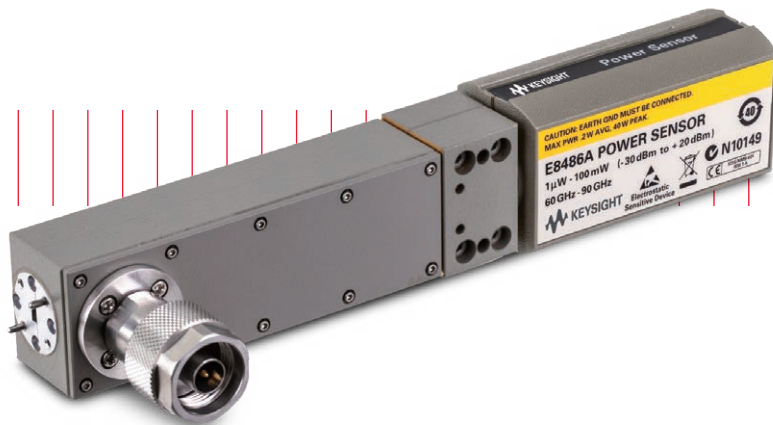


Keysight Technologies

# E8486A 導波管パワーセンサによる 正確なEバンドパワー測定

Application Note



## はじめに

最近、60～90 GHzスペクトラム(Eバンド)に対するミリ波アプリケーションの関心が高まっています。これにはいくつか理由があります。Eバンドの60 GHzおよび70～80 GHzの周波数バンドには、ライセンスによる規制がほとんどありません。さらに、これらのスペクトラムは使用できる帯域幅が広いので、非常に高速な通信に対応できます。Eバンド製品にはより小型のアンテナが必要なため、製品のデザイン/パッケージは斬新かつ困難になります。Eバンドのアプリケーションには、高速モバイルバックホール、ポイントツーポイント無線通信、衝突防止/自動車安全技術用の車載レーダー、802.11(WiGig)通信規格などがあります。

ほとんどの場合、Eバンド・ミリ波デバイス/モジュールは、トランスミッタやアンプの出力経路にWR-12導波管コネクタまたは1 mm同軸コネクタを備えています。ハイパワーのミリ波アプリケーションでは、低損失かつ高いシールド状態で良好な伝送を実現できる導波管が広く使用されています。パワーメータ/センサを用いてデバイスからのRF出力パワーを測定する際には、パワーセンサのコネクタを適切に選択して不整合による測定の不確かさを低減する必要があります。

例えば、被試験デバイス(DUT)のテストポートがWR-12コネクタの場合、WR-12コネクタで直接終端できるパワーセンサがよく使用されます。しかし、WR-12以外のコネクタ(WR-10/R-15コネクタ、1 mm同軸)のパワーセンサで測定する場合も多く、この場合はアダプタやテーパを使用しなければなりません。このような構成では、不整合による測定の不確かさが増加します(図1参照)。

このアプリケーションノートではミリ波パワー測定アプリケーションの例を用いて、信頼性の高い正確な測定を実行できるKeysight E8486A導波管パワーセンサ(WR-12コネクタ付き)の柔軟性の高い使用方法を紹介します。

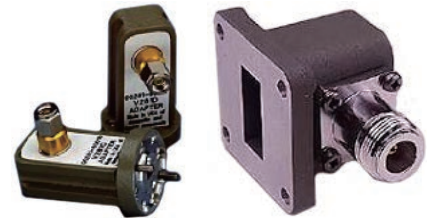


図1. 導波管-同軸アダプタ

## Eバンド・モバイル・バックホール用トランシーバーのパワー測定

LTE Advancedなどの最新無線テクノロジーで超高速データレートの需要が高まるにつれて、近年、モバイルバックホールがEバンドのスペクトラムに移行しています。Eバンドのポイントツーポイント(P2P)通信リンクは大容量データの要件に対応でき、ライセンスによる制限がほとんどありません。図2は、高層ビルの屋上に設置される代表的なアンテナのP2Pトランシーバーモジュールです。



図2. P2Pトランシーバーモジュール(写真はSub10社のご厚意によるものです)

