

ミリ波帯信号生成と解析

アプリケーション・ノート

製品

| R&S®SMF100A | R&S®FSW
| R&S®SMZ75/SMZ90 | R&S®FS-Z75/110
| R&S®SGS100A
| R&S®AFQ100B

本アプリケーション・ノートでは、ミリ波帯における広帯域デジタル変調信号の生成方法と解析方法について記述しています。

ローデ・シュワルツの測定器と 3rd パーティから提供されたアクセサリは、信号生成・解析の両方で用いられています。測定結果はミリ波信号の代表的な性能である EVM と、隣接チャネル電力(ACLR)の観点からミリ波信号の性能を評価しています。

2種類のセットアップ系とそれらの結果を商用 V-band 送信モジュールで行っています。

最新のドキュメントはローデ・シュワルツのホームページよりダウンロードして頂けます。

<http://www.rohde-schwarz.com/appnote/1MA217>

目次

1	はじめに.....	3
2	セットアップ	5
2.1	ミリ波帯信号生成.....	5
2.2	ミリ波信号解析	6
3	ミリ波信号生成のセットアップ時における注意事項.....	7
3.1	スプリアスの発生.....	7
3.1.1	スプリアスをLO源としてSMZマルチプライヤを使用する場合	7
3.1.2	ミキサによるスプリアス.....	9
3.1.3	SMZxxサブ・ハーモニクスによるスプリアスとミキシング	10
3.2	ハーモニック・ミキサによるスプリアス	11
4	測定結果.....	12
5	V-band送信機の特性評価	14
5.1	受信部.....	14
5.2	送信部.....	16
6	付録.....	18
6.1	V-bandハイパス・フィルタの推奨性能	18
6.2	V-bandバンドパス・フィルタの推奨性能.....	18
6.3	V-bandバイアス・ミキサの推奨性能	18
6.4	V-bandアンプの推奨性能	18
7	参考文献.....	19
8	オーダー情報	20

1 はじめに

ミリ波帯における広帯域信号の活用が自動車レーダーや次世代携帯通信 5G で検討されています。E-band 周波数帯では、

- 77 GHz から 81 GHz は、将来の高分解能自動車レーダー・アプリケーションとして予定されています

その一方で、6 GHz 以下と 11/28/38 GHz 帯は、第 5 世代移动通信“5G”として活用される可能性が十分あります。

- V-band (57 GHz から 64 GHz) : 大部分の国で免許不要な周波数帯
- Lower E-band (71 GHz から 76 GHz) : “免許・届出が必要”な周波数帯
- Upper E-band (81 GHz から 86 GHz) : “免許・届出が必要”な周波数帯
- W-band (92 GHz から 95 GHz) : 屋内利用に限り免許不要な周波数帯、屋外利用においては天文学に利用されている 94 GHz から 94.1 GHz を除き“免許・届出が必要”な周波数帯

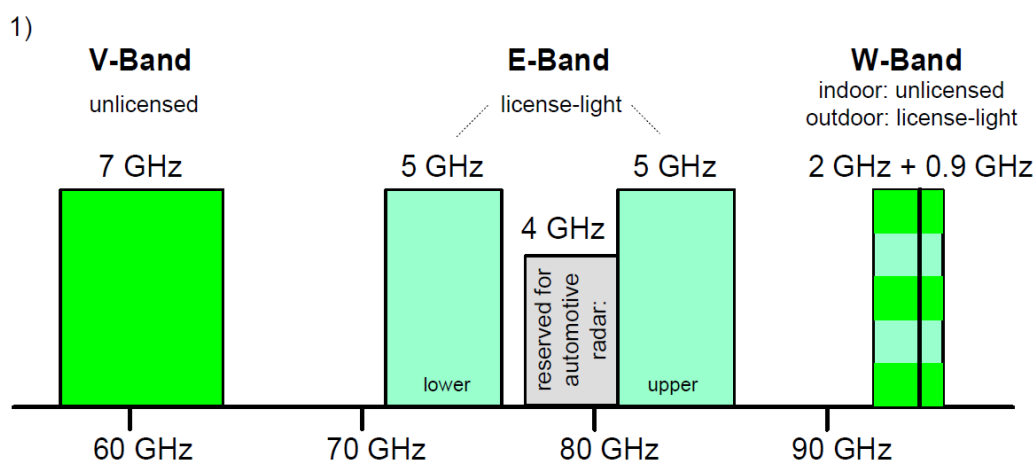


図 1-1 : V-/E-/W-band における免許不要周波数帯と免許必要周波数帯

本アプリケーション・ノートは V-band とそれ以上の帯域における信号生成と解析を対象としています。これまで V-band と、それ以上の帯域において 1 台で信号生成や解析が可能な測定器はありませんでした。最近になって、最新のシグナル・スペクトラム・アナライザ R&S®FSW67 が業界で初めて V-band から 67 GHz の解析を、外部に周波数変換器なしで可能にしました。

本アプリケーション・ノートは、V-band アプリケーションにおける FSW67 の活用例をご紹介しますと共に、E-/W-band 帯のセットアップをどのように実現するかについて紹介します。

R&S®AFQ100B 広帯域 I/Q 信号生成器は、以降 AFQ と表記します。

R&S®SGS100A SGMA RF 信号源は、以降 SGS と表記します。

R&S®SMZ90/R&S®SMZ75/R&S®SMZ110 周波数マルチプライヤは、以降 SMZxx と表記します。

R&S®FSW67/R&S®FSW50/R&S®FSW43 シグナル・スペクトラム・アナライザは、以降 FSW と表記します。

2 セットアップ

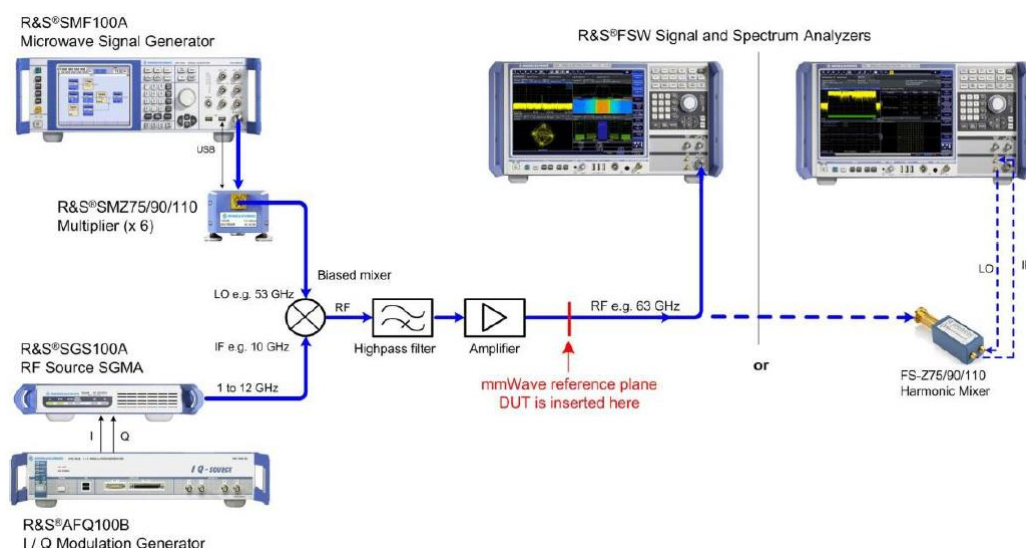


図 2-1 V-/E-/W-band ミリ波帯信号の信号生成と解析の 2 種類のセットアップ

2.1 ミリ波帯信号生成

本セットアップにおいて広帯域デジタル変調ベースバンド信号源 AFQ100B が、簡単な QPSK、QAM や、あるいは一般的な OFDM 信号を最大 500 MHz の帯域幅で生成し、生成されたアナログ I/Q 信号を RF 信号源 SGS に入力することで変調信号を生成します。SGS でベクトル変調された RF 信号を IF 帯である 1 GHz から 12 GHz の IF 信号として用い、アップコンバート用ミキサの IF ポートへと入力します。マイクロ波信号発生器 SMF の出力信号は、入力周波数の 6 遁倍で信号を発生する SMZxx に入力され、その出力はミキサに必要となる 57 GHz から 110 GHz の周波数範囲の LO 信号として用いられます。

