データシート

ADRF5054

1GHz～60GHz、反射型、シリコン SP4T スイッチ

特長

- 超広帯域周波数範囲：1GHz～60GHz
- 低挿入損失
  - 2.2dB（代表値、40GHz まで）
  - 2.8dB（代表値、55GHz まで）
  - 3.2dB（代表値、60GHz まで）
- 高アイソレーション
  - 33dB（代表値、40GHz まで）
  - 28dB（代表値、55GHz まで）
  - 28dB（代表値、60GHz まで）
- 高入力直線性
  - P0.1dB：25dBm（代表値）
  - IP3：47dBm（代表値）
- 大 RF 電力処理
  - スルー・パス：24dBm
  - ホット・スイッチング・パス：24dBm
- CMOS/LVTTL に対応
- 低周波数スプリアスなし
- 高速 RF スイッチング時間：25 ナノ秒
- RF セトリング時間
  （50% V_{CTRL} から最終 RF 出力の 0.1dB まで）：35 ナノ秒
- 単電源動作機能（VDD = 3.3V、VSS = 0V）
- 24 端子、3mm × 3mm、RoHS 準拠、LGA パッケージ

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（ミリ波 5G）
- 防衛用無線機、レーダー、電子対抗手段（ECM）
- マイクロ波無線機、超小型地球局（VSAT）

機能ブロック図

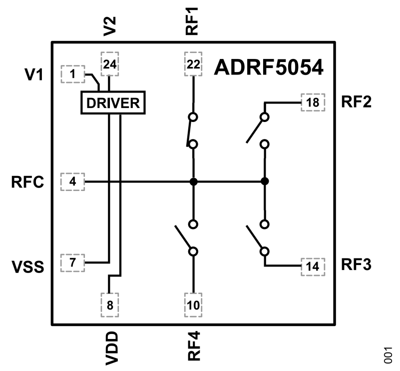

図 1. 機能ブロック図

概要

ADRF5054 は、シリコン・プロセスで製造した反射型の SP4T スイッチで、1GHz～60GHz の周波数で動作します。このスイッチは、40GHz と 60GHz で、それぞれ 2.2dB と 3.2dB の低い挿入損失と、33dB と 28dB のアイソレーションを実現します。ADRF5054 は、24dBm の RF 入力電力処理能力を備え、スルー・パスとホット・スイッチング・パスに対応します。ADRF5054 は±3.3V の電源を必要とし、相補型金属酸化膜半導体（CMOS）および低電圧トランジスタ・ロジック（LVTTL）に対応できる制御を採用しています。

また、ADRF5054 は、正単電源電圧（V_{DD}）を印加し、負電源電圧（V_{SS}）をグラウンドに接続した状態でも、動作できます。この動作条件では、小信号性能は維持されますが、スイッチング特性、直線性、電力処理性能は低下します（詳細は表 2 を参照）。

ADRF5054 は、24 端子、3mm × 3mm、RoHS 準拠のランド・グリッド・アレイ（LGA）パッケージで提供され、動作可能温度は−40ºC～+105ºC です。

目次

改訂履歴

5/2023—Revision 0: Initial Version

仕様

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、V1 = 0V または V_{DD}、V2 = 0V または V_{DD}、T_{CASE} = 25ºC。RFx は RF1～RF4 を表し、V_{CTRL} はデジタル入力 V1 および V2 の電圧です。

表 1. 電気的特性

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
FREQUENCY RANGE	f		1		60	GHz
INSERTION LOSS						
Between RFC and RFx (On)		1 GHz to 18 GHz		1.7		dB
		18 GHz to 40 GHz		2.2		dB
		40 GHz to 55 GHz		2.8		dB
		55 GHz to 60 GHz		3.2		dB
RETURN LOSS						
RFC		1 GHz to 18 GHz		19		dB
		18 GHz to 40 GHz		20		dB
		40 GHz to 55 GHz		22		dB
		55 GHz to 60 GHz		18		dB
RF1 to RF4 (On)		1 GHz to 18 GHz		23		dB
		18 GHz to 40 GHz		15		dB
		40 GHz to 55 GHz		22		dB
		55 GHz to 60 GHz		20		dB
ISOLATION						
Between RFC and RF1 (Off) or RFC and RF4 (Off)		1 GHz to 18 GHz		42		dB
		18 GHz to 40 GHz		37		dB
		40 GHz to 55 GHz		28		dB
		55 GHz to 60 GHz		28		dB
Between RFC and RF2 (Off) or RFC and RF3 (Off)		1 GHz to 18 GHz		41		dB
		18 GHz to 40 GHz		33		dB
		40 GHz to 55 GHz		31		dB
		55 GHz to 60 GHz		32		dB
Between RF1 and RF4 (Selected) and RF2 and RF3 (Off)		1 GHz to 18 GHz		43		dB
		18 GHz to 40 GHz		36		dB
		40 GHz to 55 GHz		33		dB
		55 GHz to 60 GHz		36		dB
Between RF2 and RF3 (Selected) and RF1 and RF4 (Off)		1 GHz to 18 GHz		45		dB
		18 GHz to 40 GHz		36		dB
		40 GHz to 55 GHz		37		dB
		55 GHz to 60 GHz		33		dB
SWITCHING CHARACTERISTICS						
Rise Time and Fall Time	t_{RISE}, t_{FALL}	10% to 90% of RF output (RF_{OUT})		5		ns
On Time and Off Time	t_{ON}, t_{OFF}	50% V_{CTRL} to 90% of RF_{OUT}		25		ns
RF Settling Time						
0.1 dB		50% V_{CTRL} to 0.1 dB of final RF_{OUT}		35		ns
INPUT LINEARITY[1]		1 GHz to 60 GHz				
0.1 dB Power Compression	P0.1dB			25		dBm
Third-Order Intercept	IP3	Two-tone input power = 12 dBm each tone, Δf = 1 MHz		47		dBm
SUPPLY CURRENT		VDD and VSS pins				
Positive Supply Current	I_{DD}			145		µA
Negative Supply Current	I_{SS}			510		µA

