

# EVM User's Guide: TRF0108SP-EVM TRF0108SEP-EVM

## TRF0108SEP/SP 評価基板



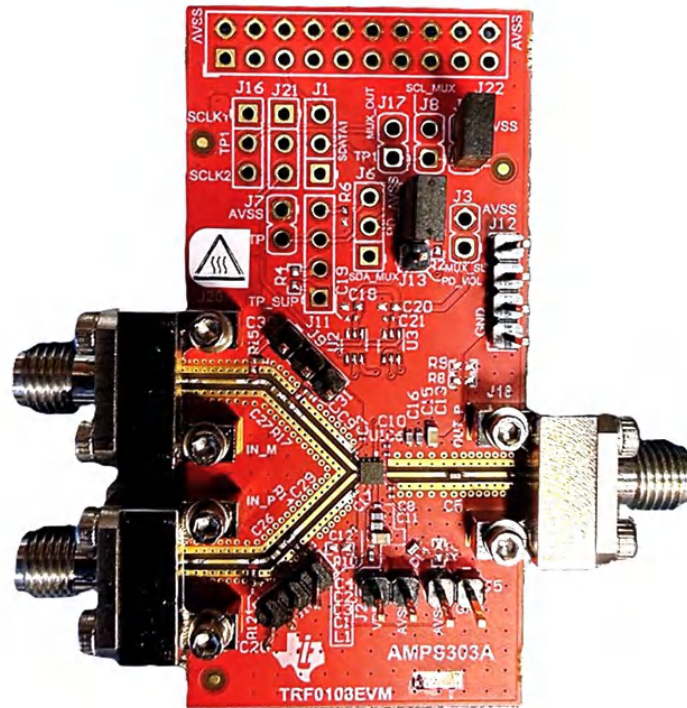
### 説明

TRF0108SP および TRF0108SEP 評価基板 (EVM) は、それぞれ TRF0108-SP および TRF0108-SEP デバイスの評価に使用されます。これらのデバイスは、差動入力シングルエンド出力 (D2S) RF アンプです。

TRF0108SP-EVM は放射線耐性保証 (RHA) で、TRF0108SEP-EVM は放射線耐性を備えています。これらのデバイスは、D/A コンバータ (DAC) の出力で駆動する際に D2S 変換を必要とするアプリケーション向けに設計されています。

### 特長

- 単一の +5V 電源で動作
- AC 結合構成
- 100Ω 差動入力整合向けに設計
- オンボード SMA コネクタによる入出力とのシンプルなインターフェイス
- ジャンパ コネクタを使用するパワー ダウン オプションがオンボードで使用可能



TRF0108SP-EVM および TRF0108SEP-EVM (上面図)

## 1 評価基板の概要

### 1.1 概要

このユーザー ガイドでは、TRF0108SP/SEP-EVM の正常な動作を確認し、迅速にセットアップするために必要な基本的な手順および機能について説明します。この文書には、回路図、部品表 (BOM)、プリント基板 (PCB) レイアウト、およびテスト ブロック図も含まれています。本書では、特に断りのない限り、「評価基板」、「TRF0108SP/SEP-EVM」、および「評価モジュール」という用語は、TRF0108SP-EVM と TRF0108SEP-EVM の両方を指します。

このアンプは、100Ω の差動入力および 50Ω のシングルエンド出力に内部整合されており、評価基板のデフォルト構成もこの整合条件に合わせて設定されています。評価基板の入力および出力には AC 結合コンデンサが実装されています。評価基板は、デバイスの評価および測定を行うために、+5V 電源、信号源、および測定器へ接続できる状態になっています。

**注意**



高温面。触れるとやけどの原因になることがあります。触れないでください。

### 1.2 キットの内容

項目	数量
TRF0108SP-EVM または TRF0108SEP-EVM	1

### 1.3 仕様

コネクタ	パラメータ	値
J2	J2.1 VDD J2.2 AVSS	V <sub>DD</sub> = 5V AVSS = GND
J4	J4.1 AVSS J4.2 SCL	J4.2 の SCL は、デバイスのピン 8 (GND) に接続されています。最適な性能を得るため、AVSS (J4.1) と SCL (J4.2) をユーザー 提供のジャンパで接続します。
J5	J5.1 GND J5.2 AVSS	AVSS (J5.2) および GND (J5.1) を短絡
J13	J13.1 PD_Voltage J13.2 PD J13.3 AVSS	デバイスをパワーダウンするには、PD (J13.2) と PD_Voltage (J13.1) を短絡します PD (J13.2) と AVSS (= GND、J13.3) を短絡し、デバイスを有効化します
J18	RF 出力	<a href="#">関連資料</a> を参照してください
J19	RF 入力 INP	<a href="#">関連資料</a> を参照してください
J20	RF 入力 INM	<a href="#">関連資料</a> を参照してください

### 1.4 製品情報

TRF0108-SP および TRF0108-SEP は、高性能な差動入力シングルエンド出力 (D2S) RF アンプです。これらのデバイスは、高性能 DAC39RF10 (-SP/-SEP) や AFE7950-SP などの D/A コンバータ (DAC) で駆動されるシステムにおいて、D2S 変換が必要なアプリケーションに最適です。

