

# あらゆる段階でのレドーム／バンパーのテスト – 設計から量産まで

## レドーム／バンパーが引き起こす車載用レーダーセンサの性能劣化を縮小

### アプリケーション

車両レーダーシステムは、周波数変調連続波 (FMCW) チャープを輻射した後、反射信号の伝搬遅延とドップラー周波数シフトを測定し、これを使用して、別の物体 (別の車両や歩行者など) との距離および各動径速度を計算します。現在のレーダーセンサは、進行方向と検出物体との方位角 (水平面での角度)、および車両と他の物体との仰角 (垂直面での角度) を測定しています。

車両制御システムは車載用レーダーセンサのデータを使用して環境を解析し、運転に介入するかどうかを決定します。そのため、車載用レーダーセンサには高い確度と信頼性が求められます。100 m離れた2台の車両に対してレーダーセンサによる角度の判定が1°誤ると1.7 mものずれが生じる可能性があります、これが深刻な結果を招く場合があります。

美学的な観点から、レーダーセンサは通常、車両のエンブレムやバンパーの裏に取り付けられます。そのため、レーダー信号は減衰効果のある材料を通過しなければならないとなり、これが機能的なデメリットになります。レドーム／バンパーは高周波センサシステムの一部で、検知の性能および確度に多大な悪影響を及ぼす可能性があります。

レドーム／バンパーにより、レーダー信号が数dBも減衰すると、先進運転支援システム (ADAS) 全体の到達距離が短くなったり、サイドレーダーでのスクイントが生じたりする可能性があります。それだけでなく、レドーム／バンパーが原因で、基材とレーダー信号の間で不整合が生じる可能性もあります。多くの場合、成形されたプラスチック部品や半金属表面コーティングの材料特性は不均一なため、受信信号に位相歪みなどの予測できない信号歪みが発生します。

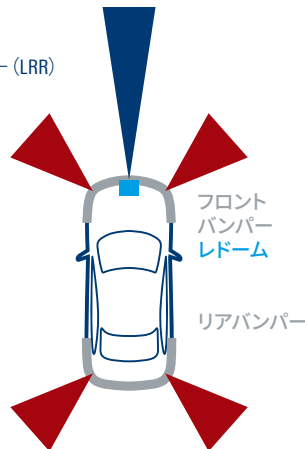
## 最新自動車のレーダーセンサ

### フロントレーダー

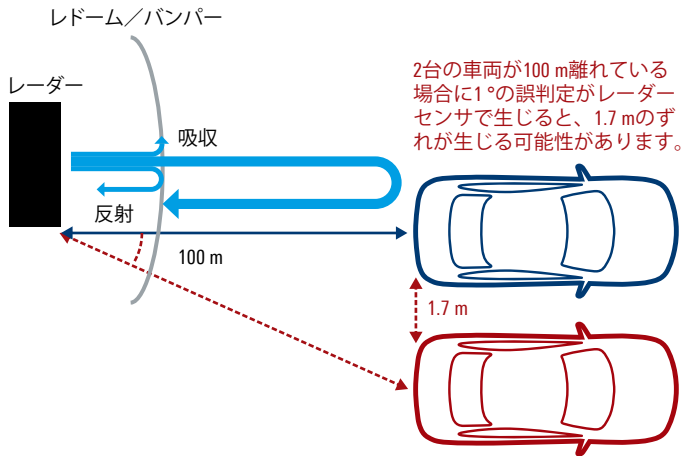
- 中距離レーダー (MRR) および長距離レーダー (LRR)
- ▶ アダプティブクルーズコントロール (ACC)
- ▶ 自動緊急ブレーキ (AEB)

### コーナーレーダー

- 短距離レーダー (SRR)
- ▶ ブラインドスポット検出 (BSD)
- ▶ 車線変更支援 (LCA)
- ▶ フロントクロストラフィックアラート (FCTA)
- ▶ リアクロストラフィックアラート (RCTA)



