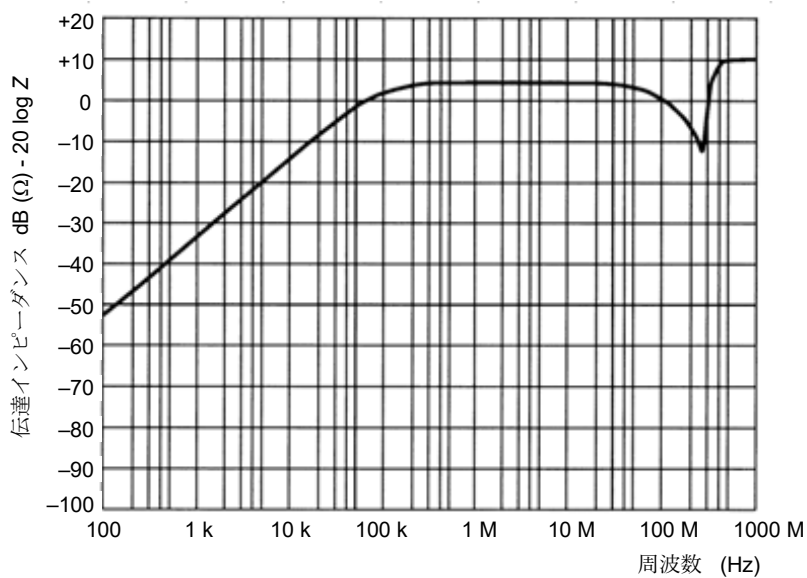


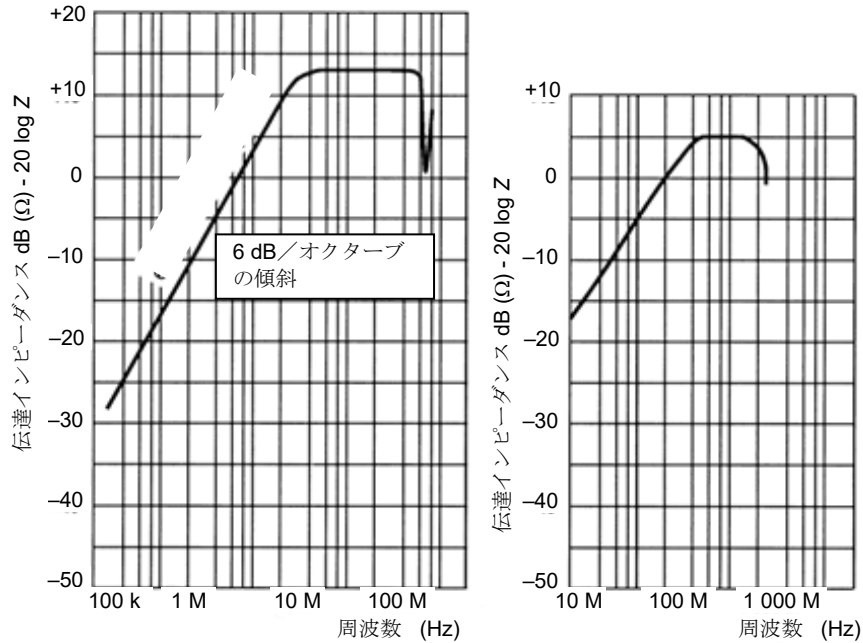
図 B.2 - 遮断周波数 9 kHz のハイパスフィルタ

B.4 電流プローブの代表的な周波数応答特性

図 B.3 に a) 100 kHz から 100 MHz まで、b) 30 MHz から 300 MHz まで、c) 200 MHz から 1000 MHz までで平坦な通過帯域を持つ各電流プローブの代表的な周波数応答特性を示す。



a) 100 kHz から 100 MHz までの電流プローブの周波数応答特性



b) 30 MHz から 300 MHz までの
電流プローブの周波数応答特性

c) 200 MHz から 1000 MHz までの
電流プローブの周波数応答特性

図 B.3 - 代表的な電流プローブの周波数応答特性

B.5 電流プローブに用いる遮へい構造

B.5.1 概要

導電性（銅、真鍮等）の遮へいを備えた電流プローブは、CM 及び DM のどちらの妨害波電流の測定にも使用してもよい。この方法は、100 kHz から 20 MHz までで用いる。この方法は、本質的には、ハイパスフィルタと組合せた無線周波（RF）電流プローブである。ハイパスフィルタは、電流プローブの出力側の商用周波電流をよりいっそう低減するために用いる。試験方法については、引用規格 (2) で述べている。

B.5.2 理論的モデル

AMN を用いた電流測定ブロック図を図 B.4 a) に示す。妨害波電流の成分は次による。

- I_1 電源の活線（L 線）の電流
- I_2 電源の中性線（N 線）の電流
- I_C CM 電流
- I_D DM 電流

注 1) I_1 と I_2 の間の位相角はゼロと仮定する。これは周波数 30 MHz 以下で導線が 1 m 以下の場合である。

注 2) L 線と N 線が基準大地面に対して電氣的に不平衡となる場合もあるが、ここでは L 線と N 線が基準大地面に対して完全平衡状態の場合を代表している。そのため、L 線側を流れる CM 電流と N 線側を流れる CM 電流は $I_C/2$ で等しくなっている。すなわち、図 B.4 a) の測定系によって AMN で測定される妨害波電圧は、EUT 内部の CM 電圧源によって発生する妨害波（LCM : launched common mode）の電圧である。（完全平衡状態なので、EUT 内部の CM 電圧源による電流 I_C が L 線側と N 線側に等しく 1/2 ずつ分流して流れる。また、L 線と N 線の不平衡度によって I_D から変換された妨害波成分（CCM : converted common mode）は含まれない。）

注 3) 図 B.4 a)のように L 線と N 線が基準大地面に対して完全平衡状態の場合、L 線-N 線間の DM 電圧は、AMN で測定される電圧の 2 倍となる。しかし、実際の AMN を用いた測定系は完全平衡状態ではないため、この関係は成り立たないことに注意が必要である。

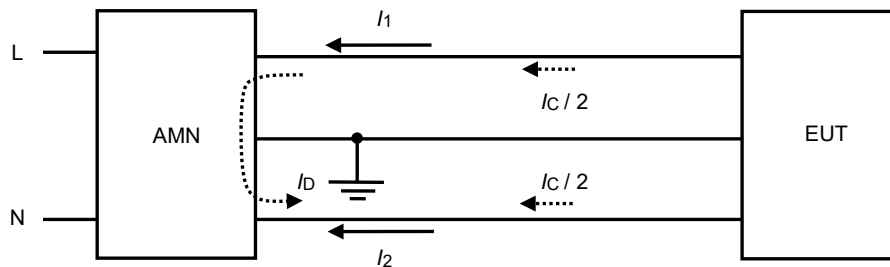
図 B.4 a) と図 B.4 b) から、電流には次の関係が見えてくる。

$$I_1 = I_C / 2 + I_D \tag{B.4}$$

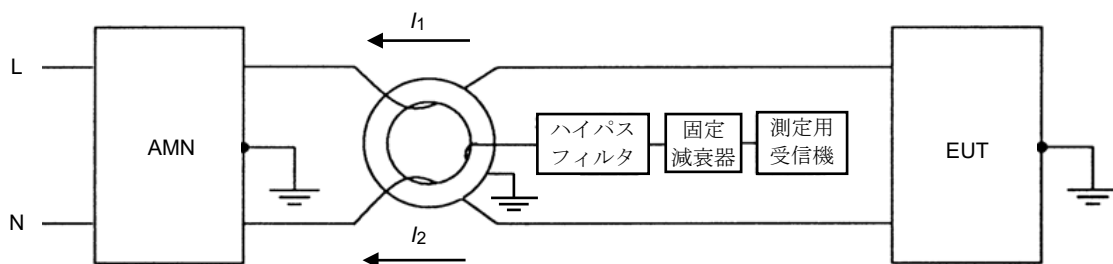
$$I_2 = I_C / 2 - I_D \tag{B.5}$$

$$I_C = I_1 + I_2 \tag{B.6}$$

$$I_D = (I_1 - I_2) / 2 \tag{B.7}$$



a) 妨害電流を測定する試験ブロック図



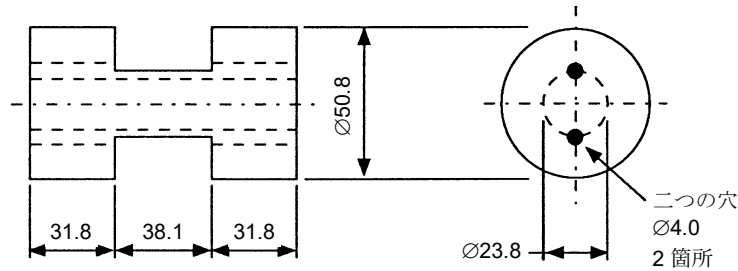
b) CM ノイズと DM ノイズとを識別するための試験ブロック図

図 B.4 - AMN を用いた電流測定のプロック図

したがって、 I_1 と I_2 の和が得られるように導線に取り付けた電流プローブは CM 電流だけに起因する出力を生じ、電流の差が得られるようにすれば、DM 電流だけに起因する出力が得られる (図 B.4 b) 参照)。

B.5.3 遮へいきょう (筐) 体の構造

図 B.5 に示すような追加の遮へいきょう (筐) 体が必要である。表示した寸法は、中心コアの直径が 51 mm の電流プローブに関するものである。他の大きさの電流プローブについては、それに応じて寸法を換算する。



材質は導電性の高いものを用いることが望ましい。例：銅又は黄銅

図 B.5 - 電流プローブに使用される遮へい構造

この構造によって、電流プローブ内において非遮へい導線の位置決めを可能にし、出力が片側接地されているときに外部との結合を更に低減できる。絶縁された撚り線 (0.75 mm²) を穴に通し、その各端部を端子に取り付け、電源回路網及び EUT からの遮へい導線に接続できる。遮へい体の中央部の直径を絶縁テープで太くし、導線がしっかりとスロットに固定され、この部分が電流プローブを閉じた後もきちんと収まるような構造となっている。

遮へいきょう（筐）体は、導線を含む面がプローブの各半コアの空隙の断面に垂直になるように、プローブ内に取り付ける。ここで重要なのは、図 B.5 に示した遮へいきょう（筐）体が電流プローブから絶縁されており、きょう（筐）体の空隙を短絡しないことである。

B.5.4 ハイパスフィルタ

ハイパスフィルタは、必要に応じて電流プローブの出力と測定用受信機の間挿入する。このフィルタは、受信機の一部の場合もある（図 B.2、図 B.4 b）参照）。

B.6 電流プローブの校正

電流プローブの校正は、同軸アダプタの半分を 2 個用いたジグを用いて行う。電流プローブを所定の位置に取り付けて組み立てると、ジグは同軸ケーブルの形となり、その外部導体は電流プローブを包み込み、内部導体はプローブ開口部を貫通するようになる（図 B.9 参照）。

図 B.6 に等価的な校正回路を示す。同軸ケーブルが十分整合している場合、内部導体を流れる電流 I_P は線上の電圧 V_1 を測定することで算出できる。ジグの設計に当たっては、適切な同軸構造になるように、金属ならばプローブ本体、又はプローブの遮へい体を考慮することが望ましい。電流プローブの出力電圧を V_2 とすると、伝達アドミッタンスは次式で算出される。

$$Y_T = V_1 - V_2 - 34 \tag{B.8}$$

ここで、

- Y_T 伝達アドミッタンス：dB(S)、
- V_1 同軸線上の無線妨害波電圧：dB(μ V)、
- V_2 プローブの出力電圧：dB(μ V)、
- 34 50 Ω 負荷抵抗に関する係数である。

伝達アドミッタンス Y_T を用いて次式から電流 I_P が算出できる。

$$I_P = V_2 + Y_T \tag{B.9}$$

ここで、

- I_p dB(μ A) 表示、
- V_2 dB(μ V) 表示、
- Y_T dB(S) 表示である。

図 B.7 に代表的な校正結果を示す。図 B.8 に反射減衰量及び図 B.9 に同軸アダプタのジグを示す。

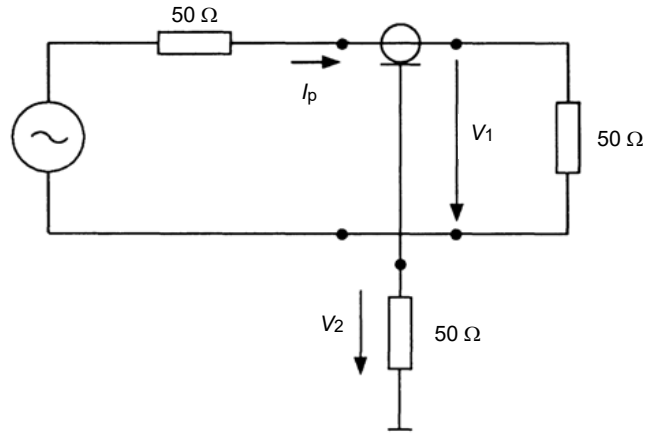


図 B.6 - 同軸アダプタを用いた場合の電流プローブの伝達アドミッタンス Y_T を測定するための回路構成図

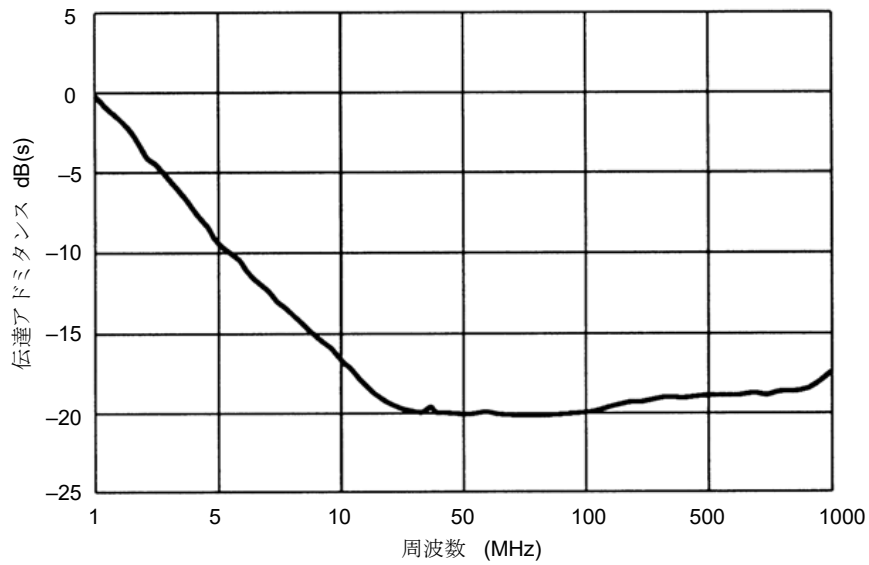


図 B.7 - 電流プローブの伝達アドミッタンス Y_T の周波数特性の代表例

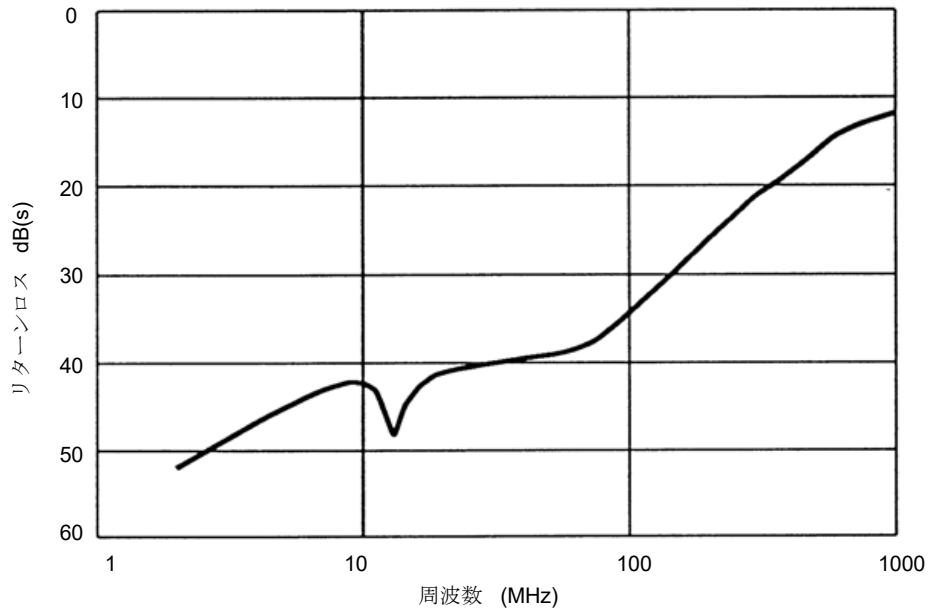


図 B.8 - 内部に 50Ω 終端した電流プローブを組み込み、
自身も 50Ω 終端した同軸アダプタの反射減衰量特性

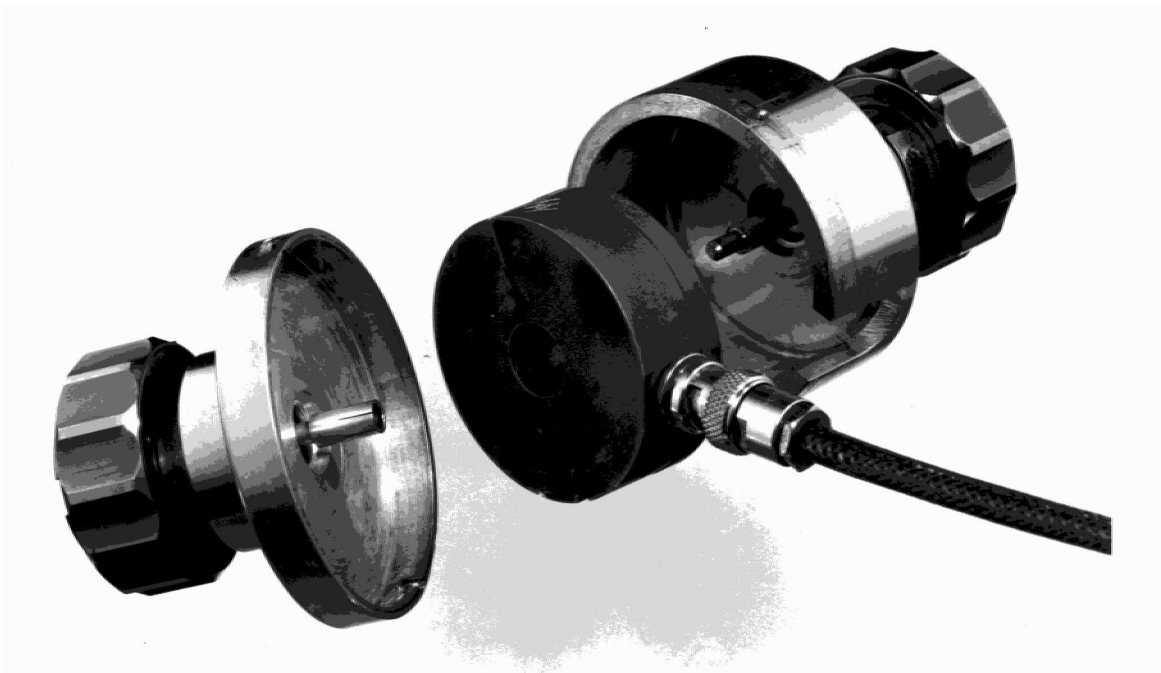


図 B.9 - 2分割した同軸アダプタの間に挿入する電流プローブ

付則 C (情報)

周波数 0.15 MHz から 30 MHz までの範囲で用いる電流注入用結合装置の構造

注) 付則 C は第 6 章の条項を補うものである。

C.1 アンテナの同軸型入力端に用いる A 型結合装置

この回路図と構成は、インダクタンスの値が 280 μH となることを除けば、図 C.1 に示した A 型結合装置と同様である。

280 μH のインダクタの構成：

コア：材料 4C6 又は同等の二つのフェライトリングをあわせて用い、その外径は 36 mm、内径は 23 mm、厚さは 30 mm とする。

巻線：UT-34 等の全体が遮へいされた細い同軸ケーブル 28 回巻きとし、巻線の直径は 0.9 mm、プラスチック絶縁チューブの外径は 1.5 mm とする。

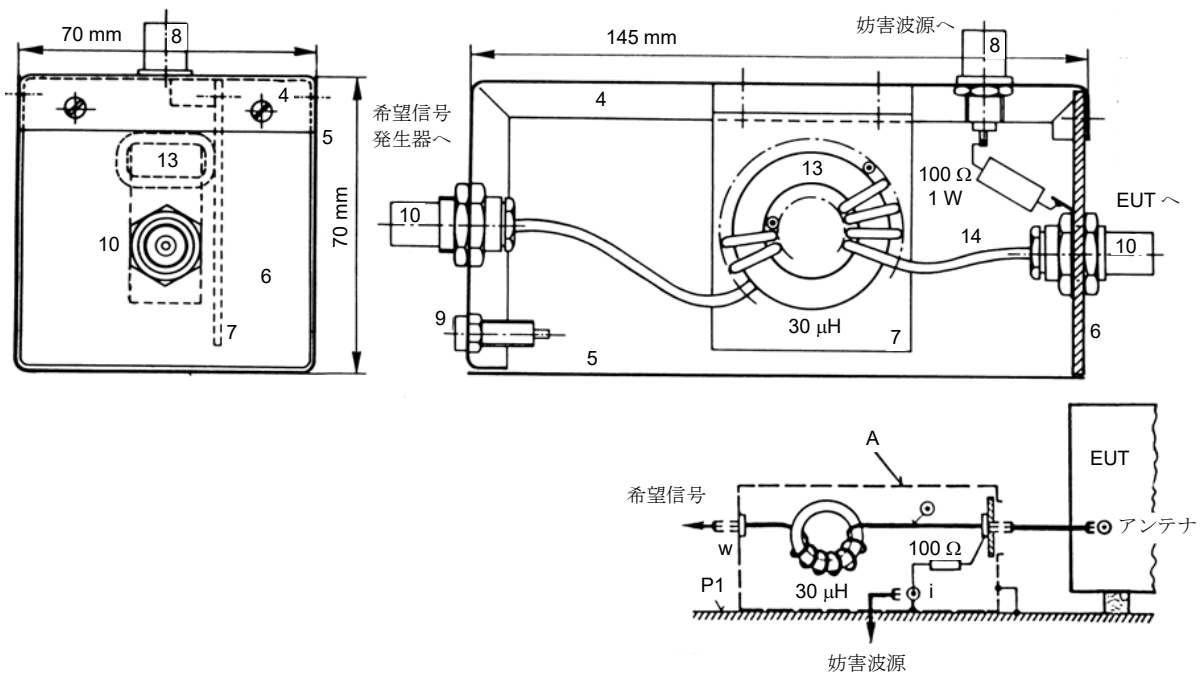
C.2 電源線に用いる M 型結合装置

この回路図と構成は、2 個のインダクタが各 560 μH 、 C_1 が 0.1 μF 、 C_2 が 0.47 μF であることを除けば、図 C.2 に示した M 型結合装置と同様である。

560 μH インダクタの構成：

コア：材料 4C6 又は同等の二つのフェライトリングをあわせて用い、その外径は 36 mm、内径は 23 mm、厚さは 30 mm とする。

巻線：絶縁した導線 40 回巻きで、外径は 1.5 mm とする。

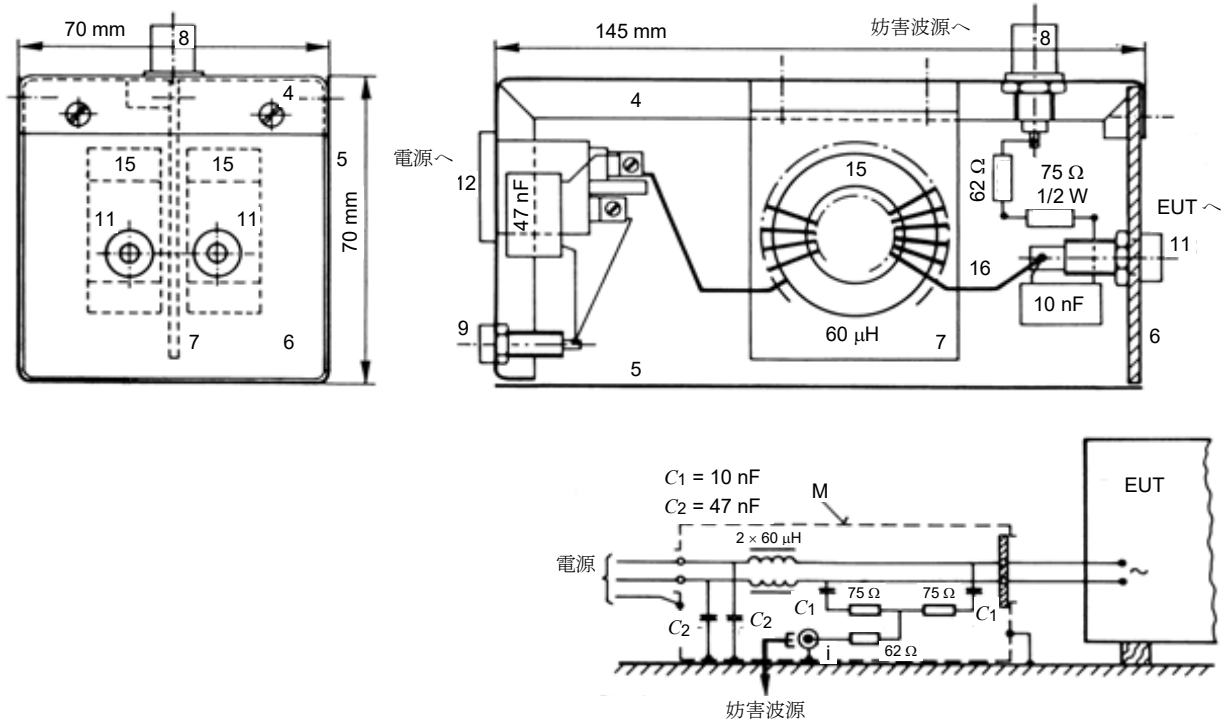


凡例：

- 4-5 金属ケース 145 mm × 70 mm × 70 mm (5 は大地面 P1 の上に置かれる)
- 6 前面版 (絶縁体)
- 7 チョークの支持板 (絶縁体)
- 8 同軸コネクタ、BNC、50 Ω
- 9 グランドジャック
- 10 同軸コネクタ、BNC
- 13 4C6 型フェライトリング、 $\varnothing 36$ mm、15 mm、同軸ケーブル 14 回巻き
- 14 同軸ケーブル、外径 $\varnothing 2.4$ mm

図 C.1 - 同軸入力用 A 型結合回路の例

概要図及び構造の詳細 (付則 C の C.1 節及び付則 D の D.2 節参照)



凡例：

- 4-9 図 C.1 参照
- 11 EUT 用電源ソケット（絶縁バナナジャック 2 個）
- 12 電源プラグ（2P+ グランド）
- 15 4C6 型フェライトリング 2 個、 $\phi 36 \text{ mm} \times 23 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$ 、それぞれ 20 回巻き
- 16 外径 0.8 mm の絶縁導線

図 C.2 - M 型結合回路の例

概要図及び構造の詳細（付則 C の C.2 節及び付則 D の D.2 節参照）

C.3 スピーカー用導線に用いる L 型結合装置

この回路図と構成は、2 個の分離したインダクタが各 $560 \mu\text{H}$ 、 C_1 が 47 nF 、 C_2 が $0.22 \mu\text{F}$ であることを除けば、図 C.3 に示した L 型結合装置と同様である。

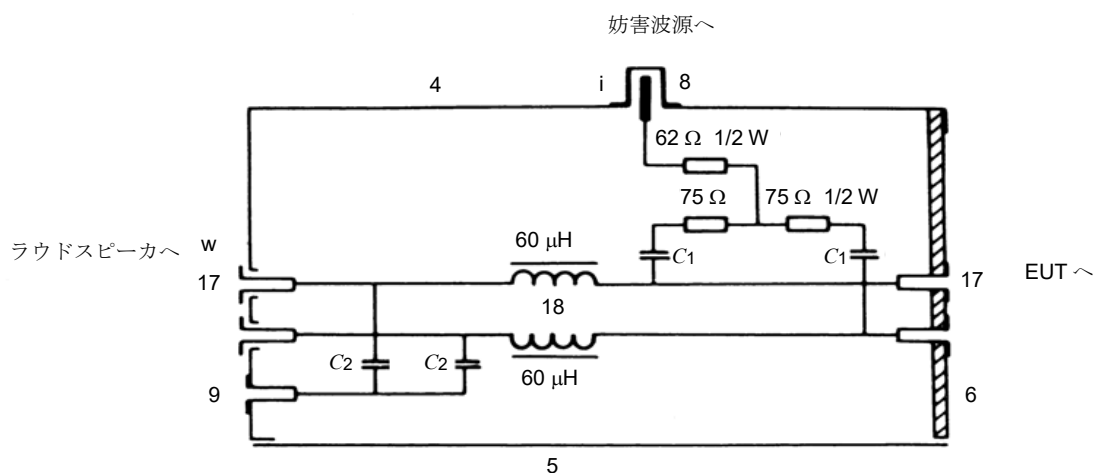
560 μH チョークコイルの構成：

コア：材料 4C6 又は同等の一つのフェライトリングで、その外径は 36 mm、内径は 23 mm、厚さは 15 mm。

巻線：ワニス絶縁した導線 56 回巻きで、直径は 0.4 mm。

注) 4C6 型磁性フェライトの特性

比透磁率	$\mu_i = 120$
損失係数	2 MHz において $\tan \delta / \mu_i < 40$ 、10 MHz において $\tan \delta / \mu_i < 100$
抵抗率	$\rho = 10 \text{ k}\Omega\cdot\text{m}$



凡例：

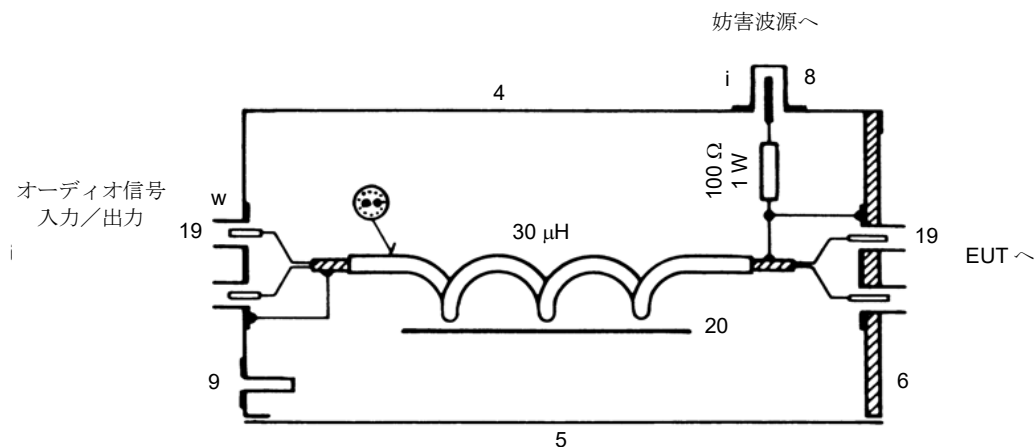
- 4-5-6-8-9 図 C.1 参照
- 17 絶縁バナナジャック
- 18 それぞれ $60 \mu\text{H}$ の 2 個のインダクタンス
それぞれのインダクタンス：
コア：4C6 型フェライトリング
 $\text{Ø } 36 \text{ mm} \times \text{Ø } 23 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$
巻数：絶縁導線 20 回巻き
外径 $\text{Ø } 1.2 \text{ mm}$
インダクタンスの据付け：M 型結合装置参照
- C_1 それぞれ 10 nF
- C_2 それぞれ 47 nF

図 C.3 - スピーカー用 L 型結合回路の例
概要図及び構造の詳細 (付則 D の D.2 節参照)

C.4 オーディオ周波数信号用 Sw 型結合装置

この回路図と構成は、C.1 節で述べたインダクタンスが $280 \mu\text{H}$ であることを除けば、図 C.4 に示した Sw 型結合装置と同様である。遮へいケーブルはオーディオ周波数用で、直径は 2.1 mm 以下であること。

注) C.1 節で述べた A 型結合装置も、被測定機器の二つのステレオ信号ケーブルを一緒に接続する場合は使用できる。



凡例：

4-5-6-8-9 図 C.1 参照

19 Cinch 又は DIN ソケット

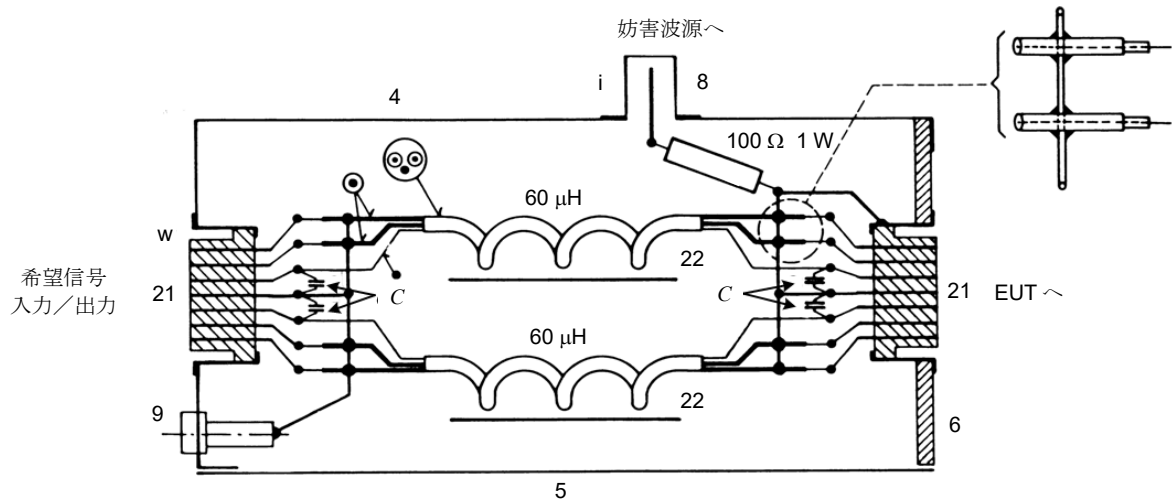
20 インダクタンス、 $30 \mu\text{H}$ ：

コア：4C6 型フェライトリング、
 $\varnothing 36 \text{ mm} \times \varnothing 23 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$
巻数：遮へいツイストペアによる 14 回巻き
ケーブル絶縁体の外径 2.8 mm
インダクタンスの据付け：A 型結合装置参照

図 C.4 - オーディオ信号用 Sw 型結合回路の例
概要図及び構造の詳細（付則 D の D.2 節参照）

C.5 オーディオ、ビデオ、制御信号用 Sw 型結合装置

この回路図と構成は、C.2 節で述べた $560 \mu\text{H}$ インダクタが 2 個であることを除けば、図 C.5 に示した Sw 型装置と同様である。3 導線用ケーブルは外径が 1.5 mm 以下とする。これは、UT-20（直径 0.6 mm ）の極細同軸ケーブル 2 本と、ワニス絶縁した直径 0.3 mm の導線を用いて構成してもよい。



凡例 :

4-5-6-8-9

図 C.1 参照

21

多ピンコネクタ (例えば 7 ピン DIN ソケット)

22

それぞれ $60 \mu\text{H}$ の 2 個のインダクタンス; それぞれのインダクタンス :
コア : 4C6 型フェライトリング、

$\varnothing 36 \text{ mm} \times \varnothing 23 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$

巻数 : 3 本の導線による 20 回巻き

ケーブル : 2 本のマイクロ同軸ケーブル、UT-34、

外径 $\varnothing 0.9 \text{ mm}$ + 1 本の導線

$\varnothing 0.4 \text{ mm}$, ワニス絶縁

外部絶縁体 : 外径 $\varnothing 2.4 \text{ mm}$ の管

インダクタンスの据え付け : M 型結合装置参照

$C = 1 \text{ nF}$ (信号源で許容できれば、それ以上)

図 C.5 - オーディオ、ビデオ、制御信号用 Sw 型結合回路の例

概要図及び構造の詳細 (付則 D の D.2 節参照)

付則 D (情報)

伝導電流イミュニティ測定用結合装置の動作原理及び例

注) 付則 D は第 6 章を補うものである。

D.1 動作原理

図 D.1 に動作原理を示す。インダクタンス L は、注入する妨害波電流に対して高いインピーダンスとなる。フィルタ L/C_2 は、試験装置（信号発生器又は補助装置を備えたもの）を分離する。交流/直流の条件が許せば、 C_1 と C_2 を短絡回路に置き換えてもよい。内部抵抗 $50\ \Omega$ の発生器からの妨害波信号は、 $100\ \Omega$ の抵抗 R_1 と、必要ならばブロッキングキャパシタ C_1 を通して導線又は同軸ケーブルの遮へいに注入される。

D.2 装置の型式と構成

次の型式の結合装置を用いる。

A 型：無線周波数帯の希望信号を伝達する同軸線路に無線周波同軸装置を用いる。構造の詳細を図 C.1 に示す。 $150\ \Omega$ の信号源インピーダンスを $50\ \Omega$ の妨害波信号源で作り出すための $100\ \Omega$ 抵抗を装置内の同軸出力コネクタの遮へいに接続する。

M 型：これらは電源線に用いる。詳細構造を図 C.2 に示す。妨害波電流は、両方の電線に等価抵抗 $100\ \Omega$ を通して CM で注入される。この装置は Δ -AMN と類似で、EUT 端子からみると、 $150\ \Omega$ の DM 及び CM 等価抵抗を呈する。

L 型：これらはスピーカー用導線に用いる。詳細構造を図 C.3 に示す。妨害波源のインピーダンスは M 型装置と同様である。

Sr 型及び Sw 型：これらは、オーディオ、ビデオ及びその他の補助用導線の用途として設計される。それらは次に示すように、様々なピン数とコネクタ構成に適用できるようにマルチピンユニットとなっている。

S_w 型：これらの装置は、オーディオ、ビデオ、制御又はその他の信号に対してスルー供給となっているが、この場合、妨害波信号を EUT へ導くことを確実にするためにフィルタを必要とする。

図 C.4 に示した詳細構造は、遮へいペア線を環状に巻いて、オーディオ信号用の簡単なフィルタになっている。多芯ケーブルの場合には、構造上の理由から、図 C.5 に示すように、環状に巻く前にケーブル導線を分離する必要がある。どちらの場合でも、妨害波電流は $100\ \Omega$ の抵抗を通して、出力コネクタの接地ピンに、遮へいされた導線の遮へい層に、更に他の遮へいされていない導線には、キャパシタを通して注入する。

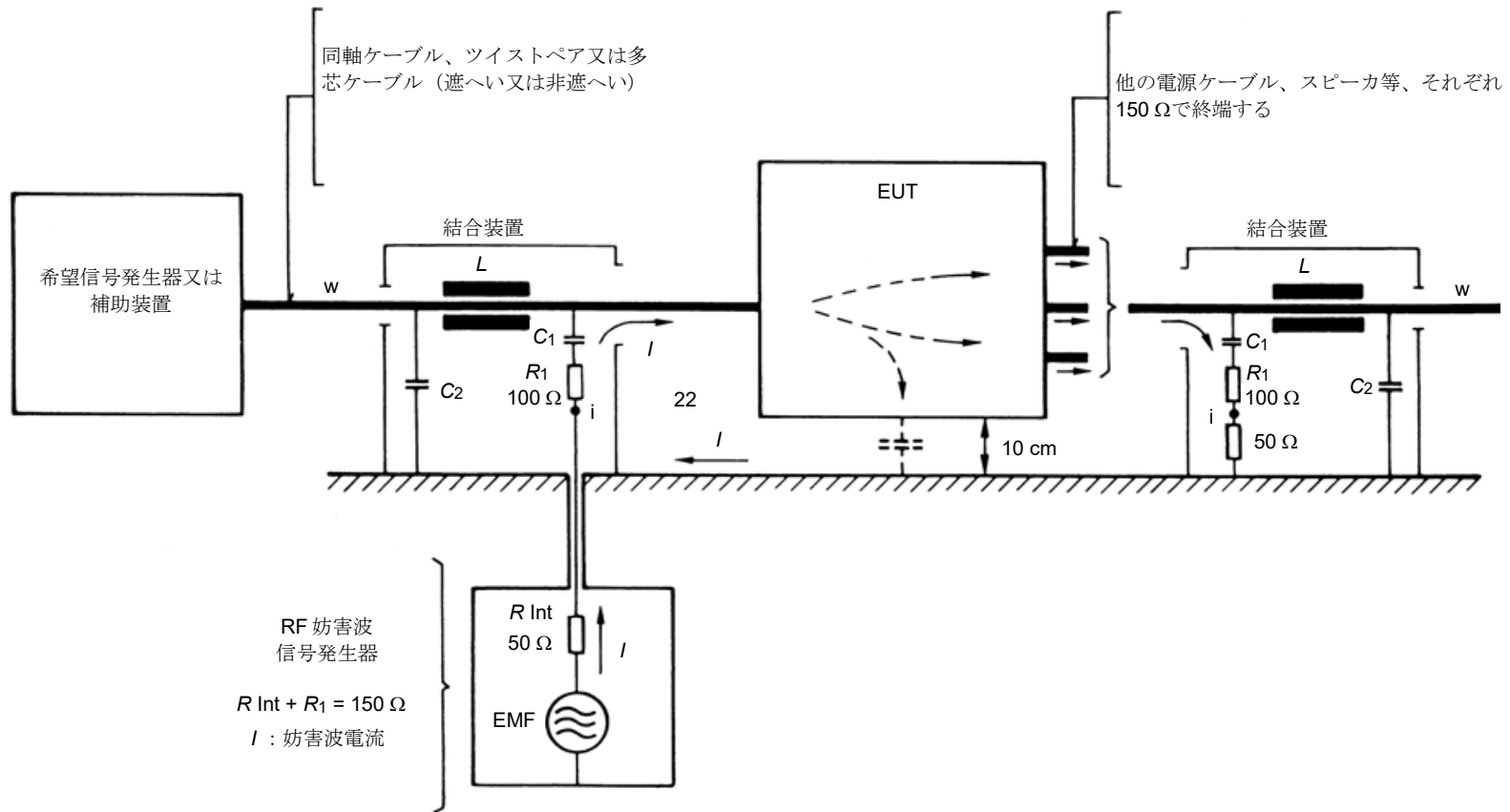
S_r 型：これらは、信号のスルー供給が必要ない場合のために設計された。ケーブルの全てのリード線は整合負荷抵抗で終端する。詳細構造を図 D.2 に示す。妨害波電流は、 $100\ \Omega$ の抵抗を通して、遮へい（接地）とコネクタの接地ピンに注入する。さらに、その点に、全ての負荷抵抗（ R_1 から R_n まで）を接続する。図 C.4 と図 C.5 に示した型式の結合装置は、正しい負荷抵抗で終端されていれば、この目的のために使用することができる。

妨害波の信号源インピーダンスが $50\ \Omega$ でない場合は、直列抵抗の値を必要とする $150\ \Omega$ のインピーダンスとなるよう調節する。

図 C.1 から図 D.2 までに示した無線周波チョークコイルのインダクタンスは、 $30\ \mu\text{H}$ 又は 2 個の $60\ \mu\text{H}$ チョークを並列にして、 $1.5\ \text{MHz}$ から $150\ \text{MHz}$ までの周波数範囲を満足したものとする。

0.15 MHz から 30 MHz までの周波数範囲では、インダクタンスの値は、280 μH 又は 2 個の 560 μH チョークの並列とする。付則 C にそれらの構造を述べた。

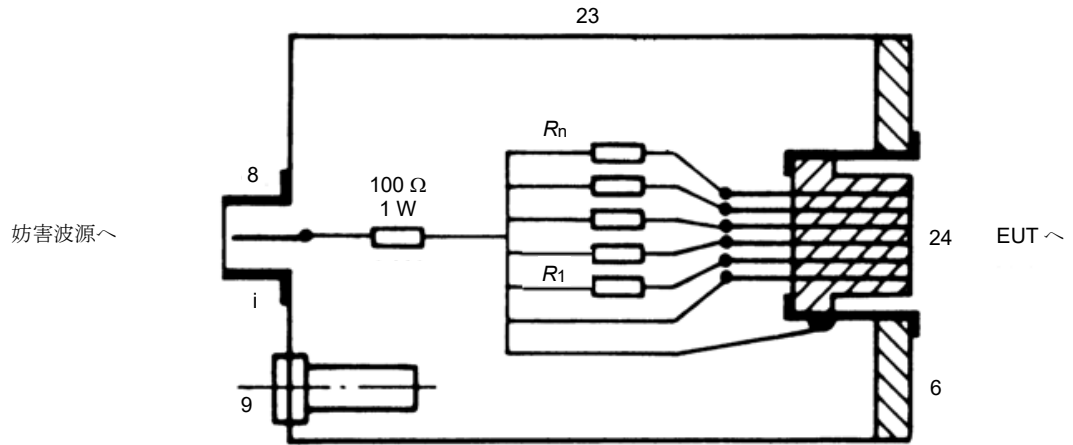
素子のレイアウトは、装置の出力端子の寄生容量をできる限り低い状態に保つための予防措置をとるべきである。装置の金属ケースは、塗装なしで、断面積の大きい銅の編組線で接地面に注意深く接続することが望ましい。



L : 遮断インダクタンス

C_1, C_2 : 低 RF インピーダンスのキャパシタ (もし、AC、DC の条件が許されるならば、キャパシタは直接接続に置き換えられる)。

図 D.1 - 電流印加法の一般原理 (付則 D の D.1 参照)



6、8、9

A型装置参照

23

金属ケース 100 mm × 55 mm × 55 mm

24

マルチピンコネクタ又は DIN ソケット

R_1 から R_n

整合負荷抵抗

例- オーディオ装置用 S_r 型結合装置

レコードプレーヤ

マグネティック: $2 \times 2.2 \text{ k}\Omega$

クリスタル: $2 \times 470 \text{ k}\Omega$

マイクロフォン

$2 \times 600 \Omega$

チューナ

$2 \times 47 \text{ k}\Omega$

テープレコーダ

$4 \times 47 \text{ k}\Omega$

オーディオ入力/出力

$4 \times 47 \text{ k}\Omega$

図 D.2 - 負荷抵抗のある S_r 型結合装置 概要図と簡易構造図 (付則 D の D.2 節参照)

付則 E (規定)

不平衡擬似回路網 (AAN) の例及び各パラメータの測定

E.1 AAN の例の解説 : Y 型回路網

図 E.1 に AAN の例を示す。この AAN は、EUT の信号ポートのペア導体と接続するための端子 a_1 及び b_1 と基準大地、そして、該当するならば、EUT の安全接地又はその他の接地に接続するための RG 端子を持っている。

EUT を正確に動作させるために必要な DM 信号は a_2 と b_2 に接続する。2 重チョーク L_1 は妨害波の CM 成分を分離して測定するために用いる。二つの巻線は、DM 電流を高いインピーダンスで抑制するように設計されるが、 R_M を通過する CM 電流のためのインピーダンスは無視できるものであること。

CM 妨害波電圧回路の終端インピーダンス 150Ω は、CM 電流に対して並列に入る二つの抵抗 R_T (200Ω) と、直列に入る抵抗 R_M (50Ω) で決定される。抵抗 R_M は通常、測定用受信機の入カインピーダンスである。この場合、メータの読みは、実際の EUT 端子での CM 値より 9.5 dB 低くなる。容量 C_T は直流電流を阻止するので、電源の直流電圧が抵抗器を破損したり、飽和によって L_1 の特性が影響したりすることはない。

通常、AAN は EUT と AE との間に挿入する。

E.2 不平衡擬似回路網 (AAN) の各パラメータの測定

7.1 節の必要条件を全て満たすために、パラメータの測定手順は、次の方法を使用する。

a) 終端インピーダンス

端子 a_1 と b_1 を接続した端子と RG 端子の間のインピーダンスは、終端回路を取り外した状態で、端子 a_2 と b_2 を接地端子 RG に対して交互に開放又は短絡して確認すること (図 E.2 参照)。

b) 縦方向変換損失 (不平衡減衰量) (LCL)

この Y 型回路網の LCL は、図 E.5 に従って測定すること。VNA の出力信号を、AAN に要求される LCL よりも少なくとも 10 dB 以上高い LCL 値をもつ LCL プローブに加える。LCL プローブの性能確認は図 E.3 で、校正は図 E.4 を参照。

c) 減結合減衰量

減結合減衰量を測定すること。測定構成は図 E.6 を参照。

d) DM 回路の挿入損失

DM 回路の挿入損失を測定すること。測定構成は図 E.7 を参照。

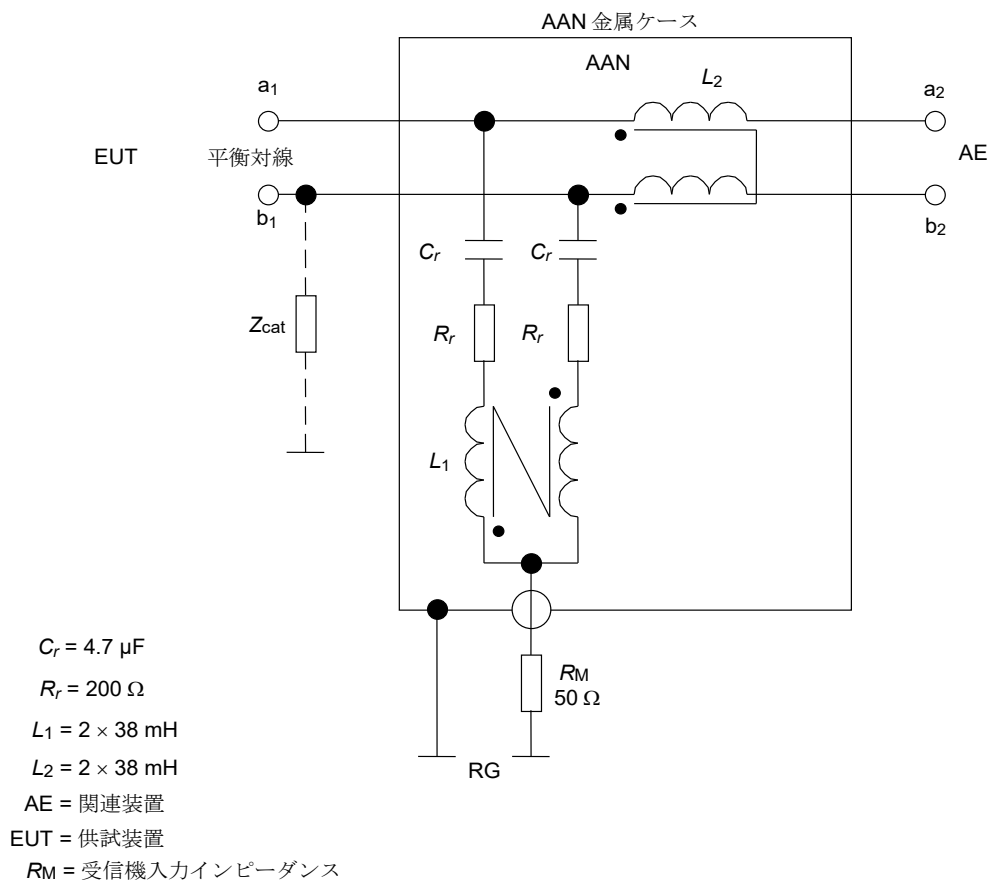
Y 型回路網の挿入損失には二つの LCL プローブをバランとして使用することができる。二つの同一のバランを直接接続することによってそれらの挿入損失が求められる。バランについては、二つのバランの結合損失が 0.15 MHz から 30 MHz までの周波数帯域において 1 dB 以下となるように設計することが可能である。

e) CM 回路の電圧分割係数 (Y 型回路網の校正)

CM 回路の電圧分割係数を測定すること。測定構成は図 E.8 を参照。

f) DM 負荷インピーダンスと伝送帯域

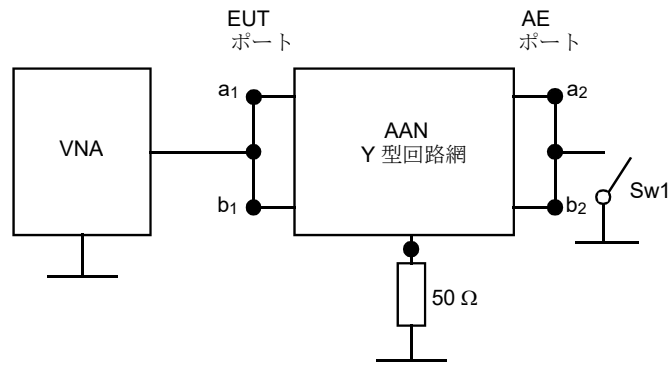
このパラメータはシステムによって定義される。Y 型回路網は伝送帯域に関して特定のインピーダンスで最適化してもよい。伝送帯域は、図 E.7 の試験構成を用いて特定の DM 負荷インピーダンスで測定してもよい。



注 1) 電圧分割係数 = 9.5 dB

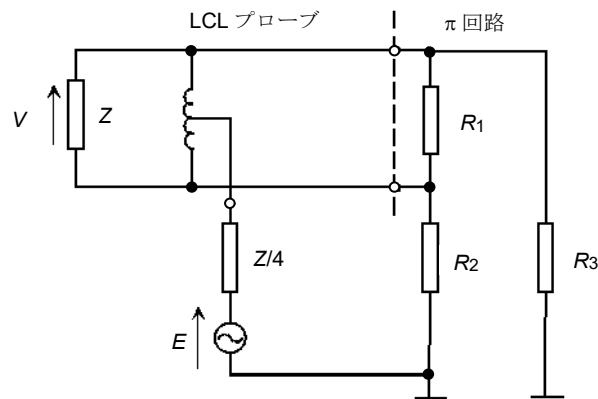
注 2) Z_{cat} は、CM 回路が LCL を調整するのに用いられることを表す。

図 E.1 - 対線の Y 型回路網の例



注) もし AAN が一対線以上の多線用の場合、EUT ポートの全ての線と AE ポートの全ての線は、それぞれ一緒に接続する。

図 E.2 - 終端インピーダンス測定系の構成



注 1) AAN の公称 DM インピーダンス $Z (= R_1 (R_2 + R_3) / (R_1 + R_2 + R_3))$ と $150 \Omega (= (R_2 \times R_3) / (R_2 + R_3))$ の CM インピーダンスを含む R_1 、 R_2 及び R_3 ($R_2 = R_3$) からなる π 回路の LCL が最小値のとき、このプローブは 20 dB 又は最も高い LCL 以上で測定することを理想とする。
 $Z = 100 \Omega$ とすると $R_1 = 120 \Omega$ 、 $R_2 = R_3 = 300 \Omega$ である。

注 2) LCL プローブは、 $Z/4$ の CM ソースインピーダンスで作動する。

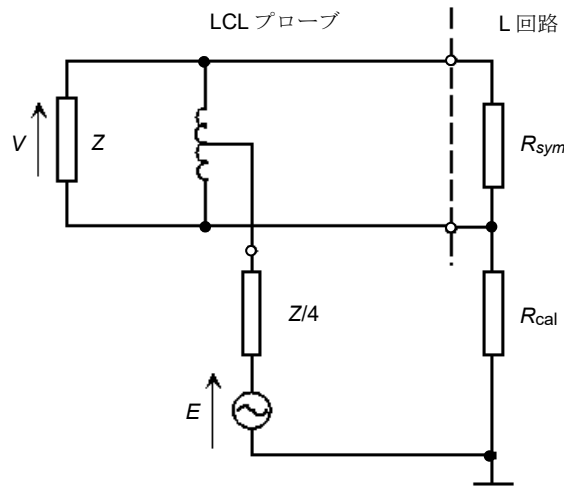
注 3) $Z = 100 \Omega$ の場合、 $Z/4 = 25 \Omega$ である。

注 4) 最適な測定再現性を得るため、LCL プローブを DM 終端する π 回路の両極性について、プローブの LCL が最大となるようにするのがよい。

注 5) 定義 : $LCL = 20 \log |E / V|$ (dB) (ITU-T 勧告 G.117 の参考文献 [7] による)

LCL プローブは、通常の VNA を用いて LCL の測定が可能であるように構成される。LCL プローブの例は参考文献 [9] に示されている。

図 E.3 - LCL プローブの特性確認方法



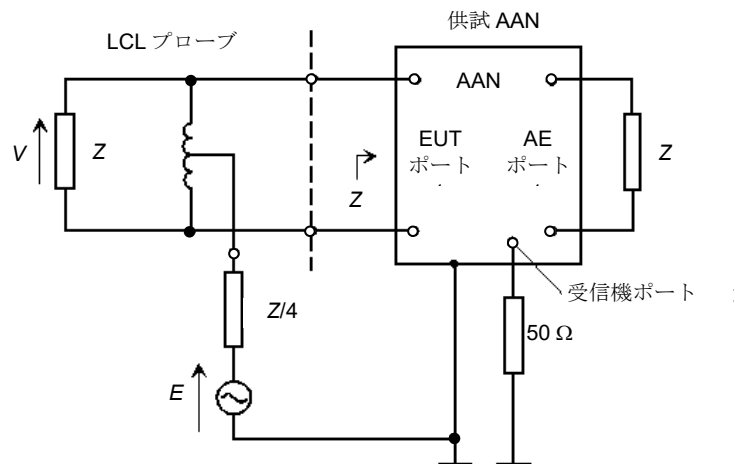
注 1) L 回路の LCL : $a_{LCL} = 20 \lg \left| \frac{(R_{sym}/Z) + 4R_{cal} + Z}{2(R_{sym}/Z)} \right|$ dB

注 2) 図 E.5 に示す LCL 測定の不確かさは、L 回路の精度とプローブの残留 LCL の量によって影響を受ける。L 回路に関連して、LCL プローブの極性を変えることは幾らかの校正の不確かさを示す。

注 3) L 回路の例：

インピーダンス $Z = 100 \Omega$ 、 $R_{sym} = 100 \Omega$ 、 R_{cal} 値 = 750Ω において、LCL は 29.97 dB (30 dB) を示す。

図 E.4 - L 回路を用いた LCL プローブ校正の構成

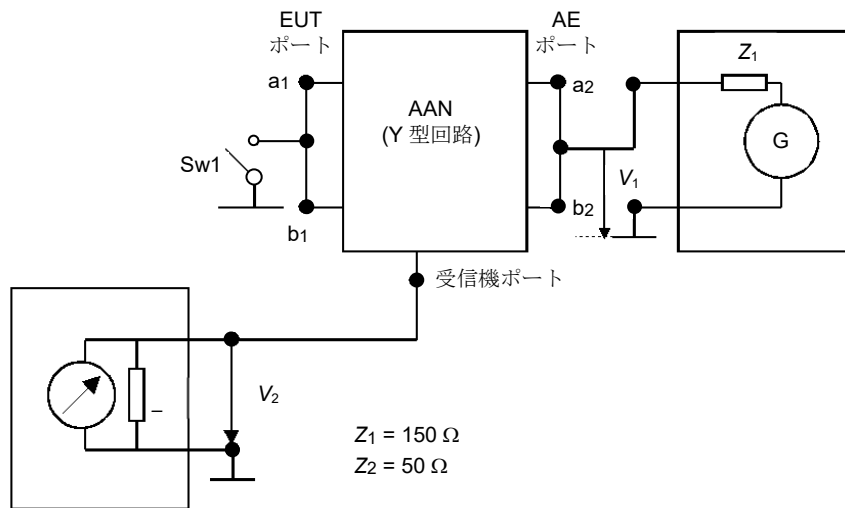


注 1) LCL の定義は図 E.3 参照

注 2) 測定する LCL 値とプローブの LCL 余裕度の差分に応じて、EUT 端子に接続する LCL プローブの極性を変えて測定を実施し、両者の測定結果の平均値でプローブの LCL を決定することによって、測定の正確度を改善することができる。

注 3) もし AAN が一対線以上のものである場合、各対線の LCL を測定する。この場合、測定対象の対線への影響を考慮し、測定していない対線は DM インピーダンス Z で終端する。

図 E.5 - LCL プローブを用いた AAN の LCL 測定



Sw1 が短絡、開放の両方の位置で減結合減衰量の規定を満足すること。もし AAN が一対線以上のものである場合、EUT ポートの全ての線及び AE ポートの全ての線はそれぞれ一緒に接続する。

図 E.6 - AAN の減結合減衰量（分離）試験構成
AE ポート及び EUT ポート間の CM 信号

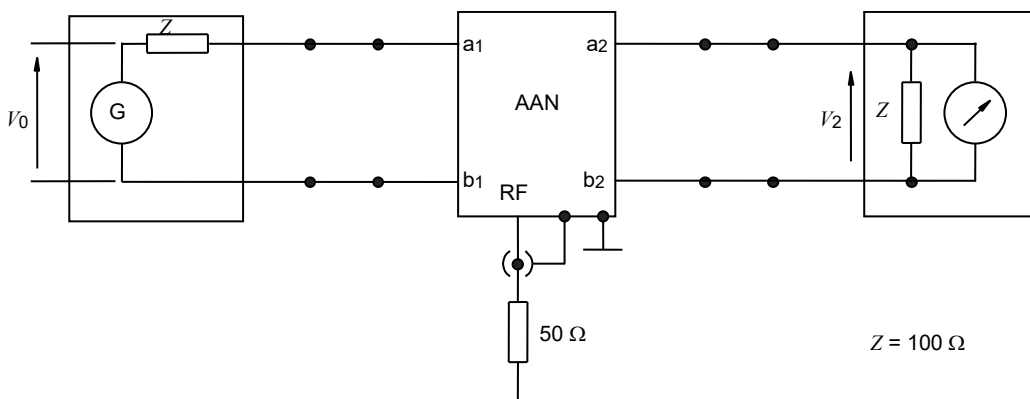
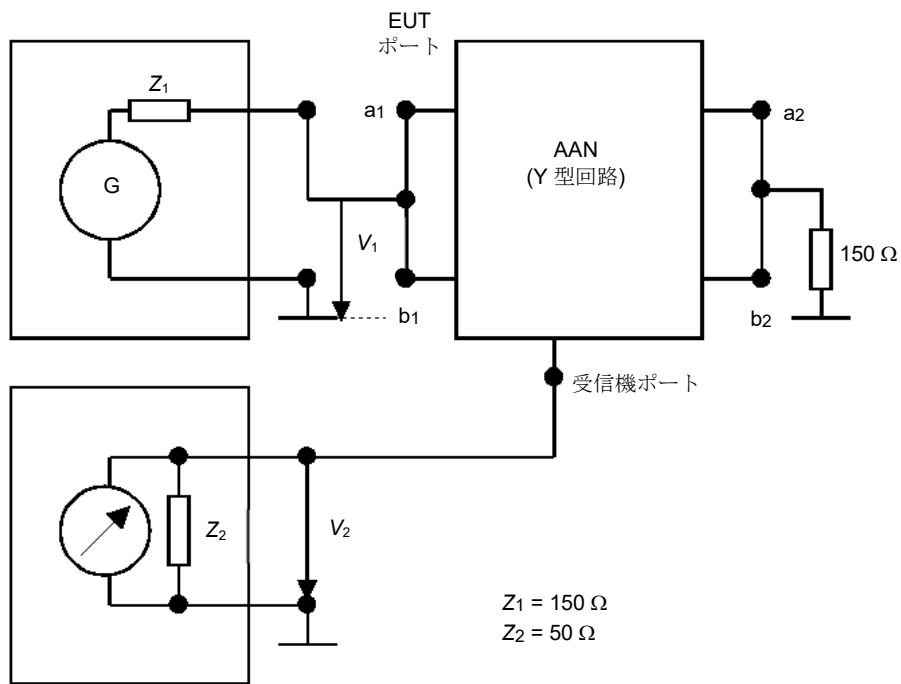


図 E.7 - AAN の挿入損失（DM 信号）の試験構成



注) もし AAN が一対線以上の多線の場合、EUT ポートの全ての線と AE ポートの全ての線は、それぞれ一緒に接続する。

図 E.8 - CM 回路の AAN 電圧分割係数 $F_{\text{AAN}} = a_{\text{vdiv}} = 20 \lg \left| \frac{V_1}{V_2} \right|$ dB の校正試験構成

付則 F (規定)

同軸ケーブル及びその他のケーブル用の AN (擬似回路網) の例と各パラメータの測定

F.1 同軸ケーブル及びその他のケーブル用の AN

図 F.1 に、同軸ケーブル用の AN の例を示す。この中では、フェライトコアにミニチュア同軸ケーブルを巻いたコモンモードチョークが用いられている。ここで、ミニチュア同軸ケーブルはセミリジッドな銅遮へい又は二重網組遮へいを用いている。

高い遮へい効果が要求されない場合、コモンモードチョークは、絶縁された中心導体と絶縁された遮へい導体 (外部導体) を同一の磁気コア (例: フェライトコア) に巻くことによって構成できる。

遮へいされた多線ケーブルの場合は、コモンモードチョークは、絶縁された信号線 (内部導体) と絶縁された遮へい導体 (外部導体) を同一の磁気コアにバイファイラー巻きにするか又は遮へい外被のある多線ケーブルを磁気コアに巻くことによって構成できる。

F.2 同軸ケーブル及びその他の遮へいされたケーブル用の AN の各パラメータの測定

a) 終端インピーダンス

同軸コネクタの外部導体 (EUT のケーブルは接続しない) と基準接地コネクタ間のインピーダンスは、測定用受信機端子を $50\ \Omega$ 終端して測定すること。

b) 電圧分割係数

AN の電圧分割係数は、図 F.2 のブロック図に従って測定すること。

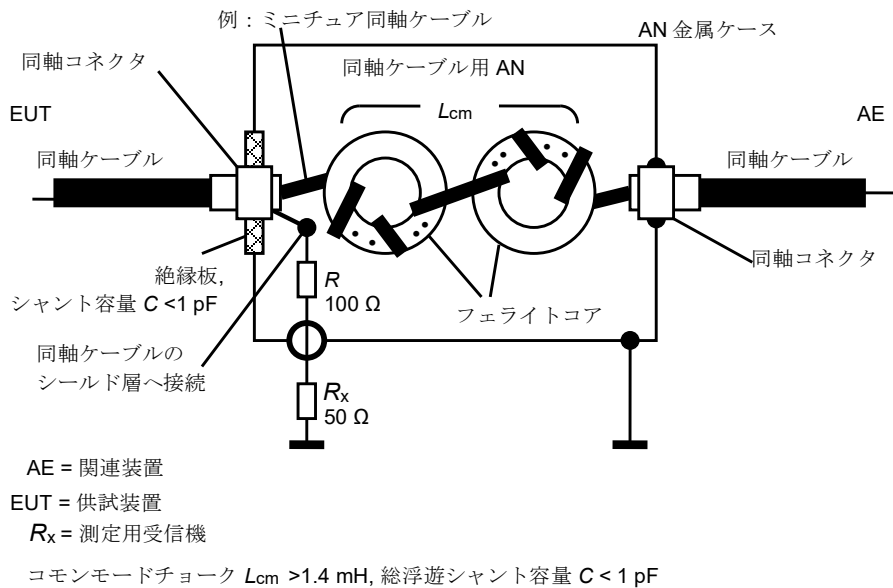


図 F.1 - 同軸ケーブル用 AN の例

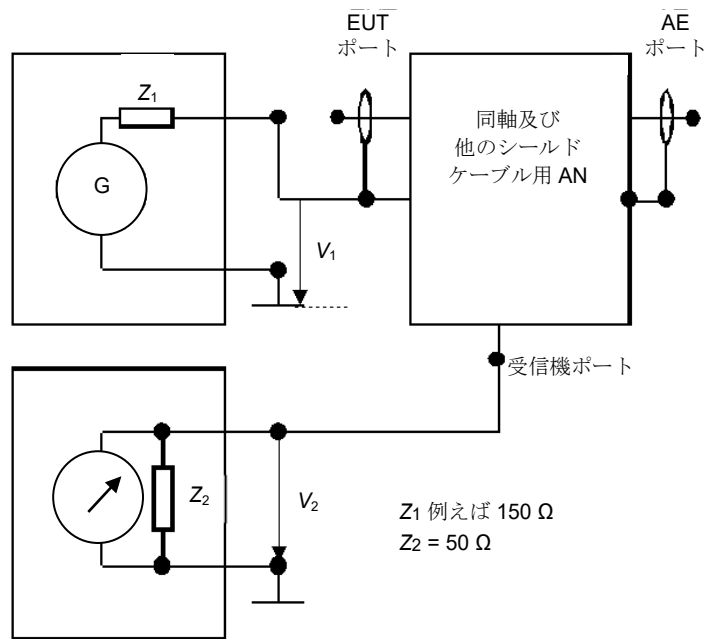


図 F.2 - 同軸及び遮へいケーブル用 AN の電圧分割係数の測定系

$$\text{電圧分割係数 } F_{AN} = 20 \lg \left| \frac{V_1}{V_2} \right| \text{ (dB)}$$

付則 G

(情報)

容量性電圧プローブ (CVP) の構造及び性能評価法

G.1 概要

本付則は、容量性電圧プローブ (CVP) の校正方法の一例を示す。不確かさが本付則に示す方法と等しければ、別の校正方法を適用することができる。

G.2 CVP の構造的及び電気的特徴

図 G.1 に CVP の構成を示す。CVP は二つ以下の同軸電極、接地端子、ケーブル固定材及びインピーダンス変換増幅器からなる。外部電極は、プローブ近傍のケーブルとの静電結合に起因する測定誤差を低減するための静電遮へいの役割も果たす。

図 G.2 に CVP の等価回路を示す。ケーブルと接地間に電圧が生じると、静電誘導によって内部電極と外部電極間に電圧が発生する。この電圧は高インピーダンス入力増幅器で検出され、インピーダンス変換増幅器によって低インピーダンス出力に変換される。プローブ出力は測定用受信機によって測定される。

G.3 電圧分割係数の周波数特性の測定

図 G.3 に CVP の周波数特性を測定するための試験配置を示す。CVP は次の手順によって性能を確認する。

a) 供試装置 (EUT) で用いられるものと同じ型式のケーブルを用意する。

注) 様々なケーブルが用いられる場合、代表的なケーブルの型式について校正を行ない、測定結果のばらつきを把握しておく。電圧分割係数 (F_{CVP}) は式 G.3 から求めることができるが、それぞれのケーブルについて F_{CVP} を測定する。

b) 図 G.3 に示すように、校正用器具を RGP 上に設置する。

c) ケーブルの両端を校正用器具の内側の端子 (ポート 1, ポート 2) に接続する (図 G.3 参照)。

d) 校正用器具内に CVP を設置し、ケーブルがその中心軸を通るように配置する。

注) 校正用器具の端面が CVP の端面に近づきすぎると、浮遊容量が増加し、より高い周波数において校正に悪影響を及ぼす。校正用器具の端面がプローブ端面から離れすぎると、より高い周波数において校正用器具内に定在波が発生する。この定在波は校正に悪影響を及ぼす。

e) CVP の接地端子を校正用器具内側の接地端子に接続する。校正用器具外側の接地端子は RGP に接続する。接地端子接続用導線は、低インダクタンスでなければならず、かつ、できる限り短くし、CVP の開口部から離さなければならない。

f) 出力インピーダンスが 50Ω の信号発生器を、 10 dB の減衰器を介してポート 1 の外側の端子に接続する。

g) 入力インピーダンスが 50Ω の測定用受信機を、ポート 2 の外側の端子に接続し、CVP の出力端子を 50Ω で終端する。規定の周波数範囲においてレベル V を測定する。

h) 測定用受信機を CVP の出力端子に接続し、ポート 2 の外側の端子を 50Ω で終端する。規定の周波数範囲においてレベル V_m を測定する。

i) 測定値から電圧分割係数 ($F_{CVP} [\text{dB}] = 20 \lg |V / V_m|$) を求める。

G.4 外部電界による影響の測定方法

G.4.1 外部電界の影響

外部電界の影響は、プローブに近接したケーブルとの静電結合によって現れる。図 G.4 は静電結合モデルとその等価回路を示している。図 G.4 a) に示すように、ケーブル #2 上のコモンモード電圧 V_x 及びケーブル #1 上のコモンモード電圧 V は、容量 C_x 及び C を介して高インピーダンス電圧プローブの入力端子に現れる。静電遮へいは C_x による静電結合を低減するために用いられる。しかしながら、図 G.4 b) に示すように、静電遮へいの不完全性に起因して、外部電極とプローブ外部のケーブルとの間の静電結合 (C_x') による外部電界の影響は依然として残っている。G.4.2 項に外部電極とプローブ外部のケーブルとの間の静電結合による影響の評価方法が示されている。さらに、 $|Z_s| \ll |1 / (j\omega C_c)|$ でない限り、電圧 V は電圧 V_x によって影響を受けることに注意すべきである。

G.4.2 外部電界の影響の測定方法

静電遮へいの限界に伴う静電結合による外部電界の影響は、図 G.5 に示した試験配置で測定する。測定手順は次による。

- G.3 節に従って電圧分割係数 ($F_{CVP} [\text{dB}] = 20 \lg |V / V_m|$) を測定する。
- CVP をケーブル (の中心) から距離「s」(1 cm) の場所に設置する (図 G.5 参照)。
- プローブの接地端子を校正用器具内側の接地端子に接続する。校正用器具外側の接地端子は RGP に接続する。
- 出力インピーダンスが 50Ω の信号発生器を、10 dB の減衰器を介してポート 1 の外側の端子に接続する。
- 入力インピーダンスが 50Ω の測定用受信機を、ポート 2 の外側の端子に接続し、プローブの出力端子を 50Ω 終端する。規定の周波数範囲においてレベル V_s を測定する。
- 測定用受信機をプローブの出力端子に接続し、ポート 2 の外側の端子を 50Ω 終端する。規定の周波数範囲においてレベル V_{sm} を測定する。
- 外部電界の影響の低減効果は、 $F_s = F_{CVP} / (V_s / V_{sm})$ で定義される。

G.5 パルス応答

CVP は測定用受信機を含む測定系の一部として構成される。CVP は第 4 章で記載されている測定用受信機の動作に影響を及ぼさない。プローブは能動回路を有しているため、パルス応答を測定すること。パルス応答はバンド B について、引用規格 (1) の付則 B 及び C に規定されているパルス発生器を用いて測定する。

パルス発生器を用いてパルス応答を測定することは困難である。パルス応答性能は、パルスの尖頭値と等しい振幅の正弦波信号を用いて、応答の直線性を測定することで試験できる。プローブが検波器及び帯域通過フィルタを有していないので、この方法でよいと考えられる。信号発生器と試験用器具との間に同軸ケーブルを使用することに起因する反射を最小限とするために、減衰器を用いてもよい。周波数特性を平滑にする必要がない場合は、減衰器は不要である。

引用規格 (1) の表 B.1 に示されているように、パルス発生器のインパルス面積は周波数 0.15 MHz ~ 30 MHz において 0.316 mVs である。パルス発生器の信号の周波数スペクトラムは、実質的に 30 MHz まで一定である。パルス幅 τ は、おおよそ次の式で与えられる。

$$T = \frac{1}{\pi f_m} \quad (G.1)$$

ここで、 f_m は 30 MHz である。これより τ が 0.0106 μ s となる。

パルスの振幅 A は次の式で与えられる。

$$A = 0.316/\tau = 29.8 \text{ V} \quad (G.2)$$

このことから、CVP は 30 V まで直線性を保証するのがよい。

直線性は、信号発生器の出力の振幅を 30 V まで変化させて、電圧分割係数 F_{CVP} を測定することで試験できる。

G.6 電圧分割係数の依存性

CVP の電圧分割係数は、被測定ケーブルの半径及び内部電極内の位置に依存する。電圧分割係数は妨害波の測定に必要不可欠であるが、全ての型式のケーブルについて係数を計算することは困難であると考えられる。ここでは、電圧分割係数に対する、ケーブルの構造及び配置の影響について検討を行い、次に記載する。

電圧分割係数の依存性については、測定及び理論解析によって検討を行っている。図 G.6 は、電極内のケーブル位置による電圧分割係数の変化を示したものである。実験ではケーブルを銅の棒に置き換えている。図の横軸は偏心率 ($g / (b-a)$) である。実線は内部電極とケーブル間の容量の変化から求めた計算値、●印は測定値である。結果から分かるように、測定結果は計算結果によく一致している。偏心率が 0.8 以下の場合、CVP の感度はケーブルの内部電極に対する位置によって変化しない。しかし、測定誤差を最小限とするために、被測定ケーブルはプローブの中心軸に合わせる。

図 G.7 に電圧分割係数のケーブル半径に対する依存性を示す。縦軸は電圧分割係数 F_{CVP} の偏差を示す。実線は次の式から求めた計算結果である。

$$F_{CVP} = \left\{ 1 + \frac{1}{C_p} \frac{2\pi \epsilon}{\ln(b/a)} d \right\} / \left\{ 1 + \frac{1}{C_p} \frac{2\pi \epsilon}{\ln(b/a_{ref})} d \right\} \quad (G.3)$$

ここで

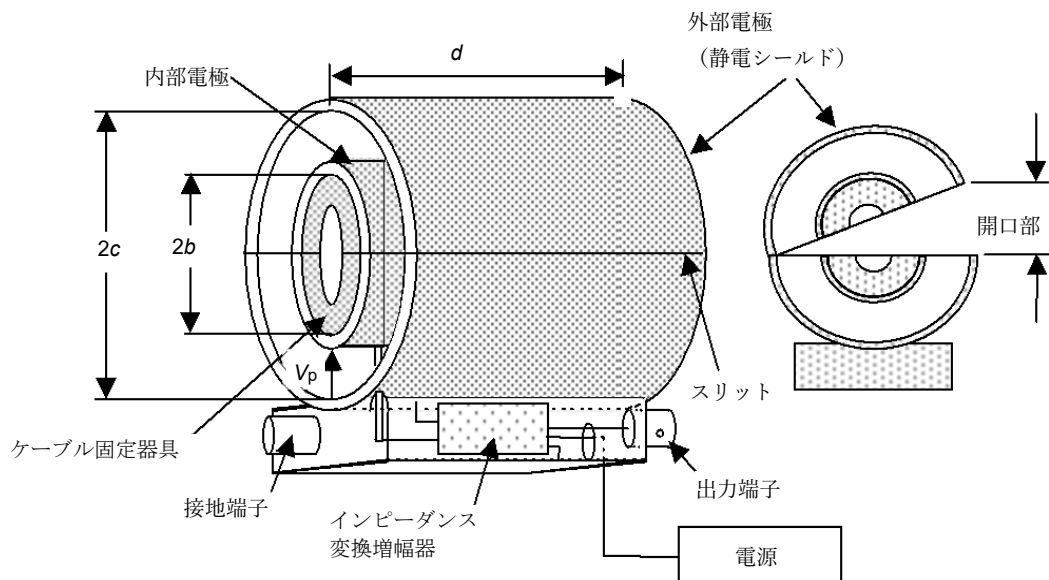
ϵ 誘電率

a_{ref} 基準となるケーブル半径

C_p インピーダンス変換増幅器の静電容量で、測定から求める

b と d 図 G.1 に示すとおりである

図 G.7 に様々なケーブルの測定結果を表示した。各ケーブルの等価半径は、ケーブルに含まれる導線の表面積の合計と等しい表面積をもつ銅の棒の半径としている。ケーブルに含まれる導線の数は、1 から 12 の間で変化させている。図から分かるように測定結果は、ケーブルを銅の棒に置き換えた計算結果と良く一致している。また、実際のケーブルによる測定結果と計算結果の差は 2 dB 以内である。このことから、電圧分割係数は導線表面積の合計から求めたケーブルの等価半径を用いて、式 G.3 で計算することができる。



注意：

- 1) ケーブル固定材は被測定ケーブルをプローブ中心に通すために使用する。
これは被測定ケーブルと内部電極間の容量を増加させる誘電体として作用する。
- 2) 電源供給線とプローブ回路が結合しないように外部電界に対する遮へいが必要である。

図 G.1 - CVP の構成

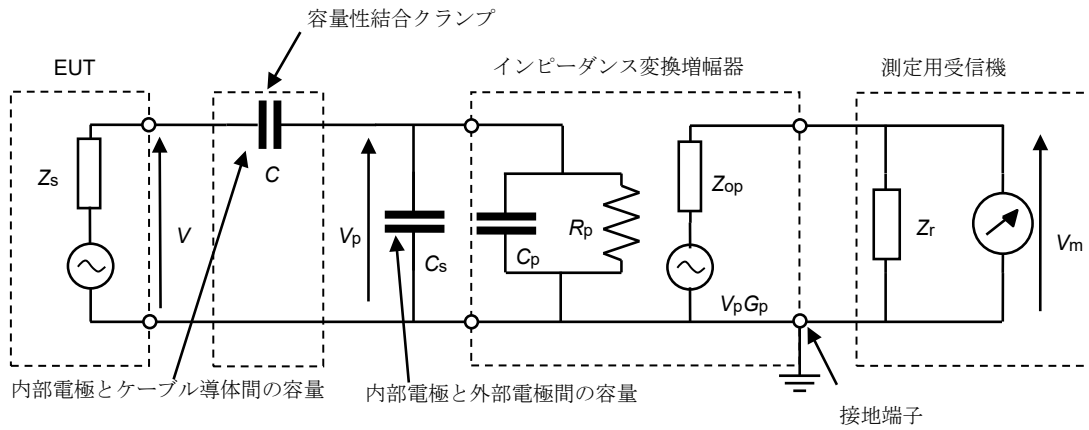


図 G.1 に示した構成における典型的な値

- b 25 mm
- c 55 mm
- d 100 mm
- C 8 pF
(ケーブルの直径 26 mm)
- C_s 7 pF

- C_p 5 pF
- R_p 1 M Ω
- $|Z_s| \ll |1/(j\omega C)|$
- $R_p \gg |1/(j\omega(C_s+C_p))|$
- $Z_{op} = Z_r = 50 \Omega$

これら典型的な値は要求値あるいは規定値ではない。5.1.3 項の“特性”を満足するあらゆる値の組み合わせが適用できる。

図 G.2 - CVP の等価回路

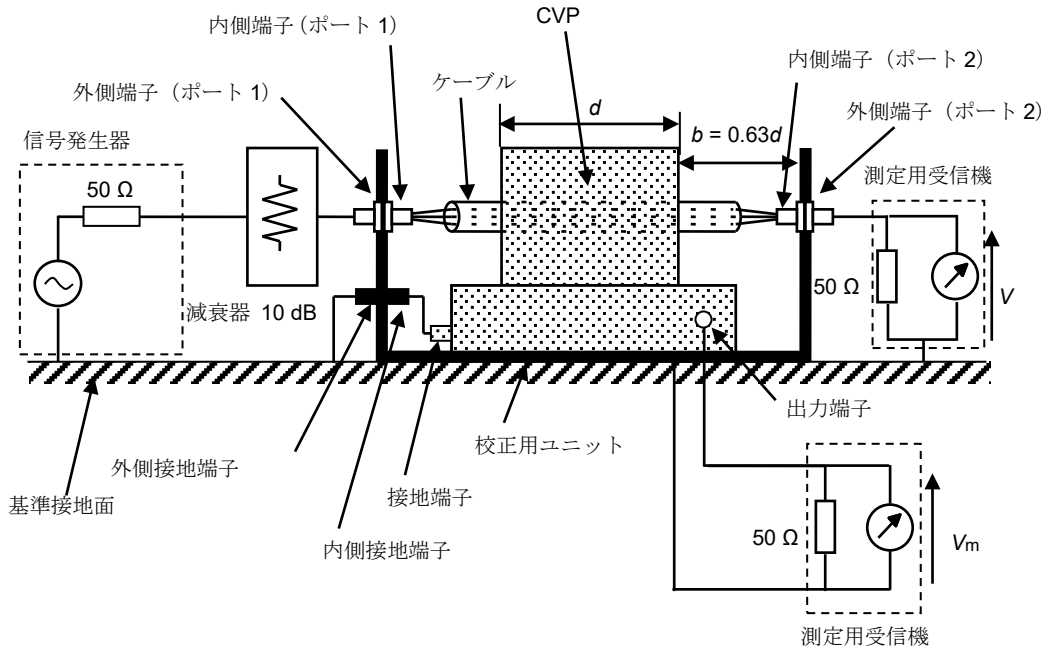
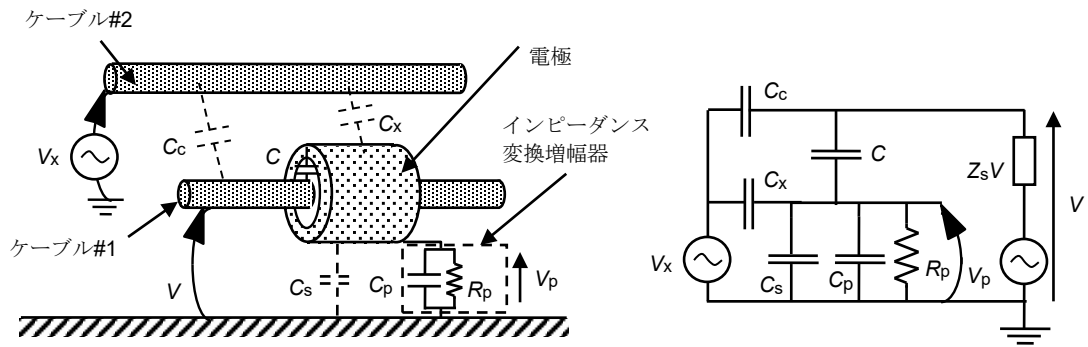
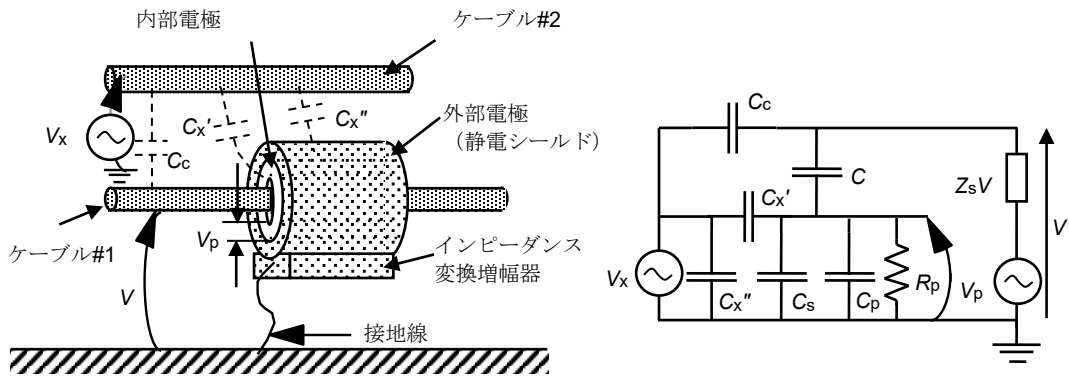