デバイスの詳細情報については、[関連資料](#)を参照してください。

## 2 ハードウェア

### 2.1 一般的な使用方法に関する情報

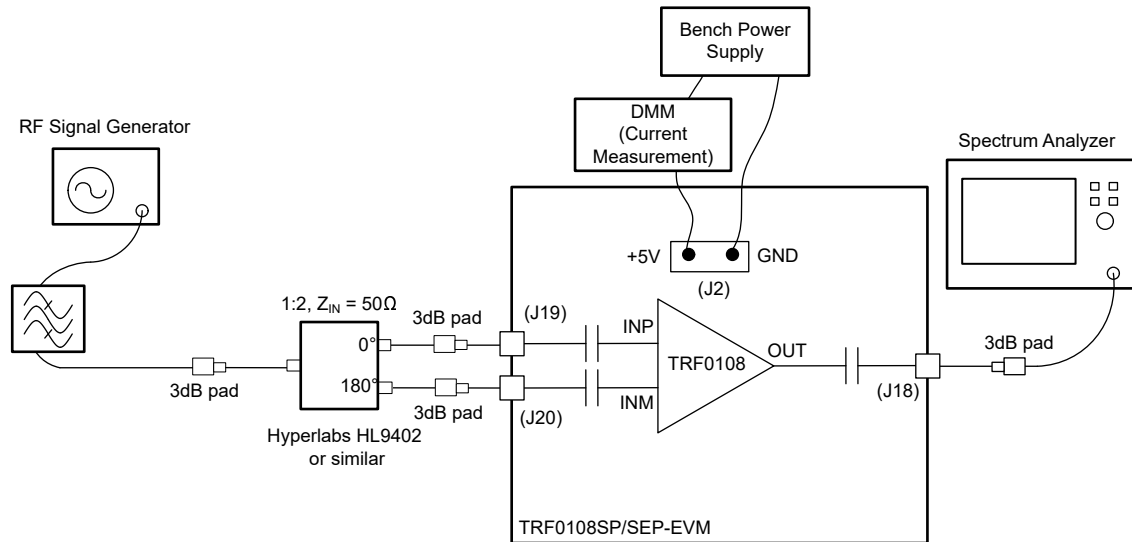


図 2-1. ゲインと出力 P1dB を目的としたシングルトーン設定

このセクションでは、TRF0108SP/SEP-EVM の一般的な使用方法を説明します。以下の説明の参考として、一般的な評価基板の構成およびシングルトーン測定のセットアップについては図 2-1 を参照してください (電源バイパスコンデンサなど、一部の部品は分かりやすくするため省略しています):

1. 推奨パワーアップ シーケンス:
  - a. 評価基板に電源ケーブルを接続する前に、直流電源の出力電圧を +5V に設定します
  - b. DC 電源の電流制限を 300mA に設定します
  - c. 電源がオフになっていることを確認してから、電源ケーブルを評価基板の J2 コネクタに接続します
  - d. ここで、DC 電源をオンにして  $V_{DD} = +5V$  に設定します。電源から供給されるアクティブ時の電源電流 ( $I_{QA}$ ) は、約 170mA です。
  - e. 電源電流が低い場合は、PD ピンの設定によってデバイスがパワーダウン状態になっていないことを確認します
2. パワー ダウン オプション:
  - a. 図 2-1 で説明されているように、J13 ジャンパ接続を構成することにより、このデバイスの電源をオフにできます
  - b. または、ロジック High 電圧がサポートされているデバイスを PD (J13.2) に印加して、デバイスの電源をオフにすることもできます (関連資料を参照)
3. シングルトーン測定の設定:
  - a. 評価基板の入力は完全差動入力であり、J19 および J20 の SMA コネクタにおいて (180° 逆位相) となっています。RF 信号発生器から出力されるシングルエンド信号は、外付けのパッシブ バランを使用して差動信号に変換し、図 2-1 に示すように、SMA コネクタ J19 および J20 を介して入力に接続する必要があります。シングルトーン歪みを測定する際は、図 2-1 に示すように、RF 信号発生器と 3dB パッドの間に RF バンドパスフィルタを挿入します。
  - b. TRF0108SP/SEP-EVM の全周波数範囲を評価するため、使用する RF 信号発生器は最大 12GHz の信号周波数に対応している必要があります。
  - c. デバイスの入力インピーダンスはパスバンド内で 100Ω の差動です。インピーダンス不整合による信号反射を最小限に抑えるため、TI はパッシブ バランの三つの端子に 3dB ~ 6dB 程度のアッテネータパッドを使用することを推奨しています。
  - d. この評価基板の出力は、J18 SMA コネクタのシングルエンドです。
  - e. 評価基板のシングルエンド出力信号は、図 2-1 に示すようにスペクトラムアナライザに接続します。反射を最小限に抑えるため、出力側には 3dB ~ 6dB 程度のアッテネータパッドを使用することを推奨します。

- f. 最後に、デバイスの利得および電力レベルを正確に測定するため、RF 同軸ケーブル、アッテネータ パッド、およびパッシブ バランの挿入損失を適切に評価し、その影響を補正することを TI は推奨しています。
4. マッチングに関する検討事項:
- a. TRF0108-SP および TRF0108-SEP は広帯域アンプであり、動作帯域全体にわたって  $100\Omega$  の差動入力整合を前提としています。評価基板の入力を駆動する一般的な RF 信号発生器やノイズ ソースは、広い帯域にわたって  $50\Omega$  のインピーダンスを備えており、この信号は 1:2 の広帯域 バランによって  $100\Omega$  の差動インピーダンスに変換されます。ただし、評価基板が狭帯域ドライバや  $50\Omega$  インピーダンスではない信号源によって駆動される場合、アンプの性能や測定性能が低下する可能性があります。
  - b. 評価基板の出力をスペクトラム アナライザに接続する際は、反射を最小限に抑えるため、アッテネータ パッドを使用することを TI は推奨しています。