トランシーバーモジュールの主要な測定パラメータの1つに出力パワーがあります。出力パワーはE8486A導波管パワーセンサを用いて直接測定できます(図3参照)。トランスミッターの出力テストポートとパワーセンサの間のWR-12接続はほぼ完全に整合しているので、正確なパワー測定が行えます。E8486Aで保証されている最大定在波比(SWR)は1.08以下です。E8486A パワーセンサは、N1911/12/13/14A、E4416/17A、E4418/18Bの他、一部の旧モデルも含めて、キーサイトのすべてのRFパワーメータで使用できます。E8486Aにオプション200を搭載すればダイナミックレンジが-60 dBmまで拡張されるので、レシーバー側のパワーを測定できます。

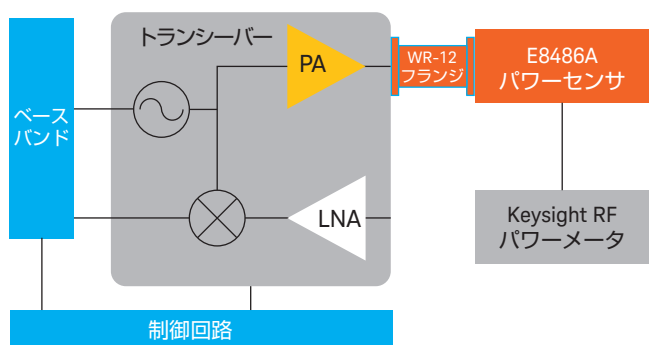


図3. P2Pトランシーバーの出力パワー測定

## 76 ~ 81 GHzの車載用レーダートランシーバー出力の測定

76 ~ 81 GHzの車載用レーダーアプリケーションは、この数年で急増しています。Eバンドスペクトラムのレーダー動作は、アダプティブ・クルーズ・コントロール、死角検知、車線逸脱警告、衝突被害軽減、その他の交通安全機能を含むさまざまな目的に対応できるようにデザインされています。このような車載レーダーアプリケーションは、短距離レーダー(SRR)、中距離レーダー(MRR)、長距離レーダー(LRR)の3種類に分類できます。SRRは20 ~ 30 mの範囲にある対象を、LRRは100 m遠方にある対象を検出できます。これらのレーダー・トランシーバー・モジュールは、自動車のさまざまな部分に組み込まれます(図4参照)。

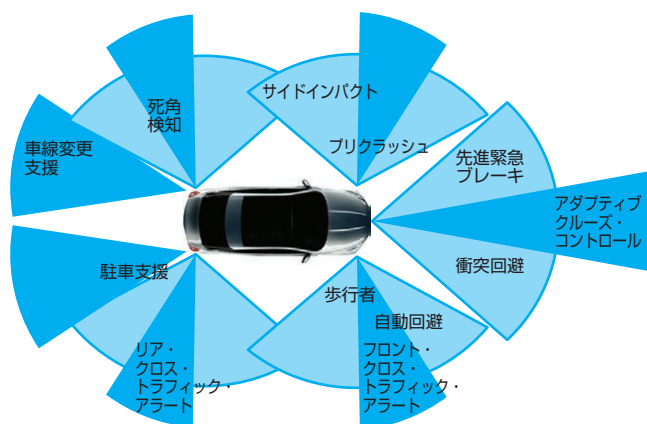


図4. 車載レーダー機能の概要

## 76 ~ 81 GHzの車載用レーダートランシーバー出力の測定 (続き)

車載レーダートランシーバーには、さまざまなデザイン／形状があります。例えば、1チャンネル(1ポート)トランシーバーと、MIMO伝送アルゴリズムに必要な複数チャンネルのトランシーバーです。これらのトランシーバーIC/サブシステムの製造では、送信モードで動作中の最大出力パワーを測定／検証する必要があります。図5は簡単なテスト構成の例です。77 GHz車載レーダートのトランスミッタ(2ポートの出力パワー)が2つのE8486A 導波管パワーセンサに接続されています。2台のデュアルチャンネルパワーメータと4つのセンサを使用すれば、測定セットアップを拡張して4チャンネル(4ポート)のパワー測定が行えます。

