

# EUの79GHz帯レーダに関する動向

ITS無線システム委員会79GHz帯高分解能レーダ作業班(第1回)資料

資料2029-レ作1-8

## EUの79GHz帯レーダに関する動向

日時 平成22年2月8日(月) 10:00～12:00

場所 総務省8階第1特別会議室

ボッシュ株式会社

笠谷昌史



**BOSCH**

# EUの79GHz帯レーダに関する動向

## ヨーロッパにおける経緯と現状

2004年に、EUで車載UWB SRR 技術を導入するため、2つの周波数帯が認定された:

- 暫定的な帯域として24GHz帯域(21.65 – 26.65 GHz) (SRR 24G)
- 恒久的な帯域として79GHz帯域(77 – 81 GHz) (SRR 79G)

EUの周波数規約では、2013年中頃までにSRRを24GHz帯から79GHz帯に移行するよう要求している。

24GHz帯に関するDecision 2005/50/EC はその規定に関する根本的な再調査を2009年12月31日までに行うと定めている。

例) Boschは2004年からCEPTの勧告に従い、76-77GHz帯と77-81GHz帯におけるLRR / MRR / SRRの開発に力を入れてきた。

**結果: 製品と構成部品は実用化済み。**

*CEPT: Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications*  
European Conference of Postal and Telecommunications Administrations



**BOSCH**

# EUの79GHz帯レーダに関する動向

## ヨーロッパにおける経緯と現状

いくつかのメーカーで使用されている24GHz帯UWB SRRセンサーが79GHz帯センサーに途切れなく実用化移行できない可能性があるため、2013年のヨーロッパにおける24GHz UWBの期限に関して、現在ヨーロッパで議論されている。

このギャップを埋める暫定的な解決策として、30GHz以下で機能するシステムの使用が検討されている。

CEPTはSRRに77GHzから81GHzを保つ戦略を維持している。  
これは、既市販車に取り付けられている76GHzから77GHzのLRRの車載レーダーアプリケーションの周波数割り当てと整合している。

*CEPT: Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications*

European Conference of Postal and Telecommunications Administrations

欧州郵便電気通信主管庁会議



**BOSCH**

# EUの79GHz帯レーダに関する動向

## 現在使用可能な帯域幅 (EU)

- a. 長距離レーダー (LRR) 76 GHz – 77 GHz 1 GHz 帯域幅
- b. 短距離レーダー (SRR) 77 GHz – 81 GHz 4 GHz 帯域幅
- c. 24 GHz「旧」SRR 21.65 – 26.65 GHz 5 GHz 帯域幅

	24GHz "narrow band"	24GHz UWB	77GHz ACC band	79GHz SRR band
Available Bandwidth	<200MHz typ/ 100 MHz	5 GHz typ. 0.5 to 2 GHz	1GHz typ/ 200 MHz	4 GHz typ. 2 to 3 GHz
target separation capability	150cm	10cm	75cm	7.5cm
max. power e/i/r/p/ in EU/CEPT	20dBm* peak	0d Bm/ 50MHz(peak) - 41dBm/MHz(RMS)	55dBm* 50/23.5dBm*	55dBm* 23.5dBm* -9dBm/MHz(RMS)
S/N ratio gained#	up to 46dB	0dB	~22...42 46dB*	~10...42 46dB*

\* measured over the entire bandwidth

# compared to 24GHz UWB

1 depending on applied modulation and noise figure of system



**BOSCH**

# EUの79GHz帯レーダに関する動向

## レーダー間の干渉リスク

車用レーダー周波数帯	障害	結果
24 GHz narrowband (24.05 to 24.25 GHz)	帯域幅	全てのレーダーが同一の小さい周波数帯内で 高出力で動作する =>干渉リスクが非常に高い
26 GHz UWB SRR (24.25 to 29 GHz)	低放射力	低出力=>干渉リスクが低い
77 GHz ACC	高出力、 規格なし	干渉低減に関する規格の導入や計画なし
79 GHz SRR	なし	市場に製品なし、干渉しないデザインがまだ 可能なためDe-facto standard可能