## 3 実装結果

### 3.1 テスト設定図

このセクションでは、評価基板を使用した S パラメータ、ノイズ指数、および 2 トーン OIP3 の測定セットアップに関する一般的な推奨事項について説明します。

#### 3.1.1 S パラメータテスト設定

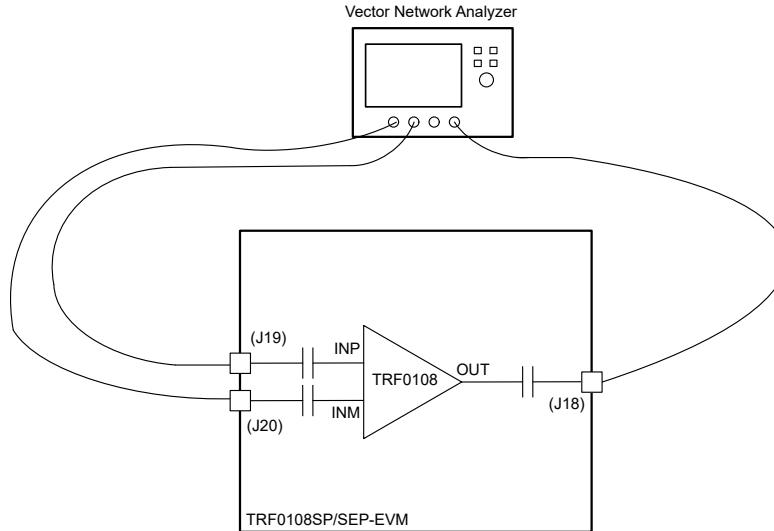


図 3-1. S パラメータテスト設定

S パラメータ測定を行う際は、以下のガイドラインに従ってください：

1. 図 3-1 に示すように、S パラメータ測定は、通常、ベクトル ネットワーク アナライザ (VNA) を使用して行います。評価基板を測定する場合は、差動信号を生成し、評価基板の入力ポートおよび出力ポートでそれぞれ差動信号とシングルエンド信号を受信できる 3 ポート VNA の使用を推奨します。
2. RF 同軸ケーブルを評価基板に接続する前に、校正キットを使用して、VNA と接続ケーブルを校正します
3. VNA の周波数スイープおよび出力電力レベルが、TRF0108-SP および TRF0108-SEP の線形動作範囲内に設定されていることを確認します。VNA の解像度の帯域幅 (RBW) およびダイナミックレンジは、測定に最適なスイープ時間が得られるよう調整できます。
4. 正確な利得測定を行うため、デバイスの入力および出力における基板パターンの損失を考慮してください。図 3-2 に、代表的な評価基板で測定したリファレンスの入力および出力パターンの損失を示します。

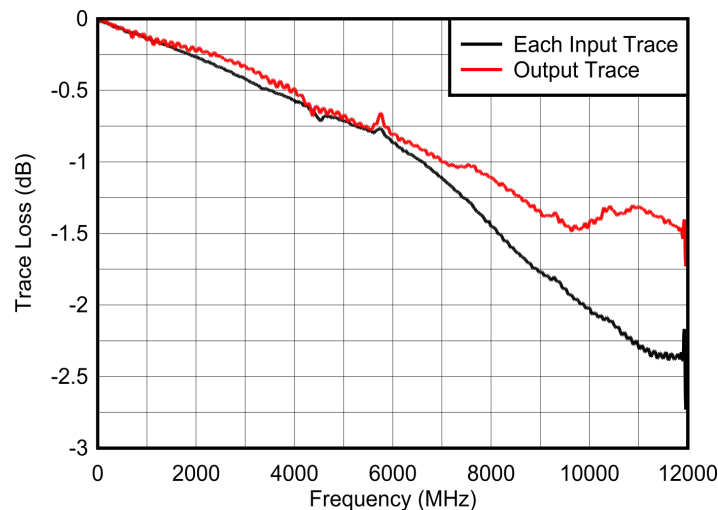


図 3-2. PCB パターンの損失と周波数との関係

### 3.1.2 ノイズ指数テスト設定

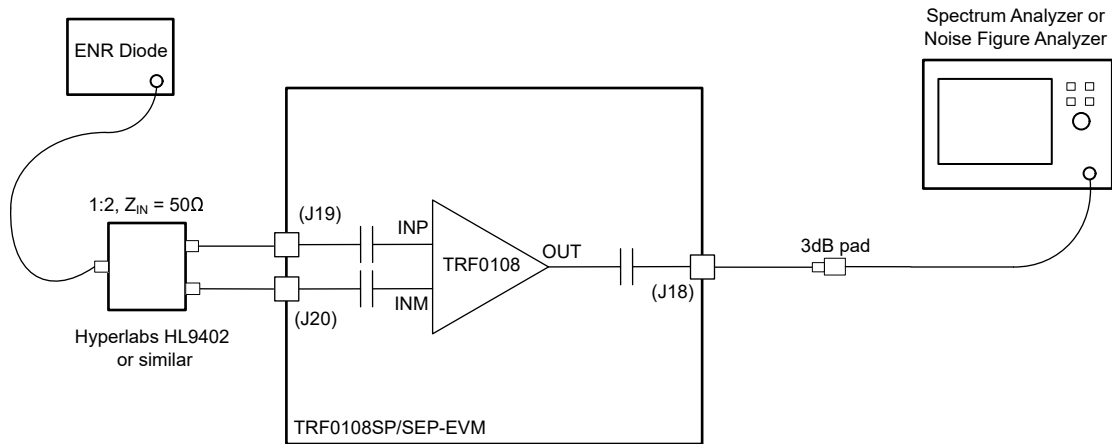


図 3-3. ノイズ指数テスト設定

ノイズ指数 (NF) を測定する際は、以下のガイドラインに従ってください:

1. 図 3-3 に示すように、ノイズ指数 (NF) の測定には、ノイズ ダイオードとスペクトラム アナライザ (または雑音指数アナライザ) を使用した従来の Y ファクタ法を用いることができます。
2. 正確なノイズ指数 (NF) 測定を行うため、評価基板に接続される RF ケーブルの損失および測定系で使用する外付けアッテネータによる損失を考慮してください。
3. また、デバイス入力ピンまでの入力配線における基板上の損失についても、ノイズ指数 (NF) 測定に反映する必要があります。
4. デバイス出力後の損失が大きい場合 (目安として 5dB 超) は、その出力損失も NF 測定に反映します。測定された総合ノイズ指数 (NF) からデバイスの NF を求めるには、Friis の式を用います。

### 3.1.3 2 トーン OIP3 テスト設定

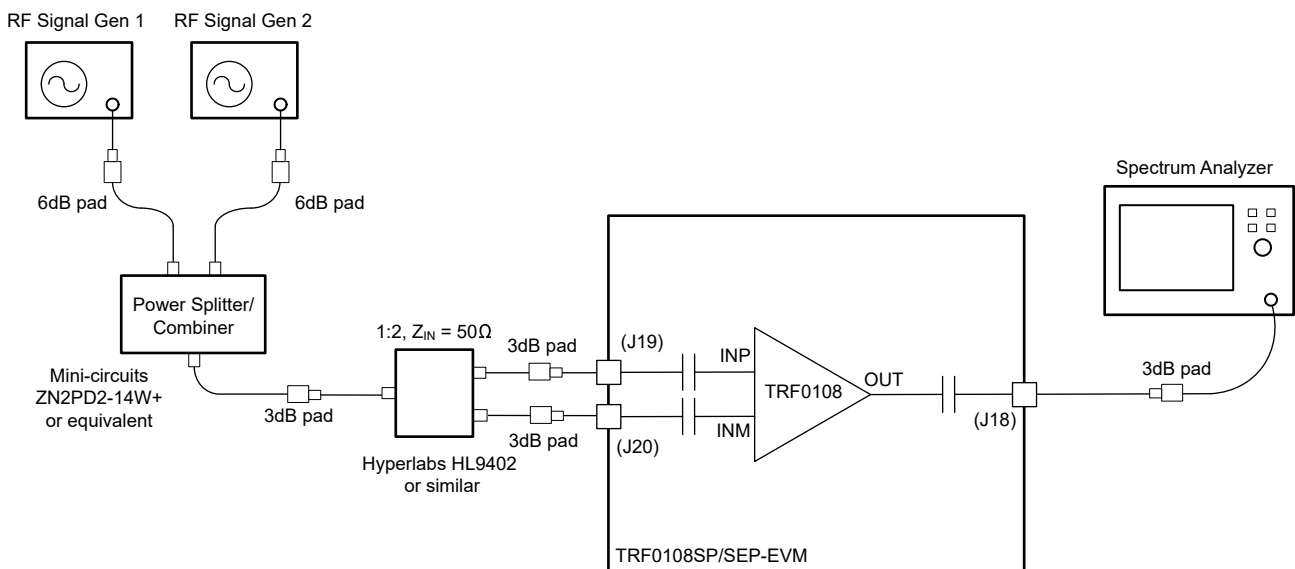


図 3-4. 2 トーン OIP3 テスト設定

2 トーン OIP3 測定を行う際は、以下のガイドラインに従ってください:

1. 図 3-4 に示すように、二台の信号発生器の出力を同相パワースプリッタ / コンバイナを使用して合成します。二台の信号発生器間のアイソレーションを高め、IMD3 スプリアスを最小限に抑えるため、RF 信号発生器の出力には 6dB のアッテネータを使用することを推奨します。

2. RF 信号発生器の両方の出力について、デバイスで目的の出力電力 ( $P_{OUT}$ ) が得られるよう、出力電力レベルおよび周波数間隔を設定します。
3. TI は、出力電力レベルを TRF0108-SP および TRF0108-SEP の線形動作範囲内に設定することを推奨しています。例えば、デバイスの出力電力が各トーンあたり約  $-4\text{dBm}$  となるように、信号発生器の出力電力を設定します。一般的なルールとして、TI は、総出力電力レベルを  $1\text{dB}$  圧縮点より約  $6 \sim 8\text{dB}$  低く保つことを推奨しています。デバイスが対応する出力電力レベルについては、データシートを参照してください。
4. 信号発生器の二つのトーンを、目的の中心周波数および周波数間隔に従って設定します。
5. スペクトルアナライザの非線形性が測定結果に影響を与えないよう、スペクトルアナライザのアッテネーション設定を適切に調整します。
6. 主信号トーンと IM3 成分の測定では、スペクトルアナライザの RBW および VBW の設定を同一にします。
7. 出力 IP3 を計算する際は、デバイス出力からスペクトルアナライザ入力までの間にある、対象周波数帯域におけるすべての損失の合計を考慮します。合計電力損失には、PCB の出力配線、RF 同軸ケーブル、および使用している外付けアッテネータパッドによる損失が含まれます。計算された OIP3 は、式 1 に示す式で求められます。

$$\text{OutputIP3} = \frac{P_{IN\_SA} - \text{IMD3}}{2} + P_{IN\_SA} + P_{LOSS} \quad (1)$$

ここで、

- $P_{IN\_SA}$  = スペクトルアナライザに流れ込むトーンあたりの入力電力
  - $P_{LOSS}$  = デバイスの出力からスペクトルアナライザ入力への電力損失
  - $\text{IMD3} = 2f_1 - f_2$  または  $2f_2 - f_1$  のいずれかで測定された二つの相互変調歪み成分のうち、高い方の電力レベル
8. 式 1 で、 $P_{IN\_SA} + P_{LOSS} = P_{OUT}$  はトーンあたりのアンプ出力電力です。