図 G.3 - 周波数応答校正の試験系

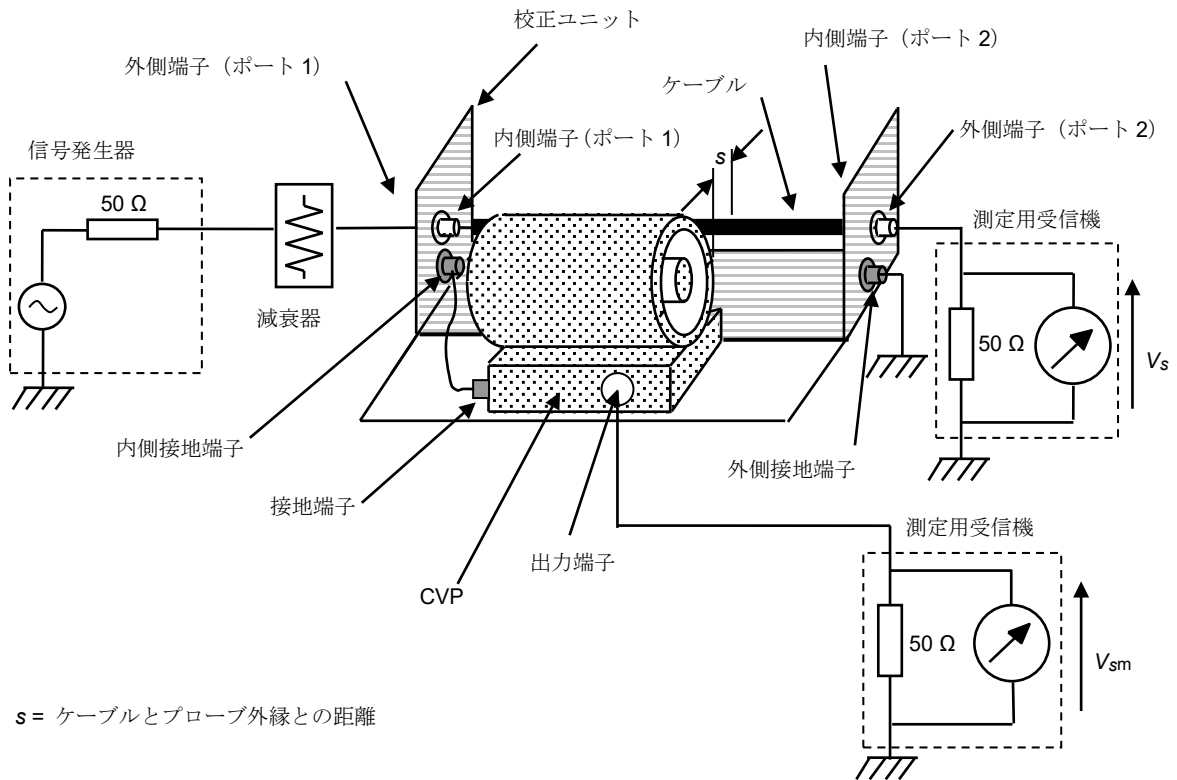


a) 静電シールドのない CVP



b) 静電結合モデルとその等価回路

図 G.4 - 静電結合モデルとその等価回路



s = ケーブルとプローブ外縁との距離

図 G.5 - 静電結合に起因する外部電界の影響に対する遮へい効果による影響低減の測定系

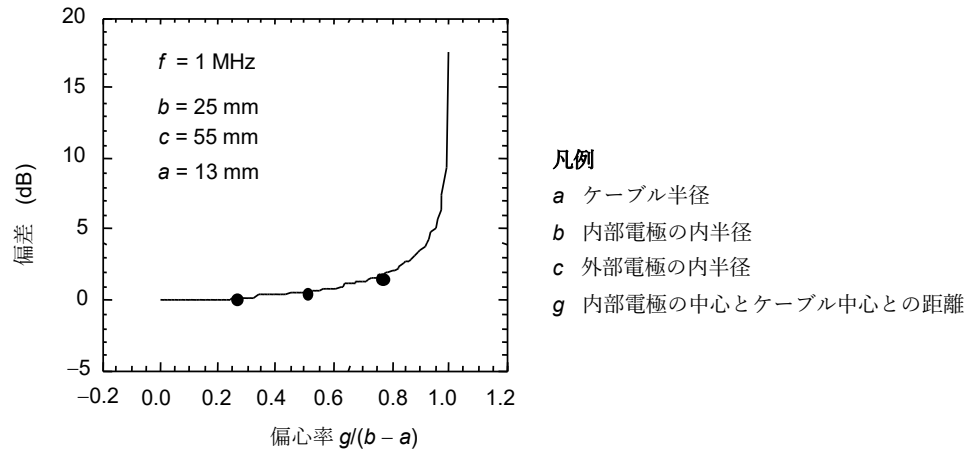
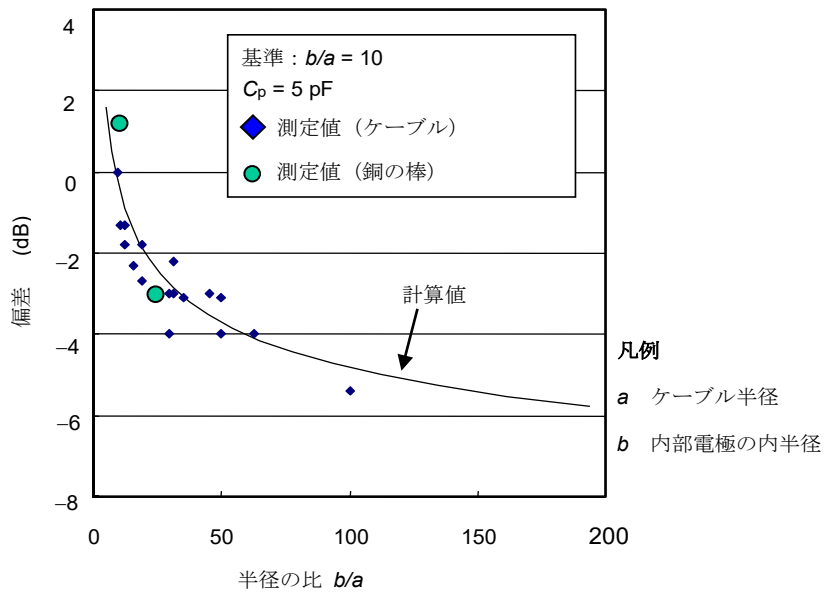


図 G.6 - 電圧分割係数のケーブル位置による偏差



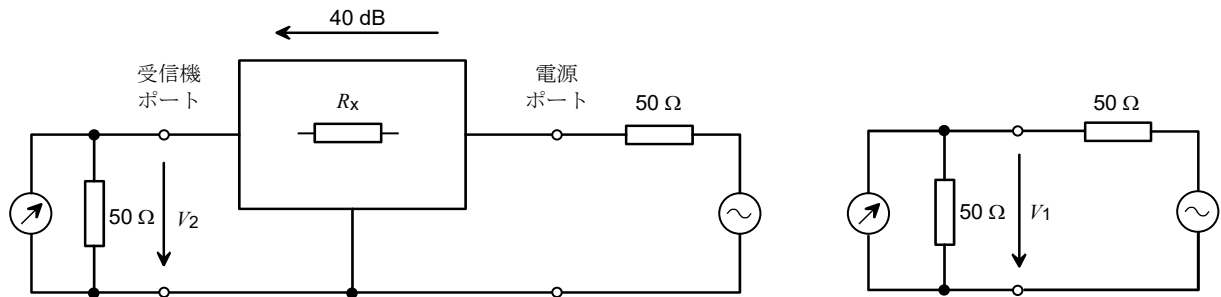
注) 縦軸は電圧分割係数 F_{CVP} の $b/a = 10$ の場合における計算値からのずれを示す

図 G.7 - 電圧分割係数のケーブル半径に対する依存性の検討結果

付則 H (情報)

V-AMN の電源ポートと EUT/受信機ポートの間に最小減結合係数を導入する理由

未知の実際の電源インピーダンスが V-AMN インピーダンスに与える影響を減らす目的のために、EUT ポートの特定の終端に対する電源ポートと受信機ポート間の最小減結合係数（分離）を指定することもできる。様々なタイプの V-AMN の違いを考慮することが望ましい。



注) V_1 は、発信源を 50Ω で終端することによって分けて測定される。 V_2 は、EUT ポート又は受信機ポートのいずれかで定義できる。4.8.2 項では、受信機ポートで定義することが決まっている。

図 H.1 - 分離測定配置

例えば、 $R_x = 4950 \Omega$ の場合、 40 dB の分離 $[20 \log (V_1 / V_2)]$ の値を満足する。その場合、電源ポートのインピーダンスが短絡又は開放していると、EUT ポートのインピーダンス変動は 1% になる。したがって、AMN インピーダンスに対する電源インピーダンスの影響を 1% 以下に保つには、 40 dB 以上の分離が必要である（詳細な測定手順は 4.8 節に記載されている）。引用規格 (3) の不確かさの計算は、 20% のインピーダンス許容偏差に基づいており、電源ポートからの影響はない。影響がないことを保証することはできない。ただし、 40 dB の分離では、許容偏差の 1% が電源ポートの影響とされている。つまり、例えば、AMN インピーダンス許容偏差の不確かさの寄与が 2.6 dB の場合、未知の電源ポート終端の不確かさの寄与は 0.13 dB 程度である (2.6 dB に含まれている)。

さらに、 40 dB の分離は、電圧分割係数に対する電源ポートの終端の影響を制限するのに役立つ、電源ポートからの妨害波を限界レベル未満に保つのに役立つ。追加のフィルタリングによって、更に抑制を実現できる。

付則 I
(情報)

V-AMN 入力インピーダンスに位相許容偏差を導入する理由

引用規格 (2) の場合、 U_{CISPR} の量は、「不確かさの円」 ΔZ_{in} (図 I.1 を参照) の仮定に基づいて計算されている。これは、インピーダンス許容円として再定義することもできる。

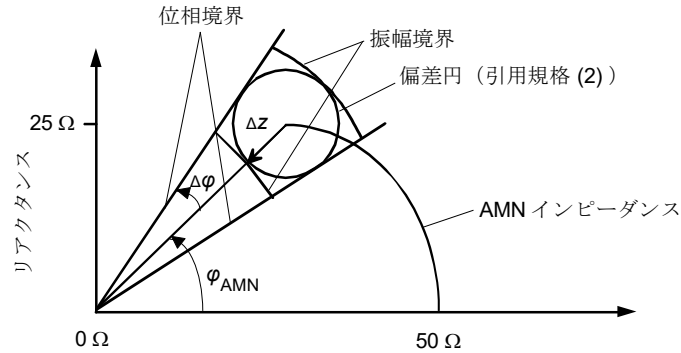


図 I.1 - インピーダンスの振幅及び位相許容偏差の定義

ただし、既存のネットワークアナライザでは、インピーダンスの許容円を描画するには、追加のソフトウェアが必要になる。そこで、振幅の許容偏差の既存の仕様を使用し、位相の許容偏差の仕様を追加することを勧める。三角関数を使用すると、 $\Delta \phi = 11.54$ 度の値が、 $\Delta |Z| / |Z| = 0.2$ から導ける。

参考文献 [4] は、V-AMN を使用し伝導妨害波測定の不確かさと再現性の理論的基礎として使うことができる。

V-AMN の定義された位相からの偏差の影響を説明する目的のために、参考文献 [4] の式 (15) を使用できる。

$$\frac{\Delta V_m}{V_{mt}} = \frac{Z_{d0} + Z_{13}}{Z_d + Z_{in}} \left(\frac{\Delta \alpha}{\alpha_0} + \frac{\Delta U_d}{V_{d0}} \right) + \frac{Z_{d0}}{Z_d + Z_{in}} \left(\frac{\Delta Z_{in}}{Z_{13}} - \frac{\Delta Z_d}{Z_{d0}} \right) \quad (I.1)$$

ここで、

V_{mt}	理想的な状況での測定用受信機での真の電圧測定値
Z_{13}	V-AMN の理想的なインピーダンス
Z_{in}	$= Z_{13} + \Delta Z_{in}$
Z_{d0} 、 V_{d0}	妨害波源 (つまり EUT) のパラメータの真の値
α_0	V-AMN 電圧分割係数の真の値
ΔV_m 、 $\Delta \alpha$ 、 ΔV_d 、 ΔZ_{in} 、 ΔZ_d	真の値又は理想的な値からの偏差

不確かさに対する位相許容偏差の影響に注目しているため、寄与 $\Delta \alpha$ 、 ΔV_d 及び ΔZ_d をゼロに設定し、参考文献 [4] の式 (17) に基づいて次のようになる。

$$\frac{\Delta V_m}{V_{mt}} = \frac{Z_{d0}}{Z_d + Z_{in}} \left(\frac{\Delta Z_{in}}{Z_{13}} \right) = c_2 \frac{\Delta Z_{in}}{Z_{13}} \quad (I.2)$$

係数 c_2 の絶対値は、位相角差の関数として、比率 $|Z_{13} / Z_{d0}|$ の幾つかの値について参考文献 [4] の

図 17 に Z_{in} 及び $Z_{d0} = Z_{EUT}$ のインピーダンスの $\phi = \phi_{Zin} - \phi_{d0} = \phi_{AMN} - \phi_{EUT}$ が示されている。

c_2 の絶対値は、 ϕ_{EUT} (0° 、 -45° 、 -90°)、 ϕ_{AMN} (0° 、 30° 、 46°)、 $|Z_{13}/Z_{d0}|$ (0.1、0.2、0.4、0.8、1.0、1.4) 及び $\Delta\phi_{AMN}$ の場合 (-23° 、 -11.5° 、 11.5° 、 23°)。この調査の目的のために、係数 $\Delta Z_{in}/Z_{13}$ の絶対値は 0.2 (つまり、インピーダンスの大きさの許容偏差の最大値) に設定されている。

$$\frac{\Delta V_m}{V_{mt}} = |c_2| \times 0.2 \quad (1.3)$$

位相偏差による電圧レベルの偏差を比較するために、対数は次のように計算される。

$$\text{レベル偏差} = 20 \log \left(1 - \frac{\Delta V_m}{V_{mt}} \right) \quad (1.4)$$

レベル偏差は、 $\Delta\phi_{AMN} = -23^\circ$ と -11.5° の結果及び $\Delta\phi_{AMN} = 11.5^\circ$ と 23° の結果で比較する。例えば、レベル偏差 23° - レベル偏差 11.5°

このようにして得られた結果は次による。

$\phi_{EUT} = 0^\circ$ 及び $\phi_{AMN} = 0^\circ$ の場合：レベル偏差 23° - レベル偏差 $11.5^\circ = 0.018$ dB (最大)

$\phi_{EUT} = -45^\circ$ 及び $\phi_{AMN} = 46^\circ$ の場合：レベル偏差 23° - レベル偏差 $11.5^\circ = 0.27$ dB (最大)

$\phi_{EUT} = -45^\circ$ 及び $\phi_{AMN} = 30^\circ$ の場合：レベル偏差 23° - レベル偏差 $11.5^\circ = 0.86$ dB (最大)

$\phi_{EUT} = -90^\circ$ 及び $\phi_{AMN} = 46^\circ$ の場合：レベル偏差 23° - レベル偏差 $11.5^\circ = 3.07$ dB (最大)

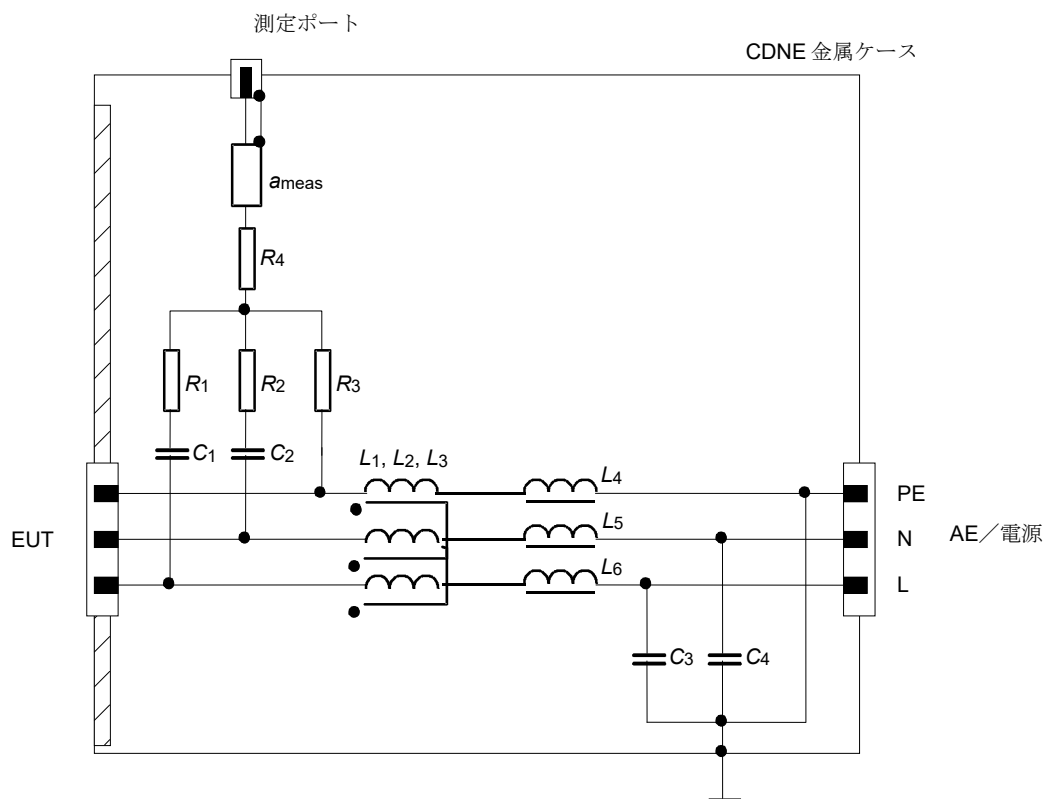
コメント： $\Delta\phi_{AMN} = 11.5^\circ$ と 23° のレベル偏差の比較は、測定の再現性が V-AMN インピーダンスだけでなく、周波数 (ϕ_{AMN} を決定する) と位相角度 ϕ_{EUT} によっても影響を受けることを示している。読者は、参考文献 [4] の図 17 を見ると、これを簡単に理解できる。

結論：上記の調査は、V-AMN 入力インピーダンスの大きさの許容偏差を指定するだけでは不十分であることを示している。 $|\Delta\phi_{AMN \text{ MAX}}| = 11.5^\circ$ を使用して V-AMN 入力インピーダンスの位相許容偏差を制限しても、V-AMN の製造上の問題は発生しないが、同一の EUT の測定の再現性が向上する。

付則 J
(情報)
CDNE ブロック図の例

J.1 CDNE-M2 及び CDNE-M3

クラス I 機器（保護接地あり）及びクラス II 機器（保護接地なし）の電源接続用の CDNE の例を図 J.1 及び図 J.2 に示す。



凡例：

$C_1, C_2, C_3, C_4 = 1 \text{ nF}$

$L_1, L_2, L_3 > 10 \text{ } \mu\text{H}$

$L_4, L_5 > 5 \text{ } \mu\text{H}$

$R_1, R_2, R_3 = 50 \text{ } \Omega$

$R_3 = 83.3 \text{ } \Omega$

$a_{\text{meas}} \geq 6 \text{ dB}$

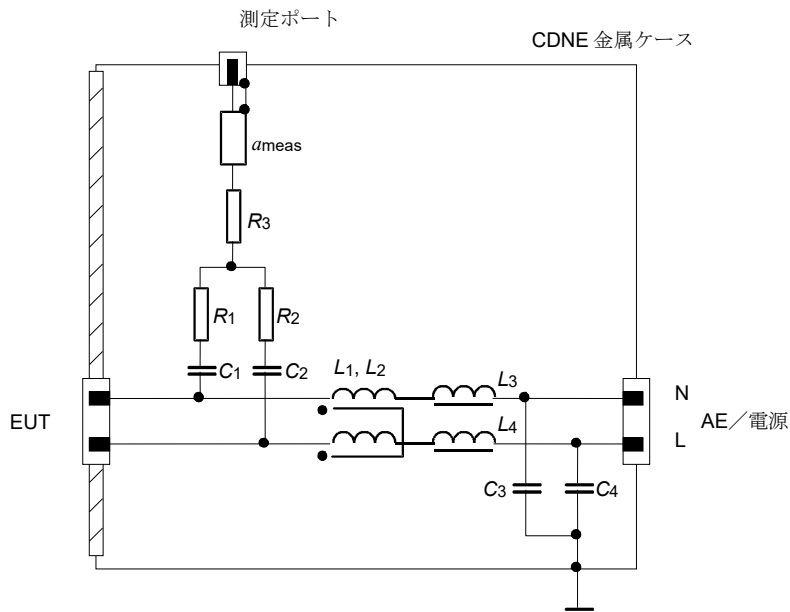
PE = 保護接地

N = 中性線

L = 活線

注) 「AE/電源」には、AC 電源、DC 電源と同様に、制御/通信線を含むことができる。

図 J.1 - 少なくとも 6 dB の内部減衰器 a_{meas} を備えた CDNE-M3



凡例：

$C_1, C_2, C_3, C_4 = 1 \text{ nF}$

$L_1, L_2 > 10 \text{ } \mu\text{H}$

$L_3, L_4 > 5 \text{ } \mu\text{H}$

$R_1, R_2 = 50 \text{ } \Omega$

$R_3 = 75 \text{ } \Omega$

$a_{\text{meas}} \geq 6 \text{ dB}$

N = 中性線

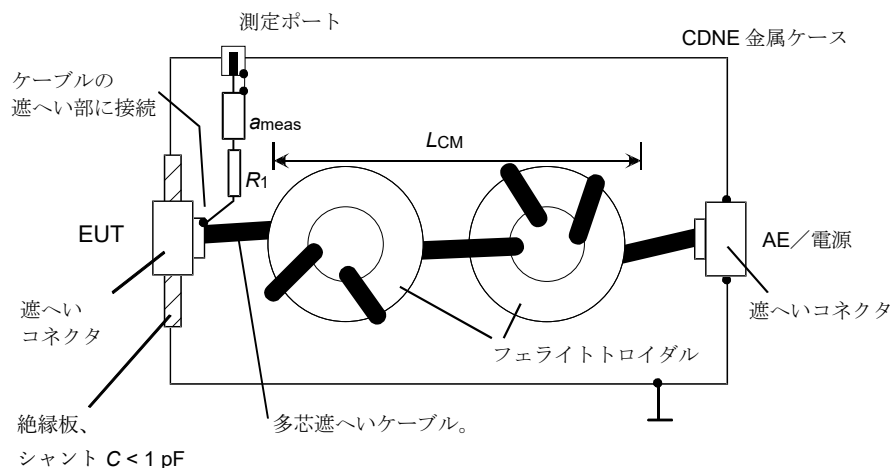
L = 活線

注) 「AE/電源」には、AC電源、DC電源と同様に、制御/通信線を含むことができる。

図 J.2 - 少なくとも 6 dB の内部減衰器 a_{meas} を備えた CDNE-M2

J.2 CDNE-Sx

図 J.3 は、遮へいケーブル用の CDNE-Sx の例を示す。



凡例：

$R_1 = 100 \text{ } \Omega$

$L_{\text{CM}} > 10 \text{ } \mu\text{H}$

$a_{\text{meas}} \geq 6 \text{ dB}$

注) 「AE/電源」には、AC電源、DC電源と同様に、制御/通信線を含むことができる。

図 J.3 - x本の内部導線と少なくとも 6 dB の内部減衰器を備えた遮へいケーブル用 CDNE-Sx

付則 K (規定)

Δ-AN パラメータの測定

Δ-AN の典型的な特性のほとんどは、この付則 E にある不平衡擬似回路網 (AAN) での測定の指示に従って測定される。

Δ-AN の EUT ポートでの CM インピーダンスは、図 E.2 に従って測定される。

Δ-AN の EUT ポートでの DM インピーダンスの測定のため VNA の正規化のためのブロック図及び DM インピーダンスの測定のためのブロック図をそれぞれ図 K.1 及び図 K.2 に示す。

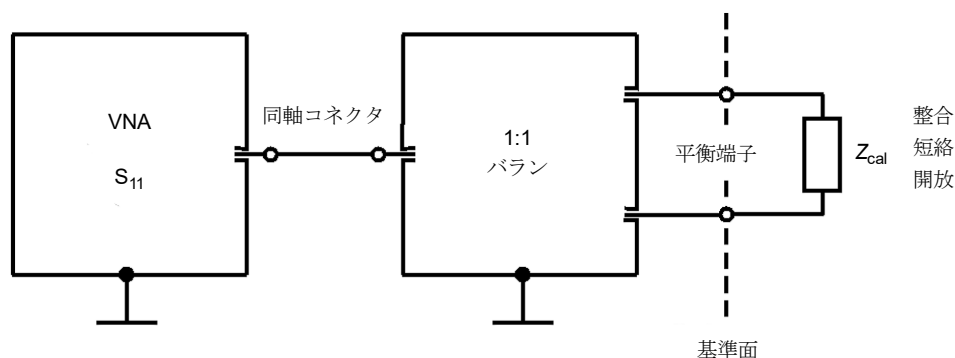


図 K.1 - VNA の正規化のためのブロック図

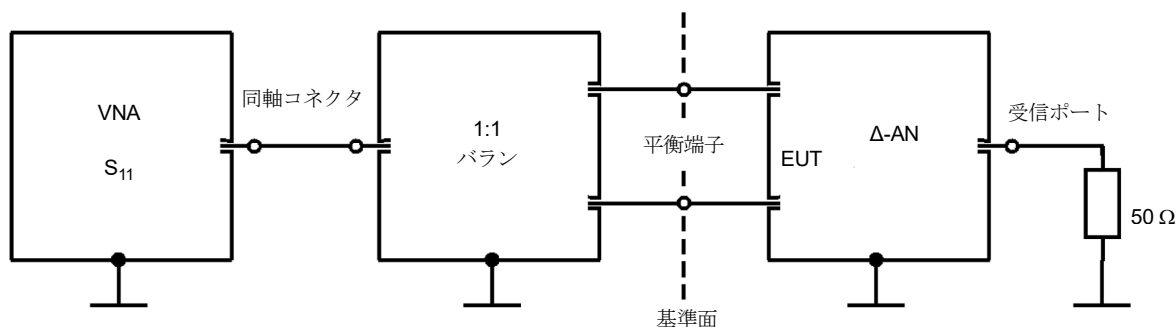


図 K.2 - DM インピーダンスの測定のためのブロック図

Δ-AN の LCL は、図 E.5 に従って測定される (ただし、DM インピーダンスが 100 Ω ではなく 150 Ω の抵抗値に変更されている)。

外部電源又は負荷に接続するための EUT ポートと AN のポート間の CM 挿入損失は、図 E.6 に従って測定される。

外部電源又は負荷に接続するための EUT ポートと AN のポート間の DM 挿入損失は、図 E.7 に従って測定される。

CM 測定の電圧分割係数は、図 E.8 に従って測定される。

DM 測定の電圧分割係数は、図 K.5 に従って測定されたバラン損失を考慮に入れて、図 K.3 及び図 K.4 に従って測定される。

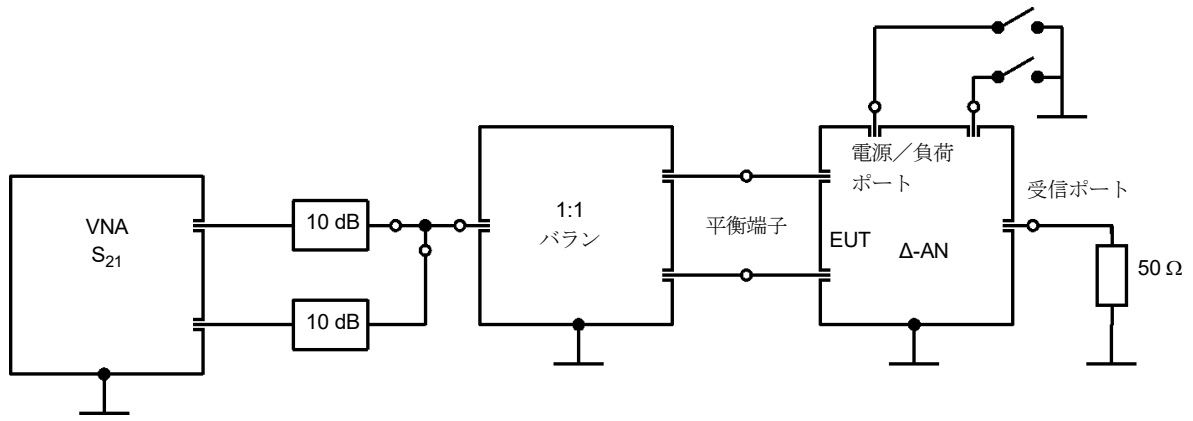


図 K.3 - 試験システム正規化のためのブロック図

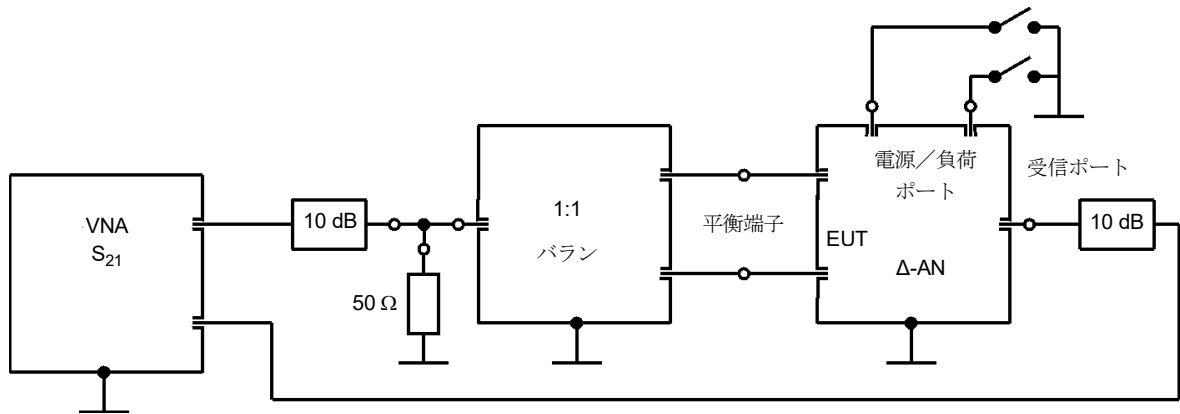


図 K.4 - DM 電圧分割係数測定のためのブロック図

電圧分割係数は、AE ポート端子を開放状態と短絡状態の両方で測定する必要がある。図 K.4 に従って測定された電圧分割係数から、図 K.5 に従って測定された 1:1 バランの挿入損失を差し引く。

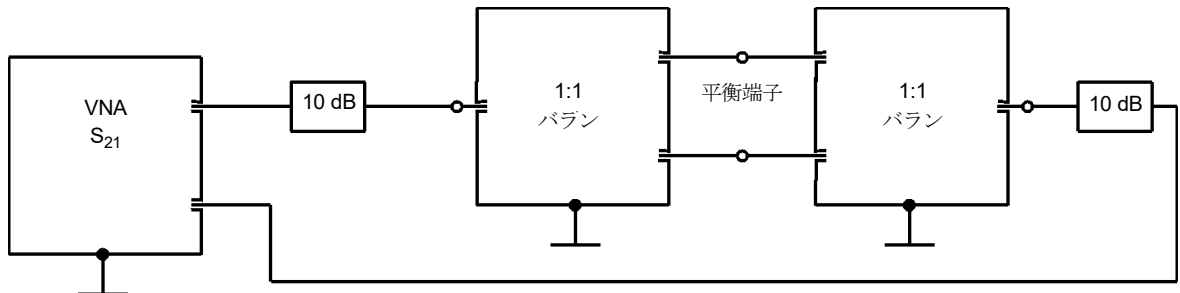


図 K.5 - 二つの同一のバランの挿入損失を測定することによって、バランの挿入損失を測定するためのブロック図

参考文献

- [1] CISPR 16-2 (all parts), *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity*
- [2] CISPR/TR 16-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*
- [3] CISPR 16-4 (all parts), *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4: Uncertainties, statistics and limit modelling*
- [4] CISPR/TR 16-4-1:2009, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests*
- [5] 平成 27 年 12 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「マルチメディア機器の電磁両立性 – エミッション要求事項 –」)
- [6] ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*
- [7] ITU-T Recommendation G.117, *Transmission aspects of unbalance about earth*
- [8] ITU-T Recommendation O.9, *Measuring arrangements to assess the degree of unbalance about earth*
- [9] MACFARLANE, I.P., A Probe for the Measurement of Electrical Unbalance of Networks and Devices, *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, Feb. 1999, Vol.41, No.1, p.3-14.
- [10] MIT Staff, *Magnetic Circuits and Transformers*, John Wiley & Sons, Inc., New York, N.Y., 1947.

国際規格(CISPR 16-1-2 第 2.1 版)と一部答申との比較

番号	該当項	国際規格	一部答申	相違点概要及び理由
1	序文	なし	本編は、国際規格CISPR 16-1-2(第 2.1 版、2017-11)に準拠し、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置 -伝導妨害波-」に関する技術的条件及び性能評価法について定めたものである。平成 19 年情報通信審議会答申「無線妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件」に記載されている第 2 編:補助装置－伝導妨害波に関する規定は、本編で置き換える。 本編は、第 1 章～第 9 章、付則 A、付則 E、付則 F 及び付則 K(規定)並びに付則 B～付則 D、付則 G 及び付則 H～付則 J(情報)で構成される。	本編の引用規格を明確にするために記載する。
2	2 引用規格	<u>CISPR 16-1-1:2010, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 1 編:無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置－測定用受信機</u>	(1) 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申,(諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 1 編:無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置－測定用受信機－」)	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
3	2 引用規格	<u>CISPR 16-2-1:2014, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 第 2 部－第 1 編:伝導妨害波の測定法</u>	(2) 令和 4 年 2 月 情報通信審議会答申,(諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法」)	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
4	2 引用規格	<u>CISPR 16-4-2, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 2 編:不確かさ、統計及び許容値のモデル－測定装置の不確かさ</u>	(3) 令和元年 10 月 情報通信審議会答申(諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 2 編:不確かさ、統計及び許容値のモデル－測定装置の不確かさ－」)	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。

5	2 引用規格	IEC 60050 (全ての部), <u>電気技術用語 (<http://www.electropedia.org>で利用可能)</u>	(4) IEC 60050 (全ての部), <u>国際電気技術用語 (IEV)</u>	CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。 ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
6	2 引用規格	IEC 61000-4-6:2008, <u>電磁環境両立性 (EMC) 第 4 部 - 第 6 編: 試験及び測定技術 - 無線周波電磁界によって誘導する伝導妨害に対するイミュニティ</u>	(5) JIS C 61000-4-6 (2017), <u>電磁両立性 - 第 4 - 6 部: 試験及び測定技術 - 無線周波電磁界によって誘導する伝導妨害に対するイミュニティ</u>	CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。 ただし、対応する JIS 規格に変更し、かつ引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
7	3.2 略号	<u>NWA (ネットワークアナライザ)</u>	<u>VNA (ベクトルネットワークアナライザ)</u>	CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。 ネットワークアナライザは、ベクトルネットワークアナライザを使用するため、誤解を招かないように略語を VNA とする。
8	4.7 (削除) 150 Ω V 型擬似電源回路網		4.7.3 項は削除	CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。 4.7.3 項は 4.9 節と重複しており不要とした。
9	4.8 分離		4.8.2 項に図 4A を追加	CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。 4.8.2 項の付則 H (技術的情報) の図 H.1 を参照すると要求事項でないと誤解を招く可能性があるため、図 4A として追加し、注に“さらなる情報は、付則 H を参照のこと。”と記載する。
10	4.9 電流容量と直列電圧降下			CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。

			“V-AMN及びΔ-AN”とΔ-ANを追加	4.7.3 項と同じ要求事項のため、上位となる本節に分かりやすくまとめた。
11	4.10 基準接地導体への接続の変更		図 5 の凡例 R5 を R3 に修正 図 6 の 150 Ω V-AMN を参照する記載を削除	CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。 ただし、図 5、図 6 の誤記を修正する。
12	5.1.3 特性		「パルス応答」と「伝達インピーダンスの許容範囲」を削除	CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。 ただし、“パルス応答”と“伝達インピーダンスの許容範囲”は、国際規格にて検討中のため、現行一部答申と同様に削除する。
13	6.2.2 インピーダンス	<u>(このインピーダンスは、CISPR 150 Ω V-AMN 擬似電源回路網と同一である。4.5 節参照)。</u>	ただし、「 <u>(このインピーダンスは、CISPR 150 Ω V-AMN 擬似電源回路網と同一である。4.5 節参照)。</u> 」を削除	CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。 ただし、4.6 節で 150 Ω V-AMN は削除されているため、削除する。
14	7.2 AAN (または、Y 型回路網) に関する要求性能	図 10 a) の注 3) なし 表 5 の 8) 参考文献 [5] は、CISPR 22 表 5 の注記 b)	図 10 a) に注 3) を追加 表 5 の 8) の参考文献 [5] を CISPR 32 に対応する一部答申に変更 表 5 の注記 b) の一部文章削除	CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。 注 3) は、a) の図は概念図であるが、他にも方法 (CISPR 32 Ed.2.1 では既に追加されている) があるため、ここでは注を追加する。 CISPR 22 は廃版のため、CISPR 32 に対応する一部答申を参考文献とする。 CISPR と IEC77B の考え方が記載されており、一部答申としては、関係ないため削除する。

15	付則 A A.8 V-AMN の電圧分割係数の測定	<u>150 Ω V-AMN については、EUT 端子と測定用受信機端子の間の電圧分配、例えば 150 Ω / 50 Ω、を考慮に入れることが望ましい。</u>	削除	4.6 節で 150 Ω V -AMN は削除されているため、削除する。
16	付則 B B.4 電流プローブの代表的な周波数応答特性	図 B.3 - 代表的な電流プローブの周波数応答特性	図 B.3 の三つの図にタイトルを追加 a) <u>100 kHz から 100 MHz までの電流プローブの周波数応答特性</u> b) <u>30 MHz から 300 MHz までの電流プローブの周波数応答特性</u> c) <u>200 MHz から 1000 MHz までの電流プローブの周波数応答特性</u>	3つの図に各々タイトルがないため、分かりやすくするためにタイトルを追加する。
17	付則 B B.5.2 理論的モデル	B.5.2 理論的モデルなし 式 (B.4)～式 (B.7) 図 B.4 の a)	B.5.2 項の DM の理論的説明を修正 注 2)、注 3)を追加 式 (B.4)～式 (B.7)を変更 図 B.4 の a) の電流ルートを変更	DM の理論的説明が分かりにくく誤解を招くため、CM、DM を説明するために、 図 B.4 a) と式 (B.4)～式 (B.7)を修正する。さらに、注 2)と注 3)を追加し説明する。
		図 B.4 の b)	図 B.4 の b) の記号を試験機名に変更	図内の一部の凡例がないため、S を削除し、F (ハイパスフィルタ)、P (固定減衰器)、A (測定用受信機)として、記載した。また、EUT からの電流に変更した。
		<u>CM 電流の式に係数 2 があるため、CM 電流についてだけ、測定値に 6 dB の補正が必要である</u>	削除	図 B.4 a) で L 線と N 線を通る CM 電流を $I_c/2$ としたので、6 dB の補正は不要なので削除する。
18	付則 D D.2 装置の型式と構成	A 型:無線周波数帯の希望信号を伝達する同軸線路に無線周波同軸装置を用いる。構造の詳細を図 C.1 に示す。 <u>100 Ω の抵抗 (50 Ω の妨害信号源で、150 Ω の信</u>	A 型:無線周波数帯の希望信号を伝達する同軸線路に無線周波同軸装置を用いる。構造の詳細を図 C.1 に示す。 <u>150 Ω の信号源インピーダンスを 50 Ω の妨害波</u>	国際規格では重要事項が括弧書きとなっているため、括弧書きをやめ、本文とする。

		号源インピーダンスを作る)を、装置内の同軸出力コネクタの遮へいに接続する。	信号源で作り出すための 100 Ω 抵抗を、装置内の同軸出力コネクタの遮へいに接続する。	
19	付則 E E.2 不平衡擬似回路網 (AAN) の各パラメータの測定		図 E.4 において、L 回路側の Z を R _{sym} とする等の図内の記号及び凡例を修正	図内の記号及び凡例を整合させる。 CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。
20	G.5 パルス応答	<u>CISPR 16-1-1:2010</u>	引用規格 (1)	国際規格に対応する一部答申に変更する。
21	付則 H (情報) V-AMN の電源ポートと EUT/受信機ポートの間に最小減結合係数を導入する理由	したがって、AMN インピーダンスに対する電源インピーダンスの影響を 1%未満に保つには、 <u>40 dB の分離が必要である</u> (詳細な測定手順は 4.8 節に記載されている)。 <u>製造業者からの意見によると、40 dB の値は、例えば、電源ポート端子とグラウンド間のキャパシタの追加によって満足しない場合でも簡単に達成できると示されている。</u>	したがって、AMN インピーダンスに対する電源インピーダンスの影響を 1%以下に保つには、 <u>40 dB 以上の分離が必要である</u> (詳細な測定手順は 4.8 節に記載されている)。 削除	CISPR 16-1-2 第 2.1 版に整合する。 4.8 節の表 4 の最小分離の要求条に整合させ修正する。 製造業者の意見が述べられており、一部答申としては必要がないため、削除する。
22	参考文献	<u>[5] CISPR 22, Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement</u>	<u>[5] 平成 27 年 12 月 情報通信審議会答申、(諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「マルチメディア機器の電磁両立性 – エミッション要求事項 –」)</u>	廃版した CISPR 22 を併合した国際規格 CISPR 32 に対応する一部答申に変更及び追加する。
23	参考文献	<u>[6] CISPR/TR 16-4-3:2004</u> <u>[10] IEC 61010-1:2001</u> <u>[11] ITU-R Recommendation BS.468-4</u> <u>[12] JCGM 200:2012</u>	以下の参考文献を削除 <u>[6] CISPR/TR 16-4-3:2004</u> <u>[10] IEC 61010-1:2001</u> <u>[11] ITU-R Recommendation BS.468-4</u> <u>[12] JCGM 200:2012</u>	本文中に参考文献を引用していないため、削除する。

(注) 国際規格との整合の観点から、図表及び注の番号が連続していない箇所がある。

諮問第 3 号

「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」

のうち

「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件

伝導妨害波の測定法」

目次

序文	4
1 適用範囲	5
2 引用規格	5
3 用語、定義及び略号	5
3.1 用語及び定義	5
3.2 略号	11
4 被測定妨害波の分類	12
4.1 概要	12
4.2 妨害波の種類	12
4.3 検波器の機能	12
5 測定装置の接続	12
5.1 概要	12
5.2 補助装置の接続	12
5.3 基準大地との接続	13
5.4 EUT と AN との接続	14
6 測定における一般的な要求事項及び条件	15
6.1 概要	15
6.2 EUT 以外からの妨害波	15
6.3 連続性妨害波の測定	15
6.4 EUT の試験配置と動作条件	16
6.5 測定結果の解釈	19
6.6 連続性妨害波に対する測定時間及び周波数走査速度	20
7 周波数範囲 9 kHz から 30 MHz までの伝導妨害波測定	28
7.1 概要	28
7.2 測定用受信機などの測定装置	29
7.3 測定用補助装置	29
7.4 EUT の構成と測定方法	31
7.5 伝導妨害波測定に関する被試験システムの試験配置	49
7.6 設置場所における測定	53
8 妨害波の自動測定	54
8.1 自動測定における注意事項	54
8.2 一般的測定手順	55
8.3 事前測定	55
8.4 測定データの絞り込み	56
8.5 妨害波の最大値検出と最終測定	56
8.6 後処理と報告書の作成	56
8.7 FFT ベースの測定機器を用いた妨害波測定法	57
9 周波数範囲 30 MHz から 300 MHz における CDNE を使用した測定の配置と測定手順	57
9.1 概要	57

9.2 測定配置.....	57
9.3 測定手順.....	59
付則 A (情報) 電気機器と AMN の接続に関する手引き.....	61
付則 B (情報) スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用.....	68
付則 C (情報) 伝導妨害波測定に複数の検波器を使用したときの判定手順.....	71
付則 D (情報) 平均値検波器を使用する場合の周波数走査速度と測定時間.....	73
付則 E (情報) AN を使用する試験配置の改善指針.....	77
付則 F (規定) 適合性確認試験に用いるスペクトラムアナライザの妥当性の決定.....	81
付則 G (情報) 有線ネットワークポートの測定に関する基本的指針.....	82
付則 H (規定) 有線ネットワークポートの伝導妨害波測定に関する基本的指針.....	89
付則 I (情報) AAN 及び遮へいされたケーブルのための AN の例.....	97
参考文献	108

序文

本編は、国際規格 CISPR 16-2-1（第 3.1 版、2017-06）に準拠し、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法」に関する技術的条件を定めたものである。平成 23 年情報通信審議会答申「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置と測定法に関する規格」に記載されている伝導妨害波の測定法に関する規定は、本編で置き換える。

本編は、第 1 章～第 9 章、付則 A～付則 E、付則 G 及び付則 I（技術情報）並びに付則 F 及び付則 H（規定）で構成される。

無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法

1 適用範囲

本編は、周波数範囲 9 kHz ~ 18 GHz のうち、特に周波数範囲 9 kHz ~ 30 MHz における伝導妨害波の測定方法を規定する。CDNE は、300 MHz までの伝導妨害波測定の周波数範囲まで拡張されている。

2 引用規格

次の引用規格は、この文書の適用に当たって不可欠である。発行年を示した規格については、記載された版だけを適用する。発行年がない規格については、その規格の最新版（修正全てを含む）を適用する。

- (1) CISPR 14-1, 家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値と測定法
- (2) 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 1 編：無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置－測定用受信機－」)
- (3) 令和 4 年 2 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置 -伝導妨害波-」)
- (4) 令和元年 10 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 2 編：不確かさ、統計及び許容値のモデル－測定装置の不確かさ－」)
- (5) IEC 60050 (全ての部), 国際電気技術用語(IEV)

3 用語、定義及び略号

3.1 用語及び定義

本編のために、引用規格 (5) 及び次の用語と定義を適用する。

3.1.1 補助装置

測定用受信機又は（試験）信号発生器に接続され、供試装置（EUT）と測定又は試験装置との間の妨害波信号伝送に使用される変換器（例えば、電流及び電圧プローブ並びに擬似回路網）

3.1.2

擬似回路網

AN (artificial network)

電源回路網やその他の電源線又は関連装置の信号線から試験回路を分離し、測定用受信機で妨害波電圧を測定する際に、無線周波数 (RF) 帯で EUT に定義されたインピーダンスを与える回路網

注 1) この回路網には四つの基本的なタイプがある。一線大地間電圧を測定する V 型回路網 (V-AN)。平衡 (DM : differential mode, ディファレンシャルモード) 電圧と不平衡 (CM : common mode, コモンモード) 電圧を別々に測定するデルタ型回路網 (Δ -AN)。CM 電圧を測定する Y 型回路網 (Y-AN) 及び同軸 (遮へいケーブル) 回路網。

3.1.3

擬似電源回路網

AMN (artificial mains network)

RF 帯で定義されたインピーダンスを EUT に与えると同時に、測定用受信機に妨害波電圧を与え、かつ供給電源からその試験回路を分離する回路網

注 1) この回路網には二つの基本的なタイプがある。一線大地間電圧を測定する V 型回路網 (V-AMN)。平衡 (DM) 電圧と不平衡 (CM) 電圧を別々に測定する Δ 型回路網 (Δ -AMN)。

注 2) ラインインピーダンス安定化ネットワーク (LISN) と V-AMN は同じ意味で使用される。

3.1.4

関連装置

AE (associated equipment)

試験対象システムの一部ではないが、EUT を動作させるために必要な装置

3.1.5

不平衡擬似回路網

AAN (asymmetric artificial network)

平衡 (DM) 信号を排除しながら、非遮へい平衡信号線 (例えば、通信線) の不平衡 (CM) 電圧を測定 (または、注入) するために使用される回路網

注 1) AAN は通信回路網によって実現される不平衡負荷のシミュレーションを提供する AN (擬似回路網) である。

注 2) 「Y 型回路網」という用語は、AAN と同義語である。

注 3) AAN はイミュニティ試験にも使用することもできる。この場合、受信機の測定ポートは妨害波注入ポートとなる。

3.1.6

不平衡電圧 (コモンモード (CM) 電圧)

2 導体線の仮想中性点と基準大地との間の RF 電圧 (各線に関する一線大地間電圧のベクトル和の 1/2)。2 を超える多数の線に関しては、全ての線をまとめて規定の終端インピーダンスで接地し、その場所において電流変換器を用いて測定した基準大地に対する線全体の実効的な無線周波数妨害 (RFI) 電圧 (一線大地間電圧のベクトル和)

注 1) 低電圧 (LV) AC 電源ポートの場合、 V_a が電源端子の 1 つと基準大地との間のベクトル電圧であり V_b が他の 1 つの電源端子と基準大地との間のベクトル電圧である場合、不平衡電圧は V_a 及び V_b のベクトル和の半分 $(V_a + V_b) / 2$ である。

3.1.7

平衡電圧 (ディファレンシャルモード (DM) 電圧)

単相電源や通信線のツイストペア (撚り対線) の束などの 2 線又は多線回路において、接地電位の線を含まない任意の線間に現れる RF 電圧。DM 電圧と呼ばれることもある。

注 1) 低電圧 (LV) AC 電源ポートの場合、平衡電圧はベクトル差 ($V_a - V_b$) である。

3.1.8

一線大地間電圧

2 線又は多線回路における個々の線又は端子と基準大地との間に現れる RF 電圧

注 1) 一線大地間電圧は、V 型擬似電源回路網を使用して測定された電圧である。

3.1.9

周辺装置

AuxEq (auxiliary equipment)

試験対象システムの一部である周辺装置

3.1.10

妨害波測定用結合減結合回路網

CDNE (coupling decoupling network for emission) -X

周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までの妨害波測定用の結合減結合回路網。ここで、「X」は、非遮へい 2 線電源線、DC 又は制御ポートの場合は「M2」、非遮へい 3 線電源線、DC 又は制御ポートの場合は「M3」、内部線が x 本の遮へいケーブルの場合は「Sx」である。

注 1) CDNE-X の詳細については付則 J を参照

3.1.11

同軸ケーブル

一つ又は多くの同軸線を含むケーブル。このケーブルは、一般に、補助装置を測定装置又は信号発生器に整合接続するために用いられる。ケーブルの特性インピーダンスの規定値やケーブル伝達インピーダンスの最大許容偏差が規定されていること。

3.1.12

不平衡電流 (コモンモード (CM) 電流)

二つ以上の導線において、これらと交差する特定の仮想平面を通過する電流のベクトル和

3.1.13

連続妨害波

測定用受信機の間周波数 (IF) 出力段において、200 ms より長い持続時間の RF 妨害波であって、準尖頭値検波測定用受信機の値が直ちに減少しないもの

3.1.14

平衡電流 (ディファレンシャルモード (DM) 電流)

二つ以上の導体が貫く仮想平面上の指定した断面において、指定した任意の二つの活線導体に流れる電流のベクトル差の半分

3.1.15

不連続妨害波

計数クリックの測定において、測定用受信機の IF 出力段において、200 ms より短い持続時間の妨害波であって、準尖頭値検波測定用受信機の指示計に過渡的な振れを起こすもの

注 1) インパルス妨害波については引用規格 (5) を参照

3.1.16

エミッション

ある発生源から電磁エネルギーが放出する (電磁) 現象

注) 製品群規格では、物理量である妨害波と同義で使われることがある。

3.1.17

妨害波許容値

電磁妨害波源の規定された最大妨害波レベル

3.1.18

供試装置

EUT (equipment under test)

EMC (エミッション) 適合性試験の対象となる装置 (デバイス、機器又はシステム)

3.1.19

測定時間、周波数掃引時間及び周波数走査時間

3.1.19.1

測定

ある量に合理的に結び付けることが可能な一つ以上の量の値を、実験的に得るプロセス

3.1.19.2

測定時間

T_m

単一周波数における測定結果を求めるための、有効かつ、ひとまとまりとみなせる時間

- 尖頭値検波器では、信号包絡線の最大値を検出するための実質的な時間
- 準尖頭値検波器では、重み付けされた包絡線の最大値を測定するための実質的な時間
- 平均値検波器では、信号包絡線の平均値を測定するための実質的な時間
- 実効値検波器では、信号包絡線の実効値を測定するための実質的な時間

3.1.19.3

周波数走査

ある周波数幅にわたる連続的又は離散的な周波数変化

3.1.19.4

周波数幅

Δf

周波数掃引又は走査の開始周波数と終了周波数との差

3.1.19.5

周波数掃引

ある周波数幅にわたる連続的な周波数変化

3.1.19.6

周波数掃引時間又は周波数走査時間

T_s

周波数掃引又は周波数走査における開始周波数から終了周波数までの時間

3.1.19.7

周波数掃引速度又は周波数走査速度

周波数幅を周波数掃引時間又は周波数走査時間で割ったもの

3.1.19.8

観測時間

T_o

複数回の周波数掃引又は周波数走査の場合、ある周波数における測定時間 T_m の合計

注 1) 周波数掃引又は周波数走査の回数を n とすれば、 $T_o = n \times T_m$

3.1.19.9

全観測時間

T_{tot}

スペクトル全体を見るための実効時間（単一又は複数回の掃引）

注 1) 1 回の周波数掃引又は周波数走査当たりのチャンネル数（周波数幅／分解能帯域幅）を c とすれば、

$$T_{\text{tot}} = c \times n \times T_m$$

3.1.20

測定用受信機

プリセレクタの有無にかかわらず、引用規格 (2) に適合した、同調形電圧計、EMI 受信機、スペクトラムアナライザ、高速フーリエ変換を用いた測定器（FFT 型測定器）など

注 1) 詳細については引用規格 (2) の付則 I を参照

3.1.21

単位時間当たりの掃引数

n_s

掃引時間及び再掃引までの処理時間の和の逆数、即ち $1 /$ （掃引時間＋再掃引までの処理時間）

注 1) 例えば 1 秒あたりの掃引数

3.1.22

製品規格

目的を確実に果たすために、製品又は製品群が満たさなければならない要求事項を規定する規格

3.1.23

保護接地

システム内、設備内又は装置内の 1 つ又は幾つかのポイントを電気的安全の目的のために接地すること

3.1.24

基準大地

基準電位を与える接続位置

注 1) 伝導妨害測定システムでは、基準大地は 1 つしか存在しない。

3.1.25

基準大地面

RGP (reference ground plane)

共通の基準として使用され、EUT の周囲との再現可能な寄生容量に寄与する、基準大地と同じ電位にある導電性の面

注 1) RGP は、伝導妨害波の測定に必要であり、一線大地間及び CM 妨害波電圧の測定の基準として機能する。

注 2) 一部の規格では、「基準接地」という用語が「基準大地」の代わりに使用される。

3.1.26

試験

提供された製品、方法又は規定された手順によるサービスの一つ又はそれ以上の特性を決定するための技術的な作業

注 1) (対象とする) 案件の特性又は性質を測定又は分類するために、(対象とする) 案件に環境条件と動作条件及び／又は要求条件に基づく試験が実行される。

3.1.27 試験配置

妨害波レベルが測定される EUT の規定された測定配置を提供するための組合せ

3.1.28 総コモンモードインピーダンス (TCM インピーダンス)

テスト中の EUT ポートに接続されたケーブルと RGP 間のインピーダンス

注 1) 完全なケーブルは回路の一つの線と見なされ及び大地面は回路のもう一つの線として見なされる。このコモンモードは電気エネルギーの伝送モードであり、ケーブルが実際の使用で露出している場合、電気エネルギーの放射につながる可能性がある。逆に、これは外部の電磁界にケーブルを暴露することから生じる主要なモードである。

3.1.29 重み付け

無線受信に対する干渉の影響に対応する指示値を表すために、尖頭値検波したインパルス電圧レベルを変換（多くは減衰）すること。これは、パルス繰り返し周波数（PRF）に依存する

注 1) 干渉の影響は、アナログ受信機においては、精神的な不快感であり、主観的な量である（これは、音声又は映像にかかわる量で、通常は口述テキストの誤りとは異なる）。

注 2) 干渉の影響は、デジタル受信機においては、完全な誤り訂正を行うために必要な限界のビット誤り率（BER、BEP）又は別の客観的で再現性のあるパラメータによって定められる客観的な量である。

3.1.29.1 重み付けされた妨害波測定

重み付け検波器を使用した妨害波の測定

3.1.29.2 重み付け特性

特定の無線通信システムに対して、周波数の異なる繰り返しパルスに対してある一定の影響を与えるために必要な尖頭値電圧レベルで、パルス繰り返し周波数の関数で表される。パルスの影響は無線通信システム自身の特性によって異なる。

3.1.29.3 重み付け検波器

合意された重み付け関数（特性）を満足する検波器

3.1.29.4 重み付け係数

基準となるパルス繰り返し周波数又は基準となる尖頭値に対する相対的な重み付け関数の値

注 1) 重み付け係数は dB 単位で与えられる。

3.1.29.5 重み付け関数又は重み付け曲線

重み付け検波器を有する測定用受信機が一定のレベルを指示するために必要な、入力パルスの尖頭値電圧とパルス繰り返し周波数（PRF）との間の関係。すなわち測定用受信機の繰り返しパルスに対する応答と逆の特性を表す曲線

3.1.30 縦方向変換損失（不平衡減衰量） LCL (Longitudinal conversion loss)

1 又は 2 ポートの回路において、回路の端子の接続線に存在する縦方向（不平衡）信号によって、その端子に誘起する希望しない横方向（平衡）信号の程度を表す尺度

注) LCL の単位は、dB で表される。

3.2 略号

本規格では、3.1 節で提示されていない次に示す略号を使用する。

CCM	Converted common mode	変換コモンモード
CM	Common mode	コモンモード
CMAD	Common mode absorption device	コモンモード吸収デバイス
CVP	Capacitive voltage probe	容量性電圧プローブ
CW	Continuous wave	連続波
DM	Differential mode	ディファレンシャルモード
DMR	Differential mode rejection	ディファレンシャルモード抑制
Δ -AN	Artificial Δ -network	Δ -AN (擬似回路網) (“ Δ ” は “デルタ “と呼ぶ)
EMC	Electromagnetic compatibility	電磁両立性
EMI	Electromagnetic interference	電磁妨害
FFT	Fast Fourier transform	高速フーリエ変換
GCPC	Grid connected power convertor	系統連系電力変換装置
IF	Intermediate frequency	中間周波数
ISM	Industrial, scientific and medical	工業、化学及び医学
LV	Low voltage	低電圧
OATS	Open area test site	野外試験場 (オープンエリアテストサイト)
PE	Protective earth	保護接地
PRF	Pulse-repetition frequency	パルス繰り返し周波数
RC	Resistor-capacitor	抵抗キャパシタ
RF	Radio frequency	無線周波数
RFI	Radio frequency interference	無線周波数妨害 (または無線周波数干渉)
SOLT	Short-open-load-through (calibration method)	SOLT (短絡- 開放- 整合- 通過) 校正法
UM	Unsymmetric mode	一線大地間
V-AMN	Artificial mains V-network	V-AMN (擬似電源回路網)
V-AN	Artificial V-network	V-AN (擬似回路網)
VDF	Voltage division factor	電圧分割係数
VDU	Video display unit	ビデオディスプレイユニット
Y-AN	Artificial Y-network	Y-AN (擬似回路網)

4 被測定妨害波の分類

4.1 概要

本章では、種々の妨害波を分類し、それらの測定に対して適切な検波器について述べる。

4.2 妨害波の種類

妨害波は、無線線妨害の評価と測定を行う際のスペクトル分布、測定用受信機の帯域幅、継続時間、発生頻度並びに迷惑の程度に依存する物理的及び精神物理学的（物理的刺激と知覚応答との間の心理学的な関係を意味する）理由によって次のタイプに区分される。

- a) 狭帯域連続妨害波：例えば、ISM 装置における RF エネルギーの意図的利用に伴って発生する基本波及び高調波のような妨害波であり、測定用受信機の帯域幅より広い周波数間隔の独立した線スペクトルからなる。このため、b) とは異なり、測定帯域幅内に一つの線スペクトルだけが入り、これが観測される。
- b) 広帯域連続妨害波：例えば整流子モータからの妨害波のように、通常、繰り返しパルス的で非意図的に発生する妨害波。この繰り返し周波数は測定用受信機の帯域幅よりも低いいため、測定帯域幅内に複数の線スペクトルが入り、これが観測される。
- c) 広帯域不連続妨害波：例えばサーモスタット又は 1 Hz より低い繰り返し率（30 回 / 分より低いクリック率）のプログラム制御による機械的・電氣的スイッチング動作によって非意図的に発生する妨害波。

b) と c) の周波数スペクトルは、孤立（1 個の）インパルスの場合は連続スペクトルとなり、繰り返しインパルスの場合は不連続スペクトルとなる。双方のスペクトルは、引用規格 (2) に規定される測定用受信機の帯域幅よりも広い周波数範囲に広がっている。

4.3 検波器の機能

妨害波の種類に従って次の検波器を有する測定用受信機を用いて測定を行うことができる。

- a) 平均値検波器は、通常、狭帯域の妨害波及び信号の測定に用いる。特に、狭帯域妨害波と広帯域妨害波との識別に用いる。
- b) 準尖頭値検波器は、ラジオ聴取者に対する音声周波数妨害評価のために、広帯域妨害波の重み付け測定に使用する。しかし、狭帯域妨害波に関しても利用できる。
- c) 実効値－平均値検波器は、インパルス妨害波がデジタル無線通信サービスに与える影響を評価するために、広帯域妨害波の重み付け測定に使用する。ただし、狭帯域妨害波測定にも利用できる。
- d) 尖頭値検波器は、狭帯域又は広帯域妨害波測定のどちらにも利用できる。

これらの検波器を組み込んだ測定用受信機については引用規格 (2) で規定している。

5 測定装置の接続

5.1 概要

本章では、測定装置、すなわち測定用受信機と擬似回路網 (AN)、電圧プローブ及び電流プローブ (CP) のような補助装置の接続について述べる。

5.2 補助装置の接続

測定用受信機と補助装置の間の接続ケーブルは、（例えば、同軸ケーブルのように）遮へいされてい

なければならない。また、その特性インピーダンスは、測定用受信機の入力インピーダンスと整合すること。測定結果には接続ケーブルの減衰量を考慮すること。

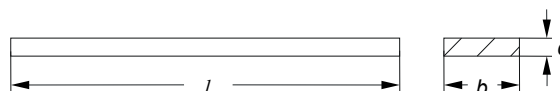
補助装置の出力は規定のインピーダンスで終端すること。例えば、ANのEUTポートにおけるインピーダンスを規定の許容偏差内に納めるために、AN出力と測定用受信機入力間に最低10dBの減衰器を挿入すること。この減衰器はANの中に組み入れてもよい。測定用受信機の入力回路を保護するために、過大入力保護回路を使用することが望ましい。保護回路は、入力回路の非線形動作を防止するために、受信機の最大許容レベルを考慮して設計されていること。

5.3 基準大地との接続

ANは、RFにおいて低インピーダンスで基準大地に接続すること。例えば、ANの筐体を基準大地若しくは遮へい室の基準壁面に直接接続するか、又はできるだけ短く幅広い低インピーダンス導体を介して接続すること（例えば、長さとの幅の比を3:1以下とし、30MHzで約10Ω以下になるようにインダクタンスは約50nH以下とする）。付則Eで説明する電圧分割係数の測定を実施することが望ましい。これは、ANの接地における接地線路の共振を見つけるのに有効である。

注1) 長さ $l = 30$ cm、幅 $b = 3$ cm、厚さ $c = 0.02$ cm の矩形断面をもった導体（下図を参照）は約210 nHのインダクタンス L を有することになり、上記の値を超える（30 MHzで、リアクタンスは約40 Ωになる）。 L の値は次の式で計算できる。

$$L = 2 \times \ln \left(\frac{2l}{b+c} + 0.5 + 0.22 \frac{b+c}{l} \right)$$



ここで、

L : 導体のインダクタンス、単位は nH

l, b, c : 導体の寸法、単位は cm

もし短い導体を用いて接続することができない場合は、可能な限り導体幅を広くすることによりインダクタンスを最小化できる。

一線大地間 (UM) 電圧又は端子電圧の測定及び CM 電圧の測定においては、基準大地を電圧測定の基準とすること。グラドループ（共通インピーダンス結合）を形成しないように注意すること。グラドループの存在は測定の再現性に悪影響を与えるが、これは、測定配置においてグランド接続された機器に触れた場合に影響があるか否かで判別できる。このような影響は、PE 導体を有するクラス I 機器の測定装置（例：測定用受信機や接続されるオシロスコープ、アナライザ、レコーダ等）においても観測されるので注意することが望ましい。

注3) 測定配置の構成要素に触れた場合に影響が発生する場合、すなわち触れた場合に測定値が変動する場合は、有害なグラドループを検知可能である。

測定装置は、ANが基準大地と一つの高周波接続だけを有するようにするため、高周波分離がとれていること。この高周波分離は、高周波チョークや絶縁トランスを用いるか、測定装置への電源供給を電池で行うことによって達成可能である。図1に、3台のAMNを使用する場合に絶縁トランスを用いてグラドループの発生を避ける場合の、推奨測定配置の例を示す。同図において、もし測定用受信機が接地されていれば、測定用受信機とAMN間の高周波接続ケーブルはグランド接続として作用する。このため測定用受信機の電源入力に絶縁トランスが必要となる。または、もし測定用受信機が遮へい室の外に在る場合は、接続ケーブルに外皮電流を抑圧するための措置が必要となる。各AMNはこのように

も適用される。

6 測定における一般的な要求事項及び条件

6.1 概要

無線周波妨害波測定は、引用規格 (4) で規定された不確かさの要素を考慮して、次のように行うこと。

- 再現性があること、すなわち、測定場所及び環境条件、特に周囲雑音に影響されないこと。
- 相互に影響を及ぼさないこと、すなわち、測定装置に EUT を接続することによって、EUT の機能や測定装置の精度に影響を及ぼさないこと。

これらの必要事項は次の条件を遵守することによって満たされる。

- a) 所望の測定レベル、例えば対象とする妨害波許容値レベルに対して、十分な信号対雑音比があること。
- b) 測定配置、EUT の終端、EUT の動作状態は、規定に従っていること。
- c) 供給電源端子に対して電圧プローブ測定を行う場合、測定プローブのインピーダンスは、引用規格 (3) で規定された $1.5 \text{ k}\Omega$ であること。他の端子に対する測定に対しては、高インピーダンス回路に過大な負荷をかけないために、より大きなインピーダンス（例えば、アクティブ型の電圧プローブなど）が必要となることもある。
- d) 電流プローブによる測定では、引用規格 (3) に規定されているとおり、挿入インピーダンスは 1Ω 以下であること。

6.2 EUT 以外からの妨害波

6.2.1 概要

測定時の周囲雑音に関する信号対雑音比については、次の必要条件に合致すること。なお、周囲雑音の規定されたレベルを超える場合には、そのレベルを試験報告書に記載すること。

6.2.2 適合性確認試験

試験場においては、EUT からの妨害波と周囲雑音を識別できること。周囲雑音の大きさは、規定された許容値よりも少なくとも 20 dB 低くするのが望ましい。設置場所試験では、周囲雑音の大きさは規定された許容値よりも少なくとも 6 dB 低くするのが望ましい。この場合、妨害波と周囲雑音の合成値は許容値を超えないこと。もし妨害波と周囲雑音の合成値が許容値を超える場合は、例えば測定帯域幅を狭くする、周囲雑音のキャンセルを施す、測定周波数を変化させる等の方法を適用することが必要となる。周囲雑音の要求事項に対する試験場所の適合性は、被試験装置が非動作時に周囲雑音の大きさを測定することによって決定できる場合がある。

6.3 連続性妨害波の測定

6.3.1 狭帯域連続妨害波

測定用受信機は被測定妨害波の周波数に同調しておき、その周波数が変動した場合再同調を行うこと。

6.3.2 広帯域連続性妨害波

レベルが変動する広帯域連続妨害波を評価する際は、再現性のある測定値の最大値を見つけること。詳しくは、6.5.1 項を参照。

6.3.3 スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用

スペクトラムアナライザや周波数走査型測定用受信機は、妨害波測定、特に、測定時間の短縮に有効

である。ただし、測定機器の次の特性について特に配慮すること。尖頭値、平均値及び準尖頭値検波に関する過負荷特性、直線性、選択性、パルス応答、周波数走査速度、妨害波を捕捉できる確率、感度、振幅の精度。これらの特性については付則 B で詳述する。

6.4 EUT の試験配置と動作条件

6.4.1 EUT の一般的な配置

6.4.1.1 概要

製品規格に特に指定されていない場合、EUT は次に述べるように配置すること。

EUT は典型的な使用形態に従って設置し、配置し、かつ動作させること。実用的な設置形態が製造業者によって指定又は推奨されている場合、可能な場所においてはその設置形態を試験配置に用いること。この配置は通常の設定形態の典型的なものであること。接続ケーブル、負荷及び機器は、EUT の接続端子の各々の型式ごとに少なくとも 1 個は接続すべきであり、実行できる場合には、各ケーブルは実使用状態における典型的な装置で終端すること。

同じ型式の接続端子が複数ある場合、事前測定の結果に基づいて接続ケーブル、負荷及び機器を EUT に接続すること。接続するケーブル又は導線の実数の数は、追加によって妨害波レベルに重大な影響を及ぼさない、例えば 2 dB 未満の変動であれば更なる追加は不要である。ただし、その時に EUT の許容値への適合が維持されていること。接続端子の構成と負荷状態の選択に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

接続ケーブルはそれぞれの機器で指定された型式及び長さとするのがよい。ケーブルの長さが変わり得る場合は、最大妨害波となる長さを選択すること。

許容値に適合させるために、遮へい又は特殊なケーブルを試験中に用いている場合、こうしたケーブルの使用が必要であることをアドバイスするために、注記を取扱説明書に記載すること。

各ケーブルが余分に長い場合は、それぞれのケーブルをほぼ中央で 30 cm から 40 cm までの長さの束にすること。ケーブルが太い又は堅いために、ケーブルを束にすることができない場合は、ケーブルの余長の処置を正確に試験報告書に記載すること。

同一タイプのインターフェースポートが複数ある場合、もしケーブルの追加が測定結果に顕著な影響を与えないのであれば、このようなタイプの各ポートに 1 本のケーブルを接続することで十分である。

測定結果が再現できるよう、あらゆる測定結果はケーブルや機器の向きに関する一連の説明を試験報告書に記載すること。許容値に適合するために特別な条件を適用する場合は、それらの条件、例えばケーブル長、ケーブルの型式、遮へいや接地について明記し、これらの条件を使用者のための取扱説明書にも記載すること。

複数のモジュール（ドロー、プラグインカード、ボード等）が装着された装置は、典型的な設置状態を代表する組合せ及び幾つかのモジュールを用いて試験を行うこと。同一型式のボード又はプラグインカードの追加数は、これらの追加による妨害波レベルへの著しい影響がなく、すなわち 2 dB 未満の変動となることによって決定するのがよい。ただし、この状態において EUT の許容値への適合が維持されなければならない。選択したモジュールの数及び型式に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

幾つかの分離されたユニットで構成されるシステムの場合、代表的な最小構成とすること。試験配置に含まれるユニットの数と組合せは、典型的な設置状態を代表するものであること。ユニットの選択に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

EUT に含まれる評価対象の各装置において、各型式の少なくとも一つのモジュールが動作している

こと。EUT がシステムの場合、可能性のあるシステム構成において含まれ得る各型式の装置が EUT に含まれること。

型式の同じ複数のモジュールを有する EUT は、これらのモジュールの一つを有する構成での評価結果を適用することができる。

注) 同一のモジュールからの妨害波は、一般的には加算的ではないことが知られている。

EUT の大地面に対する位置は使用状態で生じるものと等価であること。したがって、床置型装置は大地面上に絶縁して設置され、卓上型装置は非導電性試験台上に設置される。

壁に掛ける又は天井に設置する装置は、卓上型 EUT として試験すること。この場合の装置の向きは、通常使用状態に一致すること。

上記で示された形態の装置の組合せについても、通常使用状態と一致するように配置すること。卓上型及び床置型の両方で運用できるように設計された装置は、通常の設置が床置型でない限り、卓上型装置の試験配置を用いて卓上型装置として試験すること。

EUT に接続されている信号ケーブルのうち、他方の端部が他のユニット又は周辺装置に接続されていないものは、製品規格に定義されている正しい終端インピーダンスを用いて終端すること。このような接続構成を規定する製品規格が存在しない場合は、終端は EUT の製造業者が規定し、試験報告書に記載すること。

試験場所の外に設置された周辺装置に接続されるケーブル又は他の接続は、床に向かって垂らし、その後、試験場から出る場所に向かって引き回すこと。

周辺装置は通常の設定状態に基づいて設置すること。これは、周辺装置を試験場に設置する場合には、EUT に適用し得るものと同じ条件（例えば、大地面からの距離や床置型装置の場合の大地面からの絶縁、ケーブルの物理的な配置）で配置することを意味する。

6.4.1.2 卓上型装置の配置

卓上での使用を意図する装置は非導電性試験台の上に配置すること。試験台の大きさは通常 1.5 m × 1.0 m とするが、最終的には EUT の水平方向の大きさに依存する。

ケーブルは通常使用状態のとおり配置すること。

ユニット間接続ケーブルは試験台の背後に垂らすこと。もし垂らしたケーブルが水平大地面（または、床）から 0.4 m より近づくならば、ケーブルの余長をケーブルの中心部分で 0.4 m 以下の長さで束ね、束ねた部分が少なくとも水平 RGP より 0.4 m 高い位置となるように配置すること。

電源入力ケーブルが 0.8 m より短い場合は（電源プラグと電源供給部が一体になったものを含む）、電源供給ユニットを試験テーブルの上に配置できるように延長ケーブルを用いること。延長ケーブルは電源ケーブルと類似した特性であること（導線数と接地接続の有無を含む）。延長ケーブルは電源ケーブルの一部として扱うこと。

上記の配置において、EUT とその電源関係の附属品（例えば、AC アダプタなど）との間のケーブルは、EUT とその構成要素との間の接続ケーブルと同様に試験台上に配置すること。

6.4.1.3 床置型装置の配置

EUT は、水平 RGP 上に通常使用する向きで、ただし、15 cm 以下で絶縁し、RGP と電氣的に接続しないように離して配置すること。

ケーブルは RGP から 15 cm 以下の距離で絶縁すること。装置に専用の接地が要求されている場合、その接地は水平 RGP に接合すること。

ユニット間接続ケーブル（EUT を構成するユニット間又は EUT と周辺装置間）は、水平 RGP に向かって、絶縁した状態を維持しつつ垂らすこと。余長部分は、ケーブル中央で 0.4 m 以下の長さで束ねるか又は重ならないように折り返して配線すること。ユニット間接続ケーブルの長さが、水平 RGP に垂らすほど長くはないが、水平 RGP に対して 0.4 m 以内に近づく程度のものである場合、余長部分はケーブルの中央で 0.4 m 以下の長さで束ねること。束ねた部分の位置は水平 RGP からの高さが 0.4 m となるようにするか又はケーブルの引き込み部又は接続点の高さが水平 RGP から 0.4 m 以内の場合は、それらと同じ高さとなるようにすること。

ケーブルラックを有する装置の場合、ケーブルラックの数は代表的な設置方法とすること。ケーブルラックが非導電性の場合、装置と装置に最も接近しているケーブルの間隔は 0.2 m 以上を維持すること。ケーブルラックが導電性の場合、装置とケーブルラックが最も接近する部分の最小間隔は 0.2 m とすること。

6.4.1.4 卓上型及び床置型の組合せ装置の配置

卓上型ユニットと床置型ユニットの間の相互接続ケーブルは、余長部分は 0.4 m 以下の長さで束ねること。束ねた部分の位置は水平 RGP から高さ 0.4 m となるようにするか又はケーブルの引き込み部若しくは接続点の高さが水平大地面から 0.4 m 以内の場合は、それらと同じ高さとなるようにすること。

6.4.2 正規の負荷条件

EUT の製品規格で規定された負荷条件又はその規定がなければ、製造業者の取扱説明書に指示されている負荷条件とすること。

6.4.3 動作継続時間

動作時間が指定されている EUT の場合は、その指示に従うこと。それ以外の場合、EUT は試験中動作し続けること。

6.4.4 慣らし運転／暖気運転の時間

試験を行う前の慣らし運転／暖気運転の時間は、これを定めない。しかし、EUT は確実に典型的な動作モードと動作条件（装置が動作温度に到達し、ソフトウェア等の読み込みが完了し、本来の動作を行う準備が完了する）となるように、十分な時間にわたって動作させておくこと。電動機を含む装置では、“慣らし運転”が必要である。ある種の EUT については、関連する製品規格に特別な試験条件が規定されることもある。

6.4.5 EUT の供給電源

EUT は、その定格電圧を供給できる電源で動作させること。複数の電圧で動作する EUT は、最大妨害波を発生する定格電圧で試験すること。例えば、測定中の電源電圧によって妨害波のレベルが大きく変化する場合、該当する製品規格の中で、追加測定を要求してもよい。

6.4.6 EUT の動作モード

EUT は、測定周波数帯域において製造業者が意図した使用条件の下で最大の妨害波を発生するように動作させること。

6.4.7 複合機能を有する装置の動作

ある製品規格の異なる節及び／又は異なる規格に同時に対象となるような複合機能を有する装置は、その内部を改変することなく実現できる場合は、それぞれの機能を別々に動作させて試験すること。こうして試験された装置は、それぞれの機能が適切な節及び／又は規格の要求条件を満足する場合、全て

の節及び／又は規格の要求条件に適合するとみなす。

それぞれの機能を別々に動作させることができない場合、特定の機能を切り離れた結果、主機能を完全に動作させることができなくなる場合又はそれぞれの機能を同時に動作させることで測定時間が短縮される場合は、必要な機能を動作させた状態で、相当する節及び／又は規格の規定を満足すればその装置は要求条件に適合したものとみなす。

6.4.8 最大妨害波となる EUT 配置の決定

事前の試験は、EUT は必要に応じて製品規格に基づいて配置してもよい。

事前の試験では、妨害波が許容値に対して最も高くなる周波数を決定すること。これは、EUT が典型的な動作条件で動作している間に、試験配置におけるケーブルの配置が典型的な設置条件を代表している状態で行うこと。

妨害波が許容値に対して最も高くなる周波数は、幾つかの重要な周波数帯における妨害波の調査によって決定すること。このことは、最大妨害波となりうる周波数を決定したこと、(最大妨害波に) 関連するケーブル、EUT の配置及び動作条件を決定したことの確信につながる。

6.4.9 測定結果の記録

$L-20$ dB、ここで L は dB(μ V) 又は dB(μ A) 単位の許容値レベル、を超える妨害波のうち、少なくとも許容値 L に対するマージンが小さい方から 6 番目までについて、妨害波レベルと周波数を記録すること。

加えて、試験報告書には引用規格 (4) に従って計算された、測定に用いた配置に対応する測定装置の不確かさを記録すること。

6.5 測定結果の解釈

6.5.1 連続性妨害波

連続性妨害波の測定結果の解釈は次の段階を適用すること。

- a) もし、妨害波の大きさが許容値近くで変動している場合には、測定ごとに少なくとも 15 秒の間、測定用受信機の指示を観測し、最も高い指示値を記録すること。幾つかの製品規格では、除外できる孤立クリックを規定している (引用規格 (1) 参照)。
- b) 妨害波レベルが全体として変動し、15 秒間に 2 dB を超える連続的増減がある場合は、妨害波レベルをそれ以上の時間にわたって観測すること。なお、そのレベルを EUT の通常の使用条件に従って、次のように解釈すること。
 - 1) EUT が頻繁にオン／オフ切替え動作をするか又は回転方向が反転するならば、各周波数における EUT の測定は、各測定の直前にオンへの切替えを行うか又は反転させ、各測定直後にオフの切替えを行うか又は回転方向の変更するのが望ましい。測定する各周波数において最初の一分間に得られた最大レベルを記録すること。
 - 2) EUT が、通常の使用状態において長時間動作するならば、試験完了まで動作させることが望ましい。各周波数において指示値が安定した後に (a) 項の規定に基づく)、その値を妨害波レベルとすること。
- c) もし、試験中に EUT の妨害波の様子が安定状態から不安定状態に変わる場合、その EUT は b) 項に従って試験すること。
- d) 測定は、関連する 製品規格に従って全ての周波数で行い、少なくとも最大指示値を示した周波数における値を記録すること。

6.5.2 不連続性妨害波

不連続性妨害波の判定及び測定は、引用規格(1)を参照。

6.5.3 妨害波の継続時間の測定

妨害波を正確に測定するため、また、不連続妨害波についてはその継続時間を特定するために、妨害波の継続時間を把握すること。妨害波の継続時間は次に示すいずれかの方法で測定してよい。

- 測定用受信機の間周波数の出力端子にオシロスコープを接続し時間領域で観測する。
- EMI 受信機又はスペクトラムアナライザで周波数幅無し（すなわち、ゼロスパンモード）で時間領域の妨害波を観測する。
- FFT ベースの測定用受信機の時間領域出力を用いる。

適切な測定時間を決定するためのガイダンスは 8.3 節に記載されている。

6.6 連続性妨害波に対する測定時間及び周波数走査速度

6.6.1 概要

手動測定、自動又は半自動測定のいずれにおいても、測定用受信機及び周波数走査型測定用受信機の測定時間及び周波数走査速度は、最大妨害波を測定するように設定しなければならない。特に事前測定に尖頭値検波器を用いる場合、測定時間及び周波数走査速度は、試験対象の妨害波の発生タイミングを考慮しなければならない。自動測定の実施に関する詳細な指針を第 8 章に示す。

6.6.2 最短測定時間

最短測定（滞留）時間を表 2 に示す。表 2 の周波数走査型測定用受信機及び FFT ベースの測定機器の最短測定（滞留）時間と表 1 のスペクトラムアナライザの最短周波数掃引時間は、CW 信号に適用される。表 1 の最短周波数走査時間は、全ての測定周波数帯域での測定向けに導出された。

表 1 - 尖頭値及び準尖頭値検波器での三つの CISPR バンドにおける最短周波数掃引時間
(スペクトラムアナライザ)

周波数帯域		尖頭値検波の 周波数掃引時間 T_S	準尖頭値検波の 周波数掃引時間 T_S
A	9 kHz ~ 150 kHz	14.1 秒	2820 秒 = 47 分
B	0.15 MHz ~ 30 MHz	2.985 秒	5970 秒 = 99.5 分 = 1 時間 39 分
C 又は D	30 MHz ~ 1000 MHz	0.97 秒	19400 秒 = 323.3 分 = 5 時間 23 分

表 2 - 四つの CISPR バンドに対する最短測定時間
(周波数走査型測定用受信機及び FFT ベース測定器)

周波数帯域		最短測定時間 T_m
A	9 kHz ~ 150 kHz	10.00 ms
B	0.15 MHz ~ 30 MHz	0.50 ms
C 又は D	30 MHz ~ 1000 MHz	0.06 ms
E	1 GHz ~ 18 GHz	0.01 ms

実際の準尖頭値測定において、妨害波の種類によっては、この周波数走査時間を増加しなければならないことがある。極端な場合、例えば測定すべき妨害波が定常的でない場合、1 周波数における測定時間 T_m を、15 秒に増加しなければならないこともある (6.5.1 項参照)。

平均値検波器における周波数走査速度と測定時間についての参照情報を付則 D に示す。

多くの製品規格では、適合性確認測定に準尖頭値測定を要求しているが、時間短縮手段 (第 8 章参照) を適用しない場合、これは非常に時間を要する。事前測定 (尖頭値での周波数走査) によって妨害波を検出し、時間の短縮を図ることができる。自動走査中に断続的な信号などを見落とさないように 6.6.3 項から 6.6.5 項までを考慮すること。

6.6.3 周波数走査型測定用受信機の周波数走査速度とスペクトラムアナライザの掃引速度

周波数帯域全体を自動走査する際に、信号 (測定すべき妨害波) の見落としを防止するために、次の二つの条件のいずれかを満足する必要がある。

- a) 単一掃引の場合：各周波数点における測定時間は、断続信号に対してはそのパルス間隔より長くなければならない。
- b) 複数回掃引 (最大値保持) の場合：各周波数点における複数回観測の全時間は、断続信号に対してはそれを検出できるよう十分に長くすることが望ましい。

周波数走査速度は、測定機器の分解能帯域幅及びビデオ帯域幅の設定によって制限される。測定機器の設定状態に対して早すぎる掃引速度を選択すると、誤った測定結果が得られる。したがって、選択された周波数幅に対して十分長い掃引時間を選ぶ必要がある。断続的な信号は、各周波数において十分長い観測時間を持つ単一扫引か、最大値保持機能による複数回掃引によって検出できる。通常、未知の妨害波全体を観察するためには、後者が非常に効率的である。表示されたスペクトルが変化している限り、未発見の断続信号がまだ表示されていない可能性がある。観測時間は、妨害波が発生する周期に応じて選ばなくてはならない。場合によっては、同期効果を避けるために周波数掃引時間を変化させる必要がある。

スペクトラムアナライザ又は周波数走査型測定用受信機で尖頭値検波を用いる場合、測定の際の最短周波数掃引時間は、測定機器の設定条件によって、二つの異なる場合に分けて選択しなければならない。すなわちビデオ帯域幅を分解能帯域幅より広く設定した場合は、周波数幅 Δf を掃引するのに要する最短時間 $T_{s \min}$ は次式で計算できる。

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}})^2 \quad (1)$$

ここで、

$T_{s \min}$	最短周波数掃引時間
Δf	周波数幅
B_{res}	分解能帯域幅
k	分解能を規定するフィルタの形状に関する比例定数。多段同調による近似ガウシアンフィルタでは 2 から 3 までの間の値をとる。スタガ同調による近似方形フィルタでは、10 から 15 までの間の値をとる。

注) k の実際の値は測定器の製造業者から入手できる。通常、実際の値は測定用受信機又はスペクトラムアナライザのファームウェアで考慮されている。

もし、ビデオ帯域幅が分解能帯域幅に等しいか又は小さい場合には、最短周波数掃引時間の計算には次式を用いる。

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}} \times B_{\text{video}}) \quad (2)$$

ここで、 B_{video} はビデオ帯域幅である。

多くのスペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機では、選ばれた周波数幅及び帯域幅設定に合わせて周波数掃引時間を自動的に設定するため、正しい表示値を示す。ただし、ゆっくり変化する信号などを捕捉するために、より長い観測時間が必要になる場合は、この周波数掃引時間の自動設定を解除することができる。

さらに、繰り返し掃引における 1 秒当たりの掃引回数は、周波数掃引時間 $T_{s \min}$ 及び再掃引までの処理時間（局部発振器の再同調、測定結果の蓄積などに必要な時間）によって決まる。

6.6.4 離散周波数同調受信機の周波数走査時間

離散周波数同調受信機では、あらかじめ定めた間隔で周波数が順次同調される。このように測定周波数帯域を離散的な周波数間隔でカバーする場合は、入力信号を正確に計測するためには、各周波数で最小限の滞留時間が必要となる。

実際の測定において周波数間隔が不適切であると、狭帯域信号による測定の不確かさが増すので、周波数間隔は用いる分解能帯域幅の約 50 % 以下（分解能フィルタの形状に依存する）にすべきである。したがって、離散周波数同調受信機の周波数走査時間 $T_{s \min}$ は、次式によって計算できる。

$$T_{s \min} = T_{m \min} \times \Delta f / (B_{\text{res}} \times 0.5) \quad (3)$$

ここで、 $T_{m \min}$ は、各周波数における最短測定（滞留）時間である。

上記の測定時間の他に、測定器内のシンセサイザが次の周波数に切り替わる時間及びファームウェアが測定結果を蓄積するのに要する時間を考慮する必要がある。これらは多くの測定用受信機で自動的に行われるため、選択した測定時間が測定結果を得るための実効的な時間となる。さらに、選択した検波器、例えば、尖頭値又は準尖頭値に依存してこの時間が決定される。

広帯域妨害波だけの測定では、妨害波スペクトルの最大値を見つける場合に限り、周波数間隔を増加してもよい。

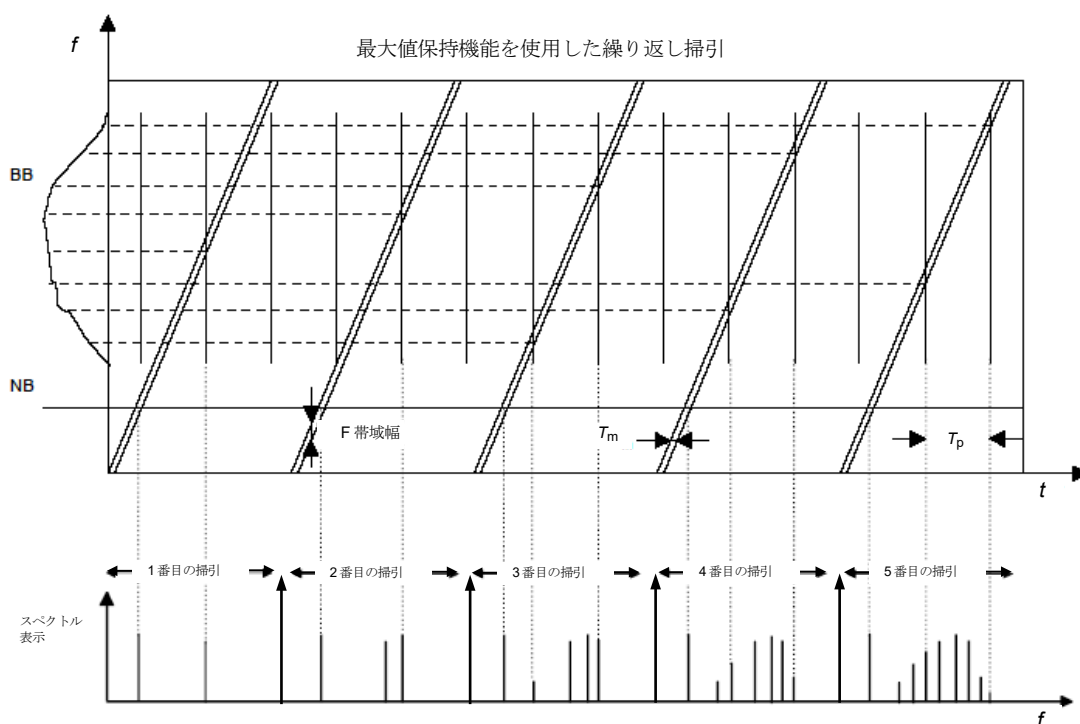
6.6.5 尖頭値検波器によってスペクトル全体像を得る方法

事前測定において、妨害波スペクトルの全ての重要な周波数成分を可能な限り捕捉しなければならない。このためには、測定用受信機の種類及び妨害波の特性（狭帯域及び広帯域の周波数成分を含む）に

応じて、次の二つの一般的な周波数走査方法がある。

- 離散周波数走査：測定（滞留）時間は、各周波数点において信号の尖頭値を測定できるよう十分長くなければならない。例えば、インパルス信号の場合、測定（滞留）時間は、信号の繰返し周波数の逆数より長いことが望ましい。
- 連続周波数走査：単一扫引の場合、各周波数点における測定時間は断続信号の間隔より長くなければならない。また、繰返し掃引の場合、観測時間内の周波数走査回数は、信号捕捉の確率を増大させるため、できるだけ多くすることが望ましい。

図2、図4及び図5は、様々に時間変化する妨害波スペクトルと測定用受信機における表示との関係を例示している。図2、図4及び図5のいずれの場合も、図の上半分は、受信機の観測周波数が妨害波スペクトルを（連続）掃引又は（ステップ）走査するときの受信機帯域幅の位置を示している。



