

60GHz パルス方式移動体検知センサー

第6回作業班質疑事項への回答

アルプスアルパイン株式会社

The logo for ALPSALPINE, featuring a stylized 'A' symbol followed by the text 'ALPSALPINE' in a bold, sans-serif font.

目次

質疑 1 : 周波数帯域下限についての説明

質疑 2 : 空中線電力と EIRP の関係説明

1. 周波数帯域下限についての説明

・ パルス方式の占有周波数帯域幅 (OBW) は 凡そ 3GHz~7GHzとなる。実装条件 (パルス幅) によって占有周波数帯域幅(OBW) が変わるが、周波数帯域下限は 凡そ3GHzと想定される。

・ OBWが広い程 帯域内の最大電力密度が低くなり、他システムへの影響が低くなる。反対に帯域が狭い程 帯域内の電力密度最大値が大きくなり、他システムへの影響が大きくなる。与干渉検討では 厳しい条件、即ち、OBWの下限で実施される。

・ OBWの下限となる3GHzでは 電力が集中している帯域が 約1.1GHzとなるため、1.1GHzを 与干渉電波帯域幅(BWi)として計算に使われる。

・ 干渉波受信電力の計算に、下記計算式を使う。

妨害波電力密度 PSDi (mW/MHz) = PTi(mW)/BWi(MHz)

干渉波受信電力: PRi = PSDi × BW × Gi × GRi × (λ/4πDi) ^2

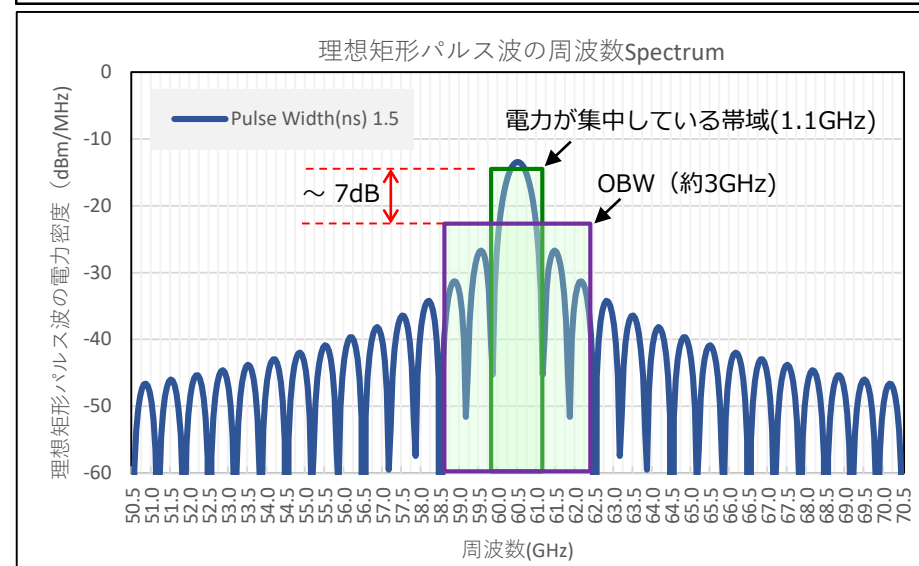
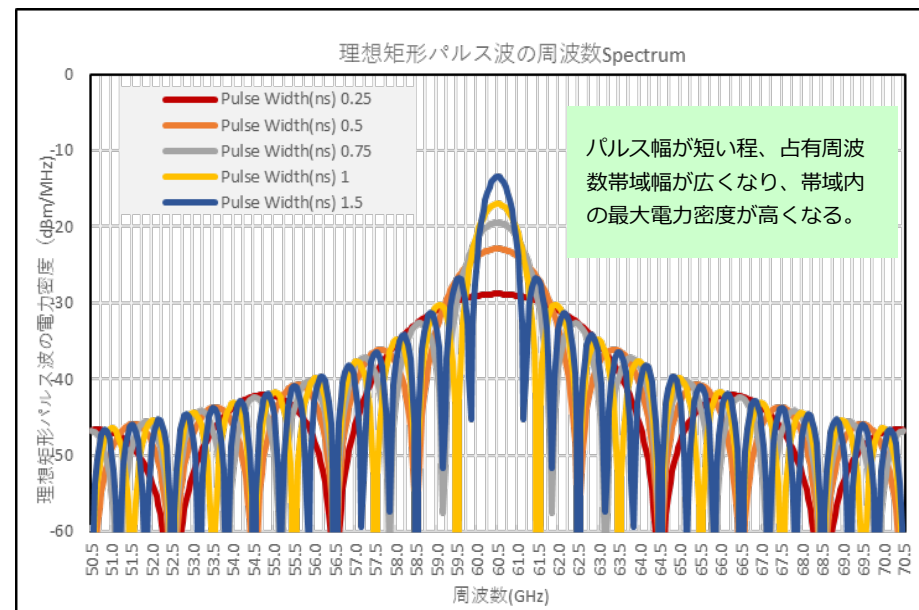
PTi_ 干渉波電力、