レドーム／バンパーの反射率は、死角の原因になり、誤判定を引き起こす可能性があります。



Application Card | Version 02.01

**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



年間数百万もの車載用レーダーが製造されており、自動車メーカーは、これを標準機器としてすべてのハイエンド車両に搭載し始めています。さらに、ミドルクラスおよびエコノミークラスの車両にも順次搭載する予定です。レーダーセンサは自動運転に不可欠なものなので、車両の安全性に深く関わります。自動運転車全体の安全性を確保するために、製造時にすべてのバンパー／レドームがシステムに与える影響をテストすることが求められるようになっていきます。

## 課題

レーダーセンサの開発と統合を行うときには、システム固有のさまざまな不確かさがあるにも関わらず、一定水準の性能を確保しなければならないという課題があります。システムの不確かさを削減すれば、要求される性能を達成しやすくなります。レーダーセンサメーカーは自社製品を校正することはできませんが、RFシステム設計者は、センサメーカーが、センサを取り付けるレドーム／バンパーの種類、レドーム／バンパーの塗装方法、材料の粗さを把握できないことを認知しています。

システムの機能全体を適切に確認するには、レドーム／バンパーとセンサを一体にして測定する必要があります。レドーム／バンパーメーカーは、初期の設計段階から製造ラインに至るまで、あらゆる段階で自社製品の特性をテストして検証する責任を負っています。レドーム／バンパーメーカーには、あらゆる段階において、詳細で高速、さらに堅牢で信頼性の高いテストが必要です。これは特に製造において重要です。

## ローデ・シュワルツのソリューション

車両レーダーシステムの性能がますます重要になっていることを考慮して、ローデ・シュワルツはR&S®QAR50 高品質車載用レドームテスターを開発しました。

R&S®QAR50は、研究開発からエンドオブライン (EOL) テストまでのあらゆる製品フェーズにおいて、車載用レーダー周波数範囲のレドーム／バンパーの品質を正確にテストするために最適です。数百の受信／送信アンテナにより、材料、レドーム、およびバンパーを短時間で特性評価します。電子式フォーカスを利用したマイクロ波イメージングテクノロジーにより、柔軟なDUT位置決めを可能にしています。2つのクラスターとカスタマイズ可能な周波数バンドにより、R&S®QAR50は、4秒の測定サイクルで一方向伝送損失、両側での反射、伝送位相を測定することができます。その結果は、ベクトル・ネットワーク・アナライザの自由空間測定と直接比較することができます。

## 測定の設定

精密で再現性の高い反射／伝送測定は、正確な位置決めに依存します。多くのテストおよび測定セットアップでは、DUTと送信アンテナ間のスペースが限られています。フロント／リアバンパーが分厚いため、十分なスペースを確保することが困難になります。R&S®QAR50では、レドームまたはバンパーを手作業または自動で容易に配置できるように、クラスター間に990 mmという広い挿入スペースを設けています。R&S®QARは、製造ラインの構造や要求に応じて、CまたはUのポジションに統合し直立した状態で操作できます。これにより、柔軟な位置決めが可能になり、取り扱いを簡素化して、統合要件を最小限に抑えることができます。

広い挿入スペースに関わらず、R&S®QAR50のサイズはわずか310 mm×1420 mm×970 mmなのでほとんどのテストスタンドに収まります。ローデ・シュワルツは、パートナーであるLöhnert Elektronikと提携してすぐに使用できるソリューションを提供しています。システムメーカーが提供するPCベースの測定／自動化ソフトウェア、Löhnert Instant Scripting RunTime (LisRT V3) は、Siemens社のSPSと組み合わせてテストスタンドを制御することができます。スタンドアロンモードでは、追加コストなしで、R&S®QAR50をSCPIコマンドにより制御することができます。