凡例：

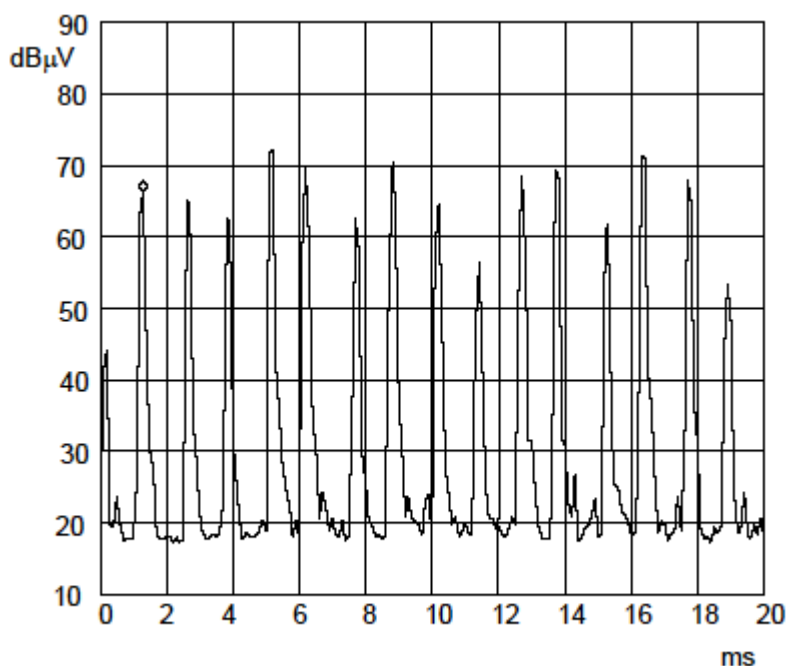
T_p インパルス信号の発生周期である。このインパルスの発生時刻は、スペクトル-時間表示（図の上半分）の各垂直線の位置で示す。

図2 - 狭帯域妨害波 (NB) とインパルス信号 (BB) の複合スペクトルの測定
(最大値保持、複数回連続掃引)

妨害波の種類が未知の場合、尖頭値検波で、可能な最短の周波数掃引時間で複数回掃引することによってスペクトル包絡線を決定できる。連続的で狭帯域な妨害波成分のスペクトルを各周波数点において測定するには、一回の短時間周波数掃引で十分である。連続的な広帯域信号及び断続的な狭帯域信号については、“最大値保持”機能を用い、周波数走査速度を変化させて複数回の掃引を行うことによってスペクトル包絡線を決定することができる場合がある。低い繰返し回数のインパルス信号については、広帯域なスペクトル包絡線を決定するために、多数回の掃引が必要となる。

測定時間の短縮を図るには、測定すべき妨害波の時間的変化の情報が必要になる。この情報は、波形

表示が可能な測定用受信機をゼロスパン（固定周波数表示）モードに設定して又は例えば図 3 に示すように、オシロスコープを受信機の間周波の出力端子又はビデオ出力端子に接続することによって得られる。



注) 直流整流子モータからの妨害波の時間波形例：整流子の極数が多いためパルス繰り返し周波数は高く（約 800 Hz）、パルス振幅は大きく変動する。したがってこの例に関する尖頭値検波器の測定（滞留）時間は 10 ms 以上必要である。

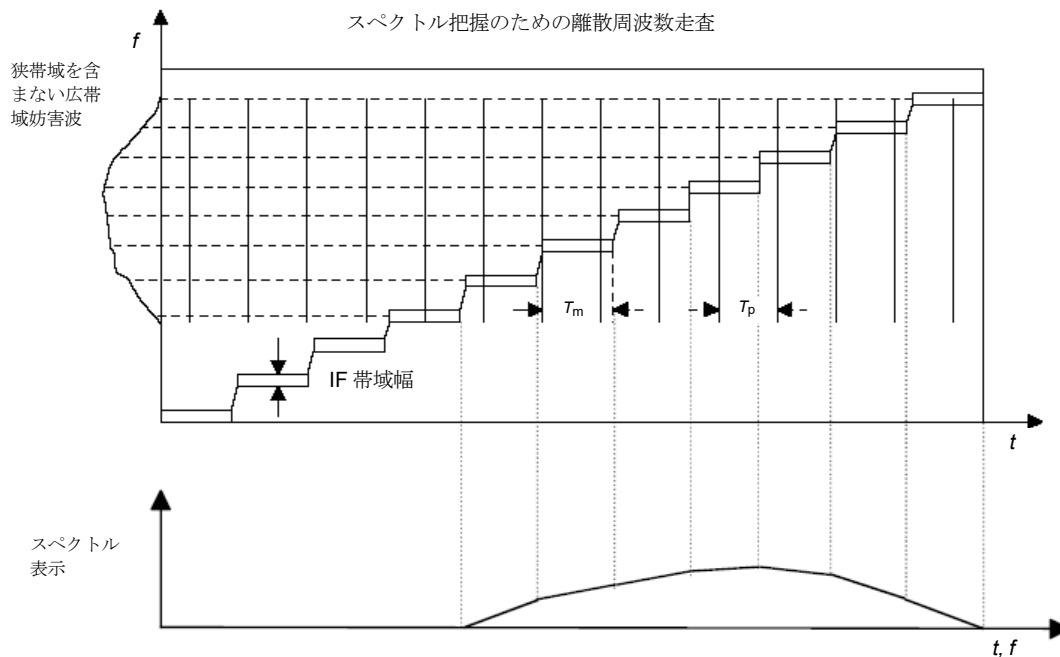
図 3 - 測定時間の決定例

このようなタイミング分析からパルス持続時間及びパルス繰り返し周波数が求められれば、次のように周波数走査速度又は滞留時間を選択できる。

- **連続的な無変調狭帯域妨害波**には、測定用受信機で許容される最高速の周波数走査時間を用いてよい。
- **狭帯域妨害波を含まない広帯域で連続的なスペクトルの妨害波**、例えば、自動車の点火装置、アーク溶接機、整流子モータなどからの妨害波には、妨害波スペクトルの把握に離散周波数走査（尖頭値検波又は準尖頭値検波でも）を用いてもよい。この場合、表示されるスペクトル包絡線は折れ線となる（図 4 参照）。周波数間隔は、スペクトル包絡線の重要な変化を見落とさないように選ぶこと。単一扫引の測定でも、十分に低速で行えば、スペクトル包絡線が得られる。
- **断続的な狭帯域妨害波**で周波数が未知の場合には、最大値保持機能による高速短時間掃引（図 5 参照）又は低速の単一扫引のいずれかを用いる。適切に信号を捕捉するために、あらかじめ測定時間を決定することが必要になる場合がある。

引用規格 (2) に記載されているように、**断続的な広帯域妨害波**は妨害波解析装置（ディスタートンアナライザ）で測定されなければならない。関連する測定手順の説明のため、引用規格 (1) を参照。

注) 図 5 の例では、全てのスペクトル成分が補足するまで 5 回の掃引が必要である。パルス持続時間及びパルス繰り返し間隔によっては、必要な掃引回数又は周波数掃引時間を増減しなければならない場合もある。



測定（滞留）時間 T_m は、パルス繰り返し周波数の逆数であるパルス繰り返し間隔 T_p より長いことが望ましい。

図 4 - 離散周波数走査受信機で測定した広帯域スペクトル

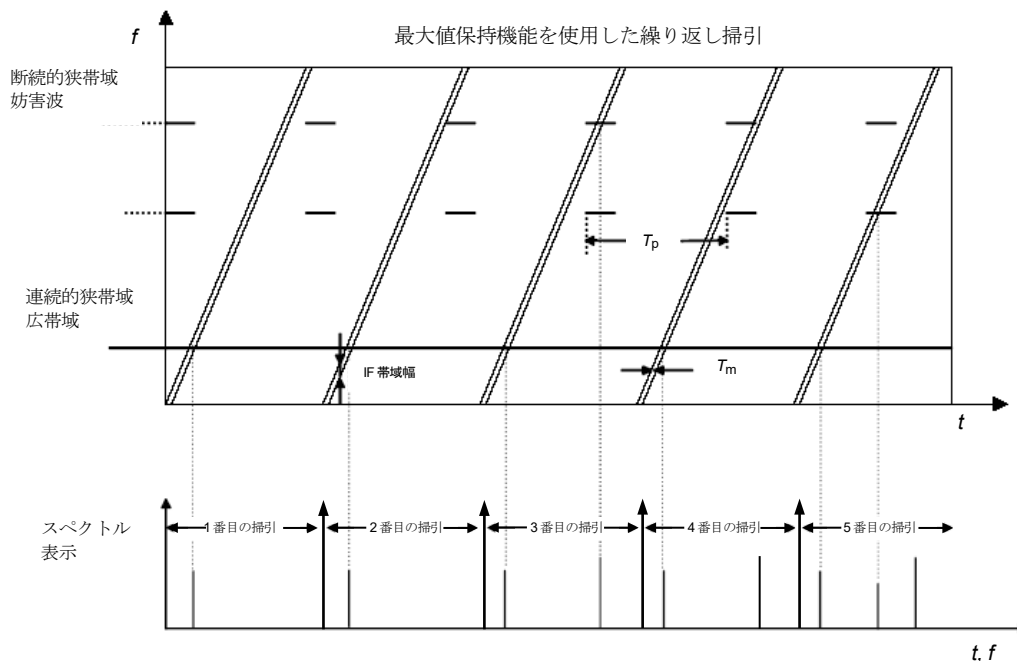


図 5 - 断続的な狭帯域妨害波に必要な掃引回数例

6.6.6 FFT ベースの測定機器を用いたタイミングの考慮事項

FFT ベースの測定機器は、 N 個の周波数での並列計算と離散周波数走査とを組み合わせてもよい。この目的のために、対象周波数範囲は、順次走査される幾つかのセグメント N_{seg} に細分される。セグメントが三つの場合について、その手順を図 5 に示す。対象周波数範囲の合計周波数走査時間 T_{scan} は、次のように計算される。

$$T_{\text{scan}} = T_m \times N_{\text{seg}} \quad (4)$$

ここに、

T_m 各セグメントに対する測定時間、及び
 N_{seg} セグメントの数

FFT ベースの測定機器は、与えられた周波数範囲にわたって周波数分解能を改善するための方法を提供し得る。一般に FFT ベースの測定機器は、FFT における周波数の個数によって決まる固定周波数ステップ $f_{\text{step FFT}}$ が設定されている。周波数分解能の向上は、与えられた周波数範囲全てに繰り返し計算を実行することによって達成される。繰り返し計算ごとに、最も低い周波数が $f_{\text{step final}}$ の周波数ステップだけ増えていく。

したがって、与えられた周波数範囲全体の最初の計算では、次の周波数を考える。

f_{min} 、
 $f_{\text{min}} + f_{\text{step FFT}}$ 、
 $f_{\text{min}} + 2 f_{\text{step FFT}}$ 、
 $f_{\text{min}} + 3 f_{\text{step FFT}} \dots$

与えられた周波数範囲全体の 2 番目の計算では、次の周波数を考える。

$f_{\text{min}} + f_{\text{step final}}$ 、
 $f_{\text{min}} + f_{\text{step final}} + f_{\text{step FFT}}$ 、
 $f_{\text{min}} + f_{\text{step final}} + 2 f_{\text{step FFT}}$ 、
 $f_{\text{min}} + f_{\text{step final}} + 3 f_{\text{step FFT}} \dots$

ステップ比が 3 の場合のこの手順を図 7 に示す。

周波数走査時間 T_{scan} は次のように計算される。

$$T_{\text{scan}} = T_m \times \left(f_{\text{step FFT}} / f_{\text{step final}} \right) \quad (5)$$

ここで、

T_m 測定時間
 $\frac{f_{\text{step FFT}}}{f_{\text{step final}}}$ ステップ比

両方の方法を組み合わせたシステムでは、周波数走査時間 T_{scan} は次のように計算される。

$$T_{\text{scan}} = T_m \times N_{\text{seg}} \times \left(f_{\text{step FFT}} / f_{\text{step final}} \right) \quad (6)$$

注 1) FFT ベースの測定機器は、離散周波数走査及び周波数分解能を改善する方法の両方を組み合わせてもよい。

注 2) FFT ベースの受信機の定義に関する追加の背景情報は、参考文献 [4] に記載されている。

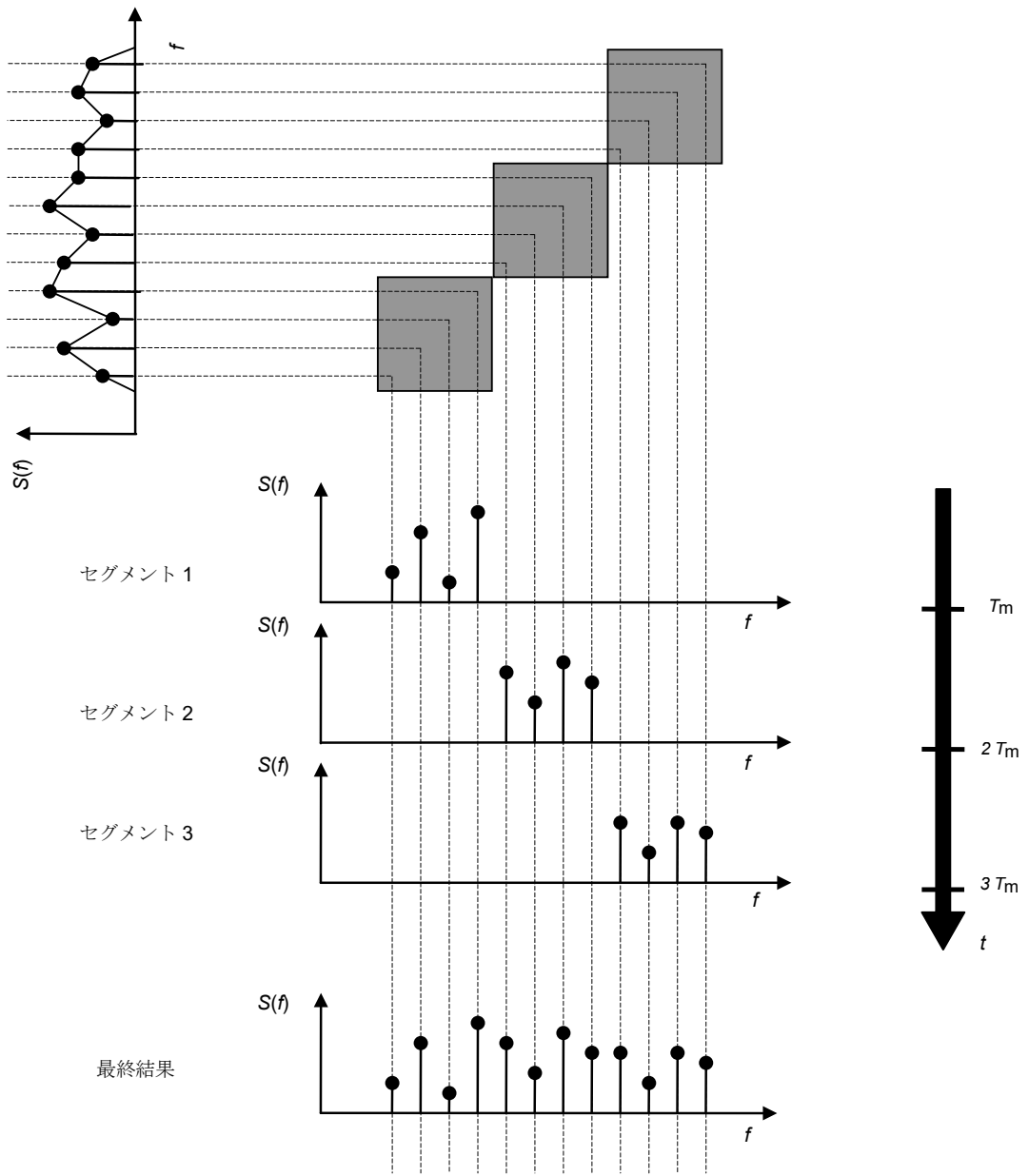


図 6 - セグメントごとの FFT 走査

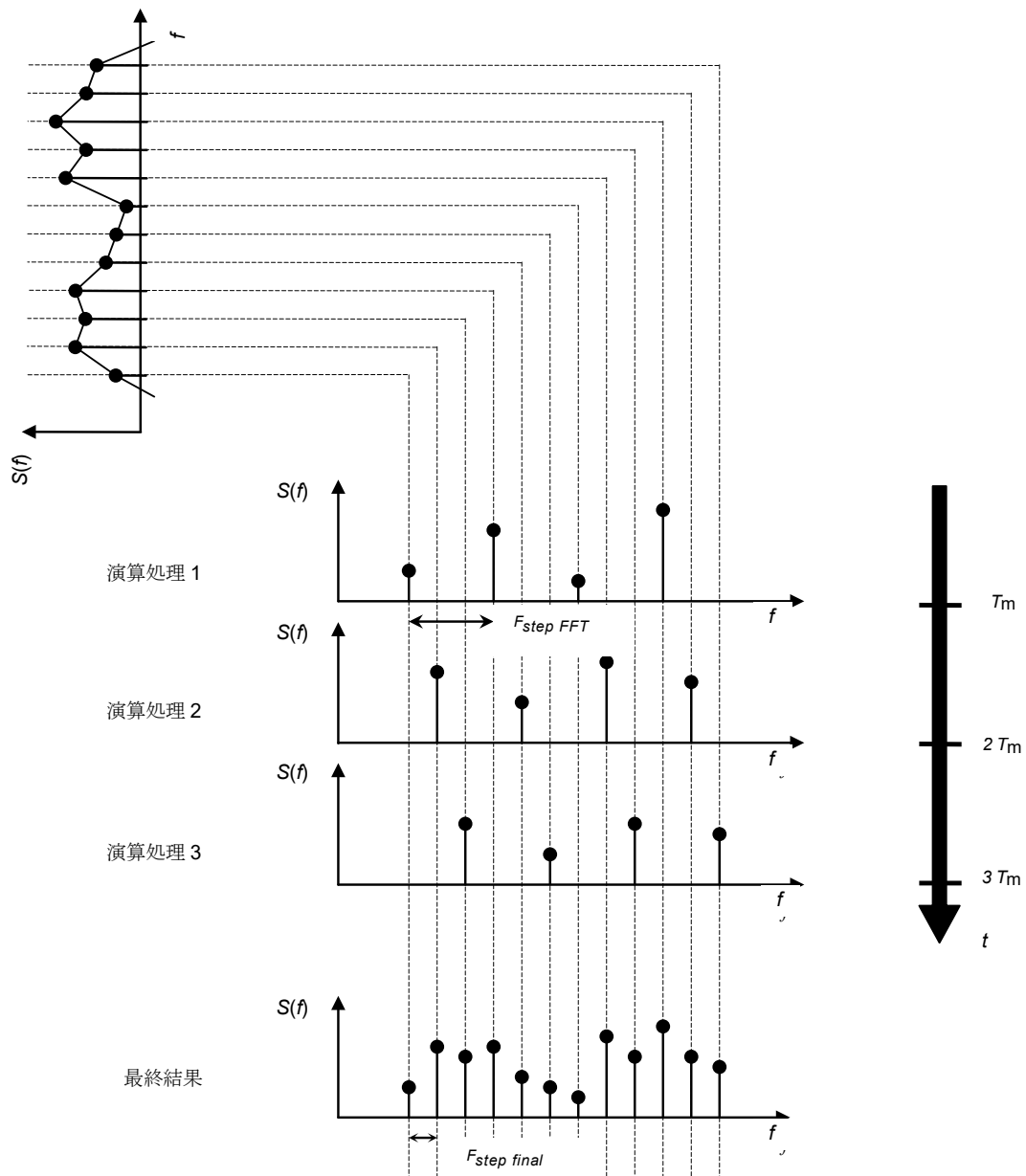


図 7 - FFT ベースの測定機器によって強化された周波数分解能

7 周波数範囲 9 kHz から 30 MHz までの伝導妨害波測定

7.1 概要

導線上の伝導妨害波に関する許容値への適合性確認試験では、試験場及び設置場所における試験にかかわらず、少なくとも次の事項を考慮すること。

- a) 妨害波の種類：伝導妨害波を測定する方法には、電圧（答申の一般的な測定方法）と電流の二つの方法がある。どちらの方法も、3種類の伝導妨害波測定に使用できる。すなわち、
- コモンモード（CM：不平衡とも呼ばれる。すなわち基準大地と、束ねられたか又はグループ化された線との間の電圧／電流のベクトル和。）
 - ディファレンシャルモード（DM：平衡）
 - 非対称モード（一線大地間電圧）

注) 非対称モード電圧は、主に低電圧 (LV) AC 電源ポートで測定される。CM 電圧 (又は電流) は、主に通信、信号・制御ポートで測定される。

- b) 測定装置：測定装置の種類は、測定すべき妨害波の特性に従って選択する (7.2 節参照)。
- c) 補助装置：AN、電流プローブ又は電圧プローブなどの補助装置の種類は 7.1 節 a) の測定対象に応じて選択すること。なお、補助装置は測定信号や端子に対して RF の負荷となる (7.3 節参照)。
- d) 妨害波源に対する RF 負荷条件：試験配置によって、EUT の妨害波源 (複数) に対する RF インピーダンスが変化するため、試験場における試験ではこれらのインピーダンスを規定している。また、設置場所における試験ではこれらのインピーダンスは設置場所の条件に依存する (7.3 節及び 7.4 節参照)。
- e) EUT の試験配置：規格による試験配置では、基準大地、その基準大地に対する EUT と補助装置の配置、これらと基準大地との接続及び EUT と AE との相互接続を規定すること (7.4 節及び 7.5 節参照)。

7.2 測定用受信機などの測定装置

7.2.1 概要

一般に、連続性妨害波と不連続性妨害波は区別される。連続性無線周波数妨害波は、主に周波数領域でその特性を測定する。不連続性妨害波についても周波数領域でその特性を測定するが、追加の時間領域測定が必要になる場合がある。

引用規格 (2) で規定した測定用受信機及び測定装置を使用すること。時間領域測定には、オシロスコープ等を使用してもよい。

7.2.2 伝導妨害波測定に使用する検波器

引用規格 (2) では、各製品規格の妨害波測定に使用する検波器の特性を規定している。これらの製品規格の幾つかは、伝導妨害波測定において、準尖頭値検波器と平均値検波器の両方を使用することを規定している。これらの二つの検波器の時定数は非常に長いため、自動測定では長時間を必要とする。

尖頭値検波器は時定数が短いので、事前測定及び適合性の判定に使用するのがよい。ただし、測定した妨害波の大きさが許容値以上の場合は、準尖頭値検波器と平均値検波器による測定を行うこと。

付則 C に、測定を効率的に行うための指針を示す。

7.3 測定用補助装置

7.3.1 概要

伝導妨害波測定のための測定用補助装置は、次の二つの種類に分けられる。

- a) 擬似回路網 (AN) や電圧プローブのような電圧測定装置

注) 一部の規格では、有線ネットワークポートにおける妨害波測定に使用する AN (AAN 又は Y 型回路網) に対し、インピーダンス安定化回路網 (ISN) という用語を使用している。

- b) 電流プローブのような電流測定装置

7.3.2 擬似回路網 (AN)

7.3.2.1 概要

電力線や電話線のような実際の線路網の CM、DM 及び非対称モード (一線大地間電圧) のインピーダンスは場所によって、かつ、一般に時間によっても変化する。したがって、妨害波の試験場試験では、擬似回路網 (AN) と呼ばれる安定なインピーダンスを供給する AN が必要である。この AN は、EUT

に対して規定された RF 負荷インピーダンスを与え、同時に試験所の低電圧 (LV) AC 電源や DC 電源又は信号シミュレータなどのその他のタイプの周辺装置及び補助装置を EUT から高周波的に切り離す。この目的のために、EUT と実際の線路網又は模擬信号発生装置の間に AN を挿入する。このように、AN は実際の線路網 (長い線路) を模擬する規定のインピーダンスを与える。

7.3.2.2 擬似回路網 (AN) の種類

特別の理由で別の構造を必要としない限り、引用規格 (3) で規定した擬似回路網 (AN) を使用すること。一般に AN は 次の三つの型に分類できる。

- a) V 型擬似回路網 (V-AMN 又は LISN と呼ばれている) : 規定の周波数範囲において、EUT の被測定各端子と基準大地との間に規定の RF インピーダンスを与え、端子間には直接的に何ら追加の別個のインピーダンス素子を接続しない回路網。この回路構成によって、DM 電圧と CM 電圧の両方のベクトル和、すなわち、複合的な非対称モード (一線大地間又は端子) 妨害波電圧が (間接的に) 測定できる。通常、EUT の端子の数、すなわち、V 型擬似回路網 (AN) で測定できる導線の数には制限がない。
- b) Δ 型擬似回路網 (Δ -AN) : 規定の周波数範囲において、EUT の被測定端子対間 (接地端子を含まない) 及びこれらの端子と基準大地との間に規定の RF インピーダンスを与える回路網。この回路構成によって、DM と CM の両方の RF 負荷インピーダンスが決まる。平衡/不平衡変換器を付加することによって、DM と CM 妨害波電圧を個別に測定できる。
注) Δ -AN は、共通接地を含め、合計三つの個別の EUT 端子用のコネクタだけを装備しているものもある。
- c) Y 型擬似回路網 (不平衡擬似回路網 (AAN)、ISN と呼ばれる) : 規定の周波数範囲において、測定すべき EUT の端子対と基準大地との間に規定の CM RF インピーダンスを与える。一般に、Y 型擬似回路網それ自体は、DM のインピーダンス素子を含んでいない。規定の DM インピーダンスは、Y 型擬似回路網の対向装置側端子に接続した外部回路によって与えること。Y 型擬似回路網は、CM の妨害波電圧測定だけに使用する。

7.3.3 電圧プローブ

電圧プローブに関しては、引用規格 (3) を参照すること。

AN で測定できない端子における妨害波電圧は、電圧プローブで測定することができる。そのような端子の例は、アンテナ、制御線、信号線及び負荷線用の接続ジャックである。一般的に、電圧プローブは、被測定端子と基準大地との間に高い RF インピーダンスを挿入し、一線大地間の妨害波電圧測定に使用する。

容量性電圧プローブ (CVP) は、複数の導線路の CM 電圧を線路に直接接触せずに測定するのに使用する。測定対象の線路をクランプする構造となっている。CVP を個々の導線にクランプして使用すれば、一線大地間の妨害波電圧も測定できる。

7.3.4 電流プローブ

電流プローブ又は電流変成器は、電力線及びその他の電源線、信号線、負荷線等を通る 3 種類のモードの妨害波電流 (7.1 節及び引用規格 (3) を参照) の測定に使用できる。クランプ構造のプローブは測定を容易にする。

導線上の CM 電流は、線の数にかかわらず、これらの導線を取り囲んで電流プローブを装着することによって測定できる。この場合、導線の DM 電流は、同じ大きさで正反対符号の電圧をプローブに誘起

するため、完全に相殺される。したがって、大振幅の DM 電流（動作電流）が存在する場合でも、小振幅の CM 電流を測定できる。

電流プローブは、AAN と EUT の間の変換コモンモード（CCM : converted common mode）電流の測定には使用できない。CCM は、AAN 出力の電圧によってのみ測定すること（7.3.2.2 項 c）参照）。

電流プローブの規定は、引用規格 (3) を参照すること。

注) AAN の目的は、EUT の有線ネットワークポートに接続されているネットワークケーブルに入力された平衡信号が妨害波電流又は妨害波電圧に変換される能力を模擬することである。したがって、EUT の有線ネットワークポートでネットワークに励振された DM 電圧にตอบสนองして、AAN は接続されたネットワークケーブルによって発生する CCM 電圧で表現される内部 CM 電圧を発生する。この内部で発生した CM 電圧には、それと関連付けられる CM 電流がある（図 8 の I_{CCM} ）。この電流は、AAN 内で（図 8 の I_{CCM1} と I_{CCM2} ）に電流分割される。電流分割は、AAN 出力の CM インピーダンス（図 8 の Z_T ）と、AAN の EUT 端子に現れる CM インピーダンス（図 8 の Z_E ）によって決定される。AAN 出力の CM インピーダンスは制御されているため、測定された AAN 出力の CM 電圧（図 8 の V_{CCM} ）は、接続されたネットワークの妨害能力を示す。AAN の EUT ポートに現れる CM インピーダンスは制御されず、むしろ周波数によって変化し、EUT のサイズと EUT の配置に依存する。したがって、この CCM 電流（図 8 の I_{CCM2} ）は電流プローブでは測定できない。これは、典型的なサイズの IT 機器の場合、 Z_E の大きさが 150 kHz から 30 MHz までの周波数範囲で約 2 k Ω から約 200 Ω まで変化するためである。

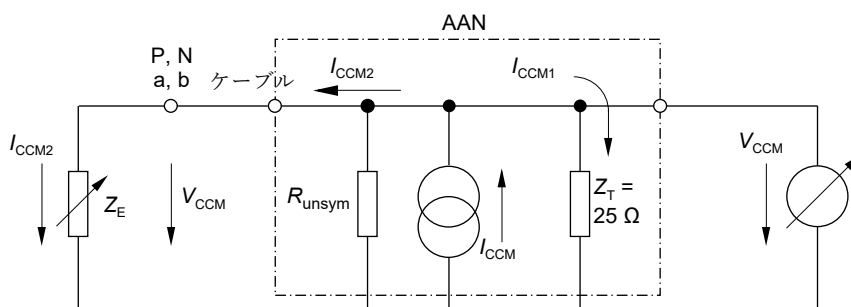


Figure 8 – Illustration of current I_{CCM}

図 8 - 電流 I_{CCM} の説明

7.4 EUT の構成と測定方法

7.4.1 EUT の配置と AN への接続

妨害波電圧の測定においては、次の要件に従って一つ以上の AN を介して、EUT を試験所の低電圧（LV）AC 及び/又は DC 電源や対向装置に接続する。一般に、V-AMN は、次の要件に従って LV AC 電源ポート（図 9 参照）に使用される。試験中の LV DC 電源ポートの終端には、引用規格 (3) の 150 Ω Δ -AN が使用できる（図 26 参照）。特定の EUT の試験に関しては、他の答申に追加の詳細事項を規定する。

EUT は、それを接地して使用するか非接地で使用するにかかわらず、卓上で使用されるものは次のように配置する。

- EUT の底部又は背部のどちらかは、RGP から 40 cm の距離だけ離すこと。この RGP は通常、遮へい室の壁又は床である。または、少なくとも 2 m \times 2 m の広さの接地した金属板でもよい。具体的には次のように達成できる。
 - EUT は、少なくとも 80 cm の高さで非導電性材料の試験機の上に置く。さらに、EUT は遮へい室の壁から 40 cm 離す。または、

- EUT を高さ 40 cm で非導電性材料の試験機の上に置き、EUT の底部が大地面から 40 cm 上になるようにする。
- EUT の他の全ての導電性表面は、RGP から少なくとも 40 cm 離すこと。
- 図 9 のように、AN を床の上に置き、その回路網の筐体の一つの面を垂直 RGP や他の金属部分から 40 cm 離すようにすること。V-AMN 及び Y-AN (AAN) の配置例を図 9 及び図 10 に示す。Δ-AN を使用する場合は、V-AMN と同じ又は同様の方法で床に配置する必要がある (図 26 参照)。
- EUT のケーブル接続は、図 9 のようにすること。
- 1 本の電源線だけが付属する卓上型 EUT の場合には、図 11 に示す試験配置でもよい。

注) EUT の妨害波源 (金属製) が非導電性筐体の中心にない場合、図 11 の構成では疑義が生じるかもしれない (参考文献 [5] 参照)。

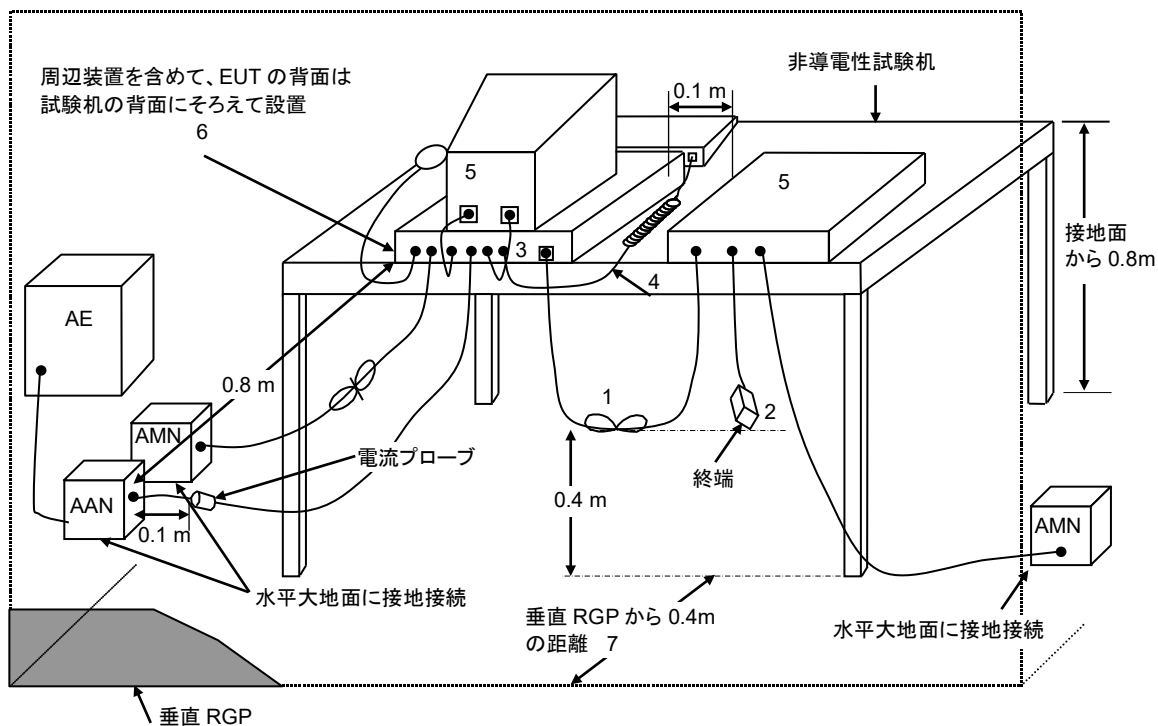
床置型 EUT には上記と同様の条件を適用するが、それらは床の上に置き、通常の使用状態と異なること。接地接続した金属性床を使用するが、これと EUT の脚部や支持部は金属接触しないこと。ただし、EUT の接地導体には接続すること。金属性床は RGP として使用してもよいが、EUT の境界から少なくとも 50 cm は外側に広がっており、少なくとも 2 m x 2 m 以上の広さがあること。試験配置の例を図 12 及び図 13 に示す。

AN は低い RF インピーダンスで RGP と接続すること (5.2 節参照)。“低い” RF インピーダンスとは、30 MHz において 10 Ω より小さいことである。例えば、これは AN の筐体を RGP に直接接続すること又は長さ : 幅の比が 3 : 1 以下の接続線により達成できる。AN の接地に伴う共振は、試験場において電圧分割係数を調べれば分かる (付則 E 参照)。

EUT は、図 9 から図 13 までに示したように配置する。EUT の境界と AN の最も近い表面との基準距離は 80 cm である。図 9 及び図 13 に示したように、卓上型 EUT に対して推奨される方法は、AN を RGP に直接接続することである。

AN への電源線や回路網と測定用受信機間の接続ケーブルは、それらの位置が測定結果に影響しないように配置するのがよい。定まった接続線を備えていない EUT は、1 m の長さの導線か又は装置説明書に規定された方法で AN に接続する。1 m の長さの導線を使用することで、適合性確認試験の不確かさを小さくできる。

基準大地との接続インピーダンスが特に指定されていない場合は、次の手順を適用すること。接地して使用する EUT であって、かつ接地線が EUT の電源線に含まれていない場合、電源線と同じ長さの接地線を使用して、電源線から 10 cm 以下の距離で電源線に平行に配置すること。もし、EUT に定まった接地線が付属しているならば、その長さを 1 m にすること。もし 1 m を超えるならば、その余剰の長さを 30 cm ~ 40 cm 又はそれ以下の長さで重ならないように折り返して、可能な限り無誘導的となるように配置し、全体として 1 m を越えないようにすること (図 14 参照)。ただし、測定結果に影響を与えるならば、線の長さを 1 m に短縮してもよい。



凡例：

- 1 大地面に 40 cm よりも近い相互接続ケーブルは、大地面と試験機との中央付近で 40 cm 以下の長さで折り返して束ねること。ただし、ケーブルの最小屈曲半径を超えないこと。屈曲半径によって折り返した束の長さが 40 cm を超える場合、屈曲半径によって折り返した束の長さを決めること。
- 2 周辺装置に接続する I/O ケーブルは、大地面と試験機との中央付近で束ねること。ケーブルの端は、必要であれば適切なインピーダンスで終端してもよい。全体の長さは 1 m を超えないこと。
- 3 EUT は一つの AMN に接続すること。測定用受信機に接続しない AMN 及び AAN の測定用出力端子は 50 Ω で終端すること。AMN は EUT から 80 cm 離して水平大地面に直接置き、垂直大地面が RGP の場合には垂直大地面から 40 cm 離して設置すること（図 10 a）参照）。別の方法として（図 10 b）に示すように）、水平大地面を RGP（EUT の下 40 cm のところにある）とする場合、全ての AMN を、EUT から 80 cm 離して水平大地面に配列する。80 cm の距離を維持するために、AMN を横方向に移動させなければならないこともある。全ての周辺装置は（必要とする電源供給能力があれば）別の AMN に接続する。1 個の AMN で必要な電源供給ができない場合には、幾つかの AMN を使用して周辺装置に電源を供給してもよい。AAN は、1 対、2 対、3 対又は 4 対を含む非遮へいツイストペア（撚り対線）ケーブルに使用され、電流プローブは他のケーブル（非遮へい又は遮へい）に使用できる。
- 4 キーボードやマウスなどの手で操作する機器のケーブルは EUT 本体にできる限り近接して置くこと。
- 5 EUT 以外の装置。
- 6 周辺装置を含めて、EUT の背面はテーブルの背面に揃えて配列すること。
- 7 テーブルの背面は床大地面に接続されている垂直 RGP（導電面）から 40 cm 離すこと。

ケーブル長及び各距離の許容範囲は、可能な限り現実的であること。

図 9 – 試験配置: LV AC 電源ポート及びアナログ/デジタルデータポートでの伝導妨害波測定における卓上型 EUT

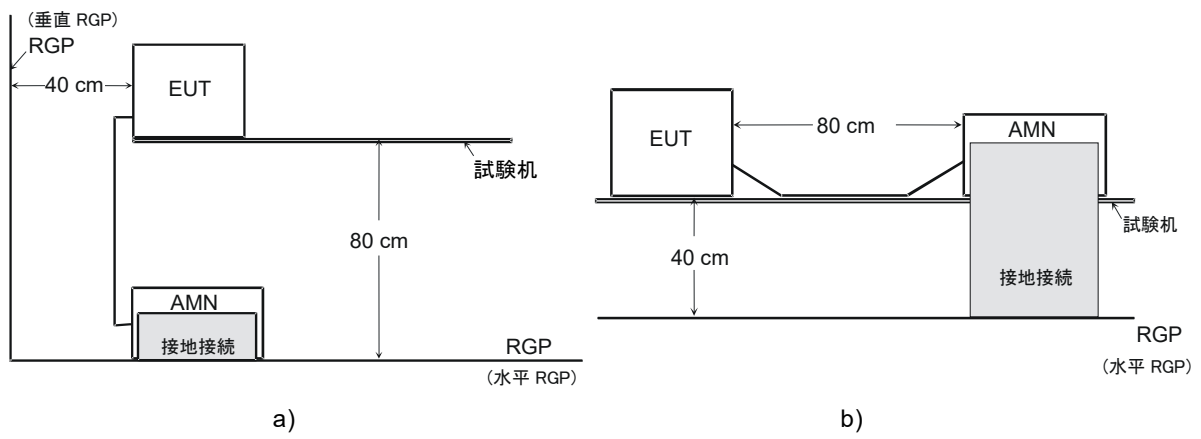
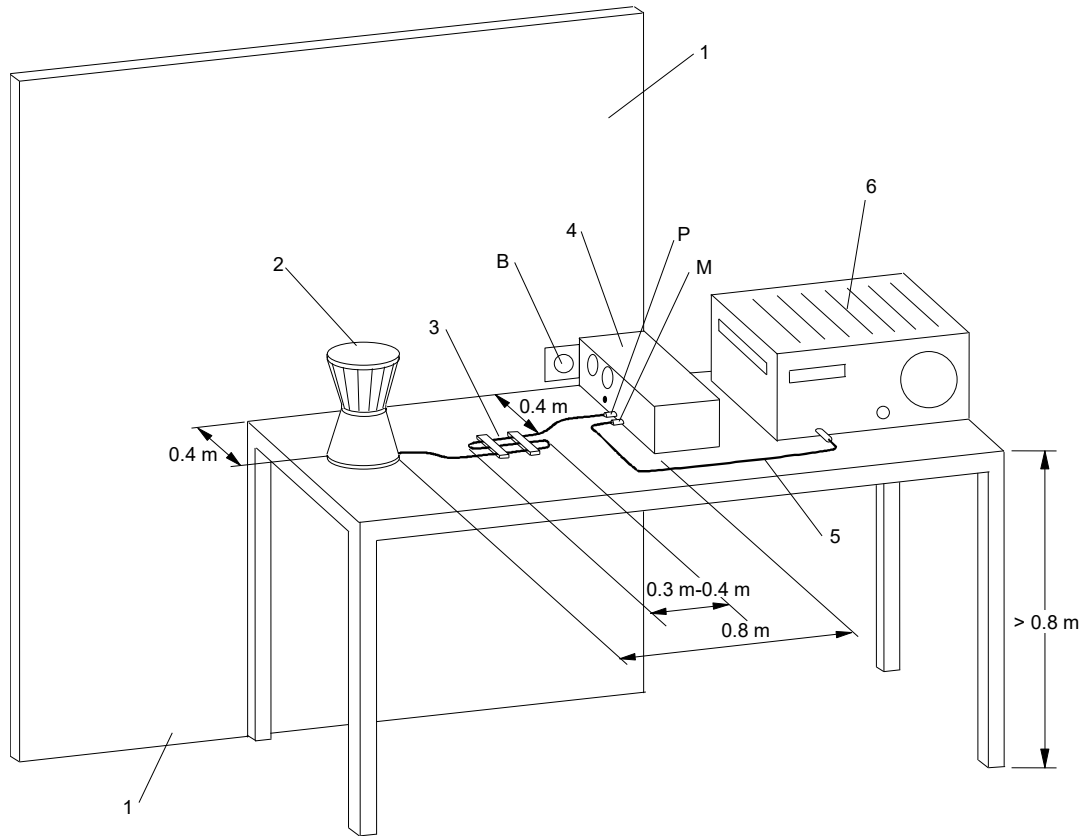


図 10 - a) 垂直 RGP、b) 水平 RGP との距離が 40 cm の場合の EUT 及び AMN の配列

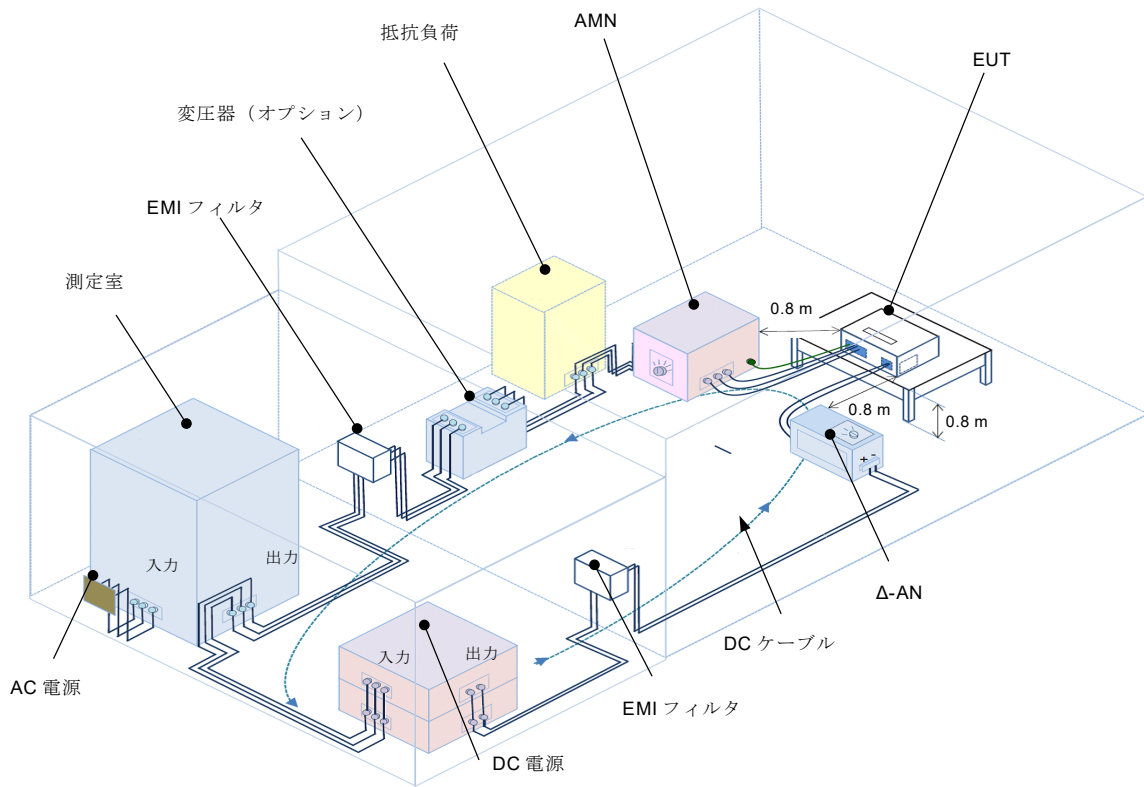


凡例：

- 1 垂直 RGP 2 m × 2 m 以上
- 2 EUT
- 3 長さ 80 cm を超える電源ケーブル（例えば、間隔 2 cm、長さ 30 cm で重ならないように折り返す。）
- 4 AMN
- 5 同軸ケーブル
- 6 測定用受信機
- B 基準大地端子
- M 測定用受信機との接続端子
- P EUT への電源端子

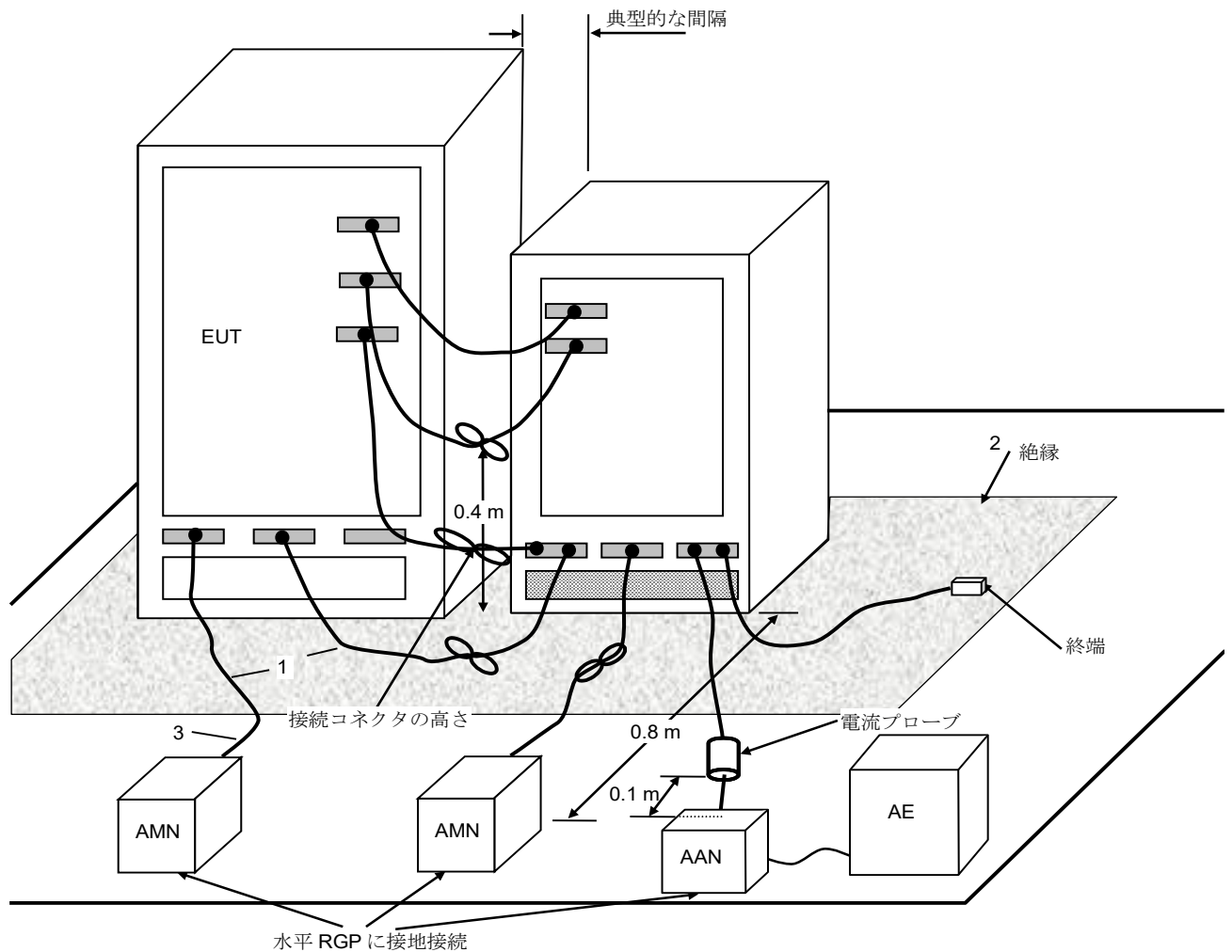
ケーブル長及び各距離の許容範囲は、可能な限り現実的であること。

図 11 - 電源線だけが付属する EUT に対する試験配置の例



注) Δ-AN は、引用規格 (3) で定義されている 150 Ω Δ-AN である。

図 26 - 試験配置 : GCPC の LV AC 電源及び LV DC 電源ポートでの伝導妨害波測定用の卓上型 EUT



凡例 :

- 1 余剰のケーブルは中央付近で束ねるか又は適切な長さにまで短くすること。
- 2 EUT 及びケーブルは大地面から浮かすこと (15 cm 以内)。
- 3 EUT は一つの AMN に接続する。AMN は大地面の上に置くか又は直下に置くことができる。他の全ての装置は別の AMN から電源供給すること。図 9 の凡例 3 も参照のこと。

ケーブル長さ及び各距離の許容範囲は、可能な限り現実的であること。

図 12 - 試験配置:床置型装置 (7.4.1 項及び 7.5.2.3 項参照)

- 一線大地間妨害波電圧が測定される場合、個々の電源端子と基準大地間で測定された二つ（又はそれ以上）の一線大地間妨害波電圧レベルが規定の許容値を満たす場合、それぞれの製品規格の許容値への準拠が検証される。
- 不平衡（CM）と平衡（DM）の妨害波電圧が測定される場合、両方のモードの測定された妨害波電圧レベル、すなわち CM 妨害波電圧のレベルと DM 妨害波電圧のレベルが、規定された許容値を満たしている場合、それぞれの製品規格の許容値への準拠が検証される。

いずれの場合も、30 MHz までの周波数範囲で試験中の特定の電源ポートの RFI ポテンシャルの評価は、二つ（又はそれ以上）の複合一線大地間妨害波成分の測定結果が取得及び記録された場合にだけ完了する。または、CM 及び（一つ以上の）DM 妨害波成分の両方についても同様である。

注) 実際の経験で証明されているように、CISPR 製品規格で指定されている LV AC 主電源ポートの許容値は、使用される実際の特定の測定値を更に調整することなく、一線大地間、CM 又は DM 妨害波成分の評価の基準として適用が可能である。

通常、引用規格 (3) で指定されている任意のタイプの AN を、定義された RF 負荷インピーダンスで試験中の特定の LV AC 又は DC 電源ポートの終端に使用できる。ただし、特定のタイプの電源ポート（AC 電源ポート又は DC 電源ポート）で測定を行う特定のタイプの AN の運用では、比較可能なテスト結果を得るために、変更された許容値の使用が必要になる場合があることに注意するのがよい。これは、利用可能な AN のタイプによって RF 負荷インピーダンスが異なるためである。

したがって関連する製品群の EUT の試験において引用規格 (3) に従って AN を使用する際に疑義がある場合、それぞれの製品委員会の調査結果を参考にするのがよい。本規格は最新の変換係数を網羅していない。原則として、それぞれの製品規格の許容値が最初に導出された際に用いられた型式の AN の CM 終端インピーダンスから計算できる許容妨害波電流レベルを想定して許容値を調整するのがよい。

LV AC 電源ポートと別の LV DC 電源ポートを備えたものなど、複数のタイプの電源ポートを持つ EUT の妨害波電圧は、適切な AN を介してそれぞれの電源網（又は他の適切な負荷）に接続されたそれぞれのポートで測定すること。

7.4.2.2 接地接続された EUT のセットアップ

動作中に接地する必要のある EUT 又はその導電性筐体が接地に接触する可能性がある EUT の場合、個々の LV AC 電源又はその他の種類の電源線の一線大地間妨害波電圧は、EUT の筐体が PE 導体と AMN の接地接続を介して接続されている RGP（測定機器の一般接地）を基準に測定される。（図 15 の等価回路を参照）。試験対象の電源ポートへのそれぞれのケーブルの全ての電源線での CM 妨害波電圧も、基準大地を基準にして測定される。DM 妨害波電圧は、試験対象の電源ポートの二つの個別の線又は端子間で測定された妨害波電圧であり、接地端子又は PE 線を含まないため、基準大地との関係はない。

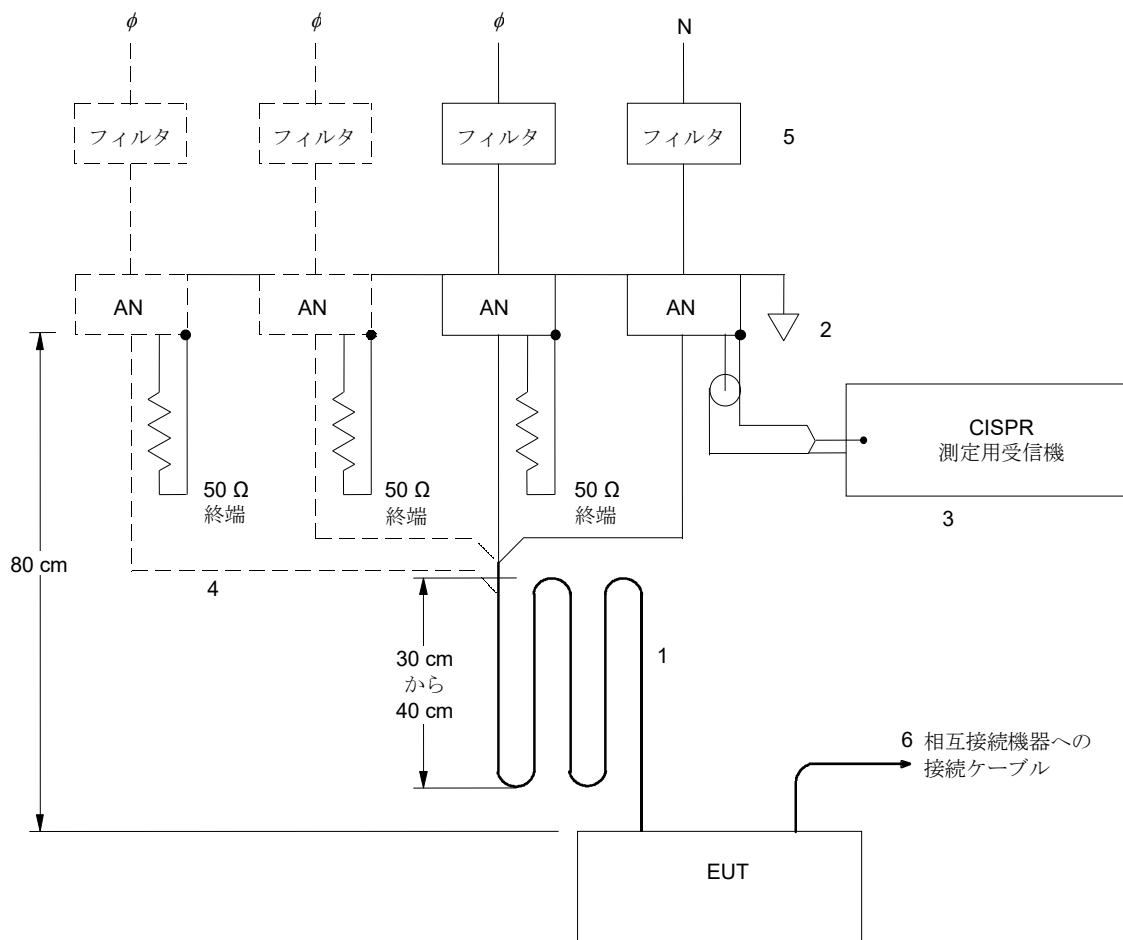
接地された EUT の妨害波強度に影響する要因については、付則 A.3 に述べる。

電力用及び安全用に二つ以上の導体又は特別の接地接続手段を持つ EUT においては、測定結果は主電源及び他の電源端子の終端条件及び接地条件に強く依存する（システム測定に関する 7.5 節も参照）。

実際の電源装置内の接地安全用導体は相当長いため、1 m の長さの導線で基準大地に接続する標準の試験配置と比べて、接地インピーダンスが同程度に低く効果的であるとは保証できない。さらに、参考文献 [8] に従った安全用導体は全ての製品に使う必要がないため、プラグ付きのクラス I 機器の電気製品の妨害波電圧測定は、7.4.2.3 項に従って行うこと。ただし、安全用又は接地用導線は接続しない

(非接地測定)。しかし、もし安全のために接地線を使うならば、その線路に PE チョーク又は V-AN の回路網インピーダンスに等しいインピーダンスを付加することによって達成できる。

十分に遮へいされ放射を無視できる EUT で、特別な要求条件又は取扱説明書に従って接地しなければならぬものは、例外としてもよい (A.2.1 項及び A.4.1 項 参照)。

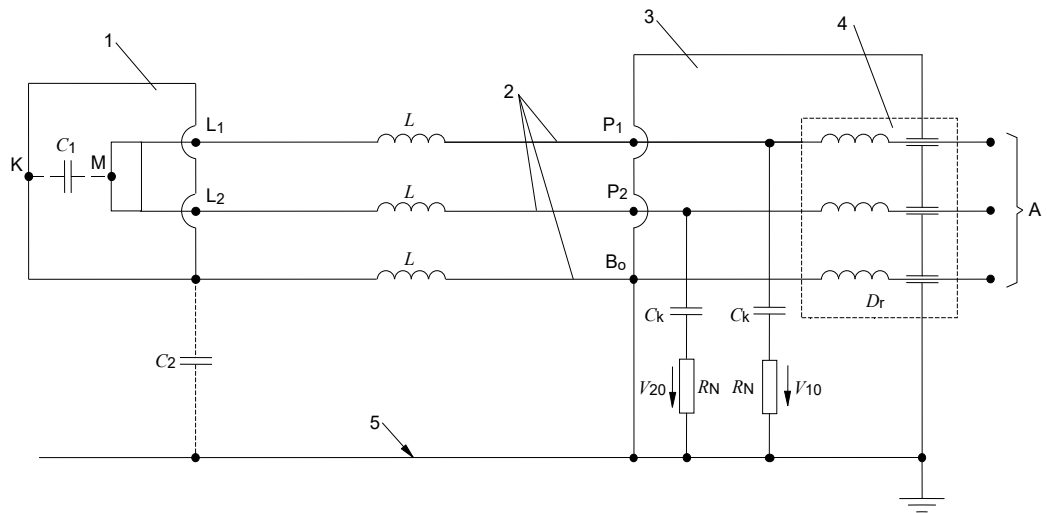


凡例：

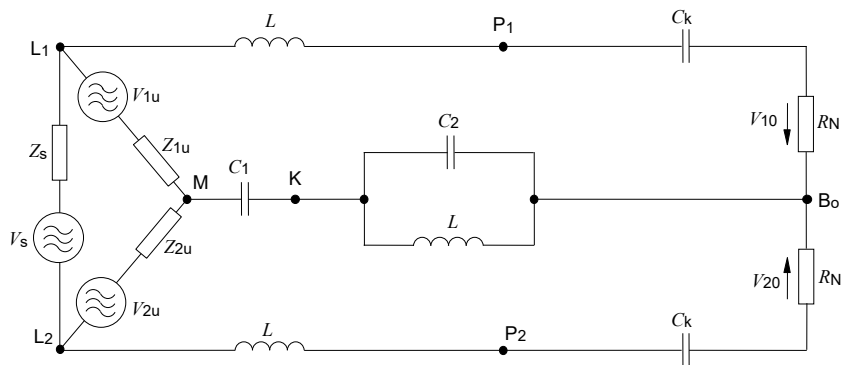
- 1 80 cm を越える EUT の電源線は重ならないように折り返し、コイル状にはしないこと。
- 2 AN の大地面への接続は高周波において低インピーダンスであること。これは長さ：幅の比率が 3：1 以下で幅広な金属導体を用いることで達成できる。
- 3 測定用受信機は、同軸ケーブル外被に高周波電流抑圧素子を装着して、AMN から分離すること (付則 E.2 の例を参照)。
- 4 図中の破線部は 3 相電源の試験配置を表している。
- 5 電源フィルタの使用は任意であり、不要であれば除いてよい。
- 6 相互接続されている装置は、電源分配器を介して単一の AN に接続してもよい。
- 7 卓上又は手持ちの EUT は RGP (少なくとも 2 m 平方) から 40 cm 離し、その他の導体 (システム又は装置類の一部を含む) から少なくとも 80 cm 以上離すこと。

注) 試験中の LV DC 電源ポートの定義された終端にも同様の配置が使用される。

図 14 - 伝導妨害波電圧測定の構成図 (7.5.2.3 項も参照)



a) 測定及び電源回路の回路図



b) 電圧源及び測定の等価回路

凡例：

- 1 EUT
- 2 電源線
- 3 AMN (ここでは V-AMN)
- 4 インダクタ及び減結合キャパシタ
- 5 RGP
- A 電源入力端子
- B_0 基準大地端子
- L_1, L_2 電源線 (100 cm) の接続端子
- P_1, P_2 回路網の EUT 用接続端子
- C_1 EUT と金属筐体間の浮遊容量
- C_2 EUT と RGP 間の浮遊容量
- C_k 電源回路網内の結合容量
- D_r 安全接地線用のインダクタ (チョーク)
- K EUT の金属筐体
- L 接続電源線のインダクタンス
- M 内部電圧の仮想中点

- R_N 模擬抵抗(50 Ω 又は 150 Ω)
- Z_s EUT の平衡内部インピーダンス
- Z_{1u}, Z_{2u} EUT の内部インピーダンス
- V_s EUT の平衡内部電圧
- V_{1u}, V_{2u} EUT の内部電圧
- V_{10}, V_{20} 外部から測定可能な一線大地間電圧

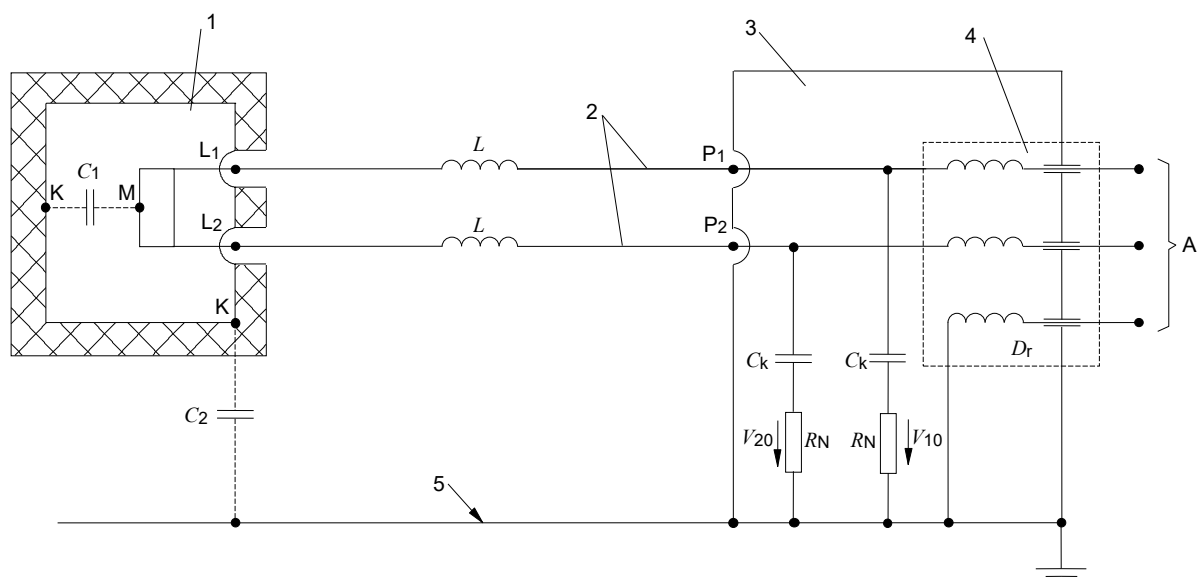
図 15 - クラス I 機器の EUT に対する一線大地間妨害波電圧測定の等価回路

7.4.2.3 接地接続を要しない装置の配置

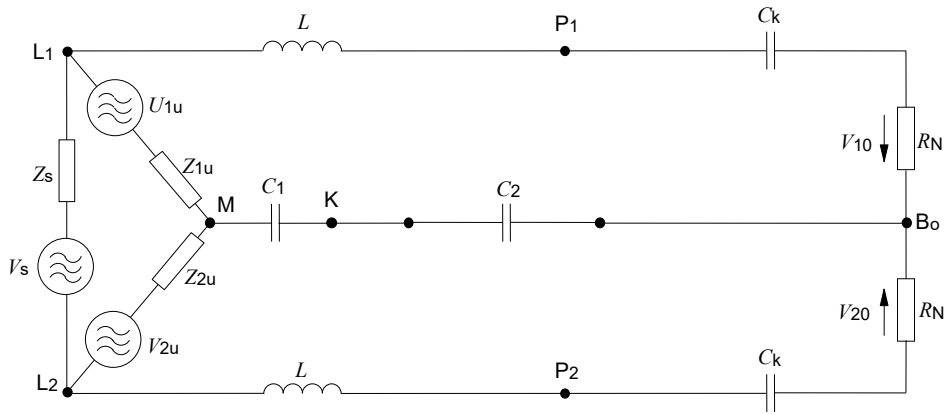
接地接続を要しない装置は、保護のために絶縁された装置（クラス II 機器）、接地又は安全用導体無しで動作する装置（クラス III 機器）、更に絶縁トランスを介して接続されているプラグ付きのクラス I 機器である。これらの装置については、図 16 等価回路に示すように、電源線の各線と金属基準大地との間の一線大地間妨害波電圧を測定すること。

DM・CM 妨害波電圧は図 16 の右側に示した V-AN の代わりに Δ -AN を用いて測定すること。

長波帯及び中波帯（0.15 MHz から 2 MHz まで）では、測定結果は、EUT と基準大地との間の小さい直列容量 C_2 によってかなり影響される。この容量は規定の距離に依存するため、その配置は規格に正確に従わなければならない。例えば、体や手の容量などの外的影響を避けるのが望ましい。



a) 電源及び測定回路



b) 同等の RFI 源及び測定回路

注) 凡例については図 15 を参照のこと

図 16 - クラス II 機器の一線大地間妨害波電圧測定のための等価回路

7.4.2.4 接地接続を要しない手持ち装置の配置

測定は、はじめに 7.4.2.3 項に従って行うこと。その後、擬似手を用いて追加的な測定を行うこと（その他詳細は、引用規格 (3) に記載されている）。

擬似手を用いる際に従うべき一般原則を図 17 及び図 18 に示す。RC 素子の M 端子は、EUT の露出した非回転金属部や、固定及び着脱可能な把手に巻いた金属箔に接続すること。塗料又はラッカーで塗装した金属部は、露出した金属部とみなし、RC 素子を直接接続すること。

擬似手は、次に示すように、筐体又はその一部に巻いた金属箔からなること。その金属箔と、 $510 \Omega \pm 10 \%$ の抵抗及び $220 \text{ pF} \pm 20 \%$ の容量を直列に接続した RC 素子（図 17 参照）の一つの端子（M 端子）に接続すること。RC 素子のもう一方の端子は、測定系の基準大地に接続すること。

擬似手は次のように使うこと。

- EUT が全て金属であるならば、金属箔は必要なく、RC 素子の M 端子を EUT の筐体に直接接続すること。
- EUT の筐体が絶縁材料からなる場合、金属箔を把手 B（図 18）の周りに、更に第二の把手 D がある場合、その周りにも巻くこと。また、モータ固定子の鉄芯が存在する筐体部分 C に又はギアボックスが高レベルの妨害波を発生するならばその周りに、60 mm 幅の金属箔を巻くこと。これら全ての金属箔は、またリングやブッシング A があるならば、それらを一緒にして RC 素子の M 端子に接続すること。
- EUT の筐体の一部が金属で、また一部が絶縁体で、かつ、把手が絶縁体である場合は、金属箔を把手 B 及び D（図 18）の周りに巻くこと。モータの位置の筐体が非金属の場合、モータ固定子の鉄芯が存在する筐体部分 C の周りに 60 mm 幅の金属箔を巻くこと。または、その代わりに、ギアボックスが絶縁体でできており、高いレベルの妨害波を発生する場合は、その周りに巻くこと。筐体の金属部分 A 点、把手 B 及び D の周りの金属箔並びに筐体 C の周りの金属箔は一緒にして RC 素子の M 端子に接続すること。
- EUT に、例えば電気のこぎりのように、2つの絶縁体の把手 A 及び B 並びに金属筐体 C がある場合（図 19）、金属箔を把手 A 及び B の周りに巻くこと。A 及び B の金属箔並びに金属筐体 C は一緒にして RC 素子の M 端子に接続すること。

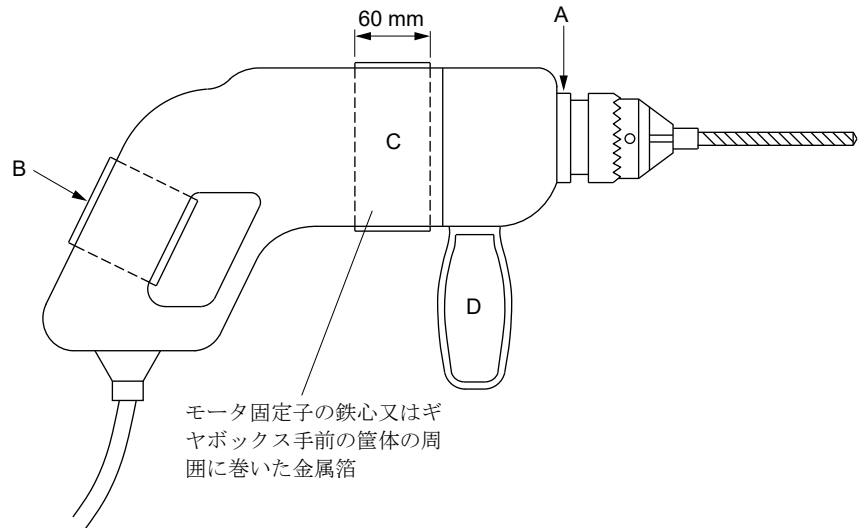
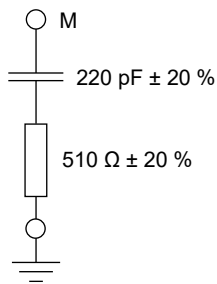


図 17 - 擬似手の RC 素子

図 18 - 擬似手を付けた電気ドリル

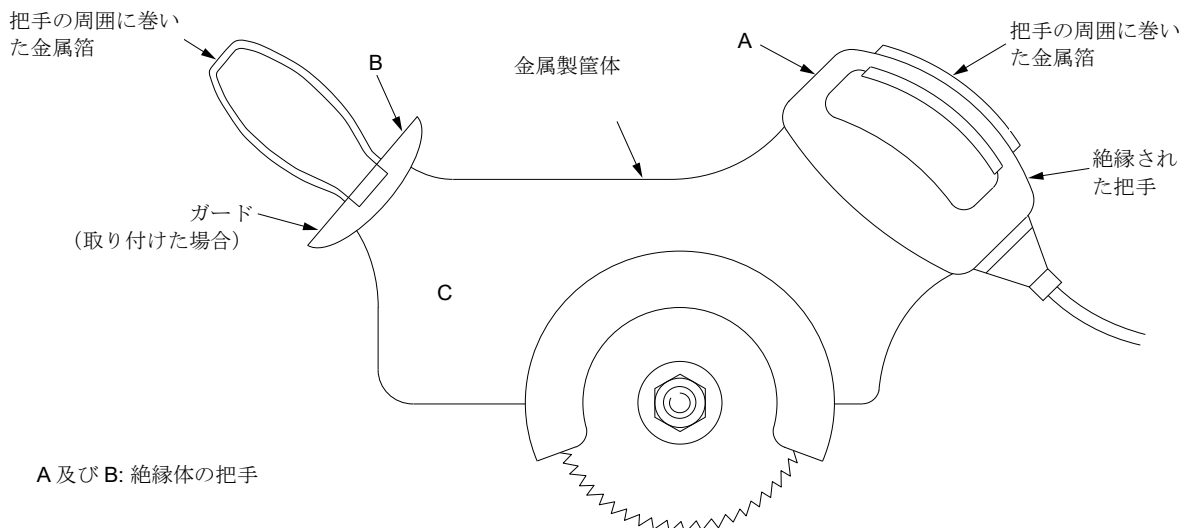


図 19 - 擬似手を付けた電気のかぎり

7.4.2.5 キーボード、電極及び人が触れると影響を受けるその他の装置の配置

キーボード、電極及び人が触れると影響を受けるその他の装置の場合、製品規格又は一般に 7.4.2.4 項 に従って擬似手を使用すること。

7.4.2.6 妨害波抑圧部品を外付けした装置の配置

EMI 対策部品が EUT に外付けされている (例えば、電源接続用プラグの中に) 場合、電源接続ケーブルの中に挿入されている場合又は遮へい電源線が使用されている場合は、これらの妨害波抑圧部品と AN の間に長さ 1 m の追加の非遮へいケーブルを接続し、妨害波電圧測定を行うこと。EUT と妨害波抑圧部品との間の接続線は直線的に配置すること。

7.4.2.7 周辺装置が電源ケーブル以外のケーブル端に接続されている EUT の配置

半導体制御装置は、7.4.2.7 項を適用しない。ただし、7.4.4.1 項 の条項を適用すること。

周辺装置が EUT の動作に必須でなく、かつ試験手順が他に規定されている場合、7.4.2.7 項を適用し

ない。主装置だけを単体として試験する。

測定及び許容値適用の最終的な決定は関連する製品規格の答申による。

長さ 1 m を超える接続線は 7.4.1 項に従って折り返すこと。

EUT と周辺装置の間の接続線がその両端で恒久的に固定され、かつ 2 m より短いか又は遮へいされているならば、測定は必要としない。ただし、遮へい線については、その両端で遮へい外被が EUT 及び周辺装置の金属筐体に接続されていること。接続線に着脱可能なプラグ及びソケットが付いている場合は、2 m を超える長さに延長できるため測定することが必要である。

EUT は、7.4.2.1 項から 7.4.2.6 項までの条項及び次の追加条件に従って配置すること。

- a) 周辺装置は、EUT の主装置と同じ高さ及び接地導体面から同じ距離に置くこと。また、接続線が十分長ければ、周辺装置は 7.4.1 項に従って取り扱うこと。もし、接続線が 0.8 m より短いならば、その長さのままで周辺装置を主装置からできる限り離すこと。周辺装置が制御機器ならば、その機器の配置によって妨害波レベルが影響されないこと。
- b) 周辺装置付きの EUT が接地されている場合、擬似手を接続しないこと。EUT 自身が手で持つように作られている場合は、擬似手は EUT に接続し、周辺装置には接続しないこと。
- c) EUT の主装置が手で持つように作られておらず、周辺装置が接地されずに手で持つように作られている場合は、周辺装置に擬似手を接続すること。または、周辺装置が手で持つように作られていないならば、その装置の接地金属面に対する配置は 7.4.1 項に従うこと。

電源接続端子における測定に加えて、入力及び出力線（例えば、制御線及び負荷線）用の全ての端子について、測定用受信機を接続した電圧プローブを用いて妨害波測定を行うこと。

全ての規定された EUT の動作条件で、かつ装置本体と周辺装置を互いに作動させて測定できるように、制御機器、負荷又はその他の周辺装置を EUT 本体に接続すること。

EUT の電源端子及び周辺装置の電源端子の双方において測定を行うこと。

7.4.3 DM 信号端子における CM 妨害波電圧の測定

7.4.3.1 概要

一般に、AN を使用した妨害波電圧の測定を優先する。もし、例えば AN が原因で EUT の動作に支障が生じる場合にだけ、電流プローブ又は電圧プローブを使用して測定することが望ましい。

7.4.3.2 Δ -AN を用いた測定

通信、データ処理及び他の装置の DM 信号線の端子における CM 妨害波電圧の測定は、150 kHz から 30 MHz までの範囲で、引用規格 (3) で規定している Δ -AN で測定する。この（引用規格 (3) で規定された） Δ -AN は、DM 及び CM の終端インピーダンスに関する引用規格 (3) の要求事項を満足しさえすれば、EUT の本来の機能に必要な信号及び直流電流の経路を構成してもよい。

信号端子における測定で Δ -AN を使う場合、DM の動作信号が同じ周波数の CM 妨害波電圧の測定に影響を与えないようにするために、必要に応じてディファレンシャルモード抑制（DMR）又は縦方向変換損失（LCL）を大きくすること。

V-AMN を使って電源端子の妨害波測定をする必要がある EUT の場合、信号線端子に Δ -AN を、電源端子に AMN を同時に接続して、それぞれの電圧測定を行うこと。7.4.1 項と 7.4.2 項で規定された条項を遵守すること。

注) Δ -AN において、EUT と測定用受信機との結合が適切にでき、かつ接続信号線からの分離が適切に行えるならば、同じ回路網インピーダンスを使って周波数範囲を 9 kHz まで拡張できる。

7.4.3.3 Y-AN を用いた測定

代替として、不平衡擬似回路網 (AAN)、例えば、引用規格 (3) に従った Y-AN を用いて、9 kHz から 30 MHz までの周波数範囲で、CM 妨害波電圧の測定を行うことができる。

注) Y-AN はインピーダンス安定化回路網 (ISN) と呼ばれることもある。

上述の Δ -AN は、DM と CM をそれぞれ 150 Ω の模擬インピーダンスで等しく終端するものである。これとは対照的に、Y-AN は CM だけを 150 Ω の模擬インピーダンスで終端し、DM は EUT の接続が意図される電気通信網の通信線の特異インピーダンスで終端され、かつ、想定した LCL を模擬するものである。

Y-AN の信号源端子には、模擬信号発生器、直流若しくは EUT の動作信号周波数に関する負荷回路、又は EUT の動作に必要な他の回路を接続することができる。これらの回路は、個々の EUT に応じて、RF 帯 DM 抵抗値 100 Ω ~ 150 Ω を内蔵すること又はその抵抗値で終端されていること。EUT の動作に関して外部回路が規定されていない場合は、DM インピーダンスとして、150 Ω の抵抗を Y-AN に接続すること。もし適切な Y-AN がないならば、有線ネットワークポートは周辺装置で終端すること。

注) RF 帯 DM 抵抗値 100 Ω ~ 150 Ω を内蔵する場合、被測定信号系インピーダンスが 100 Ω ~ 150 Ω の場合又は被測定信号系インピーダンスが決まっている場合は、その終端でも構わない。

電源端子の妨害波測定をする必要がある有線ネットワークポート付きの EUT の場合、電源端子に AMN を接続するとともに、有線ネットワークポートに Y-AN を接続して又は EUT に AE を直接接続して、それぞれの電圧測定を行うこと。図 9 に AMN と Y-AN を使用した測定配置を示す。7.4.1 項と 7.4.2 項で規定された条項を遵守すること。

7.4.4 電圧プローブを用いる妨害波測定

7.4.4.1 概要

伝導妨害波測定において、定格電流の仕様上の制約を含め、その他の様々な理由によって通常の AN が使用できない場合、電圧プローブを使用することができる。

一線大地間妨害波電圧を測定する場合は、試験を行おうとするそれぞれのポートの独立した導線（又は端子）と、選択された基準大地との間にプローブを順に接続する。それぞれの独立した一線大地間妨害波電圧を測定すること。

製品規格から規定された許容値に対する適合性は、電源ポートにおける妨害波電圧が製品規格から規定された許容値を満たしていることを確認することで示される。一線大地間妨害波電圧測定の場合、それぞれの妨害波電圧測定値を示すことが適合性判定のために必要となる。

Δ -AN を電圧プローブとして使用する場合及び容量性電圧プローブ (CVP、7.4.5 項参照) を使用する場合、一対若しくはそれ以上の独立した電源又は信号線のそれぞれのケーブルの CM 妨害波電圧を測定することもできる。この場合、製品規格の適合性判定は、CM 妨害波電圧が規定された許容値を満たしているかを確認することで示すことができる。

7.4.4.2 AMN を使用した電圧プローブ測定

複数の導線が接続されている場合又は接続可能な導線が付随する EUT やシステムを試験する場合、それらの接続端子のうち、AMN によって測定できない接続端子（例えば、電源系から分離されている構成機器間の接続線の端子）及びアンテナ・制御装置・負荷用の接続端子における妨害波電圧の測定は、プローブが接続線の負荷とならないように高インピーダンス (1500 Ω 以上) の電圧プローブ (7.3.3 項参照) を用いて行うこと。

しかしながら、この場合、EUTの主電源入力導線は、AMNを用いて分離し、かつ、高周波的に終端すること。これ以外の導線やプローブで測定しない導線の配置や長さは、7.4.1項の対応する条件や関連製品規格（例えば、引用規格(1)及び参考文献[1]）の中で個々の機器に関して規定されている条件に従うこと。電圧プローブは同軸ケーブルを介して測定用受信機に接続し、ケーブルの遮へい外皮は基準大地及び電圧プローブ筐体に接続すること。電圧プローブの筐体とEUTの測定点とは、直接的に接続してはならない。

7.4.4.3 AMNを使用しない電圧プローブ測定

EUTの試験において、AMNが使用できない場合又は他に適切なANがない場合、規定の模擬抵抗（例えば、引用規格(1)で規定している電気柵の模擬回路や、7.4.1項の規定を考慮し厳密に定義された機器や線の配置における開放端条件など）の両端にて妨害波電圧を測定する。妨害波電圧は高インピーダンスプローブを用いて測定する。

7.4.4.4 電圧プローブとして用いるAMN又は他の適切なAN

EUTの電流定格値が入手可能なAMN又は他の適切なANの定格を越えている場合は、AMN又はANを電圧プローブとして使用できる。測定に使用するAMN又はANのEUT端子に、EUTの電源線（単相又は3相、又は直流の正極線及び負極線）のそれぞれを接続する。図27参照。

AMNを試験場のLV AC、LV DC又は電力源に接続する前に、回路網をPEに接続すること。

注意：AMNの電源端子は解放状態なので、AMNは、PEとの接続を切る前にEUTの電源線との接続を切ること。電圧プローブとしてAMNを接続している場合、AMNの電源入力コネクタ（プラグ）ピンには電源電圧が加わっていること。プラグピンには絶縁保護カバーを付ける方法又は他の方法によって安全を確保すること。

150 kHz から 30 MHz までの周波数範囲では、個々のEUTのLV AC及び/又はLV DC電源線は30 μ H から 50 μ H までのインダクタンスを介して試験場のLV AC及び/又はLV DCに接続すること（図27及び図A.8の構成2参照）。そのインダクタンスは、チョーク、50 m 長の導線又は変成器で実現してもよい。

試験場のLV AC及び/又はLV DCから発生する伝導CM妨害波をフェライトコアやCMAD、CDN等、測定装置から切り離す他の方法も利用してもよい。

しかしながら、これら装置の30 MHz以下の周波数帯における挿入損失については、検討課題となっている。

9 kHz から 150 kHz までの周波数範囲では、電源との減結合のために、通常はより大きなインダクタンスが必要である。また、これは電源からの雑音の低減にも役立つ（A.5節参照）。

AMN及び他の型のANによる測定は標準の試験配置の下で行うのが望ましいため、AMN又はANを電圧プローブとして使用することは、実際にこれらの電流許容値を越える設置場所での試験に限定すること。電圧源としてのAMNが製品規格の中で代替測定法として言及されていない限り、製品規格ごとの試験に使ってはならない。

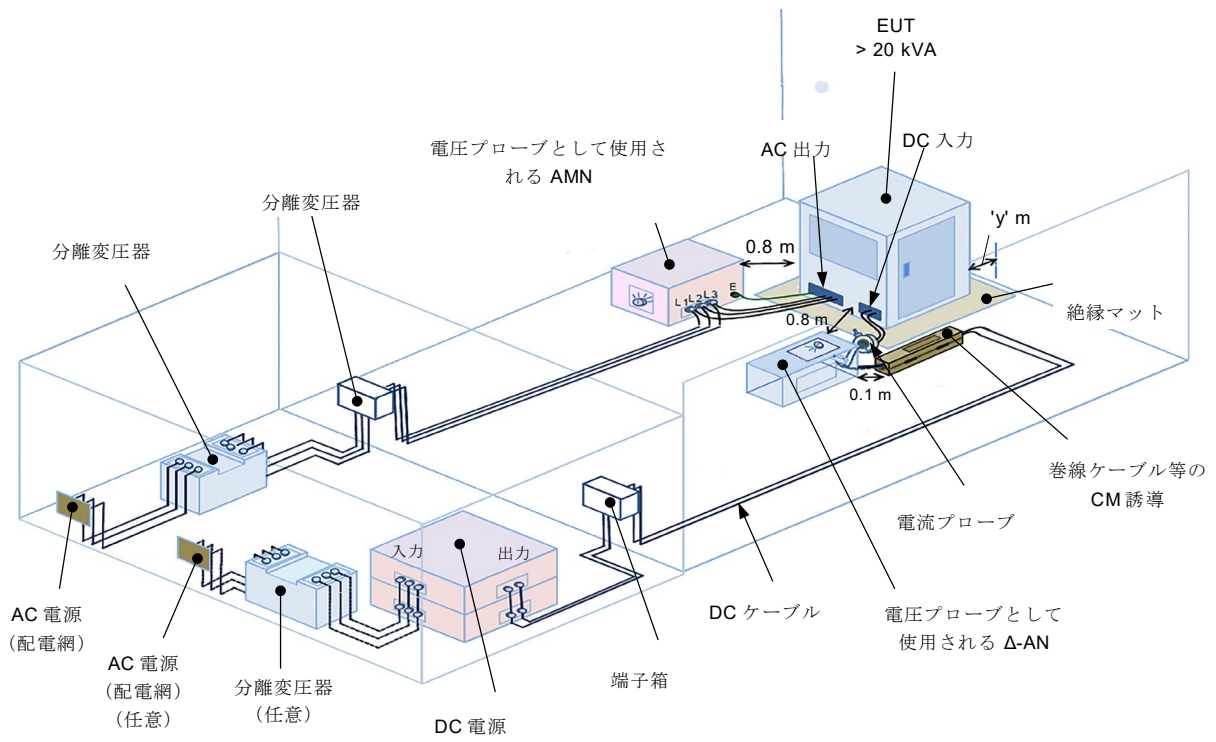


図 27 - 電圧プローブとして使用される AMN、 Δ -AN 及び電流プローブを用いた床置型 EUT の LV AC 及び DC 電源ポートにおける伝導妨害波測定の典型的な配置

7.4.5 容量性電圧プローブ (CVP) を使用する測定

4 を超える平衡対線からなる非遮へいの信号及び通信ケーブル上の妨害波電圧は CVP を使用して測定できる。CVP 測定は妨害波電圧及び妨害波電流を同時に測定するために電流プローブ測定と併用することができる。この方法の欠点は EUT と実際の回路網又は模擬装置間の分離が十分でないことである。

CVP の筐体は可能な限り短い接続線を使用して、RGP に接続すること。

7.4.6 電流プローブを使用する測定

様々な理由から、妨害波電流の測定は有用である。まず第一に、ある種の機器に対しては AN を挿入することができないことがある。特に、設置された EUT に対する試験や、EUT に非常に大きな電流が流れる場合である。電流プローブを利用する第二の理由は、周波数範囲の下限において供給電源の内部インピーダンスが極めて小さくなるので、EUT は電流源とみなせるためである。この電流の測定は、電源接続を切断したり取り外したりしなくても、電流変成器を用いることによって行うことができる。

電流プローブは、引用規格 (3) の要求事項を満足すること。

電流プローブで全ての導線を含むケーブルを取り囲むことによって、妨害波電流の CM 成分を直接測定することができる。したがって、CM 妨害波電流と装置の動作に必要な DM 電流を容易に分離することができる。

負荷及び源インピーダンスが既知ならば、妨害波電圧を計算することができる。

1 本の導線だけを測定対象にすると、DM 及び CM の両成分が重畳した妨害波電流が測定される。この場合、もし動作電流が (200 A 以上で) 極めて大きい場合、電流プローブの磁性コアが飽和する可能性があるため、誤ったデータが得られる危険性がある。

7.5 伝導妨害波測定に関する被試験システムの試験配置

7.5.1 システム測定の一般的な手法

伝導妨害波測定において被試験システムの試験配置を定めるのは、一般的に次の重要な目的のためである。

- CM 妨害波についての接地ループを避けるため
- 容易に再現できる試験配置を定めるため
- 被測定導線とそれ以外の導線との結合を低減するため
- 結合の少ない導線の配置を確保するため
- 妨害波測定における磁界の影響を最小限な導線の配置を確保するため
- システム試験に対する 7.1 節から 7.4 節までの要求事項を可能な限り適用するため

被試験システムの導線上の妨害波電圧は、可能ならば AN で測定すること。電流が 200 A 以下であれば、全く容易に AMN を使用することができる。AN は、被試験システムから 80 cm に配置すること。多導体 LV AC 電源回路の各線又はその他の電源回路は、AMN 又は別の適切な AN を通して配線すること。各 AN は測定用端子のところで 50 Ω 抵抗で終端されていること。

