



シリコンSP4Tスイッチ、反射、 9kHz~44GHz

データシート

ADRF5047

特長

超広帯域周波数範囲：9kHz~44GHz

反射設計

低挿入損失

18GHz まで 1.5dB

40GHz まで 2.4dB

44GHz まで 2.7dB

高アイソレーション

18GHz まで 47dB

40GHz まで 33dB

44GHz まで 31dB

高入力直線性

P0.1dB：26.5dBm（代表値）

IP3：50dBm（代表値）

大 RF 入力電力処理

スルー・パス：26dBm

ホット・スイッチング：26dBm

低周波数スプリアスなし

0.1dB RF セトリング・タイム：5.2μs

20 端子、3mm×3mm、RoHS 準拠、LGA パッケージ

ADRF5046（高速スイッチング・バージョン）とのピン
互換性

アプリケーション

工業用スキャナ

試験用計測器

セルラ・インフラストラクチャ：mmWave 5G

防衛用無線、レーダー、電子対抗手段（ECM）

マイクロ波無線および超小型地球局（VSAT）

機能ブロック図

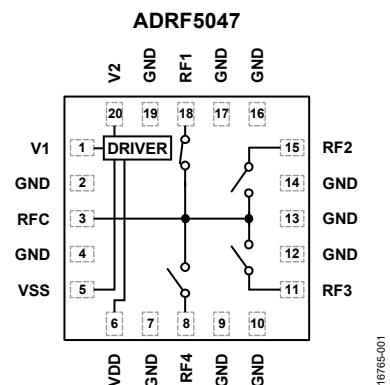


図 1.

概要

ADRF5047 は、シリコン・プロセスを使って製造した反射単極四投（SP4T）スイッチです。

ADRF5047 は 9kHz~44GHz で動作し、2.7dB より低い挿入損失と 31dB より高いアイソレーションを実現します。このデバイスは、スルー・パスとホット・スイッチングの両方に対応する 26.5dBm の無線周波数（RF）入力電力処理機能を備えています。

ADRF5047 は、+3.3V の正側（供給）電源に 3μA、-3.3V の負電源に-110μA の低電流が流れます。また、相補型金属酸化膜半導体（CMOS）／低電圧トランジスタ・トランジスタ・ロジック（LVTTL）互換の制御機能を採用しています。

ADRF5047 は、100MHz ~ 44GHz で動作する ADRF5046（高速スイッチング・バージョン）とのピン互換性を備えています。

ADRF5047 は、20 端子、3mm×3mm の RoHS 準拠ランド・グリッド・アレイ（LGA）パッケージで提供され、-40°C~+105°C で動作可能です。

アナログ・デバイセス社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセス社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

Rev. 0

©2020 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

アナログ・デバイセス株式会社

本 社／〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル 10F
電話 03 (5402) 8200
大 阪営業所／〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー 10F
電話 06 (6350) 6868
名古屋営業所／〒451-6038 愛知県名古屋市中区牛島町 6-1 名古屋ルーセントタワー 38F
電話 052 (569) 6300

目次

特長	1	インターフェース回路図	6
アプリケーション	1	代表的な性能特性	7
機能ブロック図	1	挿入損失、リターン損失、アイソレーション	7
概要	1	入力 0.1dB 電力圧縮および 3 次インターセプト	9
改訂履歴	2	動作原理	10
仕様	3	アプリケーション情報	11
絶対最大定格	5	評価用ボード	11
熱抵抗	5	プローブ・マトリックス・ボード	14
パワー・ディレーティング曲線	5	外形寸法	15
ESD に関する注意	5	オーダー・ガイド	15
ピン配置およびピン機能の説明	6		

改訂履歴

11/2019–Revision 0: 初版

仕様

特に指定のない限り、 50Ω システムに対し、正側（供給）電源電圧（ V_{DD} ） = +3.3V、負電源電圧（ V_{SS} ） = -3.3V、デジタル制御入力電圧（ V_{CTL} ） = 0V または +3.3V、ケース温度（ T_{CASE} ） = 25°C。

表 1.

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
FREQUENCY RANGE	f		0.009		44,000	MHz
INSERTION LOSS Between RFC and RF1 to RF4 (On)		9 kHz to 18 GHz 18 GHz to 26 GHz 26 GHz to 35 GHz 35 GHz to 40 GHz 40 GHz to 44 GHz		1.5 1.6 2.2 2.4 2.7		dB dB dB dB dB
ISOLATION Between RFC and RF1 to RF4 (Off)		9 kHz to 18 GHz 18 GHz to 26 GHz 26 GHz to 35 GHz 35 GHz to 40 GHz 40 GHz to 44 GHz		47 41 35 33 31		dB dB dB dB dB
RETURN LOSS RFC and RF1 to RF4 (On)		9 kHz to 18 GHz 18 GHz to 26 GHz 26 GHz to 35 GHz 35 GHz to 40 GHz 40 GHz to 44 GHz		15 16 15 15 14		dB dB dB dB dB
SWITCHING CHARACTERISTICS Rise Time and Fall Time On Time and Off Time RF Settling Time 0.1 dB 0.05 dB	t_{RISE} , t_{FALL} t_{ON} , t_{OFF}	10% to 90% of RF output 50% V_{CTL} to 90% of RF output 50% V_{CTL} to 0.1 dB of final RF output 50% V_{CTL} to 0.05 dB of final RF output		1.4 3.4 5.2 7.2		μs μs μs μs
INPUT LINEARITY ¹ 0.1 dB Power Compression Third-Order Intercept Second-Order Intercept	P0.1dB IP3 IP2	f = 200 kHz to 40 GHz Two-tone input power = 14 dBm each tone, f = 200 kHz to 40 GHz, Δf = 1 MHz Two-tone input power = 14 dBm each tone, f = 10 GHz, Δf = 1 MHz		26.5 50 100		dBm dBm dBm
VIDEO FEEDTHROUGH ²				2		mV p-p
SUPPLY CURRENT Positive Negative	I_{DD} I_{SS}	VDD, VSS pins		3 -110		μA μA
DIGITAL CONTROL INPUTS Voltage Low High Current Low High	V_{INL} V_{INH} I_{INL} I_{INH}	V1, V2 pins	0 1.2		0.8 3.3	V V μA μA