R&S®QAR50は、CシェイプおよびUシェイプのアセンブリーをサポートしており、テストスタンドに容易に統合可能です。

## 本機のセットアップ

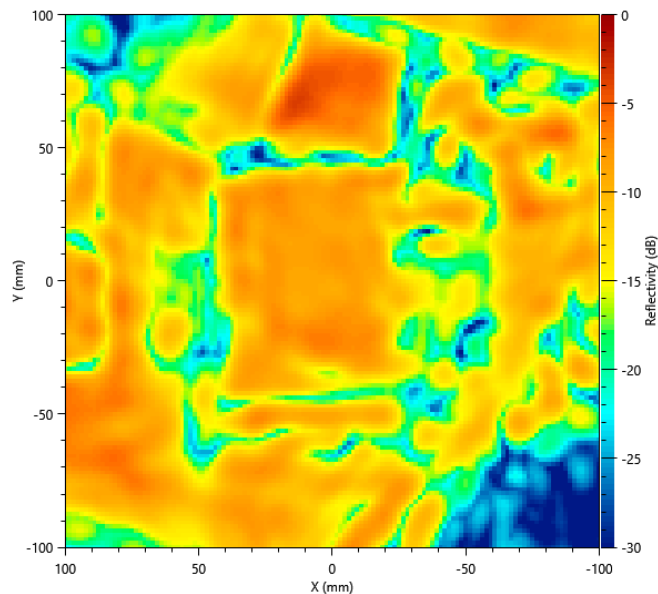
R&S®QAR50では、2つのクラスターが、76 GHz～77 GHzと76 GHz～81 GHzのバンド間を1回掃引して、その周波数範囲で一方伝送損失と両側での反射を測定します。

レドーム／バンパーのEOLテスト前に、部品の均一性を把握することも重要です。伝送位相を測定するために、R&S®QAR50に追加の位相マスクオプションを組み込むことができます。これにより、機械的動作なしでレドーム／バンパーの均一性を解析することができます。

レドームの形状とエッジも、レーダー信号に大きな影響を与える可能性があります。R&S®QAR50では、マイクロ波テクノロジーを用いて高解像度の反射画像を表示することができるので、すぐに異常を検出可能です。それだけでなく、取り付け構造をクリアに確認できるので、高速で正確なDUT位置決めが可能です。

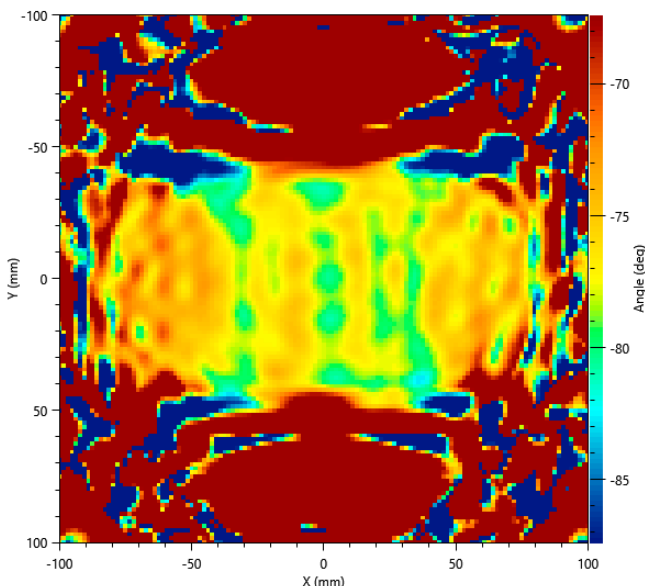
レドーム／バンパーの製造テスト中は、簡素化されたユーザーインターフェースによりすべての必要な情報を一目で把握することができます。メニュー選択が簡素化されているため、RFテクノロジーに慣れていない初心者でもユニットを操作することができます。測定器では、反射だけでなく伝送測定の数値も表示され、DUT位置決めに関する情報も提供されます。これらのあらゆる表示により、値がわかりやすく読みやすくなります。また、エンドオンラインテストにも最適です。