AMN への電気機器の接続に関するその他のガイドラインは、付則 A に記載されている。これらのガイドラインは、電力線の終端に使用される他のタイプの AN への機器の接続にも適用される。

EUT を配置し、製造業者の指示に従って終端したケーブル類を接続すること。

ある種の測定においては、製品規格によって、AMN 又は他のタイプの AN の代わりに特定の負荷と

負荷電圧測定プローブが規定される場合がある。電圧測定プローブは、AC 電源又はその他の電源電流が 200 A 以上の場合及び適当な AMN 又は他のタイプの AN が入手できない場合にも、伝導妨害波の試験に使用してもよい。ただし、後者の場合、AMN 又は AN による試験結果が優先すること。

ある種の測定において、製品規格によって電流プローブの使用が規定される場合がある。

7.5.2 システムの構成

7.5.2.1 一般

被試験システムは、典型的な使用状態を代表するように（すなわち、取扱説明書に指定されているように）又はここに規定するように、注意深く取りそろえ、据付けて、配置し、動作させること。複数の相互に接続した装置で構成されたシステム内で動作する機器は、そのような典型的なシステムの一部として試験することが望ましい。

一般に、被試験システムは利用者に提供されるものと同じ型式でなければならない。実際の使用状況に関する情報が入手できない場合又は製品の完全な設置状況を再現するには非常に多くの装置を揃えなければならない実現困難な場合は、設計技術者と相談の上、試験担当者の最良の判断に基づいて試験を行うこと。これに関する検討及び判断過程の全てを試験報告書に記載すること。

ケーブル類、AC 電源線、ホスト及び周辺装置の選定及び構成は、EUT の種類に依存し、予想される設置状態を代表するものであること。異なる装置間の間隔は、それらの構成が不可能でない限り 10 cm とすること。不可能な場合は、各装置は可能な限り近接して配置し、試験配置は試験報告書に記載すること。試験配置は 3 つに区別できる。1 番目の構成は、システム全体を一つの卓上に載せて通常使用する構成（図 9 参照）。2 番目の構成は、床上に通常設置して使用する装置類からなるシステム。これには、装置間配線を床下に収容するために、特別に設計された台の上に設置するシステムも含まれる。床置きシステムを構成する装置類の相互接続は、通常の設定状態に応じて、床上、台の下又は架空の配線によって行うことができる。3 番目の構成は、床置型と卓上型の混合システムである。以下、7.5.2 項では、これらのシステムそれぞれについて試験上の注意を述べる。また、7.1 節から 7.4 節に記載する特別の要求事項についても注意すること。

通常、床置きで使用されるシステム内の装置は、7.4.1 項に従って床の上に設置すること。卓上及び床置きの両方に対して設計された装置は、卓上構成だけ試験すること。

7.5.2.2 動作条件

被試験システムは、設計上考慮した定格（公称）の動作電圧及び代表的な負荷条件—機械的若しくは電氣的又はその両方で動作させること。負荷としては、個々の装置の要求事項に記載されているように、実際のもの又は模擬のものを使用してもよい。ある種のシステムでは、システム試験に用いる試験条件や動作条件などに関する明確な規定を設けることが必要かもしれない。

システムに画像表示装置又はモニタが含まれるならば、製品規格に特別の規定がない限り、次の動作条件を適用すること。

- a) コントラストを最大に調節する
- b) 輝度を最大に調節するか又はラスト消去が最大輝度以下で起こるならば、ラストが消える位置に設定する
- c) カラーモニタに関しては、全ての色を代表するものとして、黒背景に白文字を使用する
- d) 正及び負の画像信号が出せるなら、妨害波が大きい方を選ぶ
- e) 文字の大きさ及び 1 行当たりの文字数を調節して、画面当たりの表示文字数を最大にする

- f) ビデオカードを使用するしないにかかわらず、グラフィック表示ができないモニタについては、ランダムな文字列からなるパターンを表示すること
- g) グラフィック表示可能なモニタについては、例えグラフィック表示用に他のビデオカードが必要になる場合でも、文字 H 列のスクロールパターンを表示するのがよい
- h) モニタにテキスト表示機能がなければ、代表的な表示画面を用いる

7.5.2.3 接続装置、模擬装置及びケーブル類

適合性確認試験は、周辺装置及びケーブルを、現実的で、実際の設置状況において起こりうる判断される配置にして行う。図 9、図 12 及び図 13 に標準的な試験配置を示す。この配置は、試験所間の再現性確保の基本となるもので、実際のシステム及びケーブル配置に関する要求事項に合致するものである。したがって、実際の装置を用いた測定とすること。システムを他の装置と機能的に相互接続する必要があるなら、実際の装置を用いることが望ましい。模擬装置を用いて代表的な動作条件を実現してもよいが、実際の装置の代わりに用いるこの模擬装置は、特に RF 信号、インピーダンス及び遮への終端について、実際の装置の電気的特性及び場合によっては機械的特性を正しく模擬すること。模擬装置を使用すれば測定上の不確定さが増すため、このような装置の使用は避けることが望ましい。したがって、実際の装置を用いた測定が優先すること。もし、装置が特定のホストコンピュータ用又は周辺装置用だけに設計されているならば、そのコンピュータ又は周辺装置を用いて試験するのが望ましい。

インタフェースケーブル類は、通常システムに付属しているような代表的なもので、かつ、製造業者の取扱説明書に特に短いケーブルが指定されていないならば、少なくとも 2 m の長さのものを用いることが望ましい。試験中は、取扱説明書で指定されているものと同じ型式のケーブル類（すなわち、遮へいがないもの、網状遮へいのもの、箔状遮へいのものなど）を用いることが望ましい。EUT と AE の間の実質的長さが 1 m を超えないように、可能ならば、その余分のケーブルを中央付近で 40 cm 以下の長さで折り返すこと。

適合性確認試験中に遮へい又は特殊なケーブルを用いるならば、そのことを試験報告書に記載し、そのようなケーブルの使用が必要であることを取扱説明書にも記載すること。

システムの中の装置類（例えば画像表示装置）が磁界を発生する場合、この磁界によって接地線と測定線路によって形成されるループに電圧が発生し、これによる誤差が測定結果に生じることがある。この磁界の影響を防止するために、接続線路（接地線及び測定線路）はできる限り短くすべきであり、撚り線の形にすることが望ましい。

インターフェースポート（接続端子）にはケーブルを接続すること。ただし、機能しているインターフェースポートの各型式につき 1 ポートにケーブルを接続し、これを実使用状態における典型的な装置で終端すること。同一型式のポートが多数ある場合は、追加のケーブルをシステムに接続して、妨害波に対するこれらのケーブルの影響を調べること。V-AN を使用した電源ポートの測定は、有線ネットワークポートを Y-AN で終端した状態で行うこと（7.4.3.3 項参照）。

通常、類似のポートに対する負荷接続は、次の場合に限定する。

- a) 複数の負荷を利用する場合（大型システムにおいて）
- b) 典型的な使用状態の再現に、複数の負荷接続が合理的である場合

ポートの構成及び負荷接続に関する根拠を試験報告書に記載すること。例えば、”接続可能なポートの 25 % にケーブルを接続し、1 本又は複数のケーブルを追加接続しても、妨害波は 2 dB を越えて増加しなかった”などと記載する。システムに付随する装置又はシステムに最低限要求される装置以外の

支援装置、関連装置又は模擬装置などの余分なポートには、試験中、ケーブルを接続したり使用したりする必要はない。

7.5.2.4 LV AC 電源への接続

もしシステムが個別に電源線を持つ装置類から構成されているならば、AMN との接続点は次のようにして定めること。

- a) 標準型式（例えば、参考文献 [7]）の電源プラグで終端されている各電源線は、それぞれ個別に試験すること。
- b) ホスト機器を介して接続することが製造業者によって指定されていない電源線及び電源端子は、それぞれ個別に試験すること。
- c) ホスト機器又は他の電源供給機器に接続することが製造業者によって指定されている電源線又は電源端子は、それらのホスト又は電源供給機器に接続し、そのホスト又は電源供給機器の電源端子や電源線には AMN を接続して試験すること。
- d) 特別な電源接続が指定されている場合は、製造業者が試験のために AMN との接続に必要な治具を用意すること。

周波数範囲 0.15 MHz から 30 MHz までにおいては、個別に電源供給されている他の装置の安全用接地導体は、50 μ H AN を用いて EUT から分離すること。通常の AMN をこのようにフィルタとして使用する場合は、AMN の接地端子は基準大地に接続すること。

7.5.2.5 LV DC 電源への追加接続

測定中に供試システムにも LV DC 電源が接続される場合、7.5.2.4 項に従って提供される接続条件を損なわないように、試験室の LVDC 電源に接続すること。特に、測定中に使用される RGP の CM 電流ループは回避すること。

系統に接続されたトランスレスパワーエレクトロニクスデバイスの測定には、保護絶縁付きの DC 電源（クラス II 機器）だけを使用することが望ましい。そのような試験用 DC 電源（例えば、バッテリーのセット）が利用できない場合、7.5.2.4 項に基づき LV AC 電源は、外付けの絶縁変圧器を介して系統から供給してもよい。図 27 参照。

7.5.3 相互接続線における測定

電源端子における測定に加えて、（例えば、制御用及び負荷用導線などの）入力線及び出力線用の端子における電圧プローブを用いた妨害波測定が必要な場合がある。もし、EUT の機能が電圧プローブの 1500 Ω のインピーダンスによって影響を受けるようであれば、50/60 Hz 及び RF 帯におけるインピーダンスを高める（例えば、15 k Ω と 500 pF の直列接続）必要があるかも知れない。また、製品規格で要求されている（又はオプションとなっている）場合は、電圧測定の代わりに、電流プローブによる電流測定を行ってもよい。

この測定においては、各装置の電源及び／又は他の電源電線に AN を接続して、AC 電源やその他の電源を分離し、かつ規定の RF 終端を行う。または、周辺装置（制御用、実負荷用、擬似負荷用など）は接続しておき、装置間の結合を維持した状態で、あらゆる動作条件で測定できるようにする。測定は、各装置の指定された端子について行う。

装置間の接続線が両端で完全に固定されており、かつ、2 m より短い場合又は遮へいされている場合には、測定を行う必要はない。ただし、遮へい接続線の場合、その両端は装置の金属筐体に接続されていること。プラグ又はソケットがついた非遮へい接続線は 2 m 以上に延長することができるので、少な

くとも2 mまで延長し、試験しなければならない。遮へいケーブルについては、取扱説明書に短いケーブルの使用が指定されていなければ、少なくとも長さ2 mにすること。

7.5.4 システム構成装置の分離

伝導妨害波測定が不正確になる原因の一つに、グランドループ電流がある。このグランドループ電流は、EUTの安全接地導体に50 μ H ANを入れることによって、周波数範囲0.15 MHzから30 MHzまでにおいて遮断してもよい。

グランドループ電流は、装置間の接続ケーブルの遮へい被覆によっても生じることがある。したがって、これらの装置に対する安全接地導体を流れるグランドループ電流も、また50 μ H ANによって遮断すること。

測定用受信機は測定点だけで基準大地に接地し、グランドループができないようにするのが望ましい。(注意：測定器が絶縁トランスによって電源供給されていない場合は、電気ショックを受ける場合がある。)

7.6 設置場所における測定

7.6.1 一般

関連する製品規格で認められている場合又は技術的な理由から標準試験場で妨害波測定を行うことが不可能な場合は、適合性の評価のために設置場所測定を行うことができる。設置場所測定の技術的な理由は、標準試験場での測定にはEUTの寸法及び/又は重量が大き過ぎること又はEUT(を動作させるため)の基盤設備への相互接続が高価過ぎることである。EUTの設置場所測定結果は、通常、試験場所間又は標準試験場で得られた結果とは異なるため、型式試験には使用できない。それゆえ、型式試験の目的に使用してはならない。

妨害波電圧は、設置場所における伝導条件の下で、非誘導性の測定用探針(高抵抗電圧プローブ)を用いて測定すること。伝導条件と測定結果は次によって影響を受ける。

- 設置場所において測定に使用する基準大地。導電性大地面又はANは、設置場所の恒久的な装置の一部でない限り、試験には使用しないこと。
- 電源の高周波特性及び負荷条件
- 周囲の高周波環境
- 測定用探針の入力インピーダンス
- EUT又はその近くの装置から発生した磁界

7.6.2 基準大地

機器の設置場所に存在する接地物体を基準大地として利用することが望ましい。その選択に当たっては、高周波特性を考慮に入れるのがよい。この接地は、EUTと大地に接地されている建物の導電性構造物を幅広の導電性帯を用いて接続することによって一般に実現できる。ただし、導電性帯の長さ対幅の比は3を超えないことが望ましい。これらの接地物体としては、金属製の水道管、暖房用配管、大地に接地された避雷線、コンクリート強化用の金属材、金属梁などがある。

一般に、電力設備の安全導体及び中性導体は、基準大地として適当でない。なぜなら、それらには過大な妨害波電圧が誘導していることがあり、また、RFインピーダンスが不確定な場合があるためである。

EUTの周囲又は測定場所に適当な基準大地がない場合は、EUTに近接して、十分大きな金属箔、金属板、金網などの導電体を設置することによって、それらを測定における基準大地として使用すること

ができる。

7.4.2.2 項及び付則 A の一般的な要求事項に注意するのがよい。

7.6.3 電圧プローブによる測定

伝導妨害波電圧の試験は電圧プローブを用いて行う。測定用基準大地には特別の注意を払わなければならない。

電圧プローブが被試験回路の負荷になることによる電圧降下については、プローブの内部インピーダンスを変えることによって定性的に判断することができる。もし、電圧プローブの内部インピーダンスが試験箇所又は被試験回路の内部インピーダンスより高いならば、電圧プローブの内部インピーダンスを増加しても、妨害波電圧の測定結果は少し変化するだけである。電圧プローブのインピーダンスは、直列に $1500\ \Omega$ の抵抗を繋ぐことによって倍増できる。もし妨害波電圧が $5\ \text{dB}$ から $6\ \text{dB}$ までの間で低下するならば、 $1500\ \Omega$ のプローブを妨害波電圧の測定に使用することができる。

7.6.4 測定点の選択

7.6.4.1 一般

設置場所における妨害波電圧の測定は、使用者の敷地境界若しくは工業地域の境界又は受信システムが干渉を受ける範囲内の指定された複数地点で行うこと。

7.6.4.2 電源線及びその他の電源供給線における測定

電源供給系における測定では、建物の電力供給口近くの使用可能な電源コンセントにおいて、電圧プローブを用いて一線大地間電圧妨害波電圧を測定すれば十分である。

7.6.4.3 非遮へい線及び遮へい線における測定

非遮へい線又は遮へい外被が非接地の遮へい線によって、信号、制御及び負荷の配線が境界から引かれている場合、基準大地に対する一線大地間妨害波電圧の測定は、それぞれの導線又は遮へい外被について電圧プローブを用いて行うこと。CM 妨害電圧は CVP を使用して測定できる。

遮へい外被が接地されている遮へい線においては、その接続及び接地点から $1/10$ 波長以上離れた場所において、電流プローブを用いて CM 電流を測定すること。

8 妨害波の自動測定

8.1 自動測定における注意事項

自動化によって EMI 測定を繰り返す単調な仕事の多くが解消される。すなわち測定者による測定値の読み違い及び記録の間違ひは、最小限とすることができる。しかし、データ収集にコンピュータを使用すると、測定者が気づくかもしれない新しいエラーを含んでしまう可能性がある。すなわち、状況によっては、収集された測定データの不確かさは熟練した測定者による手動測定より自動測定の方が大きくなる可能性がある。基本的には、手動でも自動でも妨害波測定の精度には差はない。なぜなら、いずれの測定も、不確かさは試験に用いる測定装置の精度に依存する。しかし、実際の測定環境が自動測定のソフトウェアが想定したものと異なる場合には、問題が生じる可能性がある。

例えば、自動測定において、EUT の妨害波の周波数が高レベルの周囲雑音に隣接していると、正確に測定されない場合がある。しかし、熟練した測定者は、実際の妨害波と周囲雑音を区別でき、状況に応じた EUT の妨害波測定が可能になる。しかし、実際の妨害波を測定する前に、EUT の電源を切って OATS の周囲雑音を記録すれば、貴重な試験時間を節約することができる。その場合、適切な信号認識

アルゴリズムを適用することによって、特定の周波数に周囲雑音が存在する可能性があることを、測定者に警告できる。

EUT の妨害波がゆっくり変化する場合、断続が低い繰り返し周波数の場合又は過渡的な周囲雑音（例えば、アーク溶接の過渡的な雑音）が発生する可能性のある場合には、測定者が関与することが望ましい。

8.2 一般的測定手順

妨害波の最大値を測定する前に、妨害波測定用受信機を用いて妨害波信号を探索する必要がある。測定対象の全周波数範囲において、準尖頭値検波器を用いて妨害波の最大値を探索すると、試験時間が極端に長くなる（6.6.2 項参照）。アンテナ高走査など時間のかかる測定手順は、全ての周波数には必要ない。そのような測定手順は、妨害波の尖頭値振幅が妨害波許容値を超えるか、その付近である周波数だけに適用することが望ましい。したがって、振幅が許容値に近いか又はそれを超えている周波数の妨害波について最大値を測定すること。

次の一般的手順が測定時間の短縮に役立つ（図 22 参照）。

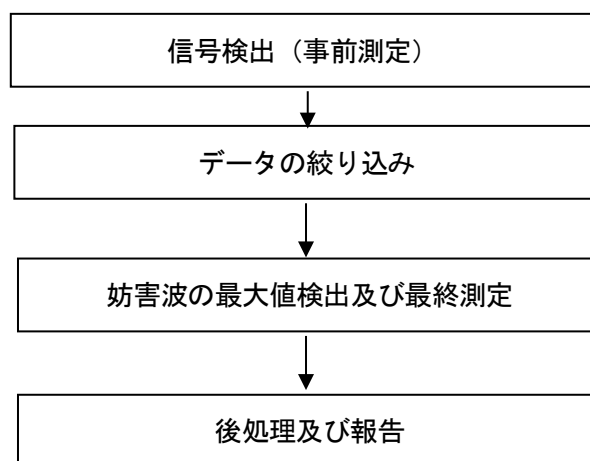


図 22 – 測定時間を短縮する処理

8.3 事前測定

妨害波測定における事前測定は、次の複数の目的のために実施する。その主目的は、これ以後の試験又は走査に必要なパラメータを決めるための最小限の情報を集めることである。したがって、事前測定では、試験システムに最低限の制約及び要求事項しか課さない。この測定手順は、妨害波スペクトルがほとんど未知の新製品を試験するのに用いる。すなわち、事前測定は、対象となる周波数範囲のどこに妨害波の信号があるかを調べるために用いるデータ収集作業である。周波数精度の向上及び振幅比較によるデータの絞り込みが必要になる場合がある。これらの要因によって事前測定を実施する際の測定順序が定まる。いずれの場合も、結果はそれ以後の作業に必要な妨害波情報として記録する。

事前測定において、EUT の未知の妨害波スペクトルに関する情報を短時間に得るには、周波数走査について 6.6 節を考慮すること。

必要測定時間の決定：

EUT の妨害波スペクトル及び特に最大パルス繰り返し周期 T_p が未知の場合、測定時間 T_m が T_p 以上であることを保証できるように、 T_p を調べなければならない。EUT からの妨害波の断続的な特性が、

妨害波スペクトルの尖頭値に特に影響する。最初にどの周波数で妨害波の振幅が不安定になるかを調べるとよい。これは測定器又はソフトウェアの最大保持機能による測定値と、最小保持又は消去／書込み機能による測定値との比較を用いて、妨害波を 15 秒間観測することによって行うことができる。この間、測定系の設定は一切変更しないこと。最大保持結果と最小保持結果の差が、例えば、2 dB を超える妨害波は、断続的妨害波とみなす（背景雑音を断続的妨害波としないよう注意することが望ましい）。

断続的な尖頭値が背景雑音レベルより低いために検出することができない場合があるため、繰り返し測定すること。各断続的妨害波のパルス繰り返し周期 T_p は、測定用受信機をゼロスパンに設定するか又は IF 出力に接続したオシロスコープを用いることによって測定することができる。また、測定時間を最大保持値と消去／書込み表示値の差が、例えば、2 dB 未満になるまで長くすることによって、適切な測定時間も求められる。この後の測定の間（最大値検出及び最終測定）、測定すべき周波数について、測定時間 T_m が適用すべきパルス繰り返し周期 T_p 以上であることが保証されなければならない。

伝導妨害波については、尖頭値検波器を使用し、できるだけ最速の掃引速度で代表的な導線（例えば、電源線の活線）について又は個々の導線について事前測定を行う。複数の導線について測定する場合は、最も高レベルの妨害波を記録するために最大値保持機能を使用することが望ましい。

8.4 測定データの絞り込み

一連の測定における第二手順として、全体の測定時間を短縮するために、事前測定で収集した測定ポイントを絞り込む作業を行う。例えば、全体の測定スペクトルからの有意な成分の選び出しや、EUT からの妨害波と周囲雑音又は周辺装置の影響との判別、測定値と許容値との比較又は別途定められた取り決めに基づく測定データの絞り込みなどを行う。データ絞り込みのその他の例として、異なる検波器を用いて許容値に対する振幅の比較を順番に行う方法が本規格の付則 C のフローチャートに示されている。データの絞り込みはソフトウェアツールで自動的に行ってもよいし、測定者によって手動で行ってもよい。この作業は自動測定から独立して区分する必要はなく、事前測定の一部とみなしてもよい。

ある特定の周波数範囲では、音声による周囲雑音との判別法が非常に有効である。そのためには信号を復調して変調信号を聞き取れるようにする必要がある。事前測定の出力リストに多数の変調信号と思われるものが含まれ、音声による判別が必要な場合、かなり時間のかかる作業となる。しかし、あらかじめ聴取すべき周波数帯が分かっている場合は、その帯域内の信号についてだけ聴取を行えばよい。本作業で絞り込まれた測定結果は、以後において測定すべき候補リストとなる。

8.5 妨害波の最大値検出と最終測定

最終測定では、次の方法によって妨害波の最大値検出を図り、その値を決定する。最大値検出の後、妨害波の振幅は、適切な時間で準尖頭値検波及び／又は平均値検波を用いて測定する。ただし、測定値が許容値付近で変動する場合、少なくとも 15 秒間は観測する。

伝導妨害波測定では、EUT の電源線の各々の導線で測定される妨害波レベルを比較し、大きい方の値を測定結果とする。

注) FFT ベースの測定機器を使用した場合、最終測定は複数の周波数で並行して実行される。

8.6 後処理及び報告書の作成

最後の作業は、報告書に関するものである。測定結果の処理に必要な分類や比較を自動的又は対話的に処理できるソフトウェアがあれば、必要な報告書や文書を作成する上で有益である。この場合、測定結果に補正を施した後に得られる尖頭値、準尖頭値や平均値を用いて測定結果の処理を行うのがよい。これらの一連の処理結果を個別の出力リストか統合した一つのリストにまとめれば、文書化や更なる処

理に利用できる。

試験報告書には測定結果を図若しくは表又はその双方の形式で示すこと。さらに、使用した測定装置を含む測定システム自体の情報、測定機器及び製品規格の要求に従う EUT の試験配置に関する文書なども試験報告書に含めるのがよい。

8.7 FFT ベースの測定機器を用いた妨害波測定法

FFT ベースの測定機器は実装にもよるが、同調型電圧計よりかなり高速に重み付けをした測定が可能である。したがって、測定周波数帯域にわたり重み付けした測定は、8.2 節に記載のスーパーヘテロダイン受信機による事前測定及び最終測定より早く測定できるかもしれない。

9 周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までにおける CDNE を使用した測定の配置及び測定手順

9.1 概要

第 9 章は、引用規格 (3) に記載されている CDNE を使用した周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までにおける CM 妨害波電圧 V_{dis} を測定する測定配置と測定手順を示す。

接続ケーブルからの放射が支配的である場合、CDNE 法を妨害波測定に使用できる。

この方法は、次の条件下では EUT に適用できない。

- a) EUT 筐体の最大寸法が、製品規格によって特に規定されていない限り、測定最高周波数の $1/4$ 波長より大きい場合
- b) 定格電源電圧が 600 V を超える場合
- c) 2 本を超えるケーブルの場合

電源線が一つだけで他の外部導線がない EUT の伝導妨害波の能力は、電源線の CM 電圧によって評価できる。この CM 電圧は、EUT から適切な CDNE に供給される電圧とほぼ同じである。EUT 筐体からの直接放射は考慮されない。

電源線以外に追加の外部導線がある機器は、電源線からの放射と同じ方法で、この遮へい又は非遮へい導線から干渉エネルギーを放射する可能性がある。CDNE 測定はこの導線についても同様に使用できる。詳細な測定手順とその適用可能性は、製品種類ごとに製品規格で規定する必要がある。

一般に、CM 電圧のレベルは、非意図的 DM 電圧のレベルよりも高くなる。したがって、少なくとも 20 dB の LCL があれば、測定結果に対する DM 電圧の影響を防ぐのに十分である。最小 LCL が 20 dB の CDNE は、主電源回路に意図的 DM を持つ EUT には適していない。

9.2 測定配置

人体と機器の安全のため、EUT は PE に接続されている RGP に配置されている。EUT から他の金属物体までの距離は、0.8 m 以上であること。距離が短くて 0.4 m から 0.8 m までの場合は、0.2 dB の不確かさを追加すること。

注 1) RGP の実施例として、遮へい室の導電性床がある。

CDNE は、金属の筐体を介して RGP に接続される。筐体に追加の圧力を加えることによって RF 接地を改善できる。さらに、安全のために PE への信頼性の高い接続をするため、ねじ又は同様の手段を使用して接続すること。CDNE の背面は、RGP の端から少なくとも 200 mm の位置に配置すること。

EUT は RGP の $100 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ 上に配置され、比誘電率 ϵ_r が 1.4 未満の非導電性材料（例えば、ポ

リスチレンフォーム) によって支持される。EUT の周囲は、RGP の端から少なくとも 200 mm の位置に配置すること。

CDNE と EUT の間は $200 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$ の距離を維持すること。CDNE は、ケーブル長を最小化するために、測定中のケーブルが接続されている EUT の側面に配置すること。ケーブルは重ならないように折り返したり、束ねたりしないこと。

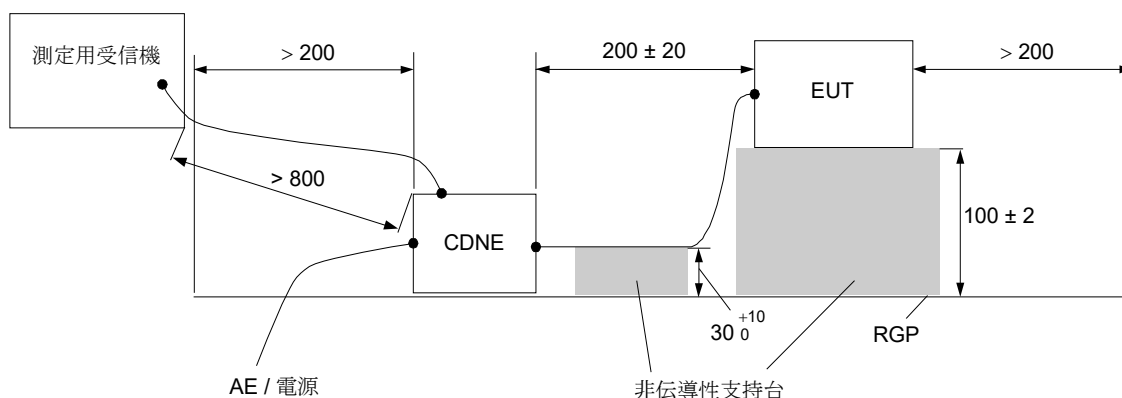
EUT に接続されたケーブルは、EUT から RGP まで約 30 mm の高さに垂直に垂らし、そして CDNE の EUT 端子まで水平に引くこと (図 23 参照)。

CDNE の AE/電源端子は、AE つまり CDNE-M2 と CDNE-M3 の電源及び CDNE-Sx のコントロールユニットに接続する。CDNE の測定端子は、測定用受信機の入力端子に接続する。

図 24 は、2本のケーブルが接続された EUT の測定配置を示す。実際の測定配置は、ケーブルが EUT のどの面に接続されているかによって異なる。図 24 は、隣接する側にケーブル接続がある EUT の配置を示している。

二つのケーブルが EUT の同じ面に接続されている場合、二つの CDNE は EUT の同じ側に配置されること (図 25 参照)。CDNE は、互いに $20 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ 離すこと。測定されないケーブルに関して、測定用受信機に接続されていない CNDE の測定端子は、 50Ω 負荷で終端する。

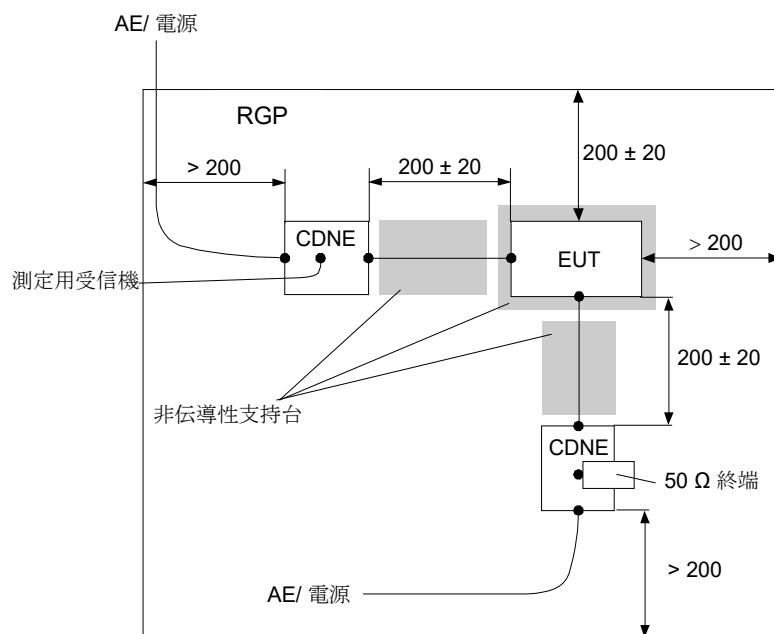
注 2) 図 24 及び図 25 に示す測定配置は、DM 信号が支配的である電源回路網には適用できない。DM のクロストーク成分が、重大な測定誤差を引き起こすからである。



” AE/電源” には、AC 電源、DC 電源、制御/通信線を含んでもよい。

注) 全ての寸法は、mm 単位である。

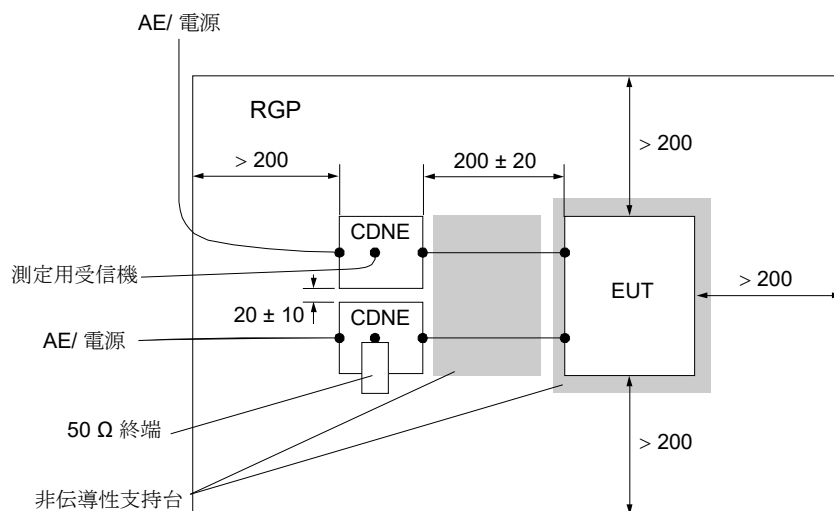
図 23 - ケーブルが 1 本の EUT の場合の測定配置



” AE/電源” には、AC 電源、DC 電源、制御/通信線を含んでもよい。

注) 全ての寸法は、mm 単位である。

図 24 - 2本のケーブルが EUT の隣接面に接続された場合の測定配置



” AE/電源” には、AC 電源、DC 電源、制御/通信線を含んでもよい。

注) 全ての寸法は、mm 単位である。

図 25 - 2本のケーブルが EUT の同じ面に接続されている場合の測定配置

9.3 測定手順

CDNE を使用した測定では、6.2 節と同様に第 6 章も考慮に入れなければならない。したがって、次の規定が適用される。

- EUT の動作条件は、製造業者の説明書に従って設定すること。
- EUT に必要な暖気時間を選択して監視すること。

- c) 測定結果を検証するために、周囲雑音に対する妨害波の比率が 20 dB より大きいことを確認するために周囲雑音をチェックすること。
- d) 7.2.2 項で規定された検波器及び測定用受信機に選択された測定時間は、事前測定と最終測定から決定されるものとする。事前測定には、少なくともピーク検波器を使用する。最終測定においては、CM 妨害波電圧 V_{dis} は、製品規格で規定されている検波器を使用して測定すること。
- e) 妨害波電圧 V_{dis} を測定するために、dB 単位の CDNE 電圧分割係数 F_{CDNE} を dB(μ V) 単位の測定用受信機の読み取り値 V_{meas} に加えること。
$$V_{dis} = V_{meas} + F_{CDNE} \quad (\text{単位は dB}(\mu\text{V}))$$
- f) 2 本のケーブルが接続された EUT の場合、各ケーブルを個別に測定し、2 本のケーブルの最大読み取り値を V_{dis} の測定結果とすること。

付則 A
(情報)
電気機器と AMN の接続に関する手引

注) 付則 A は第 5 章の条項を補うものである。

A.1 概要

付則 A は、周波数 9 kHz から 30 MHz までにおいて、特定の電気機器によって発生される妨害波を評価するために使用できる技術に関する一般的な指針を示したものである。すなわち、端子電圧測定の際に、電気機器を AMN に接続する方法に関する情報を提供している。表では、適切な手法を選択できるように実際に遭遇する様々なケースの概要を示している。

A.2 節では、下記の妨害波の伝搬形態について詳述する。

- a) 接続された電源線に沿った伝導（等価回路図において E_1 と I_1 で表記）、または、
- b) 放射された後、接続された電源線に結合（等価回路図において E_2 と I_2 で表記）

伝導又は放射のどちらが支配的であるかは、基準大地に対する EUT の配置（基準大地との接続形式を含む）や、EUT と AMN との接続形式（遮へい線又は非遮へい線）などに依存する。

A.2 実際に起こり得る状況の分類

A.2.1 十分な遮へいを有するがフィルタ効果が不十分な EUT (図 A.1、図 A.2)

この場合、電流 I_1 で表される伝導妨害波が支配的となる。妨害波電流 I_1 は EUT から AMN の Z に供給される。したがって、EUT 筐体と基準大地との間の容量 C_1 が増えると、電圧 U_1 も増える（図 A.1 参照）。 C_1 を直接短絡するか又は遮へいケーブルで EUT に電源供給することによって、電流帰還経路のインピーダンスが最小になったとき、電圧 U_1 は最大となる ($U_1 = ZI_1 = E_1$ 図 A.2 参照)。(また、A.3 節も参照)

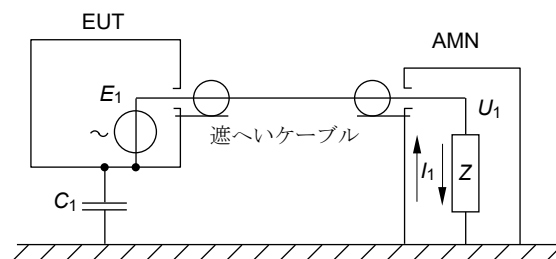


図 A.1 - 十分な遮へいを有するがフィルタ効果が不十分な EUT の基本的な回路図

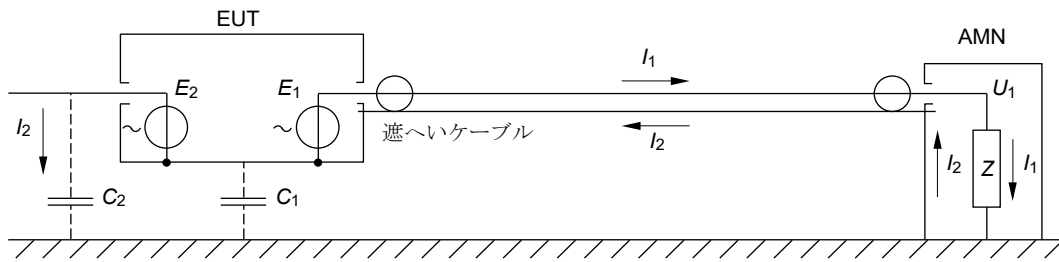


図 A.2 - 十分な遮へいを有するがフィルタ効果が不十分な EUT の詳細

A.2.2 十分なフィルタ効果を有するが遮へいが不十分な EUT (図 A.3、図 A.4)

この場合、電源に供給される妨害波電流は実質的にゼロに減少し、AMN の両端の電圧は、不完全な遮へいの隙間又はアンテナとして作用する突出した導体からの不要な放射が支配的な可能性がある。そのような漏洩は、起電力 E_2 の内部妨害波源と基準大地との間に接続された外部容量 C_2 として図式的に表現できる。この容量 C_2 に電流 I_2 が流れる。 C_2 を介して基準大地に流れる電流 I_2 の一部は C_1 を介して戻り、 I_2 の他の一部は AMN を介して戻る。電源線が遮へいされておらず (図 A.3 参照)、 C_1 のインピーダンスが AMN のインピーダンス Z に比べて大きい場合 ($ZC_1\omega \ll 1$) は、 I_2' は、ほぼ I_2 に等しく、電圧 U_2 は、ほぼ I_2Z に等しい ($U_2 = ZI_2$)。

C_1 が増加すると、 Z はシャントされ、 U_2 は減少する。極端な場合、遮へいケーブルを介して EUT に給電することにより C_1 によって短絡され (図 A.4 参照)、 Z に I_2 が全く流れない場合、 U_2 はゼロとなる。

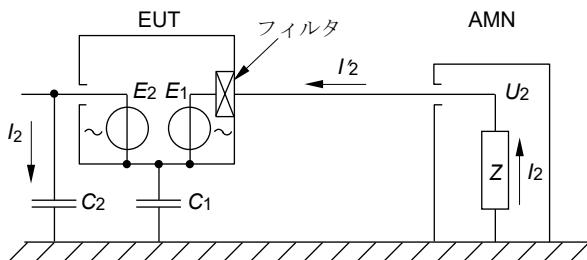


図 A.3 - 十分なフィルタ効果を有するが遮へいが不十分な EUT

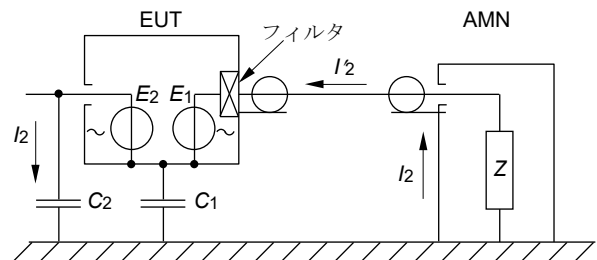


図 A.4 - 十分なフィルタ効果を有するが遮へいが不十分な EUT (U_2 が 0 の場合)

A.2.3 実際の一般事例

A.2.3.1 概要

実際には、遮へいもフィルタ効果も完全ではない。したがって、前述の二つの影響は同時に起こり、相加される。そのような状況においては、次の三つのケースに遭遇する可能性がある。

A.2.3.2 遮へい線による電源供給 (図 A.5)

漏洩放射により生じた電流 I_1 は、大地面及び AMN の筐体外壁面及び電源線遮へい外被とからなる閉回路を流れる。したがって、 Z には影響が現れない。

Z の両端で測定される電圧 U_1 は、電源線に加わり、更に AMN の筐体内壁及び電源線の遮へい導体内壁を介して戻ってくる電流 I_1 にだけ依存する。したがって、電圧 U_1 は最大となる。

$$U_1 = ZI_1 \approx E_1$$

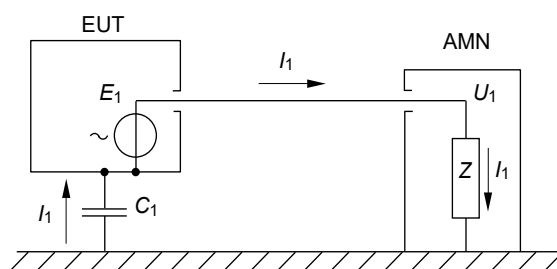


図 A.5 - 遮へい線による電源供給の場合の妨害波

A.2.3.3 非遮へいであるがフィルタ効果が十分である導線による電源供給 (図 A.6)

高性能の低域通過フィルタが EUT の入力側に接続されており、その遮へいが EUT の遮へい筐体に直結されている場合、妨害源 E_1 によって電源線に加わる電流 I_1 はフィルタによって阻止される。

図 A.6 に示すように、放射に起因する電流 I_2 は、 Z と電源線を介して戻ってくる (もし $ZC_1\omega \ll 1$ ならば)。したがって、 Z の両端で測定される電圧 U_2 は、放射だけによって生じる。

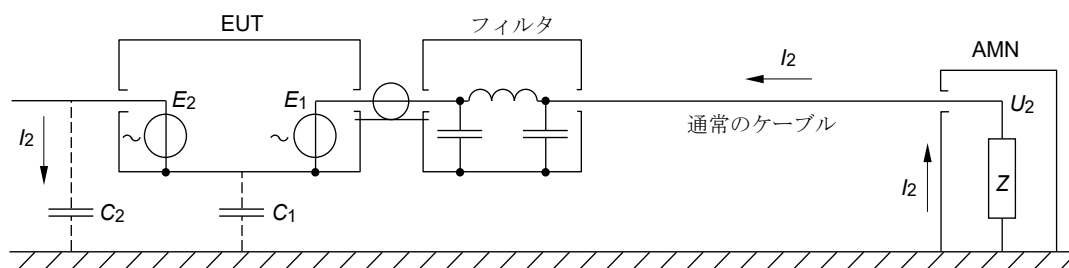


図 A.6 - 非遮へいであるがフィルタ効果が十分である導線による電源供給の場合の妨害波

A.2.3.4 通常の導線による電源供給 (図 A.7)

図 A.6 のフィルタが取り除かれた場合、妨害源 E_1 からの電流 I_1 が再び電源線に現れる (図 A.7)。図 A.5 (フィルタが装着されていない EUT に遮へい導線を介して電源供給する場合、電流 I_1 は最大値となる) の場合と比較して、図 A.7 (フィルタが装着されていない EUT に非遮へい導線を介して電源供給する) の場合における I_1 の値は、もし $ZC_1\omega \ll 1$ であれば、その最小値 (図 A.2) と比べて更に小さい値になり、 I_1 (非遮へい EUT) / I_1 (遮へい EUT) の比は $ZC_1\omega$ となる。電流 I_2 は前述の場合と同じであるが、導体が遮へいされていないので、 I_2 は Z と電源線を介して流れる。

AMN の電圧 U は I_1 と I_2 の重ね合わせによって生じる。起電力 E_1 と E_2 は共通の内部妨害波源から生じているので、それらの電流は同期しており、電圧 U はそれらの振幅値だけでなくその位相にも依存する。周波数によっては、電流 I_1 と I_2 がほぼ同じ振幅で逆位相になる場合があり、この場合、 I_1 と I_2 が大きくても電圧 U は非常に小さくなる。さらに、妨害波源の周波数が変化すれば、逆位相関係とはならず、電圧 U は急激でかつ無視できない変動を示すこともある。

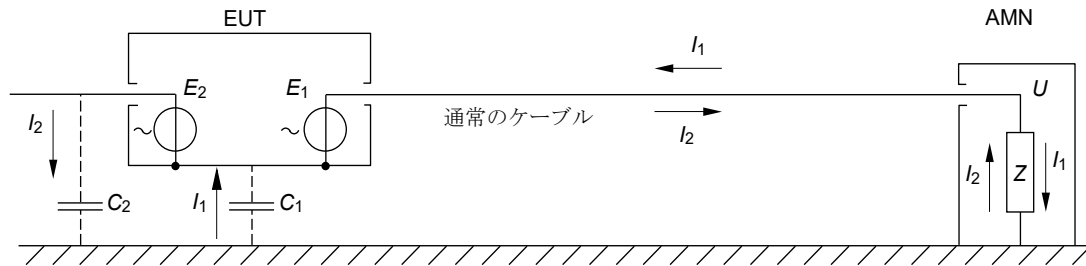


図 A.7 - 通常の導線による電源供給の場合の妨害波

A.3 接地方法

前節では、電源線の遮へいを基準大地に接続することによって、EUT の接地が行われると仮定してきた。

これは、上述のように、2 種の電流 I_1 と I_2 を明確に区別するための接地として最も適切な仮定である。これは、例外なく全ての周波数に適用してもよい。

1.6 MHz 未満の周波数においては、真っ直ぐで短い（最大 1 m）導線を電源線と平行で、かつ、間隔が 10 cm 以下となるように配置し、これを接地することによって実効的に同じ結果が得られる。

数 MHz より高い周波数、特に高周波帯では、この便法は注意して使うことが望ましい。いかなる場合も、遮へい導線を使うことを強く推奨する。なぜなら、高周波帯では導線の特性インピーダンスを無視できないためである。

A.4 接地条件

A.4.1 概要

A.4.1.1 一般的な法則

上で述べた考察から、AMN の電圧に対する測定回路の振る舞い、すなわち、測定結果は、EUT の筐体の接地状況に強く依存する。したがって、この条件を明確に規定する必要がある。

本質的に、筐体接地の主な効果は、二つの電流 I_1 と I_2 を分離し、測定装置（Z の両端の電圧 U を測定する）にそれぞれの応答を生じさせることである。EUT の本体を直接接地するような限定的な場合、すなわち C_1 を短絡する場合、電流 I_1 の値は最大となり、電圧 $U_1 = ZI_1 \approx E_1$ も最大となる。反対に、放射に起因する電流 I_2 は、全てこの短絡回路を通して流れるため、電圧 U_2 はゼロとなる。

これらのことから、次の一般則が適用できる。

下記の装置の試験では常に直接接地を用いることが望ましい：

- a) 筐体放射のない EUT：なぜならば、そのような場合実際に遭遇する妨害波電圧の最大値が測定されるため。
- b) 次の目的のために放射を測定する手間をかけずに、電源導体への直接注入による妨害波電圧だけを測定したい場合の、フィルタ効果が不十分で放射のある EUT：
 - 1) フィルタの効果を評価するため（例えば TV 受信機のタイムベース回路の場合）
 - 2) または、通常動作時の放射を遮へいによって抑圧しようとする装置（例えば、ボイラーの燃料を着火させるためのトランス）から発生する妨害波を試験場で評価するため

A.4.1.2 直接接地

フィルタによって非常に良く伝導妨害波が阻止されているが、かなりの放射がある EUT（例えば、オゾン発生器、アーク溶接機、減衰振動をしている医療機器等）に対して A.4.1.1 項の b) 1) 項の試験をする場合、直接接地は使用しないことが望ましい。これらの場合には、AMN の電圧は直接接地によって非常に小さくなり、一方で直接接地をしなければ、電圧は非常に大きくなるか又は不安定となる。したがって、測定は無意味なものとなり、実際の安全接地（PE）のインピーダンスを模擬するために、特定のインピーダンスを介して接地することが必要となることもある。例えば、PE チョークを用いることによって“汚染され”それゆえ “悪い” PE（表 A.2 の下の部分参照）からの高周波分離が行える。

クラス I 機器の安全接地の供試装置においては、“電氣的に長い”導線のインピーダンスは、通常、AMN ($50 \mu\text{H} + 1 \Omega$ の回路により構成されるが、大きな電流負荷においては熱的問題のため、 $50 \mu\text{H}$ の回路に置き換えることができる) によって与えられる電源系の模擬インピーダンス（EUT の電源端子に対する終端として規定された）に等しい。

A.4.1.3 非接地

非接地の場合、AMN の電圧は、 I_1 と I_2 の両方の電流を加えた結果によるものとなる。遮へいはよいがフィルタ効果が不十分な EUT 又はフィルタ効果が十分であるが放射のある EUT（例えば TV 受信機、オゾン発生器等）のどちらかにおいて、これらの電流の一方がゼロになる場合だけ測定が可能である。

クラス I 機器の安全接地の EUT において、 I_2 の解析目的のために I_1 を低減する場合に A.4.1.2 項の最終段落記載のインピーダンスでは不十分な場合は、高インピーダンス RF チョーク (1.6 mH) を接地経路に挿入してもよい。

通常、測定では区別することなく全妨害波の値を示すだけであり、結果は試験中に使用された条件に対してだけ有効である。その場合、そのような条件、すなわち EUT の様々な要素の大地面に対する静電容量（例えば、テレビ受信機の場合はアンテナからの伝送線路の静電容量）の値は、非常に明確に定義されている必要がある。さらに、一つの任意の周波数で一回測定しても、その周波数が電流 I_1 と I_2 が逆相となるような周波数である場合、意味がない。したがって、基本的には、幾つかの周波数において測定を行うことが必要である。

A.4.2 典型的な試験条件の分類

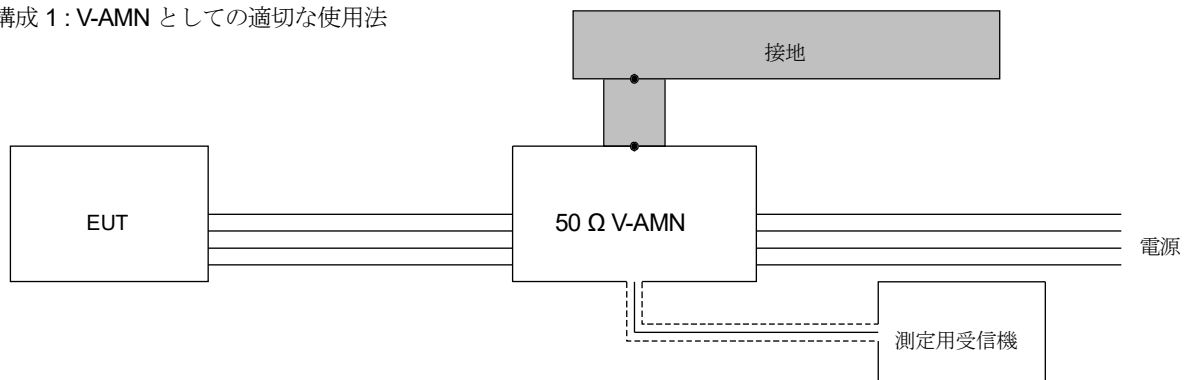
表 A.1 と表 A.2 は、種々の試験条件及びその条件に適した EUT の種類をまとめたものである。また、表には測定の意味するところ、すなわち、AMN による負荷 Z での測定電圧 U に相当する物理量及び測定を行うときの注意事項も示している。

A.5 電圧プローブとしての AMN の接続

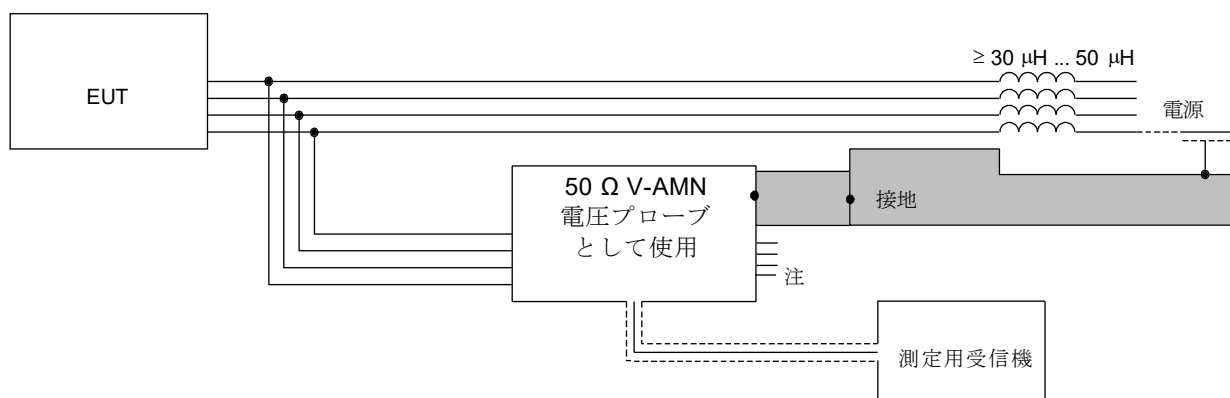
大電流 EUT からの伝導妨害波の測定は困難な場合がある。9 kHz から 150 kHz (30 MHz) までの周波数範囲の AMN は、公称約 25 A まで可能である。150 kHz から 30 MHz までの周波数範囲の AMN (50Ω に $50 \mu\text{H}$ が並列) は、約 200 A まで可能である。

定格電流が大きい EUT は、AMN を電圧プローブとして用いて測定してもよい。この代替法は、製品規格で認めている場合には、設置場所測定にも使用できる。

構成 1 : V-AMN としての適切な使用法



構成 2 : 電圧プローブとしての応用



注) 露出したピンは、安全な処理をすること。

図 A.8 - AMN の構成

表 A.1 - 試験条件及びそれに適した EUT の種類 - 通常のケーブル

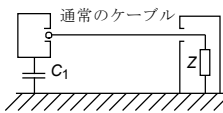
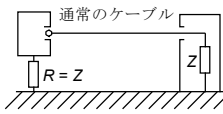
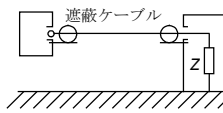
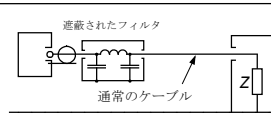
接続方法	装置の型			測定量	測定の詳細	
	例	主要な特性				
		接地	放射			フィルタ効果
 通常のケーブル	モータ、 家庭用 電気機器	なし	弱い	中程度	実際のエミッション (少なめ)は伝導電 流 I_1 のみによる	エミッションは C_1 に依存する
	オゾン発生器 医療機器 アーク溶接機 TV受信機 (タイム ベース)		非常に 良い	中程度	実際のエミッション は放射電流 I_2 のみに よる	
			強い	中程度	上記2つの効果 (I_1 と I_2) の重ね合わせから 生じる妨害波	これら二つの効果 (I_1 と I_2) は周波数によ っては逆位相となる こともある
	 通常のケーブル $R=Z$		あり	非常に 良い	非常に 良い	

表 A.2 - 試験条件及びそれに適した EUT の種類 - 遮へいケーブル

接続方法	装置の型	測定量	例	測定の詳細
 遮蔽ケーブル	接地端子を持ち 放射しない装置	C_1 を短絡した時の 最大のエミッション	接地端子を持つ すべてのモータ	
	放射する装置 であって、電 源に供給する 電流が原因の 妨害波のみを 測定したい場 合	遮蔽効果の確認	TV受信機、 医療機器、 オゾン発生器、 アーク溶接機 など	
 遮蔽されたフィルタ 通常のケーブル	伝導阻止が不 十分な装置で あって、放射 に起因する妨 害波のみを測 定したい場合	遮蔽効果の確認	オイルバーナ着 火システム用ト ランス、個別に 試験を済ませた 遮蔽装置の一部	$ZC_1\omega < 1$ と なるような 接地に対す る装置の配 置を規定す ること
		通常の使用時に十分に 遮蔽されるべき装置か らのエミッション	通常の使用ではフィル タによって十分に阻止 されるべき装置からの エミッション	

付則 B

(情報)

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用

注) 付則 B は第 6 章の条項を補うものである。

B.1 概要

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機を用いる場合には、次の特性について配慮するのがよい。

B.2 過負荷

ほとんどのスペクトラムアナライザは 2000 MHz までの周波数範囲で RF プリセクタを内蔵していない。すなわち、入力信号は直接広帯域ミキサに加わる。過負荷を避け、損傷を防ぎ、スペクトラムアナライザを線形領域で使用するためには、ミキサの入力信号振幅の一般的な値としては 150 mV (ピーク値) 以下とするのがよい。このレベルまで入力信号を減ずるために、RF 減衰器や外付けの RF プリセクタが必要になる場合もある。

B.3 線形性の確認

線形性は、次のようにして測定できる。評価しようとする対象信号のレベルを測り、次に、測定器の入力端又は前置増幅器を使用している場合は、その前に X dB 減衰器 ($X \geq 6$ dB) を挿入した後、このレベルを測定する。測定器表示部の新しい指示値が、最初の指示値から X dB \pm 0.5 dB 低下すれば、測定システムは線形であると判断できる。

B.4 選択度

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機は、広帯域でインパルス的な信号及び規定の帯域幅内に幾つかのスペクトル成分を持つ狭帯域妨害波を正確に測定するために、引用規格 (2) に規定する帯域幅を満足するのが望ましい。

B.5 パルスに対する正常な応答

準尖頭値検波器を持つスペクトラムアナライザ と周波数走査型測定用受信機の応答は、引用規格 (2) に規定している校正試験パルスを用いて、その性能を確認することができる。校正試験パルスは通常大きな尖頭値電圧を持つので、線形性の要求を満たすためには 40 dB 又はそれ以上の RF 減衰器を必要とする。この減衰器の挿入によって感度が低下し、バンド B、C、D における低い繰り返し周波数や孤立した校正試験パルスに対する測定が不可能になる。ただし、測定器の前にプリセクタを用いることによって RF 減衰器の減衰量を小さくすることができる。なお、このフィルタはミキサに入力する校正試験パルスのスペクトル幅を制限する。

B.6 尖頭値検波

スペクトラムアナライザの通常の (尖頭値) 検波モードは、原理的に、準尖頭値より小さい値を示すことはない。妨害波測定において尖頭値検波を用いれば、準尖頭値検波より速い周波数走査が可能になるので便利である。ただし、尖頭値検波によって得られる妨害波レベルが許容値に近い場合は、準尖頭値検波器を用いて再測定し、記録する必要がある。

B.7 周波数走査速度

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の周波数走査速度は、周波数バンド及び検波モードに対して、適切に設定することが望ましい。周波数当たりの最短周波数掃引時間、すなわち最大周波数走査速度を表 B.1 に示す。

表 B.1 - 周波数当たりの最短周波数掃引時間又は最大周波数走査速度

バンド	尖頭値検波	準尖頭値検波
A	100 ms / kHz	20 s / kHz
B	100 ms / MHz	200 s / MHz
C 及び D	1 ms / MHz	20 s / MHz

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機を固定周波数において非走査モードで使用する場合は、表示周波数掃引時間は検波モードとは無関係に設定でき、観測すべき妨害波の特性によって選択することができる。妨害波レベルが安定していない場合には、その最大値を決定するために、測定器の指示値を少なくとも 15 秒観測するのがよい。(6.5.1 項参照)

B.8 妨害波の捕捉

尖頭値検波と、用意されているのであれば最大値保持機能を用いて、間欠的妨害波のスペクトルを求めることができる。1 回の遅い周波数走査から複数回の速い周波数走査によって妨害波を捕捉するための時間を短くすることができる場合もある。妨害波との同期によってスペクトルが隠れてしまうを防ぐため、走査開始時間を変化させる必要がある。ある周波数範囲における全観測時間は、妨害波発生間隔より長くするのがよい。測定する妨害波の種類によっては、必要とする準尖頭値検波測定の一部又は全部を尖頭値検波による測定で代行できる。その後、妨害波の極大値が得られた周波数において、準尖頭値検波を用いて再測定を行うのがよい。

B.9 平均値検波

スペクトラムアナライザの平均値検波に対応する表示値は、表示される信号がそれ以上滑らかにならないところまでビデオ帯域幅を狭めることによって得られる。ビデオ帯域幅を狭くするのに応じて、振幅確度を維持するために周波数掃引時間を十分に長くすることが望ましい。そのような測定においては、測定器を線形検波モードで使用する。線形検波した後、その信号レベルを対数に変換して表示すること。その場合、その値は線形検波された信号の対数値であるが、それは正しい値である。

対数振幅検波モードは、例えば狭帯域信号と広帯域信号をより簡単に区別するためなどに用いるとよい。表示される値は、IF 信号の包絡線を対数的に圧縮したものの平均値である。それは線形検波モードに比べて、広帯域信号に対しては大きな減衰を与えるが、狭帯域信号の表示値に関しては余り影響を与えない。したがって、対数振幅検波モードにおけるビデオフィルタの利用は、広帯域／狭帯域の両方の成分を含むスペクトルの中から、狭帯域成分を推定するのに特に有用である。

B.10 感度

感度はスペクトラムアナライザの前段に低雑音の RF 前置増幅器を用いることによって向上させることができる。増幅器の入力信号レベルは、被試験信号に対してシステム全体の線形性を確保するために減衰器を用いて調節することが望ましい。

システムの線形性を確保するために、大きな RF 減衰量を必要とする極端に広帯域妨害波に対しては、スペクトラムアナライザの前段に RF プリセクタを接続することによって、感度を向上することがで

きる。このフィルタは広帯域妨害波の尖頭値振幅を減少させ、より小さな RF 減衰器を用いることができるようになる。そのようなフィルタは、強力な帯域外信号や、それらによって生じる相互変調積を除去又は減衰させるためにも必要である。フィルタを用いるときは、広い周波数帯域にわたってフィルタの校正を実施することが望ましい。

B.11 振幅の精度

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の振幅の精度は、信号発生器、パワーメータ及び精密な減衰器を用いて確認してもよい。性能確認試験における不確かさを評価するためには、これらの装置とケーブルの特性及び不整合損失を解析しなければならない。

付則 C
(情報)

伝導妨害波測定に複数の検波器を使用したときの判定手順

注) 付則 C は第 6 章の条項を補うものである。

伝導妨害波測定において、製品規格が準尖頭値及び平均値測定の両方を要求する場合の合否判定基準及び検波器の使用に関する手順を次に示す。これらの測定を効果的に行うため、尖頭値検波器を使用する図 C.1 の経路 1 を推奨する。

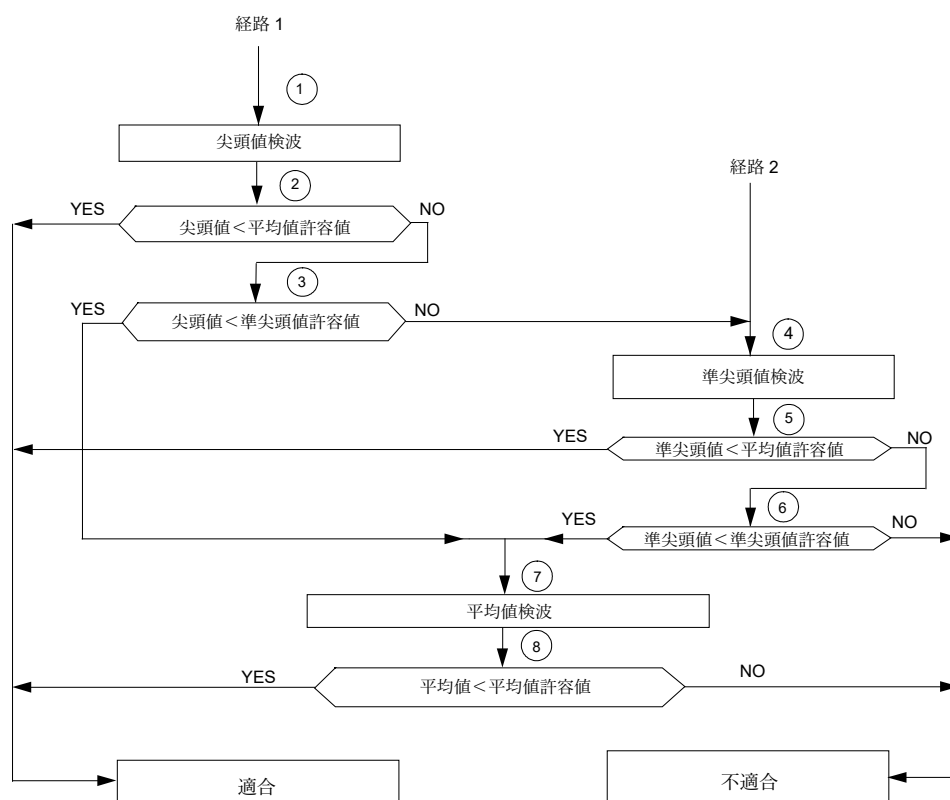


図 C.1 - 尖頭値、準尖頭値及び平均値による伝導妨害波測定の効率的な判定手順

EUT が試験に適合するには、伝導妨害波測定値が準尖頭値及び平均値の両方の許容値を満足することが望ましい。試験は経路 1 又は経路 2 で行ってよいが、伝導妨害波測定を効果的に行うには経路 1 を推奨する。準尖頭値測定から始まる経路 2 は、尖頭値測定によって準尖頭値許容値への適合／不適合を容易に判定する経路 1 に比べて時間がかかる。

- 1) 素早く測定を実施するために、尖頭値検波器による測定から始めるのがよい。
- 2) 妨害波の尖頭値レベルを平均値許容値と比較する。
そのレベルが許容値を超えている場合には、手順③へ進む。
そのレベルが許容値以下の場合には、適合とする。
- 3) 妨害波の尖頭値レベルを準尖頭値許容値と比較する。そのレベルが許容値を超えている場合には、手順④へ進む。そのレベルが許容値以下の場合には、適合とする。
- 4) 準尖頭値検波器による測定。

- 5) 妨害波の準尖頭値レベルを平均値許容値と比較する。そのレベルが許容値を超えている場合には、手順⑥へ進む。そのレベルが許容値以下の場合には、適合とする。
- 6) 妨害波の準尖頭値レベルを準尖頭値許容値と比較する。そのレベルが許容値を超えている場合には、不適合とする。そのレベルが許容値以下の場合には、手順⑦へ進む。
- 7) 平均値検波器による測定。
- 8) 妨害波の平均値レベルを平均値許容値と比較する。そのレベルが許容値を超えている場合には、不適合とする。そのレベルが許容値以下の場合には、適合とする。

尖頭値測定において周波数走査を行う場合、スペクトラムアナライザ又は周波数走査型測定用受信機の周波数走査速度は、付則 B に示す最大周波数走査速度を越えないように調整すべきである。

付則 D

(情報)

平均値検波器を使用する場合の周波数走査速度及び測定時間

D.1 概要

付則 B は、インパルス妨害波を平均値検波器で測定する時の周波数走査速度及び測定時間の選択に関する指針を示している。

平均値検波器は次の特徴を有している。

- a) インパルス妨害波の影響を抑圧し、測定すべき妨害波の連続波 (CW) 成分を強調する。
- b) 振幅変調信号の搬送波レベルを測定するために、振幅変調 (AM) 成分を抑圧する。
- c) 断続的で、不安定又はゆっくり変化する狭帯域妨害波に対しては、規定の指示計時定数を用いることによって重み付けされた尖頭値を示す。

9 kHz から 1 GHz までの周波数帯域における平均値検波測定器の定義は、引用規格 (2) に記載する。

適切なビデオ帯域幅とそれに対応する周波数走査速度又は測定時間を選択するために、次項以降の内容を考慮すべきである。

D.2 インパルス妨害波に対する抑圧

D.2.1 概要

インパルス妨害波のパルス幅 T_p は、多くの場合、IF 帯域幅 B_{res} を用いて、 $T_p = 1 / B_{res}$ で表される。このような妨害波の表示値の変動をビデオフィルタで抑圧する場合、パルス抑圧係数 a は、IF 帯域幅とビデオ帯域幅 B_{video} の比で表され、 $a = 20 \lg (B_{res} / B_{video})$ となる。 B_{video} は包絡線検波器の後の低域通過フィルタの帯域幅によって決定される。 T_p より長いパルスに対しては、抑圧係数は a より小さくなると思われる。最短の周波数走査時間 $T_{s \min}$ (及び最大の周波数走査速度 $R_{s \max}$) は次式から求められる。

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{res} \times B_{video}) \quad (D.1)$$

$$R_{s \max} = \Delta f / T_{s \min} = (B_{res} \times B_{video}) / k \quad (D.2)$$

ここで、 Δf は周波数幅、 k は測定用受信機の速度に依存する比例定数である。

周波数走査時間が長い場合、 k は係数 1 に近づく。ビデオ帯域幅を 100 Hz に選択した場合、表 C.1 に示す最大周波数走査速度とパルス抑圧係数が適用できる。

妨害波に短いパルスが含まれる場合、バンド B 及び C の準尖頭値及び平均値の許容値を規定する製品規格に適用することができる。両方の許容値に対する EUT の適合を示さなければならない。もし、パルス繰り返し周波数が 100 Hz より大きく、インパルス妨害波が準尖頭値許容値を越えない場合、そのインパルス妨害波はビデオ帯域幅 100 Hz の平均値検波によって十分に抑圧される。

表 D.1 - ビデオ帯域幅 100 Hz に関するパルス抑圧係数と周波数走査速度

	バンド A	バンド B	バンド C 及び D
周波数範囲	9 kHz ~ 150 kHz	150 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 1000 MHz
中間周波帯域幅 B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz
ビデオ帯域幅 B_{video}	100 Hz	100 Hz	100 Hz
最大周波数走査速度	17.4 kHz/s	0.9 MHz/s	12 MHz/s
最大抑圧係数	6 dB	39 dB	61.5 dB

D.2.2 デジタル平均によるインパルス妨害波の平均値表示

平均値検波は、信号振幅値の算術平均を取ることによって実現できる。平均値算出時間がビデオフィルタ帯域幅の逆数に等しければ、同等の抑圧効果が得られる。この場合、パルス抑圧係数は次式で表される。

$$a = 20 \lg (T_{av} \times B_{res})$$

ここで、 T_{av} は、ある周波数における平均化（又は測定）時間である。したがって、10 ms の測定時は、ビデオ帯域幅 100 Hz と同じ抑圧係数を得られる。デジタル平均値算出は、ある周波数から別の周波数に測定周波数を変えた場合、遅延時間がゼロである利点を持っている。一方、あるパルス繰り返し周波数 f_p の平均化に対して、その結果は、 n 番目までのパルスが平均化されたか、または、 $n+1$ 番目までのパルスが平均化されたかによって変化する。この効果は、 $T_{av} \times f_p > 10$ であるならば、1 dB 未満である。

D.3 振幅変調成分の抑圧

変調された信号の搬送波を測定するためには、十分長い時間の信号平均化又は最も低い周波数において十分な減衰特性を持つビデオフィルタを用いることによって振幅変調成分を抑圧する。 f_m が変調された信号の最低周波数で、100 %変調に対する最大測定誤差が 1 dB に制限されている場合、測定時間 T_m は、 $T_m = 10 / f_m$ とするのがよい。

D.4 間欠的、非定常的な、漂動する狭帯域妨害波の測定

引用規格 (2) において、断続的で、不安定で、ゆっくり変化する狭帯域妨害波は、バンド A 及びバンド B については 160 ms、バンド C 及びバンド D については 100 ms の時定数を持つ指示計を用いて測定した最大値により定義される。これらの時定数は、それぞれ 0.64 Hz 又は 1 Hz の第二次ビデオフィルタ帯域幅に相当する。これらの帯域幅における正確な測定を行うためには、表 D.2 に示すように非常に長い測定時間を必要とする。

しかしながら、これは、パルスの繰り返し周波数が 5 Hz 以下の場合についてだけ適用できる。全ての更に大きなパルス幅や変調周波数に対しては、D.2.1 項に記載するような更に大きなビデオフィルタ帯域幅を使用できる。図 D.1 及び図 D.2 は、それぞれ、指示計の時定数が 160 ms 及び 100 ms の場合について、10 ms のパルス幅のパルスに対して、横軸をパルスの繰り返し周波数 f_p として、平均値の最大値の読み（“CISPR AV”）及び真の平均値（“AV”）をパラメータとしたパルスの重み付け関数を示している。

図 D.1 及び図 D.2 において、平均値の尖頭値を読む“CISPR AV”と尖頭値を読まない“AV”の差は、パルスの繰り返し周波数 f_p が小さくなるに従って増加することを示している。図 D.3 及び図 D.4 はパ

ルス幅を関数として、 $f_p = 1$ Hz の場合における“CISPR AV”と“AV”の差を示している。

表 D.2 - 指示計の時定数、対応するビデオ帯域幅及び最大周波数走査速度

	バンド A	バンド B	バンド C 及び D
周波数範囲	9 kHz ~ 150 kHz	150 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 1000 MHz
中間周波帯域幅 B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz
指示計時定数	160 ms	160 ms	100 ms
ビデオ帯域幅 B_{video}	0.64 Hz	0.64 Hz	1 Hz
最大周波数走査速度	8.9 s/kHz	172 s/MHz	8.3 s/MHz

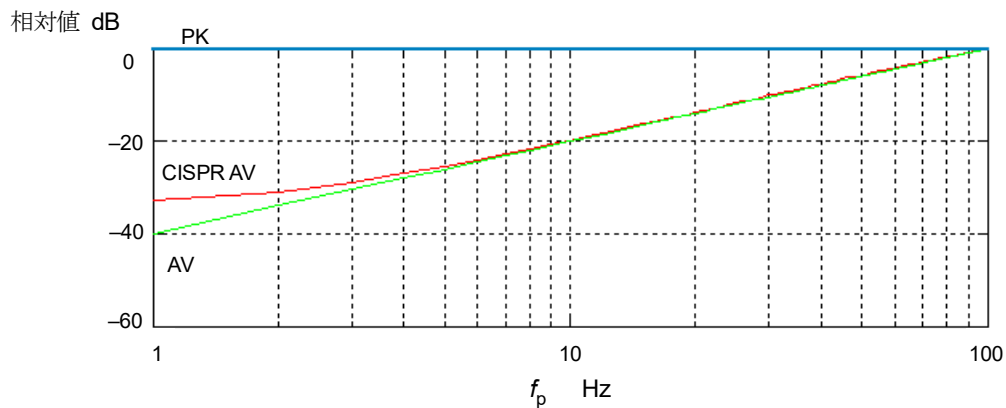


図 D.1 - 幅 10 ms の繰り返しパルスに関する指示計の重み付け関数
(時定数 160 ms : 尖頭値 "PK"、平均値指示値の最大値"CISPR AV"、真の平均値 "AV")

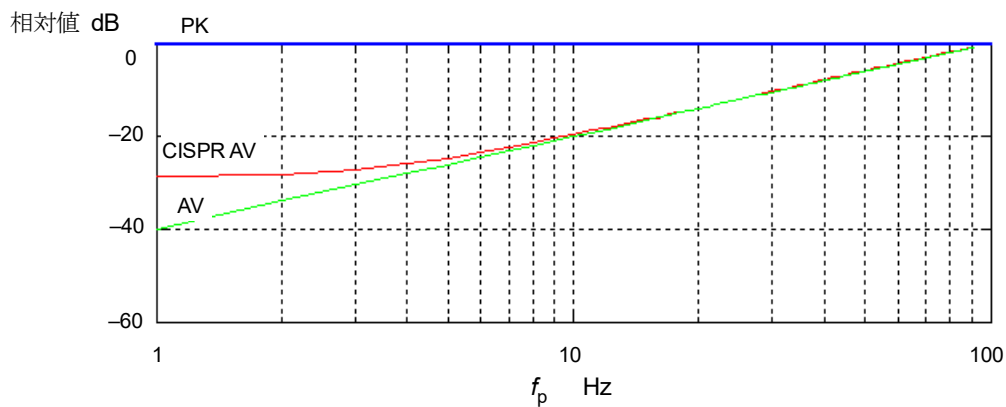


図 D.2 - 幅 10 ms の繰り返しパルスに関する指示計の重み付け関数
(時定数 100 ms : 尖頭値 "PK"、平均値指示値の最大値"CISPR AV"、真の平均値 "AV")

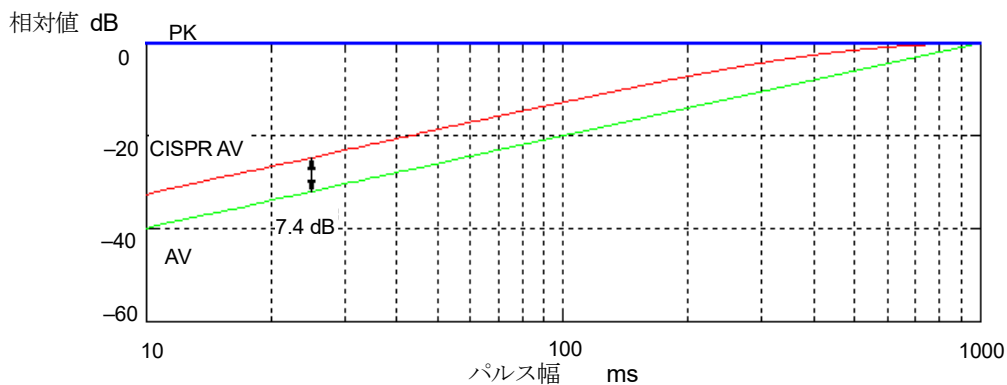


図 D.3 - パルス幅を横軸とした尖頭値"PK"と平均値に関する重み付け関数の計算例
(繰り返し周波数 1 Hz、指示計の機械的時定数 160 ms)

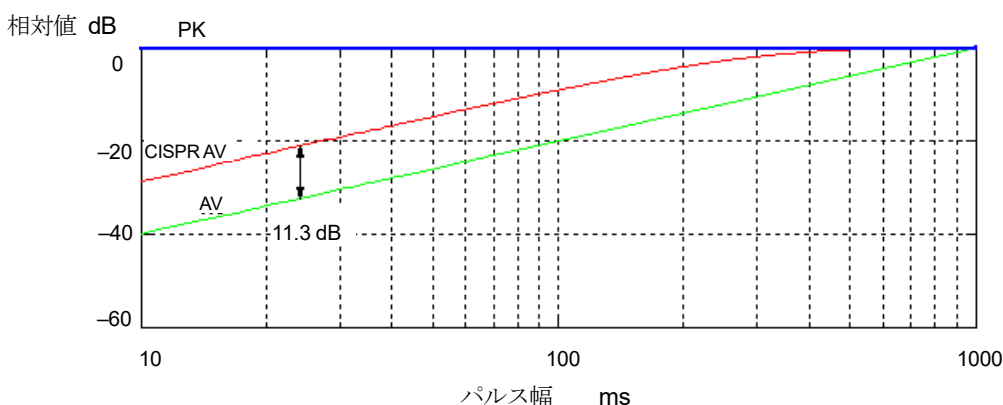


図 D.4 - パルス幅を横軸とした尖頭値 "PK" と平均値に対する重み付け関数の計算例
(繰り返し周波数 1 Hz、指示計の機械的時定数 100 ms)

D.5 自動測定又は半自動測定のための推奨手順

断続的で、不安定に又はゆっくり変化する狭帯域妨害波を発生しない EUT の測定を行う場合は、事前測定において、ビデオフィルタの帯域幅を例えば 100 Hz とし、短い平均時間の平均値検波器で測定することを推奨する。妨害波レベルが平均値許容値に近い周波数においては、狭いビデオフィルタ帯域幅を用いて、すなわち長い平均時間で、最終測定を行うことを推奨する。(事前測定と最終測定に関する手順は本編 第 8 章に記載されている。)

断続的で、不安定に又はゆっくり変化する狭帯域妨害波については、手動測定が推奨される。

付則 E

(情報)

AN を使用する試験配置の改善指針

E.1 設置場所における AN のインピーダンス及び電圧分割係数の検証

AN の接地接続における共振を極力抑圧するために、AN のインピーダンス（ベクトル・ネットワーク・アナライザが利用できるならば）及び電圧分割係数（VDF）を設置場所において検証することを推奨する。これは、AN 自身を接地接続して行う代わりに、RGP と比較してこれらの特性を測定することによって実施できる。VDF の測定については引用規格 (3) を参照。

AN がインダクタンスを無視できない接地接続導体で RGP に接続されている場合、RGP に対する AN 筐体の容量が並列に入るため、30 MHz 以下の周波数範囲で並列共振が発生するおそれがある（図 E.1 参照）。

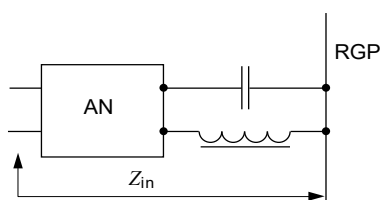


図 E.1 - AN 筐体及び接地接続導体による並列共振

設置場所でインピーダンスと VDF を測定することによって図 E.2 のような解決策を見出すことができる。ただし、この図では AN の例として AMN を使用している。AMN のインピーダンスを図 E.3、VDF を図 E.4 に示す。この例では、図 11 に従って AMN は電源プラグの中心と垂直 RGP の距離が 40 cm となるように配置されているが、一般的には別の試験配置でもよい。

AMN のインピーダンス測定は次の基準点に対して実施する。

- AMN の前面にある測定用接地端子（図 E.2 参照）
- 接地接続板の測定用接地端子（図 E.2 参照）
- 垂直 RGP（図 E.5 参照）の接地端子。この場合、低インピーダンスの測定用大地面を使用することが重要である。

測定条件 a) 及び b) のインピーダンスの測定結果には差異が無く、条件 c) だけ 30 MHz において顕著な位相の差異が見られる。この場合、VDF に対する影響は 0.7 dB 程度である。測定結果を図 E.6 に示す。

30 MHz における位相の増加は、接続部を含む測定接地板の長さに起因する。理想的にはインピーダンスが 50Ω （すなわちスミスチャートの中心）に収束し、インピーダンス及び VDF の両方とも共振特性を示さないことである。

図 E.7 に、図 E.1 で示した共振のある接地接続の場合の VDF を示す。

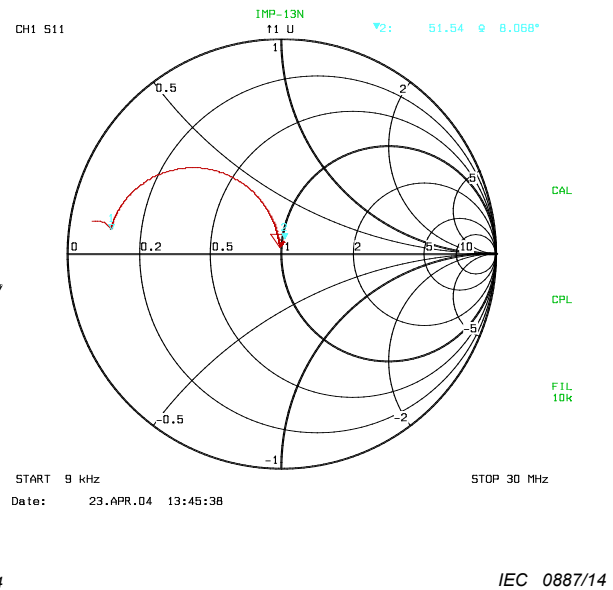
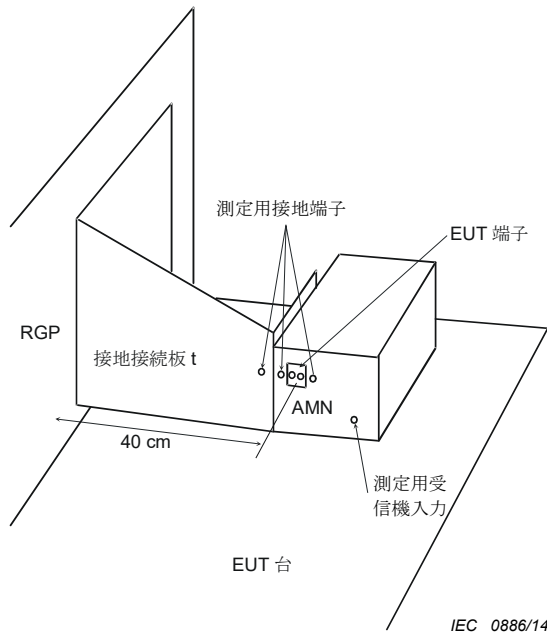
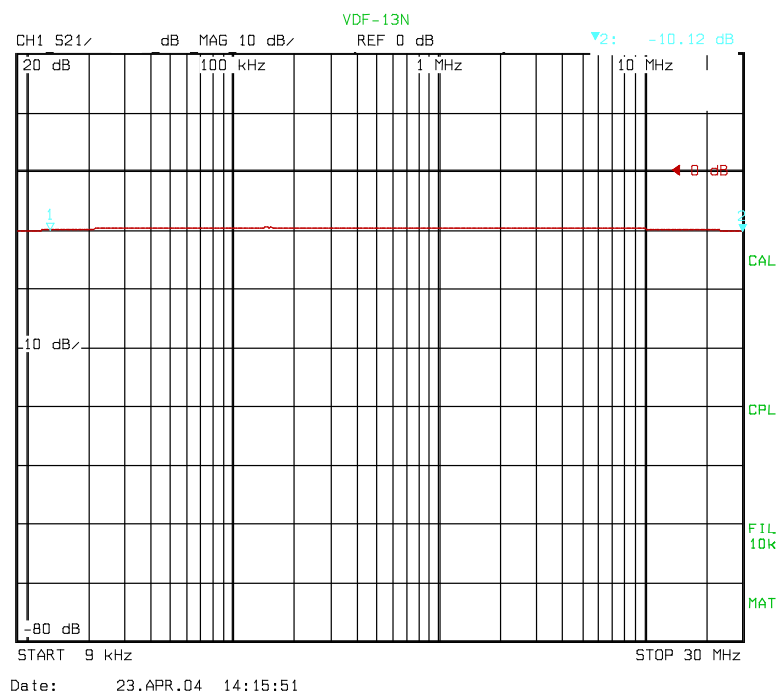


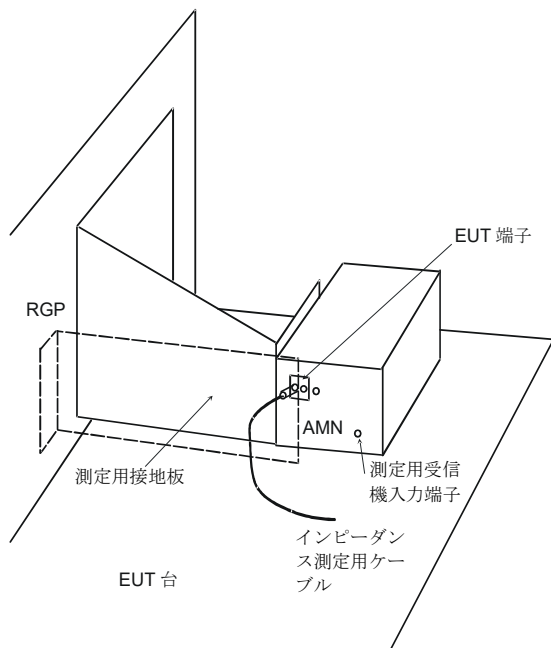
図 E.2 - 低インダクタンス接地のための幅広接地板を使用した AMN と RGP の接続

図 E.3 - 図 E.2 に示した AMN 前面の接地端子及び接地板の接地端子を基準としたときのインピーダンス測定結果

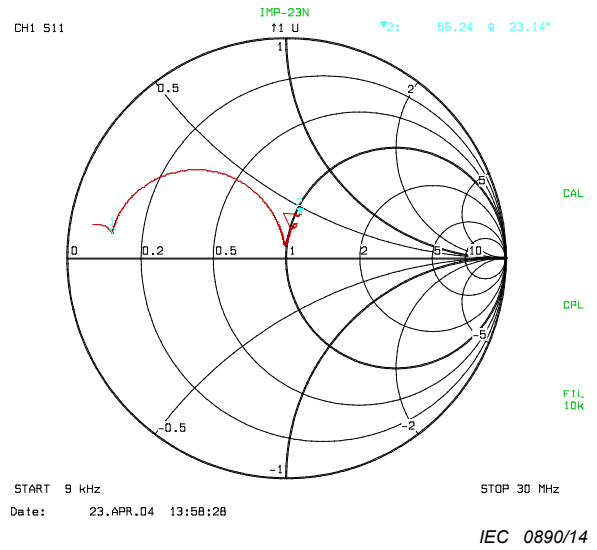


この例では平坦な周波数特性であるが、他の AMN では異なることもある。

図 E.4 - 図 E.2 の構成で、AMN の正面パネル接地及び接地板を基準として測定した VDF



IEC 0889/14



インピーダンス測定ケーブルの接地は測定接地板に接続し、内部導体はEUT端子に接続する。

図 E.6 - 図 E.5 の配置で RGP を基準としたインピーダンスの測定結果

図 E.5 - RGP を基準とするインピーダンス測定の測定用接地板（破線部分）の接続

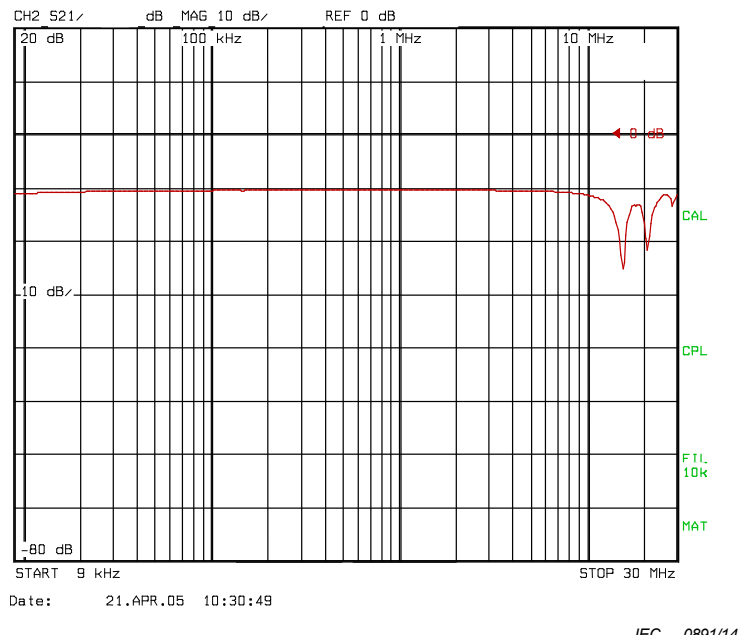


図 E.7 - AMN の接地において並列共振が発生した場合の VDF 測定結果

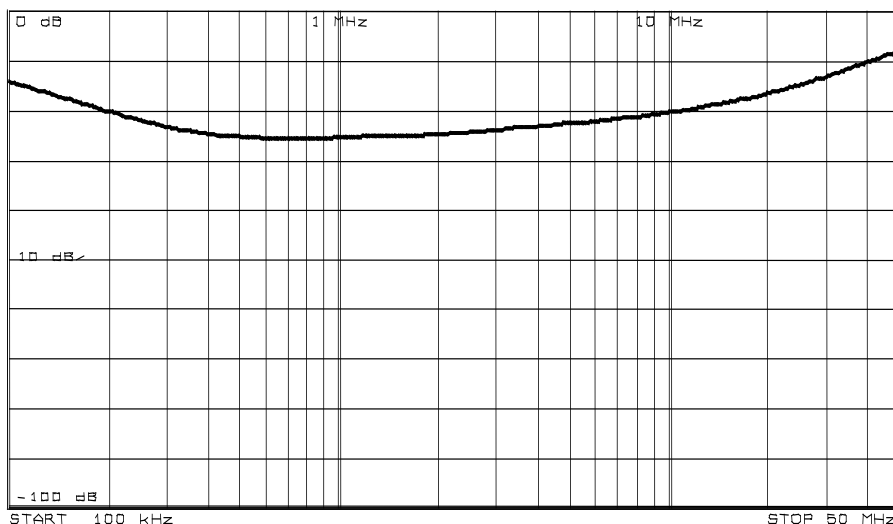
E.2 保護接地 (PE) チョーク及び表面電流抑圧素子によるグラウンドループの抑圧