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
RECOMMENDED OPERATING CONDITONS						
Supply Voltage						
Positive	V _{DD}		3.15		3.45	V
Negative	V _{SS}		−3.45		−3.15	V
Digital Control Inputs Voltage	V _{CTL}		0		V _{DD}	V
RFx Input Power ³	P _{IN}	f = 200 kHz to 40 GHz, T _{CASE} = 85°C ⁴				
Through Path		RF signal is applied to RFC or through connected RF throw port			26	dBm
Hot Switching		RF signal is present at RFC while switching between RF throw port			26	dBm
Case Temperature	T _{CASE}		−40		+105	°C

¹ 入力直線性と周波数の関係については、図 19～図 22 を参照してください。
 ² ビデオ・フィードスルーは、制御電圧のスイッチング中に RF 信号が存在しない状態で、50Ω テスト構成の RF ポートで測定されるスプリアス DC トランジェントです。
 ³ パワー・ディレーティングと周波数の関係については、図 2 と図 3 を参照してください。
 ⁴ 105°C での動作の場合、電力処理は T_{CASE} = 85°C での仕様より 3dB 低下します。

絶対最大定格

推奨動作条件については、表1を参照してください。

表 2.

Parameter	Rating
Supply Voltage	
Positive	-0.3 V to +3.6 V
Negative	-3.6 V to +0.3 V
Digital Control Inputs Voltage	-0.3 V to $V_{DD} + 0.3$ V
RFx Input Power ($f^1 = 5$ MHz to 40 GHz, $T_{CASE} = 85^\circ\text{C}^2$)	
Through Path	26.5 dBm
Hot Switching	26.5 dBm
Temperature	
Junction, T_J	135°C
Storage	-65°C to +150°C
Electrostatic Discharge (ESD)	
Sensitivity	
Human Body Model (HBM)	
RFx Pins	2000 V
Supply and Digital Control Pins	2000 V

¹ パワー・ディレーティングと周波数の関係については、図 2 と図 3 を参照してください。

² 105°C での動作の場合、電力処理は $T_{CASE} = 85^\circ\text{C}$ での仕様より 3dB 低下します。

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格のみを指定するものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間にわたり絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

同時に複数の絶対最大定格を適用することはできません。

熱抵抗

熱性能は、プリント回路基板（PCB）の設計と動作環境に直接関連しています。PCB の熱設計には細心の注意を払う必要があります。

θ_{JC} は、ジャンクションからケース底部（チャンネルからパッケージ底部）への熱抵抗です。

表 3. 熱抵抗

Package Type	θ_{JC}	Unit
CC-20-6, Through Path	240	°C/W

パワー・ディレーティング曲線

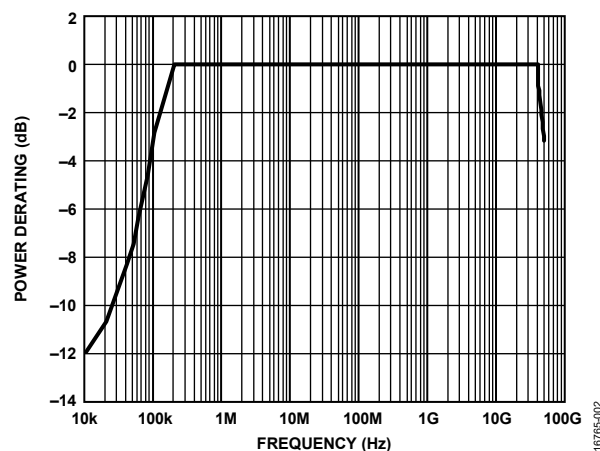


図 2. パワー・ディレーティングと周波数の関係、低周波数の詳細、 $T_{CASE} = 85^\circ\text{C}$

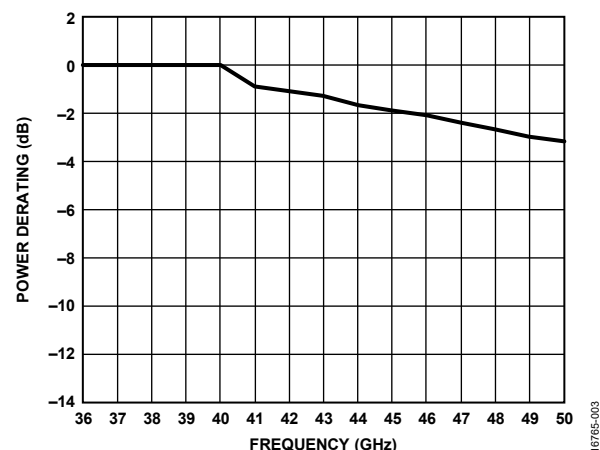


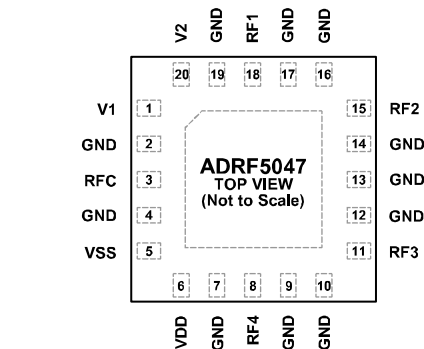
図 3. パワー・ディレーティングと周波数の関係、高周波数の詳細、 $T_{CASE} = 85^\circ\text{C}$

ESD に関する注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置およびピン機能の説明



注意
1. 露出パッド。露出パッドは、PCBのRF/DCグラウンドに接続する必要があります。

16765-004

図 4. ピン配置（上面図）

表 4. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	V1	制御入力 1。制御電圧の真理値表については、表 5 を参照してください。インターフェース回路図については、図 6 を参照してください。
2, 4, 7, 9, 10, 12 to 14, 16, 17, 19	GND	グラウンド。これらのピンは PCB の RF および DC グラウンドに接続する必要があります。
3	RFC	RF コモン・ポート。このピンは 0V に DC カップリングされ、50Ω に AC マッチングされます。RF ラインの電位が 0V DC に等しい場合、DC ブロッキング・コンデンサは不要です。インターフェース回路図については、図 5 を参照してください。
5	VSS	負電源電圧。
6	VDD	正側（供給）電源電圧。
8	RF4	RF スロー・ポート 4。このピンは 0V に DC カップリングされ、50Ω に AC マッチングされます。RF ラインの電位が 0V DC に等しい場合、DC ブロッキング・コンデンサは不要です。インターフェース回路図については、図 5 を参照してください。
11	RF3	RF スロー・ポート 3。このピンは 0V に DC カップリングされ、50Ω に AC マッチングされます。RF ラインの電位が 0V DC に等しい場合、DC ブロッキング・コンデンサは不要です。インターフェース回路図については、図 5 を参照してください。
15	RF2	RF スロー・ポート 2。このピンは 0V に DC カップリングされ、50Ω に AC マッチングされます。RF ラインの電位が 0V DC に等しい場合、DC ブロッキング・コンデンサは不要です。インターフェース回路図については、図 5 を参照してください。
18	RF1	RF スロー・ポート 1。このピンは 0V に DC カップリングされ、50Ω に AC マッチングされます。RF ラインの電位が 0V DC に等しい場合、DC ブロッキング・コンデンサは不要です。インターフェース回路図については、図 5 を参照してください。
20	V2	制御入力 2。制御電圧の真理値表については、表 5 を参照してください。インターフェース回路図については、図 6 を参照してください。
	EPAD	露出パッド。露出パッドは PCB の RF および DC グラウンドに接続する必要があります。