# EUの79GHz帯レーダに関する動向

## 他のサービスからの干渉リスク

車用レーダー周波数帯	他の帯域内利用者との干渉可能性	結果
24 GHz narrowband (24.05 to 24.25 GHz)	very high	周波数帯の管理不能、高い干渉可能性、保護なし
26 GHz UWB SRR (24.25 to 29 GHz)	medium	いくつかのサービスがメイン、メイン補助で使用しているだけだが、SRR性能を制限するとともに厳しい干渉保護要求がある
77 GHz ACC	only few	実際ほとんど使われていない周波数帯、とても高い車載レーダー放射力が許可されている、他からの干渉リスクはとても低い
79 GHz SRR	only few	主に受動的業務での利用のみに使われるため、他からの干渉リスクはとても低い

将来、79GHz帯のみが車両アプリケーションのために保護保全されるだろう



# EUの79GHz帯レーダに関する動向

## 世界の規制状況 - 79 GHz UWB レーダー

- ・ アメリカ: 2010年2月規制申請予定
- ・ EU: decision 2004/545/ECにより、2004年から許可
- ・ オーストラリア: 未
- ・ シンガポール: IAD TS UWBにより、2007年から許可
- ・ カナダ: 未
- ・ 日本: 予定
- ・ ロシア: 未
- ・ ブラジル: 未



77 GHzから81 GHzの79GHz「UWB SRR帯」はEU諸国及びシンガポールで実際に利用可能。一部の国ではロビー活動が開始もしくは予定されている。



**BOSCH**

# EUの79GHz帯レーダに関する動向

## すでにSiGe技術に基いている76GHzレーダー



### 作動原理

レーダーセンサーの主機能は、物体検知と、物体相対位置が自車レーン上か他レーンかを検知することである。このため、センサーは車両の前にある物体で反射される76から77GHzの間の周波数帯で電波を送る。物体に対する相対スピードと距離はドップラー効果(反射された信号と送信された信号の間の周波数の変化)と時間差によって計測される。

物体の横方向の位置を決定するために、センサーは4つのアンテナ要素を持ち、同時に発振と受信信号評価を行う。この4つのアンテナ要素で受信した反射波の振幅と位相の差で波動角度が決められる。

付け加えれば、LRR3センサー制御装置の信号処理には、センサーが装備された車両が理想的な進路に進めるためにElectronic Stability Program ESPのセンサーが使用されている。Adaptive Cruise Controlに、計測された物体情報内のどれが使われるかというのは、基本的に物体の位置と動きと、レーダーを装備した車両の動きのデータを比較した結果で決まる。



**BOSCH**



# EUの79GHz帯レーダに関する動向

## 技術的詳細

### Technical features

Frequency range	76...77 GHz
Distance	0.5...250 m
Accuracy	±0.1 m
Relative speed	-75 ...+60 m/s
Accuracy	±0.12 m/s
Vision range	
Horizontal opening angle	30° (-6 dB)
Vertical opening angle	5° (-6 dB)
Max. number of detected objects	32
Operating temperature	-40 °C...+85 °C (periphery)
Vehicle connector	MQS 8 Pins
Cycle time (incl. auto diagnosis)	typically 80 ms
Dimensions (H x W x D)	77 mm x 74 mm x 58 mm
Weight	285 g
Power consumption	typically 4 W

### 典型的適用

LRR3は車の距離速度制御クルーズコントロールシステムACC (Adaptive Cruise Control)において中心的役割を果たす。ACCは前方にいる車両に対してあらかじめ設定された最短距離を維持するよう速度をコントロールする。このシステムは特定の距離を保ちながら自動的に減速加速をする。