Reflection Cluster 1 High Definition  
Frequency Range: 76 - 81 GHz

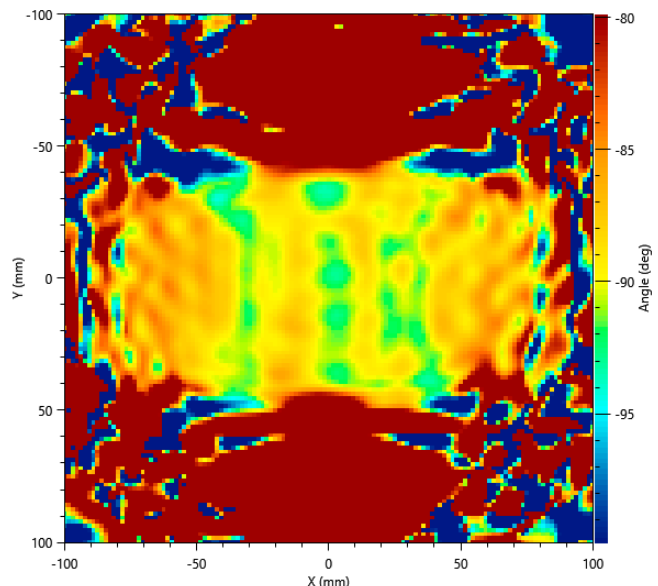


R&S®QAR50-K30では高解像度の画像が表示されるので、外乱を素早く検出して、バンパーの取り付け構造をクリアに確認することができます。

Phasemask Band 1  
Frequency Range: 76 - 77 GHz



Phasemask Band 2  
Frequency Range: 76 - 81 GHz

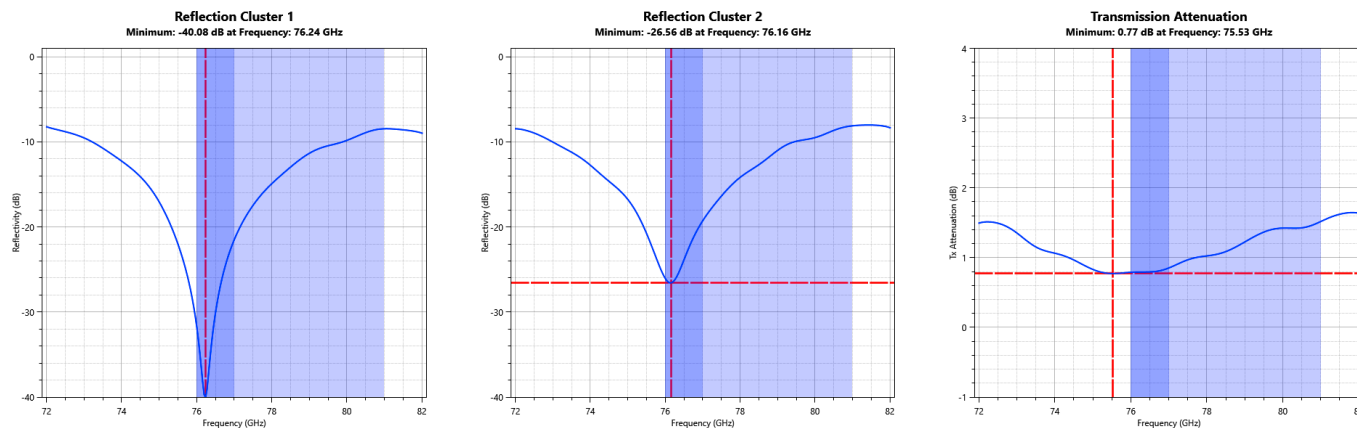


R&S®QAR50-K20は、伝送位相を測定し、レドーム／バンパーの均一性を解析することができます。

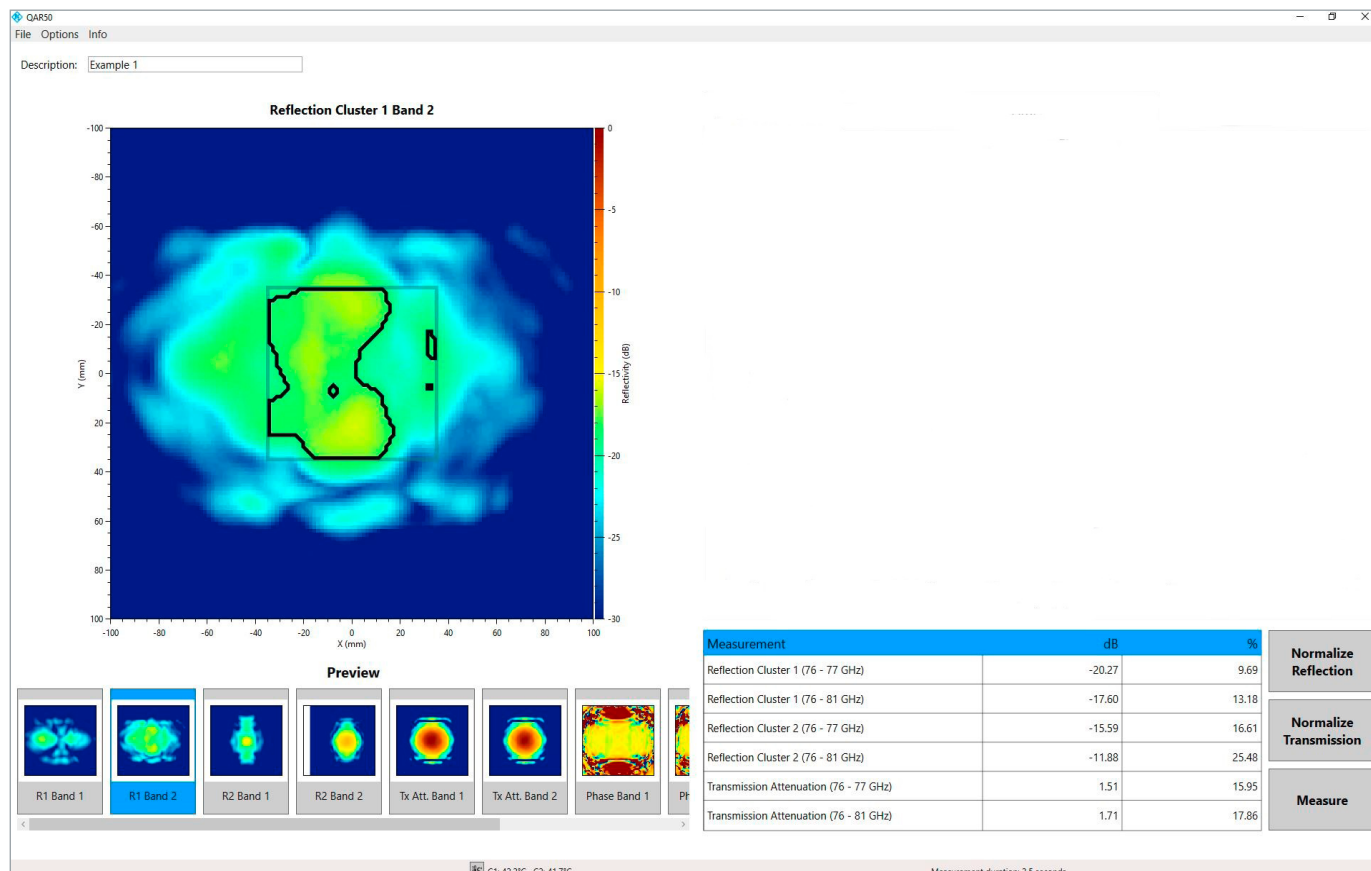
一部のOEMでは、EOLテストにおいてより厳しい要求仕様が定義されています。R&S®QAR50-K10オプションを使用すれば、72 GHz～82 GHzの範囲にて両バンドの周波数を拡張して、反射および伝送損失の周波数応答を明らかにすることがで

きます。これにより、材料の適切な周波数適応を検出して、必要に応じて材料の厚みを調整することができます。製造においては、反射最小値を使用して、DUT間の不一致や変動を素早く検出することができます。

R&S®QAR50-K10は、周波数範囲を72 GHz～82 GHzに拡張して、伝送損失および反射測定 of 周波数応答を表示します。



R&S®QAR50は、DUTの特定領域において、クラスター1と2に対する周波数バンド1および2の反射平均値、周波数バンド1および2の伝送減衰量平均値を計算して数値結果として示します。