## 4 ハードウェア設計ファイル

### 4.1 回路図

図 4-1 に TRF0108SP/SEP-EVM の回路図を示します。

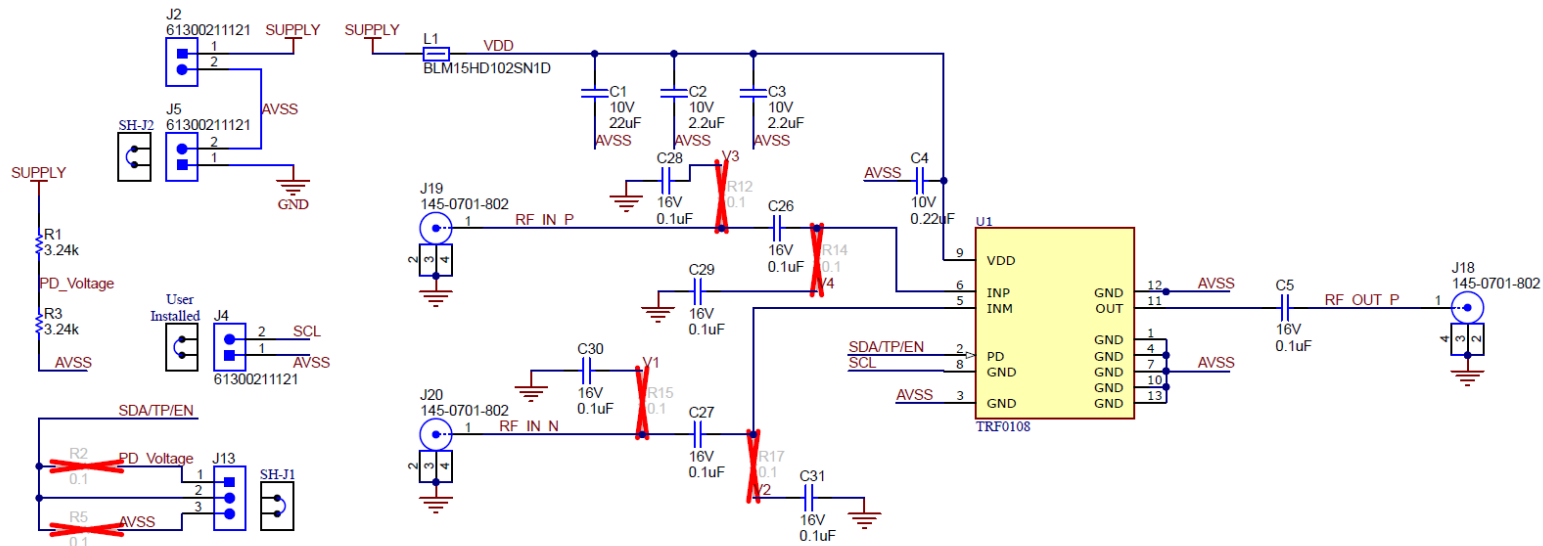


図 4-1. TRF0108SP/SEP-EVM 回路図

## 4.2 PCB の層数

図 4-2 ~ 図 4-5 は評価基板の PCB 層を示しています。

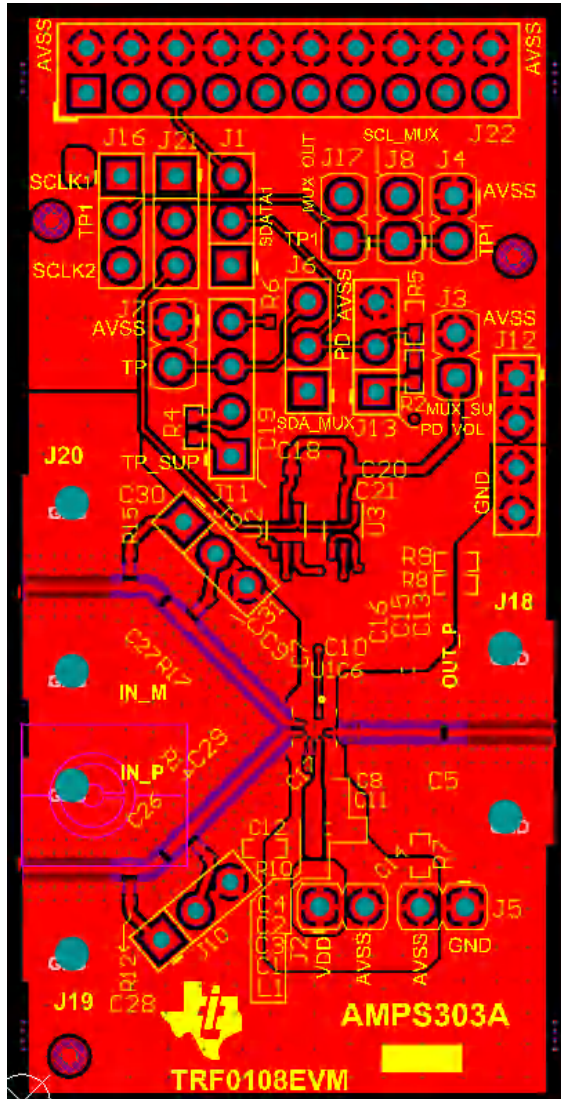


図 4-2. 上層

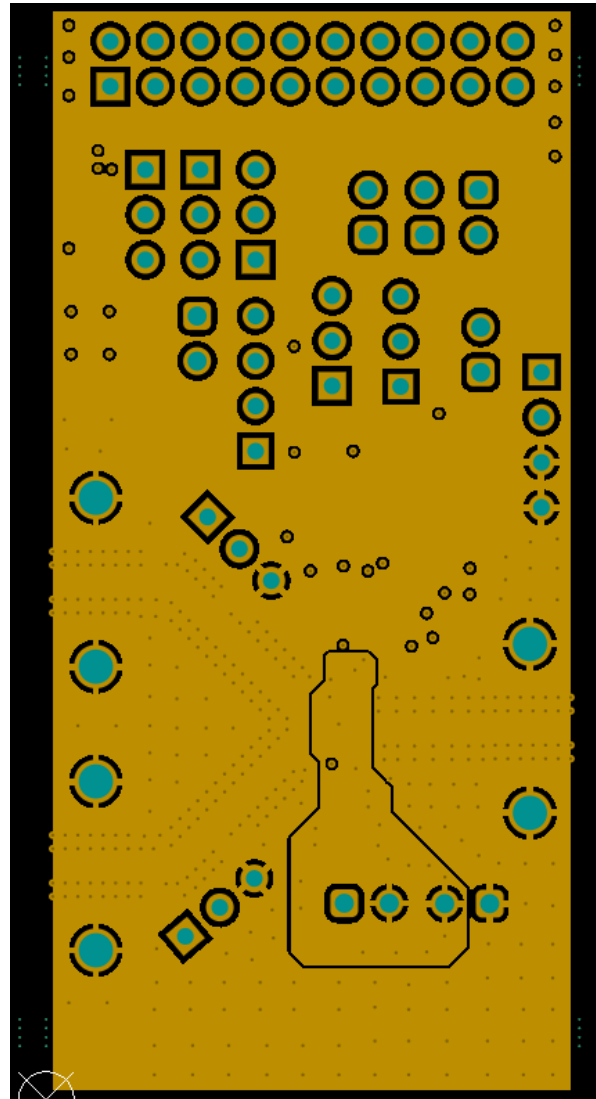


図 4-3. 第 2 層

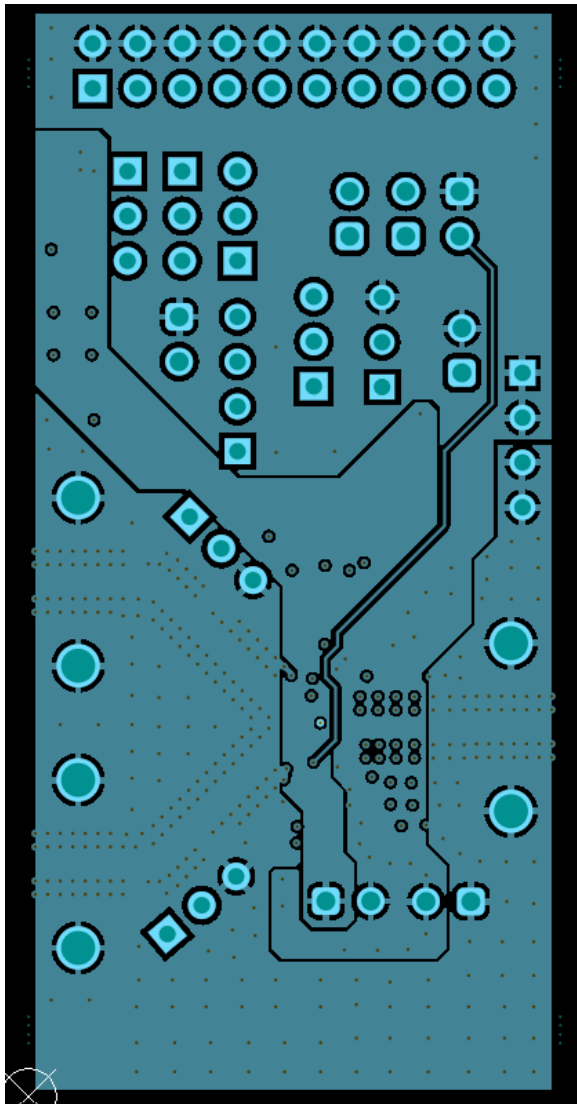


図 4-4. 第 3 層

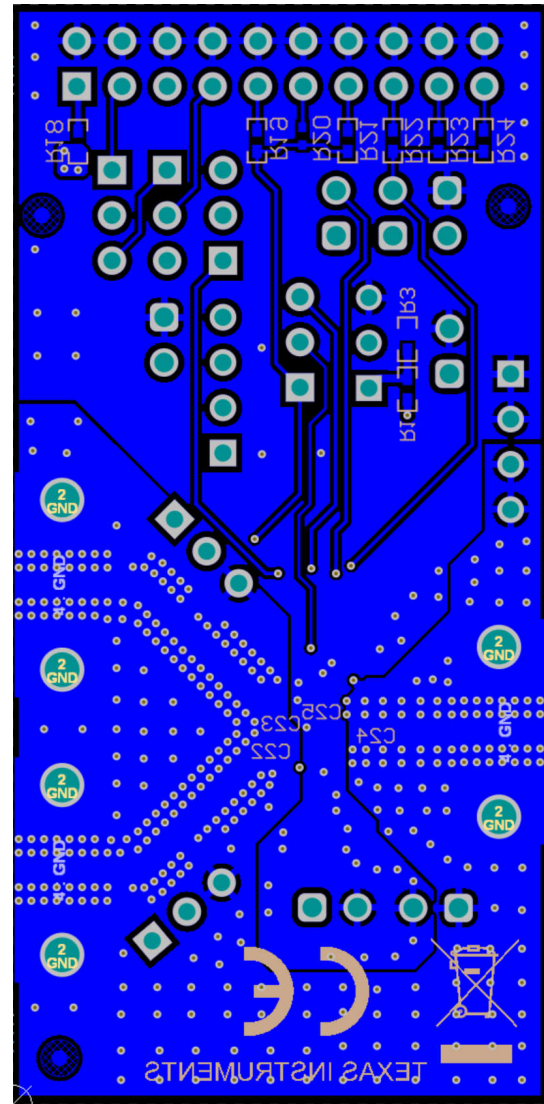


図 4-5. 下層

#### 4.2.1 積層と材質

TRF0108SP/SEP-EVM は、基板厚 67mil の 4 層基板で、基板材料には Isola® 370HR を使用しています。最上層は、SMA コネクタとデバイス間の電源、グランド、および信号を配線します。2 層目はリファレンス RF グランド層です。信号のトレースインピーダンスは、公称 50Ω を目標としています。下側の二層は、主にグランド層として使用されています。

Layer	Stack up	Supplier	Supplier Description	Description	Base Thickness	Processed Thickness	er
1		GOULD	COPPER FOIL	12+35 m	1.850	2.559	
		ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320
		ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320
2		ISOLA	185HR	1.00 1.0/1.0	1.378	1.378	
		ISOLA	185HR	#2116	39.370	39.370	4.420
3		ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320
		ISOLA	185HR	#2116	5.000	4.966	4.320
4		GOULD	COPPER FOIL	12+35 m	1.850	2.559	

図 4-6. TRF0108SP/SEP-EVM の積層 (単位: Mil)

### 4.3 TRF0108SP/SEP-EVM 部品表

表 4-1. TRF0108SP/SEP-EVM 部品表

記号	数量	値	説明	部品番号	メーカー	パッケージ記号	装備