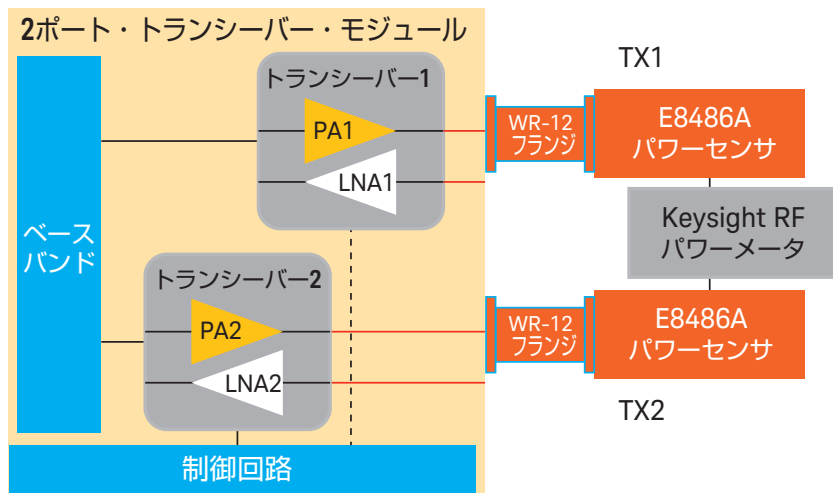


図5. 2チャンネル、77 GHzの車載レーダートのトランスミッタ出力パワーの測定

## 60 ~ 90 GHzバンドのミリ波信号源パワー校正とパワーレベリング

もう一つ、E8486A 導波管パワーセンサを使用するアプリケーションとして、60 ~ 90 GHzのミリ波信号源のパワー校正テストがあります。具体的には、パワーセンサをEバンドRFパワー校正の基準として使用します。パワーセンサは米国NIST(National Institute of Standard and Technology)が定める標準にトレーサブルです。代表的な60 ~ 90 GHzのミリ波信号源のパワー校正セットアップを図6に示します。ミリ波信号はKeysight E8257D PSGアナログ信号発生器から出力します。信号発生器にはOML社のS12MS-AG外部信号源モジュールが追加されていて、これによりPSGの周波数/パワーが60 ~ 90 GHzに拡張されます。レベリングフィードバック機構を採用すれば、信号源でパワーレベリングも行えます。

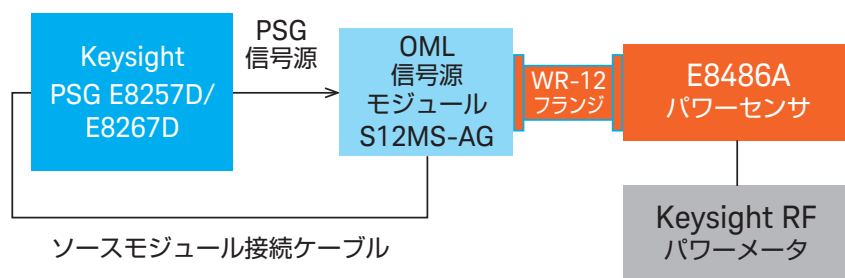


図6. 60 ~ 90 GHzバンドのミリ波ソースパワー校正

E8486A パワーセンサを使用して、N5261Aミリ波コントローラとOML社のV12VNA2で構成されたKeysight PNA-X周波数バンド拡張信号源/レシーバーシステムのテストポートも校正できます(図7参照)。



図7. PNA-Xと周波数バンドエクステンダ

以下はこのようなテストシステムの標準的なパワー校正手順の概略です。

- a) 導波管パワーセンサを周波数バンドエクステンダ信号源の導波管テストポート(WR-12)に接続します。
- b) 必要なパワーレベル/周波数で信号源パワーを校正します。
- c) 信号源のテストポートをレシーバーのテストポートに接続します。
- d) レシーバーパワーで信号源パワーをモニタします。信号源によってレシーバーを間接的に校正します。レシーバーのレベリングを用いてパワーレベルを調整できます。

## Eバンド・スマートミキサーによるスペクトラム解析と高精度パワー測定

Eバンド・ミリ波のIC/チップのデザイン/製造では、基本的な信号解析と高度な信号解析が必要です。キーサイトの最新のM1970E Eバンド・スマートミキサーを使用すれば、Keysight N9030A PXA/N9010A ETXシグナル・アナライザの動作周波数を柔軟に拡張できます。ミリ波のスペクトラム解析アプリケーションでは、RFカップラを用いてRFパワーをモニタしなければならない場合があります(図8参照)。E8486AパワーセンサをRFカップラに接続してRFパワーを捕捉します。