グラウンドループからの結合影響を抑圧するために、フェライトリングに同軸ケーブルを誘導的に巻き付けて表面電流の抑圧を行うことを推奨する。

図 E.8 は、次の特性を持つ表面電流抑圧素子の減衰を次に示す。

素材： N30、 $\text{AI} = 5400 \text{ nH}$
 サイズ： トロイダルコア $58 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 17 \text{ mm}$
 巻き数： 20 (BNC コネクタでケーブル終端)

抑圧効果の測定は、図 E.9 の測定系を用いて行うことができる。EUT は、前記のようにコアに導線を巻き付けたものか、それに類似したものである。または、EUT には、このような導線（ケーブル）外被電流に対する高インピーダンス素子（コア）を 2 個用いてケーブルを順次巻き付け、更に挿入損失を大きくするために、コア間のケーブル外被を接地したものも含まれる。図の信号発生器と測定用受信機はネットワークアナライザで置き換えることができる。送信側及び受信側の箱の中の抵抗値は測定系に応じてより高い又はより低いインピーダンス値に置き換えてもよい。図 E.9 のように、EUT を単純な導線で置き換えて測定した値を減衰量の基準値とする。測定配置は、コモンモード吸収素子（CMAD、参考文献 [2] 及び参考文献 [4] の 4.9 節参照）の特性確認に使用される SOLT 校正で置き換えることができる。



トロイダルコアに同軸ケーブルを 20 回巻きした表面電流抑圧素子を図 E.9 の 150Ω 測定系で測定した減衰量。20 dB の減衰は、表面電流抑圧素子のインピーダンスが 1500Ω 程度であることを意味する。

図 E.8 - 150Ω 測定系で測定した表面電流抑圧素子の減衰量

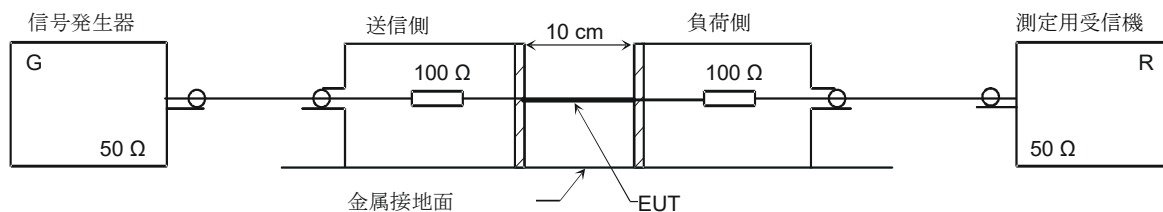


図 E.9 - 保護接地（PE）チョーク及び表面電流抑圧素子の減衰量測定配置

付則 F (規定)

適合性確認試験に用いるスペクトラムアナライザの妥当性の決定

スペクトラムアナライザの使用者は、使用周波数範囲においてスペクトラムアナライザが、繰り返し周波数 20 Hz を超える繰り返しパルスに対する準尖頭値検波の要求条件を満たしていることを測定器製造業者の仕様又は実測によって示すことができなければならない。平均値検波器の場合、パルス応答は引用規格 (2) の 6.5 節に記載されている。

妨害波においてそのパルス繰り返し周波数が常に測定可能とは限らないので、スペクトラムアナライザ使用時は準尖頭値測定の妥当性を簡単に検証する方法を用いなければならない。この方法は、準尖頭値と尖頭値の比較に基づくものである。準尖頭値の重み付け関数によってパルス繰り返し周波数 20 Hz における準尖頭値検波と尖頭値検波の測定値には、表 F.1 に示す差が生じる。

比較測定は、信号が準尖頭値許容値に近い振幅を示す周波数で行うこと。尖頭値検波と準尖頭値検波による振幅差が表 F.1 の値よりも小さければ、その準尖頭値検波による測定は妥当であり、スペクトラムアナライザによって得られた測定結果は適合性の実証に用いることができる。振幅差が表 F.1 の値よりも大きい場合は、低繰り返し周波数のパルスに対しても引用規格 (2) の第 4 章の要求を完全に満足する測定用受信機をスペクトラムアナライザの代わりに用いて準尖頭値測定を行うこと。この比較測定によって妥当な結果を得るためには、適切な信号雑音電力比が必要である。

表 F.1 – 準尖頭値検波と尖頭値検波による最大振幅差

バンド A	バンド B	バンド C 及び D
7 dB	13 dB	21 dB

付則 G

(情報)

有線ネットワークポートの測定に関する基本的指針

G.1 許容値

妨害波電圧（又は電流）の許容値は、（測定において EUT の AE 接続ポートから見た） $150\ \Omega$ の TCM 負荷インピーダンスに対して定義される。この（負荷インピーダンスの）標準化は、AE 及び EUT での不確定な TCM 負荷インピーダンスに関係なく、再現可能な測定結果を得るために必要となる。

注 1) CISPR / TR 16-3 で説明されている要因を適切に考慮することによって希望信号から生成される CM 妨害波はインタフェース技術を設計する段階で制御できる。

一般に、EUT の AE 接続ポートから見た TCM インピーダンスは、AAN（不平衡擬似回路網）／CDN（結合減結合回路網）を使用しない限り定義されない。AE が遮へい室の外にある場合、EUT の AE 接続ポートから見た TCM インピーダンスは、測定セットアップと遮へい室外の間にあるフィルタの TCM インピーダンスによって決定できる。 π 型のフィルタは TCM インピーダンスが低く、一方 T 型のフィルタは TCM インピーダンスが高い。

注 2) CDN は参考文献 [9] に記載されている。

AAN／CDN は、EUT で使用される全てのタイプのケーブルについて存在するとは限らない。したがって、AAN／CDN を使用しない代替試験法（つまり、「非侵襲的」試験法）を定義することも必要となる。

付則 H の測定系統図には、試験中の EUT のポートに接続されているケーブルだけが示されている。通常、EUT には他にも幾つかのケーブル（又はポート）が存在する。ほとんどの場合、少なくとも電源端子への接続は表示される。しかし、他の接続（接地を含む）の TCM インピーダンスや試験実施中の接続の有無は、特に EUT が小さい場合には測定結果に大きな影響を与える可能性がある。したがって、小型 EUT の試験においては、測定されないポートの TCM インピーダンスも規定する必要がある。この試験対象以外のポートのインピーダンスの影響を無視できるまでに低減するには、試験対象のポートに加えて、少なくとも 2 つのポートを $150\ \Omega$ の TCM インピーダンスに接続（通常、AAN／CDN を使用し、RF 測定ポートを $50\ \Omega$ 負荷で終端）すれば十分である。

遮へいされていない平衡対線に用いる結合デバイスは、試験対象の有線ネットワークポートに対して、最も低いケーブルカテゴリ（すなわち最悪の場合の LCL（縦方向変換損失））の代表値を模擬するのがよい。この要求は、DM 信号が CM 信号に変換され、その CM 信号が EUT のエンドユーザで利用される際に妨害波の放射に寄与する可能性がある点を考慮するためである。LCL を指定された値にするために、AAN には不平衡成分が組み込まれている。この不平衡度は、EUT の持つ不平衡度を相殺又は増加させる可能性がある。したがって、試験において妨害波を最大化しかつ試験の再現性を最大化するには、適切な AAN を使用しつつ、平衡対線の各線における LCL の不均衡を考慮して試験を繰り返すことを考える必要がある。

各平衡対線における LCL の不均衡がトータルの CM 伝導妨害波に寄与する可能性があるため、全部の平衡対線によって構成される全ての不均衡の組合せを考える必要がある。平衡一対線の場合、これは試験作業全体に対して大きな影響はない。すなわち、2 本の線を逆にするだけである。しかし、平衡二対線の場合、LCL 負荷の組合せは 4 通り（つまり、4 種類の試験配置）となる。平衡 4 対線の場合、

LCL 負荷の組合せは 16 通りに増える。このような数での試験は、試験時間と試験文書に大きく影響する。そのような試験は注意深く実施し適切に文書化される必要がある。

測定用受信機に接続されていない AAN/CDN の RF 測定ポートは、50 Ω 負荷で終端しなければならない。

表 G.1 は、付則 H に記載されている測定方法の長所と短所をまとめたものである。

表 G.1 – 付則 H に記載された試験法の長所と短所のまとめ

	H.5.2 項 (AAN : 不平衡擬似回路網)	H.5.3 項 (150 Ω 負荷及び 遮へいケーブル)	H.5.4 項 (電流プローブ及び CVP)
長所	<ul style="list-style-type: none"> - 測定不確かさが最少 - 適切な伝送特性を持つ AAN / CDN が利用できる場合にだけ可能 - LCL が既知でその影響を考慮しなければならない 	<ul style="list-style-type: none"> - 非侵襲的 (遮へいケーブルの絶縁体の除去を除く) - 遮へいケーブルには常に適用可能 - 高い周波数では小さい測定不確かさ 	<ul style="list-style-type: none"> - 非侵襲的
短所	<ul style="list-style-type: none"> - 全てのケースには適用できない (適切な AAN/CDN が必要) - 侵襲的 (適切なケーブル接続が必要) - ケーブル種別に対応して個々の AAN/CDN が必要 (異なる多数の AAN/CDN が必要) - AE から伝送される DM 信号は AAN によって分離されない 	<ul style="list-style-type: none"> - 非常に低い周波数 (1 MHz) では測定不確かさが増大 - ケーブルの絶縁を破壊する必要がある - AE 側からの妨害に対する分離が (H5.2 項に比較して) 小さい - EUT のポートが接続されるケーブルネットワークの持つ有限の LCL による DM 信号の CM 信号への変換に起因する干渉発生の可能性は評価できない 	<ul style="list-style-type: none"> - 補助装置からの妨害波の分離はできない (H.5.2 項に比較して) - EUT のポートが接続されるケーブルネットワークの有限の LCL による DM 信号の CM 信号への変換に起因する干渉発生の可能性は評価できない

G.2 電流プローブ及び容量性電圧プローブ (CVP) の組合せ

H.5.4 項に記載された測定法には、全てのタイプのケーブルに非侵襲的に適用できる利点がある。ただし、AE との接続部を EUT から見た TCM インピーダンスが 150 Ω でない限り、一般的に H.5.4 項の測定法は、高すぎる結果を示すことはあっても低すぎる結果にはならない (すなわち、最悪の場合の妨害波評価になる)。

G.3 CVP の基本的考え方

図 H.3 の配置では、CM 電圧の測定に CVP を使用している。CVP を構成するためには 2 つの方法がある。どちらの方法も、EUT の被試験ポートから見た AE 側の TCM インピーダンスが 150 Ω の場合、被試験ポートに接続されるケーブルと CVP を構成する電極との間の静電容量は、150 Ω の TCM インピーダンスに対して並列の負荷となる。

注 1) CVP は、AAN が実現している通信回路網で発生する DM 信号から CM 電圧への変換を模擬していない。そのため、CVP は DM 信号から変換された CM 電圧の測定に使用できない。同じ理由から CVP 及び電流プローブを組み合わせた測定法を AAN の代わりとして用いることはできない。また、電極とは CVP を構成する筒状の金属で、被試験ケーブルをクランプして使用する。

TCM インピーダンスの許容誤差は、0.15 MHz から 30 MHz までの周波数範囲にわたって ± 20Ω である。CVP が EUT の被試験ポートに接続されるケーブルに装着されると、CVP の電極と被試験ケーブ

ルとの間の静電容量が、 $150\ \Omega$ の TCM インピーダンスに対して並列に接続される。これに伴う TCM インピーダンスの低下を $130\ \Omega$ までとするためには、CVP の電極と被試験ケーブルとの間の静電容量は、 $30\ \text{MHz}$ (すなわち最悪の場合の周波数) において $5\ \text{pF}$ 未満とすべきである。 $30\ \text{MHz}$ において $5\ \text{pF}$ は約 $-j\ 1061\ \Omega$ のインピーダンスとなり、 $150\ \Omega$ と並列に接続された場合の合成 TCM は約 $148\ \Omega$ である。詳細な背景情報は引用規格 (3) の図 G.2 を参照のこと。

CVP を使った測定法の解釈として第一の考え方は、2 つの構成方法のうち 1 つ目の方法を用いた場合、CVP の構造は、被試験ケーブルをクランプする電極、電極を外部の電磁界から分離する遮へい部、電極と測定用受信機とのインピーダンス整合回路及び増幅回路からなり、これらが一体化されたプローブとなっている。電極と被試験ケーブルとの距離によって、被試験ケーブルに対して $5\ \text{pF}$ 未満の負荷となる。この形態の CVP は引用規格 (3) の 5.2.2 項に記載されている。

CVP を使った測定法の解釈として第二の考え方は、2 つ目の構成方法を用いた場合、CVP は、EUT の被試験ポートに接続されるケーブルに近接して配置する容量性の結合器にオシロスコープ用の標準的な電圧プローブを直列に接続した構造となっている (この容量性の結合器は、例えば、注 1 に示した筒状の金属のようなもので、実際は被試験ケーブルの絶縁材に物理的に接触する)。オシロスコープ用の標準的な電圧プローブは、インピーダンスが $10\ \text{M}\Omega$ より大きく、静電容量が $5\ \text{pF}$ よりも小さい。この時、理論上は、オシロスコープ用の標準的な電圧プローブの静電容量だけが、被試験ケーブルに対する負荷として見える。実際には、容量性結合器の大きさ等に依存する大きな浮遊容量が、オシロスコープ用の標準的な電圧プローブの静電容量と並列に接続される可能性がある。この場合、被試験ケーブルに対する静電容量の負荷は、オシロスコープ用の標準的な電圧プローブの静電容量より大きくなり、 $5\ \text{pF}$ 未満という要求条件に反することが考えられる。したがって、この測定法を用いる際は、理論だけでなく測定によって、被試験ケーブルに対する容量負荷を検証する必要がある。

この静電容量の測定は、 $150\ \text{kHz}$ から $30\ \text{MHz}$ までの周波数範囲で動作可能な任意の静電容量計で行うことができる。EUT の被試験ポートに接続されるケーブルと RGP の間の静電容量を測定する。このとき、ケーブル内の全ての導線を、静電容量計の接続点に一括して接続する。静電容量の測定には、伝導妨害波測定の被試験ケーブルと同じものを用いるべきである。

注 2) EUT と AE 間のケーブルの長さが $1.25\ \text{m}$ 未満の場合、この方法の不確かさは最も少なくなる。非常に長いケーブルは定在波の影響を受けやすく、電圧測定と電流測定に悪影響を与える可能性がある。

G.4 電流許容値と電圧許容値の組合せ

TCM インピーダンスが $150\ \Omega$ でない場合、TCM インピーダンスが未知であることによって測定不確かさが非常に大きくなるため、電圧又は電流の片方だけの測定は不可である。ただし、電圧と電流の両方が測定され、それぞれの結果に電流許容値と電圧許容値を同時に適用する場合、その結果は次のように、妨害波強度の最悪の場合の評価になる。

許容値が定義されている基本回路を図 G.1 に示す。この回路は妨害波電流と妨害波電圧に対する許容値の導出の際の基準であり、それ以外のいかなる測定もこの基本回路と比較するのがよい。図 G.1 においてインピーダンス Z_1 は EUT の持つ未知のパラメータであり、 Z_2 は基準となる測定では $150\ \Omega$ である。

EUT から見た TCM インピーダンスを規定せずに測定を行うと、図 G.2 の単純化した回路に示すとおり、EUT から見た TCM インピーダンス Z_2 は AE によって規定され、任意の値を取りうる。このため Z_1 と Z_2 は共にこの測定では未知のパラメータとなる。

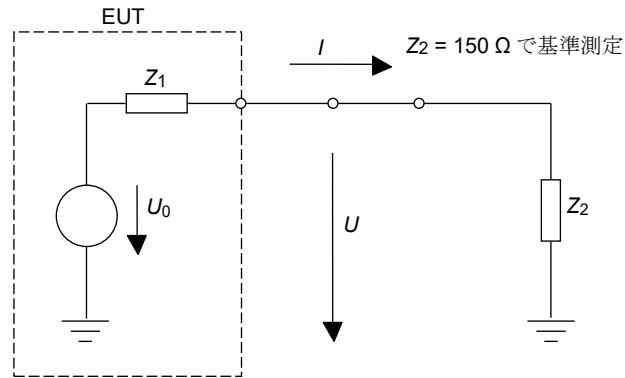


図 G.1 - TCM インピーダンス規定値 150Ω に対する許容値検討用基本回路

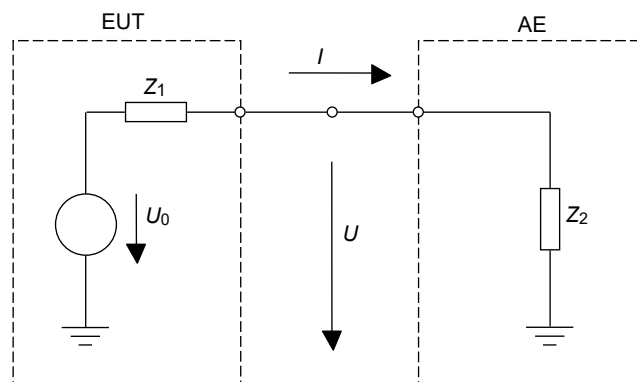


図 G.2 - TCM インピーダンスが未知の場合の測定に対する基本回路

図 G.1 の回路を使用して測定を行う場合、電流許容値と電圧許容値は等価である。電流と電圧の関係は常に 150Ω であり、どちらも適合性判定に使用できる。ただし、これは Z_2 が 150Ω でない場合には該当しない（図 G.2 参照）。

許容値への適合は、電源電圧 U_0 だけによって決まるわけではないことに注意が必要である。妨害波電圧は、インピーダンス Z_2 として標準化された値である 150Ω を用いて測定する必要があり、妨害波電圧測定値は Z_1 、 Z_2 及び U_0 に依存する。例えば、図 G.1 の配置では、高いインピーダンス Z_1 及び高い電源電圧 U_0 を持つ EUT でも、または、低い U_0 及び低いインピーダンス Z_1 の組合せでも、妨害波電圧の測定結果は許容値に達しうる。

図 G.2 から一般的なケースでは Z_2 は定義されておらず、妨害波電圧の正確な値は測定できない。 Z_1 と U_0 が未知であるため、 Z_2 が既知（または、 I 及び U から測定又は計算されている）場合でも、妨害波電圧の導出はできない。例えば、AE 側で Z_2 が低い ($Z_2 < 150 \Omega$) 試験系で電圧だけを測定した場合、許容値を超える妨害波が生じる EUT を評価しても、EUT は依然として許容値に適合しているように見える場合がある。これとは対照的に、同じ EUT を（例えばフェライトの追加によって）インピーダンス Z_2 を高くした試験系を使って電流だけを測定する場合、EUT は許容値に適合したように見える場合がある。

ただし、電流許容値と電圧許容値が同時に適用された場合、妨害波レベルが許容値を超える EUT は、電流許容値 ($Z_2 < 150 \Omega$ の場合) 又は電圧許容値 ($Z_2 > 150 \Omega$ の場合) のいずれかを超えるため常に

識別可能である。

AE の TCM インピーダンス (Z_2) が 150Ω と大きく異なる場合、 $Z_2 = 150 \Omega$ で測定すれば許容値に適合する EUT が不適合と見なされる可能性がある。ただし、許容値に適合しない EUT が適合と見なされることは決してない。したがって、H.5.4 項による測定は、最悪の場合の評価となる。H.5.4 項に示す測定法において EUT が許容値を超える場合、 $Z_2 = 150 \Omega$ の条件下で測定できれば、EUT は許容値に適合している可能性がある。

G.5 フェライトによる TCM インピーダンスの調整

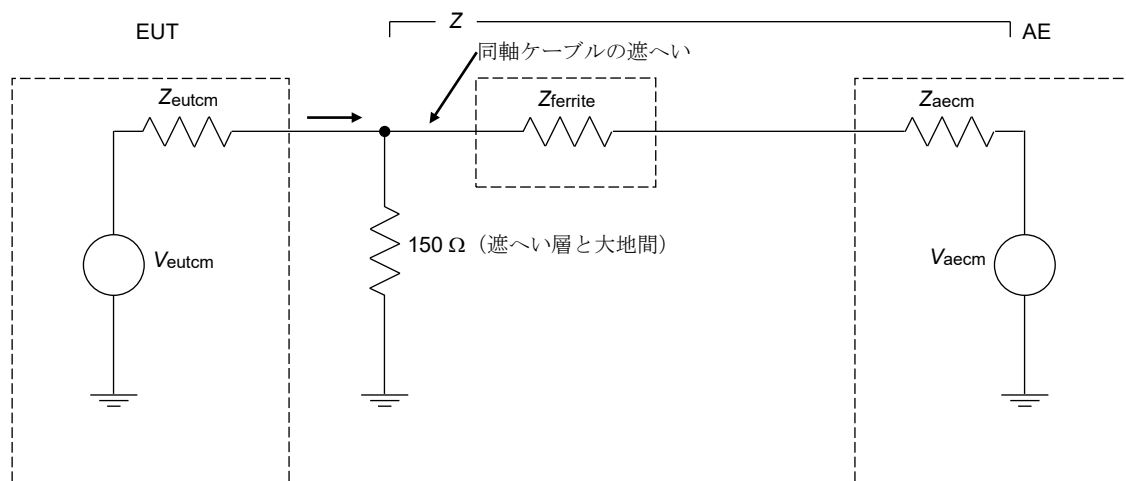
場合によっては (すなわち、AE 側の TCM インピーダンスがもともと 150Ω 未満の場合)、EUT の試験対象のポートに接続されたケーブルにフェライトを追加することによってインピーダンスを調整することが可能である。H.5.5 項においては、各測定周波数において TCM インピーダンスが $150 \Omega \pm 20 \Omega$ になるまで、TCM インピーダンスの測定とフェライトによる調整が必要である。したがって、周波数スペクトル全体に適用する場合、この方法は比較的複雑で長時間を要する。AE 側の TCM インピーダンスが最初から 150Ω を超える場合、 30 MHz 未満の周波数においてフェライトを追加したり位置を移動したりしてインピーダンスを 150Ω に合わせる方法はない (特定の周波数において TCM インピーダンスを調整する他の方法は使える。)

G.6 付則 H の方法に使用するためのフェライトの仕様

H.5.3 項では、同軸ケーブルの遮へい上の CM 伝導妨害波を測定するための試験系を定義する。図 H.2 に示すように、 150Ω の負荷インピーダンスが同軸ケーブルの遮へいと RGP の間に接続されている。 150Ω 負荷と AE 間の同軸ケーブルの遮へい上に配置されたフェライトが図示されている。フェライトが H.5.3 項の要件を満足することを確認する方法を次に示す。

図 G.3 は、図 H.2 に含まれる全ての基本的なインピーダンスを示している。フェライトは 150Ω 抵抗の AE 側の CM インピーダンス (図 G.3 の Z) が十分に大きな値となり測定に影響を及ぼさないようにするため、H.5.3 項において高いインピーダンスであることが定められている。

前述では、 Z_{ferrite} と Z_{aecm} の直列インピーダンスによって 150Ω 抵抗より低くしない方がよいと述べているが、CISPR 16 シリーズにおける一般的な方法は、 0.15 MHz から 30 MHz までの周波数範囲にわたって 150Ω の CM 負荷に対し $\pm 20 \Omega$ の許容誤差を認めている。したがって、これらの二つの考え方から、 Z_{ferrite} と Z_{aecm} の直列インピーダンスを 150Ω 抵抗と並列に接続した場合のインピーダンス (図 G.3 の Z) は 130Ω よりも下げないほうがよい。これは、 Z_{aecm} の値に関係なく、上記の関係が成り立つべきであることも意味する。



凡例：

- V_{eutcm} EUT から発生した CM 電圧
- Z_{eutcm} EUT の CM ソースインピーダンス
- V_{aecm} AE から発生した CM 電圧
- Z_{aecm} AE の CM ソースインピーダンス
- $Z_{ferrite}$ フェライトのインピーダンス
- Z 150 Ω 負荷、 $Z_{ferrite}$ 、及び Z_{aecm} による合成インピーダンス

図 G.3 - 図 H.2 に用いられているコンポーネントのインピーダンス

フェライトのインピーダンス特性を確立するには、 $Z_{aecm} =$ 開放回路と $Z_{aecm} =$ 短絡回路の二つのケースだけを考慮すればよい。これらの要件を満たすようにフェライトを選択できる場合、 Z_{aecm} は任意の値でよい。

- ケース 1： Z_{aecm} が開放回路の場合
 $Z_{ferrite}$ と Z_{aecm} による直列インピーダンスも開放回路である。150 Ω 負荷と開放回路の並列は 150 Ω となる。 $Z_{ferrite}$ は任意の値が可能である。
- ケース 2： Z_{aecm} が短絡回路の場合
 $Z_{ferrite}$ と Z_{aecm} による直列インピーダンスは $Z_{ferrite}$ と等しくなる。150 Ω 抵抗と $Z_{ferrite}$ の並列の大きさは、130 Ω 以上でなければならない。式で示すと

$$\frac{150 \times Z_{ferrite}}{150 + Z_{ferrite}} \geq 130 \Omega$$

$Z_{ferrite}$ について解くと 975 Ω 以上となる。これは、この用途のために選択されたフェライトが、0.15 MHz から 30 MHz までの周波数範囲にわたって 975 Ω の最小インピーダンスを持つ必要があることを意味する。与えられたフェライトのセットの場合、最小インピーダンス ($j\omega L$) は、0.15 MHz の最小周波数で生じる。

上記の二つの条件を組み合わせると、0.15 MHz における 2 番目の条件がフェライトのインピーダンスの最小値の要件を定めることが分かる。この値を超えるフェライトのインピーダンスは全て許容される。選択したフェライトが意図した機能を果たすことを確認するために、図 G.4 に示す試験系の使用が

推奨される。従来のインピーダンスメーター及び／又はアナライザを使用して点 Z (図 G.4 の I と V) と基準大地との間のインピーダンスを測定できる。別の方法は、点 Z で個々の電圧と電流を測定し、インピーダンスを計算することである。少なくとも、インピーダンス測定は 0.15 MHz で行うのがよい。ただしフェライトと同軸ケーブルに起因する浮遊容量がフェライトのインピーダンスに影響していないことを確認するため、0.15 MHz から 30 MHz までの全範囲にわたってインピーダンスを測定することが推奨される。この(浮遊容量)影響が懸念されるのは、同軸ケーブルをフェライトに一度通すだけでは、目的のインピーダンスを実現できる可能性が低いことをテストラボのデータが示しているためである(つまりフェライトを複数回通す必要がある)。この状況では、浮遊容量がフェライトのインピーダンスに悪影響を及ぼす可能性が高まる。テストラボにおいては、所望のインピーダンス対周波数特性を達成できることが実証されている。

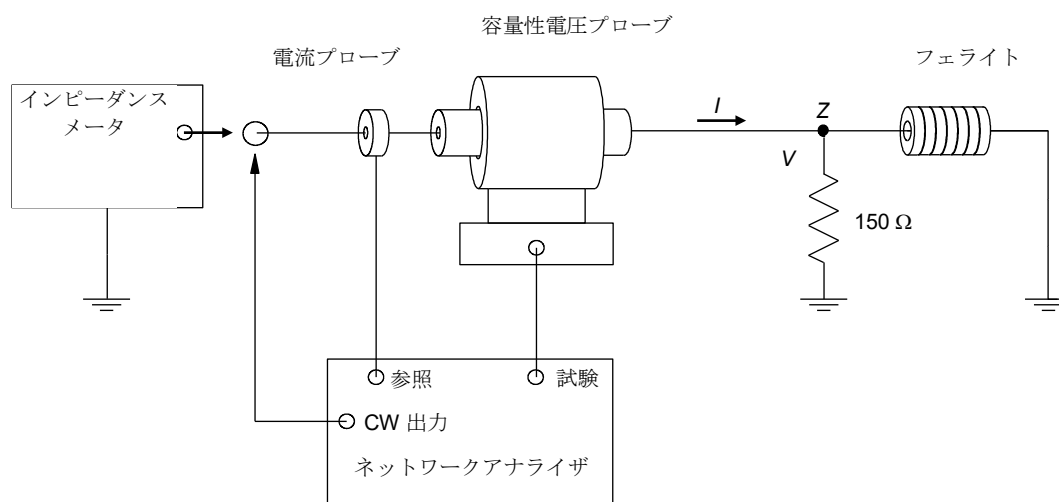


図 G.4 - 150 Ω 抵抗とフェライトの合成インピーダンスを測定するための基本的セットアップ

付則 H (規定)

有線ネットワークポートの伝導妨害波測定に関する基本的指針

H.1 概要

付則 H の目的は、EUT の有線ネットワークポートでの不要な CM 妨害波の測定方法を定義することである。表 H.1 に要約されているように、さまざまな測定手順を使用できる。

EUT に複数の同様のポートがある場合、ポートの妨害波性能が類似しており、選択したポートで伝導妨害波が他の同様のポートを代表していることを、事前測定又はその他の手法によって示さなければならない。

表 H.1 – 有線ネットワークポート妨害波測定手順の選択

	ケーブルタイプ	対数	AN の例	測定タイプ	手順
1	非遮へい 平衡ケーブル	1 (2 線) 2 (4 線) 3 (6 線) 4 (8 線)	図 I.1 図 I.2 図 I.3 図 I.3	電圧	H.5.2 項
2	非遮へい 平衡ケーブル	1 (2 線) 2 (4 線) 3 (6 線) 4 (8 線) >4 (>8 線)	適用外	電圧及び電流	H.5.4 項 指定されたインピーダンスを達成するには、デカップリングデバイスを使用してもよい。
3	遮へいもしくは 同軸ケーブル	適用外	図 I.10 図 I.8	電圧	H.5.2 項
4	遮へいもしくは 同軸ケーブル	適用外	適用外	電圧又は電流	H.5.3 項
5	不平衡ケーブル	適用外	適用外	電圧及び電流	H.5.4 項 指定されたインピーダンスを達成するには、デカップリングデバイスを使用してもよい。
6	不平衡電源	適用外	関連する AMN	電圧	AMN は電圧プローブとして用いること。
詳細： a) 使用する場合、AAN は H.2 節で定義されている全ての要件を満たすこと。 b) 使用する場合、電流プローブは H.3 節で定義された要件を満たし、電圧プローブは H.4 節で定義された要件を満たすこと。 c) 主電源端子の妨害波電圧を測定する場合、主電源電圧は、使用する AMN を介して EUT に供給すること。 d) H.5.2 項で説明されている手順によって、測定の不確かさが最も低い結果が得られる。 e) 各 EUT の非遮へい不平衡有線ネットワークポートは、少なくとも 1 つの対がバランスの取れた通信に使用され、ケーブル内の他の対がどのように独立して使用しているかを条件として、その EUT ポート内の平衡対の総数に適用可能な AAN の例で試験すること（例えば、4 対の EUT ポートは、図 I.3、図 I.6 又は図 I.7 に示す例の AAN を使用すること）。 f) 図 I.2 及び図 I.3 に示されている AAN は、最大数までの任意の数の対に使用できる。付則 I の残りの AAN は、ケーブル内の指定された対数での使用にのみ適している。					

H.2 AAN の特性

非遮へい平衡対線を接続する有線ネットワークポートの CM (不平衡) 電流又は電圧測定は、有線ネットワークポートにケーブルを介して AAN を接続した状態で実施すること。この AAN は、妨害波測定中に有線ネットワークポート側から見た CM 終端インピーダンスを定めるものであること。

AAN (EUT 及び AE に接続するために必要なあらゆる全ての適切なアダプタを含めて校正されているとして)、次の特性であること。

- a) 周波数範囲 0.15 MHz ~ 30 MHz において CM 終端インピーダンスは、 $150 \Omega \pm 20 \Omega$, 位相角 0 ± 20 度であること。
- b) AAN は、AE 又は評価のために有線ネットワークポートに接続される負荷からの妨害波を十分に分離できること。AE からの CM 妨害波に対する AAN の減衰は、測定用受信機の入力において、これらの妨害波の測定レベルが、少なくとも許容値より 10 dB 以上低いものであること。

望ましい最低限の分離度は、

- 周波数範囲 0.15 MHz ~ 1.5 MHz において、35 dB ~ 55 dB (周波数の対数に対して直線的に増加)
- 1.5 MHz ~ 30 MHz の範囲では、55 dB

注) 分離度とは、AE から発生する CM 妨害波と結果的に AAN の EUT ポートに現れる CM 妨害波との比である。

- c) AAN は、0.15 MHz ~ 30 MHz において、表 H.2 に示す縦方向変換損失 (LCL) の要求を満足すること。ケーブルカテゴリに応じた実際の LCL の値を表 H.2 に定義する。

表 H.2 – LCL 値

ケーブルカテゴリ	LCL (dB)	許容誤差 (dB)
3 以上	$LCL (dB) = 55 - 10 \log \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$	± 3
5 以上	$LCL (dB) = 65 - 10 \log \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$	± 3 ($f < 2$ MHz) $-3 / +4.5$ ($2 \text{ MHz} \leq f \leq 30 \text{ MHz}$)
6 以上	$LCL (dB) = 75 - 10 \log \left[1 + \left(\frac{f}{5} \right)^2 \right]$	± 3 ($f < 2$ MHz) $-3 / +6$ ($2 \text{ MHz} \leq f \leq 30 \text{ MHz}$)

注 1) 方程式は、MHz 単位の周波数 f で、dB 単位の LCL の値を提供する。

注 2) これら LCL は、代表的な環境に設置される典型的な非遮へい平衡ケーブルの LCL の近似値である。ケーブルカテゴリ 3 は、代表的なメタルケーブルを用いたアクセス通信網の LCL の代表値とみなされる。

- d) AAN の存在によって発生する、希望信号周波数帯域における挿入損失や信号品質の劣化は、EUT の正常な動作に大きな影響を与えないこと。
- e) 電圧変換係数 (F_{AAN}) は 0.15 MHz ~ 30 MHz において、規定値の ± 1 dB であること。AAN の電圧変換係数は、次のように計算できる。

$$F_{\text{AAN}} = 20 \log \left| \frac{V_{\text{cm}}}{V_{\text{mp}}} \right| \text{ dB}$$

ここで、

V_{cm} は、AAN により EUT に提供される CM インピーダンスに現れる CM 電圧であり、 V_{mp} は、AAN の電圧測定点で直接測定される受信電圧である。

電圧変換係数は、AAN の電圧測定ポートで直接測定された受信機電圧に加算されるものであり、その結果は該当する電圧許容値と比較する。電圧変換係数は、不確かさ及び許容誤差のない校正された値である。

H.3 電流プローブ特性

電流プローブは、(測定する周波数範囲内にわたって) 共振のない均一な周波数特性を持ち、一次巻線を通る動作電流によって飽和することなく機能するものでなければならない。

電流の測定中、AAN を使用してラインを終端する時は、電流プローブは変換された CM を決定するには不十分であるため、使用しないこと。

電流プローブの挿入インピーダンスは 1Ω を超えてはならない。CISPR 16-1-2:2003 / 修正 1: 2004 / 修正 2: 2006 の 5.1 節を参照。

H.4 CVP の特性

引用規格 (3) の 5.2.2 項に定義された CVP を使用すること。

H.5 CM 測定のための手順

H.5.1 概要

H.5 節は、有線ネットワークポートの CM 伝導妨害波を測定するために使用できる測定手順について説明する。ケーブルの種類に応じて、さまざまな手順を使用できるが、それぞれに長所及び短所がある (付則 G も参照)。

H.5.2 AAN を使用した測定手順

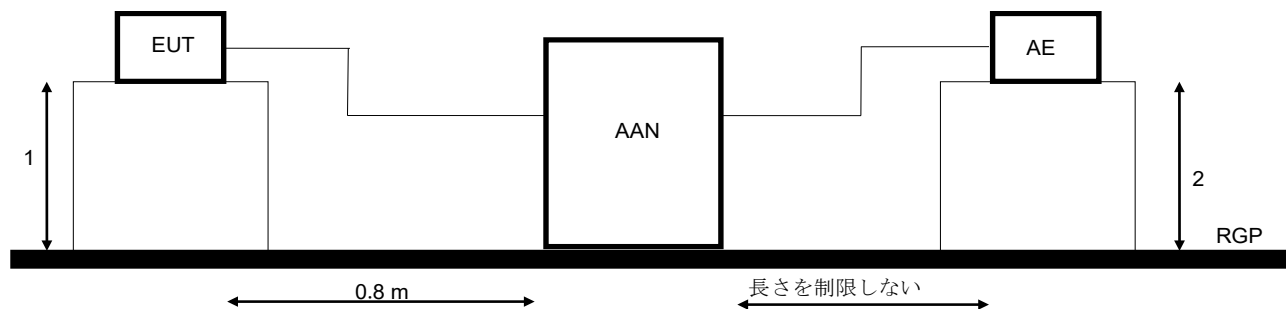
表 H.2 に定義した LCL を持つ AAN を使った有線ネットワークポートの測定を行う。EUT は、ユーザーに提供された装置説明書によって指定されたケーブルカテゴリに従って AAN で測定した場合、EUT は、適用される許容値を超えてはならない。

妨害波電圧測定を行う場合は、AAN は測定用受信機に接続可能な電圧測定ポートを提供すると同時に、有線ネットワークポートの CM 終端インピーダンス要件を満足すること。

非遮へい平衡対線の場合、H.2 節に従った AAN を使うこと。AAN の LCL 値は、EUT に接続されるケーブルカテゴリに適した AAN の表 C.2 で与えられる許容誤差以内であること。

a) 図 H.1 のように EUT を配置する

b) AAN の測定ポートで電圧を測定し、H.2 節のリスト項目 e) で定義されている AAN の電圧分割係数 (F_{AAN}) を読み値に加算し、許容値と比較する。



凡例：

- 1 水平 RGP までの距離：卓上型装置の場合は 40 cm。床置型装置の場合は最大 15 cm。または、卓上型 EUT を垂直 RGP から 40 cm 離すこともできる。
- 2 AAN が AE からの妨害波に対して十分な絶縁を確保できる場合、RGP までの距離は重要ではない。

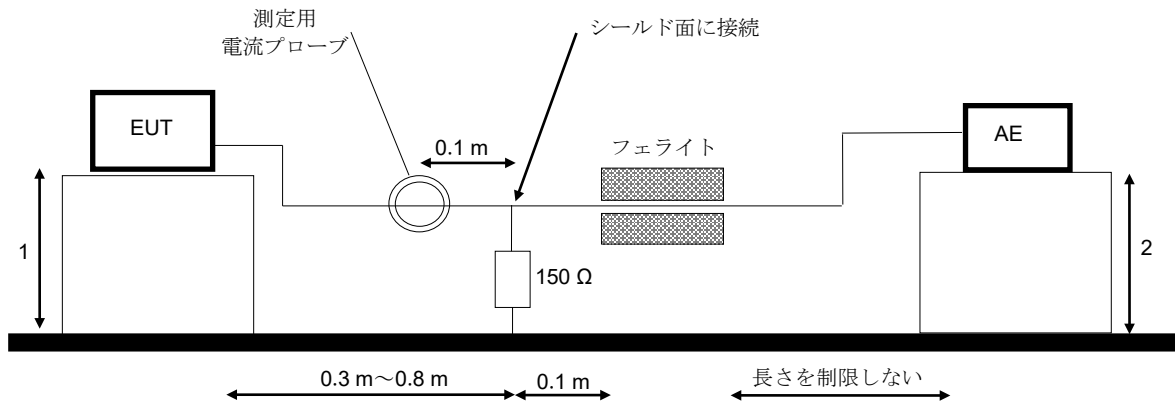
図 H.1 - AAN を使用した測定配置

H.5.3 150 Ω 負荷を遮へいの外側表面に接続する測定手順

この手順は、全てのタイプの同軸ケーブル、遮へいマルチペアケーブル、光ファイバケーブルの金属遮へい又はテンションメンバに使用できる。

- a) 図 H.2 のように EUT を配置する
- b) 外部保護絶縁を破り（遮へいを露出する）、150 Ω の抵抗（150 Ω 抵抗を介して）を遮へいの外側表面及び大地面の間接続する。この電気的接続の長さは、遮へいケーブルの外側表面から RGP まで 0.3 m 以下とすること。
- c) 150 Ω 接続と AE の間にフェライトチューブ又はクランプを装着する。
- d) 電流プローブで電流を測定し、電流許容値と比較する。150 Ω 抵抗の右側の CM インピーダンスは、測定に影響を与えないように十分に大きくすること。H.5.5 項の方法を使用して、このインピーダンスを測定する。このインピーダンスは、EUT による放射により周波数測定に影響を与えないように、150 Ω よりはるかに大きくしなければならない。

電圧測定は 150 Ω の抵抗と電圧プローブの並列により実施する又は IEC 61000-4-6:2008 に記載されている「50 Ω/150 Ω のアダプタ」を 150 Ω 負荷として使用し適切な補正（50 Ω/150 Ω のアダプタの場合は 9.5 dB）を行うことによって実施することとしてもよい。



凡例：

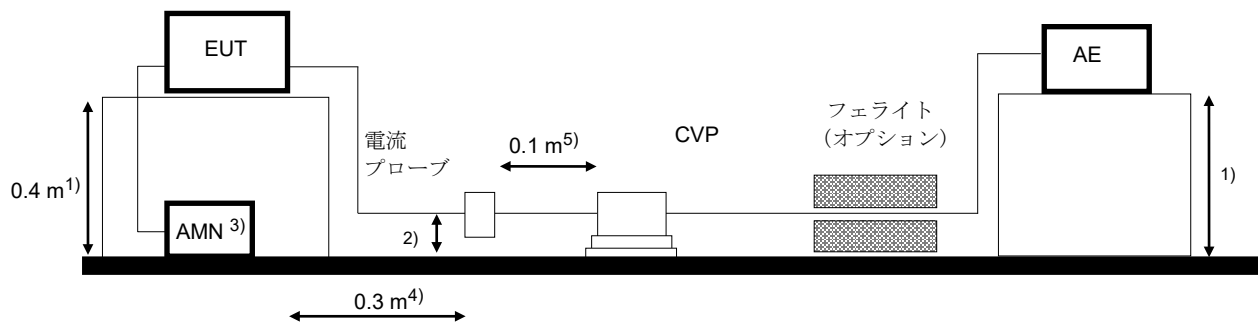
- 1 水平 RGP までの距離：卓上型装置の場合は 40 cm。床置型装置の場合は最大 15 cm。または、卓上型 EUT を垂直 RGP から 40 cm 離すこともできる。
- 2 フェライトのインピーダンスが G.6 節で与えられたものよりも高い場合、RGP までの距離は重要ではない。

図 H.2 - 遮へいの外側表面に 150 Ω 負荷を使用し測定する方法

H.5.4 電流プローブと CVP の組合せによる測定手順

この手順では AAN を使用しないため、CM インピーダンスは安定化できない。EUT からの妨害波は、電流プローブと CVP の両方を使用して測定し、測定レベルをそれぞれ電圧と電流の許容値と比較すること。

- a) 図 H.3 のように EUT を配置する。
- b) 電流プローブで電流を測定し、その結果を電流の許容値と比較する。
- c) H.4 節で指定されている CVP を使用して電圧を測定する。
 - 1) 測定された電圧値を次のように補正する。
 - i) 電流マージン ≤ 6 dB：測定で得られた電圧値から測定で得られた電流値と電流許容値の実際の差分を差し引く。
 - ii) 電流マージン > 6 dB：測定された電圧から 6 dB 差し引く。
 - 2) 補正された電圧値を適用する電圧許容値と比較する。
 - 3) 測定された電流値及び補正された電圧値の両方が、適用する電流及び電圧の許容値以下か確認する。
- d) EUT が全ての周波数で両方の許容値を満たしている場合、EUT は適合している。



電流値及び電圧値の同時測定を行わない場合は、電流プローブ及び CVP を同時に配置する必要はない。

- 1) 水平 RGP までの距離：卓上型装置の場合は 40 cm。床置型装置の場合は最大 15 cm。または、卓上型 EUT は垂直 RGP から 40 cm 離すこともできる。
- 2) 試験に使用するケーブルは、EUT から直接、RGP から $4\text{ cm} \pm 1\text{ cm}$ の位置に直接垂らし、EUT テーブルと AE テーブルの間の位置に敷設すること。この制限は、ケーブルが CVP を通過する場合には適用しなくともよい。
- 3) バッテリ動作の場合を除き、EUT は RGP の最も近接した端から 10 cm 以内の RGP に配置した AMN から電源を供給すること。EUT 電源コードは、(電磁)結合又はクロストークの影響を最小限に抑えるため、試験で使用するケーブルから離して配置すること。
- 4) EUT と測定用デバイスとの水平投影距離は、 $30\text{ cm} \pm 1\text{ cm}$ であること。
- 5) 電流プローブと CVP は、 $10\text{ cm} \pm 1\text{ cm}$ 離すこと。電流プローブ (図を参照) 又は CVP のいずれかを EUT 側に配置してもよい。

図 H.3 – 電流プローブ及び CVP の組合せによる測定配置

H.5.5 ケーブル、フェライト及び AE で構成される測定系の TCM インピーダンスの測定

次の三つの手順のいずれかを使用して、ケーブル、フェライト及び AE で構成される測定系の TCM インピーダンスを測定する。

a) 2つの電流プローブを使用する手順

- 1) 「注入」プローブと測定プローブの $50\ \Omega$ システムの特性を明らかにする。図 H.4 を参照のこと。信号発生器からの注入電圧 (V_1) を「注入」プローブに入力し、発生する電流 (I_1) を記録する。
- 2) EUT の被試験ポートからケーブルを外し、外したケーブルの EUT 側の端子を大地面に短絡する。(図 H.5 参照)
- 3) 1) で用いたものと同じ「注入」プローブを使用して、1) と同じ注入電圧 (V_1) をケーブルに印加する。
- 4) 1) で用いたものと同じ測定プローブでケーブルに重畳した電流を測定し、その測定値 (I_2) と 1) における測定値 (I_1) を比較することで、ケーブル、フェライト及び AE の組合せの TCM インピーダンスを計算する (TCM インピーダンス = $50 \times I_1 / I_2$)。例えば、 I_2 が I_1 の半分の場合、TCM インピーダンスは $100\ \Omega$ である。
- 5) この TCM インピーダンス測定技術は、次の条件下でだけ使用すること。図 H.4 の $50\ \Omega$ 特性評価試験系でのループ長 (円周) は、図 H.2 の合計ループ長の 0.9 倍から 1.1 倍以内であり、両方のループ長は 1.25 m 未満でなければならない。これらの条件は、インピーダンス測定に影響を与え、測定の不確かさを増大させる可能性のあるループ共振を最小限に抑えるために必要である。

b) インピーダンスアナライザを使用する手順

伝導妨害波の測定系において、EUTの被試験ポートに接続されているケーブルと、RGPとの間にインピーダンスアナライザを接続してTCMインピーダンスを測定する。このときEUTは切り離し、被試験ケーブルの全ての導線（遮へいが存在する場合はそれも含む）は、インピーダンスアナライザとの接続点に一括して接続する。この測定には、上記a)の5)に記載されているケーブル長の条件を適用すること。

c) ベクトルネットワークアナライザ（VNA）を使用する手順

VNA、電流プローブ及びCVPを用いて、CM電圧と電流を測定する。VNAで測定された、EUTの被測定ポートに接続されるケーブルに重畳される電圧と電流の比がTCMインピーダンスとなる。この測定系は図H.5に示されたものと同様であり、伝導妨害波測定系からEUTを切り離し、EUTの被試験ポートに接続されていたケーブルのEUT側の端子をRGPに短絡し、ケーブルに電流プローブ及びCVPをクランプさせて、CM電圧と電流を測定する。項目b)に示されている手順と同様に、ケーブルの全ての導線、遮へいが存在する場合はそれも含めて、ケーブルのEUT側端子で一括してRGPに接続すること。

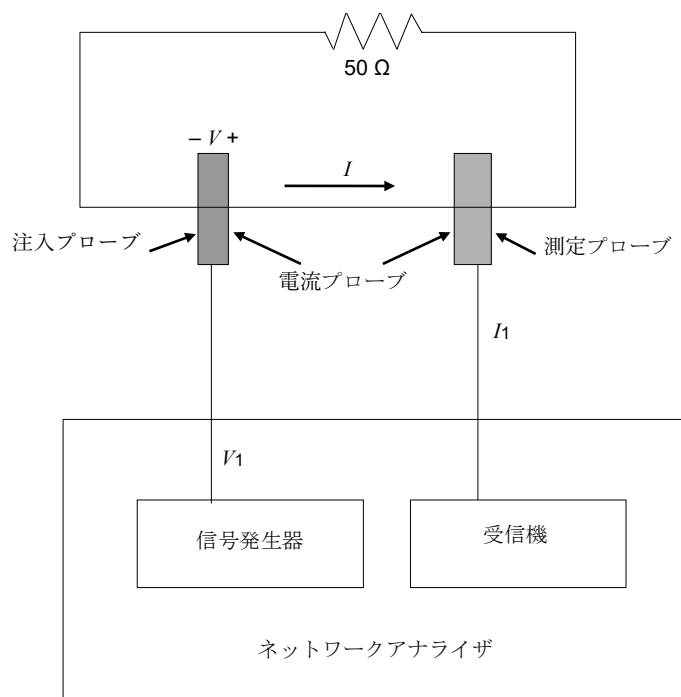


図 H.4 - 特性測定系

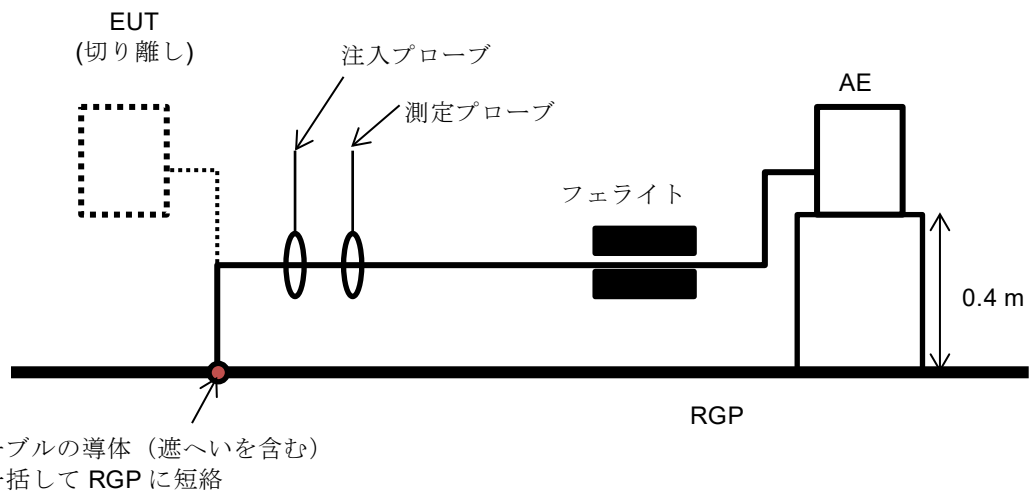
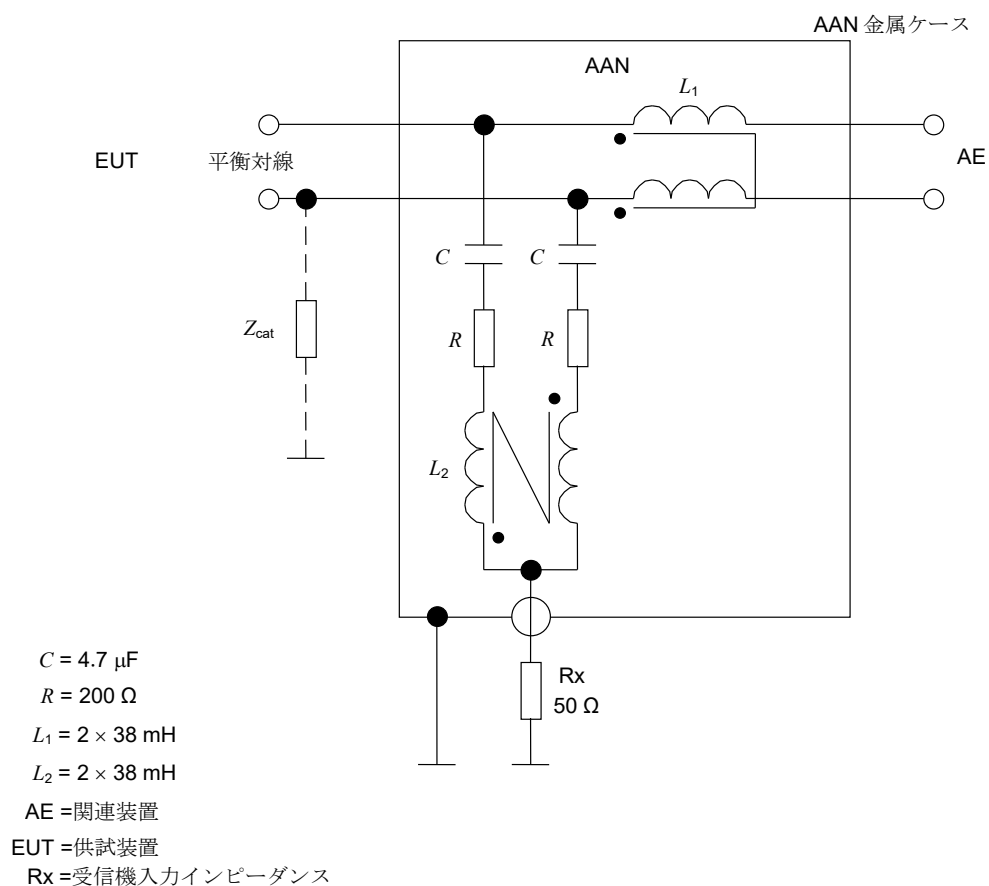


図 H.5 - ケーブル、フェライト及び AE で構成される測定系の TCM インピーダンス (電流プローブを用いた場合)

付則 I
(情報)

AAN 及び遮へいされたケーブルのための AN の例

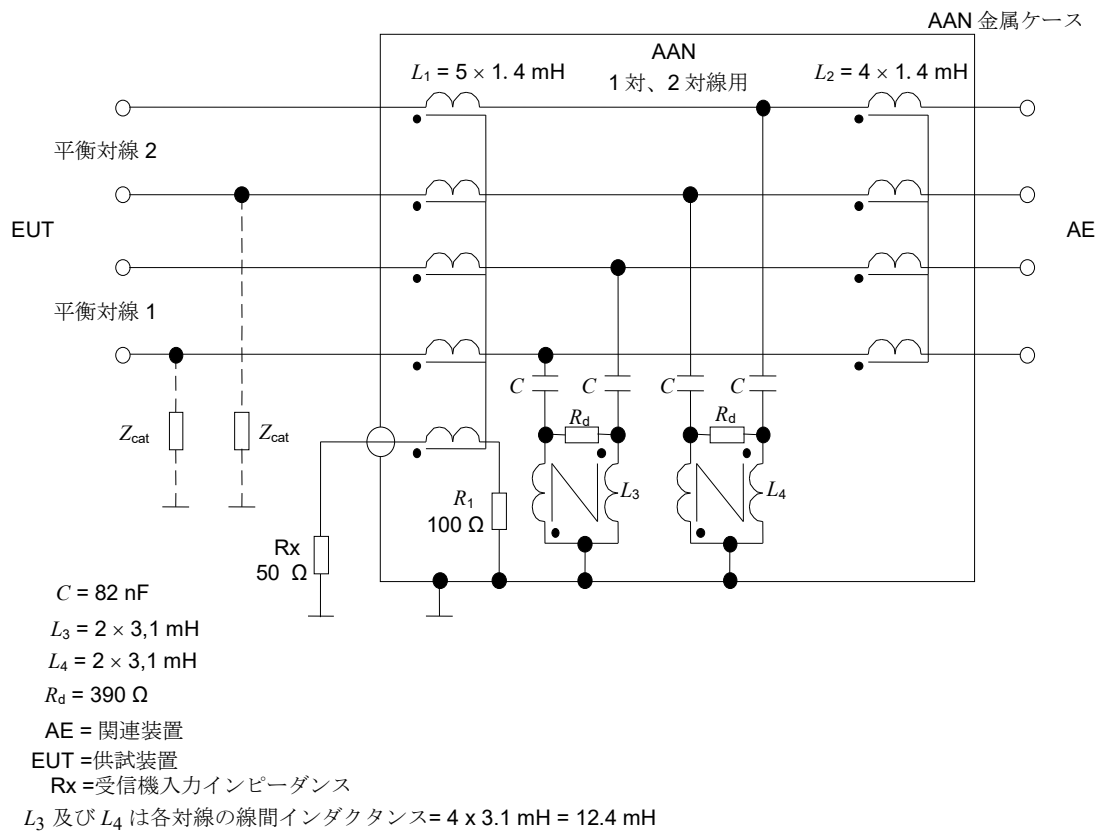
図 I.1 から図 I.7 までに、非遮へいケーブルのための AAN の回路図例及び図 I.8 から図 I.11 までに、遮へいケーブルのための AN の回路図例を示す。



注 1) 電圧分割係数 = 9.5 dB (公称値)

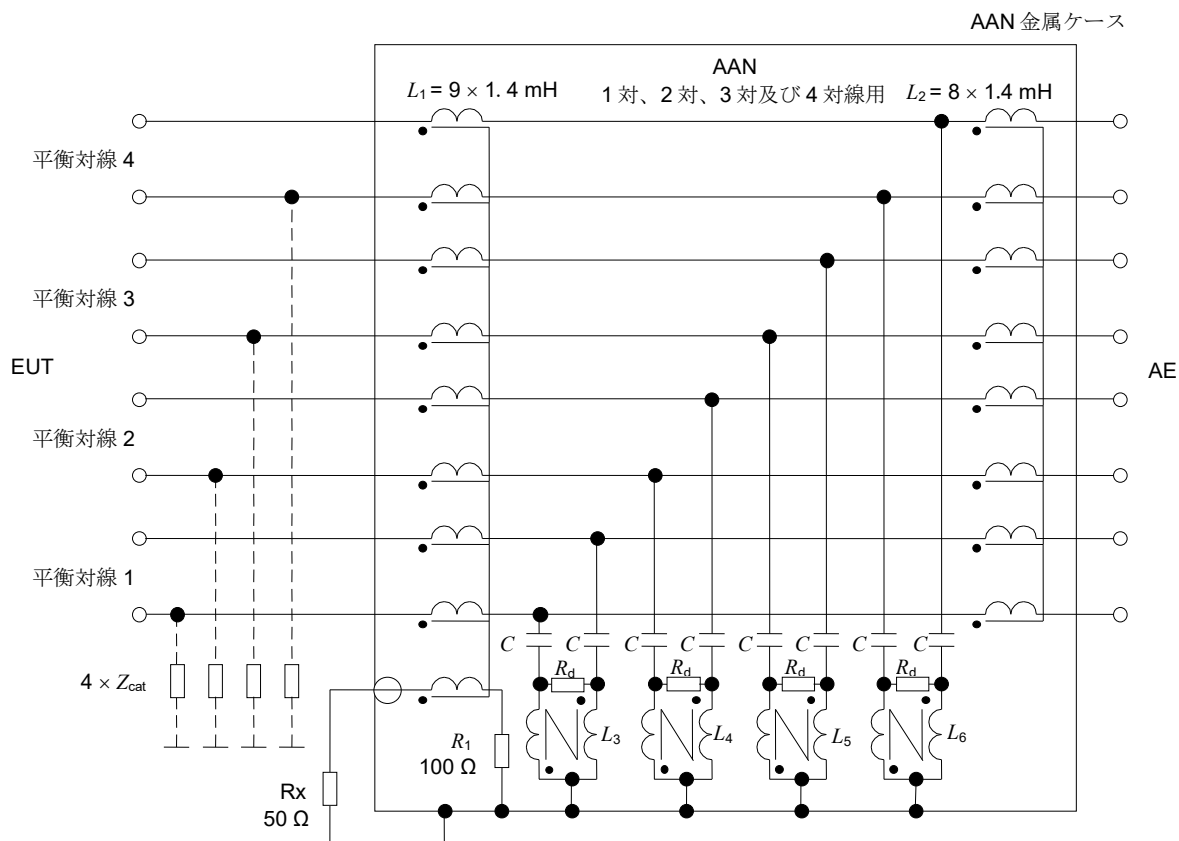
注 2) Z_{cat} は AAN の LCL をネットワークの平衡度に合わせるため規定されるインピーダンス

図 I.1 - 非遮へい平衡 1 対線用の AAN の例



- 注 1) 電圧分割係数 = 9.5 dB (公称値)
- 注 2) Z_{cat} は AAN の LCL をネットワークの平衡度に合わせるため規定されるインピーダンス
- 注 3) この AAN は非遮へい 1 対又は 2 対の平衡対線の CM 妨害波測定に使用できる

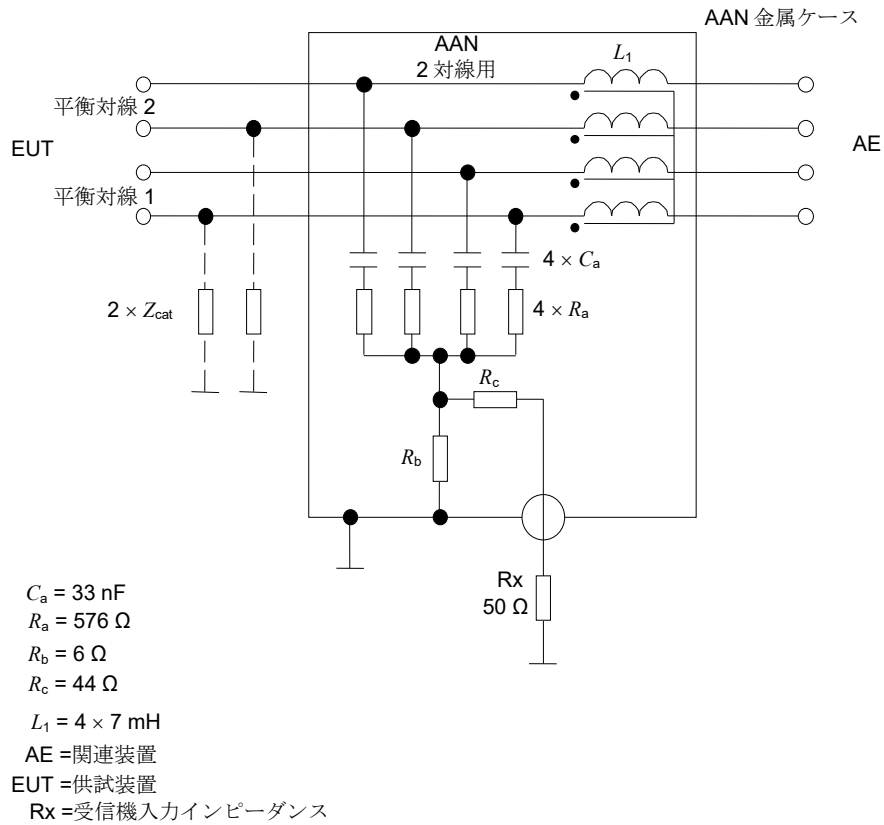
図 I.2 – 非遮へい 1 対又は 2 対の平衡対線に使用する高 LCL の AAN の例



$C = 82 \text{ nF}$
 $R_d = 390 \Omega$
 AE = 関連装置
 EUT = 供試装置
 Rx = 受信機入力インピーダンス
 L_3, L_4, L_5 及び $L_6 = 2 \times 3.1 \text{ mH}$
 L_3, L_4, L_5 及び L_6 は各対線の線間インダクタンス = $4 \times 3.1 \text{ mH} = 12.4 \text{ mH}$

- 注 1) 電圧分割係数 = 9.5 dB (公称値)
- 注 2) Z_{cat} は AAN の LCL をネットワークの平衡度に合わせるため規定されるインピーダンス
- 注 3) この AAN は非遮へい 1 対、2 対、3 対又は 4 対の平衡対線の CM 妨害波測定に使用できる

図 I.3 – 非遮へい 1 対、2 対、3 対又は 4 対の平衡対線に使用する高 LCL の AAN の例

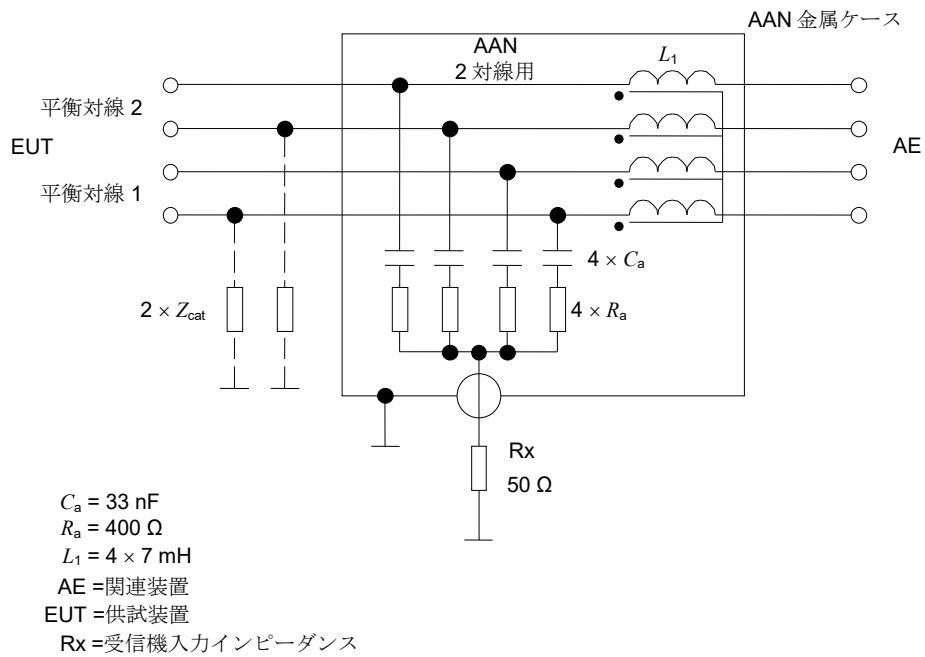


注意：誤った測定結果が生じる可能性があるため、この AAN は非遮へい平衡 2 対線以外に使用しないこと。

注 1) 電圧分割係数 = 34 dB (公称値)

注 2) Z_{cat} は AAN の LCL をネットワークの平衡度に合わせるため規定されるインピーダンス

図 I.4 - 電圧測定ポートに 50Ω の整合回路を有する非遮へい平衡 2 対線に使用する AAN の例

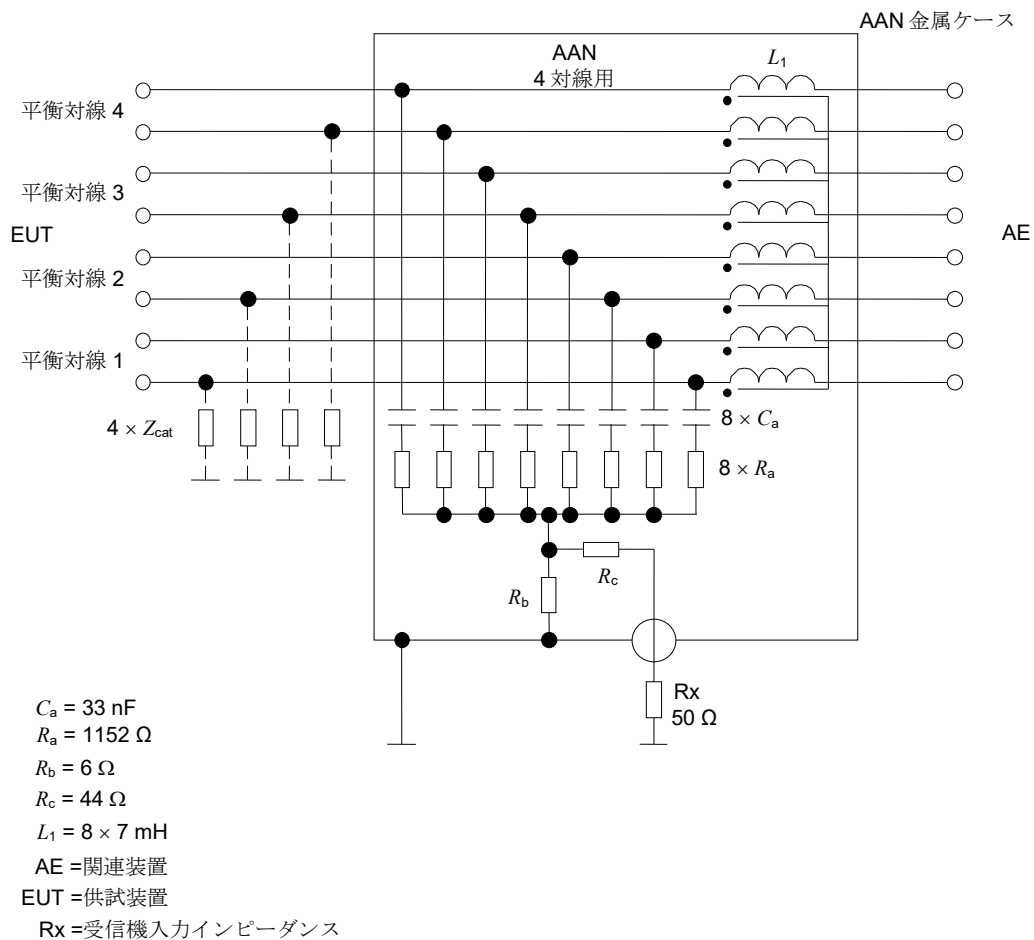


注意：誤った測定結果が生じる可能性があるため、この AAN は非遮へい平衡 2 対線以外に使用しないこと。

注 1) 電圧分割係数 = 9.5 dB (公称値)

注 2) Z_{cat} は AAN の LCL をネットワークの平衡度に合わせるため規定されるインピーダンス

図 I.5 – 非遮へい平衡 2 対線に使用する AAN の例

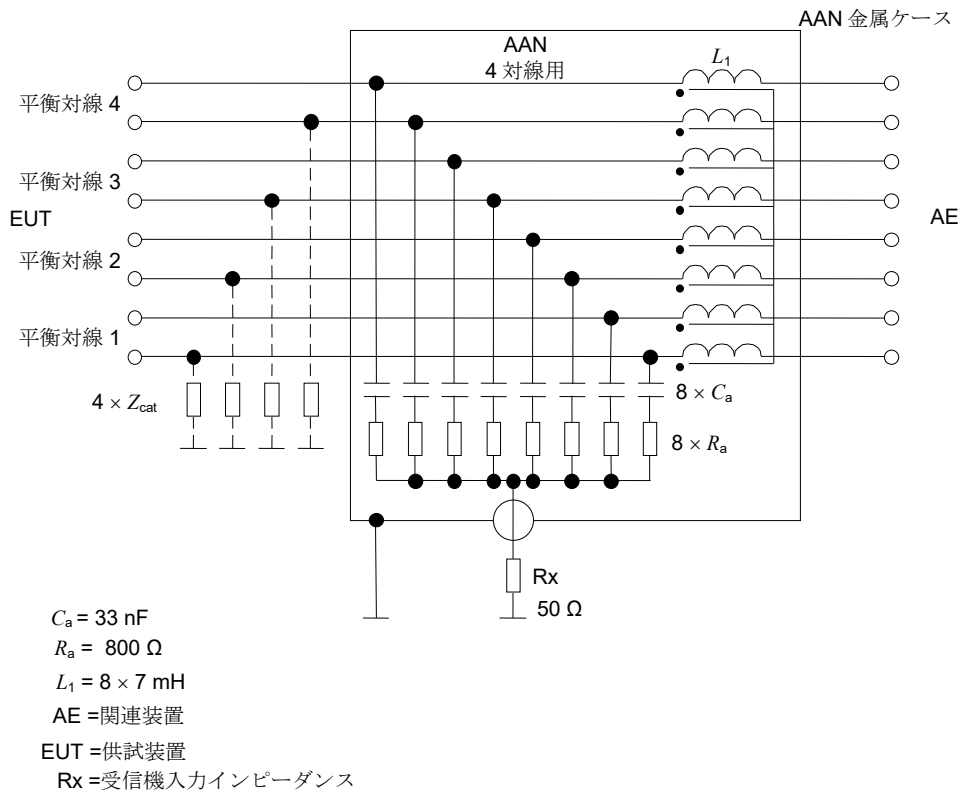


注意：誤った測定結果が生じる可能性があるため、この AAN は非遮へい平衡 4 対線以外に使用しないこと。

注 1) 電圧分割係数 = 34 dB (公称値)

注 2) Z_{cat} は AAN の LCL をネットワークの平衡度に合わせるため規定されるインピーダンス

図 I.6 - 電圧測定ポートに 50 Ω の整合回路を有する非遮へい平衡 4 対線に使用する AAN の例

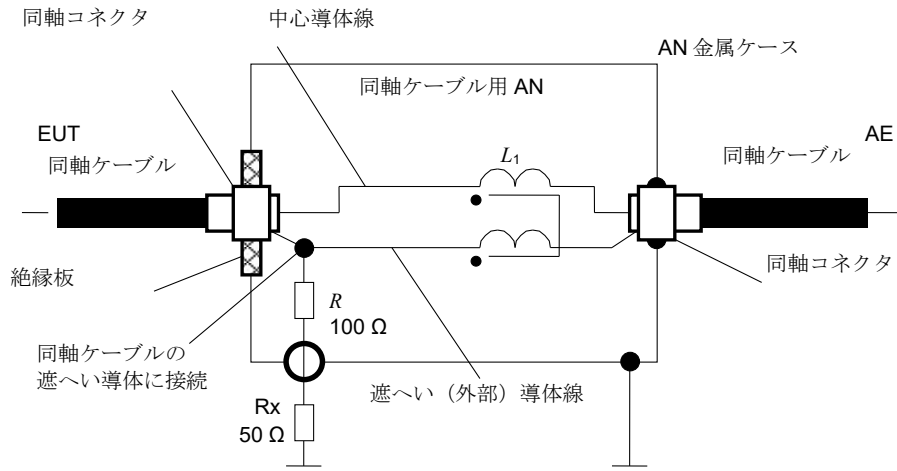


注意：誤った測定結果が生じる可能性があるため、この AAN は非遮へい平衡 4 対線以外に使用しないこと。

注 1) 電圧分割係数 = 9.5 dB (公称値)

注 2) Z_{cat} は AAN の LCL をネットワークの平衡度に合わせるため規定されるインピーダンス

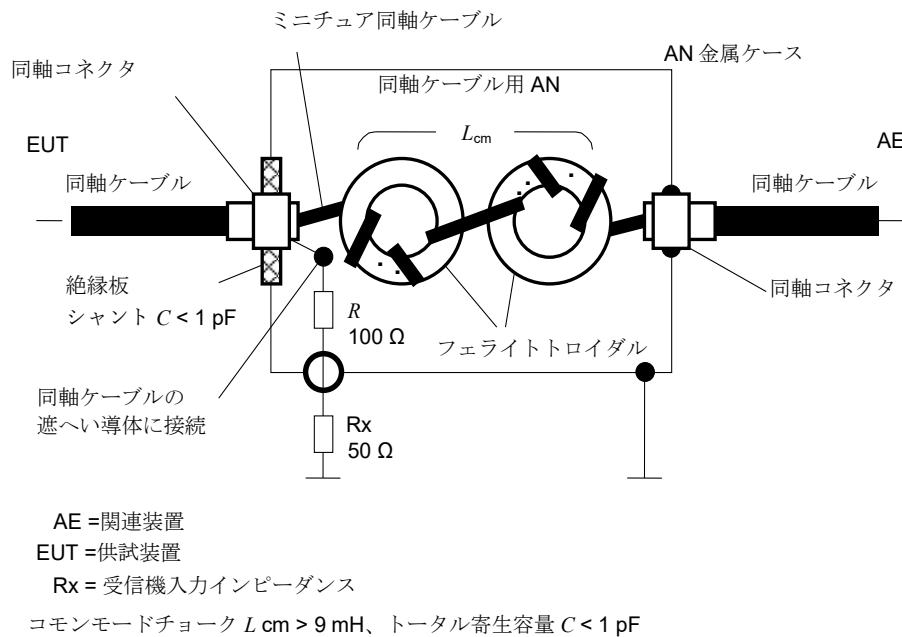
図 I.7 - 非遮へい平衡 4 対線に使用する AAN の例



AE = 関連装置
 EUT = 供試装置
 Rx = 受信機入力インピーダンス
 コモンモードチョークコイル $L_1 = 2 \times 7 \text{ mH}$

注) 電圧分割係数 = 9.5 dB (公称値)

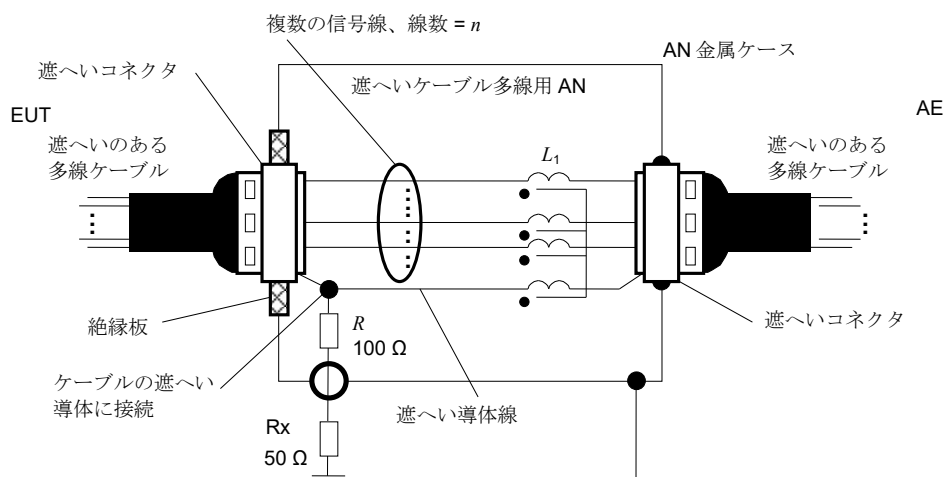
図 I.8 - 中心導体線及び絶縁された遮へい導体線を (例えばフェライトトロイダルといった) 共通の磁性体コアにバイファイラ巻きしたコモンモードチョークコイルを内部に有する同軸ケーブルに使用する AAN の例



注 1) 電圧分割係数 = 9.5 dB (公称値)

注 2) AN の要件を完全に満たすには、更に多くのトロイダルフェライトコアが必要になる

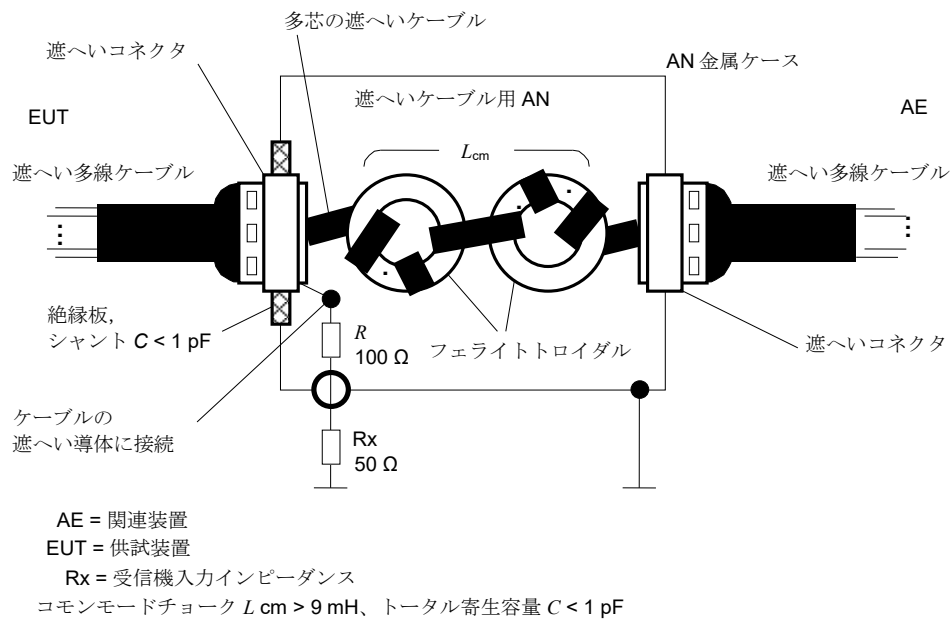
図 I.9 - ミニチュア同軸ケーブル (ミニチュアセミリジッド又はミニチュア 2 重編組同軸ケーブル) をフェライトトロイダルに巻いて作ったコモンモードチョークを内部に有する同軸ケーブルに使用する AAN の例



AE = 関連装置
 EUT = 供試装置
 Rx = 受信機入力インピーダンス
 コモンモードチョーク $L_1 = (n + 1) \times 7 \text{ mH}$ 、ここで $n =$ 信号線数

注) 電圧分割係数 = 9.5 dB (公称値)

図 I.10 - 複数の絶縁された信号線と絶縁された遮へい導体線を
 (例えばフェライトトロイダルといった) 共通の磁性体コアにマルチファイラー巻きした
 コモンモードチョークコイルを内部に有する遮へいされた多線ケーブルに使用する **AAN** の例



注 1) 電圧分割係数 = 9.5 dB (公称値)

注 2) AN の要件を完全に満たすには、更に多くのトロイダルフェライットコアが必要になる

図 I.11 - 多芯の遮へいケーブルをフェライットトロイダルに巻いて作られたコモンモードチョークを内部に有する多芯の遮へいケーブルに使用する AAN の例

参考文献

- [1] CISPR 11:2003, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electro-magnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
- [2] 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 4 編 無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置－放射妨害波測定用のアンテナと試験場－」)
- [3] 令和 4 年 2 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 放射妨害波の測定法」)
- [4] CISPR/TR 16-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*
- [5] CISPR 16-4-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests*
- [6] 削除
- [7] IEC/TR 60083:2006, *Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC*
- [8] IEC 60364-4 (all sub-parts), *Low-voltage electrical installations – Part 4: Protection for safety*
- [9] IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*
- [10] 削除
- [11] 削除
- [12] 削除

国際規格(CISPR 16-2-1 第 3.1 版)と一部答申との比較

番号	該当項	国際規格	一部答申	相違点概要及び理由
1	序文	なし	本編は、国際規格CISPR 16-2-1(第 3.1 版、2017-06)に準拠し、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法」に関する技術的条件を定めたものである。平成 23 年情報通信審議会答申「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置と測定法に関する規格」に記載されている伝導妨害波の測定法に関する規定は、本編で置き換える。 本編は、第 1 章～第 9 章、付則 A～付則 E、付則 G 及び付則 I(技術情報)並びに付則 F及び付則 H(規定)で構成される。	本編の引用規格を明確にするために記載する。
2	1 適用範囲	本編は、周波数範囲 9 kHz～18 GHzの内、特に周波数範囲9 kHz～30 MHzにおける伝導妨害波の測定方法を規定する。CDNEは、 <u>300 Hz</u> までの伝導妨害波測定の周波数範囲まで拡張されている。	本編は、周波数範囲 9 kHz～18 GHzのうち、特に周波数範囲9 kHz～30 MHzにおける伝導妨害波の測定方法を規定する。CDNEは、 <u>300 MHz</u> までの伝導妨害波測定の周波数範囲まで拡張されている。	CISPR 16-2-1 第 3.1 版に整合する。 ただし、国際規格の CDNE で拡張される周波数の誤記を修正する。
3	2 引用規格	CISPR 14-1, 家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値と測定法	(1) CISPR 14-1, 家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値と測定法	CISPR 16-2-1 第 3.1 版に整合する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
4	2 引用規格	<u>CISPR 16-1-1:2010, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 1 編:無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置－測定用受信機</u>	(2) 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申,(諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 1 編:無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置 - 測定用受信機 -」)	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
5	2 引用規格	<u>CISPR 16-1-2:2014, 無線妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 2 編:無線妨害波及びイミュニティの測定装置－補助装置－伝導妨害波</u>	(3) 令和4年 2 月 情報通信審議会答申,(諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置 -伝導妨害波-」)	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。

6	2 引用規格	CISPR 16-4-2, 無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置と測定方法に関する規定 第4部－第2編:不確かさ、統計モデルと許容値モデル－EMC測定における不確かさ	(4) 令和元年10月情報通信審議会答申(諮問第3号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第4部－第2編:不確かさ、統計及び許容値のモデル－測定装置の不確かさ－」)	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
7	2 引用規格	IEC 60050(全ての部), 電気技術用語 (< http://www.electropedia.org >で利用可能)	(5) IEC 60050(全ての部), 国際電気技術用語(IEV)	CISPR 16-2-1 第3.1版に整合する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かり易くした。
8	3.1.6 不平衡電圧(コモンモード(CM)電圧)	2 線式又は多線式回路の個々の端子又は線の電気的中間点と基準接地との間に現れる無線周波(RF)電圧。CM電圧とも呼ばれる。	2 導体線の仮想中性点と基準大地との間のRF電圧(各線に関する一線大地間電圧のベクトル和の1/2)。2を超える多数の線に関しては、全ての線をまとめて規定の終端インピーダンスで接地し、その場所において電流変換器を用いて測定した基準大地に対する線全体の実効的な無線周波数妨害(RFI)電圧(一線大地間電圧のベクトル和) 注1) 低電圧(LV)AC電源ポートの場合、 V_a が電源端子の1つと基準大地との間のベクトル電圧であり V_b が他の1つの電源端子と基準大地との間のベクトル電圧である場合、不平衡電圧は V_a 及び V_b のベクトル和の半分 $(V_a + V_b)/2$ である。	前回一部答申の記載を踏まえ、記載を詳細化した。
9	3.1.30 縦方向変換損失(不平衡減衰量)	なし	3.1.30 項を追加	LCL を理解することは、AAN を説明する上で重要であるため、略語から用語へ移動する。なお、用語説明は、CISPR 16-1-2 Ed.2.1 及び CISPR 16-1-2 の一部答申から引用する。
10	3.2 略号	DMR:なし LCL:あり	3.2 節の略語を一部変更 DMR(ディファレンシャルモード抑制)を追加 LCLを削除	CISPR 16-2-1 第3.1版に整合する。本文中にDMRの記述があるため、略語として追加した。さらに、LCLは3.1.30項として用語を追加したので、略語は削除する。

11	6.2.2 適合性確認試験	注) 参考文献 [3] の付則 A に、周囲雑音が存在する場合に妨害波を測定するための勧告が示されている。	6.2.2 項の注)を削除	参考文献となる CISPR 16-2-3 に対応した一部答申では、付則 A は、削除されているため、注)も削除する。
12	7.3.2.2 擬似回路網 (AN) の種類	7.3.2.2 項の b) <u>Δ-AN の実用的な実装については、現在 (2016 年)、共通接地を含め、合計三つの個別の EUT 端子用のコネクタのみが装備されている。</u>	7.3.2.2 項の b) の一部を注に変更 注) <u>Δ 型 AN は、共通接地を含め、合計三つの個別の EUT 端子用のコネクタだけを装備しているものもある。</u>	ΔAN の構造的説明のため、注)に移動した。
13	7.4.2.4 接地接続を要しない手持ち装置の配置	擬似手を用いる際に従うべき一般原則を図 18 に示す。RC 素子の M 端子は、EUT の露出した非回転金属部や、固定及び着脱可能な把手に巻いた金属箔に接続すること。塗料又はラッカーで塗装した金属部は、露出した金属部とみなし、RC 素子を直接接続すること。	擬似手を用いる際に従うべき一般原則を図 17 及び図 18 に示す。RC 素子の M 端子は、EUT の露出した非回転金属部や、固定及び着脱可能な把手に巻いた金属箔に接続すること。塗料又はラッカーで塗装した金属部は、露出した金属部とみなし、RC 素子を直接接続すること。	国際規格の文章に参照する必要がある図 17 が漏れているため、追加する。
14	7.4.3.3 Y 型 AN を用いた測定	7.4.3.3 項 EUT の動作に関して外部回路が規定されていない場合は、DM インピーダンスとして、150 Ω の抵抗を Y 型 AN に接続すること。もし適切な Y 型 AN がないならば、有線ネットワークポートは周辺装置で終端すること。	7.4.3.3 項の一部変更 (途中略) EUT の動作に関して外部回路が規定されていない場合は、DM インピーダンスとして、150 Ω の抵抗を Y 型 AN に接続すること。もし適切な Y 型 AN がないならば、有線ネットワークポートは周辺装置で終端すること。 注) <u>RF 帯 DM 抵抗値 100 Ω ~ 150 Ω を内蔵する場合、被測定信号系インピーダンスが 100 Ω ~ 150 Ω の場合又は被測定信号系インピーダンスが決まっている場合は、その終端でも構わない。</u>	CISPR 16-2-1 第 3.1 版に整合する。 読者が誤解を招かないように、文章を分かりやすくし、かつ注)を追加した。
15	9 周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までにおける CDNE を使用した測定の配	二つのケーブルが EUT の同じ面に接続されている場合、二つの CDNE は EUT の同じ側に配置されること (図 25 参照)。CDNE は、互いに <u>2 cm ± 1 cm</u> 離すこと。測定されないケーブルに関して、測定用受信機に接続されていない CNDE の測定端子は、50 Ω 負荷で終端する。	二つのケーブルが EUT の同じ面に接続されている場合、二つの CDNE は EUT の同じ側に配置されること (図 25 参照)。CDNE は、互いに <u>20 mm ± 10 mm</u> 離すこと。測定されないケーブルに関して、測定用受信機に接続されていない CNDE の測定端子は、50 Ω 負荷で終端する。	図 25 の全ての寸法は、mm 単位であるので、本文の表示も分かりやすく mm 単位とする。