C1、C13	2	22uF	コンデンサ、セラミック、22uF、10V、±20%、X5R、0603	CL10A226MP8NUNE	Samsung Electro-Mechanics	0603	装備
C2、C3、C14、C15、C16	5	2.2uF	コンデンサ、セラミック、2.2uF、10V、±10%、X7S、0402	C1005X7S1A225K050BC	TDK	0402	装備
C4	1	0.22uF	コンデンサ、セラミック、0.22uF、10V、±20%、X5R、0201	LMK063BJ224MP-F	Taiyo Yuden	0201	装備
C5、C26、C27、C28、C29、C30、C31	7	0.1uF	コンデンサ、セラミック、0.1uF、16V、±10%、X7R、0402	ATC530L104KT16T	AT セラミック	0402	装備
C6、C7、C8、C9、C10、C11、C12、C17、C22、C23、C24、C25	12	100nF	0.1μF ± 20% 16V セラミック コンデンサ 0201 (0603 メートル法)	560Z104MTT	京セラ AVX	0201	装備
J2、J4、J5	3		ヘッダ、2.54mm、2x1、金、TH	61300211121	Würth Elektronik	ヘッダ、2.54mm、2x1、TH	装備
J9、J10	2		ヘッダ、100mil、3x1、金、TH	PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions	PBC03SAAN	装備
J12	1		ヘッダ、2.54mm、4x1、金、TH	PBC04SAAN	Sullins Connector Solutions	ヘッダ、2.54mm、4x1、TH	装備
J13	1		ヘッダ、100mil、3x1、Tin、TH	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions	ヘッダ、3ピン、100mil、Tin	装備
J18、J19、J20	3		50Ω ジャック、SMT	145-0701-802	Cinch の接続	50Ω ジャック、SMT	装備
L1	1	1000ohm	フェライト ビーズ、100MHz で 1000Ω、0.25A、0402	BLM15HD102SN1D	MuRata	0402	装備
R1、R3	2	3.24k	抵抗、3.24k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	CRCW04023K24FKED	Vishay-Dale	0402	装備
SH-J1、SH-J2	2	1x2	シャント、100mil、金メッキ、黒	SNT-100-BK-G	Samtec	シャント	装備
U1	1		TRF0108	TRF0108RPVT/EM または TRF0108RPVTSP/EM	テキサス・インスツルメンツ	WQFN-FCRLF、12	装備