この SMZxx の出力パワー+4 dBm はミキサの LO ポートを駆動するのには十分です。ミキサは IF 入力信号をミリ波帯へと優れたリニアリティで周波数変換します。最終的に RF 出力として上側波帯 ($f_{LO} + f_{IF}$) が用いられます。ミキサの後段に挿入されたハイパス・フィルタが LO フィードスルーと下側波帯 ($f_{LO} - f_{IF}$) を抑制します。そのため、スペクトル的にピュアな信号を出力することが、可能となります。本アプリケーション・ノートでは、まず始めに被測定物(DUT)無しで測定を行うことで、対象となる周波数範囲で十分なパフォーマンスが得られることを示します。

次章では、RF 出力の基準面における信号をアンプや受信機などの DUT の入力に使用する場合について示します。その際に基準面において、さらに高いレベルの信号となるよう、ハイパス・フィルタの後段にブースター増幅器を挿入しています。

本セットアップでは Sage Millimeter Inc.から提供された V-band 導波管ミキサ SFB-12-E2 を用い、IF から RF へ周波数拡張する際の変換ロス、約 10 dB 程度に抑えられています。

2.2 ミリ波信号解析

V/EW-band 信号品質の解析には、シグナル・スペクトラム・アナライザ FSW と FSW-B21 オプション、ハーモニック・ミキサ FS-Z シリーズを用いることができます。V-band 57 GHz から 63 GHz を変換するには、67 GHz プリアンプ・オプション FSW-B24 を備えた FSW67 の 1 台で測定を行うことが可能です。つまり、系が複雑になる外部ハーモニック・ミキサを使用することなく解析が可能となります。

67 GHz 以上の解析では、ミリ波信号を IF 周波数へダウンコンバートするために、ハーモニック・ミキサ FS-Z75、FS-Z90、FS-Z110 が必要です。FS-Z シリーズのハーモニック・ミキサは 110 GHz までの周波数において利用可能です。シングル・キャリア・デジタル変調信号の変調解析は、FSW のベクトル変調解析オプション(FSW-K70)で解析を行えます。

OFDM 信号解析は、柔軟な OFDM 信号解析ソフトウェア(FS-K96PC)で可能です。

ローデ・シュワルツの信号生成と解析はどちらも現在 500 MHz 変調帯域幅まで対応可能です。(解析には 500 MHz か解析帯域幅 FSW-B500 が必要です)
さらにローデ・シュワルツのオシロスコープと組み合わせることで最大 2 GHz の解析帯域幅を提供します。

LTE や LTE-A の信号は FSW-K1xx オプションを用いることで容易に解析が可能です。(巻末の FSW オーダー情報をご覧ください)。

3 ミリ波信号生成のセットアップ時における注意事項

推奨のセットアップを用いることでミリ波信号生成と解析は非常に簡単に行えます。しかし、周波数の設定によっては、いくつかの重要なポイントが存在します。本章では、それらポイントの対処について説明します。

3.1 スプリアスの発生

3.1.1 スプリアスを LO 源として SMZ マルチプライヤを使用する場合

通常、周波数マルチプライヤ SMZxx は SMF からの入力信号に対し、主なスペクトル成分である 6 次高調波を用いて周波数拡張を行います。しかし、SMZ は、さまざまな高調波(減衰しているが、RF のレベルとしては十分に高い)を発生します。不要な高調波成分は、目的の 6 次高調波から 20 dB 以上の抑圧がスペックされています。

ミキサからの高調波の一部は、フィード・スルーや CW スプリアスとして現れます。高調波の大部分は目的のミキサ出力周波数から十分離れているため、EVM の観点から重要となる信号純度は損なわれません。さらに高次の高調波のパワーレベルはアップコンバート時に十分減衰されます。しかし、目的の周波数($f_{LO} + f_{IF}$)に最も近い SMF の 7 次の高調波 $f_{SMF \cdot 7}$ の影響を避けるために注意を払う必要があります。

例：

V-band 信号 57 GHz から 64 GHz を出力するために、LO 周波数 54 GHz は IF 周波数範囲 3 GHz から 10 GHz と組み合わせて使用します。LO 周波数 54 GHz はハイパス・フィルタによって抑制されます。目的の LO 信号の 54 GHz / 6 = 9 GHz 高調波がミキサ LO ポートで現れ、ミキサの RF ポートで減衰され、フィード・スルーのスペクトル現れます。注意が必要な 7 次高調波は、63 GHz ($7 \cdot 9$ GHz) と目的の 57 GHz から 64 GHz 帯に現れます。この信号は近接する信号を著しく劣化させます。

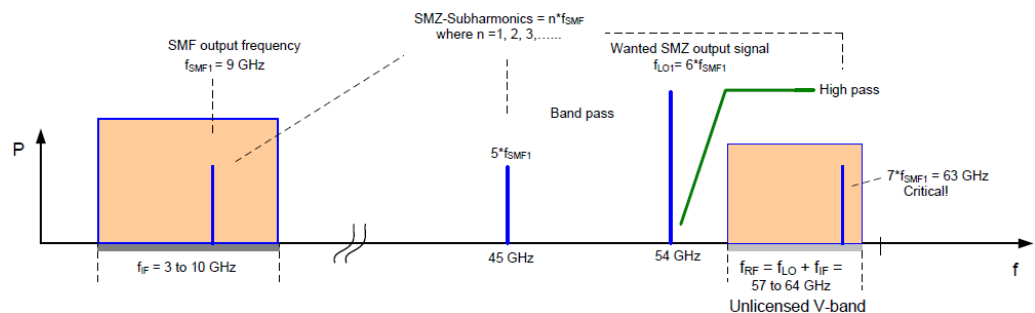


図 3-1 : LO 周波数 54 GHz の SMZxx サブ・ハーモニクスによるスプリアスの図示

この問題への対応は容易で、57 GHz から 64 GHz の範囲よりも低いほとんどのケースにおいて適応できます。LO 周波数は SMF により調整可能なため、第 7 次高調波を目的の中心周波数から ± 1 GHz の帯域外へと落とし込むことができます。そうすることで広帯域変調信号の変調品質を劣化させずに済みます。

さらに簡単な対策としては、マルチプライヤ SMZ の後段にバンドパス・フィルタを挿入することです(図 3-2 参照)。フィルタは LO 信号 54 GHz に大きな影響を与えることなく、高調波成分 63 GHz を減衰させます。ある程度の LO 信号の周波数変化を許容でき、かつ不要な高調波を抑制するために、約 3 GHz 幅のバンドパス・フィルタを用いることを推奨しています(図 3-2、図 3-3 参照)。

注：バンドパス・フィルタは目的の周波数から十分離れた位置にある周波数成分を抑圧しなければなりません。十分抑圧することができていない場合、高調波成分 63 GHz がミキサで 9 GHz の高次高調波成分によって再発生してしまう場合があります。付録のフィルタ特性の例を参照してください。