	置及び測定手順			
16	9 周波数範囲 30 MHz から 300 MHz までにおける CDNE を使用した 測定の配置及び測定 手順	図 23、図 24、図 25 図 25 の CDNE 間は、 <u>200±10</u>	図 23、図 24、図 25 に一部追記 図 25 の CDNE 間は、 <u>20±10</u> に修正	CDNE 及び EUT と、RGP の端から少なくとも 200 mm 離れた位置に配置することが分かるように、図に追記する。 また、国際規格において CDNE 間の寸法の誤りがあるため、正しく修正する。
17	付則 A A.5 電圧 プローブ としての AMN の 接続	表 A.1 測定量の第一段落目の英文 <u>C₁</u>	表 A.1 正しく <u>I₁</u> に修正	表 A.1 の測定量の第一段落目の英文 <u>C₁</u> は正しく <u>I₁</u> に修正する。
18	G.3 CVP の基本的 考え方	G.3 節	G.3 節の文章を修正	国際規格では、CVP の構造を理解していないと分かりにくい文章となっていたため、CVP の構造の一部について追記し、CVP の構造や原理が分かりやすいよう文章を修正する。
19	G.6 付 則 H の方 法に使用 するため のフェライ トの仕様	図 G.4	図 G.4 に点 Z を追加	本文中に“点 Z”と記述があるが、対象の図 G.4 に正しく追記する。 V の表示位置を修正した (CISPR 32 を参照)。
20	H.1 概要	表 H.1 の 2 と 5 の手順 H.5.4 項	表 H.1 の 2 と 5 の手順を修正 H.5.4 項	正しくデカップリングデバイスと記載し、デバイスの例は、

		指定されたインピーダンスを達成するには、 <u>マッチングネットワーク</u> (例えば、 <u>CMAD</u>)を使用してもよい。	指定されたインピーダンスを達成するには、 <u>デカップリングデバイス</u> を使用してもよい。	CMAD だけではないため、(例えば、CMAD)の記述は削除する。
21	H.5.2 AAN を使用した測定手順	図 H.1	図の寸法位置を修正 図 H.1 AAN と AE 間に修正	正しい寸法となるよう矢印の位置を修正する。
22	H.5.4 電流プローブと CVP の組合せによる測定手順	図 H.3	図の寸法位置を修正 図 H.3 EUT と電流プローブ間に修正	正しい寸法となるよう矢印の位置を修正する。
23	H.5.5 ケーブル、フェライト及び AE で構成される測定系の TCM インピーダンスの測定	H.5.5 項の a)、b)	H.5.5 項の文章に補足追加 図 H.5 を追加	国際規格では、実際に測定を実施した経験のある人でないと分かりにくい文章となっているため、図 H.5 を追加し、経験のない人でも分かりやすく文章を修正する。
24	付則 I (情報) AAN 及び遮へいされたケーブルのための AN の例	図 I.5 の注 3 図 I.6 の注 3 図 I.7 の注 3	図 I.5 の注 3 は、注 1 の前に移動 図 I.6 の注 3 は、注 1 の前に移動 図 I.7 の注 3 は、注 1 の前に移動	使用対象についての注意を、図中に移動する。
25	参考文献	[2] CISPR 16-1-4:2010 [3] CISPR 16-2-3:2010	[2] 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申, [3] 令和 4 年 2 月 情報通信審議会答申	国際規格に対応する一部答申に変更する。
26	参考文献	[6] CISPR/TR 16-4-3:2004	以下の参考文献を削除 [6] 削除	本文中に参考文献を引用していないため、削除する。

	<u>[10] IEC 61010-1:2001</u> <u>[11] ITU-R Recommendation BS.468-4</u> <u>[12] JCGM 200:2012</u>	<u>[10] 削除</u> <u>[11] 削除</u> <u>[12] 削除</u>	
--	--	--	--

(注) 国際規格との整合の観点から、図表及び注の番号が連続していない箇所がある。

諮問第 3 号

「国際無線障害特別委員会（CISPR）の諸規格について」

のうち

「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件

放射妨害波の測定法」

目次

序文	4
1 適用範囲	5
2 引用規格	5
3 用語、定義及び略号	6
3.1 用語及び定義	6
3.2 略号	10
4 被測定妨害波の分類	11
4.1 概要	11
4.2 妨害波の種類	11
4.3 検波器の機能	11
5 測定装置の接続	12
6 測定における一般的な要求事項及び条件	12
6.1 概要	12
6.2 EUT 以外からの妨害波	12
6.3 連続妨害波の測定	12
6.4 EUT 配置及び測定条件	13
6.5 測定結果の解釈	16
6.6 連続妨害波の測定時間及び周波数走査速度	17
7 放射妨害波の測定	26
7.1 概論	26
7.2 ループアンテナシステム測定 (9 kHz から 30 MHz まで)	26
7.3 野外試験場 (OATS) 又は電波半無響室 (SAC) での測定 (30 MHz から 1 GHz まで)	28
7.4 電波全無響室 (FAR) 内での測定 (30 MHz から 1 GHz まで)	34
7.5 SAC における放射妨害波測定法 (30 MHz から 1 GHz まで) 及び放射イミュニティ試験法 (80 MHz から 1 GHz まで) に関する共通試験配置	40
7.6 電波全無響室 (FAR) 及び電波吸収体敷設型 OATS 又は SAC における測定 (1 GHz から 18 GHz まで)	47
7.7 設置場所測定 (9 kHz から 18 GHz まで)	55
7.8 置換測定 (30 MHz から 18 GHz まで)	62
7.9 反射箱による測定 (80 MHz から 18 GHz まで)	64
7.10 TEM 導波管による測定 (30 MHz から 18 GHz まで)	64
8 妨害波の自動測定	64
8.1 自動測定における注意事項	64
8.2 一般測定手順	64
8.3 事前測定	65
8.4 測定データの絞り込み	66
8.5 妨害波の最大値検出及び最終測定	67
8.6 後処理及び報告書の作成	68
8.7 FFT ベースの測定機器を用いた妨害波測定法	68

付則 A (情報) 削除 (周囲妨害波の存在下での妨害波の測定)	69
付則 B (情報) スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用	70
付則 C (情報) 平均値検波器を使用する場合の走査速度と測定時間.....	73
付則 D (情報) 適合性確認試験に適用する APD 測定法について.....	77
付則 E (規定) 適合性確認試験に用いるスペクトラムアナライザの妥当性の決定.....	79
参考文献	80

序文

本編は、国際規格 CISPR 16-2-3（第 4.0 版、2016-9）に準拠し、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 放射妨害波の測定法」に関する技術的条件を定めたものである。平成 21 年情報通信審議会答申「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件」に記載されている放射妨害波の測定法に関する規定は、本編で置き換える。

本編は、第 1 章～第 8 章、付則 A～付則 D（情報）及び付則 E（規定）で構成される。ただし、付則 A は情報の付則であるが、測定結果の誤差の増大や結果の判定において誤解を招く恐れがあるため、前回一部答申と同様に削除している。

無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件

放射妨害波の測定法

1 適用範囲

本編は、周波数範囲 9 kHz ~ 18 GHz における放射妨害波の測定法を規定する。測定の不確かさについては、引用規格 (6) 及び引用規格 (7) に規定されている。

2 引用規格

次の引用規格は、この文書の適用に当たって不可欠である。発行年を示した規格については、記載された版だけを適用する。発行年がない規格については、その規格の最新版（修正全てを含む）を適用する。

- (1) CISPR 14-1:2016, 家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値と測定法
- (2) 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 1 編：無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置 ー測定用受信機ー」)
- (3) 令和 4 年 2 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置 -伝導妨害波-」)
- (4) 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 4 編 無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置 ー放射妨害波測定用のアンテナと試験場ー」)
- (5) 令和 4 年 2 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法」)
- (6) CISPR TR 16-4-1, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 1 編：不確かさ、統計及び許容値モデルー規格化された EMC 試験での不確かさ
- (7) 令和元年 10 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 2 編：不確かさ、統計及び許容値のモデル ー測定装置の不確かさー」)
- (8) CISPR TR 16-4-5, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 5 編：不確かさ、統計及び許容値のモデルー代替試験方法の使用条件

(9) IEC 60050-161, 電磁両立性 (EMC) に関する国際電気技術用語 (IEV)

(10) JIS C 61000-4-3:2012, 電磁両立性—第 4 — 3 部: 試験及び測定技術—放射無線周波電磁界
イミュニティ試験

(11) JIS C 61000-4-20:2014, 電磁両立性—第 4 — 20 部: 試験及び測定技術—TEM (横方向電磁界) 導
波管のエミッション及びイミュニティ試験

3 用語、定義及び略号

3.1 用語及び定義

本編のために、引用規格 (9) 及び次の用語と定義を適用する。

3.1.1

電波吸収体敷設型

OATS / SAC (open-area test site / semi-anechoic chamber)

電磁波エネルギー吸収材料によって部分的に覆われた大地面を持つ OATS 又は SAC

3.1.2

補助装置

測定用受信機又は (試験) 信号発生器に接続され、供試装置 (EUT) と測定又は試験装置との間の妨害波信号伝送に使用される変換器 (例えば、電流及び電圧プローブ並びに擬似回路網)

3.1.3

アンテナビーム

受信アンテナのアンテナパターン (ゲインパターン) の主ローブ (通常は最大感度又は最小アンテナ係数を持つ方向) で、EUT に向けられる。

3.1.4

アンテナビーム幅

主ローブの最大電力を基準としたとき、アンテナビームの主ローブが半分の電力 (3 dB 減) となるポイント間の角度

注 1) アンテナの E 平面又は H 平面について表すことができる。

注 2) アンテナビーム幅は度で表される。

3.1.5

関連装置

AE (associated equipment)

試験対象システムの一部ではないが、EUT を動作させるために必要な装置

3.1.6

周辺装置

AuxEq (auxiliary equipment)

試験対象システムの一部である周辺装置

3.1.7

基本規格

適用範囲が広い分野にわたる規格又は特定の分野についての全体的な記述事項を持つ規格

注 1) 基本規格は、直接適用する規格として機能する場合や他の規格の基礎として機能する場合がある。

3.1.8

同軸ケーブル

一つ又は多くの同軸線を含むケーブル。このケーブルは、一般に、補助装置を測定装置又は信号発生器に整合接続するために用いられる。ケーブルの特性インピーダンスの規定値やケーブル伝達インピーダンスの最大許容偏差が規定されていること。

3.1.9

コモンモード吸収デバイス

CMAD (common-mode absorption device)

高コモンモードインピーダンスを維持するために、放射妨害波測定でテストボリュームから外に出るケーブルに適用するデバイス

3.1.10

適合性評価

製品、プロセス、システム、人又は体に関する特定の要件が満たされていることの実証

注 1) 適合性評価の対象分野は、試験、検査及び認証、並びに適合性評価の認定など、参考文献 [7] の他の場所で定義されている活動を含む

3.1.11

連続妨害波

測定用受信機の間周波数 (IF) 出力段において、200 ms より長い持続時間の無線周波妨害波であつて、準尖頭値検波測定用受信機の値が直ちに減少しないもの

3.1.12

エミッション

ある発生源から電磁エネルギーが放出する (電磁) 現象

注) 製品群規格では、物理量である妨害波と同義で使われることがある。

3.1.13

妨害波許容値

電磁妨害波源の規定された最大妨害波レベル

3.1.14

供試装置

EUT (equipment under test)

EMC (エミッション) 適合性試験の対象となる装置 (デバイス、機器又はシステム)

3.1.15

電波全無響室

FAR (fully-anechoic room)

内部表面 (例えば、6 面) に、目的とする周波数範囲における電磁波エネルギーを減衰する電波吸収体を貼り付けた遮へい空間

注) 6 面電波暗室、6 面電波無反射室ともいう。

3.1.16

ループアンテナシステム

LAS (loop-antenna system)

三つのループの中心に置いた EUT の三つの直交磁気双極子モーメントを測定するために使用される三つの直交配置ループアンテナからなるアンテナシステム

3.1.17

測定時間、周波数掃引時間及び周波数走査時間

3.1.17.1

測定時間

T_m

単一周波数における測定結果を求めるための、実質的かつ、ひとまとまりとみなせる時間

- 尖頭値検波器では、信号包絡線の最大値を検出するための実質的な時間
- 準尖頭値検波器では、重み付けされた包絡線の最大値を測定するための実質的な時間
- 平均値検波器では、信号包絡線の平均値を測定するための実質的な時間
- 実効値検波器では、信号包絡線の実効値を測定するための実質的な時間

注 1) 場合によっては「測定時間」は滞留時間とも呼ばれる。

3.1.17.2

周波数走査

ある周波数幅にわたる連続的又は離散的な周波数変化

3.1.17.3

周波数幅

Δf

周波数掃引又は走査の開始周波数と終了周波数との差

3.1.17.4

周波数掃引

ある周波数幅にわたる連続的な周波数変化

3.1.17.5

周波数掃引速度又は周波数走査速度

周波数幅を周波数掃引時間又は周波数走査時間で割ったもの

3.1.17.6

周波数掃引時間又は周波数走査時間

T_s

周波数掃引又は走査における開始周波数から終了周波数までの時間

3.1.17.7

観測時間

T_o

複数回の周波数掃引又は周波数走査の場合、ある周波数における測定時間 T_m の合計

注 1) 周波数掃引又は周波数走査の回数を n とすれば、 $T_o = n \times T_m$

3.1.17.8

全観測時間

T_{tot}

スペクトル全体を見るための実効時間（単一又は複数回の掃引）

注 1) 1回の周波数掃引又は周波数走査当たりのチャンネル数（周波数幅／分解能帯域幅）を c とすれば、

$$T_{tot} = c \times n \times T_m$$

3.1.18

測定用受信機

プリセレクタの有無にかかわらず、引用規格 (2) に適合した、同調形電圧計、EMI 受信機、スペクトラ

ムアナライザ、高速フーリエ変換を用いた測定器（FFT 型測定器）など

3.1.19

単位時間当たりの掃引数

n_s

掃引時間及び再掃引までの処理時間の和の逆数、すなわち $1 / (\text{掃引時間} + \text{再掃引までの処理時間})$

注 1) 例えば 1 秒あたりの掃引数

3.1.20

野外試験場

OATS (open-area test site)

広く平らな導電性地面によって大地面の反射の再現性を確保し、測定と校正に使用する設備

注 1) OATS は、放射妨害波測定に使用でき、その場合は COMTS とも呼ばれる。OATS は、アンテナの校正に使用できる場合は CALTS とも呼ばれる。

注 2) OATS は、開放されている野外設備であり、建物、電線、フェンス、木、地下ケーブル、パイプライン、及びその他の反射の可能性のある物体から十分に離れていれば、そのような物体による影響は無視できる。OATS の構造に関する記載は、引用規格 (4) を参照すること。

3.1.21

製品規格

目的を確実に果たすために、製品又は製品群が満たさなければならない要求事項を規定する規格

注 1) 製品規格は、適合性のための要求事項に加えて、用語、サンプリング、試験、包装及び表示、さらに、場合によってはプロセスの要求事項のような側面を、直接含むか又は引用によって含んでもよい。

注 2) 製品規格は、必要な要求事項の全てを規定するか、又はその一部だけを規定するかによって、内容が全て揃ったものとそうでないものがある。このような観点から、寸法規格、材料規格などのように規格を区分してもよい。

3.1.22

電波半無響室

SAC (semi-anechoic chamber)

6 面のうち 5 面が、目的とする周波数帯域の電磁エネルギーを減衰させる無線周波数の吸収材料（例：RF 吸収体）で覆われ、底辺の水平面は OATS での試験配置に使用される導電性大地面である遮へい空間

3.1.23

試験配置

妨害波レベルが測定される EUT の規定配置を提供するための組合せ

3.1.24

重み付け

無線受信に対する干渉の影響に対応する指示値を表すために、尖頭値検波したインパルス電圧レベルを変換（多くは減衰）すること。これは、パルス繰り返し周波数（PRF）に依存する。

注 1) 干渉の影響は、アナログ受信機においては、精神的な不快感であり、主観的な量である（これは、音声又は映像に関わる量で、通常は口述テキストの誤りとは異なる）。

注 2) 干渉の影響は、デジタル受信機においては、完全な誤り訂正を行うために必要な限界のビット誤り率（BER、BEP）又は別の客観的で再現性のあるパラメータによって定められる客観的な量である。

注 3) 例えばインパルス妨害波の重み付け。

3.1.24.1

重み付けされた妨害波測定

重み付け検波器を使用した妨害波の測定

3.1.24.2

重み付け特性

特定の無線通信システムに対して、周波数の異なる繰り返しパルスに対してある一定の影響を与えるために必要な尖頭値電圧レベルで、パルス繰り返し周波数の関数で表される。パルスの影響は無線通信システム自身の特性によって異なる。

3.1.24.3

重み付け検波器

合意された重み付け関数（特性）を満足する検波器

3.1.24.4

重み付け係数

基準となるパルス繰り返し周波数又は基準となる尖頭値に対する相対的な重み付け関数の値

注 1) 重み付け係数は dB 単位で与えられる。

3.1.24.5

重み付け関数又は重み付け曲線

重み付け検波器を有する測定用受信機が一定のレベルを指示するために必要な入力パルスの尖頭値電圧とパルス繰り返し周波数（PRF）との間の関係。すなわち測定用受信機の繰り返しパルスに対する応答と逆の特性を表す曲線

3.1.25

測定

ある量に合理的に結び付けることが可能な一つ以上の量の値を実験的に得るプロセス

3.1.26

試験

提供された製品、方法又は規定された手順によるサービスの一つ又はそれ以上の特性を決定するための技術的な作業

注 1) （対象とする）案件の特性又は性質を測定又は分類するために、（対象とする）案件に環境条件と動作条件及び／又は要求条件に基づく試験が実行される。

3.1.27

内部最高周波数

EUT の内部で生成若しくは使用される最高周波数又は EUT が動作若しくは同調する最高周波数

3.1.28

モジュール

EUT の機能を提供する EUT の一部であり、無線周波数の発生源を含んでもよい

3.2 略号

本規格では、3.1 節で提示されていない次に示す略号を使用する。

AM	Amplitude modulation	振幅変調
APD	Amplitude probability distribution	振幅確率分布
AV	Average	平均値
BB	Broadband	広帯域
CW	Continuous wave	連続波
FFT	Fast-Fourier transform	高速フーリエ変換
FM	Frequency modulation	周波数変調

IF	Intermediate frequency	中間周波数
ISM	Industrial, scientific or medical	工業、科学及び医学
LPDA	Log-periodic dipole array	対数周期ダイポールアレイ
NB	Narrowband	狭帯域
NSA	Normalized site attenuation	正規化サイトアッテネーション
PRF	Pulse repetition frequency	パルス繰り返し周波数
RBW	Resolution bandwidth	分解能帯域幅
RF	Radio frequency	無線周波数
RGP	Reference ground plane	基準大地面
QP	Quasi-peak	準尖頭値
TEM	Transverse electromagnetic	横方向電磁界
UFA	Uniform field area	均一電磁界エリア
VBW	Video bandwidth	ビデオ帯域幅

4 被測定妨害波の分類

4.1 概要

本章では、種々の妨害波を分類し、それらの測定に対して適切な検波器について述べる。

4.2 妨害波の種類

妨害波は、無線線妨害の評価と測定を行う際のスペクトル分布、測定用受信機の帯域幅、継続時間、発生頻度及び迷惑の程度に依存する物理的及び精神物理学的（物理的刺激と知覚応答との間の心理学的な関係を意味する）理由によって次のタイプに区分される。

- a) 狭帯域連続妨害波：例えば、ISM 装置における RF エネルギーの意図的利用に伴って発生する基本波及び高調波のような妨害波であり、測定用受信機の帯域幅より広い周波数間隔の独立した線スペクトルからなる。このため、b) とは異なり、測定帯域幅内に一つの線スペクトルだけが入り、これが観測される。
- b) 広帯域連続妨害波：例えば整流子モータからの妨害波のように、通常、繰り返しパルスの非意図的に発生する妨害波。この繰り返し周波数は測定用受信機の帯域幅よりも低いため、測定帯域幅内に複数の線スペクトルが入り、これが観測される。
- c) 広帯域不連続妨害波：例えばサーモスタット又は 1 Hz より低い繰り返し率（30 回 / 分より低いクリック率）のプログラム制御による機械的・電気的スイッチング動作によって非意図的に発生する妨害波。

b) と c) の周波数スペクトルは、孤立（1 個の）インパルスの場合は連続スペクトルとなり、繰り返しインパルスの場合は不連続スペクトルとなる。双方のスペクトルは引用規格 (2) で規定される測定用受信機の帯域幅よりも広い周波数範囲に広がっている。

4.3 検波器の機能

妨害波の種類に従って、次の検波器を有する測定用受信機を用いて測定を行うことができる。

- a) 平均値検波器は、通常、狭帯域の妨害波及び信号の測定に用いる。特に、狭帯域妨害波と広帯域妨害波との識別に用いる。

- b) 準尖頭値検波器は、ラジオ聴取者に対する音声周波数妨害評価のために、広帯域妨害波の重み付け測定に使用する。ただし、狭帯域妨害波測定にも利用できる。
- c) 実効値一平均検波器は、インパルス妨害波がデジタル無線通信サービスに与える影響を評価するために、広帯域妨害波の重み付け測定に使用する。ただし、狭帯域妨害波測定にも利用できる。
- d) 尖頭値検波器は、狭帯域又は広帯域妨害波測定のどちらにも利用できる。

これらの検波器を組み込んだ測定用受信機については引用規格 (2) で規定している。

5 測定装置の接続

測定用受信機と、アンテナのような補助装置との接続ケーブルは、(例えば、同軸ケーブルのように) 遮へいされていなければならない。また、その特性インピーダンスは、測定用受信機の入力インピーダンスと整合すること。補助装置の出力端は、規定のインピーダンスで終端すること。

6 測定における一般的な要求事項及び条件

6.1 概要

無線周波妨害波測定は、次のように行うこと。

- 再現性があること、すなわち、測定場所及び環境条件、特に周囲雑音に影響されないこと。
- 相互に影響を及ぼさないこと、すなわち、測定装置に EUT を接続することによって、EUT の機能や測定装置の精度に影響を及ぼさないこと。

これらの必要事項は次の条件を遵守することによって満たされる。

- a) 所望の測定レベル、例えば対象とする妨害波許容値に対して、十分な信号対雑音比があること。
- b) 測定配置、EUT の終端、EUT の動作状態は、規定に従うこと。

6.2 EUT 以外からの妨害波

6.2.1 概要

測定時の周囲雑音に関する信号対雑音比については、次の必要条件に合致すること。なお、外来波が規定されたレベルを超える場合には、そのレベルを試験報告書に記載すること。

6.2.2 適合性確認試験

試験場においては、EUT からの妨害波を周囲雑音から区別できること。周囲雑音は、要求される測定レベルよりもなるべく 20 dB、少なくとも 6 dB は低いこと。6 dB の条件下では、EUT からの妨害波の見かけのレベルは、最大 3.5 dB 増加する。周囲雑音に関する要求事項に対する試験場の適性は、試験場に設置された被試験装置の非動作時に周囲雑音レベルを測定することによって決定できる。

許容値に対する適合性確認試験の場合、周囲雑音と被測定妨害波との合成レベルが規定の許容値を超えなければ、周囲雑音レベルは許容値 - 6 dB を超えてもよい。この場合、EUT は許容値を満足しているとみなす。

6.3 連続妨害波の測定

6.3.1 狭帯域連続妨害波

測定用受信機は被測定妨害波の周波数に同調しておき、その周波数が変動した場合再同調を行うこと。

6.3.2 広帯域連続妨害波

レベルが変動する広帯域連続妨害波を評価する際は、再現性のある測定値の最大値を見つけること。

詳しくは、6.5.1 項を参照。

6.3.3 スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用

スペクトラムアナライザや周波数走査型測定用受信機は、妨害波測定、特に、測定時間の短縮に有効である。ただし、測定機器の次の特性について特に配慮すること。尖頭値、平均値及び準尖頭値検波に関する過負荷特性、直線性、選択性、パルス応答、周波数走査速度、妨害波を捕捉できる確率、感度、振幅確度。これらの特性については付則 B で詳述する。

6.4 EUT 配置及び測定条件

EUT は次の条件で動作させること。

6.4.1 EUT の一般的な配置

6.4.1.1 概要

製品規格に特に指定されていない場合、EUT は次に述べるように配置すること。

EUT は典型的な使用形態に従って設置し、配置し、かつ、動作させること。実用的な設置形態が製造業者によって指定又は推奨されている場合、可能な場所においてはその設置形態を試験配置に用いること。この配置は通常の設定形態の典型的なものであること。接続ケーブル、負荷及び機器は、EUT の接続端子の各々の型式ごとに少なくとも 1 個は接続すべきであり、実行できる場合には、各ケーブルは実使用状態における典型的な装置で終端すること。

同じ型式の接続端子が複数ある場合、事前測定の結果に基づいて接続ケーブル、負荷及び機器を EUT に接続すること。接続端子のうちの一つに、ケーブル又は線を接続することで十分な場合もある。接続するケーブル又は線の実数の数は、追加によって妨害波レベルに重大な影響を及ぼさない、例えば 2 dB 未満の変動であれば更なる追加は不要である。ただし、そのときに EUT の許容値への適合が維持されていること。接続端子の構成と負荷状態の選択に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

接続ケーブルはそれぞれの機器で指定された型式及び長さとするのがよい。ケーブルの長さが変わり得る場合は、最大妨害波となる長さを選択すること。

許容値に適合させるために、遮へい又は特殊なケーブルを試験中に用いている場合、こうしたケーブルの使用が必要であることをアドバイスするために、注記を取扱い説明書に記載すること。

各ケーブルが余分に長い場合は、それぞれのケーブルをほぼ中央で 30 cm から 40 cm の長さの束にすること。ケーブルが太く又は堅いために、ケーブルを束にすることができない場合は、ケーブルの余長の処置を正確に試験報告書に記載すること。

型式の同じ複数のモジュールを有する EUT は、これらのモジュールの一つを有する構成での評価結果を適用することができる。これは、型式の同じ複数のモジュールから発生する妨害波が、一般には加算的ではないことによる。ただし、本項に定義されている 2 dB 基準を適用すること。

測定結果が再現できるよう、あらゆる測定結果はケーブルや機器の向きに関する一連の説明を試験報告書に記載すること。許容値に適合するために特別な条件を適用する場合は、それらの条件、例えばケーブル長、ケーブルの型式、遮へいや接地について明記し、これらの条件を使用者のための取扱い説明書にも記載すること。

複数のモジュール（ドロワー、プラグインカード、ボード等）が装着された装置は、典型的な設置状態を代表する組合せ及び幾つかのモジュールを用いて試験を行うこと。同一型式のボード又はプラグインカードの追加数は、これらの追加による妨害波レベルへの著しい影響がなく、すなわち 2 dB 未満の変動となることによって決定するのがよい。ただし、この状態において EUT の許容値への適合が維持

されなければならない。選択したモジュールの数及び型式に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

幾つかの分離されたユニットで構成されるシステムの場合、代表的な最小構成とすること。試験配置に含まれるユニットの数と組合せは、典型的な設置状態を代表するものであること。ユニットの選択に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

EUT に含まれる評価対象の各装置において、各型式の少なくとも一つのモジュールが動作していること。EUT がシステムの場合、可能性のあるシステム構成において含まれ得る各型式の装置が EUT に含まれること。

EUT の大地面に対する位置は使用状態で生じるものと等価であること。したがって、床置型装置は大地面上に絶縁して設置され、卓上型装置は非導電性試験台上に設置される。

壁に掛ける又は天井に設置する装置は、卓上型 EUT として試験すること。この場合の装置の向きは、通常使用状態に一致すること。

上記で示された形態の装置の組合せについても、通常使用状態と一致するように配置すること。卓上型及び床置型の両方で運用できるように設計された装置は、通常の設置が床置型でない限り、卓上型装置の試験配置を用いて卓上型装置として試験すること。

EUT に接続されている信号ケーブルのうち、他方の端部が他のユニット又は周辺装置に接続されていないものは、製品規格に定義されている正しい終端インピーダンスを用いて終端すること。

試験場所の外に設置された関連装置に接続されるケーブル又は他の接続は、床に向かって垂らし、その後、テストボリュームから出る場所に向かって引き回すこと。

周辺装置は通常の設定状態に基づいて設置すること。これは、周辺装置を試験場に設置する場合には、EUT に適用し得るものと同じ条件（例えば、大地面からの距離や床置型装置の場合の大地面からの絶縁、ケーブルの物理的な配置）で配置することを意味する。

6.4.1.2 卓上型装置の配置

卓上での使用を意図する装置は非導電性試験台の上に配置すること。試験台の大きさは通常 $1.5\text{ m} \times 1.0\text{ m}$ とするが、最終的には EUT の水平方向の大きさに依存する。

被試験システムを構成する全てのユニット（EUT、周辺装置や機器）は通常使用状態に基づいて配置すること。通常使用状態が明確でない場合は、近隣ユニット間の間隔 0.1 m を試験配置とすること。

ケーブルは通常使用状態のとおり配置すること。

ユニット間接続ケーブルは試験台の背後に垂らすこと。もし垂らしたケーブルが水平大地面（又は床）から 0.4 m より近づくならば、ケーブルの中央で 0.4 m 以下の長さに束ね、束ねた部分は水平大地面から 0.4 m にすること。

電源入力ケーブルが 0.8 m より短い場合は（電源プラグと電源供給部が一体になったものを含む）、電源供給ユニットを試験テーブルの上に配置できるように延長ケーブルを用いること。延長ケーブルは電源ケーブルと類似した特性であること（導線数と接地接続の有無を含む）。延長ケーブルは電源ケーブルの一部として扱うこと。

上記の配置において、EUT とその電源関係の附属品（例えば、AC アダプタなど）との間のケーブルは、EUT とその構成要素との間の接続ケーブルと同様に試験台上に配置すること。

6.4.1.3 床置型装置の配置

EUT は、水平大地面上に通常使用する向きで、ただし、 15 cm 以下で絶縁し、大地面と電氣的に接続しないように離して配置すること。

ケーブルは水平大地面から 15 cm 以下の距離で絶縁すること。装置に専用の接地が要求されている場合、その接地は水平大地面に接合すること。

ユニット間接続ケーブル（EUT を構成するユニット間又は EUT と周辺装置間）は、水平大地面に向かって、絶縁した状態を維持しつつ垂らすこと。余長部分は、ケーブル中央で 0.4 m 以下の長さで束ねるか又は重ならないように折り返して配線すること。ユニット間接続ケーブルの長さが、水平大地面に垂らすほど長くはないが、水平大地面に対して 0.4 m 以内に近づく程度のものである場合、余長部分はケーブルの中央で 0.4 m 以下の長さで束ねること。束ねた部分の位置は水平大地面からの高さが 0.4 m となるようにするか又はケーブルの引込み部若しくは接続点の高さが水平大地面から 0.4 m 以内の場合は、それらと同じ高さとなるようにすること。

ケーブルラックを有する装置の場合、ケーブルラックの数は代表的な設置方法とすること。ケーブルラックが非導電性の場合、装置と装置に最も接近しているケーブルの間隔は 0.2 m 以上を維持すること。ケーブルラックが導電性の場合、装置とケーブルラックが最も接近する部分の最小間隔は 0.2 m とすること。

6.4.1.4 卓上型及び床置型の組合せ装置の配置

卓上型ユニットと床置型ユニット間の相互接続ケーブルは、余長部分は 0.4 m 以下の長さで束ねること。束ねた部分の位置は水平大地面から高さ 0.4 m となるようにするか又はケーブルの引込み部若しくは接続点の高さが水平大地面から 0.4 m 以内の場合は、それらと同じ高さとなるようにすること。

6.4.2 EUT の動作

EUT の動作条件は、妨害波レベルが最も高くなると想定される典型的な使用状態に基づいて、製造業者が決定すること。決定された動作モード及びその選択の根拠を試験報告書に記載すること。

EUT は、当該 EUT 向けに設計された定格電圧範囲で、(機械的又は電氣的に) 典型的な負荷条件で動作させること。可能な場合は必ず実際の負荷を使用するべきである。シミュレータを使用する場合、その無線周波数特性及び機能に関して実際の負荷を代表するものであること。

装置を動作させるための試験プログラム又はその他の手段は、システムの全ての妨害波を検出できるように、システムの様々な部分を確実に動作させるべきである。

6.4.3 EUT の動作時間

動作時間が指定されている EUT の場合は、その指示に従うこと。それ以外の場合、EUT は試験中動作し続けること。

6.4.4 EUT の慣らし運転の時間

試験を行う前の慣らし運転の時間は、これを定めない。しかし、EUT は、確実に典型的な動作モードと動作条件になるように、十分な時間にわたって動作させておくこと。ある種の EUT については、関連する製品規格に特別な試験条件が規定されることもある。

6.4.5 EUT の供給電源

EUT は、その定格電圧を供給できる電源で動作させること。もし、妨害波レベルが電源電圧によって変化するならば、定格電圧の 0.9 倍から 1.1 倍までの電圧範囲にわたって繰り返し測定すること。複数の電圧で動作する EUT は、最大妨害波を発生する定格電圧で試験すること。

6.4.6 EUT の動作モード

EUT は、測定周波数において最大妨害波を発生する実使用状態で動作させること。

6.4.7 複合機能を有する装置の動作

ある製品規格の異なる節及び／又は異なる規格に同時に対象となるような複合機能を有する装置は、その内部を改造することなく実現できる場合は、それぞれの機能を別々に動作させて試験すること。こうして試験された装置は、それぞれの機能が適切な節及び／又は規格の要求条件を満足する場合、全ての節及び／又は規格の要求条件に適合するとみなす。

それぞれの機能を別々に動作させることができない場合、特定の機能を切り離した結果、主機能を完全に動作させることができなくなる場合、又はそれぞれの機能を同時に動作させることで測定時間が短縮される場合は、必要な機能を動作させた状態で、相当する節及び／又は規格の規定を満足すればその装置は要求条件に適合したものとみなす。

6.4.8 最大妨害波となる EUT 配置の決定

事前の試験では、EUT は必要に応じて製品規格に基づいて配置してもよい。

事前の試験では、妨害波が許容値に対して最も高くなる周波数を決定すること。これは、EUT が典型的な動作条件で動作している間に、試験配置におけるケーブルの配置が典型的な設置条件を代表している状態で行うこと。

妨害波が許容値に対して最も高くなる周波数は、幾つかの重要な周波数帯における妨害波の調査によって決定すること。このことは、最大妨害波となりうる周波数を決定したこと、(最大妨害波に) 関連するケーブル、EUT の配置及び動作条件を決定したことの確信につながる。

6.4.9 測定結果の記録

$L - 20$ dB、ここで L は dB 単位で表された許容値レベル、を超える妨害波のうち、少なくとも高い方から 6 番目までについて、妨害波レベルと周波数を記録すること。

放射妨害波の場合、報告する妨害波が得られたアンテナ偏波及び高さを記録すること。

6.5 測定結果の解釈

6.5.1 連続妨害波

- a) 妨害波レベルが変動する場合には、測定ごとに少なくとも 15 秒間は測定用受信機の指示を観測し、無視すべき孤立したクリックを除き、最も高い指示値を記録すること (引用規格 (1) の 4.4 節参照)
- b) 妨害波レベルが全体として変動し、15 秒間に 2 dB 以上の連続的増減がある場合は、妨害波レベルを、それ以上の時間にわたって観測すること。なお、そのレベルを EUT の通常の使用条件に従って、次のように解釈すること。
 - 1) EUT が頻繁にオン／オフ切替え動作をするか又は回転方向が反転するならば、各周波数における EUT の測定は、各測定の直前にオンへの切替えを行うか又は反転させ、各測定直後にオフの切替えを行うか又は回転方向の変更するのが望ましい。測定する各周波数において最初の一分間に得られた最大レベルを記録すること。
 - 2) EUT が、通常の使用状態において長時間動作するならば、試験完了まで動作させることが望ましい。各周波数において指示値が安定した後に (a) 項の規定に基づく)、その値を妨害波レベルとすること。
- c) もし、試験中に EUT の妨害波の様子が安定状態から不安定状態に変わる場合、その EUT は b) 項に従って試験すること。

d) 測定は、関連する製品規格に従って、全ての周波数で行い、少なくとも最大指示値を示した周波数における値を記録すること。

6.5.2 不連続妨害波

現状、不連続な放射妨害波の測定に関する要求条件はない。

6.5.3 妨害波の継続時間の測定

妨害波を正確に測定するため、また、不連続妨害波についてはその継続時間を特定するために、妨害波の継続時間を把握すること。妨害波の継続時間は次に示すいずれかの方法で測定してよい。

- 測定用受信機の間周波数の出力端子にオシロスコープを接続し時間領域で観測する。
- EMI 受信機又はスペクトラムアナライザで周波数幅なし（すなわち、ゼロスパンモード）で時間領域の妨害波を観測する。
- FFT ベースの測定用受信機の時間領域出力を用いる。

適切な測定時間を決定するためのガイダンスは 8.3 節に記載されている。

6.6 連続妨害波の測定時間及び周波数走査速度

6.6.1 概要

手動測定、自動又は半自動測定のいずれにおいても、測定用受信機及び周波数走査型測定用受信機の測定時間及び周波数走査速度は、最大妨害波を測定するように設定しなければならない。特に事前測定に尖頭値検波器を用いる場合、測定時間及び周波数走査速度は、試験対象の妨害波の発生タイミングを考慮しなければならない。自動測定の実施に関する詳細な指針を第 8 章に示す。

6.6.2 最短測定時間

最短測定（滞留）時間を表 1 に示す。表 1 から CISPR バンド全体にわたる測定の最短周波数走査時間は、表 2 のようになる。表 1 の周波数走査型受信機及び FFT ベースの測定機器の最短測定（滞留）時間と表 2 のスペクトラムアナライザの最短周波数掃引時間は、CW 信号に適用される。

更に試験報告書は、引用規格 (7) の要求条件に従って計算され、使用された試験に対応する測定装置の不確かさの値を記載しなければならない。

表 1 - 四つの CISPR バンドに対する最短測定時間
(周波数走査型測定用受信機及び FFT ベース測定器)

	周波数帯域	最短測定時間 T_m
A	9 kHz ~ 150 kHz	10.00 ms
B	0.15 MHz ~ 30 MHz	0.50 ms
C 又は D	30 MHz ~ 1000 MHz	0.06 ms
E	1 GHz ~ 18 GHz	0.01 ms

表 2 - 尖頭値及び準尖頭値検波器での三つの CISPR バンドにおける最短周波数掃引時間
(スペクトラムアナライザ)

周波数帯域		尖頭値検波の 周波数掃引時間 T_s	準尖頭値検波の 周波数掃引時間 T_s
A	9 kHz ~ 150 kHz	14.1 秒	2820 秒 = 47 分
B	0.15 MHz ~ 30 MHz	2.985 秒	5970 秒 = 99.5 分 = 1 時間 39 分
C 又は D	30 MHz ~ 1000 MHz	0.97 秒	19400 秒 = 323.3 分 = 5 時間 23 分

実際の準尖頭値測定において、妨害波の種類によっては、この周波数走査時間を増加しなければならないことがある。極端な場合、例えば測定すべき妨害波が定常的でない場合、1 周波数における測定時間 T_m を、15 秒に増加しなければならないこともある (6.5.1 項参照)。ただし、孤立したクリックは除外される。

平均値検波器における周波数走査速度と測定時間についての参照情報を、付則 C に示す。

多くの製品規格では、適合性確認測定に準尖頭値測定を要求しているが、時間短縮手段 (第 8 章参照) を適用しない場合、これは非常に時間を要する。事前測定 (尖頭値での周波数走査) によって妨害波を検出し、時間の短縮を図ることができる。自動走査中に断続的な信号などを見落とさないように 6.6.3 項から 6.6.5 項までを考慮すること。

6.6.3 周波数走査型受信機とスペクトラムアナライザの走査速度

周波数走査型測定用受信機の周波数走査速度とスペクトラムアナライザの掃引速度

周波数帯域全体を自動走査する際に、信号 (測定すべき妨害波) の見落としを防止するために、次の二つの条件のいずれかを満足する必要がある。

- 単一扫引の場合：各周波数点における測定時間は、断続信号に対してはそのパルス間隔より長くなければならない。
- 複数回掃引 (最大値保持) の場合：各周波数点における複数回測定の全時間は、断続信号に対してはそれを検出できるよう十分に長くすることが望ましい。

周波数掃引速度は、測定機器の分解能帯域幅及びビデオ帯域幅の設定によって制限される。測定機器の設定状態に対して速過ぎる掃引速度を選択すると、誤った測定結果が得られる。したがって、選択された周波数幅に対して十分長い周波数掃引時間を選ぶ必要がある。断続的な信号は、各周波数において十分長い観測時間を持つ単一扫引か、最大値保持機能による複数回掃引によって検出できる。通常、未知の妨害波全体を観察するためには、後者が非常に効率的である。表示されたスペクトルが変化している限り、未発見の断続信号がまだ表示されていない可能性がある。観測時間は、妨害波が発生する周期に応じて選ばなくてはならない。場合によっては、同期効果を避けるために周波数掃引時間を変化させる必要がある。

スペクトラムアナライザ又は周波数走査型測定用受信機で尖頭値検波を用いる場合、測定の際の最短周波数掃引時間は、測定機器の設定条件によって、二つの異なる場合に分けて選択しなければならない。すなわちビデオ帯域幅を分解能帯域幅より広く設定した場合は、周波数幅 Δf を掃引するのに要する最短時間 $T_{s\min}$ は次式で計算できる。

$$T_{s\min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}})^2 \quad (1)$$

ここで、

$T_{s \min}$	最短周波数掃引時間
Δf	周波数幅
B_{res}	分解能帯域幅
k	分解能を規定するフィルタの形状に関する比例定数。多段同調による近似ガウシアンフィルタでは 2 から 3 の間の値をとる。スタガ同調による近似方形フィルタでは、10 から 15 の間の値をとる。

もし、ビデオ帯域幅が分解能帯域幅に等しいか又は、小さい場合には、最短周波数掃引時間の計算には次式を用いる。

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}} \times B_{\text{video}}) \quad (2)$$

ここで、 B_{video} は、ビデオ帯域幅である。

多くのスペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機では、選ばれた周波数幅及び帯域幅設定に合わせて周波数掃引時間を自動的に設定するため、正しい表示値を示す。ただし、ゆっくり変化する信号などを捕捉するために、より長い観測時間が必要になる場合は、この周波数掃引時間の自動設定を解除することができる。

さらに、繰り返し掃引における 1 秒当たりの掃引回数は、周波数掃引時間 $T_{s \min}$ 及び再掃引までの処理時間（局部発振器の再同調、測定結果の蓄積などに必要な時間）によって決まる。

6.6.4 離散周波数同調受信機の周波数走査時間

離散周波数同調受信機では、あらかじめ定めた間隔で周波数が順次同調される。このように測定周波数帯域を離散的な周波数間隔でカバーする場合、入力信号を正確に計測するためには、各周波数で最小限の滞留時間が必要となる。

実際の測定において周波数間隔が不適切であると、狭帯域信号による測定の不確かさが増すので、周波数間隔は用いる分解能帯域幅の約 50 % 以下（分解能フィルタの形状に依存する）にすべきである。したがって、離散周波数同調受信機の周波数走査時間 $T_{s \min}$ は、次式によって計算できる。

$$T_{s \min} = T_{m \min} \times \Delta f / (B_{\text{res}} \times 0.5) \quad (3)$$

ここで、 $T_{m \min}$ は、各周波数における最短測定（滞留）時間である。

上記の測定時間の他に、測定器内のシンセサイザが次の周波数に切り替わる時間及びファームウェアが測定結果を蓄積するのに要する時間を考慮する必要がある。これらは多くの測定用受信機で自動的に行われるため、選択した測定時間が測定結果を得るための実効的な時間となる。さらに、選択した検波器、例えば、尖頭値又は準尖頭値に依存してこの時間が決定される。

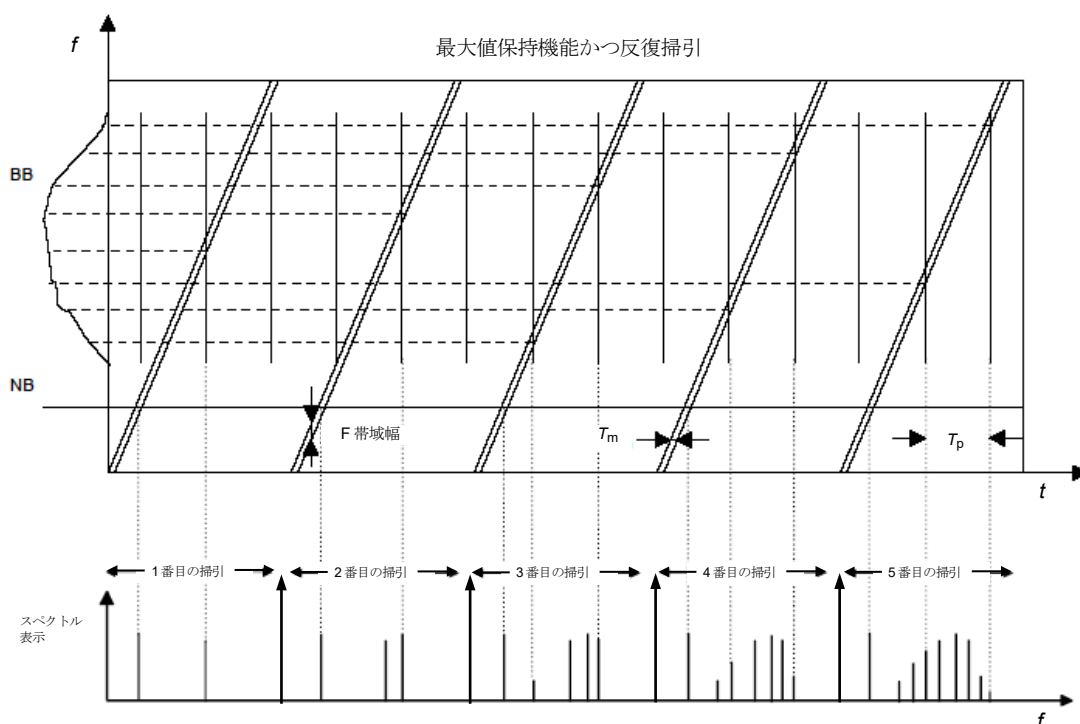
広帯域妨害波だけの測定では、妨害波スペクトルの最大値を見つける場合に限り、周波数間隔を増加してもよい。

6.6.5 尖頭値検波器によってスペクトル全体像を得る方法

事前測定において、妨害波スペクトルの全ての重要な周波数成分を可能な限り捕捉しなければならない。このためには、測定用受信機の種類並びに妨害波の特性（狭帯域及び広帯域の周波数成分を含む）に応じて、次の二つの一般的な周波数走査方法がある。

- 離散周波数走査：測定（滞留）時間は、各周波数点において信号の尖頭値を測定できるよう十分長くなければならない。例えば、インパルス信号の場合、測定（滞留）時間は、信号の繰り返し周波数の逆数より長いことが望ましい。
- 連続周波数走査：単一掃引の場合、各周波数点における測定時間は断続信号の間隔より長くなければならない。また、繰り返し掃引の場合、観測時間内の周波数走査回数は、信号捕捉の確率を増大させるため、できるだけ多くすることが望ましい。

図1、図3及び図4は、様々に時間変化する妨害波スペクトルと測定用受信機における表示との関係を例示している。図1、図3及び図4のいずれの場合も、図の上半分は、受信機の観測周波数が妨害波スペクトルを（連続）掃引又は（ステップ）走査するときの受信機帯域幅の位置を示している。



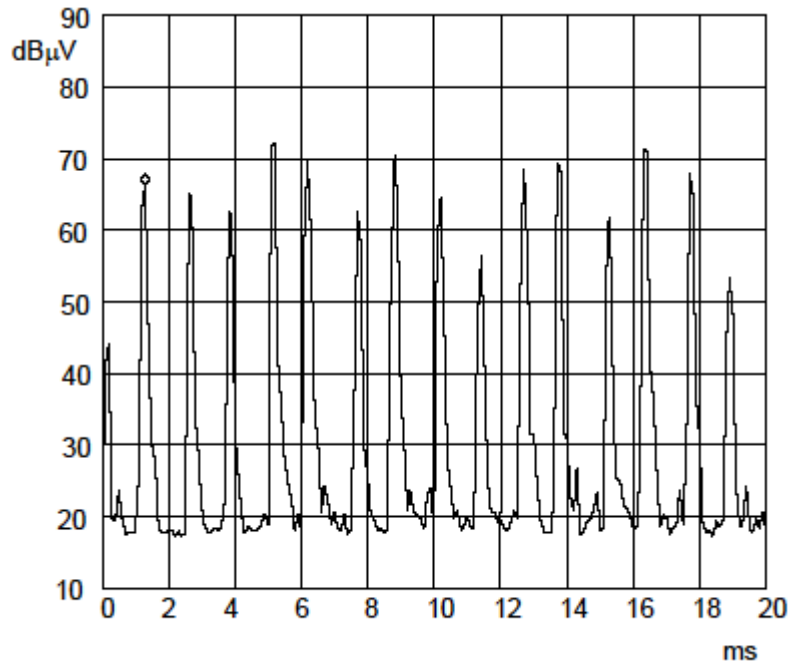
凡例

T_p インパルス信号の発生周期である。このパルスの発生時刻は、スペクトル時間表示（図の上半分）の各垂直線の位置で示す。

図1 - 狭帯域妨害波 (NB) とインパルス信号 (BB) の複合スペクトルの測定
(最大値保持、複数回連続掃引)

妨害波の種類が未知の場合、尖頭値検波で、可能な最短の周波数掃引時間で複数回掃引することによってスペクトル包絡線を決定できる。狭帯域で連続的な妨害波成分のスペクトルを各周波数点において測定するには、1回の短時間周波数掃引で十分である。連続的な広帯域信号と断続的な狭帯域信号については、“最大値保持”機能を用い、周波数走査速度を変化させて複数回の掃引を行うことによってスペクトル包絡線を決定することができる場合がある。低い繰り返し回数のインパルス信号については、広帯域なスペクトル包絡線を決定するために、多数回の掃引が必要となる。

測定時間の短縮を図るには、測定すべき妨害波の時間的変化の情報が必要になる。この情報は、波形表示が可能な測定用受信機をゼロスパン（固定周波数表示）モードに設定して又は例えば図2に示すように、オシロスコープを受信機の間周波の出力端子又はビデオ出力端子に接続することによって得られる。

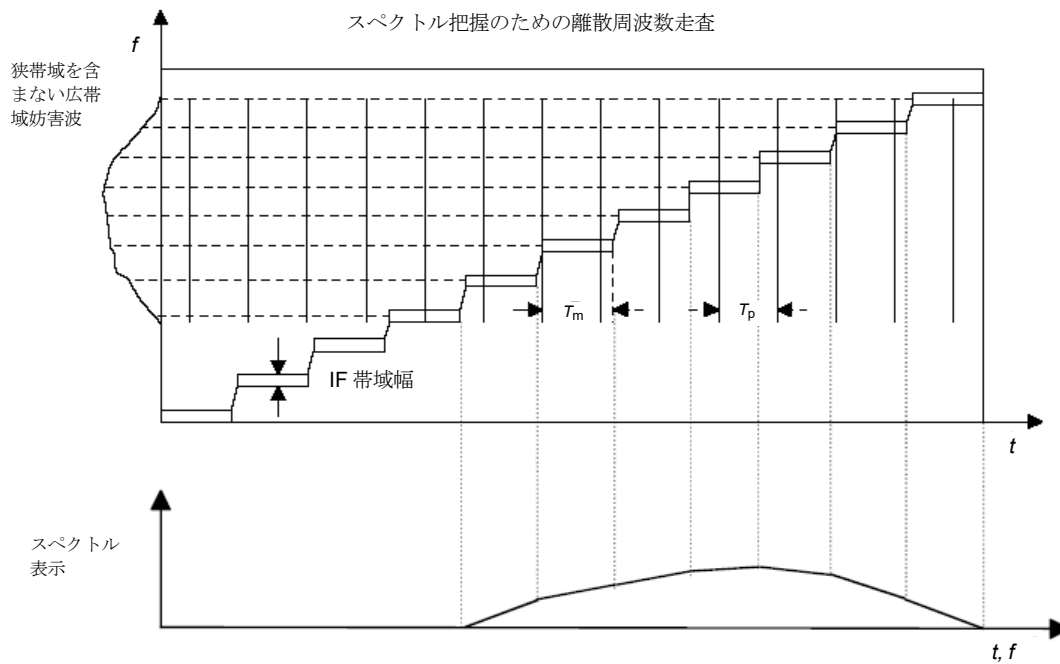


注) 直流整流子モータからの妨害波の時間波形例：整流子の極数が多いためパルス繰り返し周波数は高く（約 800 Hz）、パルス振幅は大きく変動する。したがって、この例に関する尖頭値検波器の測定（滞留）時間は 10 ms 以上必要である。

図 2 - 測定時間の決定例

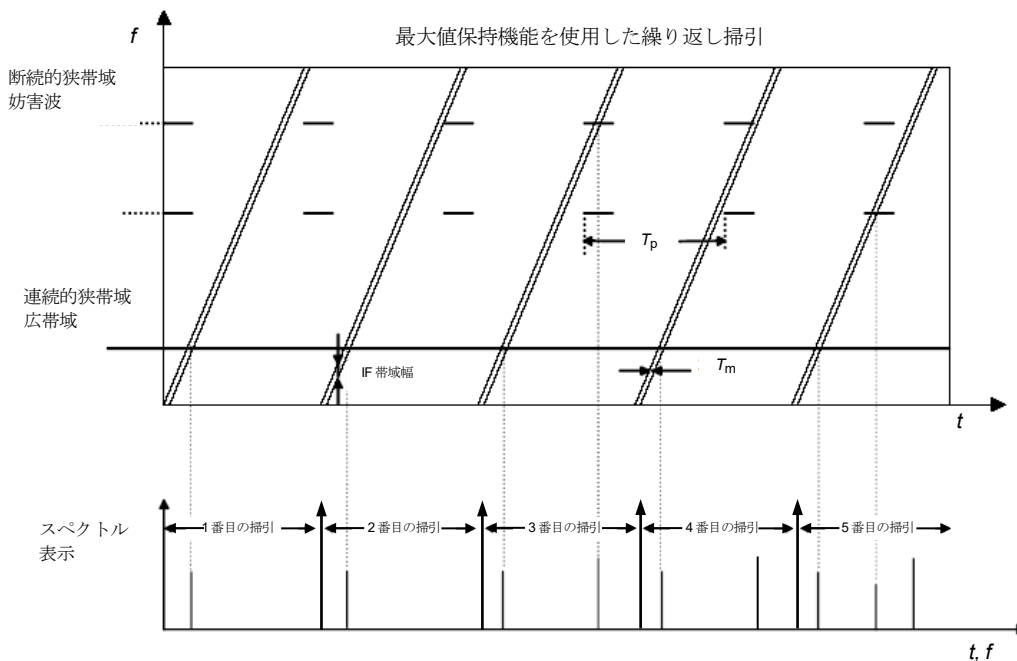
このようなタイミング解析からパルス持続時間及びパルス繰り返し周波数が求められれば、次のように周波数走査速度又は滞留時間を選択できる。

- 連続的な無変調狭帯域妨害波には、測定用受信機で許容される最高速の周波数走査時間を用いてよい。
- 狭帯域妨害波を含まない広帯域で連続的なスペクトルの妨害波、例えば、自動車の点火装置、アーク溶接機、整流子モータなどからの妨害波には、妨害波スペクトルの把握に離散周波数走査（尖頭値検波又は準尖頭値検波でも）を用いてもよい。この場合、表示されるスペクトル包絡線は折れ線となる（図 3 参照）。周波数間隔は、スペクトル包絡線の重要な変化を見落とさないように選ぶこと。単一扫引の測定でも、十分に低速で行えば、スペクトル包絡線が得られる。
- 断続的な狭帯域妨害波で断続周波数が未知の場合には、最大値保持機能による高速短時間掃引（図 4 参照）又は低速の単一扫引のいずれかを用いる。適切に信号を捕捉するために、あらかじめ測定時間を決定することが必要になる場合がある。
- 引用規格 (2) に記載されているように、断続的な広帯域妨害波は妨害波解析装置（ディスタバンスアナライザ）で測定されなければならない。



測定（滞留）時間 T_m は、パルス繰り返し周波数の逆数であるパルス繰り返し間隔 T_p より長いことが望ましい。

図 3 - 離散周波数走査受信機で測定した広帯域スペクトル



注 1) パルス持続時間及びパルス繰り返し間隔によっては、必要な掃引回数又は周波数掃引時間を増減しなければならない場合もある。

注 2) 上例では、全てのスペクトル成分を捕捉するまでに 5 回の掃引が必要である。

図 4 - 断続的な狭帯域妨害波に必要な掃引回数の例

6.6.6 FFT ベースの測定機器を用いたタイミングの考慮事項

FFT ベースの測定機器は、 N 個の周波数での並列計算と離散周波数走査とを組み合わせてもよい。この目的のために、対象周波数範囲は、順次走査される幾つかのセグメント N_{seg} に細分される。セグ

メントが三つの場合について、その手順を図 5 に示す。対象周波数範囲の合計周波数走査時間 T_{scan} は、次のように計算される。

$$T_{\text{scan}} = T_m \times N_{\text{seg}} \quad (4)$$

ここに、

T_m 各セグメントに対する測定時間、及び
 N_{seg} セグメントの数

FFT ベースの測定機器は、与えられた周波数範囲にわたって周波数分解能を改善するための方法を提供し得る。一般に FFT ベースの測定機器は、FFT における周波数の個数によって決まる固定周波数ステップ $f_{\text{step FFT}}$ が設定されている。周波数分解能の向上は、与えられた周波数範囲全てに繰り返し計算を実行することによって達成される。繰り返し計算ごとに、最も低い周波数が $f_{\text{step final}}$ の周波数ステップだけ増えてゆく。

したがって、与えられた周波数範囲全体の最初の計算では、次の周波数を考える。

f_{min} 、
 $f_{\text{min}} + f_{\text{step FFT}}$ 、
 $f_{\text{min}} + 2 f_{\text{step FFT}}$ 、
 $f_{\text{min}} + 3 f_{\text{step FFT}}$ …

与えられた周波数範囲全体の 2 番目の計算では、次の周波数を考える。

$f_{\text{min}} + f_{\text{step final}}$ 、
 $f_{\text{min}} + f_{\text{step final}} + f_{\text{step FFT}}$ 、
 $f_{\text{min}} + f_{\text{step final}} + 2 f_{\text{step FFT}}$ 、
 $f_{\text{min}} + f_{\text{step final}} + 3 f_{\text{step FFT}}$ …

ステップ比が 3 の場合のこの手順を図 6 に示す。

周波数走査時間 T_{scan} は次のように計算される。

$$T_{\text{scan}} = T_m \times (f_{\text{step FFT}} / f_{\text{step final}}) \quad (5)$$

ここで、

T_m 測定時間、及び
 $\frac{f_{\text{step FFT}}}{f_{\text{step final}}}$ ステップ比

両方の方法を組み合わせたシステムでは、周波数走査時間 T_{scan} は次のように計算される。

$$T_{\text{scan}} = T_m \times N_{\text{seg}} \times (f_{\text{step FFT}} / f_{\text{step final}}) \quad (6)$$

注 1) FFT ベースの測定機器は、離散周波数走査と周波数分解能を改善する方法の両方を組み合わせてもよい。

注 2) FFT ベースの受信機の定義に関する追加の背景情報は、参考文献 [3] に記載されている。

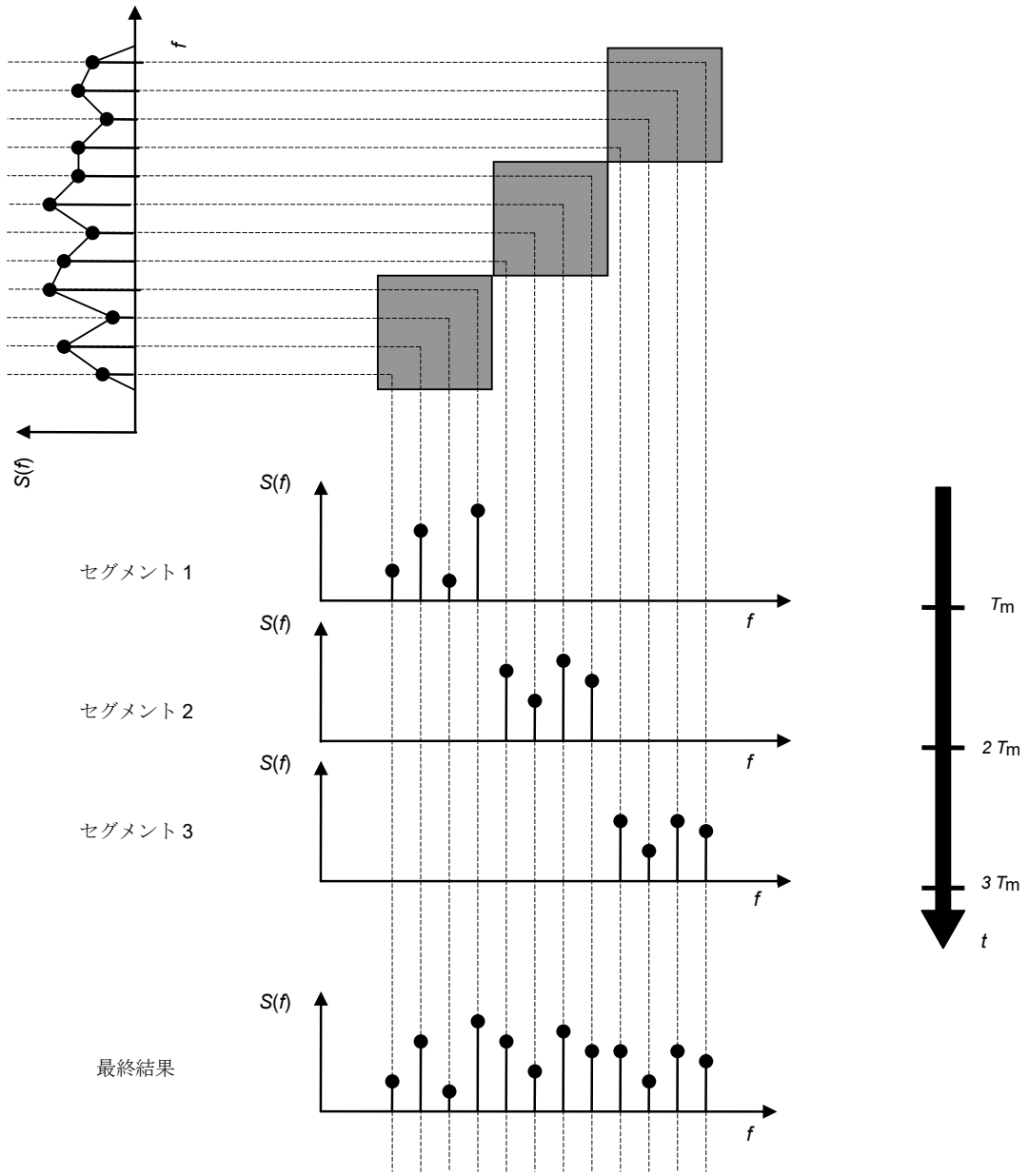


図 5 - セグメントごとの FFT 走査

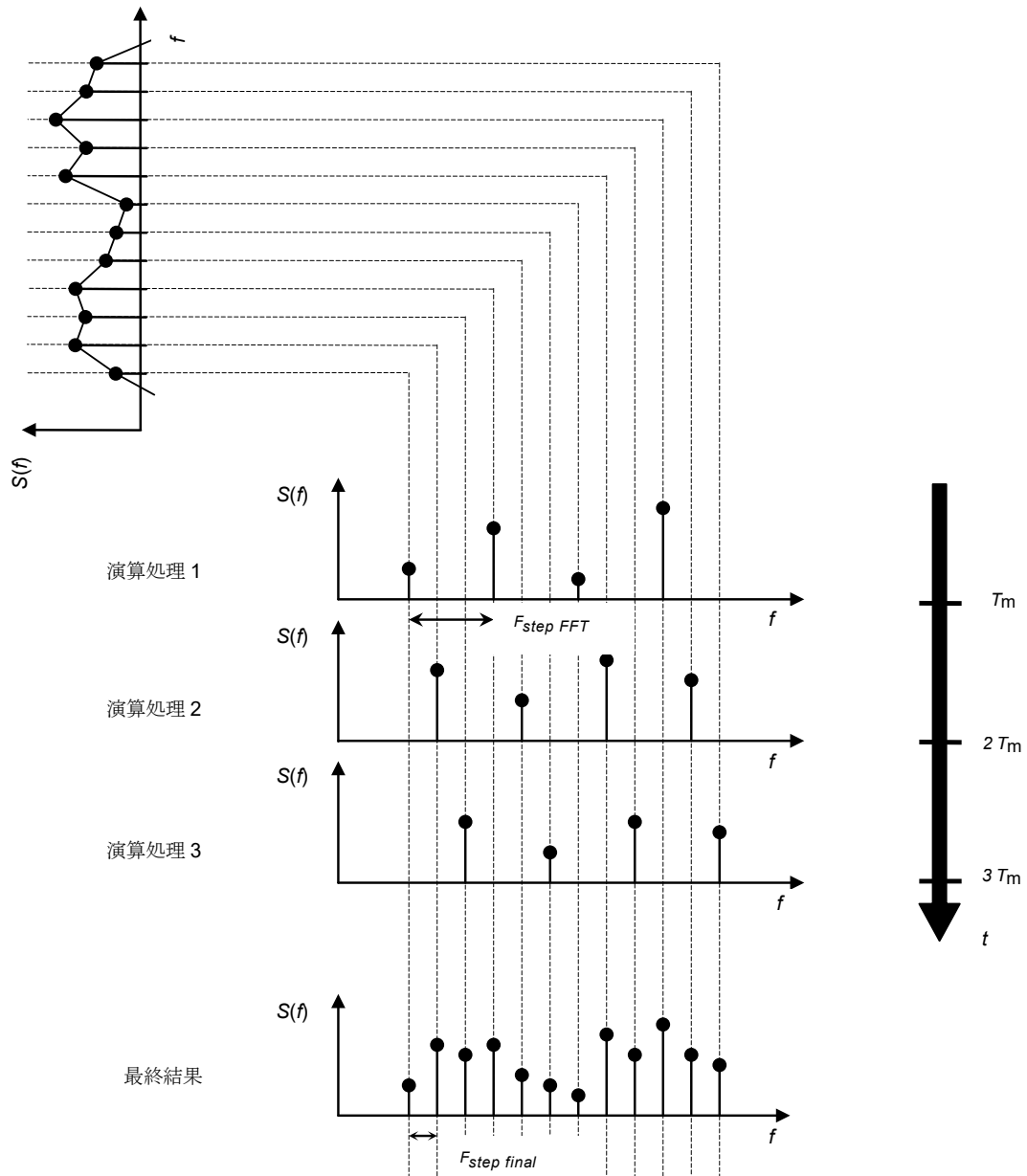


図 6 - FFT ベースの測定機器によって強化された周波数分解能

7 放射妨害波の測定

7.1 概論

本節では、機器システムが発生する放射妨害波の電磁界強度の測定に関して、一般的な方法を述べる。電圧測定に比べて、放射妨害波の測定についての経験は豊富ではない。したがって、知識及び経験が蓄積すれば、放射妨害波の測定法は変更され、拡張される可能性がある。特に、EUT に付随する導線及びケーブルの影響については、注意を払わなければならない。表 3 は、放射妨害波試験場と試験方法と本書又は他の文書内の項に関する関連する相互参照の要約リストを提供する。

製品によっては、放射妨害波の電界、磁界又はその両方の測定が必要なことがある。場合によっては、放射電力に関する量を測定する方がより適切なことがある。通常は、大地面に対して水平及び垂直の両妨害波成分を測定する。電界又は磁界成分に関する測定結果は、尖頭値、準尖頭値、平均値又は実効値で表す。

通常、30 MHz 以下の周波数帯では妨害波の磁界成分を測定する。EUT からの磁界を遠方においてアンテナで測定する場合は、磁界の水平成分だけを測定する。ループアンテナシステム (LAS) を使用する場合は、EUT の磁気ダイポールモーメントの直交 3 成分を測定することになる。なお、単一アンテナによる測定では、EUT の水平及び垂直ダイポールモーメントによって生じるアンテナ位置における磁界の水平成分を測定している。

表 3 - 放射妨害波試験場及び試験方法で参照する適用周波数範囲と文書

試験場 / 方法	9 kHz から 30 MHz まで	30 MHz から 1000 MHz まで	1 GHz から 18 GHz まで
OTS (屋外試験場)	未定	7.3.8	適用しない
LAS (ループアンテナシステム)	7.2	適用しない	適用しない
OATS (野外試験場) 又は SAC (電波半無響室)	未定	7.3	適用しない
FAR (電波全無響室)	適用しない	7.4	7.6
RE (放射エミッション) / RI (放射イミュニティ) 共通	適用しない	7.5 (RI の開始は 80 MHz)	適用しない
電波吸収体敷設型 OATS	適用しない	適用しない	7.6
設置場所	7.7.2	7.7.3、7.7.4.2	7.7.3、7.7.4.3
置換	適用しない	7.8	7.8
反射箱	適用しない	7.9 (開始は 80 MHz)	7.9
TEM 導波路	引用規格 (11)	7.10	7.10

7.2 ループアンテナシステム測定 (9 kHz から 30 MHz まで)

7.2.1 概要

本節で対象とする LAS は、周波数範囲 9 kHz から 30 MHz までにおいて、単一の EUT から発生する磁界強度を室内で測定するのに適している。この磁界強度は、EUT の磁界妨害波によって LAS に誘起した電流を測定することで得られる。LAS は、引用規格 (4) に記載された方法で定期的に特性確認を行うこと。引用規格 (4) には、LAS に関する詳しい記載と、LAS によって得られる測定結果と本項に

よって得られる結果との関係が記されている。

7.2.2 一般的な測定法

図 7 に、LAS による測定の一般的な概念を示す。EUT は LAS の中心に設置する。EUT の磁界によって LAS の 3 個の大きなループアンテナの各々に誘起した電流は、ループアンテナの電流プローブを測定用受信機（又は同等品）に接続して測定する。測定中、EUT は固定位置のままとする。

磁界の直交 3 成分によって三つの大きなループアンテナに生じた電流を順番に測定する。測定された各々の電流値は、製品規格に規定された単位 $\text{dB}(\mu\text{A})$ の妨害波許容値を満足すること。妨害波許容値は、標準的な 2 m の直径の LAS に適用する。

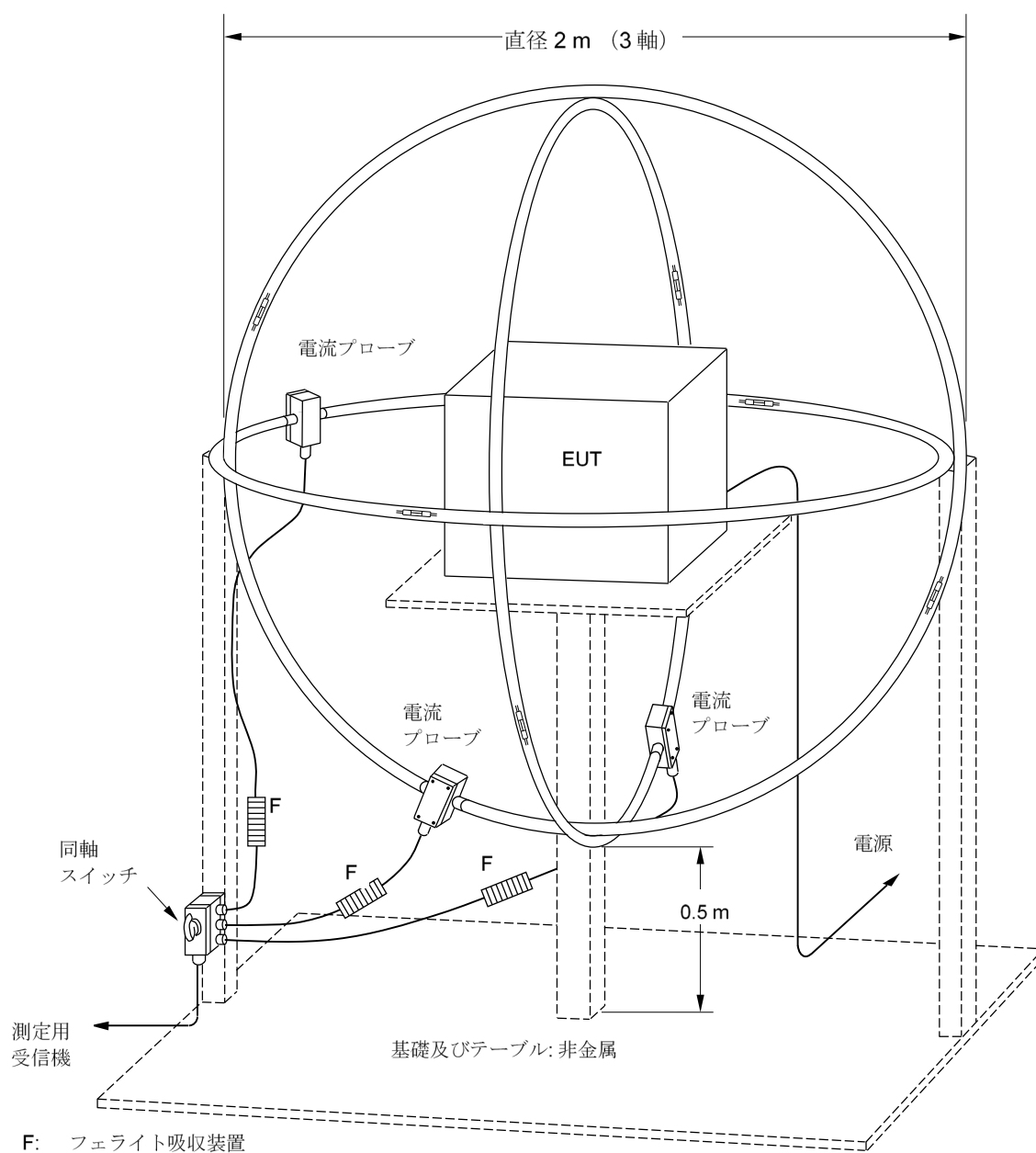


図 7 - LAS を用いた磁界誘導電流測定概念

7.2.3 試験環境

LAS の外周とその近くにある床や壁などの物体は、少なくとも 0.5 m 離れていること。高周波の周囲

電磁界によって LAS に誘起する電流の影響は、引用規格 (4) に従って判断すること。

7.2.4 EUT の構成

EUT と LAS 間の好ましくない容量性結合を避けるために、EUT の最大寸法は、LAS の標準的な直径 2 m のループアンテナの場合、EUT と LAS との距離が少なくとも 0.2 m 離れる大きさであること。

電源線は、誘導電流が最大になるように配置すること。一般的に、EUT が伝導妨害波許容値を満足しているなら、この配置の影響は余り重大ではない。

EUT が大きい場合は、LAS のループアンテナの直径を 4 m まで大きくすることができる。この場合も、

- a) 測定された電流値は、引用規格 (3) の B.6 項に従って補正を行うこと。
- b) EUT の最大寸法は、非標準のループアンテナ直径を D とすると、EUT とループアンテナの間隔が少なくとも $(0.1 \times D)$ m になる大きさであること。

7.2.5 LAS の測定不確かさ

妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に示されている。

7.3 野外試験場 (OATS) 又は電波半無響室 (SAC) での測定 (30 MHz から 1 GHz まで)

7.3.1 測定量

測定される量は、1 m から 4 m までの高さ、EUT からの水平距離 10 m、及び方位面の全ての角度における EUT から放射される電界強度の最大値であり、水平及び垂直偏波のそれぞれに対して与えられる。この量は、次の規定によって決定されるものとする。

- a) 対象とする周波数範囲は 30 MHz から 1000 MHz まで
- b) 測定量は、許容値を示すために用いられる単位と同様に電界強度単位で示される。
- c) 該当する CISPR の要件条件を満たす SAC / OATS の試験場と試験台を使用すること。
- d) 引用規格 (2) に適合する測定用受信機を使用すること。
- e) 代替測定方法として、10 m の代わりに 3 m 又は 30 m などの代替測定距離の使用を検討すること。
- f) 測定距離は、EUT の境界とアンテナ基準点を大地面に水平投影した点の間隔である。
- g) EUT は、一部答申及び CISPR 規格に従って構成し、動作させる。
- h) 自由空間アンテナ係数を使用すること。

測定量 E は、自由空間アンテナ係数 F_a を使用して最大電圧指示値 V_r から求められる。

$$E = V_r + A_c + F_a \quad (7)$$

ここで

E 測定量を表す電界強度、単位は dB(μ V/m)。

V_r 測定量を表す手順で使用した最大受信電圧、単位は dB(μ V)。

A_c アンテナと測定用受信機との間の測定ケーブルの損失、単位は dB。

自由空間アンテナ係数は、アンテナの性能を示すものとして使用される。電界強度は、自由空間環境ではなく、大地面上で測定されることに注意するべきである。

妨害波の測定においては、EUT の境界から規定する距離で電界強度を測定する必要がある。その試験距離は、アンテナの基準点から EUT の境界までの距離である (図 8 を参照)。アンテナの基準点と位

相中心が異なる場合、試験距離における電界強度を得るために、補正係数が適用されることもある。

注 1) アンテナの位相中心の変化に対する電界強度の補正については、7.5.2.2 項及び参考文献 [2] の A.6.2 項を参照。

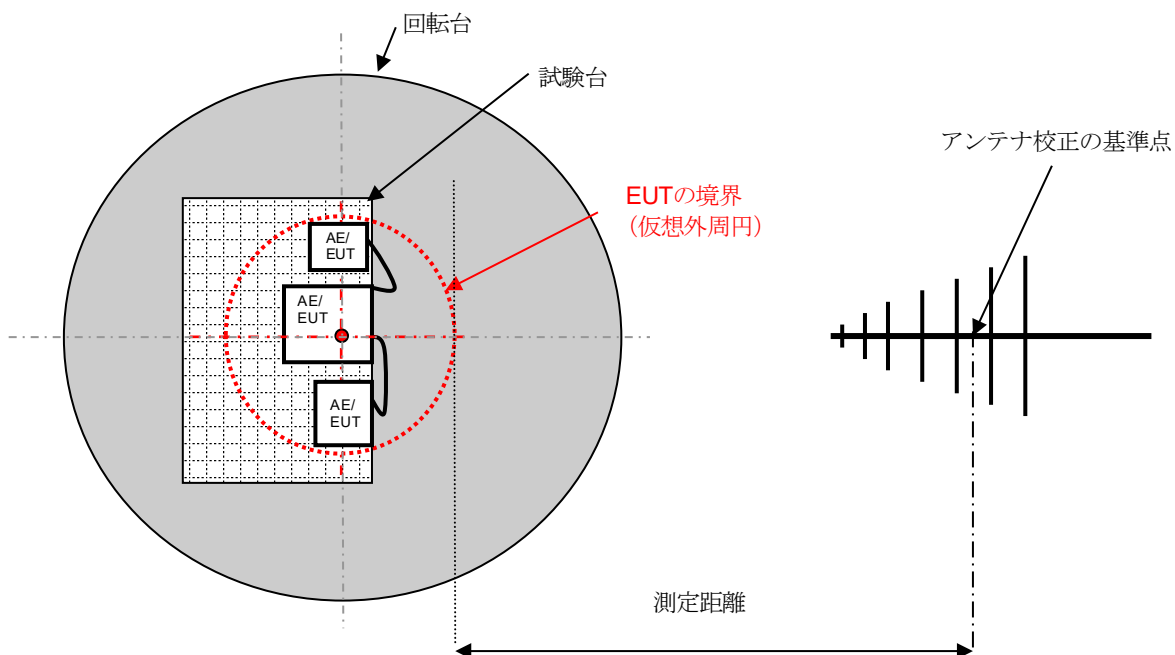


図 8 - 測定距離

例えば、200 MHz で感度がよいダイポールと、1000 MHz で感度がよいダイポールの間の距離が約 0.6 m の代表的な LPDA を考える。EUT からの距離 $d=3\text{ m}$ での妨害波測定では、200 MHz の場合、式 (9) から得られる d_{phase} の値に従い、図 9 の P2 からの距離が約 3.3 m となる位置で電界強度が測定される。

与えられた周波数に対して、次の補正值 ΔE (単位は dB) を測定した電界強度に加えること。

$$\Delta E = 20 \lg \left(\frac{d_{\text{phase}}}{d} \right) \quad (8)$$

図 9 に示すように、与えられた周波数における、P2 から共振エレメントまでの距離は、式 (9) を用いて d_{phase} と与えられる。P1 は、アンテナ製造業者が表示したマークの位置又はアンテナの中心位置 ($d_{\text{max}}/2$) であり、 d_{1P} はアンテナの先端から P1 までの距離、 d_{1f} はアンテナの先端から周波数 f のときの位相中心までの距離である。

$$d_{\text{phase}} = d + (d_{1f} - d_{1P}) \quad (9)$$

ここで、

$$d_{1f} = \frac{(f - f_{\text{min}})(d_{\text{max}} - d_{\text{min}})}{f_{\text{max}} - f_{\text{min}}} + d_{\text{min}} \quad (10)$$

- l_f 公称共振周波数が f (単位は MHz) であるダイポールエレメントの長さであつて、 $0.9 \times 150 / f$ (単位は m) に等しい。ここで、 0.9 はダイポールが太さを持つことによる、いわゆる、波長短縮率である。参考文献 [11]。
- l_{\min} 及び l_{\max} ダイポールの最小の長さ及び最大の長さ (すなわち、これらのダイポールは、動作周波数のほぼ上限とほぼ下限で共振する)。
- d_{\min} 及び d_{\max} アンテナの先端から長さが最小のダイポールまでの距離、及び長さが最大のダイポールまでの距離。

ハイブリッドアンテナの位相中心 d_{phase} については、アンテナ製造業者が提供する情報を使って決定する。もし、表形式で提供する場合には 100 MHz から 300 MHz までについては、20 MHz 以下の周波数間隔で、 d_{1f} を提供しなければならない。

式 (8) は、波源はアンテナから十分遠方にあると仮定している。通常、半波長以下の近傍界では、 A_{APR} (引用規格 (4) の式 (35) を参照) の測定は近接場効果を考慮に入れる。ハイブリッドアンテナの LPDA 部に対する補正を含む詳細な内容については、参考文献 [2] の 7.5.2.2 項を参照のこと。動作周波数範囲において、エレメントが共振する周波数間の位相中心点は、線形補間 (内挿) を用いて推定する。

もし、位相中心位置の補正を行わない場合、それは、引用規格 (7) に従って、測定装置の不確かさとして考慮しなければならない。

注 2) アンテナの校正機関は、特定の測定距離 (例えば 3 m と 10 m) に対する電界強度測定の補正量を、それぞれの測定距離ごとにアンテナ係数の等価的な補正量として提供してもよい。

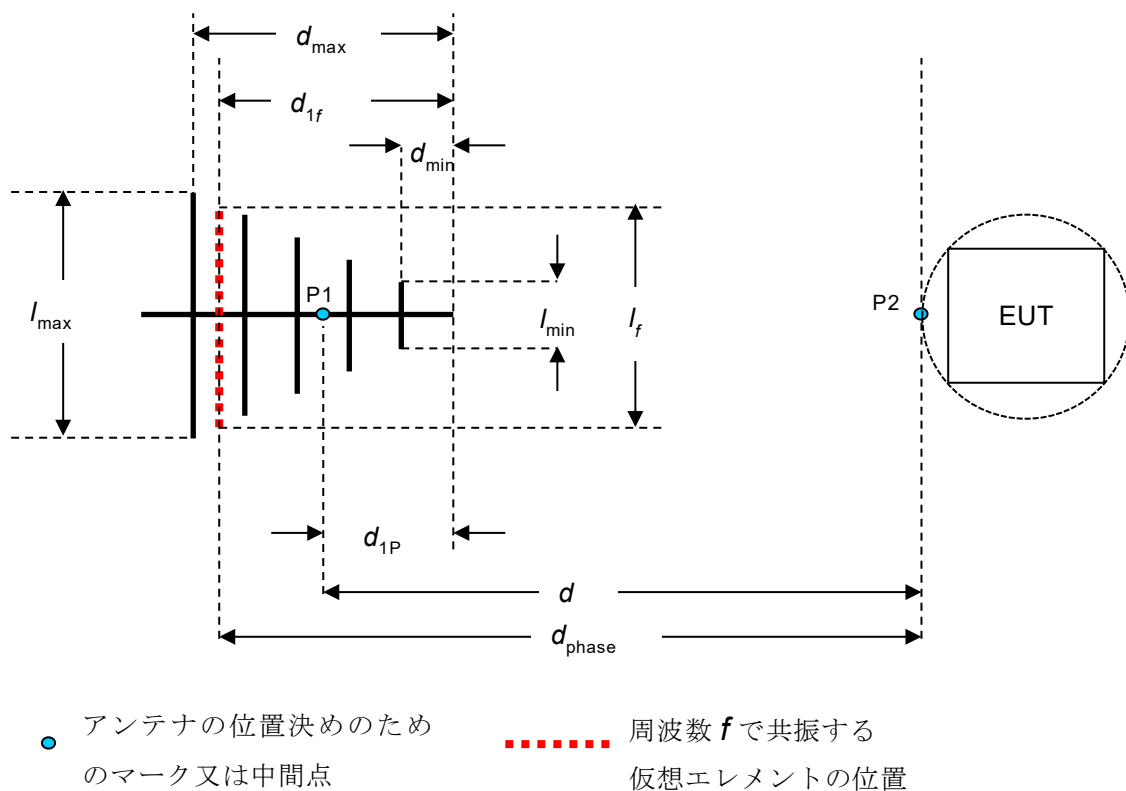


図 9 - LPDA アンテナの位相中心に関する離隔距離

7.3.2 試験場の要件

試験場は、その物理的及び電気的特性並びにその検証のために、引用規格(4)の関連する規格に適合しなければならない。

7.3.3 一般的測定方法

図10に野外試験場(OATS)又は電波半無響室(SAC)における測定法の概念を受信アンテナに到達する直接波及び大地反射波とともに示す。

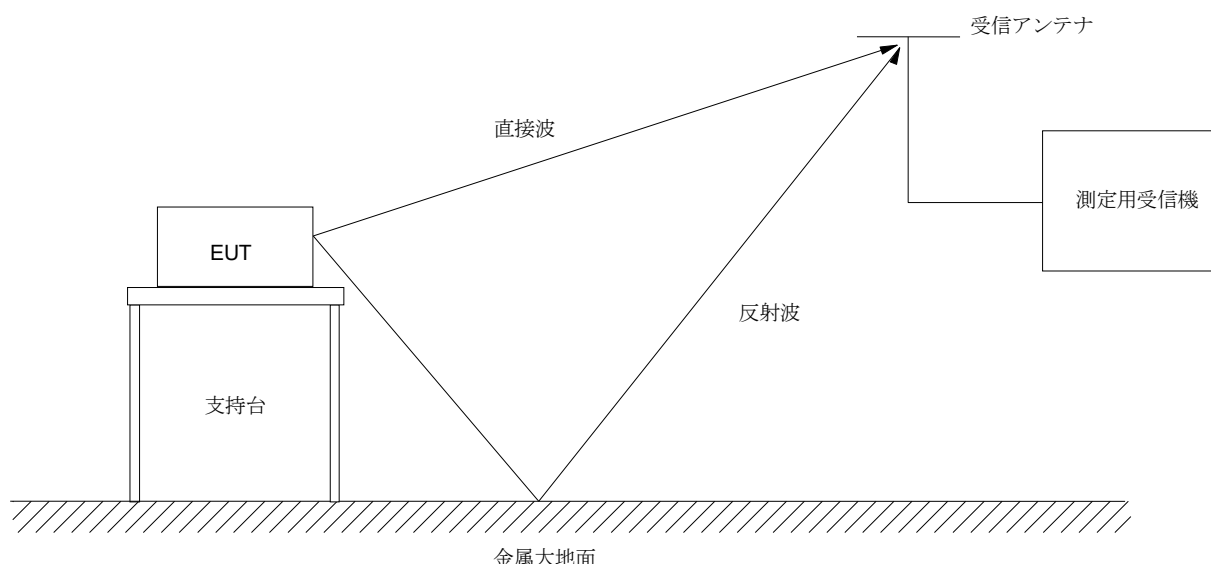


図10 - 受信アンテナに到達する直接波及び反射波を示した OATS 又は SAC で行われる電界強度測定の方法

EUT は大地面上規定の高さに設置し、通常動作状態を代表する構成とする。アンテナは規定の距離だけ離して設置する。EUT を水平面内で回転して、最大指示値を記録する。アンテナの高さを調節して、直接波と大地反射波が同相に近く又は同相で加わるようにする。これらの測定手順を交互に行い、最大妨害波が見つかるまで必要に応じて繰り返すこと。実際には、アンテナ高の可変範囲に制限があるため、完全には同相にならないことがある。