インターフェース回路図

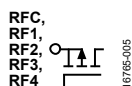


図 5. RF ピン（RFC および RF1~RF4）のインターフェースの回路図

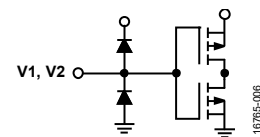


図 6. コントロール・ピン（V1 および V2）のインターフェースの回路図

代表的な性能特性

挿入損失、リターン損失、アイソレーション

特に指定のない限り、50Ω システムに対し、 $V_{DD} = 3.3V$ 、 $V_{SS} = -3.3V$ 、 $V_{CTL} = 0V$ または $3.3V$ 、 $T_{CASE} = 25^{\circ}C$ 。プローブ・マトリックス・ボード上で測定。

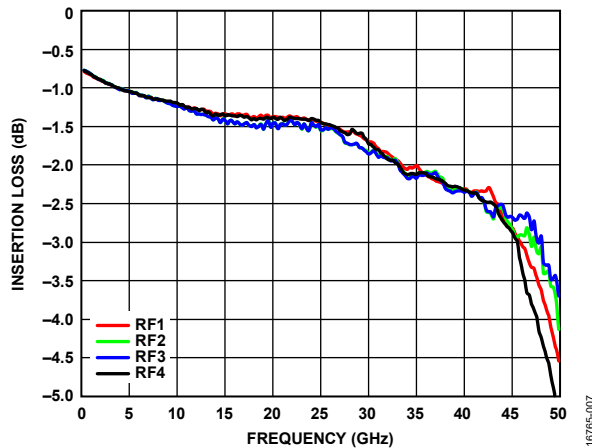


図 7. RF1、RF2、RF3、および RF4 の挿入損失の周波数特性

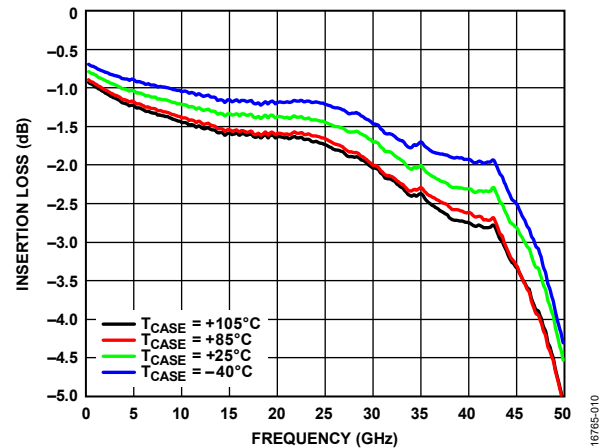


図 10. 様々な温度での挿入損失の周波数特性、RFC と RF1 がオン

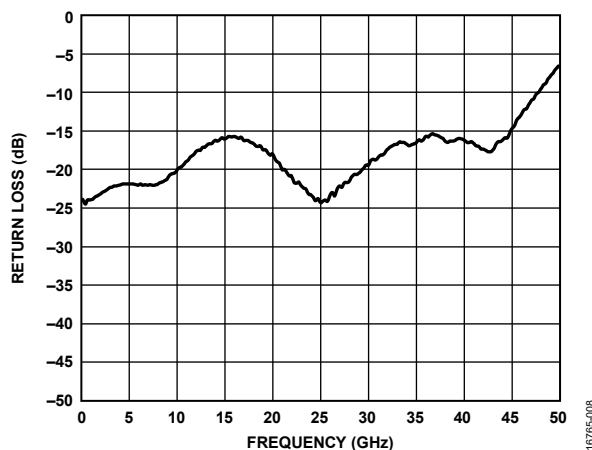


図 8. RFC リターン損失の周波数特性、RFC から RF1 がオン

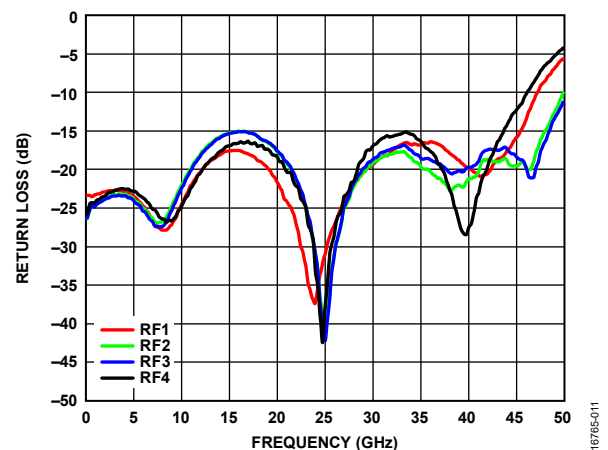


図 11. リターン損失の周波数特性、RF1、RF2、RF3、RF4 がオン

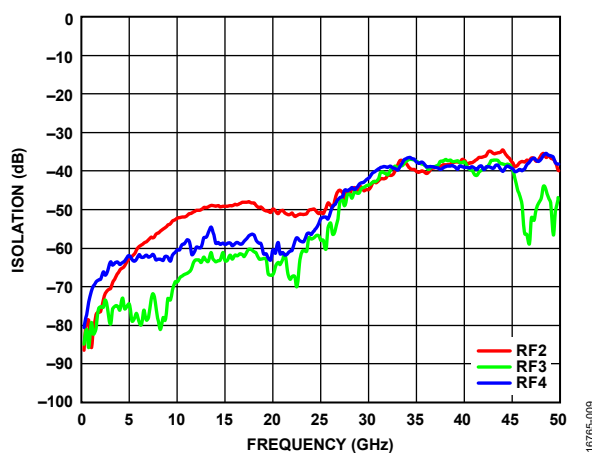


図 9. アイソレーションの周波数特性、RFC から RF1 がオン