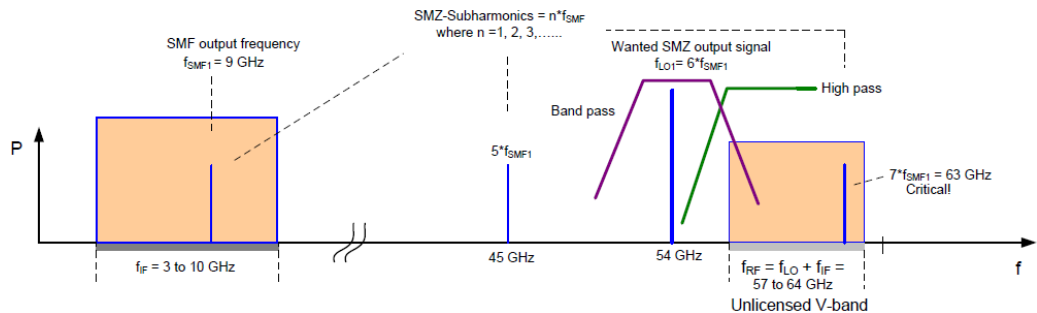


図 3-2：SMZ サブ・ハーモニクスを抑制するために SMZ 出力の後にバンドパス・フィルタを挿入した例

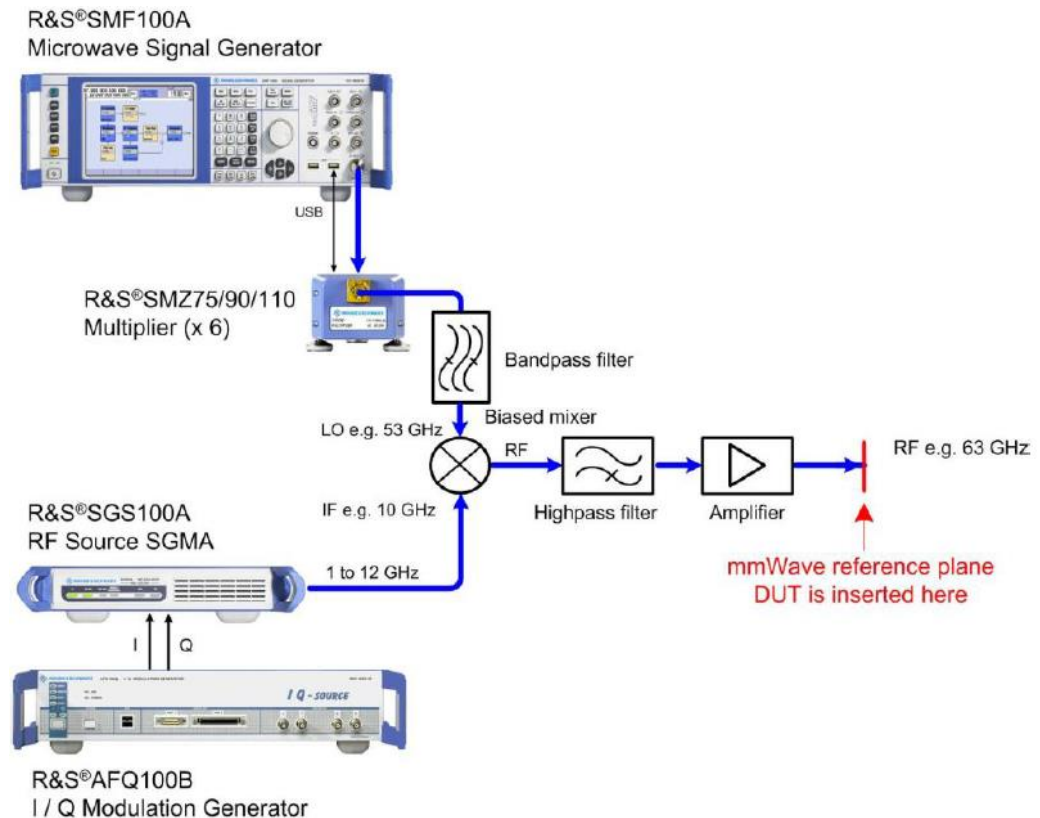


図 3-3：サブ・ハーモニクスを抑制するためにバンドパス・フィルタを挿入した場合のミリ波信号生成セットアップ例

3.1.2 ミキサによるスプリアス

アップコンバートによる RF ポートのスプリアスは次式で表されます。

$$f_{SP} = n * f_{IF} \pm m * f_{LO} \quad \text{ここで } n=\pm 0, 1, 2, 3\dots, m=\pm 0, 1, 2, 3\dots$$

f_{LO} の倍数成分以外にも、スプリアスはデジタル変調された IF 信号の中に現れうります。このスプリアス信号の帯域幅は、 $n * (f_{IF}$ の帯域幅) です。

一般的に、 $2 * f_{LO} - 3 f_{IF}$ 、 $2 f_{LO} - 4 f_{IF}$ 、 $3 f_{IF} - 4 f_{IF}$ 、 \dots といった低次のスプリアスは高いパワーレベルを有しています。

低次のスプリアス信号が、目的とする帯域の中にある場合や対象とする出力信号に近い場合、致命的な影響を与えます。この場合、EVM などの変調パラメータは大きく劣化してしまいます。

LO 信号と IF 信号は互いに近接した周波数を選択しがちですが、低次のスプリアス（十分大きなレベルの信号）が、目的とする信号の近くに存在するという結果に繋がります。

例:

V-band 57 GHz から 64 GHz 帯のうち 63 GHz のデジタル変調信号を生成したい場合、例えば IF 周波数 10 GHz と LO 周波数 53 GHz が使用できます。

$2 * 53 \text{ GHz} - 3 * 10 \text{ GHz} = 76 \text{ GHz}$: 有効なレベル(3 次 IF 高調波)だが、帯域から大きく離れている

$2 * 53 \text{ GHz} - 4 * 10 \text{ GHz} = 66 \text{ GHz}$: 2 GHz 帯域外だが、適当なレベル(4 次高調波)のため、注意する必要がある

$3 * 53 \text{ GHz} - 4 * 10 \text{ GHz} = 119 \text{ GHz}$: 帯域から大きく離れている

経験的に、カバーする帯域の構成により、高い IF 周波数を使用することが重要となっています。

任意の低次 IF 高調波を利用することが、より重要となります。

$3 * f_{LO}$ 、 $4 * f_{LO}$ やさらに高次の混合成分は、高次の IF 高調波が必要であり、一般的に低いレベルとなっています。

3.1.3 SMZxx サブ・ハーモニクスによるスプリアスとミキシング

SMZxx 出力信号を含む準高調波は、

$k \cdot f_{LO} / 6$ ここで $k = 1, 2, 3, \dots$ であり、ミキサの RF ポートで発生しうるミキサのスプリアスは次式で表されます:

$$f_{SP} = n \cdot f_{IF} \pm k \cdot f_{LO} / 6 \quad \text{ここで } n = \pm 0, 1, 2, 3, \dots, k = \pm 0, 1, 2, 3, \dots$$

重要なのは、製品が使用するミリ波帯にあり、とくにそれらが目的のミキサ出力信号に近いことです。LO と IF 周波数の設定により、次のような周波数成分に注意が必要となります:

- $7 \cdot f_{LO} / 6 - f_{IF}$
- $8 \cdot f_{LO} / 6 - 2 \cdot f_{IF}$

これら製品は、目的の出力信号周波数に近づくことから、明らかに信号性能を劣化させてしまいます。

注:

図 3-2 のバンドパス・フィルタは、SMZ サブ・ハーモニクスを抑制する製品です。例えば 52 GHz に LO 周波数をシフトするときもまた、それらに近いスプリアスを避けるように考慮しなければなりません。

V-band における重要な例:

- a) 58.4 GHz の出力周波数を得るために、LO 周波数 54 GHz、IF 周波数 4.4 GHz を使用します。

ミキシング成分を確認すると:

$7 \cdot f_{LO} / 6 - f_{IF} = 58.6 \text{ GHz}$: クリティカルです。この製品は目的の周波数に近く、出力周波数の増加に伴い目的周波数にさらに近づきます。

$8 \cdot f_{LO} / 6 - 2 \cdot f_{IF} = 63.2 \text{ GHz}$: 目的周波数から十分離れています。

- b) 59.9 GHz の出力周波数をえるために、LO 周波数 54 GHz、IF 周波数 5.9 GHz を使用します。

ミキシング成分を確認すると:

$7 \cdot f_{LO} / 6 - f_{IF} = 57.1 \text{ GHz}$: 目的周波数から十分離れています。

$8 \cdot f_{LO} / 6 - 2 \cdot f_{IF} = 60.2 \text{ GHz}$!