C18、C20	0	10uF	CAP、CERM、10μF、10V、±20%、X5R、0402	CL05A106MP8NUB8	Samsung Electro-Mechanics	0402	非装備
C19、C21	0	0.1uF	コンデンサ、セラミック、0.1uF、16V、±10%、X5R、0201	GRM033C71C104KE14D	MuRata	0201	非装備

表 4-1. TRF0108SP/SEP-EVM 部品表 (続き)

記号	数量	値	説明	部品番号	メーカー	パッケージ記号	装備
FID1、FID2、FID3、 FID4、FID5、FID6	0		フィデューシャル マーク。購入または取り付け不要。	該当なし	該当なし	該当なし	非装備
J1、J6、J16、J21	0		ヘッダ、100mil、3x1、金、TH	PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions	PBC03SAAN	非装備
J3、J7、J8、J17	0		ヘッダ、2.54mm、2x1、金、TH	61300211121	Würth Elektronik	ヘッダ、2.54mm、2x1、TH	非装備
J11	0		ヘッダ、2.54mm、4x1、金、TH	PBC04SAAN	Sullins Connector Solutions	ヘッダ、2.54mm、4x1、TH	非装備
J22	0		レセプタクル、100mil、10x2、金、TH	PPPC102LFBN-RC	Sullins Connector Solutions	10x2 レセプタクル	非装備
R2、R5、R7、R8、R9、 R10、R12、R14、R15、 R17、R18、R19	0	0.1	抵抗、0.1、1%、0.25W、0402	ERJ2BWFR100X	Panasonic	0402	非装備
R4、R6、R20	0	10.0k	RES、10.0k、1%、0.063W、0402	RC0402FR-0710KL	Yageo America	0402	非装備
R21	0	20.0k	抵抗、20.0k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	CRCW040220K0FKED	Vishay-Dale	0402	非装備
R22	0	2.20k	抵抗、2.20k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	RMCF0402FT2K20	Stackpole Electronics Inc	0402	非装備
R23	0	4.70k	抵抗、4.70k、1%、0.0625W、0402	RC0402FR-074K7L	Yageo America	0402	非装備
R24	0	4.99k	抵抗、4.99k、1%、0.063W、0402	RC0402FR-074K99L	Yageo America	0402	非装備