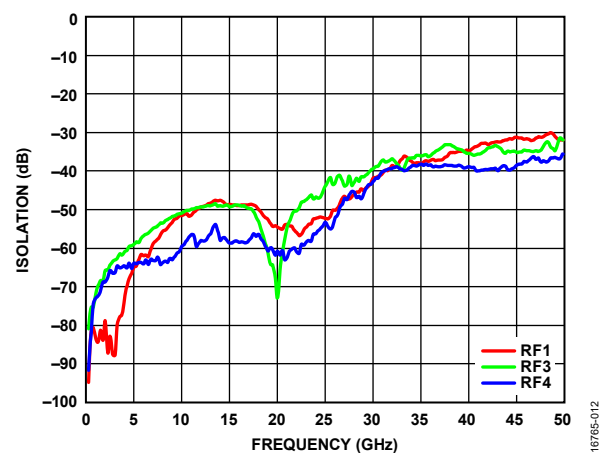


図 12. アイソレーションの周波数特性、RFC から RF2 がオン

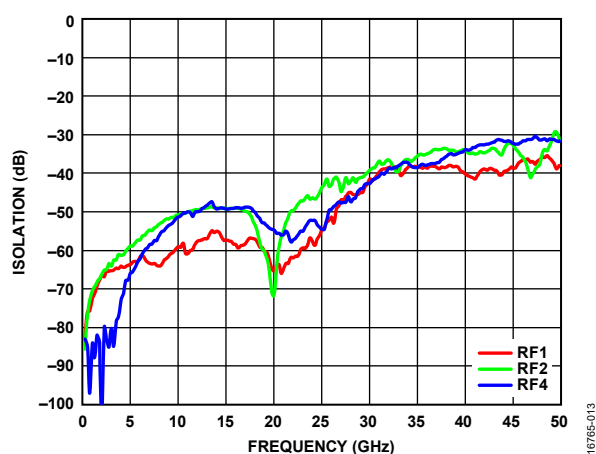


図 13. アイソレーションの周波数特性、RFC から RF3 がオン

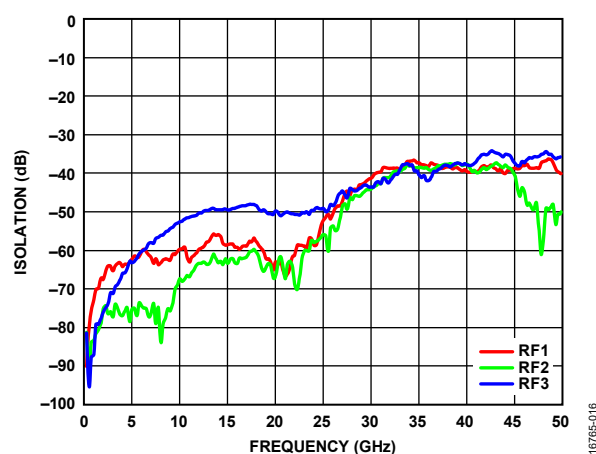


図 16. アイソレーションの周波数特性、RFC から RF4 がオン

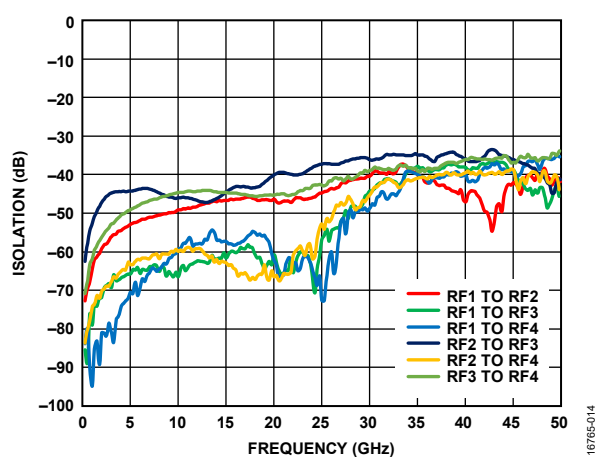


図 14. チャンネル to チャンネルのアイソレーションの周波数特性、RFC から RF1 がオン

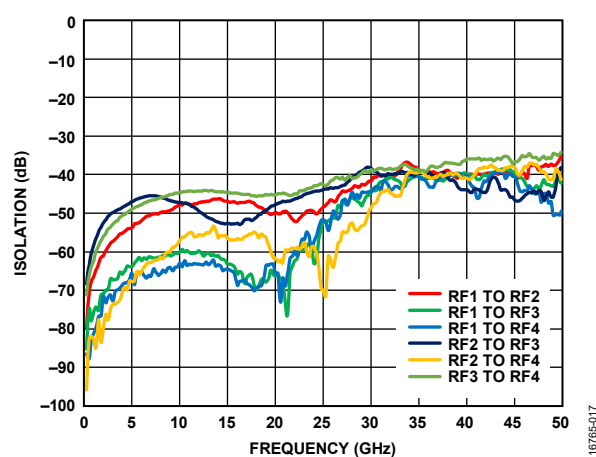


図 17. チャンネル to チャンネルのアイソレーションの周波数特性、RFC から RF2 がオン

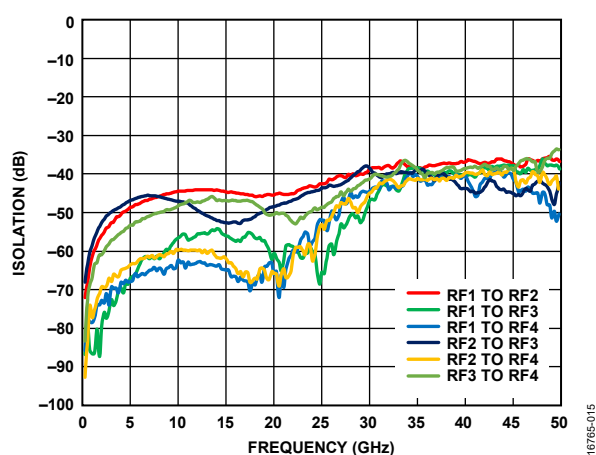


図 15. チャンネル to チャンネルのアイソレーションの周波数特性、RFC から RF3 がオン

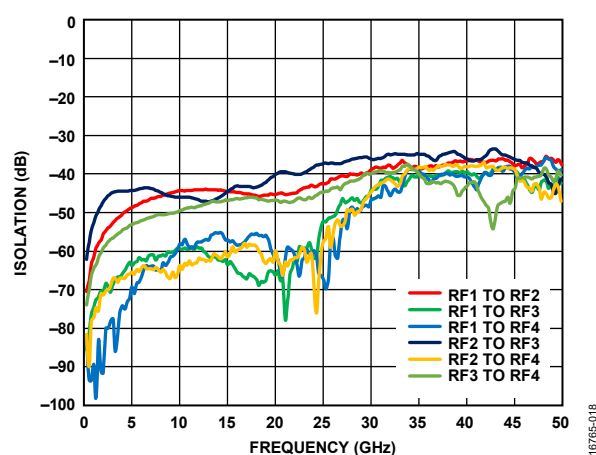


図 18. チャンネル to チャンネルのアイソレーションの周波数特性、RFC から RF4 がオン

入力 0.1dB 電力圧縮および 3 次インターセプト

特に指定のない限り、50Ω システムに対し、 $V_{DD} = 3.3V$ 、 $V_{SS} = -3.3V$ 、 $V_{CTL} = 0V$ または $3.3V$ 、 $T_{CASE} = 25^{\circ}C$ 。評価用ボード上で測定。