7.3.4 測定距離

規定の距離における放射妨害波の許容値を EUT に適用する場合、測定はその距離で行うべきである。ただし、機器の大きさ等の理由によって、そうすることが非現実的な場合はその限りでない。測定距離は、アンテナに最も近い EUT の外縁と、アンテナの校正基準点の大地面上への投影との間の距離で定義する。対数周期アンテナの校正基準点が校正報告書で明記されていない場合、基準点は、アンテナ周波数範囲の中心周波数の半波長に対応するダイポールエレメント間のアンテナブーム上の中心点である。

注) 中心周波数は、 $\lg(f_{\text{centre}}) = (\lg f_{\text{min}} + \lg f_{\text{max}})/2$; $f_{\text{centre}} = 10^{\lg(f_{\text{centre}})}$ によって定義される。

多くの OATS においては、測定距離 10 m が望ましい。なぜなら、この距離では、測定対象の妨害波は一般的な周囲雑音より十分強く、有効な試験を行うことができると予想されるためである。3 m 未満又は 30 m を越える距離は一般に使用しない。規定値以外の測定距離を用いなければならない場合は、製品規格に規定されている方法に従って、試験結果を外挿すること。これに関して何ら規定がない場合は、用いた外挿法の妥当性に関する根拠を示すこと。一般的に言えば、外挿は距離に反比例するような

単純な法則には従わない。

可能ならば、測定は遠方界領域で行うべきである。この遠方界領域は次の条件によって定義してもよい。測定距離 d は次の条件を考慮して選定する。

- a) $d \geq \lambda / 6$ の場合：この距離では、近似的に $E/H = Z_0 = 120 \pi = 377 \Omega$ となり、電界と磁界成分は互いに直交する。EUT を同調ダイポールアンテナとみなした場合、この距離における測定値から遠方界の値を推定すると 3 dB 程度の誤差が見込まれる。
- b) $d \geq \lambda$ の場合：これは平面波とみなせる条件であり、EUT を同調ダイポールアンテナとみなすと、誤差は 0.5 dB 程度となる。
- c) $d \geq 2D^2 / \lambda$ の場合：ここで D は、EUT 又は、EUT に対向する最小アンテナ開口面のどちらかの最大寸法である。

7.3.5 アンテナ高の走査

電界強度測定においては、大地面からのアンテナ高を規定の範囲内で走査して、直接波と反射波の位相がそろったときに生じる最大指示値を求める。通常、測定距離 10 m 以下の電界強度測定においては、アンテナ高を 1 m から 4 m まで変化させる。それよりも遠い距離 (30 m まで) では、高さを 2 m から 6 m まで変えることが望ましい。指示値を最大にするには、アンテナ高を地上 1 m まで下げる必要がある場合もある。これらのアンテナ高走査は、水平及び垂直の両偏波について行うが、垂直偏波においては、最低高を、アンテナ下端が試験場大地面から少なくとも 25 cm 以上離れるようにすること。

7.3.6 製品規格の詳細

7.3.6.1 概要

製品規格は、詳細な測定法及び測定すべき妨害波のパラメータを規定する他、次に概略を述べるように、その他の関連規定も詳細に定めること。

7.3.6.2 試験環境

試験環境の影響を考慮して、EUT が正常に機能するようにしなければならない。物理的な環境の重要なパラメータ、例えば温度及び湿度などを規定することが望ましい。電磁環境については特に配慮する必要があり、妨害波測定を正確に行えるようにすべきである。

EUT の電源を切った状態で、試験場において測定される無線周波の周囲雑音及び信号の強度は、許容値より少なくとも 6 dB は低いこと。このことは、全ての周波数において達成できるとは限らない。しかし、EUT の妨害波に周囲雑音が加わった測定値が許容値を超えなければ、その EUT は許容値を満足するものとみなすことができる。

もし規定された周波数範囲、測定距離において周囲の電磁界強度が許容値を超える場合は、次のような代替法を用いてもよい。

- a) より近い距離で測定を行い、その結果を許容値が規定されている距離まで外挿する。外挿は次のいずれかの方法を用いること
 - 1) より近い距離 d_2 に対応する許容値 L_2 を、関係式 $L_2 = L_1 (d_1/d_2)$ によって決定する。ここで L_1 は距離 d_1 で規定された許容値で、単位は $\mu\text{V/m}$ 。
注) この外挿法は、距離 d_1 、 d_2 が全ての測定周波数において EUT の遠方界にあるときだけ利用可能である。
 - 2) 製品規格で推奨された数式を利用する。

- 3) 距離 d_2 における許容値 L_2 を、三つ以上の異なる距離における測定結果によって実証された外挿式を適用して決定する。
- b) 周囲雑音の測定値が、許容値より 6 dB 低い値を超える周波数帯域においては、隣接した妨害波レベルから補間法を用いることで EUT の妨害波レベルを得ることがある場合がある。補間法による値は、EUT からの妨害波が周囲雑音の周波数の周辺において従うとした連続関数で表される曲線上になければならない。
- c) 問題となる周波数帯の測定は、放送局の停波中で産業機器からの周囲雑音が低い時間帯に行う。
- d) 電磁遮へい室又は電波吸収体敷設型電磁遮へい室内において、調査対象周波数における EUT からの妨害波レベルを隣接する周波数の妨害波レベルとともに測定比較すること。調査対象周波数における EUT の妨害波レベルは、隣接する周波数の妨害波レベルを測定し、比較することによって推定できる。
- e) OATS の測定軸の向きを決める場合は、強力な外来波の到来方向を考慮して、試験場の受信アンテナがこのような外来波をできるだけ受信しないように考慮する。
- f) EUT からの狭帯域妨害波であり、その周波数が外来波付近にあるため、その両方が規定の帯域幅に入るときは、より狭い測定用受信機の帯域幅を使用すること。

7.3.6.3 EUT の構成

EUT の動作状態及び配置については 6.4 節に詳細に記載している。

CMAD の使用については、多種多様の EUT が想定されるために、製品規格と本項の要求事項との間に著しい乖離があるかもしれない。なぜなら、CMAD がコモンモード電流の吸収を目的としている装置であることから、CMAD を使用することにより測定結果が過小評価になる可能性がある（参考文献 [14]）こと及び試験場間測定結果の相関性改善には寄与しない（参考文献 [15]）ことが分かっているためである。

もし、CMAD を使用する場合は、次に従うこと。使用する CMAD は、引用規格 (4) の適用すべき仕様を満足すること。

CMAD は、テストボリュームの外にあるケーブルが放射妨害波測定の結果に与える影響を減少させる目的で使用される。もし CMAD を使用する場合、図 11 に示すとおりテストボリューム内にあるケーブルは、大地面に垂らした地点で CMAD を使用すること。

CMAD は大地面に対して常に水平に配置すること。CMAD から回転台へのケーブルは、できる限り短くすること。それぞれのケーブルには別々の CMAD を使用すること。市販されている CMAD のケーブル開口よりも直径が大きいケーブルには、CMAD を使用しない。

飽和を避けるために、高コモンモード電流・電力ケーブル（例えばインバータの出力端子）には、高コモンモード電流のために特別に設計された CMAD でない限りは、CMAD を使用しないこと。

テストボリュームから出るケーブルが 3 本以下の EUT に対しては、放射妨害波測定中はそれぞれのケーブルに CMAD を使用すること。この要求事項はあらゆるタイプのケーブル（例えば電力、通信、制御）に適用される。

テストボリュームから出るケーブルが 3 本を超える試験配置に対しては、それらのうち高い妨害波が予想され CMAD が必要とされる 3 本にだけ使用する。CMAD を使用したケーブルは試験報告書に記載すること。

フェライト型の CMAD の適用及び目的に関する一般的な情報は参考文献 [3] の 4.9.1 項で提供されて

いる。

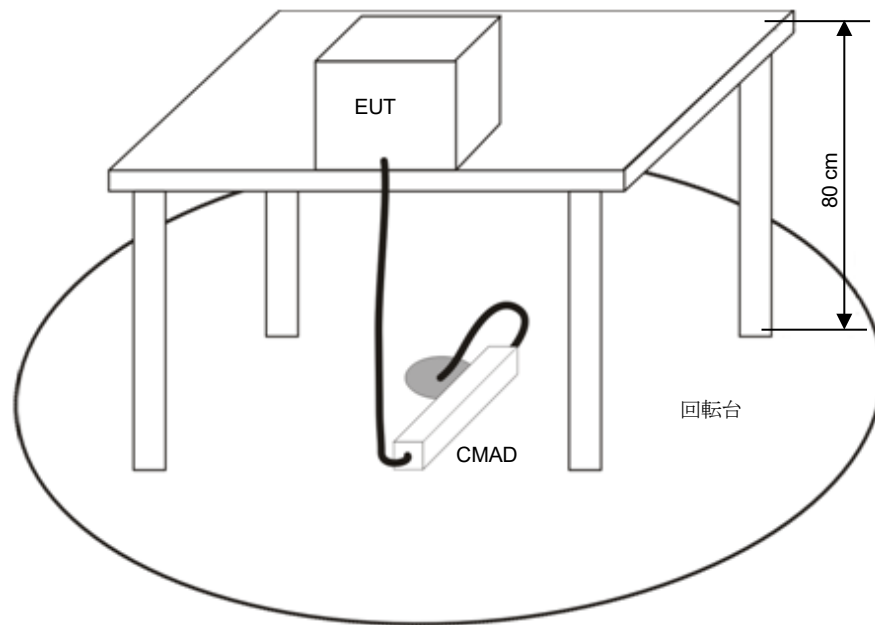


図 11 - OATS 又は SAC における卓上型装置に対する CMAD の配置

7.3.7 測定装置

アンテナを含む測定装置は、引用規格 (2) 及び引用規格 (4) の関連する要求事項を満足すること。

7.3.8 その他の屋外試験場における電磁界強度測定

EUT の実使用状態を考慮して、例えば産業・科学・医療用装置及び自動車などのある種の製品に対して、金属大地面が敷設されていない野外試験場 (OATS) に似た屋外試験場 (OTS) の使用を規定する場合があります。この場合、7.3.4 項から 7.3.7 項までの規定は有効である。

7.3.9 OATS 及び SAC における測定不確かさ

放射妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。OATS 又は SAC (30 MHz から 1 GHz まで) における放射妨害波測定に関する規定の範疇の測定装置の不確かさについては、引用規格 (7) に記載されている。

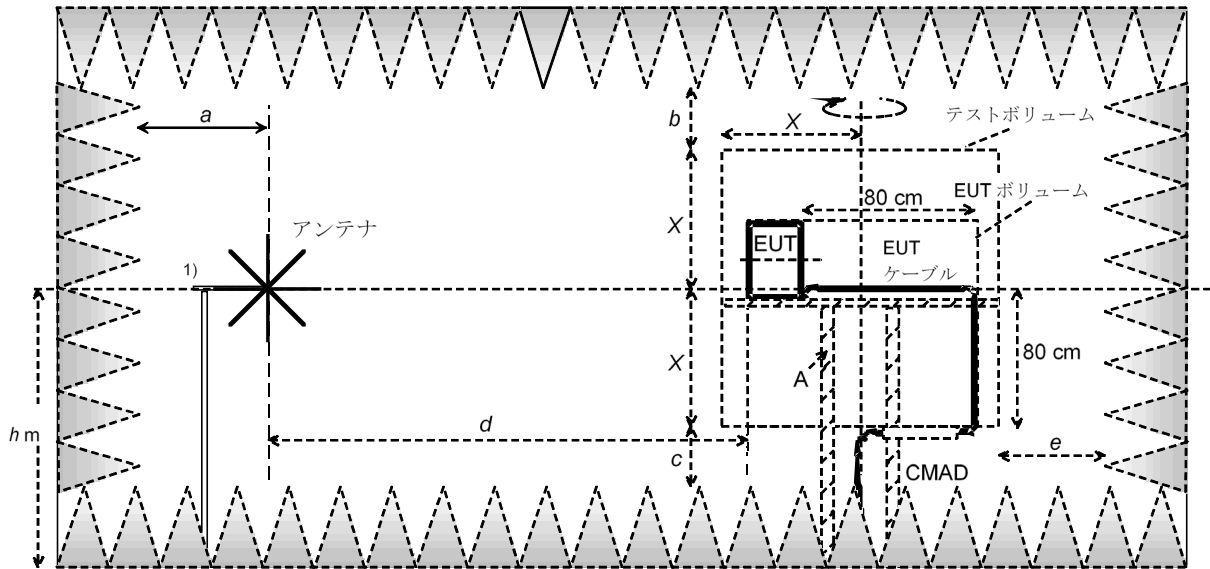
7.4 電波全無響室 (FAR) 内での測定 (30 MHz から 1 GHz まで)

7.4.1 試験配置及び試験室 (FAR) の構造

EUT の妨害波試験には、FAR の適合性確認に用いた受信アンテナと同じ種類のアンテナを用いなければならない。アンテナの高さは、テストボリュームの中央の高さに固定する。測定は、受信アンテナの偏波を水平及び垂直に配置して行う。EUT を連続的に回転して妨害波を測定すること。連続的な EUT の回転が明らかに必要でない場合、EUT を少なくとも三つの方位 (0° 、 45° 、 90°) のそれぞれに配置して妨害波を測定することが望ましい。図 12 に典型的な FAR の構造と関連する寸法を示す。

EUT は回転台上に設置しなければならない。図 12、図 13 及び図 14 は、FAR 内における異なる寸法の EUT についての配置例を示す。回転台、アンテナマスト及び試験台は、FAR の適合性評価試験と同じ配置であり、電磁波が透過する材料で主に構成すること。距離 a、b、c 及び e は、テストボリューム

の寸法によって制限される場合がある。テストボリュームの底面の高さ（吸収材の高さ + c ）は、床置型装置の設置面になる（運搬用パレットは、テストボリュームの外側となる）。

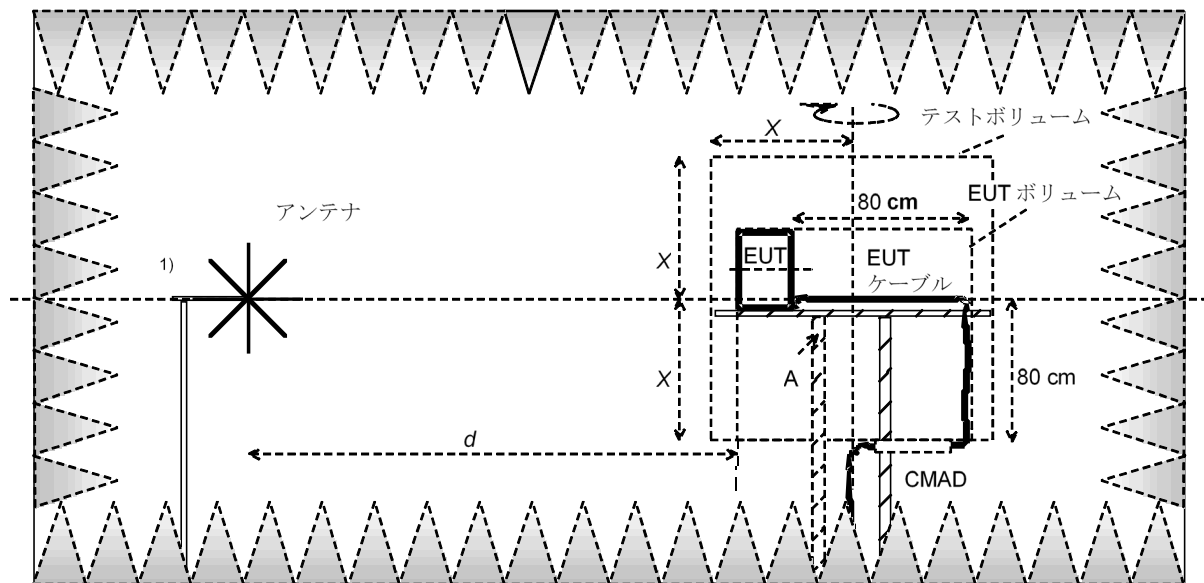


凡例

- A 回転台及び EUT 試験台
- 2X 用いる試験距離 d に対応して 1.5 m、2.5 m、5 m
- h_m テストボリューム中心の高さ
- a, b, c, e ≥ 0.5 m を推奨する (≥ 1 m が更に適当)。実際の値は、引用規格 (4) の FAR 評価手順に従うこと。
- d 3 m、5 m 又は 10 m

- 1) アンテナ及びケーブルは一緒に適合性が確認され、それらの構成は EUT の試験の間、適合性確認時と同じであること。EUT の試験をするとき、ケーブルと一緒にアンテナは、必要な試験距離に調整するために移動する必要がある場合がある。

図 12 - 典型的な FAR における試験配置 (a, b, c, e が試験室の性能に影響する)



凡例

- A 回転台及び EUT 試験台
- 2X 用いる試験距離 d に対応して 1.5 m、2.5 m、5 m
- d 3 m、5 m 又は 10 m

1) アンテナ接続ケーブルの配置は、試験場の適合性確認時と同じであること（図 12 参照）。

図 13 - FAR のテストボリューム内の卓上型装置の典型的な試験配置

試験距離は、アンテナの基準点から EUT の外縁までの距離とする。アンテナの基準点と位相中心に差がある場合、試験距離における電界強度を得るために補正係数を適用してもよい。

規定の周波数において、不確かさを減少させるために式 (8) における補正 ΔE (dB) を測定電界強度測定値に加えること。電界強度の補正は、LPDA アンテナ及びハイブリッドアンテナの対数周期部の位相中心補正を考慮して適用される。

7.4.2 EUT の位置

図 13 と図 14 はそれぞれ FAR 内における典型的な卓上型及び床置型 EUT の試験配置を示す。EUT は、典型的な使用形態に従って構成し、設置し、配置し、かつ動作させること。EUT 全体は、テストボリューム内に収まること。EUT を動作させるために必要ではあるが EUT の一部でない関連装置は、FAR 外に置かなければならない。

インタフェースケーブルは、EUT の全ての種類のインタフェースポートに接続すること。

EUT が別々の装置で構成される場合、装置間の間隔は通常の構成通りでなければならないが、可能な限り 10 cm 間隔とする。相互接続ケーブルは束ねること。束は、30 cm から 40 cm までの長さとし、ケーブルの長手方向に配置すること。

測定の再現性を改善するため、次の指針を考慮すること。

- a) EUT (7.4.3 項に従って敷設したケーブルを含む) は、その中心がテストボリュームの中心と同じ高さになるように置かなければならない。そのために適切な高さの非導電性試験台を用いてもよい。
- b) 大形の EUT をテストボリュームの中心 (図 12 及び図 13) まで持ち上げることが物理的に不可能な場合、EUT は試験中、非導電性の運搬パレットに載せておいてもよい (図 14)。パレットの高さは、試験報告書に記録すること。

床置型 EUT の設置に関わる仕様として、導電性の床に固定し直接接地接続することを要求しているものがある。FAR 内で床置型 EUT を測定する際、次の点に注意するとよい。導電性の床に固定し直接接地接続することを意図した床置型 EUT について得られた結果が、FAR 許容値を満足しない場合であっても、最終的な設置環境をよりよく模擬した金属大地面上で試験をした場合の実際の放射妨害波はより低くなる場合がある。特に、周波数 200 MHz 未満の水平偏波で、妨害波源の高さが典型的な設置状態で金属大地面上 0.4 m 以下の場合に顕著である。FAR 測定に基づいて不適合と決定する前に、EUT の本来の設置条件をよりよく模擬するために、金属大地面上 (すなわち、OATS 又は SAC) で追加測定を行うとよい。

7.4.3 ケーブルの配置及び終端

EMC 測定においては、一つの EUT を様々な試験場で測定すると、ケーブルの配置及び終端の違いによって測定結果の再現性が低下することがしばしばある。次に示す項目は、良好な再現性を得るための試験配置の一般条件である (図 13 及び図 14 参照)。理想的には、テストボリューム内からだけ放射される全ての妨害波を測定すべきである。試験に用いるケーブルは、製造業者の仕様に従わなければならない。ケーブル終端が利用できない場合、終端されていないケーブルが EUT に接続されることもある。試験中に用いたケーブルと終端の仕様は、試験報告書に明記しなければならない。

- a) EUT と周辺装置間又は電源間に接続されるケーブルの長さは、テストボリューム内で、(束ねないで) 水平部分 0.8 m 及び垂直部分 0.8 m でなければならない (図 13 及び図 14 参照)。ケーブル長が 1.6 m ± 5% を超える部分は、テストボリュームの外部に配置しなければならない。
- b) 製造業者がケーブルとして 1.6 m 未満の長さを規定している場合は、可能な限り、テストボリューム内で長さの半分を水平に、半分を垂直に配線すること。
- c) 試験中に関連装置に接続しないケーブルは、適切に終端すること。

- 1) 同軸（遮へい）ケーブルは、規定の正しいインピーダンス（ $50\ \Omega$ 又は $75\ \Omega$ ）を持つ同軸終端器で終端する。
 - 2) 複数の内部導体を持つ遮へいケーブルは、製造業者の仕様に従ってコモンモード（内部導体と基準アース/グラウンドとの間）及びディファレンシャルモード（導体間）の終端器で終端する。
 - 3) 遮へいなしのケーブルは、製造業者の仕様に従ってコモンモード及びディファレンシャルモードの終端器で終端する。
- d) EUT が適切に動作するために関連装置を用いる場合、その装置の妨害波が放射妨害波の測定に影響を与えないよう、特に注意すべきである。関連装置は、可能な限り FAR 外に置かなければならない。相互接続ケーブルを介した外来妨害波の FAR 内への侵入を防ぐために何らかの対策をすべきである。
- e) ケーブル配置を含む試験配置、接続ケーブル及び終端装置の詳細は、個々の製品規格で定める。
- f) CMAD の使用については、多種多様の EUT が想定されるために、製品規格と本項の要求事項との間に著しい乖離があるかもしれない。なぜなら、CMAD がコモンモード電流の吸収を目的としている装置であることから、CMAD を使用することにより測定結果が過小評価になる可能性がある（参考文献 [14]）こと及び試験場間測定結果の相関性改善には寄与しない（参考文献 [15]）ことが分かっているためである。もし、CMAD を使用する場合は、次に従うこと。使用する CMAD は、引用規格 (4) の適用すべき仕様を満足すること。

テストボリウム外のケーブルが放射妨害波測定結果に与える影響を減少させるフェライトクランプ型の CMAD を使用する。テストボリウム内にあるケーブルは、図 12、図 13 及び図 14 に示すとおり、テストボリウムの底に届く地点（回転台）で CMAD に挿入すること。それぞれのケーブルは別々の CMAD を使用する。市販されている CMAD の開口径よりも大きな径を持つケーブルには CMAD を使用する必要はない。

飽和を避けるために、高コモンモード電流・電力ケーブル（例えばインバータの出力端子）には、高コモンモード電流のために特別に設計された CMAD でない限りは、CMAD とともに取り扱わないこと。

テストボリウムから出るケーブルが 3 本以下の EUT に対しては、放射妨害波測定中はそれぞれのケーブルに CMAD を使用すること。この要求事項はあらゆるタイプのケーブル（例えば電力、通信、制御）に適用される。テストボリウムから出るケーブルが 3 本を超える試験配置に対しては、それらのうち高い妨害波が予想され CMAD が必要とされる 3 本にだけ使用する。CMAD を使用したケーブルは試験報告書に記載すること。フェライト型の CMAD の適用及び目的に関する一般的な情報は参考文献 [3] の 4.9.1 項で提供されている。

多くの EUT が想定されるために、必然的に製品規格と本項の要求事項との間に著しい乖離があるかもしれない（例えば、参考文献 [4]）

7.4.4 FAR における測定不確かさ

妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。代替試験法の使用条件は、引用規格 (8) に記載されている。FAR における 3 m 距離での妨害波測定の測定装置の不確かさ算出の例は、引用規格 (7) に記載されている。

7.5 SACにおける放射妨害波測定法（30 MHz から 1 GHz まで）及び放射イミュニティ試験法（80 MHz から 1 GHz まで）に関する共通試験配置

7.5.1 はじめに

放射妨害波と放射イミュニティで試験配置が異なるため、これを共通化する代替手法として、製品規格が規定するなら、本項に定める共通的な EUT の配置を用いて両方の試験を行うことができる。本項に記載する試験配置は、EUT の放射妨害波と放射イミュニティの試験において、同一構成及び配置を使用することが技術的に正当化される場合に限り適用できる。この試験配置は、単純な構成の EUT、例えば単一筐体の EUT、複数の小形筐体の組合せからなる EUT、5 本未満のケーブルが接続された EUT などに最適であると考えられる。この代替試験配置は、製品規格において測定距離 3 m で放射妨害波試験を実施することが許されている製品だけに適用すること。

放射イミュニティ試験において、例えば、引用規格 (10) に規定されているように、電界均一性の確保が要求されている場合、EUT と送信アンテナ間の大地面の一部分に電波吸収体を並べて、要求性能を満足すること（例、電波吸収体敷設型 SAC、電波吸収体敷設型 OATS に類似している）。放射妨害波測定の場合、床面の吸収体を配置しない SAC の正規化サイトアッテネーション (NSA) 特性は、引用規格 (4) の要求事項を満足すること。

7.5.2 EUT 外縁の定義及びアンテナと EUT 間の距離

放射妨害波測定と放射イミュニティ試験は、EUT 外縁の中心点から水平方向に、3 m + [EUT の最大幅の半分] の距離だけ離れた場所に受信アンテナ又は送信アンテナを配置して実施すること。EUT からの距離を決定する際に用いるアンテナ基準点は、アンテナの指定された基準点とする。しかしながら、基準点が指定されていない場合には、アンテナの水平ブーム上で、かつ測定対象の上・下限周波数に対応する半波長ダイポールアンテナ素子間の中点を基準点とする。

注) LPDA アンテナでは、製造業者が基準点を指定できる。

与えられた周波数に対して、その不確かさを低減するために、測定された電界強度に式 (8) の補正值 ΔE の dB 値を加算する。電界強度の補正 (ΔE) は、LPDA アンテナ及びハイブリッドアンテナの対数周期部分の位相中心補正を考慮したものである位相中心補正が含まれていない場合、不確かさの見積もりで考慮しなければならない。詳細は、7.3.1 項を参照。

EUT 外縁は、EUT を取り囲む仮想的な最小の長方形で定義する。EUT 間の全ての接続ケーブルは、この外縁の内側に含まれること (図 15 参照)。この外縁の各辺は、構成する EUT のいずれか一つの側面に沿い、イミュニティ試験用に校正された均一電磁界エリア (UFA) と同一平面上にあること。

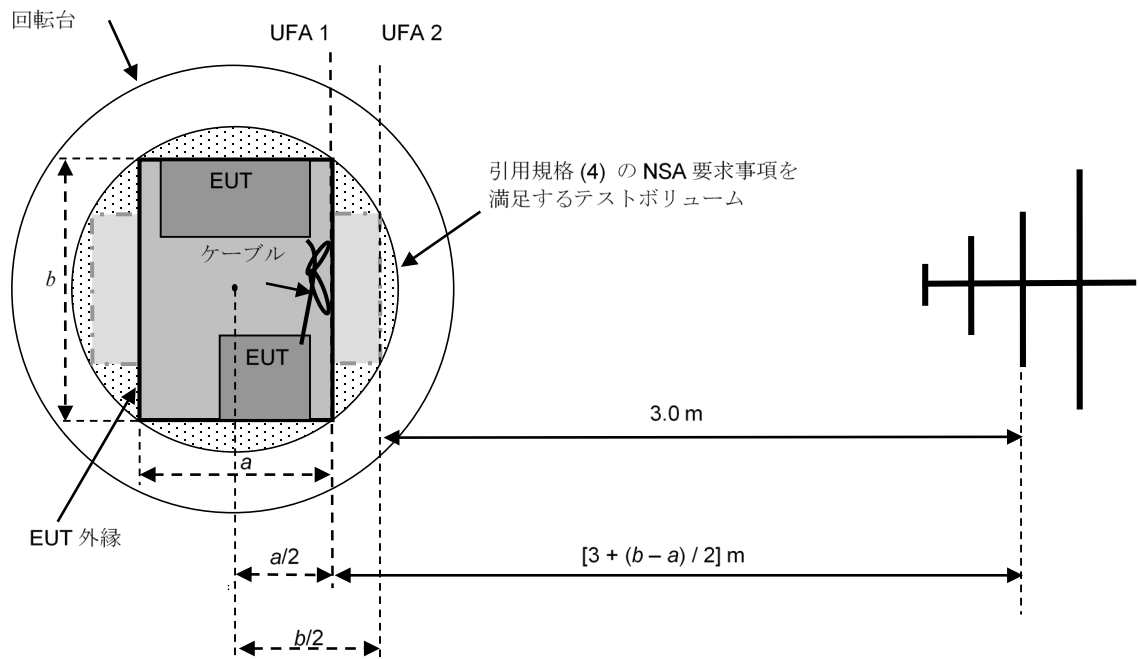


図 15 - 均一電界のレベル設定の基準平面の位置関係（上面図）

7.5.3 均一テストボリューム

均一テストボリュームは、次の条件によって定義される。

- EUT 及び周辺装置（例えば、関連周辺装置及びケーブル）は、引用規格 (4) の試験場の検証要求事項を満足するテストボリュームに含まれること。引用規格 (4) の放射妨害波測定用代替試験場に関する試験場の検証手順を参照のこと。
- EUT 及び周辺装置は、テストボリュームに含まれ、本項に規定するように、引用規格 (10) の要求事項に従う均一電磁界エリア（UFA）に沿って配置すること。

EUT 外縁の辺の長さが異なる EUT の試験においては、引用規格 (10) の要求事項に従って 2 つのアンテナ位置で均一電界平面をレベル設定すること。図 15 の例では、この面は EUT の正面の長さ b の面（UFA 1）及び側面の長さ a の面（UFA 2）である。

最大幅 1.5 m の EUT を試験するためには、UFA を次に述べる 2 つの位置でレベル設定するとよい。

- 回転台の中心点を通り、かつ、アンテナ軸に直交する平面でレベル設定する。
- 回転台の中心点から 0.75 m 前で、かつ、アンテナ軸に直交する平面でレベル設定する。

レベル設定された二つの UFA の間に EUT の照射面が位置する場合、次の前提で線形補間を適用できる。

- 二つの UFA のそれぞれにおいて、引用規格 (10) で定義された測定点の個数について、0 dB から +6 dB までの均一電界判定基準を満足する。
- アンテナに同電力を印加する場合、二つの UFA における 0 dB から +6 dB までの判定基準を満足する測定点の平均的な電界強度は、アンテナから UFA までの距離に反比例する。

回転台の中心点における UFA の電界強度を一定値に保つためのアンテナ入力電力（対数目盛）を P_{c1} 及び回転台の中心点から 0.75 m 前の UFA に関するアンテナ入力電力（対数目盛）を P_{c2} と表記する。これによってそれ以外の位置における EUT 表面を照射するのに必要な入力電力は、 P_{c1} 、 P_{c2} 及び対応するアンテナまでの距離（これも対数目盛）を用いて線形補間によって算出できる。測定及び仕様につ

いては、引用規格 (10) の 6.2 節、電界のレベル設定に関する記載を参照のこと。

EUT 外縁の長辺及び短辺の長さの違いが測定距離 3 m の 20 %以下 (すなわち 0.6 m 以下) の場合は、図 15 の UFA 1 (EUT の最大幅の表面) に対応する距離で、1つの UFA だけをレベル設定すればよい。

注) 上記の方法を用いる場合、EUT の二つの面は送信アンテナにより近くなることから、より高い放射免疫ユニティレベルで試験されることになる。

相互接続ケーブルを含む EUT 外縁は、試験場の検証要求事項を満足するテストボリユームの内側に収めること。エミッション/イミュニティ試験の共通配置を実現するには、EUT 外縁を 0°、90°、180° 及び 270° 回転したとき、外縁の最大辺と最小辺に対応する 2つの垂直面で電界強度をレベル設定すること。これら 2つの垂直面の位置は、試験される装置の仕様を考慮して決定する。

電界均一性の基準を満たすために床に電波吸収体を敷く場合、吸収体は送信アンテナと図 15 の UFA 2 の間に配置すること。UFA が一つだけの場合 (すなわち、外縁の隣り合う 2辺の寸法差が 0.6 m 未満である場合) は、吸収体は送信アンテナと UFA の間に配置すること。

7.5.4 共通的なエミッション/イミュニティ試験の配置に関する仕様

試験は、EUT の典型的な実使用状態に可能な限り近い装置構成で実行すること。特に指定のない限り、ケーブルとその配置は製造業者の指定に従うものとし、装置類は筐体の中に適切に収容すること。EUT の通常の使用状態から逸脱する事項は、試験報告書に記載すること。本編の 7.3.6.3 項の規定を適用する。EUT 及び使用される非導電性試験台は、本編の 7.3.6.3 項の規定に従い、遠隔操作で EUT を回転できる回転台上に設置すること。

大地面からの EUT の高さは、次の要求事項に従うこと。

- 卓上型装置は、高さ 0.8 m ± 0.01 m の非導電性試験台の上に置く (本編の 7.3.6.3 項参照)。引用規格 (4) には、非導電性試験台が試験結果に与える影響を評価する方法が規定されている。
- 床置型装置は、該当する製品規格に従い、非導電性の台の上に置くこと。設置高の規定が製品規格に存在しない場合、EUT は、金属大地面上の高さ 5 cm から 15 cm までの非導電性の台の上に置くこと。

壁掛型装置は、卓上型装置として試験すること。この場合の EUT の向きは、通常使用 (設置) 時の向きに一致すること。

接続ケーブル、負荷及び機器は、EUT の接続端子の型式ごとに少なくとも 1個は接続すべきであり、実行できる場合には、各ケーブルは実使用状態における典型的な装置で終端すること。同一型式の複数の接続端子がある EUT では、負荷又は機器を典型的な個数接続すること。ただし、例えば事前測定によって、接続端子の負荷及び機器の個数を増やしても、妨害波レベルが大幅に増加しない (すなわち 2 dB を超えない) こと又はイミュニティレベルが大幅に低下しないことが確認されていれば、負荷の個数は接続端子の型式ごとに 1個で十分である。接続端子の構成及び負荷の状態に関する根拠は、試験報告書に記載すること。

接続する追加のケーブルの数は、これらの追加によって許容値に対するマージンが大幅に変化 (例えば 2 dB) しなくなるまで増やすこと。場合によっては、装置、負荷、接続装置及びケーブルの最適構成は、エミッション試験とイミュニティ試験では異なることがあり、その結果、EUT の共通配置を実現するために、EUT の構成に何らかの変更が必要になることがある。

ケーブル配置及び終端条件は次の要求事項に従うこと。

- ケーブルは、放射電磁界の垂直偏波と水平偏波の両偏波が放射／照射されるように配置すること。製品のエミッション規格とイミュニティ規格に指定されたケーブル配置とケーブル長を適用すること。しかしながら、両規格の要求事項が互いに相反する場合には、エミッション規格に指定されたケーブル配置と最大ケーブル長を優先すること。これらの要求事項は、イミュニティ試験中にエミッション規格のケーブル配置を適用し、かつ、電磁界に曝露されるケーブルの長さを少なくとも 1 m にすることで実現できる。ただし、製造業者がこれより短いケーブルの使用を指定した場合は除く。余分な長さのケーブルをケーブルのほぼ中央で長さ 30 cm から 40 cm までに束ねる。製品エミッション規格にケーブルの配置に関する仕様が規定されていない場合には、次の配置を適用する。
 - 卓上型 EUT (図 16 と図 17) では、UFA から出る EUT のケーブルは、UFA 内で全長 1 m (± 0.1 m) を電磁界に曝露させ、その後床に垂らすこと。製造業者指定の最大ケーブル長が、卓上型装置 (高さ 0.8 m の試験台に置かれる) から大地面に垂れ下がる長さを含めると、水平に 1 m 伸ばす余裕がない場合、ケーブル長から 0.8 m を差し引いた残りを水平に配置するものとする。試験台から垂れ下がる相互接続ケーブルは、大地面から最小でも 0.4 m 離すこと。相互接続ケーブルを大地面から距離 0.4 m 以上離すことができない場合には、余分な長さのケーブルを 30 cm から 40 cm までの長さの束にして調節するものとする。
 - 床置型 EUT (図 18 及び図 19) では、UFA から出るケーブルが、UFA の内側で少なくとも 0.3 m 水平方向に配置した後、典型的な実使用状態 (床から入出力端子までの高さ) に従って垂直に配置すること。ケーブルのうち、床に沿って水平に配置される部分は、全体にわたって少なくとも高さ 10 cm 大地面から離して絶縁すること。

EUT の筐体間の相互接続ケーブルの扱いは、更に次に従うものとする。

- 製造業者指定のケーブル型式及びコネクタを使用すること。
- 製造業者指定のケーブル長が 3 m 以下である場合、指定のケーブル長を使用すること。曝露するケーブル長を 1 m (± 0.1 m) とし、卓上型装置の場合は余分なケーブルを長さ 30 cm から 40 cm までの束にし (図 16 と図 17 参照)、床置型装置の場合は長さ約 1 m の束にする (図 18 と図 19 参照)。
- 指定されたケーブル長が 3 m を超える場合又はケーブル長が指定されていない場合には、照射されるケーブル長を 1 m とする。余分な長さは UFA の外に引き出すこと。
- 卓上型装置と床置型装置の組合せからなる EUT の場合、各装置はそれぞれの規定に従い構成し、卓上型装置と床置型装置の間の接続ケーブルも規定に従うこと。
- 周辺装置で終端されていない接続ケーブルは、ケーブルに接続される周辺装置を模擬するディファレンシャル及びコモンモードのインピーダンスで終端することが望ましい。
- 何も接続されていないケーブルは、次のように終端してもよい (本編の 7.3.6.3 項も参照)。
 - 遮へい付き同軸ケーブルは、同軸終端器 (通常 50 Ω 又は 75 Ω) で終端すること。
 - 複数の内部芯線を有する遮へい付きケーブルは、EUT 製造業者の仕様に従って、コモンモード及びディファレンシャルモードについて終端すべきである。コモンモード終端は、内部芯線全体又は芯線のディファレンシャルモード終端器とケーブルの遮へいとを適切に接続する。コモンモード終端に関する情報が何もない場合には、150 Ω のコモンモード終端器を使用すべきである。

- 遮へいなしのケーブルは、製造業者の仕様に従ってディファレンシャルモードの終端器で終端すること。
- 試験を容易にするために、製造業者指定の最大長より短いケーブルを用い、かつ擬似終端器を接続した全てのケーブルは、本項に従って、更にコモンモードインピーダンス 150Ω で暗室の壁又は床と終端すべきである。

本編の 7.3.6.3 項については、次の項目を配慮すべきである。

- EUT を適切に稼働させるために関連装置 (AE) が必要な場合、AE が放射エミッション測定又は放射イミュニティ試験に影響しないことを確実にするために、特段の注意を払わなければならない。電波無響室にある相互接続ケーブルと電波無響室の遮へいとの間適切な接続が利用可能な場合は、測定中は電波無響室の外に AE を配置することができる。この相互接続ケーブルを通して高周波が漏れたり、侵入したりすることを防ぐ対策をとること。
- AE からの不要妨害波を抑止するための装置又は他の手段は、暗室の外又は床下に AE を配置すること。
- ケーブル配置、接続ケーブルとその終端の仕様、テストボリュームの外に出るケーブルへの CMAD の使用及びテストボリュームの外にある AE の妨害波の混入を抑止する手段などの試験構成及び配置を試験報告書に明記すること。

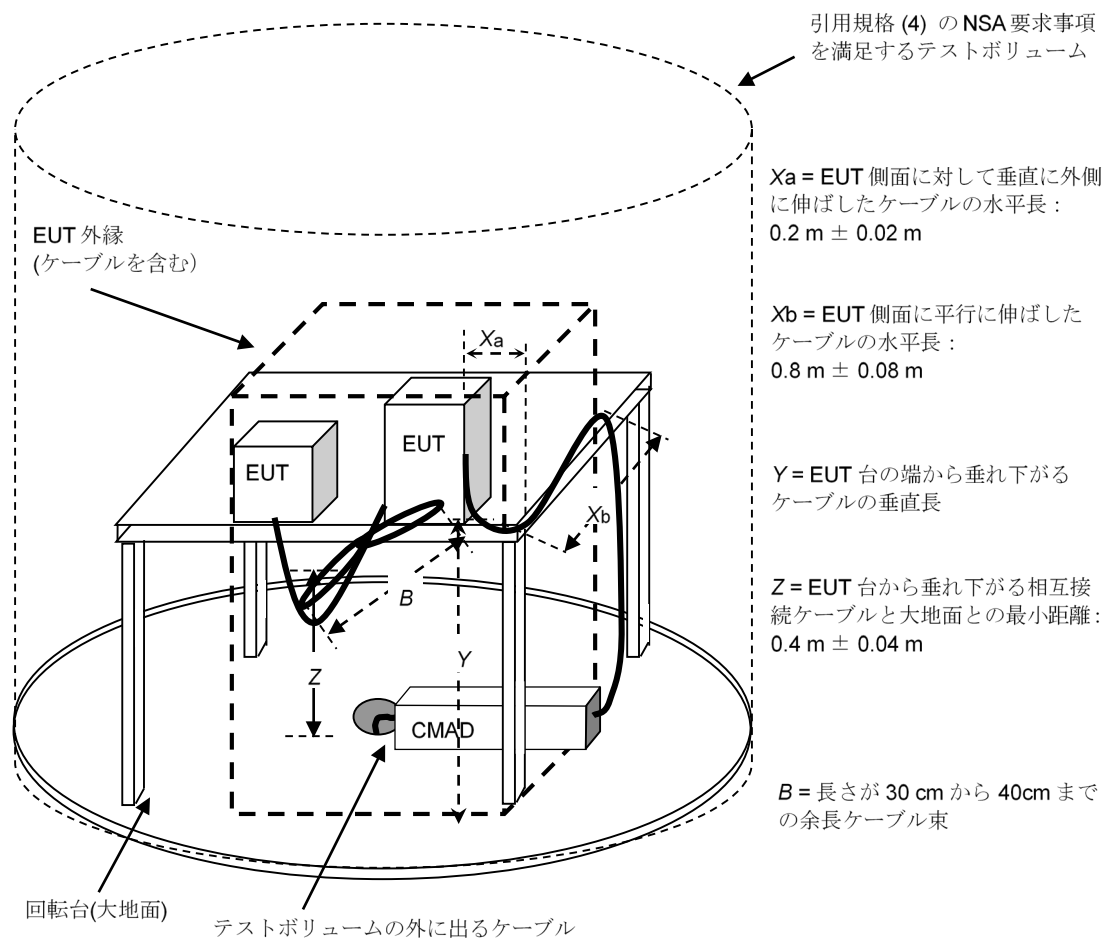


図 16 - 卓上型装置の試験配置

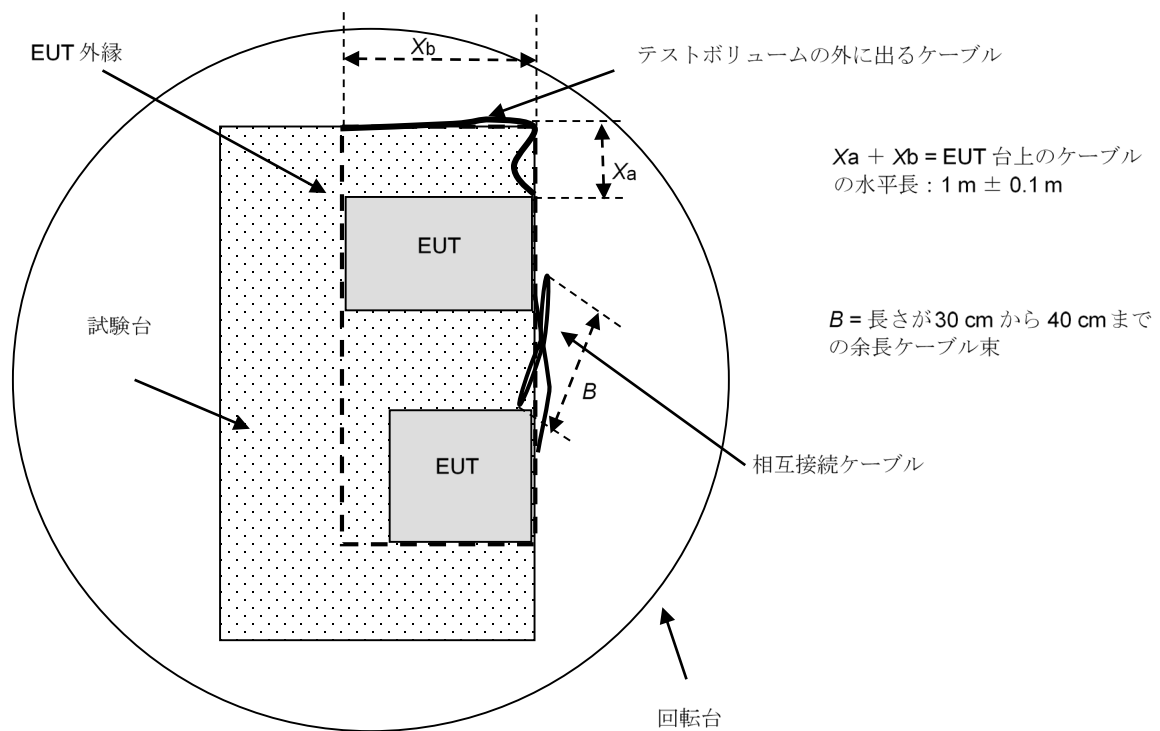
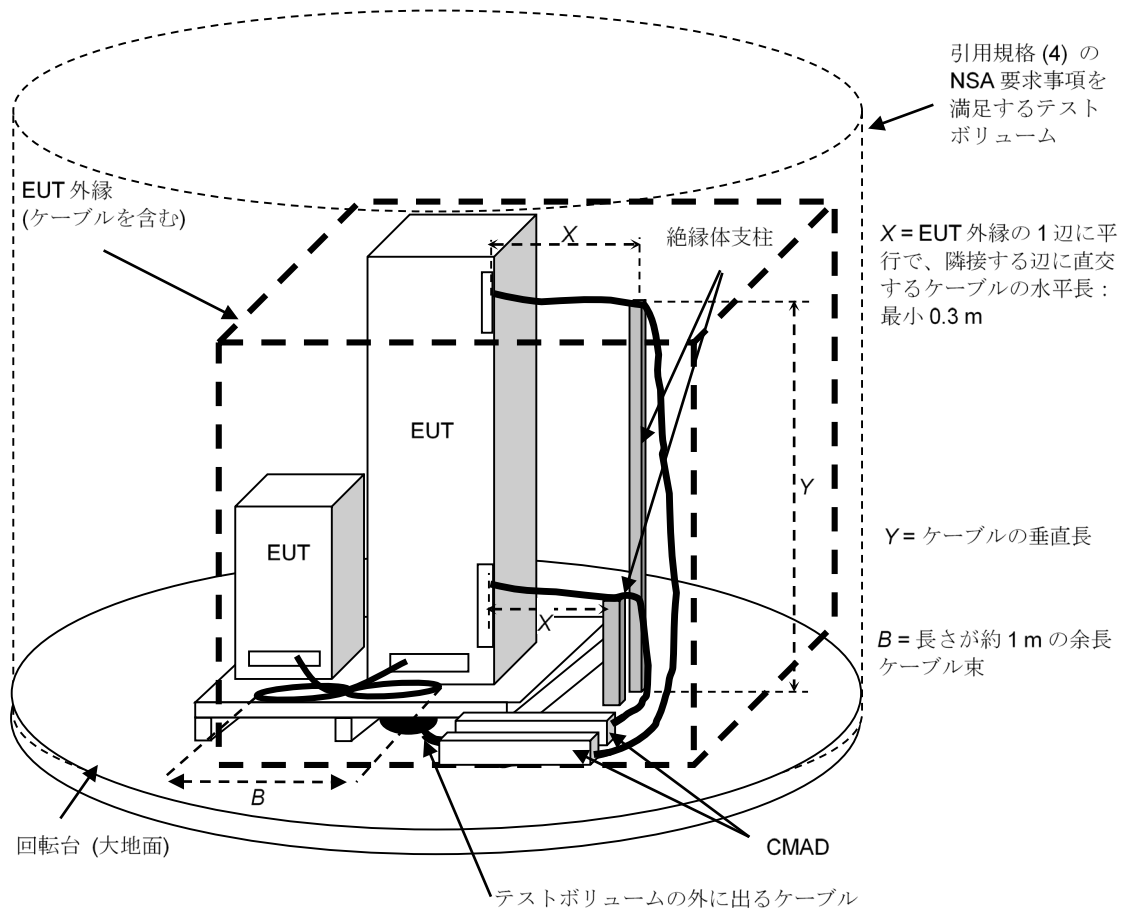
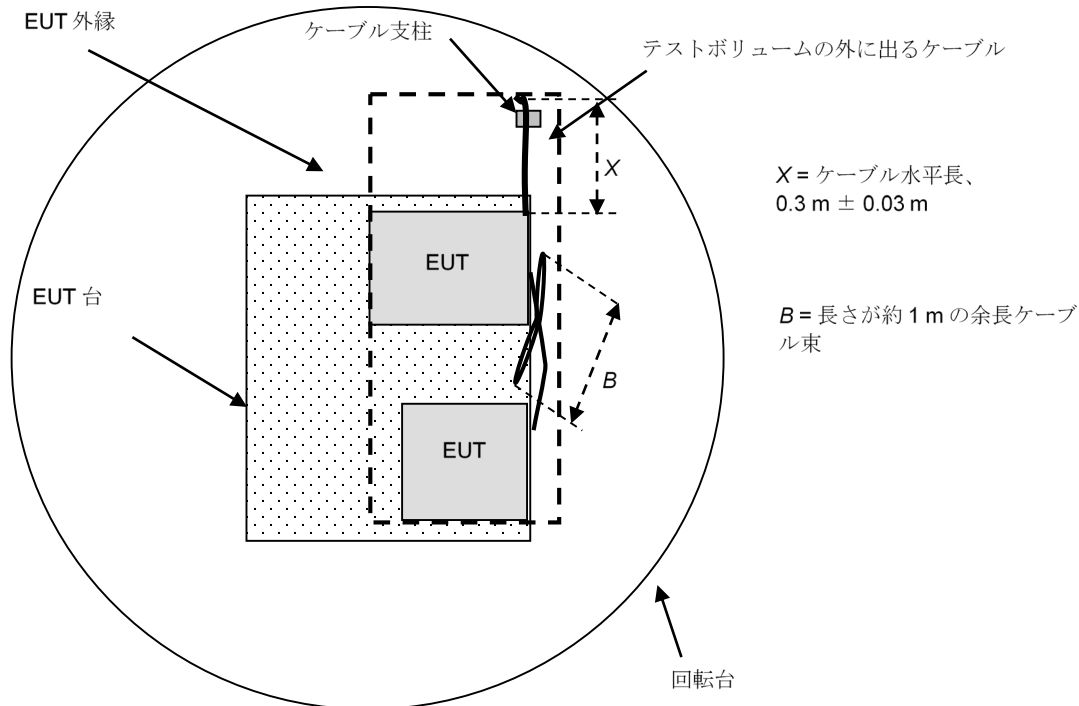


図 17 - 卓上型装置の試験配置、上面図



注) ケーブルは、ケーブル束の長さ制限を超えないように曲げること。

図 18 - 床置型装置の試験配置



注) ケーブルは、ケーブル束の長さ制限を超えないように曲げること。

図 19 - 床置型装置の試験配置、上面図

7.5.5 共通的なエミッション/イミュニティ試験の配置及び測定法に関する測定の不確かさ
妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。

7.6 電波全無響室 (FAR) 及び電波吸収体敷設型 OATS 又は SAC における測定 (1 GHz から 18 GHz まで)

7.6.1 測定量

測定する量は、測定距離の位置にある EUT から放射された妨害波の電界強度である。測定結果は、電界強度の単位で表現すること。

規格によっては、1 GHz 以上の放射妨害波許容値を P_{RE} (実効放射電力) の単位 dB(pW) で記載している。自由空間遠方条件では、実効放射電力から 3 m の距離における電界強度 dB(μ V/m) への変換は、次式によって行える。

$$E_{3m} = P_{RE} + 7.4 \quad (11)$$

3 m 以外の距離 d (m) では、次による。

$$E_d = P_{RE} + 7.4 + 20 \lg \left(\frac{3}{d} \right) \quad (12)$$

7.6.2 測定距離

EUT から放射される電界強度の測定距離は、3 m を推奨する。測定距離 d は、EUT の外縁と受信ア

アンテナ基準点の間の水平距離である（図 20 参照）。EUT は、ケーブルラック及び支持設備や長さが少なくとも 30 cm のケーブルを含む EUT の全ての部分を包含する。

例えば次のような状況では、他の距離を適用することもある。

- 周囲雑音が高い場合又は不要な反射の影響を低減する場合には、より短い距離を適用することがある。ただし、測定距離は $D^2 / (2\lambda)$ 以上を確保するよう注意することが望ましい。
- 大きな EUT の場合、EUT がアンテナビーム内に含まれるようにするために、より長い距離を適用することがある。

EUT から発生する妨害信号の主な成分は、信号同士が干渉する（強めあう）ことなく（インコヒーレントな）点波源から放射されると想定されるため、 D は EUT の寸法ではなく、測定アンテナの寸法を用いて上記の最小距離（すなわち $D^2 / (2\lambda)$ ）を表す。

3 m 以外で測定を行う場合、距離は 1 m 以上で、かつ、10 m 以下であること。このような場合、自由空間伝搬を仮定して、測定データを距離 3 m の値に換算すること。異なる距離での測定結果からの換算値は、その距離での測定結果と必ずしも良い相関を持たない。本試験方法を利用する規格又は仕様では、推奨測定距離を明らかにすることが望ましい。

7.6.3 EUT の試験配置と動作条件

一般的な指針として、EUT の試験配置及び動作条件は 1 GHz 以下での測定と同じでなければならない。可能であれば、試験配置は、EUT の最も典型的な構成（例えば、卓上、床置き、ラックマウント、壁掛け等）とする。1 GHz 以上の測定では、一般的にアンテナと EUT 間の床に吸収体が必要であることを考慮して試験配置を決めることが望ましい。可能であれば、1 GHz 以上の妨害波測定において、EUT は吸収体の高さより高く上げることが望ましい。

もし EUT 全体を吸収体の高さ上げることができなければ（例えばラックマウント又は床置きの装置）、なるべく放射源が吸収体より高く置かれるように EUT を（例えば棚又はシャーシ内で）構成することが望ましい。EUT は、引用規格 (4) に記載されているように、試験場の検証で確立されたテストボリュームに配置されなければならない。もし、EUT 又はその放射源を吸収体より高く上げることが困難であるか又は安全でない場合は、EUT のうち吸収体に隠れる部分が 30 cm 以下になるように配置すること（7.6.6.1 項と図 20 参照）。

実際に行った EUT の構成と試験配置を、試験報告書に記録すること。また、試験設備の床又は回転台の表面、床に置いた吸収体（高さや場所）、及び受信アンテナに対する EUT の配置を明らかに示す写真又は図を添付すること。

7.6.4 試験場

試験場は、引用規格 (4) の要求事項を満足すること。

7.6.5 測定機器

測定機器は、引用規格 (2) と引用規格 (4) の要求事項を満足すること。

尖頭値許容値に対する適合性確認のための測定は、引用規格 (2) で規定する帯域幅 1 MHz（インパルス帯域幅）の尖頭値測定用スペクトラムアナライザ又は受信機を用いて行うこと。

平均値許容値に対する適合性確認のための測定は、帯域幅 1 MHz（インパルス帯域幅）の尖頭値測定用スペクトラムアナライザを用い、引用規格 (2) に従ってビデオ帯域幅を狭くして測定を行うこと。平均値測定において必要なビデオ帯域幅は、被測定入力信号の最も低いスペクトル間隔よりも狭めること。

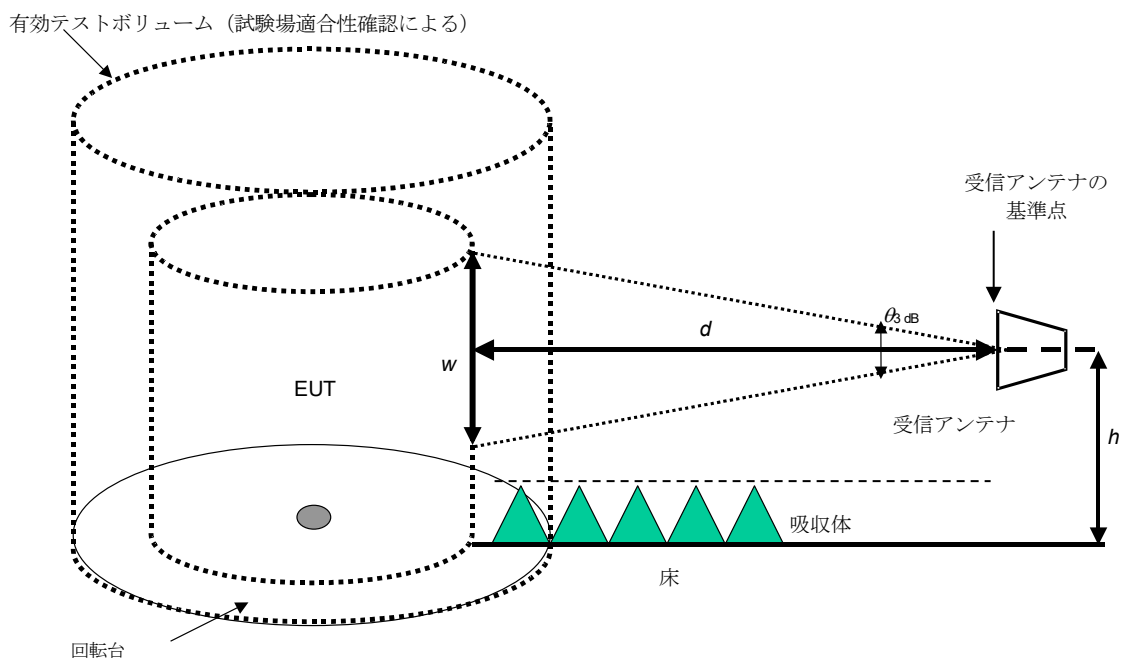
注) 表示モードをリニアに設定し、かつビデオ帯域幅を測定入力のスペクトル間隔よりも狭めることによって、スペクトラムアナライザを平均値測定に使用できる。例えば、入力信号のパルス繰り返し周波数 (PRF) が 1 kHz の場合、ビデオ帯域幅を 1 kHz 以下に設定すれば、入力信号の包絡線の直流成分 (すなわち平均値) だけがビデオフィルタを通る。

これらの条件を満足するならば、他の方式の線形平均値検波器を用いることができる。一般に平均値測定を行う場合、スペクトラムアナライザはリニア表示モードに設定すること (対数表示モードではない)。狭いビデオ帯域幅を使用するため、正確な測定結果を得るには、スペクトラムアナライザの周波数掃引時間を長くする必要がある。許容値が対数検波器を使用することを前提に決められている場合は、対数表示モードの平均値測定が許容される。

7.6.6 測定手順

7.6.6.1 1 GHz 以上の放射妨害波の電界強度測定方法

1 GHz 以上の放射妨害波の測定は、図 20 に示すように EUT から放射された妨害波の電界強度の最大値を測定することを目的とする。



注) グランドプレーンに配置された吸収体は、説明だけを目的としている。試験場の検証要件に準拠するための吸収体の配置に関する詳細なガイダンスについては、引用規格 (4) を参照すること。

図 20 - 1 GHz 以上の測定方法、垂直偏波での受信アンテナ

図 20 で使用しているパラメータと用語の定義を次に示す。

- 有効テストボリューム：試験場の適合性確認試験で有効と判断された EUT ボリューム (引用規格 (4) 参照)。この空間の大きさによって試験できる EUT の最大寸法が決定される。
- EUT (ボリューム)：ケーブルラックと長さが少なくとも 30 cm のケーブルを含み、実際の EUT 全体を包含する最小直径の円筒空間。この円筒空間に配置されている EUT は、その中心を軸として回転できること (一般的に遠隔制御の回転台による)。EUT は有効テストボリューム内に配置さ

れなければならない。EUT が床置きで、かつ吸収体の高さより上に上げられない場合に限り、次に定義する w の内 30 cm までは床の吸収体に隠れてもよい (7.6.3 項参照)。

- $\theta_{3\text{dB}}$: 対象とする各周波数における受信アンテナの E-面又は H-面の 3 dB ビーム幅のいずれか小さい値。受信アンテナ製造業者のデータを使用してもよい。
- d : 測定距離 (m)。EUT の最大外縁と、受信アンテナの基準点の間の水平距離。
- w : 測定距離 d にある受信アンテナの $\theta_{3\text{dB}}$ により包含される EUT の最大外縁における鉛直線の長さ。実際のアンテナの特性と測定距離に対応して式 (13) を使って w を計算すること。 w の値は、試験報告書に記載すること。製造業者によって提供された受信アンテナビーム幅の仕様に基づいて計算を行ってもよい。

$$w = 2d \times \tan(0.5 \times \theta_{3\text{dB}}) \quad (13)$$

w は、少なくとも表 4 に示す値以上であること。

- h : 床から測った受信アンテナの基準点の高さ。
表 4 に許容できる w の最小値 (w_{min}) を示す。この値は、表 4 の示す $\theta_{3\text{dB (min)}}$ 値と、7.6.2 項で規定した最小測定距離 1 m でのテストに基づき、式 (13) から算出したものである。実際に使用する測定距離 d 及びアンテナ型式は、測定周波数全てにおいて w が表 4 の値以上になるように選択する。表 4 に記載していない周波数に関する最小値 w_{min} は、近接する 2 周波数の間で直線的に補間した値とする。表 5 に、3 種のアンテナについて、1 m、3 m 及び 10 m の測定距離で式 (13) から算出した w 値の例を示す。

EUT を 0 度から 360 度まで回転するとともに受信アンテナを高さ方向に移動することで、最大妨害波を測定できる。図 21 に、二つの典型的な EUT について、鉛直方向の移動範囲を示す。

表 4 - w の最小値 (w_{min})

周波数 GHz	$\theta_{3\text{dB, min}}$	w_{min} m
1.00	60	1.15
2.00	35	0.63
4.00	35	0.63
6.00	27	0.48
8.00	25	0.44
10.00	25	0.44
12.00	25	0.44
14.00	25	0.44
16.00	5	0.09
18.00	5	0.09

a) 長さ w は、表 4 の最小値以上であること。また、他のアンテナ及び距離を使用してもよいが、式 (13) から計算される w の値は、表 4 の最小値 w よりも大きいこと。

b) 両偏波の測定によって、受信アンテナのそれぞれの高さで、面積 w^2 (m^2) 以上の方形領域から放射される妨害波を測定していることになる。

c) 場合によっては、 w の範囲内に EUT の複数の構成要素を含むことがある。例えば、複合システムでは、多数の装置を同時に試験することとなる。

d) 高さ方向のアンテナ走査は w の値に依存するので、より広いビーム幅のアンテナ及びより長い測定距離を選択することによって w を大きくすれば、測定効率を上げることができる。

e) 使用したアンテナのパターンとビーム幅は測定結果に影響を及ぼす。アンテナ係数の不確かさに加えて、少なくとも次の二つの要因が測定結果に影響を及ぼす。すなわち、1) アンテナパターンのリップル又は特異な指向

性及び、2) アンテナごとに異なるビーム幅。これらの要因は、アンテナビーム幅内にある EUT の波源の数に依存して、異なる測定結果を与えることがある。

表 5-3 種のアンテナに関する w の値の例

周波数 GHz	DRG horn				LPDA 又は LPDA-V ^a			
	$\theta_{3\text{ dB}}$ °	$d = 1\text{ m}$	$d = 3\text{ m}$	$d = 10\text{ m}$	$\theta_{3\text{ dB}}$ °	$d = 1\text{ m}$	$d = 3\text{ m}$	$d = 10\text{ m}$
		w m	w m	w m		w m	w m	w m
1.00	60	1.15	3.46	11.55	60	1.15	3.46	11.55
2.00	35	0.63	1.89	6.31	55	1.04	3.12	10.41
4.00	35	0.63	1.89	6.31	55	1.04	3.12	10.41
6.00	27	0.48	1.44	4.80	55	1.04	3.12	10.41
8.00	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
10.00	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
12.00	25	0.44	1.33	4.43	50	0.93	2.80	9.33
14.00	25	0.44	1.33	4.43	45	0.83	2.49	8.28
16.00	5	0.09	0.26	0.87	40	0.73	2.18	7.28
18.00	5	0.09	0.26	0.87	40	0.73	2.18	7.28

^a LPDA-V: V-type log periodic dipole array. The values shown for $\theta_{3\text{ dB}}$ and w are typical of both the LPDA and LPDA-V. However, these antennas typically have different gains.

^a LPDA-V は、V スタック形の対数周期ダイポールアレイアンテナ。表の $\theta_{3\text{ dB}}$ 及び w の値は、LPDA 及び LPDA-V 両方に適用できる典型的な値である。しかし、これらのアンテナは、一般的に利得が異なる

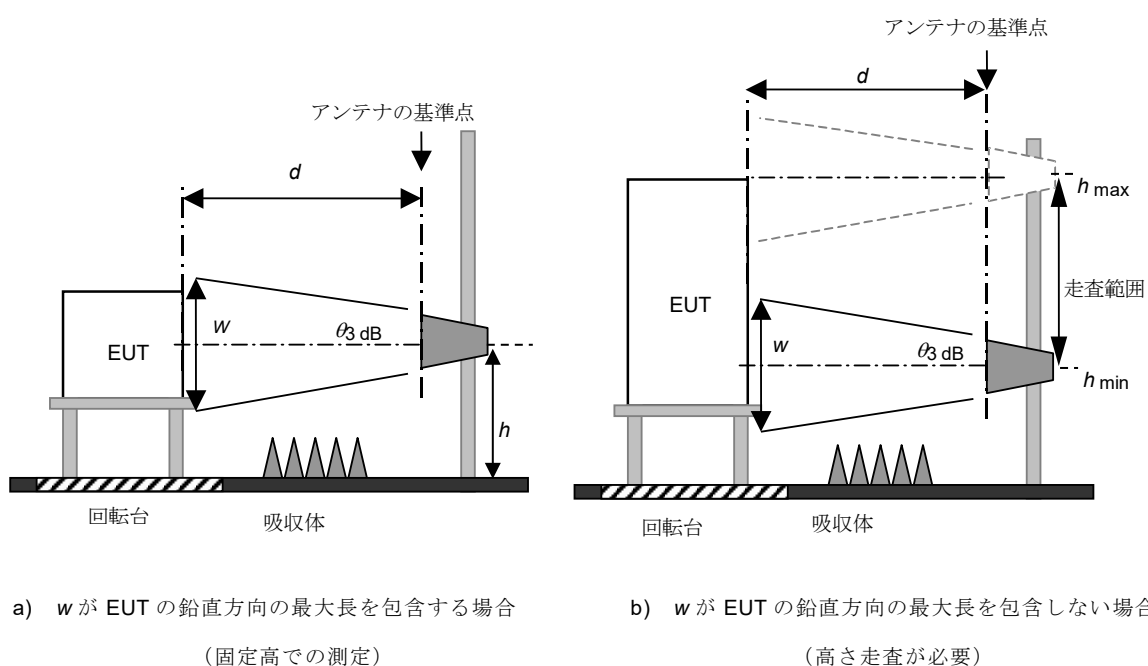


図 21 - 二つの異なる EUT に関するアンテナ高走査範囲

EUT の鉛直方向の最大長が w 以下の場合、受信アンテナの中心は EUT の中心と同じ高さにとすること (図 21 a))。EUT の鉛直方向の最大長が w よりも大きい場合、図 21 b) に示すように、アンテナの中心を鉛直に走査すること。走査範囲 h は、1 m から 4 m までである。もし、EUT の鉛直方向の最大長が 4 m 以下なら、EUT の鉛直方向の最大長を超えて受信アンテナの中心を上げる必要はない。いずれの場合においても、受信アンテナの固定高さ又は走査した鉛直方向の範囲を試験報告書に記録

すること。

上記によってアンテナ高走査が必要な場合、最大妨害波を得るために、必要な鉛直方向の範囲内の連続的な走査が推奨される。もし段階的に高さを変化する場合は、最大妨害波を捕えられるように、高さの刻み幅を十分に小さくすること。

水平方向の範囲については、EUT が w 内に完全に収まっていなくてもよい。EUT の幅が w より大きい場合、EUT の水平方向の中心を測定軸に置き、EUT を回転させることによって最大電界強度を求めれば、水平方向のアンテナ走査は不要である。ただし、製品規格で規定されている場合は、その限りでない。

7.6.6.2 従来の（非統計的）検波器を使用した測定

7.6.6.2.1 一般的な測定手順

どのような EUT でも、まず事前測定を行い（7.6.6.2.3 項参照）、最大値を示す周波数を検出する。その後、最終測定を行う（7.6.6.2.4 項参照）。双方の測定とも許容値を規定した距離で行うのが望ましい。何らかの理由によって、規定の距離と異なる距離で最終測定を行う場合は、まず規定の距離で測定を行っておけば、測定結果に疑義を生じたときの結果の解釈に有益である。

これらの測定を行う場合、試験に先立って許容値に対して十分な測定感度があるか否かを調べる。もし、総合的な測定感度が不十分な場合は、低雑音増幅器、近距離測定又は高利得アンテナを使ってもよい。近距離測定又は高利得アンテナを利用する場合は、EUT の大きさとビーム幅の関係に注意すること。なお、前置増幅器を使う場合は、測定システムの過負荷レベルについても十分に留意すること。

高レベルの測定対象外の電磁波が混入する状況で、弱いレベルの妨害波を測るときは、測定機器の焼損及び飽和に対する保護が必要である。例えば、帯域通過型、帯域阻止型、低域通過及び高域通過型フィルタの組合せを使うことができる。その場合、測定の周波数におけるそれらのフィルタや他の追加装置の挿入損失を求め、測定の報告書に記載する測定結果の計算に当たっては上記の挿入損失を考慮すること。

注) 非線形効果（過負荷、飽和など）が影響しているかどうかを調べる簡単な方法は、測定機器の入力端（もし、前置増幅器が使用されているならばその入力端）に 10 dB の減衰器を挿入し、（非線形効果を引き起こす可能性がある）高レベルの測定対象外の電磁波が混入した状態で、測定値が 10 dB 減衰することを確認することである。

7.6.6.2.2 条件付測定手順

EUT の内部最高周波数（3.1.27 参照）が 108 MHz 未満の場合、妨害波は少なくとも 1 GHz まで測定すること。

EUT の内部最高周波数が 108 MHz から 500 MHz までの間にある場合、妨害波は少なくとも 2 GHz まで測定すること。

EUT の内部最高周波数が 500 MHz から 1 GHz までの間にある場合、妨害波は少なくとも 5 GHz まで測定すること。

EUT の内部最高周波数が 1 GHz を超える場合、妨害波は内部最高周波数の 5 倍、又は許容値が定義されている最高周波数のどちらか低い方まで測定すること。

7.6.6.2.3 事前測定手順

本項の手順は参考例である。規定の測定要求は 7.6.6.2.4 項に記載する。指定の動作モードに対する最大放射妨害波は事前測定中に見つけられるかもしれない。

測定時間を削減するために、最初に尖頭値検波による測定を行い、その測定結果を平均値許容値と比

べることを推奨する。尖頭値検波による結果が平均値許容値を超える周波数範囲についてだけ平均値検波による測定を行い、その測定結果を平均値許容値と比較する。

放射妨害波を求める事前測定手順のガイドラインは、次による。

- a) 測定用受信機を尖頭値検波及び最大値保持機能に設定し、アンテナの使用可能周波数全域にわたって、周波数スキャン又は掃引モードを適用する。
- b) 妨害波を確実に捕捉できるように、適切な周波数走査時間又は周波数掃引時間に設定する。
- c) 測定用受信機のノイズフロアを減少させるために、必要ならば、分解能帯域幅を狭めてもよい。この場合、広帯域妨害波の表示レベルが減少することがあるので、妨害波が広帯域か狭帯域かを判定するための追加の調査が必要になることがある。
- d) 連続又は 15° 以下の単位で EUT を水平面内で 360° 回転させて、測定する各周波数での最大妨害波を求める。なお、この測定は両偏波面について行う。
- e) 回転台が連続回転モードの場合、測定用受信機の周波数掃引時間は、回転台が 15° 回転するまでに、選択周波数幅全体を掃引できるように設定する。もし、回転台の回転速度が速く、測定用受信機の掃引完了までに 15° より大きく回転する場合は、より狭い周波数掃引範囲を選択し、測定用受信機の周波数走査時間を短くして、最大 15° までに 1 掃引を完了するように設定する。
- f) 最大妨害波の周波数を求めるために、7.6.6.1 項（及び図 21）によって必要とされる全てのアンテナ高及び EUT の様々な動作条件に対して、上記の方法を適用する。
- g) 上記 a) から d) によって選定された最大妨害波の周波数を更に詳細に決定するために、周波数幅を狭め（一般的に 5 MHz 以下）、アンテナ高及び回転台の刻み幅を狭めて、妨害波レベルが許容値に近い周波数付近を調査すること。一般的に、許容値から約 10 dB の範囲内にある妨害波の全ての周波数について、上記の狭い周波数幅とより細かな回転／アンテナ高の刻み幅による調査が必要になる。

7.6.6.2.4 最終測定手順

事前測定で最大妨害波が確認された構成（アンテナ高、EUT の向き等）で、規定の測定距離における EUT からの妨害波の電界強度を測定する。この最終測定では、事前測定によって明らかになった妨害波が最も高くなる測定条件を用いて行うこと。

この最終測定では、測定用受信機の測定時間を周波数幅によって決まる値以内とし、最大値保持機能を用いて測定値を得ること。この測定時間は、EUT の動作条件及びこの製品特有の動作サイクルを考慮して、各製品又は製品群ごとに規定することが望ましい。最終測定は、規定された全ての検波器を使って実施しなければならない。その代わりに、尖頭値検波による測定結果だけで、規定された全ての許容値への適合性を判断してもよい。

もし、事前測定で最大妨害波を発生する EUT の条件（アンテナ高、EUT の方位、動作条件など）を決めることができなければ、測定する個々の周波数に対して次の追加の測定を行わなければならない。

- a) EUT の鉛直最大長が w 以下である場合、受信アンテナの中心を、EUT 中央の高さに取りつけること（図 21 a) 参照）。
- b) EUT の鉛直最大長が w より大きい場合、アンテナ高の走査は、7.6.6.1 項で指定されている走査範囲（上限又は下限まで）に従って実施すること。
- c) 全ての事例で、最大妨害波を見つけるために、EUT を 0° から 360° まで回転すること。そして、水平及び垂直偏波の両方で測定を実施すること。

要約すると、1 GHz以上の最終測定は、次の規定の測定によって最大妨害波を求めることである。そのうちの幾つかの値は、事前測定によって得られることがある。

1) 回転台の回転によって EUT を水平面内で 0° から 360° 回転させること。または、受信アンテナを EUT の全周囲に移動しなければならない。

1° から 15° までの間の方位角ステップで事前測定が行われた場合、最終測定は事前測定で見つかった方位角を中心に少なくとも前後のステップ幅内の全角度にわたって、連続的に最大放射位置を探すこと。

2) もし、EUT が鉛直方向で w よりも高ければ、受信アンテナ高を走査すること。

3) 水平及び垂直偏波の両方で測定すること。

7.6.6.3 APD（統計量）機能による測定

7.6.6.3.1 概要

妨害波の振幅確率分布（APD）測定によって測定対象の妨害波の統計的な特性が得られる。APD 測定の利用に関する背景情報は、参考文献 [3] の 4.7 節に説明されている。製品規格が指定すれば、APD 測定を妨害波試験の最終妨害波測定に利用することができる。この APD 測定は、EUT の妨害波電界強度が高い周波数で行うこと。測定すべき周波数の個数と選択方法は、製品規格が指定する。

APD 測定は、次の二つの方法のいずれかの方法で行うこと。第 1 の方法では、指定された時間確率 ρ_{limit} に対応する妨害波レベル E_{meas} (dB($\mu\text{V}/\text{m}$)) を測定する（方法 1、7.6.6.3.2 項参照）。第 2 の方法では、妨害波レベルが指定された値 E_{limit} (dB($\mu\text{V}/\text{m}$)) を超える時間確率 ρ_{meas} を測定する（方法 2、7.6.6.3.3 項参照）。これら二つの APD 測定法の詳細を示すために追加情報と図を付則 D に示す。

製品規格が APD 測定を採用する場合、方法 1 と方法 2 のいずれかを選択すること。AD 変換器を含まない APD 測定器は、方法 2 だけを使用すること。AD 変換器を含む APD 測定器は、方法 1 と方法 2 のどちらにも使用できる。

許容値 (E_{limit} と ρ_{limit}) 対の個数とそれらの値は、製品規格が指定する。なお、製品規格は、APD 許容値とともに尖頭値許容値を規定すること。

7.6.6.3.2 方法 1 - 妨害波レベルの測定

この測定は、次の手順によって実行すること。

1) スペクトラムアナライザの RBW と VBW は、引用規格 (2)（周波数 1 GHz 以上の測定）に従って設定する。

2) 妨害波の電界強度が高い周波数を見つける。これには、対象とする周波数幅で最大値保持機能を利用すればよい。この手順を適用する場合は、尖頭値検波で実施すること。

注) 狭帯域妨害波が広帯域妨害波に隠れている場合、最大値保持機能と尖頭値検波を組み合わせると、狭帯域妨害波が見過ごされることがある。したがって、測定すべき狭帯域妨害波の周波数を見つけるには、追加測定が必要になることがある。製品規格によっては、平均値検波器又はデジタルビデオ平均化機能による追加掃引測定を規定することがある。さらに、APD 測定の対象周波数の個数も、製品規格によって指定することがある。

3) APD 測定を実施する周波数を決定する。測定周波数の個数は、製品規格によって指定される。

4) スペクトラムアナライザの中心周波数を、手順 3) で決定された周波数に設定する。

5) スペクトラムアナライザの基準レベルを、手順 2) で得られた最大妨害波レベルより少なくとも 5 dB 上に設定する。

- 6) スペクトラムアナライザをゼロスパンモードに設定し、製品規格によって指定された測定時間中の妨害波の APD を測定する。測定時間は妨害波の発生周期より長いこと。
妨害波の発生周波数変動する場合、製品規格は、APD を測定すべき複数の妨害波の周波数範囲 XX (単位は MHz) を指定する。 XX MHz の範囲において 1 MHz の周波数間隔で APD を測定する。しかしながら、APD 測定値が、APD 許容値 - 6 dB 以上となる周波数では、より狭い周波数間隔 (例えば 0.5 MHz) での追加測定が必要になることがある。このような、狭い周波数間隔は、製品規格によって指定される。
- 7) スペクトラムアナライザの中心周波数を、手順 3) で決定した測定周波数の別の周波数に移す。全ての測定周波数に対する APD 測定を終えるまで手順 4) から 6) までを繰り返す。
- 8) 手順 6) の結果から、指定された時間確率 ρ_{limit} に関する妨害波レベル E_{meas} (単位は dB(μ V/m)) を読み取る。
- 9) 妨害波レベル E_{meas} dB(μ V/m) を、許容値 E_{limit} dB(μ V/m) と比較する。全ての測定周波数で E_{meas} が E_{limit} 以下であれば、その EUT は規格に適合していると判断する。

7.6.6.3.3 方法 2 - 時間確率の測定

この測定は、次の手順を用いて実行すること。

方法 2 の手順 1)、2)、3)、4)、5) 及び 7) は、方法 1 (7.6.6.3.2 項) と同じ項番の手順に対応する。

方法 2 は、方法 1 の手順 6)、8)、9) を次のように変更する。

- 6) スペクトラムアナライザをゼロスパンモードに設定し、製品規格によって指定される測定時間中の妨害波の APD を測定する (または、指定されたレベルに関する時間確率 ρ_{meas} を直接測定する)。
- 8) 上記の手順 6) の結果から、妨害波レベルが指定された値 E_{limit} (単位は dB(μ V/m)) を超える時間確率 ρ_{meas} を読み取る。
- 9) ρ_{meas} を許容値 ρ_{limit} と比較する。全ての測定周波数で ρ_{meas} が ρ_{limit} 以下であれば、その EUT は規格に適合していると判断する。

7.6.7 FAR の測定不確かさ

妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に示されている。

7.7 設置場所測定 (9 kHz から 18 GHz まで)

7.7.1 設置場所測定の適用及び準備

特定の場所、すなわち電気機器がその近傍の無線受信に干渉を引き起こすことが疑われる場所での干渉問題の調査には、設置場所測定が必要になることがある。関連する製品規格で認められている場合、技術的な理由から標準試験場で放射妨害波測定を行うことが不可能な場合は、適合性の評価のために設置場所測定を行うことができる。設置場所測定の技術的な理由は、標準試験場での測定には EUT の寸法及び/又は重量が大き過ぎること、又は、EUT (を動作させるため) の基盤設備への相互接続が高価過ぎることである。EUT の設置場所測定結果は、通常、試験場所間又は標準試験場で得られた結果とは異なるため、型式試験には使用できない。

注) 一般に設置場所における環境では、導体構造物と測定用アンテナ/EUT 間の相互結合があり、更に周囲の電磁界に多かれ少なかれ影響されるため、設置場所における測定は、引用規格 (4) で規定する適切な試験場 (OATS 又は代替試験場、例えば、SAC) での測定に完全に置き換えることはできない。

対象とする EUT は、通常一つ又はそれ以上の機器及び/又はシステムから成り、設置場所の設備の

一部又はその設備に接続されている。EUT の最外郭を結ぶ外縁線は、通常、測定距離の基準点となる。製品規格によっては、建物の外壁又は商業地区若しくは工業地域の境界が基準点となる場合がある。

EUT 内の潜在的な妨害波源（例えば、発振器）を考慮に入れて、周囲雑音から分離して測定すべき妨害波の電磁界強度及び周波数を特定するために事前測定をしなければならない。これらの測定には、広い周波数にわたってスペクトル解析ができる測定用受信機を使用することが推奨される。妨害波の周波数及び振幅の特定には、電流プローブを接続ケーブルに取りつけるか又は近傍界プローブ若しくは測定用アンテナを EUT に近接して設置することが推奨される。

測定可能な場所において、選択した複数の周波数で測定を行い、EUT が最大の妨害波電磁界強度を発生する動作条件を決定すること。その後、これらの動作条件で EUT の妨害波測定を行うこと。

EUT が機器の一部であるときは、他の機器の動作から独立して動作状態を切り替えることができないため、最大妨害波を発生する条件に設定することはできないかもしれない。幾つかの装置及び動作モードの状況が、時間に依存し、特に周期的に動作する場合もある。これらの場合、最大妨害波の発生条件になると考えられる周期で観測すること。

選択された周波数のそれぞれについてほぼ同じ測定距離で EUT の周囲で測定を行い、最大の妨害波強度の方向を決定すること。EUT は少なくとも三つの異なる方向で測定されることが望ましい。各周波数での最終的な妨害波強度の測定は局所的（周囲）条件を考慮しつつ、最大の妨害波強度の方向で行わなければならない。この方向は、周波数ごとに異なる可能性がある。最大の妨害波電磁界強度は、アンテナを垂直及び水平偏波に配置して測定すること。

7.7.2 周波数範囲 9 kHz から 30 MHz までの設置場所電磁界強度の測定

7.7.2.1 測定方法

妨害波磁界強度は、EUT の妨害波強度が最大になる動作条件で、かつ最大放射方向で測定すること。

引用規格 (4) の 4.3.2 項に規定されたループアンテナを高さ 1 m（地面とアンテナの最下端の間隔）で、かつ規定の測定距離 d_{limit} に設置して、妨害波の水平磁界成分を測定すること。アンテナを回転させて妨害波の最大強度を測定すること。

任意の方向に配置された線路から発生する妨害波の最大電磁界強度の測定では、アンテナを直交する 3 方向に向けることが望ましく、測定電界強度は次式で計算される。

$$E_{\text{sum}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

電磁界の磁気成分を測定し、許容値が等価電界強度表示の場合は、磁界強度に自由空間インピーダンス 377Ω を乗算することによって等価電界強度に変換することができる。この場合、磁界強度は次式で与えられる。

$$H_{\text{sum}} = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}$$

この値は、許容値が磁界強度で与えられている場合に使用することができる。

アンテナを直交する 3 方向に配向できない場合は、アンテナの向きを手で変えて最大妨害波磁界強度を探索し、測定することができる。

7.7.2.2 規定の距離以外の測定距離

製品規格又は共通規格で規定されている距離 d_{limit} に準拠することが不可能な場合は、規定距離より

も短い又は長い距離において最大放射方向で測定をすること。規定距離を使用できない場合は、規定距離よりも短い又は長い、少なくとも 3 個の異なった距離で測定しなければならない。

測定結果（デシベル）を対数目盛で表した測定距離の関数として作図する。測定結果をまとめるために 1 本の線を引く。この線は電磁界強度の減衰特性を表しており、測定距離以外の距離、例えば、規定距離における妨害波強度を決定するために使用することができる。

7.7.3 周波数範囲 30 MHz 以上における設置場所電磁界強度測定

7.7.3.1 測定方法

妨害波電界強度を、妨害波が最大になる EUT の動作条件において、最大放射方向かつ規定の距離で測定すること。広帯域アンテナを用いて、水平及び垂直偏波の最大妨害波電磁界強度を、実行できる限り 1 m から 4 m までの高さで測定し、最大値を求めること。

200 MHz までの周波数範囲ではバイコンカルアンテナを用いて測定し、200 MHz を超える周波数範囲では対数周期ダイポールアレイアンテナを用いて測定することを推奨する。測定用アンテナと付近の金属物体（ケーブルも含む）との距離は、2 m を超えることが望ましい。

7.7.3.2 規定の距離以外の測定距離

規定の測定距離 d_{std} は、製品規格又は共通規格で規定される。もし規定の距離を確保できない場合、7.7.2.2 項に記載するように、異なった測定距離で妨害波電磁界強度を測定すること。各測定ではアンテナを高さ方向に走査すること。規定の距離 d_{std} における妨害波電磁界強度は、電磁界強度の測定値を測定距離の対数値に対して図示して、7.7.2.2 項と同様に決定すること。

様々な距離で測定することが不可能で、距離をビル外壁又は敷地の境界を基準にする場合、測定結果を、式 (14) を用いて規定の距離に換算すること。

$$E_{std} = E_{meas} + 20 n \lg \frac{d_{meas}}{d_{std}} \quad (14)$$

ここで、

E_{std} 妨害波許容値との比較に使用する規定の距離での電界強度値、単位は dB(μ V/m)。

E_{meas} 測定距離における電界強度値、単位は dB(μ V/m)。

d_{meas} メートル表示の測定距離、単位は m。

d_{std} メートル表示の規定距離、単位は m。

n は、次のように、距離 d_{meas} に依存する。

もし、 $30 \text{ m} \leq d_{meas}$ ならば、 $n = 1$

もし、 $10 \text{ m} \leq d_{meas} < 30 \text{ m}$ ならば、 $n = 0.8$

もし、 $3 \text{ m} \leq d_{meas} < 10 \text{ m}$ ならば、 $n = 0.6$

注) 1 より小さい n は、測定距離と規定の距離の差異を補正している。

3 m より近い測定距離は、使用してはならない。

様々な距離で測定することができず、かつ測定距離の基準がビルの外壁又は敷地の境界でないため式 (14) を使用できない場合、電界強度は、妨害波の実効放射電力を測定することによって決定することが望ましい (7.7.4 項参照)。

7.7.4 置換法による設置場所における妨害波の実効放射電力測定

7.7.4.1 一般測定条件

もし、EUT の妨害波放射を止めることができ、かつ、EUT を置換のために移動することができるのであれば、置換法は付帯条件なしに使用することができる。

EUT を移動することができず、かつ、その前側面が広い平面である場合、置換を行う際にこの平面の影響を考慮しなければならない (式 (14) 参照)。EUT の前側面が測定方向に対して直交する平面でなければ、この前側面による追加の測定不確かさを考慮しなくてもよい。

EUT の妨害波放射を止めることができない場合であっても、測定対象の周波数における EUT の妨害波電界強度よりも、少なくとも 20 dB 高い放射レベルで、近傍周波数において置換法を行うことによって EUT の妨害波の放射電力を測定することができる (“近傍” とは、受信 IF 帯域幅の 1 又は 2 倍の範囲内を意味する)。この場合、使用する周波数は、無線業務に干渉を起こさないように選ぶべきである。

7.7.4.2 周波数範囲 30 MHz から 1000 MHz まで

7.7.4.2.1 測定距離

測定距離 d は、測定が遠方界で行われるように選択しなければならない。一般的に次のような条件下で、この要求事項を満たすことができる。

- 測定距離 d は、 $\lambda / (2\pi)$ より大きく、及び、
- $d \geq 2D^2 / \lambda$ (15)