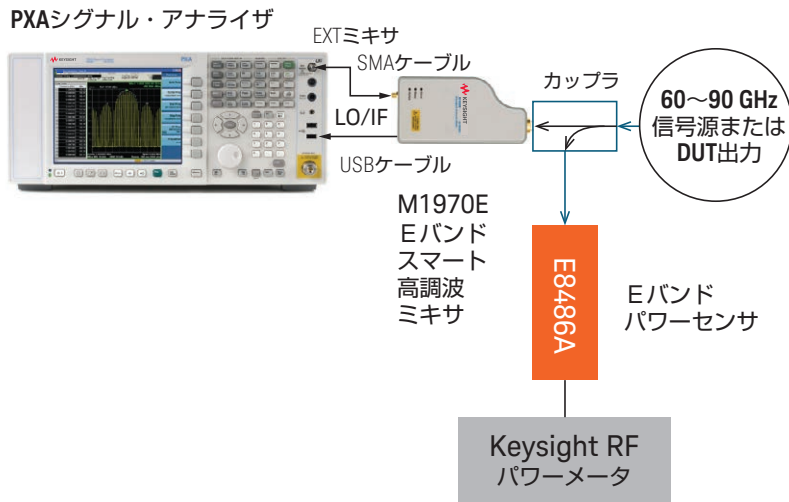


図8. Eバンドスペクトラム解析とRFパワーのモニタ

## まとめ

E8486A 導波管パワーセンサを使用すれば、60 ~ 90 GHz(Eバンド)の周波数をカバーするミリ波アプリケーションで正確なパワー測定が行えます。このアプリケーションノートでは、導波管(WR-12)を直接接続する必要のあるRFパワー測定のさまざまな使用例/アプリケーション例を説明しました。導波管を直接接続すれば、不整合による損失が小さな正確な結果が得られます。低パワー測定の場合はE8486A-200を使用すれば-60 dBmまで測定できます。E8486Aは容易なセットアップが可能で、既存のキーサイトのRFパワーメータで使用できます。



**myKeysight**

myKeysight

[www.keysight.co.jp/find/mykeysight](http://www.keysight.co.jp/find/mykeysight)

ご使用製品の管理に必要な情報を即座に手に入れることができます。

**AXIe**

[www.axiestandard.org](http://www.axiestandard.org)

AXIe (AdvancedTCA® Extensions for Instrumentation and Test) は、AdvancedTCA® を汎用テストおよび半導体テスト向けに拡張したオープン規格です。Keysight は、AXIe コンソーシアムの設立メンバーです。

**LXI**

[www.lxistandard.org](http://www.lxistandard.org)

LXI は、ウェブへのアクセスを可能にするイーサネットベースのテストシステム用インタフェースです。Keysight は、LXI コンソーシアムの設立メンバーです。

**PXI**

[www.pxisa.org](http://www.pxisa.org)

PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) モジュール測定システムは、PC ベースの堅牢な高性能測定/自動化システムを実現します。

DEKRA Certified  
**ISO 9001:2008**  
Quality Management System

[www.keysight.com/go/quality](http://www.keysight.com/go/quality)

Keysight Electronic Measurement Group  
DEKRA Certified ISO 9001:2008  
Quality Management System

契約販売店

[www.keysight.co.jp/find/channelpartners](http://www.keysight.co.jp/find/channelpartners)

キーサイト契約販売店からもご購入頂けます。  
お気軽にお問い合わせください。

[www.keysight.co.jp/find/powersensors](http://www.keysight.co.jp/find/powersensors)

## キーサイト・テクノロジー合同会社

本社 〒192-8550 東京都八王子市高倉町9-1

## 計測お客様窓口

受付時間 9:00-18:00 (土・日・祭日を除く)

TEL ☎ 0120-421-345 (042-656-7832)

FAX ☎ 0120-421-678 (042-656-7840)

Email [contact\\_japan@keysight.com](mailto:contact_japan@keysight.com)

ホームページ [www.keysight.co.jp](http://www.keysight.co.jp)

記載事項は変更になる場合があります。  
ご発注の際はご確認ください。