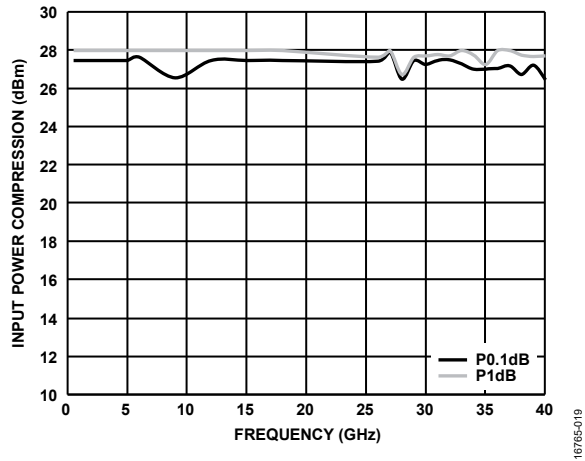


図 19. 入力電力圧縮の周波数特性

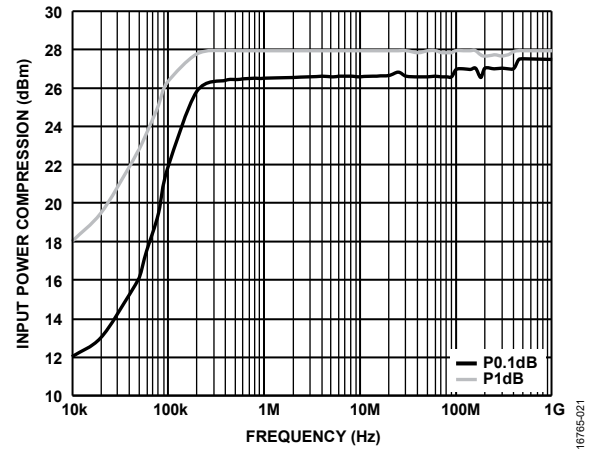


図 21. 入力電力圧縮の周波数特性（低周波数の詳細）

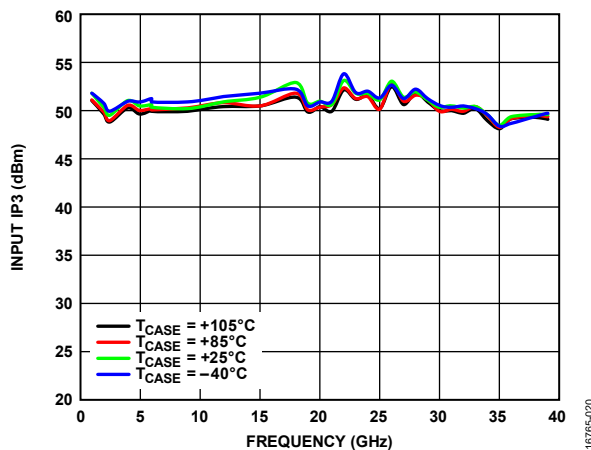


図 20. 様々な温度での入力 IP3 の周波数特性

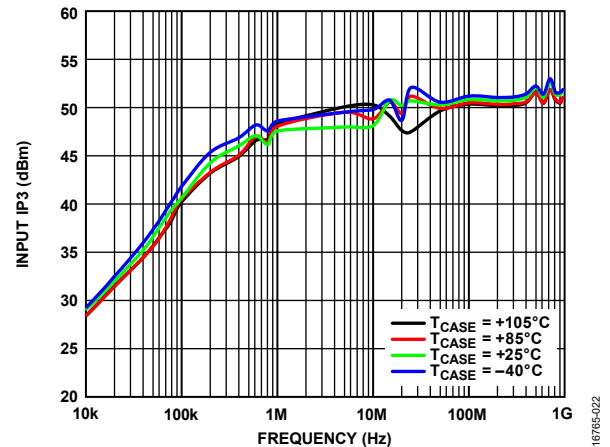


図 22. 様々な温度での入力 IP3 の周波数特性（低周波数での細部）

動作原理

ADRF5047 は、VDD ピンに供給する正電源電圧と、VSS ピンに供給する負電源電圧を必要とします。RF カップリングを最小限に抑えるために、電源ラインにはバイパス・コンデンサを推奨します。

全ての RF ポート (RFC、RF1～RF4) は 0V に DC カップリングしており、RF ラインの電位が 0V に等しい場合、RF ポートでの DC 阻止は不要です。RF ポートは内部で 50Ω にマッチしています。そのため、外付けのマッチング回路は不要です。

ADRF5047 にはロジック機能を内部で実行するためのドライバが内蔵されているため、CMOS/LVTTL 互換の制御インターフェースを簡素化できるメリットがあります。このドライバは、RF 経路の状態を制御する 2 つのデジタル制御入力ピン (V1 および V2) を備えています。V1 ピンおよび V2 ピンに加えられたロジック・レベルによって、どの RF ポートが挿入損失状態になるかが決まり、他の 3 本の経路はアイソレーション状態になります (表 5 を参照)。