## 測定結果

R&S®QAR50のパワフルな演算ハードウェアは、短時間で大量のデータを処理することができます。結果の画像と周波数プロットは数秒で表示されます。選択されたパラメータと保存データによっては、4秒以内という極めて高速なサイクルタイムで処理できます。以上のような特長を備えたR&S®QAR50は、高スループットの製造ラインに最適です。

製造テストに使用される機器には、高精度で信頼性の高い堅牢な測定器が欠かせません。反射は、レドーム／バンパーの品質に対して特に大きな影響を及ぼすので、精度が重要です。伝送位相や損失の情報に基づく計算によって反射を求めると不正確になる可能性があります。R&S®QAR50は、計算を使用せずに反射を直接測定する唯一のEOLテストです。タイムゲート測定により、製造プロセスにて製品の最適化と品質の一貫を確保します。

ローデ・シュワルツは、最も正確で再現性の高い測定結果を確保するために、認定されたオープンスペースでの測定／特性評価を実行する唯一のベンダーです。R&S®QAR50-Z44検証プレートでは、国内規格および国際規格に準拠した伝送損失および反射測定の検証が可能です。

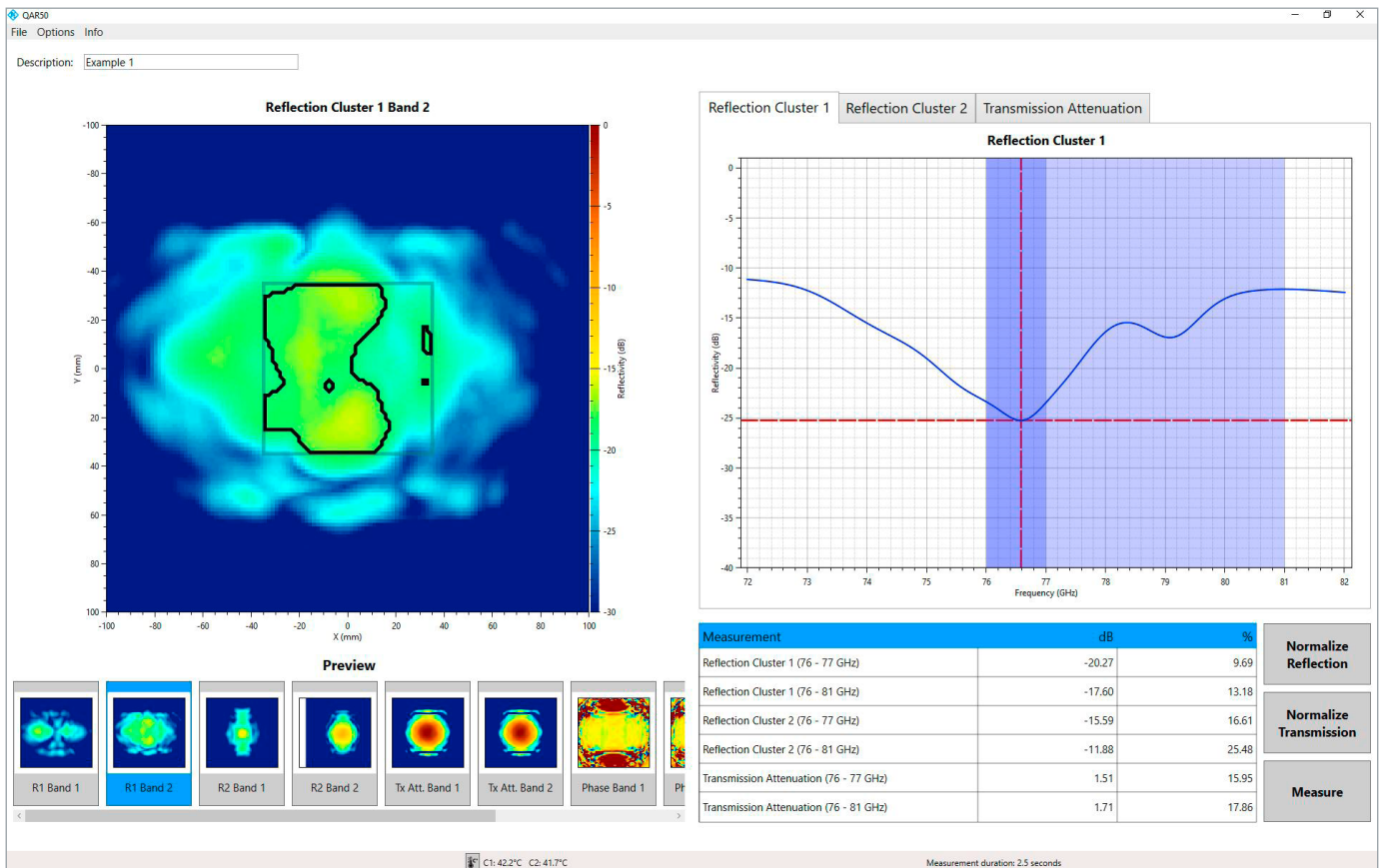
レポートは、.csv (.csvフォーマットのすべての数値を含む)、.json/.xml (.csvフォーマットのすべての数値を含む)、.png