この成分は目的とする出力周波数に近く、出力周波数を増加することでさらに近づくことが分かります。

3.2 ハーモニック・ミキサによるスプリアス

R&S®FSW67 単体では 70 GHz まで測定が可能です。FSW を使って公称 67 GHz を超えている (例えば E-Band) スペクトラム測定は FS-Z ファミリの外部ハーモニック・ミキサで測定可能です。67 GHz 以下の周波数においては、FSW67 モデルを使用するかわりに、シグナル・スペクトラム・アナライザ FSW26/43/50 とハーモニック・ミキサの組合せを使うことで予算的にも魅力的なソリューションとなる場合があります。

ハーモニック・ミキサ FS-Z ファミリを使用する場合は、単体で測定できるシグナル・スペクトラム・アナライザと比べてさらなる配慮が必要となります。

FS-Z ミキサは、スペクトラム・アナライザの外部ミキサ用 LO 出力の周波数を遁倍し、適切な高調波を用いて DUT のミリ波信号をアナライザの中間(IF)周波数へダウンコンバートします。しかし、高調波がミキサ内部と入力信号で作られ、その高調波自身がスペクトル中に複数の信号成分を発生させます。この問題に対処するプリセクタがないため、イメージ信号 (ゴースト信号) を抑制することができません。

R&S®FSW[5]シグナル・スペクトラム・アナライザ(R&S®FSW-B21 オプション:外部ミキサ用 LO/IF コネクタ)は従来のスペクトラム・アナライザで外部ミキサを使用した場合と比べて大きな優位点があります。中間周波数(IF)が 1.3 GHz のため、FSW アナライザは 2.6 GHz 幅のイメージフリー周波数幅を実現できます。たとえ GHz 帯域に及ぶ広帯域変調信号であっても、容易に測定できます。ローデ・シュワルツの最新のハーモニック・ミキサ R&S®FS-Z90(60 GHz ~ 90 GHz)を組み合わせて比類の無いダイナミックレンジを得ることができます。ミキサの変換ロスの代表値は 80 GHz で 23 dB であり、表示平均雑音レベル (DANL) は約-150 dBm/Hz を誇ります。

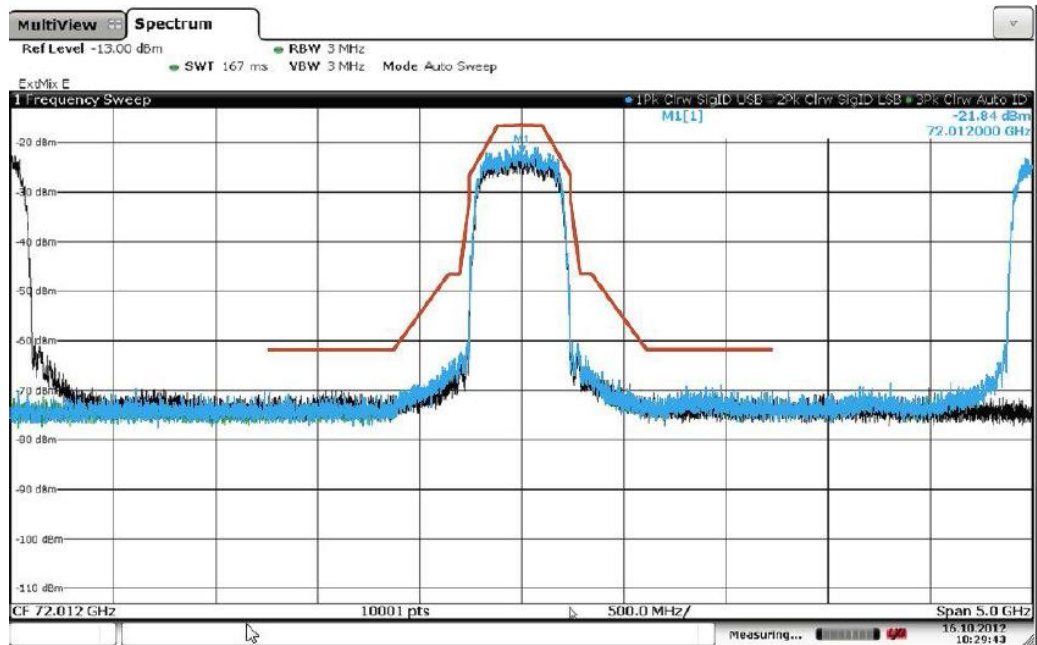


図 3-4:R&S®FSW シグナル・スペクトラム・アナライザと FS-Z90 ハーモニック・ミキサで E-band 500 MHz 帯域幅信号の測定。入力信号とイメージ周波数信号は 2.6 GHz 離れています。スペクトラム・マスクや非常に広帯域の信号の変調品質の解析を問題なく行えます。

4 測定結果

本章では、本アプリケーション・ノートでカバーするローデ・シュワルツのミリ波帯での信号生成と信号解析の一般的な性能を示します。FSW のイコライザがアクティブとなっている点に着目してください。変調帯域幅内の f 特の影響が除去されています。イコライザがアクティブになっていない場合、EVM の値が 4-5 倍も悪化するなど、結果はとも悪くなります。しかし、一般的な OFDM や EVM といった広帯域デジタル変調システムは、 f 特をイコライズしています。そのため、EVM 測定結果は実世界の値と比較することができます。

a) FSW67 を用いた中心周波数 62 GHz の測定

SGS パワーレベル : -10 dBm (ミキサ入力-13 dBm)