挿入損失経路は、選択された RF スロー・ポートと RF コモン・ポート間で RF 信号を伝えます。スイッチは、均等な電力処理機能を備えた双方向設計になっています。RF 入力信号は RFC ポートに印加することも、選択した RF スロー・ポートに印加することもできます。アイソレーション経路は、挿入損失経路と未選択の RF 反射スロー・ポートの間に高損失をもたらします。

理想的なパワーアップ・シーケンスは以下のとおりです。

1. GND を接続します。
2. VDD と VSS に電源を入れます。電圧上昇中に VDD に電流トランジェントが発生するのを防ぐため、VDD への電源投入の後で VSS に電源投入します。
3. デジタル制御入力 V1 および V2 に電源投入します。VDD への電源投入の前にこれらのデジタル制御入力に電源投入すると、意図せぬバイアス電流の原因となります。内蔵 ESD 保護構造に損傷を与えるおそれがあります。この損傷を防ぐために、1kΩ の抵抗を直列に接続して、制御ピンに流入する電流を制限してください。VDD への電源投入後、コントローラの出力が高インピーダンス状態で、制御ピンを有効なロジック状態に駆動できない場合は、プルアップ抵抗またはプルダウン抵抗を使用してください。
4. RF 入力信号を RFC ポートまたは RF スロー・ポートに印加します。

理想的なパワーダウン・シーケンスはこの電源投入シーケンスの逆順序です。

表 5. 制御電圧の真理値表

Digital Control Inputs		RF Paths			
V1	V2	RF1 to RFC	RF2 to RFC	RF3 to RFC	RF4 to RFC
Low	Low	Insertion loss (on)	Isolation (off)	Isolation (off)	Isolation (off)
High	Low	Isolation (off)	Insertion loss (on)	Isolation (off)	Isolation (off)
Low	High	Isolation (off)	Isolation (off)	Insertion loss (on)	Isolation (off)
High	High	Isolation (off)	Isolation (off)	Isolation (off)	Insertion loss (on)

アプリケーション情報

評価用ボード

ADRF5047-EVALZ は、4 層の評価用ボードです。内部の銅 (Cu) 層は 0.5oz (0.7mil)、外側の銅 (Cu) 層は 1.5oz (2.2mil) の厚さにメッキされ、誘電体材料で分離されています。図 23 に、評価用ボードの断面図を示します。



図 23. 評価用ボードの断面図

RF と DC の全てのパターンは上面の銅層に配線されています。一方、内部の層と底面の層はグラウンド・プレーンで、RF 伝送ラインに安定したグラウンドを提供します。上部の誘電体材料は 8mil の Rogers RO4003 で、最適高周波性能を実現します。中間部および下部の誘電体材料によって、機械的な強度がもたらされます。ボード全体の厚さは 62mil なので、2.4mm の RF ランチャをボード端に接続できます。図 24 に、評価用ボードの上面図を示します。

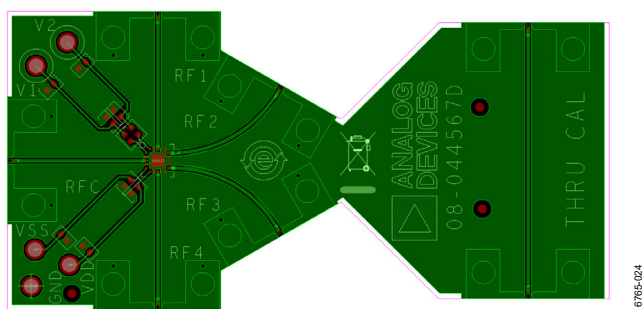


図 24. 評価ボードのレイアウト、上面図

RF 伝送ラインはコプレーナ導波路 (CPWG) モデルを使用して設計されており、パターン幅は 14mil、グラウンド・クリアランスは 7mil、特性インピーダンスは 50Ω です。RF 伝送ラインは、パッケージの端から RF ピンの遷移に使用されるテーパ・ラインまで 8mil 延長されます (図 25 を参照)。RF 接地と熱接地を最適化するため、伝送ラインの周囲とパッケージの露出パッド下には、可能な限り多くのメッキ・スルー・ビアが配置されています。

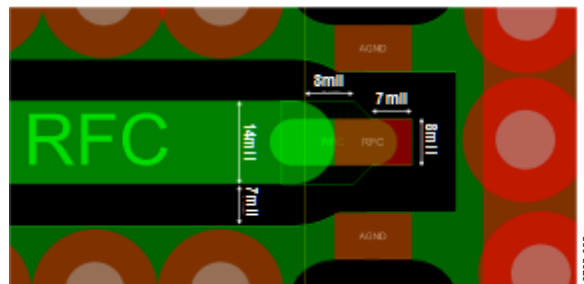


図 25. RF 伝送ライン

2 つの電源ポートは VDD と VSS のテスト・ポイントに接続され、制御電圧は V1 と V2 のテスト・ポイントに接続され、グラウンド・リファレンスは GND のテスト・ポイントに接続されています。

電源パターンでは、100pF のバイパス・コンデンサによって高周波ノイズが除去されます。更に、未実装の部品位置にはバイパス・コンデンサを追加実装できます。制御パターンには、アプリケーションの必要に応じて DC カップリング・ノイズを除去するための抵抗コンデンサ (RC) フィルタが備わっています。この抵抗には、RF と制御信号の間のアイソレーションを向上する効果もあります。

RF 入出力ポート (RFC、RF1~RF4) は、50Ω の伝送ラインを介して 2.4mm の RF ランチャに接続されています。これらの高周波 RF ランチャは、ボードに接触していますが、ハンダ付けはされていません。

スルー・キャリブレーション・ライン (THRU CAL) は、未実装の RF ランチャに接続されています。この伝送ラインを使用することで、ADRF5047-EVALZ 評価用ボードの測定データからボードの損失の影響を補正し、IC の各ピンでのデバイス性能を確認することができます。図 26 に、室温での代表的なボード損失、ボード損失を含む ADRF5047 の挿入損失、およびボード損失を差し引いた ADRF5047 の挿入損失を示します。