(すべてのアクティブな画像)、.mat(すべての画像マトリクスおよび再構成ボリュームを含む)として、迅速かつ容易にUSBデバイスまたはSCPIを介してネットワークに保存することができます。

国内規格および国際規格に準拠した検証セット。



R&S®QAR50は、反射と伝送損失の測定値、さらに位相マスクと反射画像を表示します。測定結果は、研究開発のリファレンスとして使用されているVNAと容易に比較することができます。



## 測定器のメンテナンス

EOLテストにおいて、測定器の適正なメンテナンスは非常に長い使用期間全体を通して高いスループットを確保する唯一の方法なので、非常に重要で決定的な意味を持ちます。想定外のメンテナンスを最小限に抑えるために、R&S®QAR50の内部では、移動する部品が最小限になるようにすることを重視しました。これにより、摩耗や破損を減少させ、ダウンタイムとメンテナンスのコストを最小化しています。

設定されたリミットの範囲内で堅牢な信頼性の高い結果と適切な性能を実現するためには、電子計測機器を定期的に再校正する必要があります。標準的な電子計測機器を校正するときには、通常、校正キットを使用して、特殊な校正手順のための取り外しとセットアップを行う必要があります。これには時間がかかり、特殊なスキルが求められます。R&S®QAR50は、内蔵の球面リフレクターを使用して、そのままの位置で瞬時に自己校正を実行することができます。これにより、RFに関するスキルがない場合でも、迅速かつ容易に校正手順を実行することができます。