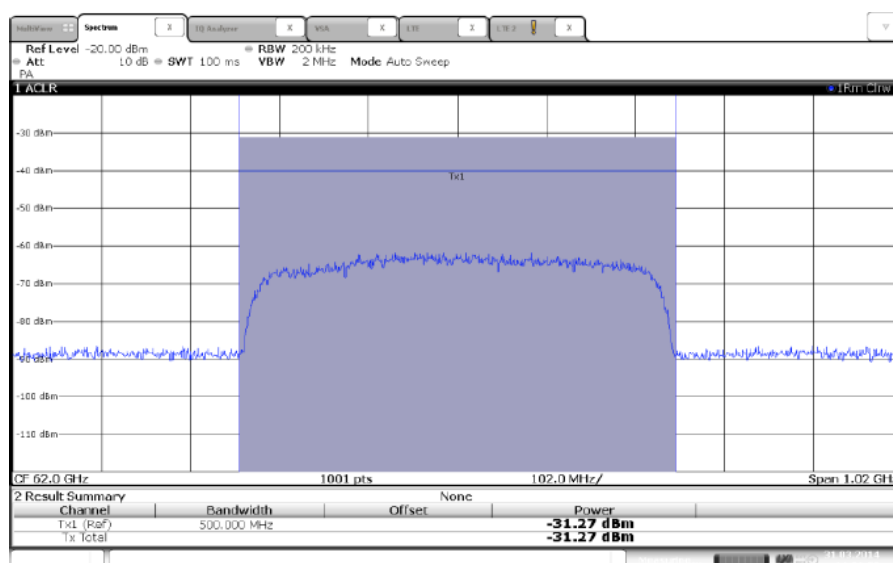


図 4-1 : FSW67 でのチャネル・パワー測定。62 GHz にアップコンバートされた 16 QAM、450 MSymbols/s の信号

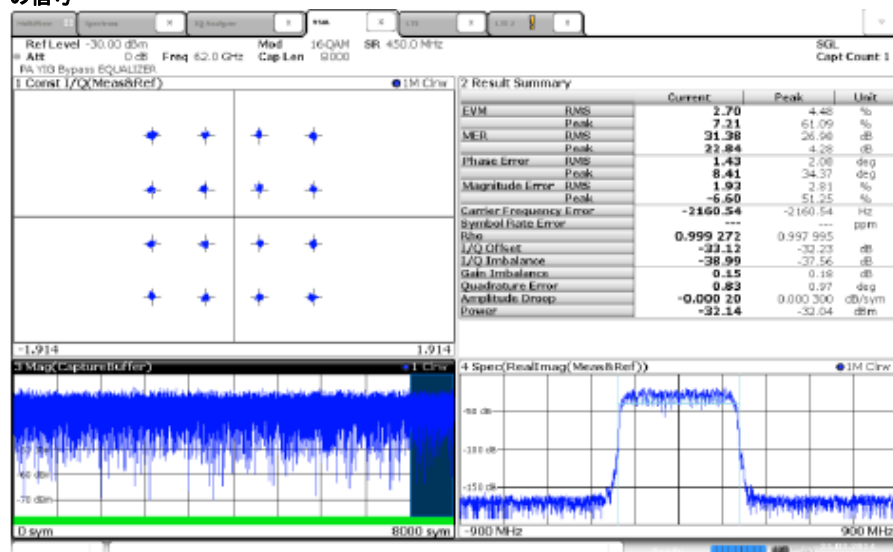


図 4-2 : FSW67 での変調測定。62 GHz にアップコンバートされた 16 QAM、450 MSymbols/s の信号(スペクトルの見え方を図 4-1 と比べてイコライズした)。

b) FSW67 を用いた中心周波数 62 GHz の測定 (FSW67 に 62 GHz にアップコンバートした 20 MHz 帯域幅の LTE 信号を入力)

20 dB アンプ付 ACLR の性能 : チャンネル・パワー: -20 dBm

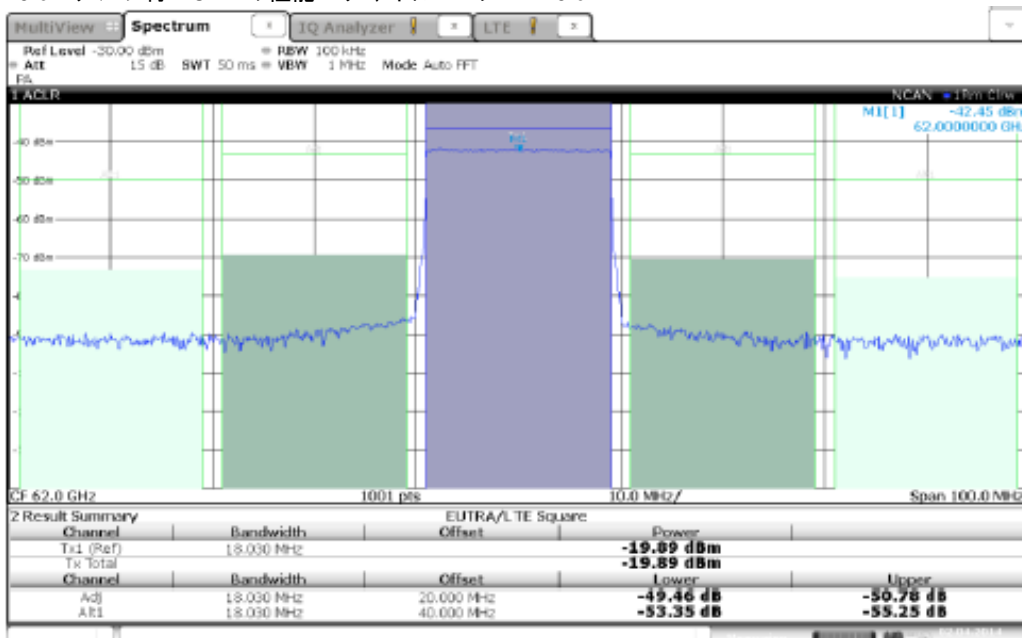


図 4-3 : FSW67 の ACLR 測定。62 GHz にアップコンバートした 20 MHz 帯域幅の LTE 信号。

EVM 性能 -20 dBm(アンプ付)

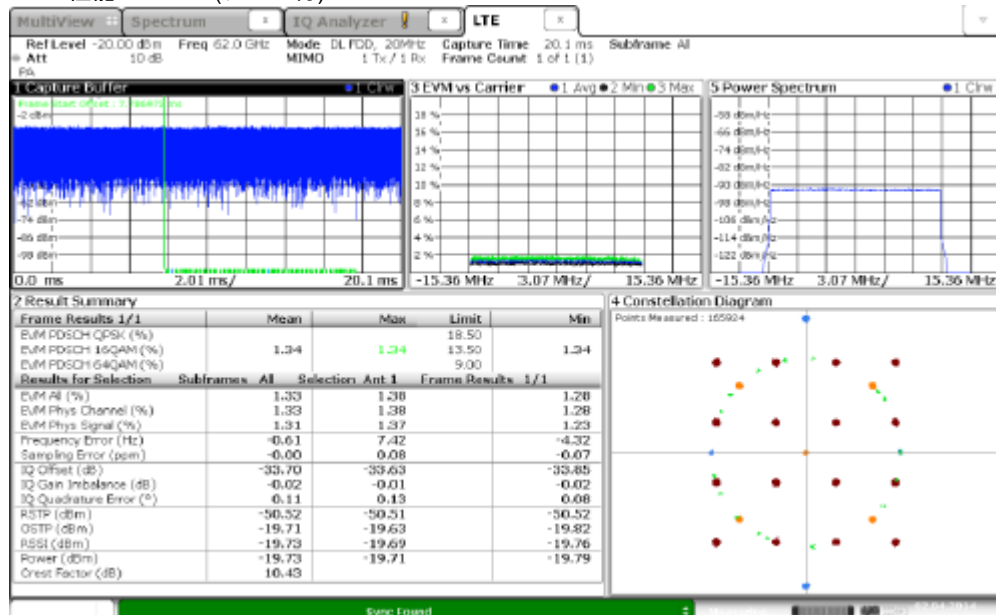


図 4-4 : FSW67 の変調測定。62 GHz にアップコンバートした 20 MHz 帯域幅の LTE 信号。

5 V-band 送信機の特性評価

本章では、V-band 送信機と受信機試験のセットアップについて説明しています。商用 V-band 送信機の測定結果を示します。

5.1 受信部

V-band 受信機のテスト信号は、2.1 章で示した構成で生成されていますが、図 5.2 にあらためて示します。受信機は通常低パワーレベルで試験されるため、ハイパス・フィルタの後段のアンプは構成から取り外してもかまいません。受信機の入力レベルは SGMA 出力レベルを変化させることによって調整することができます；出力レベルのリニアリティ範囲でアップコンバートされたバイアス・ミキサの RF 出力ポートに送信されます。