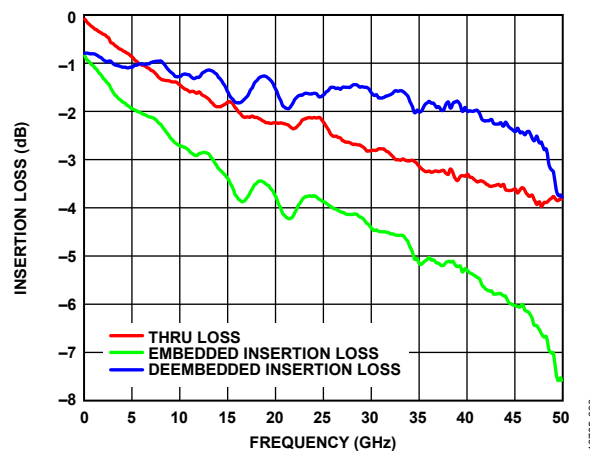
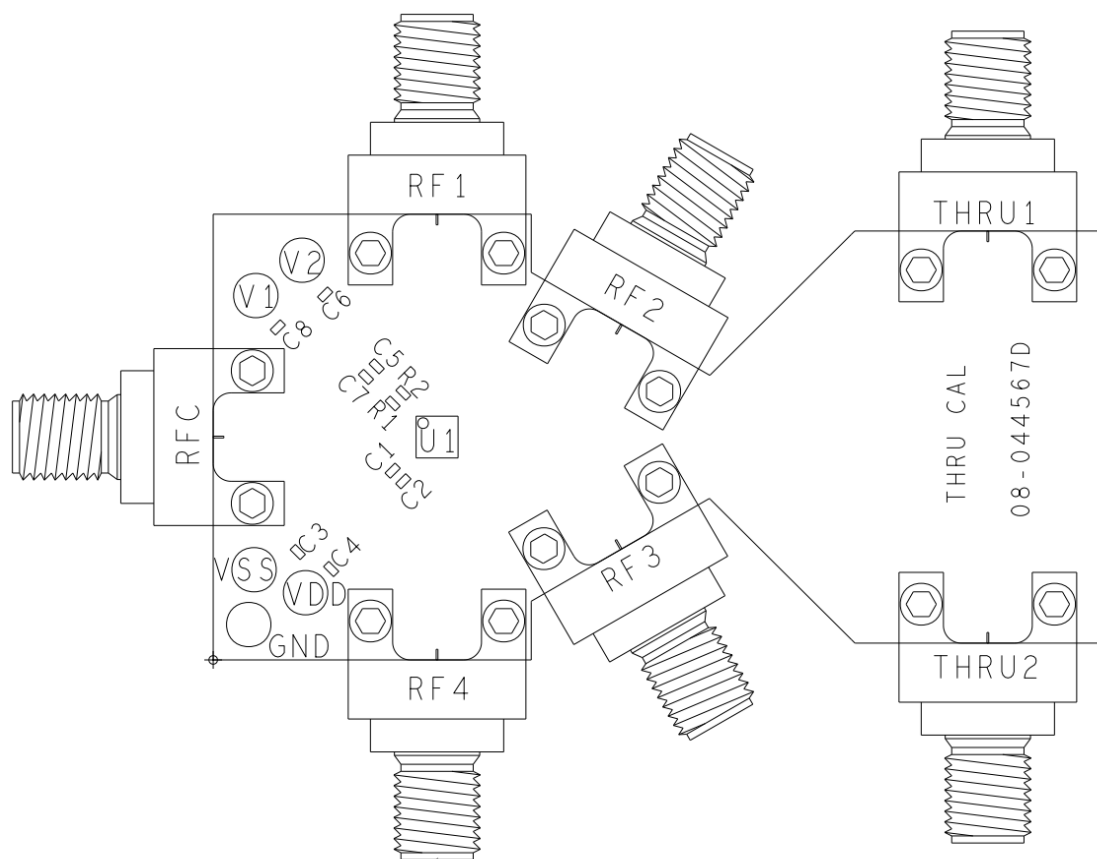