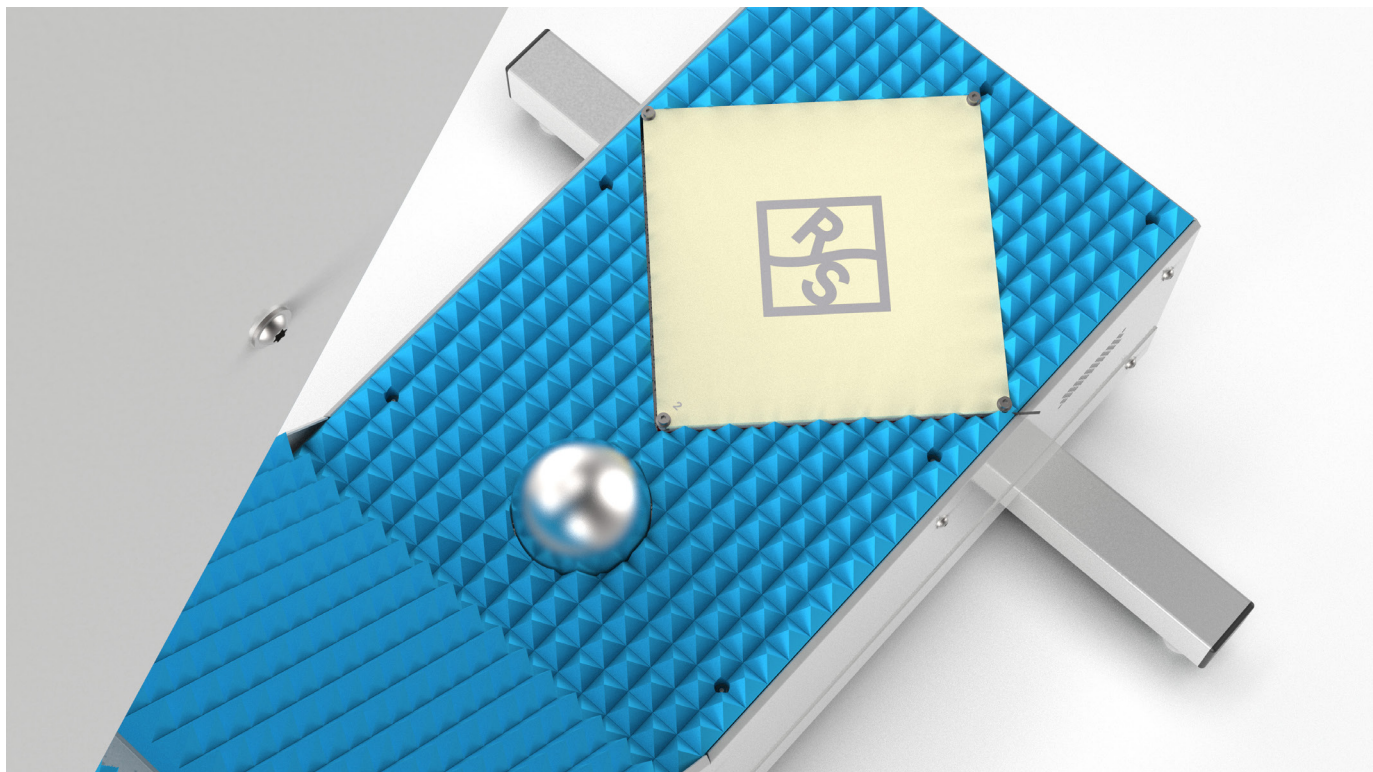
## 安全上重要な正確で信頼性の高いデータ

先進運転支援システムでは、さまざまなレーダーセンサから提供される信頼性の高い高品質のデータにアクセスして、周囲の物体を検知することが求められます。レドーム／バンパーは、RF信号経路の材料特性が不均一なために、このようなデータの品質と信頼性に大きな影響を及ぼします。

レドーム／バンパーの特性を、車両に取り付けた後でテストして整合させようとする非常に複雑になりコストと時間がかかります。メーカーは、レドーム／バンパーを車両に取り付ける前に、すべてのテストと検証を行う必要があります。

R&S®QAR50は、あらゆる製品フェーズ、特にEOLフェーズにおいて、車載用レーダー周波数範囲でレドーム／バンパーの品質を正確にテストするために最適です。本器は分厚いバンパーにも容易に対応できるだけのスペースを備え、空間分解測定によりデザインエンブレムの均一性を評価することができます。革新的なハードウェアコンセプトにより、非常に高速な測定時間を実現しており、モジュール式のソフトウェアは特定の要件に応じてカスタマイズすることができます。R&S®QAR50は、高速で精密なレドーム／バンパーテストをお手頃な価格で提供いたします。

内蔵の球面リフレクターにより、R&S®QAR50はそのままの位置で瞬時に自己校正を実行することができます。



**Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**

[www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)

**ローデ・シュワルツ トレーニング**

[www.training.rohde-schwarz.com](http://www.training.rohde-schwarz.com)

**ローデ・シュワルツ カスタマーサポート**

[www.rohde-schwarz.com/support](http://www.rohde-schwarz.com/support)

R&S® は、ドイツRohde & Schwarz の商標または登録商標です。

PD 3683.6706.96 | Version 02.01 | 9月 2023 (ja)

あらゆる段階でのレドーム／バンパーのテスト - 設計から量産まで

掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。

おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。

あらかじめご了承ください。

© 2022 - 2023 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Munich, Germany