ここで、

d は、測定距離、単位は m。

D は、ケーブルを含めた EUT の最大寸法、単位は m。

λ は、波長、単位は m。

または、この条件に関係なく、測定距離 d が 30 m 以上であれば、近似的に遠方界での測定とみなすことができる。遠方界では、式 (14) の指数 n は 1 と仮定できる。ただし、上記の距離より短い距離で測定する場合、7.7.3.2 項の手順を用いて、電界強度が距離に反比例して減衰することが確かめられれば、指数 n は 1 とみなすことができる。もし、周囲の条件から短い測定距離を選定する場合は、この検証結果を示さなくてはならない。

7.7.4.2.2 測定方法

妨害波の実効放射電力は、EUT が最大の妨害波電界強度を発生する動作モードにおいて、最大放射方向で測定すること。測定距離は、7.7.4.2.1 項によって選択すること。選択した周波数における最大妨害波電界強度は、実行可能ならばアンテナの高さを少なくとも 1 m から 4 m までの範囲で変化させて決定すること。

次のステップ a) から g) に従って測定を行うこと。

- EUT は、接続をはずして撤去する。その場所に、半波長ダイポールアンテナ又は類似の放射特性を持つ相対利得 G が既知のアンテナに置き換える。もし EUT を撤去することが現実的にできないならば、約 150 MHz より低い周波数範囲では EUT との相互結合を最小にするために、広帯域ダイポールアンテナ (バイコンカルアンテナを含む) を、それより高い周波数では半波長ダイポールを EUT 近傍に置くこと。近傍とは、EUT から 3 m 以内の範囲である。
- 最大妨害波の周波数で動作する信号発生器によって半波長 (または、広帯域) ダイポールに給電すること。

- c) EUT を撤去できる場合、半波長ダイポール（または、広帯域アンテナ）の（EUT の範囲内における）位置及び偏波面は、測定用受信機が最大電界強度を指示する状態に設置すること。EUT を撤去できない場合、可能であれば EUT の電源を切り、EUT の周囲 3 m までの範囲で最大電界強度を指示する状態にアンテナを設置すること。
- d) EUT からの最大妨害波電界強度を測定したときと同一指示値になるように、信号発生器の出力を調節すること。
- e) EUT が前面に大きな平面を持っている（例えば、ケーブル TV 網のビル）ならば、置換アンテナ（半波長ダイポール）は、その大きな平面（例えば、ビル前面の壁）の約 1 m 前に設置すること。その位置は、置換アンテナと測定用アンテナ間の仮想線がビル前面に対して垂直になるように選択すべきである。
- f) 置換アンテナの高さ、偏波面及び置換アンテナ（半波長ダイポール又は広帯域アンテナ）と平面までの距離は、測定用受信機が最大電界強度を示すように調整すること。
- g) 信号発生器の出力は、上述した d) に従って調節すること。

EUT を撤去できる場合及び EUT が撤去できない場合（それぞれステップ a) と c) を参照）、信号発生器の出力 P_g に置換アンテナの相対利得 G を加えると、測定すべき実効放射電力 P_r が得られる。

$$P_r = P_g + G \quad (16)$$

EUT が大きな平面を持っている場合（例えば、電気通信ネットワークビル）、この面の前に置かれたダイポールの利得の増加を考慮して、次式で与えられる。

$$P_r = P_g + G + 4 \text{ dB} \quad (17)$$

ここで

P_r 実効放射電力、単位は dB(pW)。

P_g 信号発生器の出力、単位は dB(pW)。

G 相対利得、単位は dB。

で表される。

妨害波の実効放射電力から規定の測定距離 d_{std} における電界強度を計算することができる。自由空間における電界強度 E_{free} は、次式を用いて計算すること。

$$E_{free} = 7 \sqrt{P_r} / d_{std} \quad (18)$$

ここで

E_{free} 自由空間の電界強度、単位は $\mu\text{V}/\text{m}$ 。

P_r 妨害波の実効放射電力、単位は pW。

d_{std} 規定の測定距離、単位は m。

で表される。

もし式 (21)によって計算した自由空間電界強度値を、標準試験場における妨害波電界強度の許容値と比較する場合、金属大地面からの反射によって標準試験場で測定される電界強度は、式 (21)の自由空間値よりも、おおむね 6 dB 高くなることを考慮すること。式 (21)は、この増加を考慮して変更することができる。この場合、基準距離での妨害電界強度 E_{std} は、垂直偏波については次の式を用いて計算することができる。

$$E_{std} = P_r - 20 \lg d_{std} - 22.9 \quad (19)$$

標準試験場では、160 MHz 未満の水平偏波の場合、測定用アンテナの走査高が制限されているため、真の最大電界強度は測定されない。したがって、係数 6 dB は、次の式 (20)によって訂正される。その補正值として、表 6 に幾つかの周波数に対応する計算値を示す。

$$E_{std} = P_r - 20 \lg d_{std} + 16.9 + (6 - c_c) \quad (20)$$

ここで、

E_{std} 基準距離での妨害電界強度、単位は dB(μ V/m)。

f 測定周波数、単位は MHz。

d_{std} 規定の測定距離、単位は m。

c_c 高さ 1 m の放射源を想定して計算した水平偏波の補正係数である。

妨害波電界強度を決めるこの方法は、主に EUT と測定用アンテナ間に障害物がある場合に使用することができる。

表 6 - 周波数による水平偏波の補正係数

f MHz	30	40	50	60	70	90	100	120	140	160	180	200	750	1000
c_c dB	11	10.2	9.3	8.5	7.6	5.9	5.1	3.4	1.7	0	0	0	0	0

7.7.4.3 周波数範囲 1 GHz から 18 GHz まで

7.7.4.3.1 測定距離

測定距離は、測定が遠方界で行われるように選択すること。遠方界条件を満たす範囲は、ダブルリッジ導波管ホーンアンテナ又は対数周期ダイポールアレイアンテナによって、妨害波の受信電力の距離特性を測定することによって判断できる。測定距離が近傍界・遠方界の遷移距離に等しいかそれ以上になる場合、遠方界条件が満たされている。遷移距離は、EUT と遷移点 (図 22 参照) との距離である。測定結果を図に表示し、多くの測定結果を包含するように、5 dB だけ離れた二つの平行直線を引く。遷移点は、直線が交差する点であり、これ以上の距離では 20 dB / decade で放射電力が減衰する。

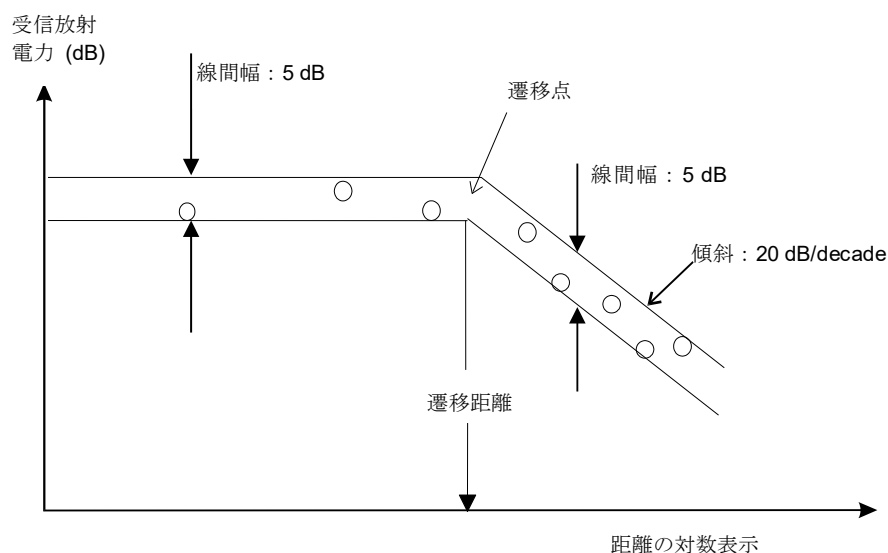


図 22 - 遷移距離の決定

7.7.4.3.2 測定方法

放射妨害波電力は、EUT が最大の妨害波電界強度を発生するような動作モードに設定し、最大の放射方向で測定する。ダブルリッジ導波管ホーン又は対数周期アンテナを用いて最大の放射方向を決定する。測定距離を 7.7.4.2.1 項に従って設定し、選択した周波数で妨害波電界強度を測定する。アンテナの位置をわずかに変化して、測定した電界強度が局所的な最小値（例えば反射によるもの）ではないことを確認する。

次に EUT の電源を切り、EUT のすぐ近くか又は EUT を取り除いた位置に送信アンテナとしてダブルリッジ導波管ホーン又は対数周期アンテナを設置する。妨害波と同一の周波数で動作する信号発生器を用いて送信アンテナに給電する。測定用受信機が最大電界強度を指示するように送信アンテナの方向を調整する。送信アンテナをこの位置に固定した状態で、測定用受信機が EUT から発生した妨害波と同一の電力を受信するように、信号発生器の電力を変化させる。そのときの信号発生器の出力 P_g に送信アンテナの相対利得 G を加えると、求めるべき妨害波の実効放射電力 P_r が得られる。

$$P_r = P_g + G \quad (21)$$

ここで

P_r 実効放射電力、単位は dB(pW)。

P_g 信号発生器の出力、単位は dB(pW)。

G 送信アンテナの相対利得、単位は dB。

で表される。

7.7.5 測定結果の記録

測定を繰り返し行う際に動作条件を再現できるようにするために、設置場所試験時の周囲環境及び条件を記録することが望ましい。記録には次項を含むことが望ましい。

- 標準試験場を利用する代わりに設置場所試験を行う理由
- EUT についての説明
- 技術文書

- 測定した場所及び測定点の構成図
- EUT の設置環境及び条件の説明
- 周囲設備と EUT 間の全接続の詳細：それらの位置／構成の詳細及び技術データ
- 動作条件の説明
- 測定機器の詳細
- 測定結果
 - 周波数及びアンテナの偏波
 - 測定値及び妨害波レベル
 - 注) 妨害波レベルとは、規定の測定距離における値である。
 - もし可能ならば、電磁障害の程度についての評価

7.7.6 設置場所試験の測定不確かさ

妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。

7.8 置換測定 (30 MHz から 18 GHz まで)

7.8.1 概要

置換法は、筐体内部にある配線及び回路系を含めて EUT の筐体から放射される妨害波を測定するためのものである。EUT には、何ら接続端子がないもの又は電源及びその他の外部接続用の一つ又は複数の接続端子を持つものがある。

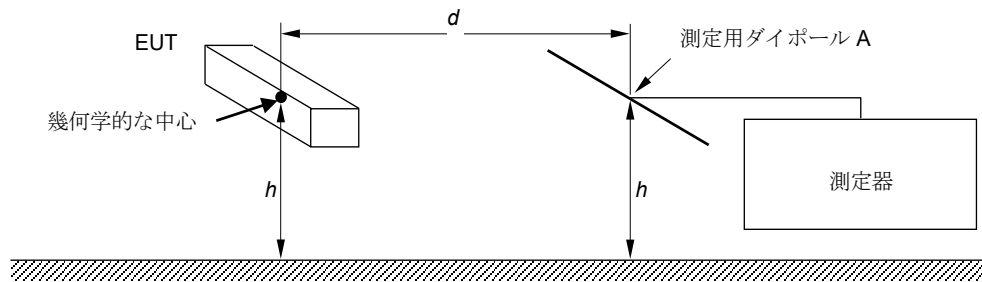
7.8.2 試験場

試験場は平坦な場所であること。屋内の試験場も使用できるが、周囲反射波の変動を低減し、影響を小さくするために、特に高域周波帯では特別の配慮が必要な場合がある（例えば、測定用アンテナに付けるコーナーリフレクタや、EUT の後ろに設置する吸収壁など）。試験場の適合性は次のようにして判断すること。

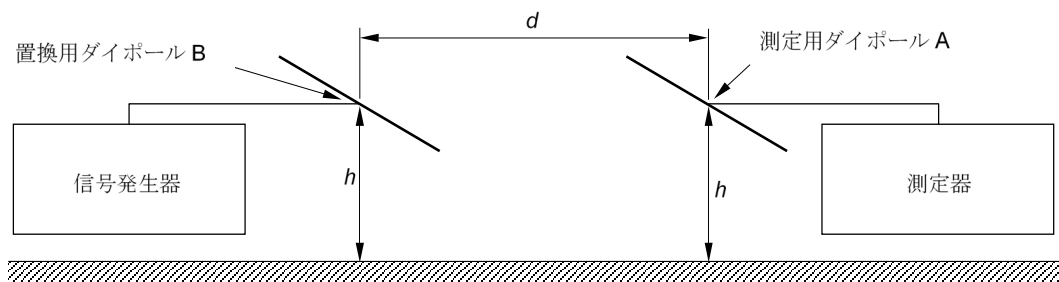
アンテナ A、B に指定される 2 本の半波長ダイポールアンテナ (7.8.3 項参照) を水平かつ、お互いに平行にならべ、床面からの高さ h は 1 m 以上で、かつ、同じ高さとし、距離 d だけ離して設置すること。ダイポール B は信号発生器に接続し、ダイポール A は測定用受信機の入力端子に接続する。信号発生器は、測定用受信機の指示が最大になるように周波数を同調し、かつ適当な値に出力を調節する。ダイポール B を任意の方向に 100 mm 動かしても測定用受信機の指示が ± 1.5 dB 以上変化しなければ、試験場は、この試験周波数において、測定の目的に合致していると判断できる。この試験を、十分細かい周波数間隔で全ての周波数範囲にわたって繰り返し、試験場が目的とする全ての試験に関して満足な性能を有していることを確かめること。もし EUT に対して垂直偏波の測定も必要ならば (7.8.4 項参照)、試験場の適合性評価試験も 2 本のダイポールを垂直に設置して繰り返すこと。

7.8.3 測定用アンテナ

図 23 の試験用アンテナ A 及び B は、上記のように半波長ダイポールアンテナとする。1 GHz 以下の周波数帯では、置換用アンテナ B をダイポールアンテナとし、このアンテナの最大放射方向を測定用アンテナ A に向ける。アンテナ A もまた、半波長ダイポールにすべきである。このアンテナ A の感度は、試験配置における置換によって相殺される。1 GHz から 18 GHz までの周波数帯には、直線偏波用のホーンアンテナが推奨される。



a) 測定



b) 校正

図 23 - 置換法による測定配置構成 : a) 測定、b) 校正

7.8.4 EUT の構成

EUT は、水平面内で回転できるようにした非導電性の試験台上に載せること。EUT は、ダイポール B のためのセンターとして設定した点と EUT の幾何学的なセンターが同一になるように配置されること (図 23 参照)。もし EUT が複数の装置から構成されているならば、各々の装置を個々に測定すること。取り外し可能な EUT の接続線は、動作に悪影響がなければ取り外してもよい。取り外すことができない接続線には吸収用フェライトリングを装着し、測定に影響しないように配置すること。遮へいされた EUT では、使用しない全ての接続端子に遮へいされた終端器を接続すること。

7.8.5 測定手順

EUT は 7.8.4 項に従って準備し、水平偏波の測定用ダイポール A は試験場の適合性を確認したときと同じ場所に設置すること。ダイポールは、その中心と EUT の中心を通る鉛直平面に垂直に置くこと。まず、EUT を通常の使用状態の配置で測定し、次に 90° 倒して通常は垂直面になる面を下にして測定する。この各々の配置で、EUT を水平面内で 360° 回転し、最大指示値 Y をこの EUT の特性値とすること。

測定システムの校正は、EUT を半波長ダイポール B で置き換えて行う。この置換用ダイポール B は、その中心を既に測定した EUT の幾何学的中心と同じ位置に配置し、測定用アンテナ A に平行に向け、更に信号発生器に接続すること。個々の周波数において、EUT 筐体からの放射妨害波電力は、測定用受信機の指示値が既に記録された EUT の最大指示値 Y に等しくなるように信号発生器を調節したときの半波長ダイポール B の端子に加わる電力で定義される。

測定を水平及び垂直偏波に対して行う場合は、その二つの偏波の各々に対して上記の測定系の校正を

行わなければならない。

7.8.6 置換法の測定不確かさ

妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。

7.9 反射箱による測定 (80 MHz から 18 GHz まで)

放射妨害波測定は、参考文献 [8] に規定されている方法によって反射箱で実施することができる。代替試験法を使用するための条件は、引用規格 (8) に記載されている。妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。

7.10 TEM 導波管による測定 (30 MHz から 18 GHz まで)

放射妨害波測定は、引用規格 (11) に規定されている方法によって TEM 導波管で実施することができる。代替試験法を使用するための条件は、引用規格 (8) に記載されている。妨害波測定の不確かさに関する一般的かつ基本的な考え方は、引用規格 (6) に記載されている。

8 妨害波の自動測定

8.1 自動測定における注意事項

自動化によって EMI 測定を繰り返す単調な仕事の多くが解消される。すなわち測定者による測定値の読み違いや記録の間違ひは、最小限とすることができる。しかし、データ収集にコンピュータを使用すると、測定者が気づくかもしれない新しいエラーを含んでしまう可能性がある。すなわち、状況によっては、自動測定の方が収集された測定データの不確かさが熟練した測定者による手動測定より大きくなる可能性がある。基本的には、手動でも自動でも妨害波測定の精度には差はない。なぜなら、いずれの測定も、不確かさは試験に用いる測定装置の精度に依存する。しかし実際の測定環境が自動測定ソフトウェアが想定したものと異なる場合には、問題が生じる可能性がある。

例えば、自動測定において、EUT の妨害波の周波数が高レベルの周囲雑音に隣接していると、正確に測定されない場合がある。しかし、熟練した測定者は、実際の妨害波と周囲雑音を区別でき、状況に応じた EUT の妨害波測定が可能になる。しかし、実際の妨害波を測定する前に、EUT の電源を切って OATS の周囲雑音を記録すれば、貴重な試験時間を節約することができる。その場合、適切な信号認識アルゴリズムを適用することによって、特定の周波数に周囲雑音が存在する可能性があることを、測定者に警告できる。EUT の妨害波がゆっくり変化する場合、断続が低い繰り返し周波数の場合又は過渡的な周囲雑音 (例えば、アーク溶接の過渡的な雑音) が発生する可能性のある場合には、測定者が関与することが望ましい。

8.2 一般測定手順

妨害波の最大値を測定する前に、妨害波測定用受信機を用いて妨害波信号を探索する必要がある。測定対象の全周波数範囲において、準尖頭値検波器を用いて妨害波の最大値を探索すると、試験時間が極端に長くなる (6.6.2 項参照)。アンテナ高走査など時間のかかる測定手順は、全ての周波数には必要ない。そのような測定手順は、妨害波の尖頭値振幅が妨害波許容値を超えるかその付近である周波数だけに適用することが望ましい。したがって、振幅が許容値に近いか又はそれを超えている周波数の妨害波について最大値を測定すること。

図 24 に示されている一般的な測定手順によって測定時間が短縮できる。

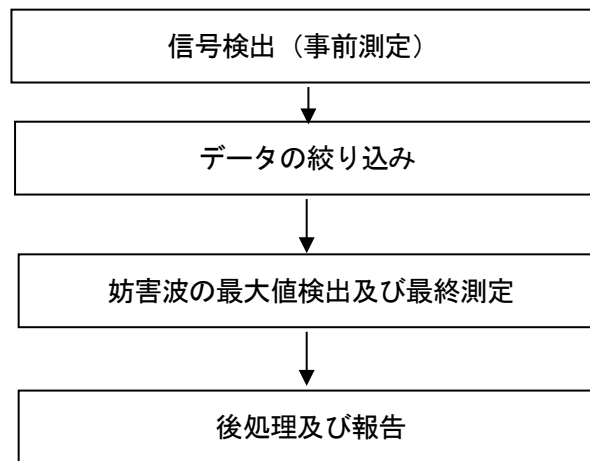


図 24 - 測定時間を短縮する処理

8.3 事前測定

8.3.1 概要

妨害波測定における事前測定は、次の複数の目的のために実施する。その主目的は、これ以後の試験又は走査に必要なパラメータを決めるための最小限の情報を集めることである。したがって、事前測定では、試験システムに最低限の制約及び要求事項しか課さない。この測定手順は、妨害波スペクトルがほとんど未知の新製品を試験するのに用いる。すなわち、事前測定は、対象となる周波数範囲のどこに妨害波の信号があるかを調べるために用いるデータ収集作業である。この測定の目的によっては、例えば、その後の OATS における測定のための周波数精度の向上及び振幅比較によるデータの絞り込みばかりでなく、アンテナ昇降及び回転台の回転が必要になる場合がある。これらの要因によって事前測定を実施する際の測定順序が定まる。いずれの場合も、結果はそれ以後の作業に必要な妨害波情報として記録する。

事前測定において、EUT の未知の妨害波スペクトルに関する情報を短時間に得るには、周波数走査について 6.6 節を考慮すること。

8.3.2 必要測定時間の決定

EUT の妨害波スペクトル及び特に最大パルス繰り返し周期 T_p が未知の場合、測定時間 T_m が T_p 以上であることを保証できるように、 T_p を調べなければならない。EUT からの妨害波の断続的な特性が、妨害波スペクトルの尖頭値に特に影響する。最初にどの周波数で妨害波の振幅が不安定になるかを調べるとよい。これは測定器又はソフトウェアの最大保持機能による測定値と、最小保持又は消去／書込み機能による測定値との比較を用いて、妨害波を 15 秒間観測することによって行うことができる。この間、測定系の設定は一切変更しないこと（例えば、放射妨害波の場合、回転台又はアンテナを動かさない）。最大保持結果と最小保持結果の差が、例えば、2 dB を超える妨害波は、断続的妨害波とみなす（背景雑音を断続的妨害波としないよう注意することが望ましい）。

放射妨害波の場合、断続的な尖頭値が背景雑音レベルより低いために検出することができない場合があるため、アンテナの偏波を変えて測定し直すこと。各断続的妨害波のパルス繰り返し周期 T_p は、測定用受信機をゼロスパンに設定するか又は IF 出力に接続したオシロスコープを用いることによって測定することができる。また、測定時間を最大保持値と消去／書込み表示値の差が、例えば、2 dB 未満になるまで長くすることによって、適切な測定時間も求められる。この後の測定の間（最大値検出及び

最終測定)、測定すべき周波数について、測定時間 T_m が適用すべきパルス繰り返し周期 T_p 以上であることが保証されなければならない。

8.3.3 異なる種類の測定に対する事前測定の要求

測定の種類に応じた事前測定の定義を次に示す方法で決定する。

- 周波数範囲 9 kHz から 30 MHz まで、例えば参考文献 [1] のように測定用受信機が妨害波スペクトルを走査している間、最大の電磁界強度を検出するために、ループアンテナと EUT の両方を回転させること。周波数範囲 30 MHz から 1000 MHz まで、測定用アンテナは、測定距離、周波数範囲及び偏波に応じて、表 7 に示す固定の高さにあらかじめ設定してもよい。事前測定は、EUT のいろいろな方位で行わなければならない。この測定結果は、最終的な最大値測定における放射妨害波振幅の基準となる。最大値を示すアンテナ高、偏波及び EUT の方位を詳細に決定することが必要な場合、適用すべき規格を用いて適切な最大値検出手順を決めるべきである。
- 1 GHz 以上の周波数範囲では、妨害波スペクトルを測定している間、測定用アンテナは水平及び垂直偏波に設定し、EUT を回転して最大電界強度を検出する必要がある。詳細については、7.6.6.1 項を参照。

表 7 - 周波数範囲 30 MHz から 1000 MHz までにおける
妨害波スペクトル測定用アンテナの推奨高 (事前測定)

測定距離 m	偏波	周波数範囲 MHz	周波数範囲ごとのアンテナの推奨高 m
3	水平	30 ~ 100 100 ~ 250 250 ~ 1000	2.5 1 及び 2 1 及び 1.5
	垂直	30 ~ 100 100 ~ 250 250 ~ 1000	1 1 及び 2 1、1.5 及び 2
10	水平	30 ~ 100 100 ~ 200 200 ~ 400 400 ~ 1000	4 2.5 及び 4 1.5、2.5 及び 4 1、1.5 及び 2.5
	垂直	30 ~ 200 200 ~ 300 300 ~ 600 600 ~ 1000	1 1 及び 3.5 1、2 及び 3.5 1、1.5、2 及び 3.5
30	水平	30 ~ 300 300 ~ 500 500 ~ 1000	4 2.5 及び 4 1.5、2.5 及び 4
	垂直	30 ~ 500 500 ~ 800 800 ~ 1000	1 1 及び 3.5 1、2.5 及び 3.5

注 1) アンテナ推奨高は、妨害源の位相中心高が 0.8 m ~ 2.0 m にある場合、誤差が 3 dB (事前測定だけで許容される) 以内になる高さである。位相中心の高さの範囲が狭められれば、受信アンテナ高の個数を減じてよい。放射指向性が複雑になる場合、例えば、高い周波数範囲では、更に多くのアンテナ高が必要になる場合がある。

注 2) 通信装置など非常に大形の EUT については、受信アンテナを、そのビーム幅に依存して数箇所の垂直及び水平位置に置く必要がある場合がある。

8.4 測定データの絞り込み

一連の測定における第二手順として、全体の測定時間を短縮するために、事前測定で収集した測定ポイントを絞り込む作業を行う。例えば、全体の測定スペクトルからの有意な成分の選び出しや、EUT からの妨害波と周囲雑音や周辺装置の影響との判別、測定値と許容値との比較又は別途定められた取決

めに基づく測定データの絞り込みなどを行う。データ絞り込みのその他の例として、異なる検波器を用いて許容値に対する振幅の比較を順番に行う方法が引用規格 (5) の付則 C のフローチャートに示されている。データの絞り込みはソフトウェアツールで自動的に行ってもよいし、測定者によって手動で行ってもよい。この作業は自動測定から独立して区分する必要はなく、事前測定の一部とみなしてもよい。

ある特定の周波数範囲、特に FM 帯域では、音声による周囲雑音との判別法が非常に有効である。そのためには信号を復調して変調信号を聞き取れるようにする必要がある。事前測定の出力リストに多数の変調信号と思われるものが含まれ、音声による判別が必要な場合、かなり時間のかかる作業となる。しかし、あらかじめ聴取すべき周波数帯が分かっている場合は、その帯域内の信号についてだけ聴取を行えばよい。本作業で絞り込まれた測定結果は、以後において測定すべき候補リストとなる。

8.5 妨害波の最大値検出及び最終測定

最終測定では、次の方法によって妨害波の最大値検出を図り、その値を決定する。

最大値検出の後、妨害波の振幅は、適切な時間で準尖頭値検波及び／又は平均値検波を用いて測定する。ただし、測定値が許容値付近で変動する場合、少なくとも 15 秒間は観測する。

放射妨害波測定には、妨害波を最大振幅とするための最大値検出手順として、次のような種類がある。

- 周波数範囲 9 kHz から 30 MHz まで
EUT の向き及びループアンテナの向きを変えることによる指示値の最大値検出（例えば、参考文献 [1] の試験）。
- 周波数範囲 30 MHz から 1000 MHz まで
EUT の向き、測定用アンテナの高さ及び偏波面を変えることによる指示値の最大値検出。
- 周波数範囲 1 GHz 以上
測定用アンテナの偏波及び EUT の向きを変えることによる指示値の最大化。さらに、EUT のアンテナ対向面がアンテナビームより広い場合には、アンテナを対向面に沿って移動させることによる指示値の最大値検出。

最大化の作業を実際に行う前に、EUT の試験配置に関する最悪の場合を求め、最大の妨害波振幅を確実に検出しなければならない。最大の妨害波を生じさせる EUT 及びケーブルの配置を見つける作業は、主として手作業で行う。ここでは、ケーブル及び機器の配置の変化による振幅変化を観測可能にするために、妨害波スペクトルを図示できる最大値保持機能付きの周波数走査型測定用受信機を用いて行う。最悪の場合となる EUT の動作モード及び試験配置を決定した後に、自動化した妨害波の最終測定を開始すべきである。

測定すべき放射妨害波について、EUT の回転、アンテナ高の掃引、アンテナ偏波の変更などによって妨害波の最大化を図る必要がある。この時間のかかる探索作業には自動化が有効であるが、様々な探索アルゴリズムがあり、結果が異なる場合がある。EUT の放射特性があらかじめ分かっている場合、その情報に基づくアンテナ高及び回転台方位の範囲で最大振幅を探索することが望ましい。例えば筐体の開口部などによって EUT の水平面内の指向性が強い場合、回転台を連続的に回転しながら測定用受信機で妨害波を測定すべきである。もし回転台を段階的に動かす場合、回転刻み角度が大きすぎると最大の振幅を検出できなくなり、強い放射を見落とすことがある。スペクトラムアナライザの周波数走査時間は、実効的に最大値を測定できるように回転台を 15 度回転する時間より短くすることが望ましい。

一つの探索方法として次のようなものがある。まず、測定用アンテナ高を固定し、EUT 回転台を

360° 回転させて妨害波が最大振幅になる方位を見つける。次に、アンテナ偏波を変更した後（例えば、水平から垂直へ）、回転台を逆方向に 360° 回転させる。この間、測定用受信機によって測定データを連続的にとることで、2 回目の回転の完了時点で、回転台角度及びアンテナ偏波を変化させたときの最大振幅が決まる。さらにここで、アンテナ偏波と回転台角度を最悪の場合に設定して、アンテナ高を規定の範囲内で変化させ、最大振幅を見つける。その後、アンテナを妨害波が最大になる高さに戻して、準尖頭値検波器の測定用受信機で妨害波レベルを記録するか又は、更に回転台を少しずつ回転させ、かつアンテナ高を少しずつ変化させながら、この周波数における妨害波の最大振幅を高精度に探索してもよい。いずれの方法においても、EUT の最大妨害波を最短時間でを見つけるための最適な探索方法をソフトウェアで設定するには、妨害波の放射パターンをある程度知っておくことが重要である。なぜなら、放射パターンが最大を示す方向から離れると、妨害波レベルが急激に変化するため、試験結果が大きく変動するためである。

注) 最終測定は、FFT ベースの測定機器を用いて複数の周波数を同時に測定してもよい。

8.6 後処理及び報告書の作成

最後の作業は、報告書に関するものである。測定結果の処理に必要な分類や比較を自動的又は対話的に処理できるソフトウェアがあれば、必要な報告書や文書を作成する上で有益である。この場合、測定結果に補正を施した後に得られる尖頭値、準尖頭値や平均値を用いて測定結果の処理を行うのがよい。これらの一連の処理結果を個別の出力リストか統合した一つのリストにまとめれば、文書化や更なる処理に利用できる。

試験報告書には測定結果を図表形式で示すこと。さらに、使用した測定装置を含む測定システム自体の情報、測定機器及び製品規格の要求に従う EUT の試験配置に関する文書なども試験報告書に含めるのがよい。

8.7 FFT ベースの測定機器を用いた妨害波測定法

FFT ベースの測定機器は実装にもよるが、同調型電圧計よりかなり高速に重み付けをした測定が可能である。したがって、測定周波数帯域にわたり重み付けした測定は、8.2 節に記載のスーパーヘテロダイン受信機による事前測定及び最終測定より早く測定できるかもしれない。

付則 **A**

(情報)

削除（周囲妨害波の存在下での妨害波の測定）

付則 B (情報)

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の使用

B.1 概要

スペクトラムアナライザと周波数走査型測定用受信機を用いる場合には、次の特性を考慮するのがよい。第6章に追加の情報を示す。

B.2 過負荷

ほとんどのスペクトラムアナライザは2000 MHzまでの周波数範囲にRFプリセクタを内蔵していない。すなわち、入力信号は直接広帯域ミキサに加わる。過負荷を避け、損傷を防ぎ、スペクトラムアナライザを線形領域で使用するためには、ミキサでの入力信号振幅の一般的な値としては150 mV（尖頭値）以下とするのがよい。このレベルまで入力信号を減ずるために、RF減衰器又は外付けのRFプリセクタが必要になる場合がある。

B.3 線形性の確認

線形性は、次のようにして測定できる。評価しようとする対象信号のレベルを測り、次に、測定器の入力端又は前置増幅器を使用している場合は、その前にX dB減衰器（ $X \geq 6$ dB）を挿入した後、このレベルを測定する。測定器表示部の新しい指示値が、最初の指示値からX dB \pm 0.5 dB低下すれば、測定システムは線形であると判断できる。

B.4 選択度

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機は、広帯域及びインパルス信号及び規定の帯域幅内に幾つかのスペクトル成分を持つ狭帯域妨害波を正確に測定するために、その帯域幅は引用規格(2)の規定を満足していること。

B.5 パルスに対する正常な応答

準尖頭値検波器を持つスペクトラムアナライザと周波数走査型測定用受信機の応答は、引用規格(2)に規定している校正試験パルスを用いて、その性能を確認することができる。校正試験パルスは通常大きな尖頭値電圧を持つので、線形性の要求を満たすためには40 dB又はそれ以上のRF減衰器を必要とする。この減衰器の挿入によって感度が低下し、バンドB、C、Dにおける低い繰り返し周波数や孤立した校正試験パルスに対する測定が不可能になる。ただし、測定器の前にプリセクタを用いることによってRF減衰器の減衰量を小さくすることができる。なお、このフィルタはミキサに入力する校正試験パルスのスペクトル幅を制限する。

B.6 尖頭値検波

スペクトラムアナライザの通常の（尖頭値）検波モードは、原理的に、準尖頭値の指示値より小さい値を示すことはない。妨害波測定において尖頭値検波を用いれば、準尖頭値検波より速い周波数走査が可能になるので便利である。ただし、尖頭値検波器によって得られる妨害波レベルが許容値に近い場合は、準尖頭値検波を用いて再測定し、記録する必要がある。

B.7 周波数走査速度

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の周波数走査速度は、周波数バンド及び検波

モードに対して、設定することが望ましい。周波数当たりの最小周波数掃引時間を次の表に示す。

バンド	尖頭値検波	準尖頭値検波
A	100 ms / kHz	20 s / kHz
B	100 ms / MHz	200 s / MHz
C 及び D	1 ms / MHz	20 s / MHz

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機を固定周波数において非走査モードで使用する場合は、表示周波数掃引時間は検波モードとは無関係に設定でき、観測すべき妨害波の特性によって選択することができる。妨害波レベルが安定していない場合には、その最大値を決定するために、測定器の指示値を少なくとも 15 秒観測するのがよい。(6.5.1 項参照)

B.8 妨害波の捕捉

尖頭値検波と、用意されているのであれば最大値保持機能を用いて、間欠的妨害波のスペクトラムを求めることができる。1 回の遅い周波数走査から複数回の速い周波数走査によって妨害波を捕捉するための時間を短くすることができる場合もある。妨害波との同期によってスペクトルが隠れてしまうのを防ぐため、走査開始時間を変化させる必要がある。ある周波数範囲における全観測時間は、妨害波発生間隔より長くするのがよい。測定する妨害波の種類によっては、必要とする準尖頭値検波測定の一部又は全部を尖頭値検波による測定で代行できる。その後、妨害波の極大値が得られた周波数において、準尖頭値検波を用いて再測定を行うのがよい。

B.9 平均値検波

スペクトラムアナライザの平均値検波に対応する表示値は、表示される信号がそれ以上滑らかにならないところまでビデオ帯域幅を狭めることによって得られる。ビデオ帯域幅を狭くするのに応じて、振幅確度を維持するために周波数掃引時間を十分に長くすることが望ましい。そのような測定においては、測定器を線形検波モードで使用すること。線形検波した後、その信号レベルを対数に変換して表示すること。その場合、その値は線形検波された信号の対数値であるが、それは正しい値である。

対数振幅検波モードは、例えば狭帯域信号と広帯域信号をより簡単に区別するためなどに用いるとよい。表示される値は、IF 信号の包絡線を対数的に圧縮したものの平均値である。それは線形検波モードに比べて、広帯域信号に対しては大きな減衰を与えるが、狭帯域信号の表示値に関しては余り影響を与えない。したがって、対数振幅検波モードにおけるビデオフィルタの利用は、広帯域／狭帯域の両方の成分を含むスペクトルの中から、狭帯域成分を推定するのに特に有用である。

B.10 感度

感度はスペクトラムアナライザの前段に低雑音の RF 前置増幅器を用いることによって向上させることができる。増幅器の入力信号レベルは、被試験信号に対してシステム全体の線形性を確保するために減衰器を用いて調節することが望ましい。

システムの線形性を確保するために、大きな RF 減衰量を必要とする極端に広帯域な妨害波に対しては、スペクトラムアナライザの前段に RF プリセクタを接続することによって、感度を向上させることができる。このフィルタは広帯域な妨害波の尖頭値振幅を減少させ、より小さな RF 減衰器を用いることができるようになる。そのようなフィルタは、強力な帯域外信号や、それらによって生じる相互変調積を除去又は減衰させるためにも必要である。フィルタを用いるときは、広い周波数帯域にわたってフィルタの校正を実施することが望ましい。

B.11 振幅の精度

スペクトラムアナライザ及び周波数走査型測定用受信機の振幅の精度は、信号発生器、パワーメータ、精密な減衰器を用いて確認してもよい。性能確認試験における不確かさを評価するためには、これらの装置とケーブルの特性及び不整合損失を解析しなければならない。

付則 C (情報)

平均値検波器を使用する場合の走査速度及び測定時間

C.1 概要

本付則は、インパルス妨害波を平均値検波器で測定するときの走査速度と測定時間の選択に関する指針を示している。

平均値検波器は次の特徴を有している。

- a) インパルス妨害波を抑制し、測定すべき妨害波の連続波 (CW) 成分を強調する。
- b) 振幅変調信号 (AM) の搬送波レベルを測定するために、振幅変調 (AM) 成分を抑制する。
- c) 断続的で、不安定又はゆっくり変化する狭帯域妨害波に対しては、規定の指示計時定数を用いることにより、重み付けされた尖頭値を示す。

9 kHz から 1 GHz までの周波数帯域における平均値検波測定器の定義は、引用規格 (2) の第 6 章に記載する。

適切なビデオ帯域幅とそれに対応する周波数走査速度又は測定時間を選択するために、次項以降の内容を考慮すべきである。

C.2 妨害波の抑制

C.2.1 インパルス妨害波の抑制

インパルス妨害波のパルス幅 T_p は、多くの場合、IF 帯域幅 B_{res} を用いて、 $T_p = 1 / B_{res}$ で表される。このような妨害波をビデオフィルタで抑制する場合、抑制係数 a は、IF 帯域幅とビデオ帯域幅 B_{video} の比で表され、 $a = 20 \lg (B_{res} / B_{video})$ となる。帯域幅 B_{video} は包絡線検波器の後の低域通過フィルタの帯域幅によって決定される。 T_p より長いパルスに対しては、抑制係数は a より小さくなると思われる。最短の周波数走査時間 $T_{s \min}$ (及び最大の周波数走査速度 $R_{s \max}$) は次式により求められる。

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{res} \times B_{video}) \quad (C.1)$$

$$R_{s \max} = \Delta f / T_{s \min} = (B_{res} \times B_{video}) / k \quad (C.2)$$

ここに、

Δf 周波数幅

k 測定用受信機の速度に依存する比例定数

周波数走査時間が長い場合、 k は係数 1 に非常に近づく。100 Hz のビデオ帯域幅が選択されたとき、表 C.1 に示す最大周波数走査速度とパルス抑制係数が得られる。

表 C.1 - ビデオ帯域幅 100 Hz に関するパルス抑制係数と周波数走査速度

	バンド A	バンド B	バンド C 及び D
周波数範囲	9 kHz ~ 150 kHz	150 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 1000 MHz
中間周波帯域幅 B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz
ビデオ帯域幅 B_{video}	100 Hz	100 Hz	100 Hz
最大周波数走査速度	17.4 kHz/s	0.9 MHz/s	12 MHz/s
最大抑制係数	6 dB	39 dB	61.5 dB

この表は、妨害波に短いパルスが含まれることが予想される場合、バンド B 及び C の準尖頭値及び平均値の許容値を規定する製品規格に適用することができる。両方の許容値に対して EUT の適合性を示されなければならない。もし、インパルス妨害波に関して、パルス繰り返し周波数が 100 Hz より大きく、準尖頭値許容値を超えないならば、インパルスは、ビデオ帯域幅 100 Hz の平均値検波機能によって十分に抑制される。

C.2.2 算術平均によるインパルス妨害波の抑制

平均値検波は、信号振幅値の算術平均を取ることによって実現できる。平均値算出時間がビデオフィルタ帯域幅の逆数に等しければ、同等の抑制効果が得られる。この場合、抑制係数は次式で表される。

$$a = 20 \lg (T_{av} \times B_{res})$$

ここで、 T_{av} は、ある周波数における平均化（または、測定）時間である。したがって、10 ms の測定時は、ビデオ帯域幅 100 Hz のときと同じ抑制係数を生じる。この算術平均操作は、測定周波数をある周波数から別の周波数に変えた場合、遅延時間がゼロである利点を持っている。一方、繰り返し周波数 f_p のパルスの平均化に対して、その結果は、 n 番目までのパルスが平均化されたか又は、 $n+1$ 番目までのパルスが平均化されたかによって変化する。これは $(T_{av} \times f_p) > 10$ において 1 dB 未満の効果を持つ。

C.2.3 振幅変調成分の抑制

変調された信号の搬送波を測定するためには、十分長い時間の信号平均化、又は最低変調周波数において十分な減衰特性を持つビデオフィルタによって振幅変調成分を抑制しなければならない。 f_m が変調された信号の最低周波数であり、100 % 変調に対する最大測定誤差を 1 dB 以内にするには、測定時間 T_m は、 $T_m = 10 / f_m$ とすべきである。

C.3 ゆっくり断続的であるか、不安定又は変化する狭帯域妨害波の測定

引用規格 (2) において、断続的で、不安定又は変化する狭帯域妨害波に対するレベルは、バンド A とバンド B については 160 ms の、バンド C とバンド D については 100 ms の時定数を持つ指示計を用いて測定した最大値によって定義される。これらの時定数は、それぞれ 0.64 Hz 又は 1 Hz の二次ビデオフィルタ帯域幅に一致する。正確な測定を行うためには、これらの帯域幅においては、表 C.2 に示すように非常に長い測定時間を必要とする。

表 C.2 - 指示計の時定数と対応するビデオ帯域幅及び最小周波数走査時間

	バンド A	バンド B	バンド C 及び D
周波数範囲	9 kHz ~ 150 kHz	150 kHz ~ 30 MHz	30 MHz ~ 1000 MHz
中間周波帯域幅 B_{res}	200 Hz	9 kHz	120 kHz

指示計時定数	160 ms	160 ms	100 ms
ビデオ帯域幅 B_{video}	0.64 Hz	0.64 Hz	1 Hz
最大周波数走査速度	8.9 s/kHz	172 s/MHz	8.3 s/MHz

しかしながら、この表は、パルスの繰り返し周波数が 5 Hz 以下の場合についてだけ適用できる。より広帯域なパルス幅と変調周波数に対しては、C.2.1 項に記載するような、より広帯域のビデオフィルタを使用できる。図 C.1 と図 C.2 は、それぞれ、指示計の時定数が 160 ms と 100 ms の場合について、10 ms のパルス幅のパルスに対して、横軸をパルスの繰り返し周波数 f_p として、平均値の最大値の読み (“CISPR AV”) と真の平均値 (“AV”) をパラメータとしたパルスの重み付け関数を示している。

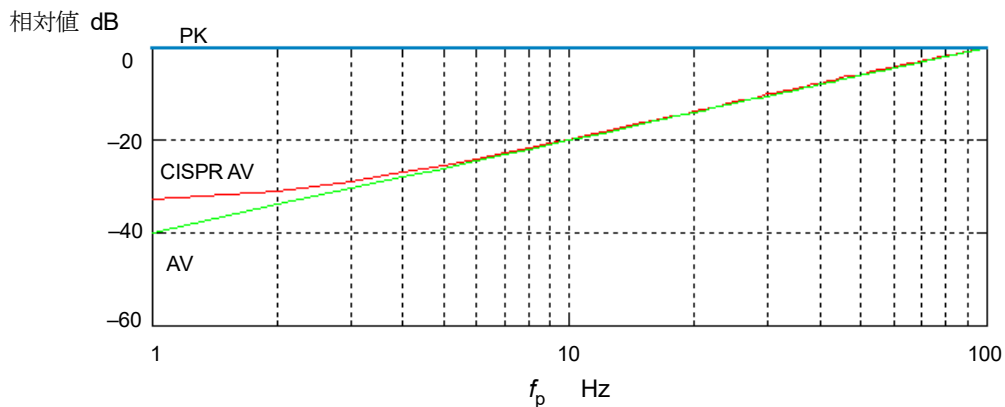


図 C.1 - 幅 10 ms のパルスに関する指示計の重み付け関数

(時定数 160 ms : 尖頭値 “PK”、平均値検波 “CISPR AV”、尖頭値を読まない平均値 “AV”)

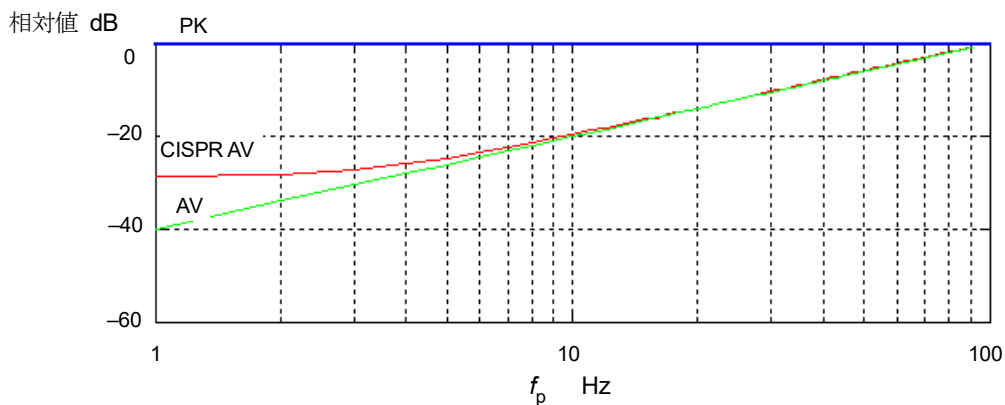


図 C.2 - 幅 10 ms のパルスに関する指示計の重み付け関数

(時定数 100 ms : 尖頭値 “PK”、平均値検波 “CISPR AV”、尖頭値を読まない平均値 “AV”)

図 C.1 と図 C.2 において、平均値の尖頭値を読む “CISPR AV” と尖頭値を読まない “AV” の差は、パルスの繰り返し周波数 f_p が小さくなるに従って増加することを示している。図 C.3 と図 C.4 はパルス幅を関数として、 $f_p = 1$ Hz の場合における “CISPR AV” と “AV” の差を示している。

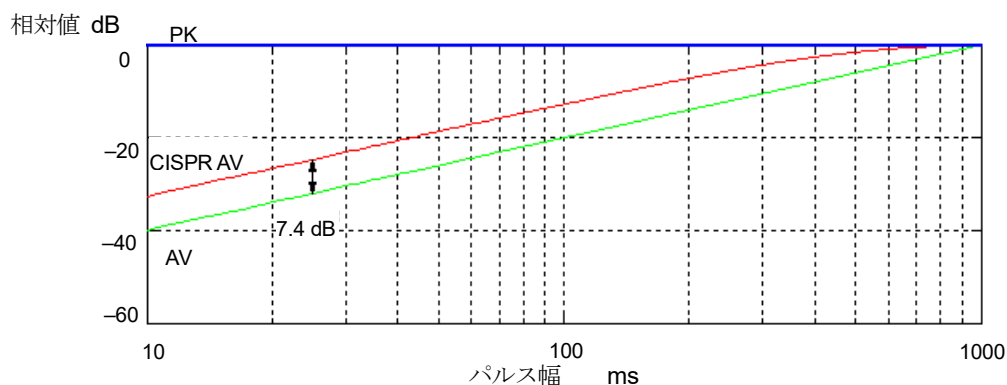


図 C.3 - 尖頭値“PK”と平均値に関する重み付け関数の計算例
(繰り返し周波数 1 Hz、指示計の機械的時定数 160 ms)

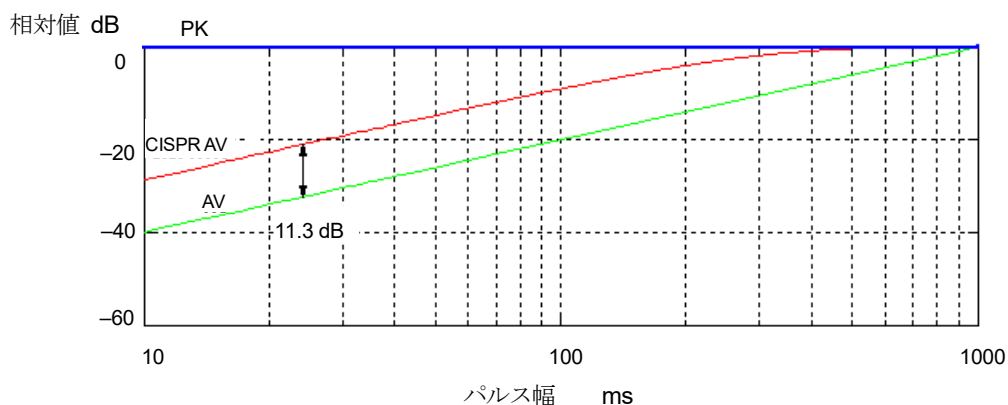


図 C.4 - 尖頭値“PK”と平均値に対する重み付け関数の計算例
(繰り返し周波数 1 Hz、指示計の機械的時定数 100 ms)

C.4 自動測定又は半自動測定のための推奨手順

ゆっくり断続的で、不安定又は変化する狭帯域妨害波を発生しない EUT の測定を行う場合は、事前測定の際にビデオフィルタの帯域幅を例えば 100 Hz とし、短い平均時間の平均値検波器で測定することを推奨する。妨害波レベルが平均値許容値に近い周波数においては、狭いビデオフィルタ帯域幅を用いて、すなわち長い平均時間で、最終測定を行うことを推奨する。(事前測定と最終測定に関する手順は第 8 章に記載されている。)

ゆっくりと断続し、不安定又は変化する狭帯域妨害波については、手動測定を優先測定法とする。

付則 D (情報)

適合性確認試験に適用する APD 測定法について

APD 測定が適合性確認試験に適用される場合、次の方法のいずれかが用いられる。

すなわち、方法 1 (本文 7.6.6.3.2 項参照) は、図 D.1 に示すように、特定の確率の妨害波レベルを表示する方法であり、方法 2 (本文 7.6.6.3.3 項参照) は、図 D.2 に示すように、特定の振幅の確率を表示する方法である。

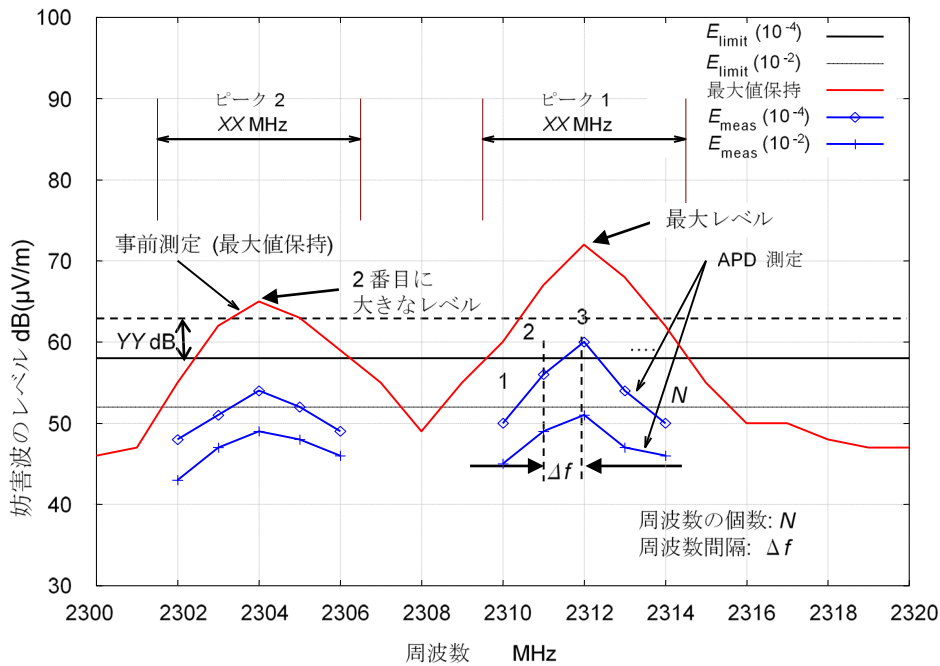


図 D.1 - 変動する妨害波の APD 測定 (方法 1) の例

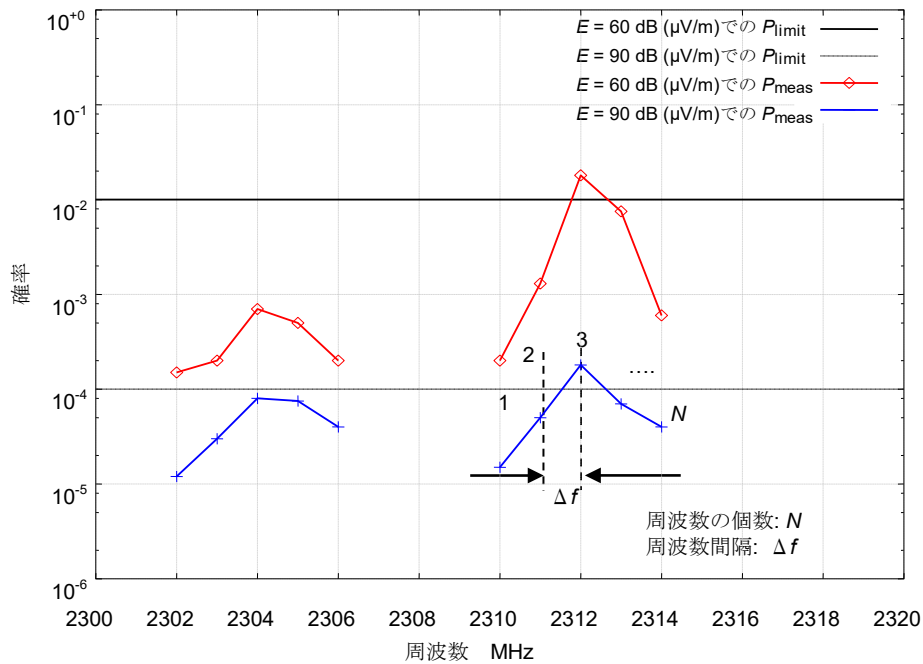


図 D.2 - 変動する妨害波の APD 測定（方法 2）の例

尖頭値検波及び最大値保持機能を用いる事前測定の結果が、幾つかの周波数点で、指定された APD 許容値（二つの APD 許容値が適用される場合は、高い方の許容値を使用）を YY dB 超える場合、これらの周波数点で APD 測定を実施すべきである。 YY dB の値（例えば $YY = 5, 10$ 等）は、関連する製品規格が指定する。

妨害波の周波数が変動する場合、製品規格は APD 測定をすべき周波数範囲 $XX (= \Delta f \times N)$ MHz を指定すべきである。ここで、 Δf は周波数間隔及び N は周波数の個数を示す。この周波数範囲は、製品の特性に従って指定されるべきである。

最初に、事前測定の結果によって XX を決定する。次に、 Δf をスペクトラムアナライザの分解能帯域幅（1 GHz 以上の測定では $RBW = 1$ MHz）に等しくする。しかしながら、APD 測定値が APD 許容値の約 6 dB の範囲内にある周波数範囲では、より狭い周波数間隔（すなわち、 $B_6/2$ 、ここで、 B_6 はスペクトラムアナライザの 6 dB 帯域）での追加測定が必要になるかもしれない。1 GHz 以上の測定に対するスペクトラムアナライザの分解能帯域幅は、6 dB 帯域 B_6 ではなくインパルス帯域幅 B_{imp} によって定義されている。 B_{imp} と B_6 の関係はフィルタの特性に依存し、一般的な関係は存在しない。 B_{imp} が B_6 で近似できる場合、1 GHz 以上の測定に対しては、より小さな周波数間隔である $B_6/2$ を $B_{imp}/2$ （すなわち、0.5 MHz）で代用することが推奨される。最後に、 XX の値と Δf の値によって N が決定される。

付則 E (規定)

適合性確認試験に用いるスペクトラムアナライザの妥当性の決定

スペクトラムアナライザの使用者は、使用周波数範囲においてスペクトラムアナライザが、繰り返し周波数 20 Hz を超える繰り返しパルスに対する準尖頭値検波の要求条件を満たしていることを測定器製造業者の仕様又は実測によって示すことができなければならない。平均値検波器の場合、パルス応答は引用規格 (2) に記載されている。

妨害波においてそのパルス繰り返し周波数が常に測定可能とは限らないので、スペクトラムアナライザ使用時は準尖頭値測定の妥当性を簡単に検証する方法を用いなければならない。この方法は、準尖頭値と尖頭値の比較に基づくものである。準尖頭値の重み付け関数によってパルス繰り返し周波数 20 Hz における準尖頭値検波と尖頭値検波の測定値には、表 E.1 に示す差が生ずる。

表 E.1 - 準尖頭値検波と尖頭値検波による最大振幅差

バンド A	バンド B	バンド C 及び D
7 dB	13 dB	21 dB

比較測定は、信号が準尖頭値許容値に近い振幅を示す周波数で行うこと。尖頭値検波と準尖頭値検波による振幅差が表 E.1 の値よりも小さければ、その準尖頭値検波による測定は妥当であり、スペクトラムアナライザによって得られた測定結果は適合性の実証に用いることができる。振幅差が表 E.1 の値よりも大きい場合は、低繰り返し周波数のパルスに対しても引用規格 (2) の要求を完全に満足する測定用受信機をスペクトラムアナライザの代わりに用いて準尖頭値測定を行うこと。この比較測定によって妥当な結果を得るためには、適切な信号雑音電力比が必要である。

参考文献

- [1] CISPR 11:2015, 工業、科学及び医療用装置からの妨害波の許容値及び測定法
- [2] CISPR 16-1-6:2014, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第1部—第6編 EMC アンテナ校正
- [3] CISPR TR 16-3:2010, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置及び測定法の技術的条件 第3部 CISPR 技術報告
CISPR TR 16-3:2010/AMD1:2012
CISPR TR 16-3:2010/AMD2:2015
- [4] 平成 27 年 12 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「マルチメディア機器の電磁両立性 - エミッション要求事項 -」)
- [5] 削除
- [6] 削除
- [7] JIS Q 17000:2005, 適合性評価—用語及び一般原則
- [8] IEC 61000-4-21, *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-21: Testing and measurement techniques - Reverberation chamber test methods*
- [9] 削除
- [10] 削除
- [11] Chen, Z., Foegelle, M.D. and Harrington, T., *Analysis of log periodic dipole array antennas for site validation and radiated emissions testing*, IEEE EMC Symposium, Seattle, 1999, p. 618-623
- [12] 削除
- [13] IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility - Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*
- [14] K. Osabe, T. Komatsuzaki, K. Tamura “A Correlation Test among Measurement Sites for Radiated EMI Using an Actual Machine and a Stabilized Power Line Impedance” 66K3, EMC Zurich symposium 2001, Zurich, Switzerland.
- [15] S. Okuyama, K. Tanakajima, K. Osabe, M. Muramatsu “Investigation on Effectiveness of Very High Frequency Line Impedance Stabilization Network (VHF-LISN) for Measurement Reproducibility” EMC Europe symposium 2013, Brugge, Belgium

国際規格(CISPR 16-2-3 第 4.0 版)と一部答申との比較

番号	該当項	国際規格	一部答申	相違点概要及び理由
1	序文	なし	本編は、国際規格CISPR 16-2-3(第 4.0 版、2016-9)に準拠し、「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 放射妨害波の測定法」に関する技術的条件を定めたものである。平成 21 年 情報通信審議会答申「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件」に記載されている放射妨害波の測定法に関する規定は、本編で置き換える。 本編は、第 1 章～第 8 章、付則 A～付則 D(情報)及び付則 E(規定)で構成される。ただし、付則 Aは情報の付則であるが、測定結果の誤差の増大や結果の判定において誤解を招く恐れがあるため、前回一部答申と同様に削除している。	本編の引用規格を明確にするために記載する。
2	1 適用範囲	本編は、周波数範囲 9 kHz～18 GHzにおける放射妨害波の測定法を規定する。測定の不確かさについては、CISPR 16-4-1とCISPR 16-4-2に規定されている。	本編は、周波数範囲 9 kHz～18 GHzにおける放射妨害波の測定法を規定する。測定の不確かさについては、引用規格(6)及び引用規格(7)に規定されている。	CISPR 16-2-3 第 4.0 版に整合する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
3	2 引用規格	CISPR 14-1:2016, 家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値と測定法	(1) CISPR 14-1:2016, 家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値と測定法	CISPR 16-2-3 第 4.0 版に整合する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
4	2 引用規格	CISPR 16-1-1, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 1 編:無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置－測定用受信機	(2) 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 1 編:無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置 一測定用受信機」)	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
5	2 引用規格	CISPR 16-1-2:2014, 無線妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 2 編:無線妨害波	(3) 令和 4 年 2 月 情報通信審議会答申, (諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用

		及びイミュニティの測定装置－補助装置－伝導妨害波	<u>規格について</u> のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 補助装置 -伝導妨害波-1)」	規格には番号を付与し、分かりやすくした。
6	2 引用規格	<u>CISPR 16-1-4:2010, 無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置と測定法に関する規格－第1部-第4編:無線周波妨害波およびイミュニティ測定装置－放射妨害波</u>	(4) 平成 28 年 10 月 情報通信審議会答申,(諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 1 部－第 4 編 無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置－放射妨害波測定用のアンテナと試験場－」)	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
7	2 引用規格	<u>CISPR 16-2-1:2014, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置と測定法に関する規格 第 2 部－第 1 編:伝導妨害波の測定</u>	(5) 令和 4 年 2 月 情報通信審議会答申,(諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定法の技術的条件 伝導妨害波の測定法」)	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
8	2 引用規格	<u>CISPR 16-4-1, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 1 編:不確かさ, 統計及び許容値モデル－規格化されたEMC試験での不確かさ</u>	(6) CISPR 16-4-1, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 1 編:不確かさ, 統計及び許容値モデル－規格化されたEMC試験での不確かさ	CISPR 16-2-3 第 4.0 版に整合する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
9	2 引用規格	<u>CISPR 16-4-2:2003, 無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置及び測定法に関する規格－第4部-第2編:不確かさ, 統計および許容値のモデル－測定装置の不確かさ</u>	(7) 令和元年 10 月 情報通信審議会答申(諮問第 3 号「国際無線障害特別委員会(CISPR)の諸規格について」のうち「無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 2 編:不確かさ, 統計及び許容値のモデル－測定装置の不確かさ－」)	国際規格に対応する一部答申に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
10	2 引用規格	<u>CISPR TR 16-4-5, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 5 編:不確かさ, 統計及び許容値のモデル－代替試験方法の使用条件</u>	(8) CISPR TR 16-4-5, 無線周波妨害波及びイミュニティ測定装置の技術的条件 第 4 部－第 5 編:不確かさ, 統計及び許容値のモデル－代替試験方法の使用条件	CISPR 16-2-3 第 4.0 版に整合する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
11	2 引用規格	IEC 60050-161, EMCに関するIEV用語	(9) IEC 60050-161, EMCに関するIEV用語	CISPR 16-2-3 第 4.0 版に整合する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
12	2 引用規格	<u>IEC 61000-4-3:2006, 電磁両立性(EMC)－第4部-第3編:試験及び測定技術－放射無線周波電磁界イミュニティ試験</u>	(10) <u>JIS C 61000-4-3:2012, 電磁両立性－第 4－3 部:試験及び測定技術－放射無線周波電磁界イミュニティ試験</u>	国際規格に対応する日本産業規格(JIS)に変更する。た

				だし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
13	2 引用規格	IEC 61000-4-20, 電磁両立性 第4部-第20編:試験及び測定技術—TEM(横方向電磁界)導波管のエミッション及びイミュニティ試験	(11) JIS C 61000-4-20:2014, 電磁両立性—第4—20部:試験及び測定技術—TEM(横方向電磁界)導波管のエミッション及びイミュニティ試験	国際規格に対応する日本産業規格(JIS)に変更する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくした。
14	3.1.9 コモンモード吸収デバイス	<u>適合性不確かさを小さくするために、放射妨害波測定においてテストボリュームから外に出るケーブルに適用するデバイス</u>	<u>高コモンモードインピーダンスを維持するために、放射妨害波測定でテストボリュームから外に出るケーブルに適用するデバイス</u>	CMAD の用語の定義は、技術的間違いがあるため、CISPR の SC-A&I/JAHG6 で審議されている通り、正しい CMAD の定義に修正する。
15	6.4.1.1 概要	EUT の RGP(基準大地面) に対する位置は使用状態で生じるものと等価であること。したがって、床置型装置は RGP 上に絶縁して設置され、卓上型装置は非導電性試験台上に設置される。	EUT の大地面に対する位置は使用状態で生じるものと等価であること。したがって、床置型装置は大地面上に絶縁して設置され、卓上型装置は非導電性の非導電性試験台上に設置される。	放射妨害波では「基準大地面」は必要ない。読者の誤解を招かないようにするため、「大地面」と記述する。
16	6.4.1.2 卓上型装置の配置	第四段落の文章 ケーブルは通常使用状態の通りに配置すること。	第三段落へ移動 ケーブルは通常使用状態のとおり配置すること。	読者に分かりやすくするために、この段落の順番を一つ前の段落に移動する。
17	6.4.1.2 卓上型装置の配置	ユニット間接続ケーブルは試験台の背後に垂らすこと。もし垂らしたケーブルが水平 RGP(又は床)から 0.4 m より近付くならば、ケーブルの中央で 0.4 m 以下の長さに束ね、束ねた部分は水平 RGP から 0.4 m にすること。	ユニット間接続ケーブルは試験台の背後に垂らすこと。もし垂らしたケーブルが水平大地面(又は床)から 0.4 m より近付くならば、ケーブルの中央で 0.4 m 以下の長さに束ね、束ねた部分は水平大地面から 0.4 m にすること。	放射妨害波では「基準大地面」は必要ない。読者が誤解を招かないようにするため、「大地面」と記述する。
18	6.4.1.3 床置型装置の配置	EUT は、水平 RGP 上に通常使用する向きで、ただし、15 cm 以下で絶縁し、RGP と電氣的に接続しないように離して配置すること。 ケーブルは水平 RGP から 15 cm 以下の距離で絶縁すること。装置に専用の接地が要求されている場合、その接地は水平大地面に接合すること。 ユニット間接続ケーブル(EUT を構成するユニット間あるいは EUT と周辺装置間)は、水平 RGP に向かって、絶縁した状態を維持しつつ垂らすこと。余長部分は、ケーブル中央で 0.4 m 以下の長さで束ねるか、もしくはとぐろ状に配線すること。ユニット間接続ケーブルの長さが、水	EUT は、水平大地面上に通常使用する向きで、ただし、15 cm 以下で絶縁し、大地面と電氣的に接続しないように離して配置すること。 ケーブルは水平大地面から 15 cm 以下の距離で絶縁すること。装置に専用の接地が要求されている場合、その接地は水平大地面に接合すること。 ユニット間接続ケーブル(EUT を構成するユニット間又は EUT と周辺装置間)は、水平大地面に向かって、絶縁した状態を維持しつつ垂らすこと。余長部分は、ケーブル中央で 0.4 m 以下の長さで束ねるか又は重ならないように折り返して配線すること。ユニット間接続ケーブ	放射妨害波では「基準大地面」は必要ない。読者の誤解を招かないようにするため、「大地面」と記述する。

		平RGPに垂らすほど長くはないが、水平RGPに対して0.4 m以内に近づく程度のものである場合、余長部分はケーブルの中央で0.4 m以下の長さで束ねること。束ねた部分の位置は水平RGPからの高さが0.4 mとなるようにするか、あるいはケーブルの引き込み部もしくは接続点の高さが水平RGPから0.4 m以内の場合は、それらと同じ高さとなるようにすること。	ルの長さが、水平大地面に垂らすほど長くはないが、水平大地面に対して0.4 m以内に近づく程度のものである場合、余長部分はケーブルの中央で0.4 m以下の長さで束ねること。束ねた部分の位置は水平大地面からの高さが0.4 mとなるようにするか又はケーブルの引込み部若しくは接続点の高さが水平大地面から0.4 m以内の場合は、それらと同じ高さとなるようにすること。	
19	6.4.1.4 卓上型及び床置型の組合せ装置の配置	卓上型ユニットと床置型ユニット間の相互接続ケーブルは、余長部分は0.4 m以下の長さで束ねること。束ねた部分の位置は水平RGPから高さ0.4 mとなるようにするか、あるいはケーブルの引き込み部もしくは接続点の高さが水平RGPから0.4 m以内の場合は、それらと同じ高さとなるようにすること。	卓上型ユニットと床置型ユニット間の相互接続ケーブルは、余長部分は0.4 m以下の長さで束ねること。束ねた部分の位置は水平大地面から高さ0.4 mとなるようにするか又はケーブルの引込み部若しくは接続点の高さが水平大地面から0.4 m以内の場合は、それらと同じ高さとなるようにすること。	放射妨害波では「基準大地面」は必要ない。読者の誤解を招かないようにするため、「大地面」と記述する。
20	6.4.8 最大妨害波となるEUT配置の決定	第四段落の文章 <u>事前の試験では、EUTは製品規格に基づいて適切に配置すべきである。</u>	第一段落へ移動 <u>事前の試験では、EUTは必要に応じて製品規格に基づいて配置してもよい。</u>	読者が分かりやすくするために、この段落の順番を二つ前の段落に移動する。
21	6.6.5 尖頭値検波器によってスペクトル全体像を得る方法 図4	<u>「妨害波スペクトルの概要を得るために、最大保持機能を備えた高速の短い繰返し掃引を使用して測定された断続的な狭帯域妨害波」</u>	図4の表題を修正 <u>「断続的な狭帯域妨害波に必要な掃引回数の例」</u>	読者が分かりやすくするために、図4のタイトルを修正する。
22	7.1 概論表3	RE/RI 共通 <u>IEC 61000-4-20</u>	RE(放射エミッション)/RI(放射免疫性) 共通に <u>引用規格(11)</u>	読者の誤解を招かないように説明を追加する。ただし、引用規格には番号を付与し、分かりやすくする。

23	7.2.3 試験環境	LASの外周とその近くにある床や壁などの物体は、少なくとも0.5 m離れていること。高周波の周囲電磁界によってLASに誘起する電流の影響は、 <u>CISPR 16-1-4</u> に従って判断すること。	LASの外周とその近くにある床や壁などの物体は、少なくとも0.5 m離れていること。高周波の周囲電磁界によってLASに誘起する電流の影響は、 <u>引用規格(4)</u> に従って判断すること。	CISPR 16-2-3 第4.0版に整合及び国際規格に対応する一部答申に変更し引用規格の番号を記載する。
24	7.3.1 測定量	例えば、200 MHzで感度がよいダイポールと、1000 MHzで感度がよいダイポールの間の距離約0.6 mの代表的なLPDAを考える。EUTからの距離 $d=3$ mでの妨害波測定では、200 MHzの場合、 <u>式(11)</u> から得られる d_{phase} の値に従い、 <u>図9</u> のP2からの距離が約3.3 mとなる位置で電界強度が測定される。	例えば、200 MHzで感度がよいダイポールと、1000 MHzで感度がよいダイポールの間の距離が約0.6 mの代表的なLPDAを考える。EUTからの距離 $d=3$ mでの妨害波測定では、200 MHzの場合、 <u>式(9)</u> から得られる d_{phase} の値に従い、 <u>図9</u> のP2からの距離が約3.3 mとなる位置で電界強度が測定される。	国際規格の記述の誤記を修正する。
25	7.3.1 測定量 図9	図9のEUTの面からの距離	図9のEUTの外周円からの距離に修正	測定距離の記述が、 <u>図8</u> と整合せず誤解を招くため、修正する。
26	7.3.3 一般的測定方法	図10の反射波の線	図10の反射波の線を正しく修正	国際規格での反射波の線が誤っているため、修正する。
27	7.3.4 測定距離	c) $d \gg 2D^2/\lambda$ の場合:・・・「 <u>この条件は$D \gg \lambda$の場合に提供する。</u> 」	「この条件は $D \gg \lambda$ の場合に提供する。」は削除	この文章は、必須条件ではないため前回一部答申と同様に削除する。
28	7.3.6.3 EUTの構成	EUTの動作状態及び配置については6.4節に詳細に記載している。	EUTの動作状態及び配置については6.4節に詳細に記載している。 <u>CMADの使用については、多種多様なEUTが想定されるために、製品規格と本項の要求事項との間に著しい乖離があるかもしれない。なぜなら、CMADがコモンモード電流の吸収を目的としている装置であることから、CMADを使用することにより測定結果が過小評価になる可能性がある(参考文献[14])こと及び試験場間測定結果の相関性改善には寄与しない(参考文献[15])ことが分かっているためである。</u> もし、CMADを使用する場合は、次に従うこと。使用するCMADは、 <u>引用規格(4)の適用すべき仕様を満足すること。</u>	読者の誤解を招かないようにするため、一行目と二行目の間に、“注意喚起文”を追加する。

29	7.3.6.3 EUTの 構成	<u>注) CMADsの数の制限については[12]で検討されている。大きいEUTと小さいEUT及びケーブルが1本のEUTと2本のEUTを比較し、試験空間の外に出るケーブルが1本だけの小さいEUTの結果が最も悪いと著者は結論づけている。著者が行った調査は、3本以下のケーブルを持つ机上装置へのCMADsの適応性を包含している。(著者が行った調査は、3本以下のケーブルを持つ机上装置に対し、CMADsを使用することの妥当性を示している。)</u>	削除	著者が行った調査の説明であるため、一部答申としては必要がないため削除した。
30	7.3.6.3 EUTの 構成	<u>1) CMADはCISPR 16-1-4の関連する仕様を満足すること。これらの使用は試験報告書に記載すること。</u>	図11の図中の注釈1)を注意喚起文に移動	CMADの要求仕様が、図.11の注釈として要求事項を記述することは不適切であるため、注意喚起文に移動する。
31	7.4.1 試験配置及び試験室(FAR)の構造 図12 2)、 図13 2)、 図14 3)	<u>CMADは、CISPR 16-1-4の関連する仕様に適合しなくてはならない。それらの使用は、試験報告書に記載しなくてはならない。</u>	削除	図の注釈として要求事項を記述することは不適切でありかつ、本文の記述のみで十分なため注釈を削除する。
32	7.4.3 ケーブルの配置及び終端		f)に次の文章を追加 <u>f) CMADの使用については、多種多様のEUTが想定されるために、製品規格と本項の要求事項との間に著しい乖離があるかもしれない。なぜなら、CMADがコモンモード電流の吸収を目的としている装置であることから、CMADを使用することにより測定結果が過小評価になる可能性がある(参考文献[14])こと及び試験場間測定結果の相関性改善には寄与しない(参考文献[15])ことが分かっているためである。もし、CMADを使用する場合は、次に従うこと。使用するCMADは、引用規格(4)の適用すべき仕様を満足すること。</u>	読者が誤解を招かないようにするため、f)の頭に7.3.6.3項と同じ注意喚起文を追加する。

		f) テストボリューム外のケーブルが放射妨害波測定結果に与える影響を減少させるフェライトクランプ型のCMADを使用する。…(略)	テストボリューム外のケーブルが放射妨害波測定結果に与える影響を減少させるフェライトクランプ型のCMADを使用する。…(略)	
33	7.4.3 ケーブルの配置及び終端	多くの EUT が想定されるために、必然的に製品規格と本項の要求事項との間に著しい乖離があるかもしれない(例えば、 CISPR 22:2008 [4]の 10.5 項)	多くの EUT が想定されるために、必然的に製品規格と本項の要求事項との間に著しい乖離があるかもしれない(例えば、 参考文献 [4])	廃版した CISPR 22 を併合した国際規格 CISPR 32 の一部答申に修正する。
34	7.5.2 EUT 外縁の定義及びアンテナと EUT 間の距離	図 15 - 均一電界の校正の基準平面の位置関係(上面図)	図 15 - 均一電界のレベル設定の基準平面の位置関係(上面図)に変更	均一電界面(UFA)は第三者による“校正”は行っていないため、JIS C 61000-4-3 に整合させ、“レベル設定”と JIS の表現に合わせる。
35	7.5.3 均一テストボリューム	<ul style="list-style-type: none"> • EUT と周辺装置(例えば、関連周辺装置及びケーブル)は、CISPR 16-1-4 の試験場の検証要求事項を満足するテストボリュームに含まれること。CISPR 16-1-4 の放射妨害波測定用代替試験場に関する試験場の検証手順を参照のこと。 • EUT と周辺装置は、テストボリュームに含まれ、本項に規定するように、IEC 61000-4-3 の要求事項に従う均一電磁界エリア(UFA)に沿って配置すること。 EUT 外縁の辺の長さが異なる EUT の試験においては、IEC 61000-4-3 の要求事項に従って2つのアンテナ位置で均一電界平面を校正すること。図 15 の例では、この面は EUT の正面の長さ b の面(UFA 1)及び側面の長さ a の面(UFA 2)と重なる。 複数のユニットからなる EUT を最大幅 1.5 m に収めるためには、UFA を以下に述べる2つの位置で校正するとよい。 • 回転台の中心点を通り、かつアンテナ軸に直交する平面で校正する。 	<ul style="list-style-type: none"> • EUT 及び周辺装置(例えば、関連周辺装置及びケーブル)は、引用規格 (4) の試験場の検証要求事項を満足するテストボリュームに含まれること。引用規格 (4) の放射妨害波測定用代替試験場に関する試験場の検証手順を参照のこと。 • EUT 及び周辺装置は、テストボリュームに含まれ、本項に規定するように、引用規格 (10) の要求事項に従う均一電磁界エリア(UFA)に沿って配置すること。 EUT 外縁の辺の長さが異なる EUT の試験においては、引用規格 (10) の要求事項に従って2つのアンテナ位置で均一電界平面をレベル設定すること。図 15 の例では、この面は EUT の正面の長さ b の面(UFA 1)及び側面の長さ a の面(UFA 2)である。 最大幅 1.5 m に EUT を試験するためには、UFA を以下に述べる2つの位置でレベル設定するとよい。 • 回転台の中心点を通り、かつ、アンテナ軸に直交する平面でレベル設定する。 	<p>国際規格に対応する日本産業規格(JIS)及び一部答申に変更した、引用規格の番号を記載する。</p> <p>均一電界面(UFA)は第三者による“校正”は行っていないため、JIS C 61000-4-3 に整合させ、“レベル設定”と JIS の表現に合わせる。</p>

		<p>・回転台の中心点から 0.75 m 前で、かつアンテナ軸に直交する平面で<u>校正</u>する。校正された2つのUFAの間に EUT の照射面が位置する場合、以下の前提で線形補間を適用できる。</p> <p>...</p> <p>EUT 外縁の長辺及び短辺の長さの違いが測定距離 3 m の 20 %以下(すなわち 0.6 m以下)の場合は、図 15 の UFA 1 (EUT の最大幅の表面) に対応する距離で、1つの UFA だけを<u>校正</u>すればよい。</p> <p>...</p> <p>相互接続ケーブルを含む EUT 外縁は、試験場の検証要求事項を満足するテストボリュームの内側に収めること。エミッション/イミュニティ試験の共通配置を実現するには、EUT 外縁を 0°、90°、180°、270°回転した時、外縁の最大辺と最小辺に対応する2つの垂直面で電界強度を<u>校正</u>すること。これら 2 つの垂直面の位置は、試験される装置の仕様を考慮して決定する。</p>	<p>・回転台の中心点から 0.75 m 前で、かつ、アンテナ軸に直交する平面で<u>レベル設定</u>する。レベル設定された2つのUFAの間にEUTの照射面が位置する場合、次の前提で線形補間を適用できる。</p> <p>...</p> <p>EUT 外縁の長辺及び短辺の長さの違いが測定距離 3 m の 20 %以下(すなわち 0.6 m以下)の場合は、図 15 の UFA 1 (EUT の最大幅の表面) に対応する距離で、1つの UFA だけを<u>レベル設定</u>すればよい。</p> <p>...</p> <p>相互接続ケーブルを含む EUT 外縁は、試験場の検証要求事項を満足するテストボリュームの内側に収めること。エミッション/イミュニティ試験の共通配置を実現するには、EUT 外縁を 0°、90°、180°及び 270°回転した時、外縁の最大辺と最小辺に対応する2つの垂直面で電界強度を<u>レベル設定</u>すること。これら2つの垂直面の位置は、試験される装置の仕様を考慮して決定する。</p>	
36	7.5.3 均一テスト ボリューム	<p>・二つの UFA のそれぞれにおいて、<u>IEC 61000-4-3</u> で定義された測定点の個数について、0 dB から+ 6 dB までの均一電界判定基準を満足する。</p> <p>...</p> <p>回転台の中心点における UFA の電界強度を一定値に保つためのアンテナ入力電力(対数目盛)を P_{c1} 及び回転台の中心点から 0.75 m 前の UFA に関するアンテナ入力電力(対数目盛)を P_{c2} と表記する。これによってそれ以外の位置における EUT 表面を照射するのに必要な入力電力は、P_{c1} と P_{c2} 及び対応するアンテナまでの距離(これも対数目盛)を用いて線形補間によって算出できる。測定と仕様については、<u>IEC 61000-4-3:2006</u> の 6.2 節、電界の校正に関する記載を参照のこと。</p>	<p>・二つの UFA のそれぞれにおいて、<u>引用規格 (10)</u> で定義された測定点の個数について、0 dB から+ 6 dB までの均一電界判定基準を満足する。</p> <p>...</p> <p>回転台の中心点における UFA の電界強度を一定値に保つためのアンテナ入力電力(対数目盛)を P_{c1} 及び回転台の中心点から 0.75 m 前の UFA に関するアンテナ入力電力(対数目盛)を P_{c2} と表記する。これによってそれ以外の位置における EUT 表面を照射するのに必要な入力電力は、P_{c1}、P_{c2} 及び対応するアンテナまでの距離(これも対数目盛)を用いて線形補間によって算出できる。測定及び仕様については、<u>引用規格 (10)</u> の 6.2 節、電界の<u>レベル設定</u>に関する記載を参照のこと。</p>	<p>国際規格に対応する日本産業規格 (JIS) に変更し、引用規格の番号を記載する。</p> <p>均一電界面(UFA)は第三者による“校正”は行っていないため、JIS C 61000-4-3 に整合させ、“レベル設定”と JIS の表現に合わせる。</p>

37	7.5.4 共通的なエミッション/イミュニティ試験の配置に関する仕様	はじめの箇条書きの第二段落目の文中 「ただし、例えば事前測定によって、接続端子の負荷及び周辺装置の個数を増やしても、妨害波レベルが大幅に増加しない(すなわち 2 dB を超えない)か、あるいはイミュニティレベルが大幅に低下しないことが確認されていれば、これらの装置の個数は 1 個で十分である。接続端子の構成と負荷状態に関する根拠は、試験報告書に記載すること。」	下線部の文言を追加 「ただし、例えば事前測定によって、接続端子の負荷及び周辺装置の個数を増やしても、妨害波レベルが大幅に増加しない(すなわち 2 dB を超えない)こと又はイミュニティレベルが大幅に低下しないことが確認されていれば、これらの装置の個数は型式ごとに 1 個で十分である。接続端子の構成及び負荷状態に関する根拠は、試験報告書に記載すること。」の下線部を追加	読者に誤解を招かないように “型式ごとに 1 個で十分である”と分かりやすく修正する。
38	7.5.4 共通的なエミッション/イミュニティ試験の配置に関する仕様	三つ目の箇条書きの文中 「(ただし、製造業者がこれより短いケーブルの使用を指定した場合は除く)。」	括弧を外し本文に変更 「ただし、製造業者がこれより短いケーブルの使用を指定した場合は除く。」	要求事項が記載されているので、括弧を外す。
39	7.5.4 共通的なエミッション/イミュニティ試験の配置に関する仕様	図 16 と図 18 図中の注釈 1)	図 16 及び図 18 に変更 図中の注釈 1) を削除	図の注釈として要求事項を記述することは不適切でありかつ、本文の記述のみで十分なため注釈を削除する。
40	7.6.2 測定距離	周囲雑音が高い場合や不要な反射の影響を低減する場合には、より短い距離を適用することがある。ただし、測定距離は $D^2 / (2\lambda)$ 以上を確保するよう注意することが望ましい。	周囲雑音が高い場合や不要な反射の影響を低減する場合には、より短い距離を適用することがある。ただし、測定距離は $D^2 / (2\lambda)$ 以上を確保するよう注意することが望ましい。	国際規格の記述の誤記を修正する。

41	7.6.6.1 1 GHz 以上の 放射妨 害波の 電界強 度測定 方法	<p>•w:測定距離 d にある受信アンテナの $\theta_{3\text{dB}}$ により包含される EUT の最大外縁における鉛直線の長さ。実際のアンテナの特性と測定距離に対応して式 (15) を使って w を計算すること。w の値は、試験報告書に記載すること。製造業者によって提供された受信アンテナビーム幅の仕様に基づいて計算を行ってもよい。</p>	<p>•w:測定距離 d にある受信アンテナの $\theta_{3\text{dB}}$ により包含される EUT の最大外縁における鉛直線の長さ。実際のアンテナの特性及び測定距離に対応して式 (13) を使って w を計算すること。w の値は、試験報告書に記載すること。製造業者によって提供された受信アンテナビーム幅の仕様に基づいて計算を行ってもよい。</p>	国際規格の記述の誤記を修正する。
42	7.6.6.3. 1 概要	妨害波の振幅確率分布 (APD) 測定によって測定対象の妨害波の統計的な特性が得られる。APD 測定の利用に関する背景情報は、 <u>CISPR TR 16-3:2014 [2]</u> の 4.7 節に説明されている。	妨害波の振幅確率分布 (APD) 測定によって測定対象の妨害波の統計的な特性が得られる。APD 測定の利用に関する背景情報は、 <u>参考文献 [3]</u> の 4.7 節に説明されている。	参考文献の項番の誤記を修正する。
43	7.6.6.3. 2 方法 1 妨害波 レベル の測定	<p>4) スペクトラムアナライザの中心周波数を、<u>手順 2)</u> で決定された周波数に設定する。 (中略) 7) スペクトラムアナライザの中心周波数を、<u>手順 2)</u> で決定した測定周波数の別の周波数に移す。すべての測定周波数に対する APD 測定を終えるまで手順 4) から 6) を繰り返す。</p>	<p>4) スペクトラムアナライザの中心周波数を、<u>手順 3)</u> で決定された周波数に設定する。 (中略) 7) スペクトラムアナライザの中心周波数を、<u>手順 3)</u> で決定した測定周波数の別の周波数に移す。全ての測定周波数に対する APD 測定を終えるまで手順 4) から 6) までを繰り返す。</p>	国際規格の記述の誤記を修正する。
44	付則 A (情報) 周囲雑 音の存 在下で の妨害 波の測 定	<p>付則 A</p> <p>6.2.2 適合性試験 「<u>周囲雑音が存在する状態における妨害波測定の更なるガイダンスは、付則 A で示している。</u>」</p> <p>7.3.6.2 試験環境 「<u>周囲雑音とそれによる測定誤差については、6.2.2 項及び付則 A を参照すること。</u>」</p> <p>7.7.1 設置場所測定の適用及び準備 「<u>測定された妨害波強度と周囲雑音の比が 6 dB 未満の場合は、付則 A に記載されている測定方法を使用できる。</u>」</p>	<p>付則 A は全文削除かつ、本文の次の関連文章を削除</p> <p>削除</p> <p>削除</p> <p>削除</p>	測定帯域幅を規定の値から変更することは測定結果の誤差の増大や、結果の判定に誤解を招く恐れがあるため前回一部答申と同様に付則 A は削除する。
45	参 考 文 献 [4]		参考文献[4]を次のように変更及び追加	廃版した CISPR 22 を併合した国際規格 CISPR 32 の一部答申に変更及び追加する。

		<u>[4] CISPR 22:2008, Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement</u>	<u>[4] 平成 27 年 12 月 情報通信審議会答申, (諮問 第 3 号「国際無線障害特別委員会 (CISPR) の諸規格について」のうち「マルチメディア機器の電磁両立性 - エミッション要求事項 -」)</u>	
46	参考文献 [5],[6]、 [9],[10] [12]	参考文献 [5]、[6]、[9]、[10]、[12]	削除	参考文献の参照がないため削除する。
47	参考文献 [7]	<u>[7] ISO/IEC 17000:2004, Conformity assessment – Vocabulary and general principles</u>	参考文献 [7] を変更及び追加 <u>[7] JIS Q 17000:2005, 適合性評価－用語及び一般原則</u>	国際規格に対応する日本産業規格 (JIS) に変更及び追加する。
48	参考文献	なし	参考文献 [14]、[15] を追加 <u>[14] K. Osabe, T. Komatsuzaki, K. Tamura “A Correlation Test among Measurement Sites for Radiated EMI Using an Actual Machine and a Stabilized Power Line Impedance” 66K3, EMC Zurich symposium 2001, Zurich, Switzerland.</u> <u>[15] S. Okuyama, K. Tanakajima, K. Osabe, M. Muramatsu “Investigation on Effectiveness of Very High Frequency Line Impedance Stabilization Network (VHF-LISN) for Measurement Reproducibility” EMC Europe symposium 2013, Brugge, Belgium</u>	CMAD 挿入による測定結果が過小評価になる可能性がある(参考文献 [14]) こと及び試験場間測定結果の相関性改善には寄与しない(参考文献 [15]) ことが記述されている参考文献を追加する。