## 5 追加情報

### 5.1 商標

Isola® is a registered trademark of Isola USA Corporation.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 6 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス インスツルメンツ、[『TRF0108-SP 放射線耐性保証 \(RHA\)、DC ~ 12GHz 帯域幅、差動シングルエンド RF アンプ』データシート](#)
- テキサス インスツルメンツ、[TRF0108-SEP 放射線耐性、DC ~ 12GHz 帯域幅、差動からシングルエンドへの RF アンプデータシート](#)

## STANDARD TERMS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, and/or documentation which may be provided together or separately (collectively, an "EVM" or "EVMs") to the User ("User") in accordance with the terms set forth herein. User's acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms.
  - 1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductor products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM ("Software") shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms that accompany such Software
  - 1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.
2. *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers:*
  - 2.1 These terms do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.
  - 2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for a nonconforming EVM if (a) the nonconformity was caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI, (b) the nonconformity resulted from User's design, specifications or instructions for such EVMs or improper system design, or (c) User has not paid on time. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary. TI does not test all parameters of each EVM. User's claims against TI under this Section 2 are void if User fails to notify TI of any apparent defects in the EVMs within ten (10) business days after delivery, or of any hidden defects with ten (10) business days after the defect has been detected.
  - 2.3 TI's sole liability shall be at its option to repair or replace EVMs that fail to conform to the warranty set forth above, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

### **WARNING**

**Evaluation Kits are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems.**

**User shall operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines and any applicable legal or environmental requirements as well as reasonable and customary safeguards. Failure to set up and/or operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines may result in personal injury or death or property damage. Proper set up entails following TI's instructions for electrical ratings of interface circuits such as input, output and electrical loads.**

**NOTE:**

**EXPOSURE TO ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD) MAY CAUSE DEGRADATION OR FAILURE OF THE EVALUATION KIT; TI RECOMMENDS STORAGE OF THE EVALUATION KIT IN A PROTECTIVE ESD BAG.**

### 3 Regulatory Notices:

#### 3.1 United States

##### 3.1.1 Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:

**FCC NOTICE:** This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

##### 3.1.2 For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:

#### **CAUTION**

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

#### **FCC Interference Statement for Class A EVM devices**

*NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.*

#### **FCC Interference Statement for Class B EVM devices**

*NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:*

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

#### 3.2 Canada

##### 3.2.1 For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210 or RSS-247

#### **Concerning EVMs Including Radio Transmitters:**

This device complies with Industry Canada license-exempt RSSs. Operation is subject to the following two conditions:

(1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

#### **Concernant les EVMs avec appareils radio:**

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

#### **Concerning EVMs Including Detachable Antennas:**

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

### Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur.

#### 3.3 Japan

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see [http://www.tij.co.jp/lstds/ti\\_ja/general/eStore/notice\\_01.page](http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page) 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。

<https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-delivered-in-japan.html>

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan may not be certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, not certified to Technical Regulations of Radio Law of Japan, User is required to follow the instructions set forth by Radio Law of Japan, which includes, but is not limited to, the instructions below with respect to EVMs (which for the avoidance of doubt are stated strictly for convenience and should be verified by User):

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】 開発キットの中には技術基準適合証明を受けていないものがあります。技術適合証明を受けていないものご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。日本テキサス・イ

ンスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号

西新宿三井ビル

3.3.3 *Notice for EVMs for Power Line Communication:* Please see [http://www.tij.co.jp/lstds/ti\\_ja/general/eStore/notice\\_02.page](http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page)

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。 <https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-for-power-line-communication.html>

#### 3.4 European Union

3.4.1 *For EVMs subject to EU Directive 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility Directive):*

This is a class A product intended for use in environments other than domestic environments that are connected to a low-voltage power-supply network that supplies buildings used for domestic purposes. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

- 
4. *EVM Use Restrictions and Warnings:*
    - 4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.
    - 4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.
    - 4.3 *Safety-Related Warnings and Restrictions:*
      - 4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.
      - 4.3.2 EVMs are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.
    - 4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.
  5. *Accuracy of Information:* To the extent TI provides information on the availability and function of EVMs, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.
  6. *Disclaimers:*
    - 6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, REFERENCE DESIGNS AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.
    - 6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT, REGARDLESS OF WHEN MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED.
  7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.
-

8. *Limitations on Damages and Liability:*

8.1 *General Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS OR THE USE OF THE EVMS , REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN TWELVE (12) MONTHS AFTER THE EVENT THAT GAVE RISE TO THE CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY USE OF AN EVM PROVIDED HEREUNDER, INCLUDING FROM ANY WARRANTY, INDEMNITY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS, , EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI BY USER FOR THE PARTICULAR EVM(S) AT ISSUE DURING THE PRIOR TWELVE (12) MONTHS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.

10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月