図 26. 挿入損失と周波数の関係

図 27 に ADRF5047-EVALZ の部品配置図、図 28 に ADRF5047-EVALZ の回路図を示します。



16765-027

図 27. 評価用ボードの配置図

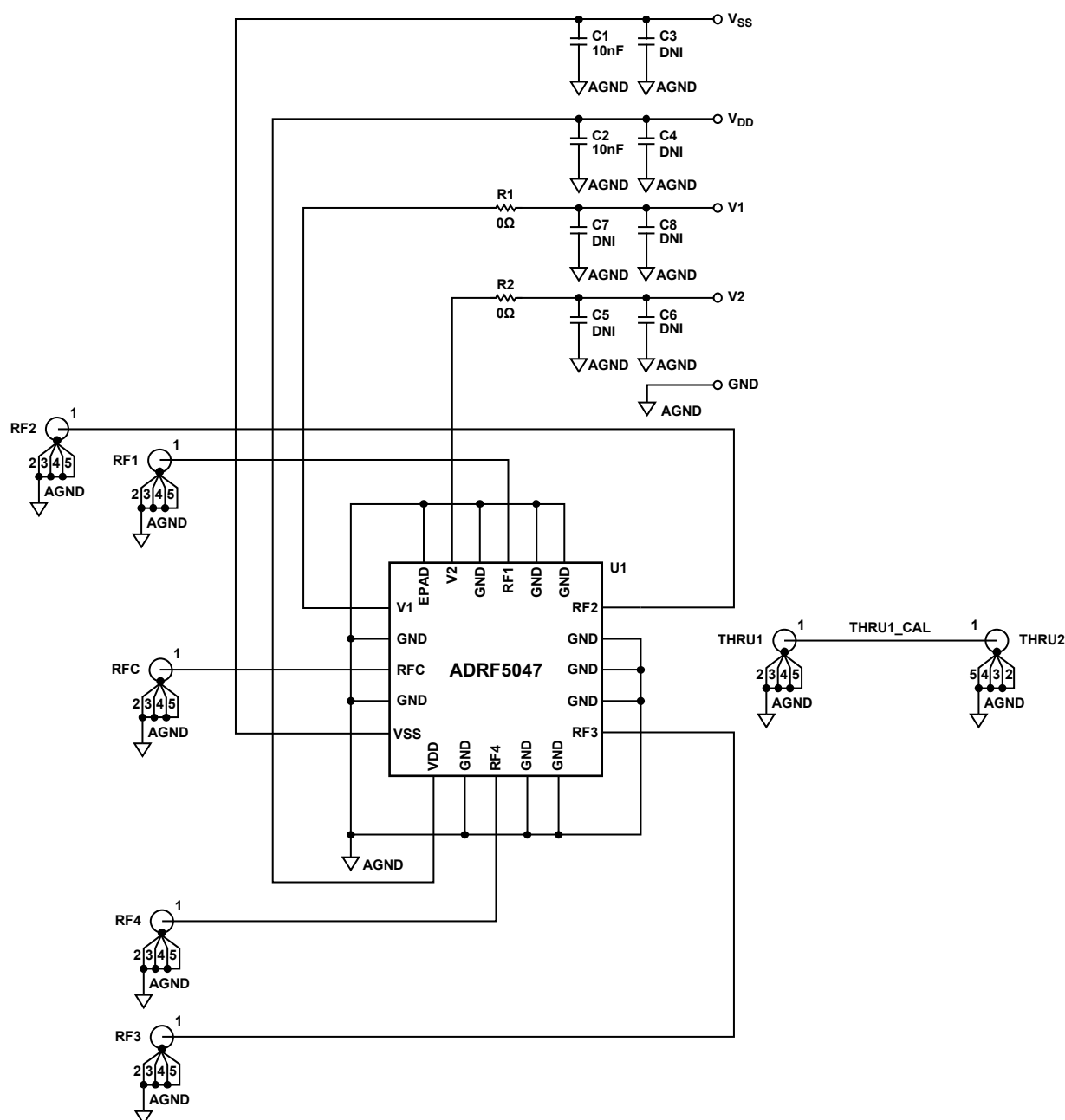


図 28. 評価用ボードの回路図

表 6. 評価用ボードの部品

部品	デフォルト値	説明
C1, C2	10 nF	コンデンサ、C0402 パッケージ
C3, C4, C5, C7	Not applicable	コンデンサ、C0402 パッケージ、実装不可 (DNI)
C6, C8	Not applicable	コンデンサ、C0402 パッケージ、DNI
RFC, RF1 to RF4	Not applicable	2.4mm エンド・ランチ・コネクタ (Southwest Microwave 1492-04A-5)
THRU1, THRU2	Not applicable	2.4mm エンド・ランチ・コネクタ、DNI
R1, R2	0 Ω	抵抗、0402 パッケージ
VDD, VSS, V1, V2, GND	Not applicable	スルーホール・マウント・テスト・ポイント
U1	ADRF5047	SP4T スイッチ、アナログ・デバイセズ
PCB	08-044567D	評価用 PCB、アナログ・デバイセズ

16785-028

プローブ・マトリックス・ボード

プローブ・マトリックス・ボードの積層は評価用ボードと同じですが、レイアウトは異なり、グラウンド、信号、グラウンドの 3 つの端子を持つプローブ（GSG プローブ）を RFx ピンの近くで使用して測定を実行するように設計されています。プローブにより、コネクタ、ケーブル、およびボード・レイアウトによって発生する mismatch 反射が除去されます。したがって、プローブ・マトリックス・ボードを使用すると、評価用ボードを使った場合よりも、デバイス性能を高精度で測定できます。図 29 に、プローブ・マトリックス・ボードのレイアウトの上面図を示します。

プローブ・マトリックス・ボードには、ボード損失を除去できるスルー・リフレクト・ライン（TRL）キャリブレーション・キットがあります。実際のボードでは同じレイアウトがマトリックス状に複製され、複数のデバイスが同時に実装されます。すべての S パラメータはこのボードで測定されました。

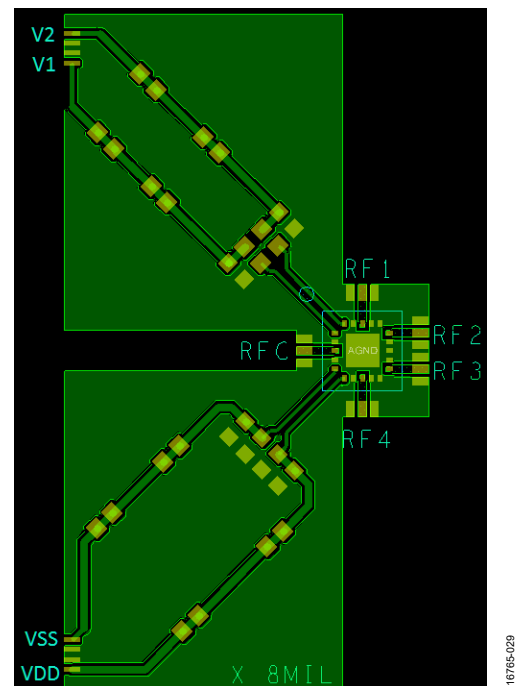
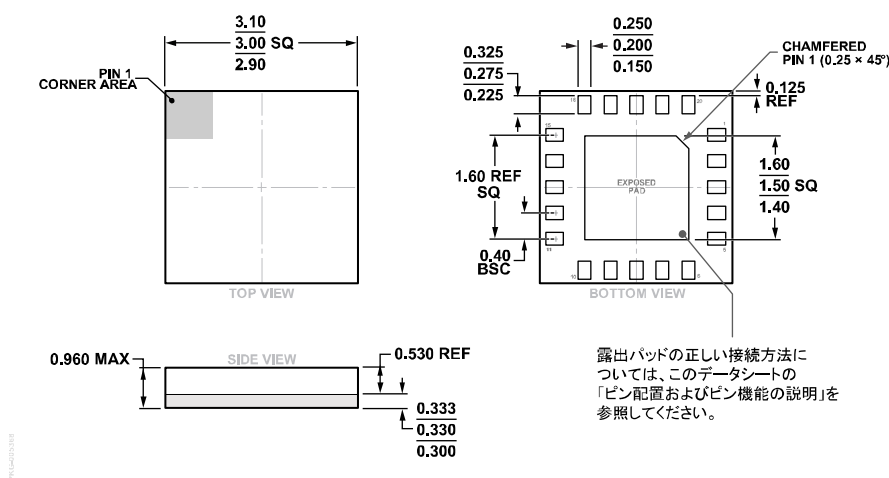


図 29. プローブ・マトリックス・ボードのレイアウト（上面図）

外形寸法



オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range	Package Description	Package Option	Marking Code
ADRF5047BCCZN	-40°C to +105°C	20-Terminal Land Grid Array [LGA]	CC-20-6	047
ADRF5047BCCZN-R7	-40°C to +105°C	20-Terminal Land Grid Array [LGA]	CC-20-6	047
ADRF5047-EVALZ		Evaluation Board		

¹ Z = RoHS 準拠製品