仕様

表 1. 電気的特性（続き）

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
DIGITAL CONTROL INPUTS		V1 and V2 pins				
Voltage						
Low	V_{INL}		0		0.8	V
High	V_{INH}		1.2		3.3	V
Current						
Low and High	I_{INL}, I_{INH}			<1		μA
RECOMMENDED OPERATING CONDITONS						
Supply Voltage						
Positive	V_{DD}		3.15		3.45	V
Negative	V_{SS}		−3.45		−3.15	V
Digital Control Voltage	V_{CTRL}		0		V_{DD}	V
RF Input Power[2, 3]	P_{IN}	f = 3 GHz to 60 GHz, T_{CASE} = 85°C				
Through Path		RF signal is applied to RFC or through connected RFx			24	dBm
Hot Switching		RF signal is present at RFC while switching between RFx			24	dBm
Case Temperature	T_{CASE}		−40		+105	°C

[1] 周波数に対する入力直線性については、図 20～図 23 を参照してください。
[2] 電力ディレーティングと周波数の関係については、図 2 を参照してください。
[3] 105ºC での動作の場合、電力処理能力は T_{CASE} = 85ºC での仕様から 3dB 低下します。

単電源動作

特に指定のない限り、50Ω システムに対し、V_{DD} = 3.3V、V_{SS} = 0V、V1 = 0V または V_{DD}、V2 = 0V または V_{DD}、T_{CASE} = 25ºC。

表 2. 単電源動作の仕様

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
FREQUENCY RANGE	f		1		60	GHz
SWITCHING CHARACTERISTICS						
Rise Time and Fall Time	t_{RISE}, t_{FALL}	10% to 90% of RF_{OUT}		20		ns
On Time and Off Time	t_{ON}, t_{OFF}	50% V_{CTRL} to 90% of RF_{OUT}		58		ns
0.1 dB RF Settling Time		50% V_{CTRL} to 0.1 dB of final RF_{OUT}		62		ns
INPUT LINEARITY		f = 1 GHz to 60 GHz				
0.1 dB Power Compression	P0.1dB			13		dBm
Input Third-Order Intercept	IIP3	Two-tone input power = 0 dBm each tone, Δf = 1 MHz		41		dBm
RECOMMENDED OPERATING CONDITONS						
RF Input Power[1]	P_{IN}	f = 3 GHz to 60 GHz, T_{CASE} = 85°C				
Through Path		RF signal is applied to the RFC or through connected RFx			13	dBm
Hot Switching		RF signal is applied to the RFC while switching between RFx			13	dBm

[1] 105ºC での動作の場合、電力処理能力は T_{CASE} = 85ºC での仕様から 1dB 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 3. 絶対最大定格

Parameter	Rating
V_{DD}	−0.3 V to +3.6 V
V_{SS}	−3.6 V to +0.3 V
Digital Control Input Voltage[1]	
Voltage	−0.3 V to V_{DD} + 0.3 V
Current	3 mA
RF Input Power[2] (f = 3 GHz to 60 GHz, T_{CASE} = 85°C[3])	
Through Path	25 dBm
Hot Switching	25 dBm
RF Input Power, Single Supply (V_{DD} = 3.3 V, V_{SS} = 0 V, f = 3 GHz to 60 GHz, T_{CASE} = 85°C[3])	
Through Path	14 dBm
Hot Switching (RFC)	14 dBm
RF Input Power, Unbiased (V_{DD} and V_{SS} = 0 V)	14 dBm
Temperature	
Junction, T_J	135°C
Storage Range	−65°C to +150°C
Reflow	260°C