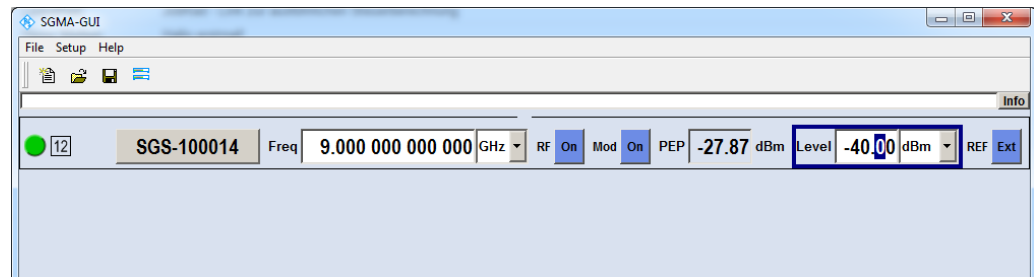


図 5-1: SGMA RF 源のユーザ・インタフェース

試験中の受信機の I/Q ベースバンド出力信号は、FSW のベースバンド入力信号に供給されます。

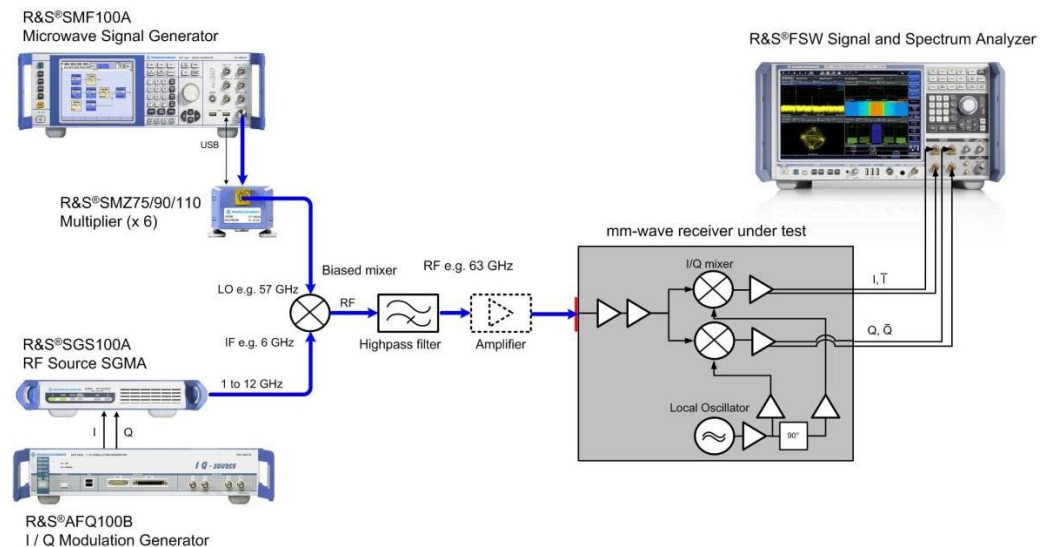


図 5-2: ミリ波帯送受信機を受信機部分を試験するためのセットアップ概略図

図 5-3 にミリ波送信機の受信部の写真を示します。V-band 試験信号は下側の送信機から Rx 導波管コネクタに入力されます。

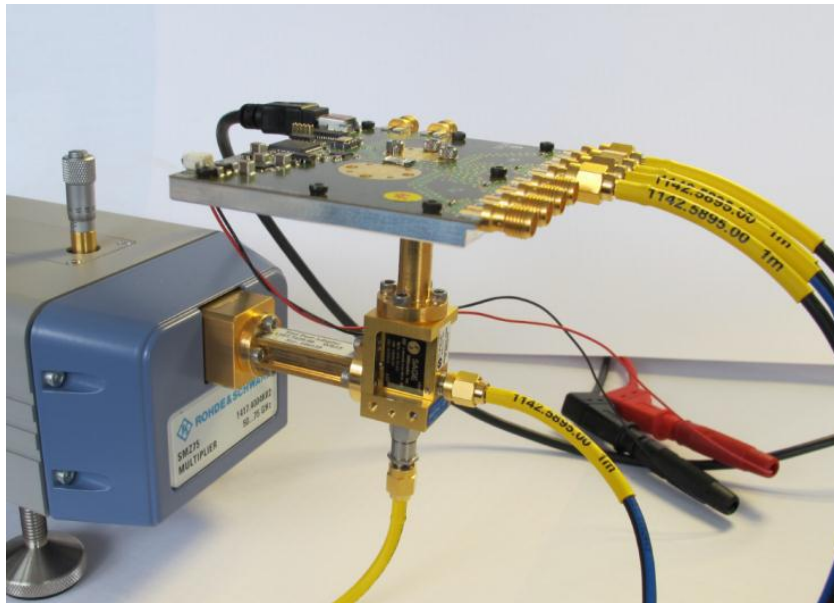


図 5-3 : V-band 送信機の受信部測定セットアップの実例写真(“Infineon Technologies AG” 社製)

図 5-4 に 16QAM 信号、145 M シンボル/s の -60 dBm の入力信号を FSW のベースバンド入力を通して測定した、レシーバの EVM 性能を示します。FSW のベースバンド帯域幅 80 MHz 入力は RF 側で 160 MHz までの信号帯域幅を可能としており、キャリア・アグリゲーションされた LTE-A のフロント・ホール/バック・ホール信号を供給しています。測定された EVM は約 10% の RMS です。コンスタレーションを見てもわかるように、異なった構成であっても低い EVM 誤差で検出できます。

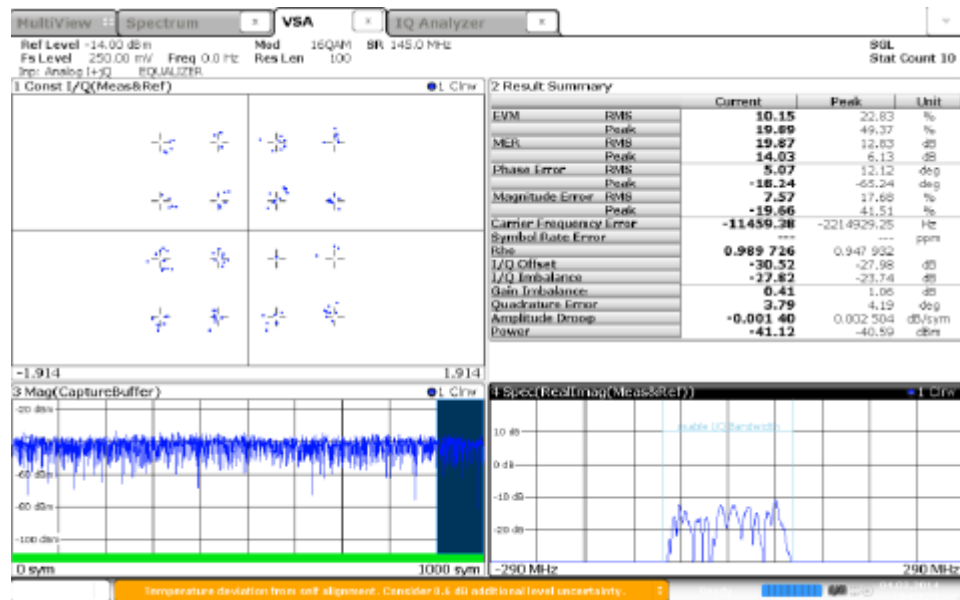


図 5-4 : 入力パワーレベル-60 dBm でミリ波帯レシーバの I/Q 出力の EVM を評価した結果

5.2 送信部

図 5-5 に FSW67 を用いたミリ波送信機の送信部試験セットアップを示します。

AFQ は V-band 送信機に I/Q ベースバンド信号を供給します。そして、アナライザ FSW67 の FSW-B24 プリアンプを通して RF 入力へと入力されます。