BW_ 受信機受信帯域 (但し、BW < BWiの時のみ)

Gi_ 与干渉機アンテナ利得、

GRi_ 干渉信号に於ける受信アンテナ利得、

Di_ 与・被干渉機距離、λ_ 波長



2. 空中線電力と EIRPの関係説明

- ・ 技術条件の大元となるのは EIRP平均値である。想定ユースケースは 二つあり、システム要件として、必要な EIRP平均値は 5dBmと算出される。
- ・ 上記二つのユースケースには アンテナの指向性を求められる 狭ビームのユースケース（UC1、アンテナ利得 7dBi、ビーム幅 90度） と アンテナの指向性が広ビームとなるユースケース（UC2、アンテナ利得は 5dBi、ビーム幅が 120度） が存在する。
- ・ EIRP平均値 5dBm と アンテナ利得から逆算した空中線平均電力は -2dBm（UC1） と 0dBm（ UC2） となり、空中線平均電力の大きい方をとり、0dBm となる。
- ・ パルス信号のDutyは 与干渉特性に絡んでおり、機能要求条件（次ページ参照）から6%が 上限となり、換算した EIRP尖頭値は 17dBmとなる。
- ・ 空中線電力の尖頭値は EIRP尖頭値と アンテナ利得から 10dBm（UC1） と 12dBm（UC2） と算出される。
- ・ 半導体技術の制限を考慮し、空中線電力の尖頭値を 10dBmとする。

	ユースケース			
空中線電力（尖頭値）		10	dBm	技術制限
受信電力限度値		-86.7	dBm	技術制限
最大検知距離	UC1	1.2	m	システム要件
	UC2	0.8		
アンテナ半値角	UC1	90	degree	システム要件
	UC2	120		
アンテナ利得	UC1	7	dBi	IEEEモデル
	UC2	5		

ユースケース	アンテナ半値角	アンテナ利得	空中線電力		EIRP	
			尖頭値	平均値	尖頭値	平均値
	degree	dBi	dBm		dBm	
		A	B	C	D	E
UC1	90	7	10	-2	17	5
UC2	120	5	12	0		

E __ システム要件（5dBm、技術条件の大元）

A __ システム要件（7dBiと5dBi、Use Case由来）

C = E - A（0dBm、-2dBmの計算結果、Max. 値をとる）

D = E / Duty_tx

（D=17dBm、Duty_TXは与干渉特性に絡み、6%が上限）

B = D - A（然し、技術制限により、10dBm Max.とする）

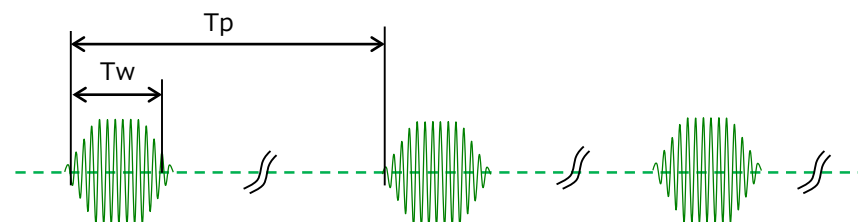
(参考説明) Duty_tx 限度値の由来

パルスの検知動作時のDuty Cycle算出式：

$$\text{Duty_tx} = \text{Tw} / \text{Tp}$$

Tw__ Pulse Width、パルス幅

Tp__ Pulse Period、パルス周期



パルス方式センサーが検知動作時の間欠送信様子（一例として）

パルス幅（Tw）の制限：

パルス幅が長い程（Twの値が大きい程）、パルス信号の周波数拡散帯域が狭くなり、帯域内の電力密度が高くなる。実装上想定される与干渉電波帯域幅の下限は 1.1GHz程度であり、これに対応するパルス幅の上限は $\text{Tw} \approx 1.5\text{ns}$ となる。

Tpの制限：

パルス周期が狭い程（Tpの値が小さい程）、パルスレーダーのUnambiguous距離（前Pulseが戻ってくる前に 次のPulseを送信しない事によって、偽距離現象を回避できる距離）が短くなる。パルスセンサーのシステム要件として Unambiguous距離は 3.5mであり、該Unambiguous距離に対応するパルス周期の下限は 26.6nsとなる。（ Unambiguous 距離 $D = (\text{Tp} - \text{Tw}) \times C / 2$ 、C_光速）

上記Twの上限と、Tpの下限から Duty_txの上限が 6.04% と算出される。

よって、6%の検知時送信Duty Cycleは 与干渉観点と システム要件から算出した上限となる。

以上