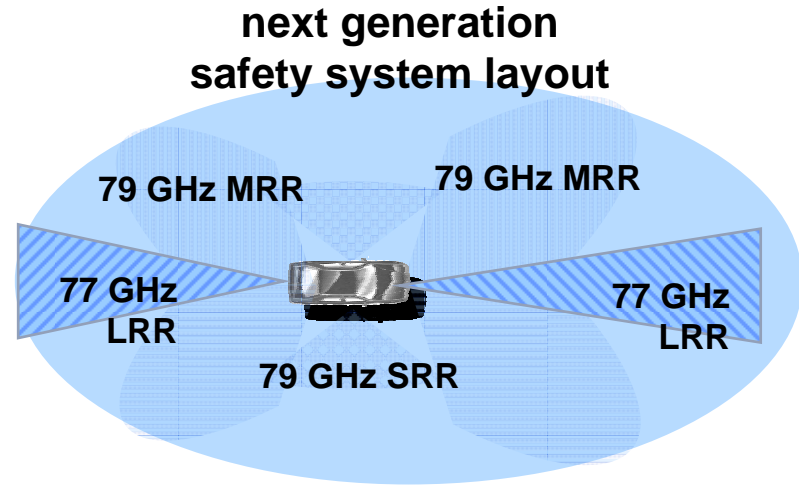
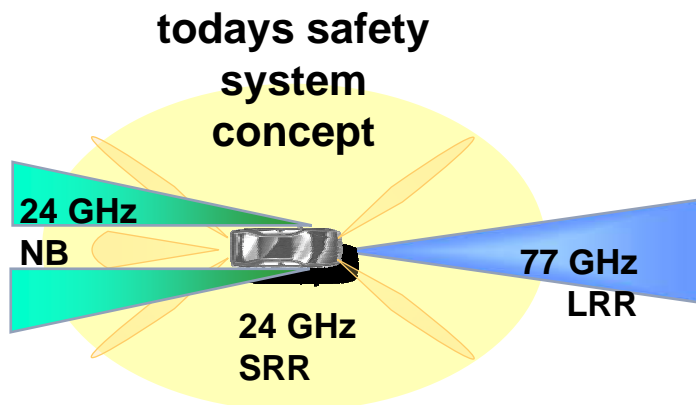
### Exploded view of the LRR3



**BOSCH**

# EUの79GHz帯レーダに関する動向

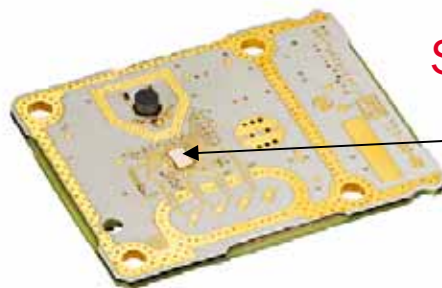
- 実際の車用レーダー利用は、非常に多様な技術の製品群から選択される。  
(24 GHz NB, 24/26 GHz UWB, 76 GHz and 79 GHz SRR)
- 車の全周囲安全システムは、短もしくは中距離レーダーと長距離レーダーセンサーを必要とする
- 76 / 79 GHz レーダー技術は価格、性能の面で、全周囲安全システムの概念を支えることができる



# EUの79GHz帯レーダに関する動向

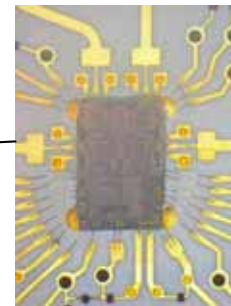
## 市場価格と開発傾向

- 76 GHz SiGe技術は量産されており、ヨーロッパのいくつかの高級車メーカーの車に導入されている
- 76 GHz技術と79 GHz技術は同一である！
- 79 GHz用の認定されたモジュールとセンサーはまもなく利用可能
- 今日の価格差異：79 GHz UWBは24 GHzとほぼ同価格だが、より高い性能を持つ
- 今後数年間で期待される価格の点では同じ(例 ROCC Projectによる)