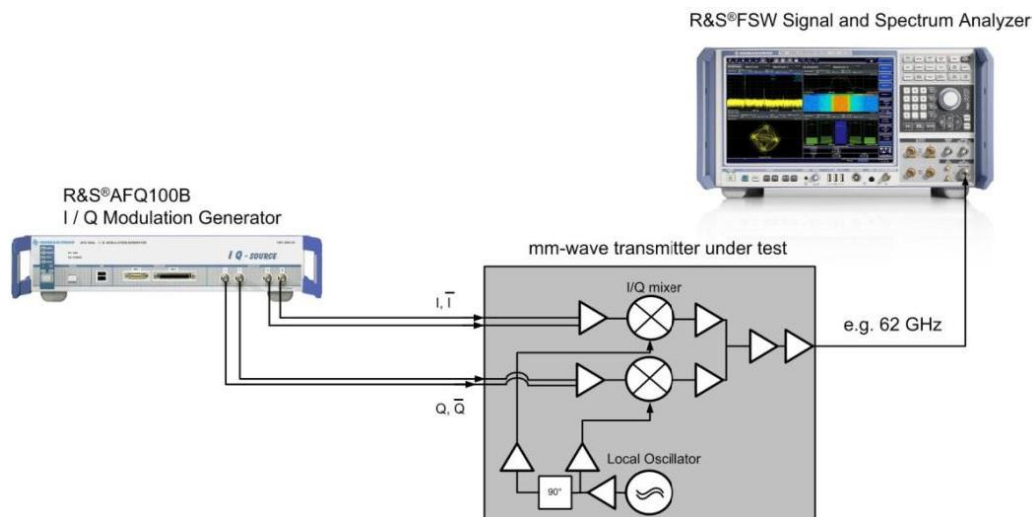


図 5-5: ミリ波帯送信機の送信部テスト・セットアップの構成図

出力信号の測定にハーモニック・ミキサを用いる場合、オーバーロードしないように注意が必要です。FS-Zxx ハーモニック・ミキサの 1-dB コンプレッション・ポイントは、-6 dBm(代表値)です。隣接チャネル・パワーや EVM など、測定する信号品質を劣化しないようにするために、信号のピーク・レベルはミキサ入力点で 1-dB コンプレッション・ポイントより十分下(経験則より 15 ~ 20dB 以下)でなければいけません。図 5-6 にあるように、ハーモニック・ミキサ前段に配置した導波管のレベル調整アッテネータを、最適なダイナミックレンジが確保できるように調整することを推奨します。

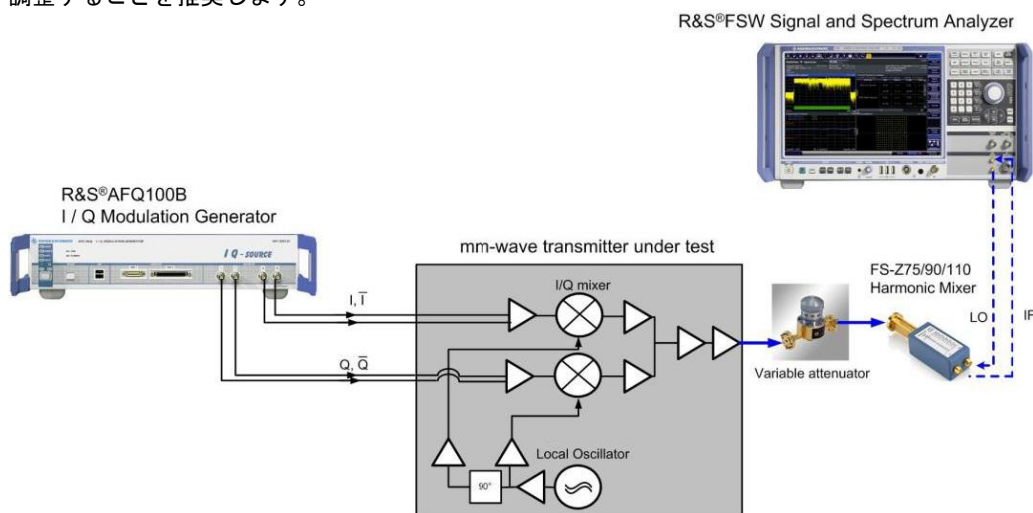


図 5-6: ミリ波帯送信機の送信部分を FS-Zxx ハーモニック・ミキサと可変アッテネータを用いた送信機試験のセットアップの概略図

次のスクリーンショットは V-band 送信機の出力信号を FSW67 で測定したものです。

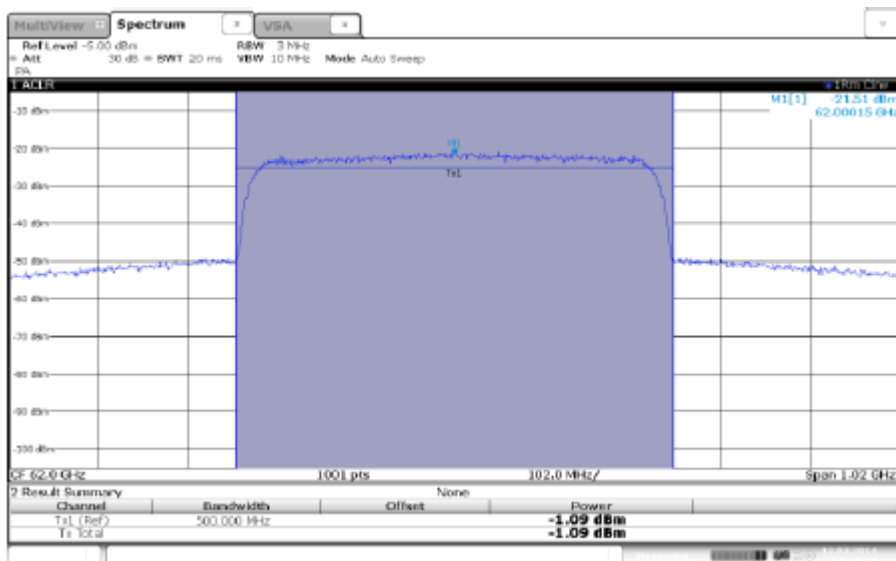


図 5-7 : 450 Msymbols/s の 16QAM の V-band 送信信号のチャンネル・パワー測定

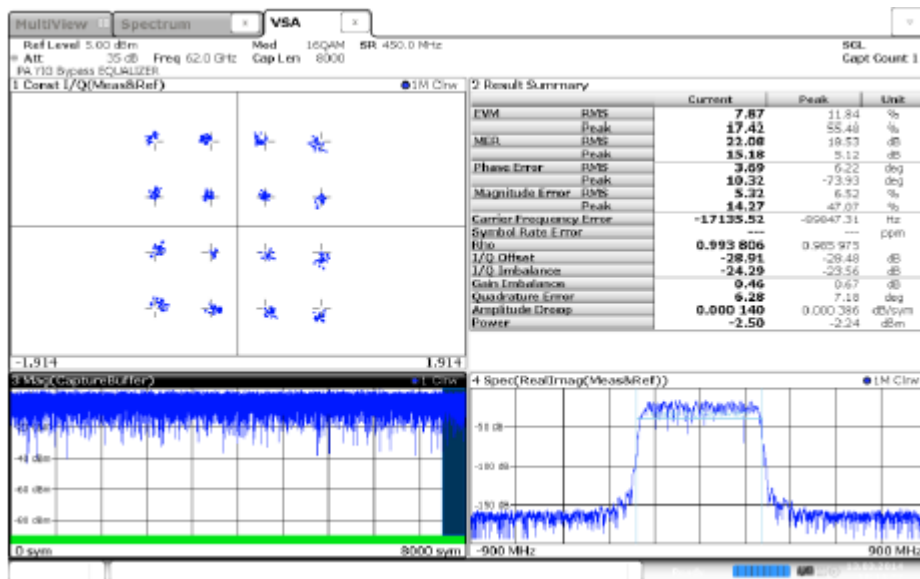


図 5-8 : 450 Msymbols/s で 16QAM の V-band 送信シミュレーションの変調品質測定

6 付録

本章では図 3-3 の推奨セットアップで使用した V-band 57 GHz から 64 GHz 帯の 3rd パーティ製品性能を示します。また、本アプリケーション・ノートの測定で参照したドキュメントを示します。