ROCC: Radar on Chip for Cars

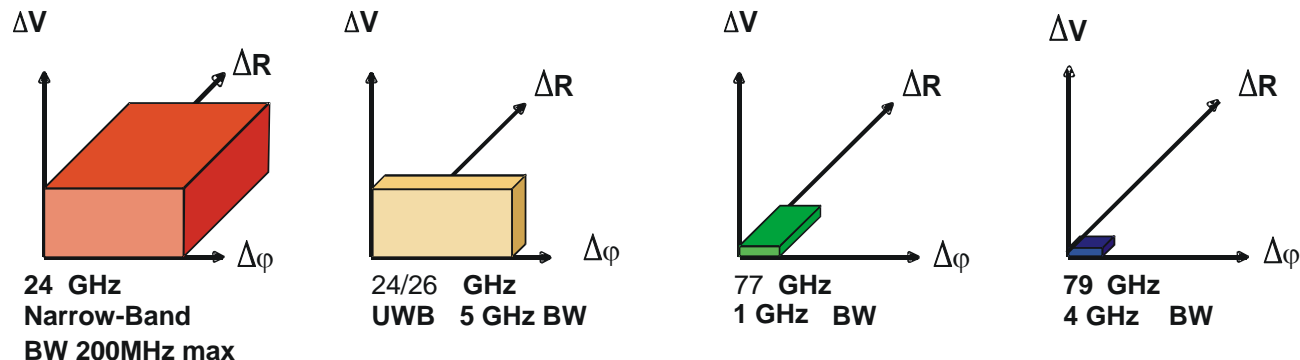
SiGe-MMICs



MMIC: Monolithic Microwave integrated circuit

# EUの79GHz帯レーダに関する動向

## 76 / 79 GHz レーダーセンサーの利点



### 凡例:

$\Delta V$  : 速度軸

$\Delta \phi$  : 角度軸

$\Delta R$  : 範囲軸

→ 物体距離のドップラー分解能はRF周波数に依存  
より高いRF周波数はより良いドップラー分解能を可能にする

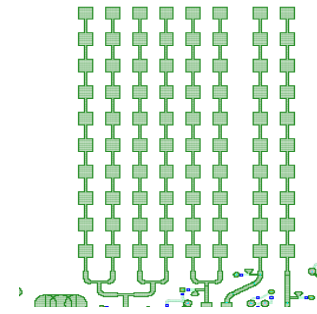
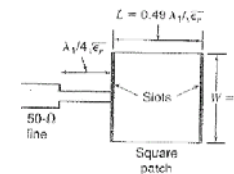
→ 特定の間隙では、分解能は周波数と共に増加する  
角度の分解能はアンテナ間隙に依存

立方体が小さいほどレーダーの性能が良くなる

# EUの79GHz帯レーダに関する動向

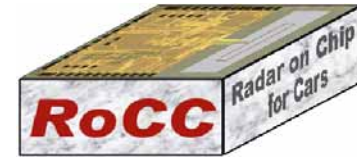
## 76 / 79 GHz レーダーセンサーの利点 (続き)

- 24GHz 狭帯域方式に比べて、距離において3-5倍の物体分離能力  
24GHzセンサーの典型的な100MHzの利用可能帯域幅に対して $\geq 500\text{MHz}$ のより高い帯域幅が利用可能なため
  - 分離能力 ~ 占有帯域幅
- 24GHz 方式に比べて、3倍の相対速度測定精度  
高キャリア周波数による、高ドップラー分解能( $f_{\text{doppler}} \sim f_{\text{carrier}}$ )
- 同等の視野(開口角 / 検知範囲)において24GHz 方式と比較して1/3 の大きさのアンテナ構造
  - アンテナと同一面に波長を直接結合するため！



# EUの79GHz帯レーダに関する動向

## RoCC - Radar on Chip for Cars



- ドイツBMBF出資による研究プロジェクト
- 参加企業:  
Infineon (コーディネーター), Bosch, Continental, Daimler, BMW
- 期間: 2008.1.10 – 2011.9.30
- 目標:
  - 「安全」 レーダーベースの運転者支援機能を使った安全関連機能のデモンストレーション (Vision Zero)
  - 「...すべてに」 小型、中型車用も低価格で実現
  - 77-81 GHzの周波数帯域