6.1 V-band ハイパス・フィルタの推奨性能

通過帯域 : ≥ 57 dB

通過減衰 : < 1 dB

阻止帯域 : < 53 GHz

阻止帯域除去 : > 40 dB

例: Sage Millimeter Inc.:SWF-57353340-12-H1

(メモ : 2×結合器 WR15-WR12 が SWF-57353340-12-H1 を V-band ミキサ(例:Sage Millimeter Inc.:SWT-1512-LB)と接続するために必要です。)

6.2 V-band バンドパス・フィルタの推奨性能

通過帯域 : 51.5 GHz から 54.5 GHz

通過損失 : > 1.5 dB

阻止帯域 : < 44 GHz、 > 62 GHz (~ 75 GHz)

阻止帯域除去 : > 50 dB

例: BSC Filters Ltd.社製

6.3 V-band バイアス・ミキサの推奨性能

RF 周波数 : 50 GHz から 70 GHz

IF 周波数 : DC から 25 GHz

LO : 50 GHz から 75 GHz / 0 から +3 dBm

変換損失 : 12 dB

例 : Sage Millimeter Inc.:SFB-15-E2

6.4 V-band アンプの推奨性能

周波数範囲 : 57 GHz から 64 GHz

利得 : 最小 20 dB、最大 25 dB

P-1 dB : 16 dBm

利得フラットネス : ± 2 dB

VSWR : 代表値 2:1

例: Sage Millimeter Inc.:SBP-5736432016-1515-S1

7 参考文献

- [1] [R&S®SGS100A SGMA RF Source - Data Sheet](#)
- [2] [R&S®SMF100A Microwave Signal Generator Data Sheet](#)
- [3] [R&S®SMZ Frequency Multiplier Data Sheet](#)
- [4] [R&S®AFQ100A/B UWB Signal and I/Q Modulation Generator Data Sheet](#)
- [5] [R&S®FSW Signal and Spectrum Analyzer Data Sheet](#)
- [6] [R&S®FS-Z60/-75/-90/-110 Harmonic Mixers Product Brochure](#)
- [7] [R&S®FS-K70 Vector Signal Analysis Data Sheet](#)
- [8] [R&S®FS-K96PC OFDM Vector Analysis Software Data Sheet](#)
- [9] ["R&S®FSW signal and spectrum analyzer: measuring Eband microwave connections", Dr. Wolfgang Wendler, News from R&S 208](#)

8 オーダー情報

製品オーダー情報		
製品型名		オーダーNo.
シグナル・ジェネレータ		
R&S®SMF	マイクロ波シグナル・ジェネレータ	1167.0000.02
R&S®SMF-B122*	周波数オプション：1 GHz ~ 22 GHz	1167.7004.03
R&S®SGS100A	SGMA RF 源	1416.0505.02
R&S®SGS-B106V	周波数範囲 1 MHz ~ 6 GHz、I/Q ベクトル変調機能付	1416.2350.02
R&S®SGS-B112V	最大周波数 12.75 GHz に拡張、I/Q ベクトル変調機能付	1416.1576.02
R&S®SGS-B26	電子ステップ・アッテネータ	1416.1353.02
R&S®SMZ75*	周波数マルチプライヤ 50 GHz ~ 75 GHz	1417.4004.02
R&S®SMZ-B75M	機械式アッテネータ (R&S®SMZ75 用)	1417.6007.02
R&S®AFQ100B	広帯域シグナル・I/Q 変調器	1410.9000.02
R&S®AFQ-B10*	メモリ 256 M サンプル	1401.5106.02
シグナル・スペクトラム・アナライザ		
R&S®FSW67*	シグナル・スペクトラム・アナライザ 2 Hz ~ 67 GHz	1312.8000.67
R&S®FSW-B24	RF プリアンプ、100 kHz ~ 67 GHz	1313.0832.67
R&S®FSW-B500	500 MHz 解析帯域幅	1313.4296.02
R&S®FSW-B71	アナログ・ベースバンド入力、40 MHz 解析帯域幅	1313.1651.67
R&S®FSW-B71E	アナログ・ベースバンド入力用 80 MHz 解析帯域幅	1313.6547.02
R&S®FSW-K70	汎用ベクトル信号解析オプション	1313.1416.02
R&S®FSW-U21	外部ミキサ用 LO/IF コネクタ	1313.6318.26
R&S®FS-Z75*	ハーモニック・ミキサ、50 GHz ~ 75 GHz	1048.0271.02

※その他のシグナル・ジェネレータとシグナル・スペクトラム・アナライザの構成、マルチプライヤ／ハーモニック・ミキサ・モデルもまた利用可能です。さらに多くのオプションが利用可能です。本アプリケーションに必要な最小構成を表にまとめています。FSW43/50 シグナル・スペクトラム・アナライザとハーモニック・ミキサ FS-Z シリーズの組合せによって、利便性とパフォーマンスはわずかに劣りますが、大きなコスト削減が可能です。適切な構成については、ローデ・シュワルツにお問い合わせください。

ローデ・シュワルツについて

ローデ・シュワルツ・グループ（本社：ドイツ・ミュンヘン）は、エレクトロニクス分野に特化し、電子計測、放送、無線通信の監視・探知および高品質な通信システムなどで世界をリードしています。

80年以上前に創業し、世界70カ国以上で販売と保守・修理を展開している会社です。

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

本社／東京オフィス

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7-20-1

住友不動産西新宿ビル 27 階

TEL:03-5925-1288/1287 FAX:03-5925-1290/1285

神奈川オフィス

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-8-12

Attend on Tower 16 階

TEL:045-477-3570 (代) FAX:045-471-7678

大阪オフィス

〒564-0063 大阪府吹田市江坂町 1-23-20

TEK 第2ビル 8 階

TEL:06-6310-9651 (代) FAX:06-6330-9651

サービスセンター

〒330-0075 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷 4-2-11

さくら浦和ビル 4 階

TEL:048-829-8061 FAX:048-822-3156

E-mail: info.rsjp@rohde-schwarz.com

<http://www.rohde-schwarz.co.jp/>

Certified Quality System
ISO 9001
DQS REG. NO 1954 QM

Certified Environmental System
ISO 14001
DQS REG. NO 1954 UM

本アプリケーション・ノートと付属のプログラムは、ローデ・シュワルツのウェブサイトのダウンロード・エリアに記載されている諸条件に従ってのみ使用することができます。

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。

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7-20-1 住友不動産西新宿ビル 27 階

TEL:03-5925-1288/1287 FAX:03-5925-1290/1285

www.rohde-schwarz.co.jp