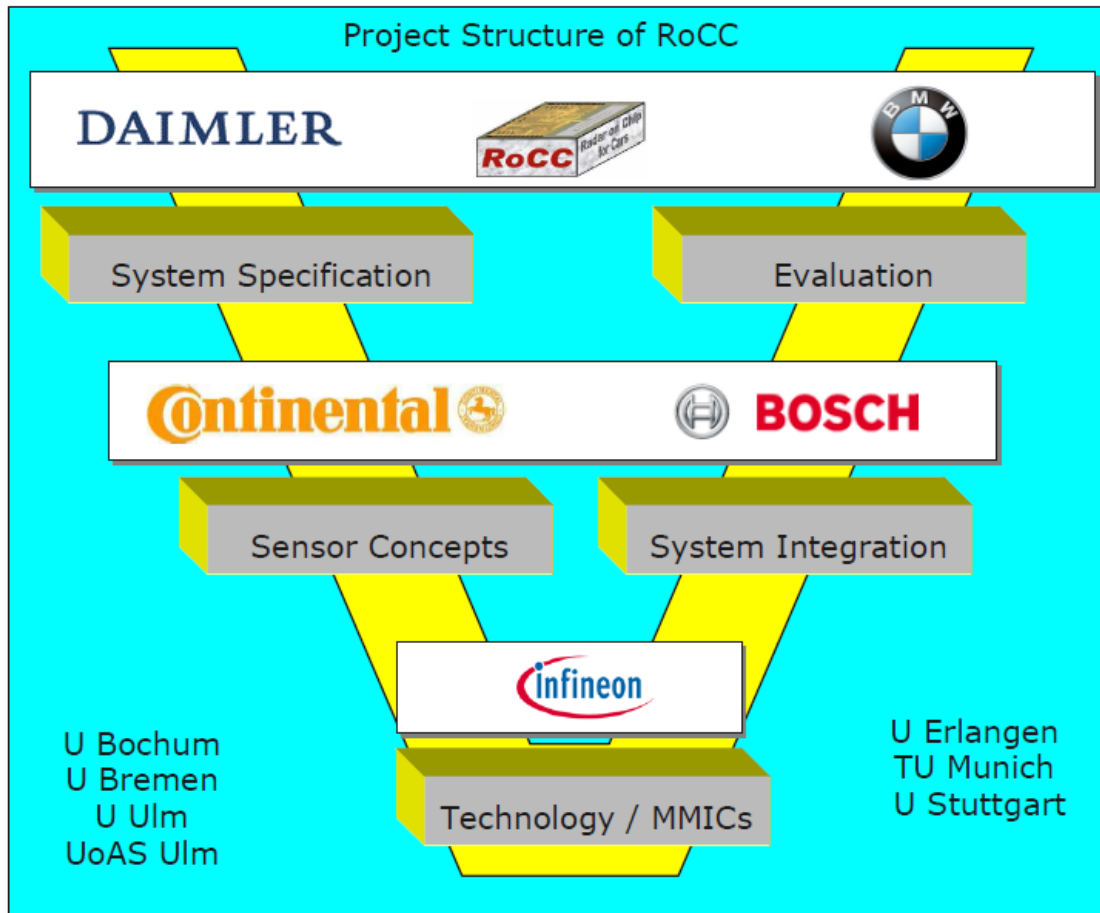
BMBF (ドイツ連邦教育研究省)



**BOSCH**



## RoCC研究プロジェクト (KOKON successor 2005-2008)



Boschの貢献:

- 周波数規制
- システムシミュレーションを使った機能的仕様
- RFシステム統合
- 新しいアンテナシステム
- 作動周波数帯が100GHz以上のレーダーシステム



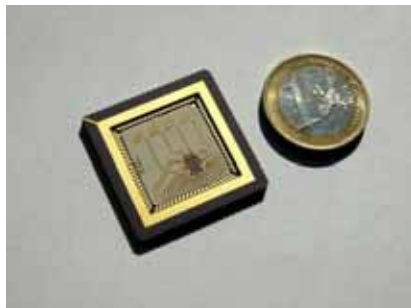
# EUの79GHz帯レーダに関する動向



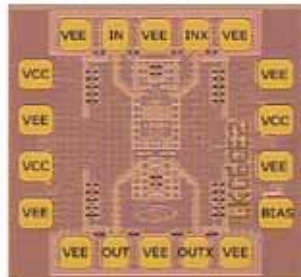
## 研究プロジェクト RoCC – まとめ

レーダーに基づくシステムによる全てのものへの安全

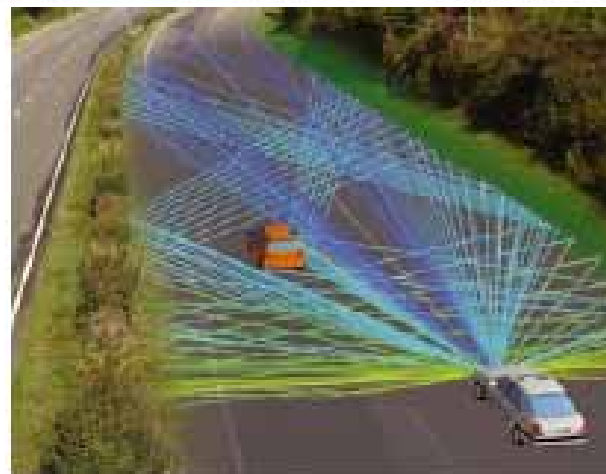
標準パッケージへの統合



ft > 500 GHzのSiGe MMIC



バンパー調査





# EUの79GHz帯レーダに関する動向



ご清聴有難うございました。