[1] デジタル制御入力ピンでの過電圧は、内部ダイオードによってクランプされます。電流は所定の最大定格に制限する必要があります。
[2] 電力ディレーティングと周波数の関係については、図 2 を参照してください。
[3] 105ºC での動作では、電力処理能力は T_{CASE} = 85ºC での仕様から両電源の場合は 3dB、単電源の場合は 1dB 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、ジャンクションとケース底部（チャンネルとパッケージ底部）の間の熱抵抗です。

表 4. 熱抵抗

Package Type	θ_{JC}[1]	Unit
CC-24-19, Through Path	345	°C/W

[1] θ_{JC} は、以下の条件でのシミュレーションによって求めました。すなわち、熱伝達は、チャンネルからグラウンド・パッドを通って PCB までの熱伝導のみに起因し、グラウンド・パッドは 85ºC の動作温度で一定に保たれるものとします。

電力ディレーティング曲線

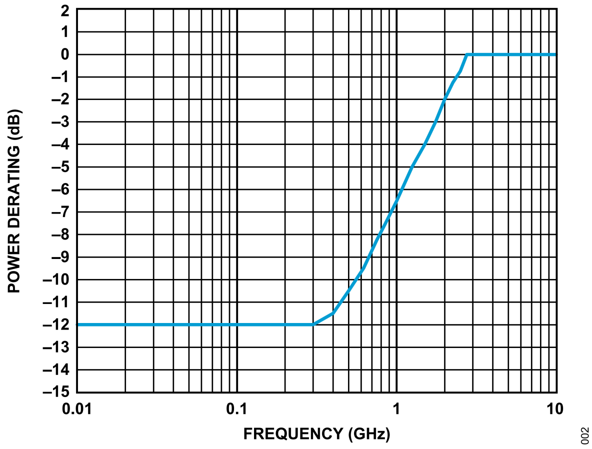

図 2. 電力ディレーティングと周波数の関係
（低周波数領域の詳細）、T_{CASE} = 85ºC

静電放電（ESD）定格

以下の ESD 情報は、ESD に敏感なデバイスを取り扱うために示したものですが、対象は ESD 保護区域内だけに限られます。

ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠の人体モデル（HBM）。

ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 準拠の帯電デバイス・モデル（CDM）。

ADRF5054 の ESD 定格

表 5. ADRF5054、24 端子 LGA

ESD Model	Withstand Threshold (V)
HBM	±1000 for RFx pins
	±2000 for supply and digital control pins
CDM	±500 for all pins

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

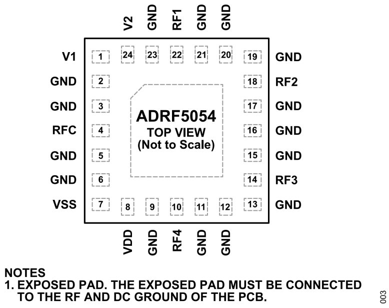

図 3. ピン配置（上面図）

表 6. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	V1	制御入力 1。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, 3, 5, 6, 9, 11 to 13, 15 to 17, 19 to 21, 23	GND	グラウンド。GND 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。
4	RFC	RF 共通ポート。RFC ピンは 0V に DC 結合されています。RF ライン電位が 0V DC に等しい場合、DC 阻止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 4 を参照してください。
7	VSS	負電源電圧。インターフェース回路図については、図 7 を参照してください。
8	VDD	正電源電圧。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。
10	RF4	RF 投ポート 4。RF4 ピンは 0V に DC 結合されています。RF ライン電位が 0V DC に等しい場合、DC 阻止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 4 を参照してください。
14	RF3	RF 投ポート 3。RF3 ピンは 0V に DC 結合されています。RF ライン電位が 0V DC に等しい場合、DC 阻止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 4 を参照してください。
18	RF2	RF 投ポート 2。RF2 ピンは 0V に DC 結合されています。RF ライン電位が 0V DC に等しい場合、DC 阻止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 4 を参照してください。
22	RF1	RF 投ポート 1。RF1 ピンは 0V に DC 結合されています。RF ライン電位が 0V DC に等しい場合、DC 阻止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 4 を参照してください。
24	V2	制御入力 2。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

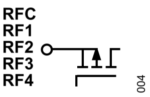

図 4. RFx ピンのインターフェース回路図

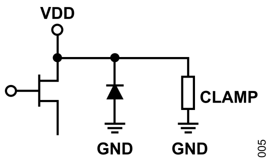

図 5. VDD ピンのインターフェース回路図

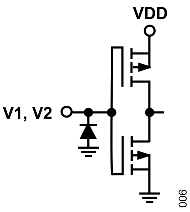

図 6. V1、V2 ピンのインターフェース回路図

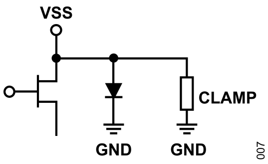

図 7. VSS ピンのインターフェース回路図

代表的な性能特性

挿入損失、反射損失、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、V1 = 0V または V_{DD}、V2 = 0V または V_{DD}、T_{CASE} = 25ºC。RFx は RF1～RF4 を表します。

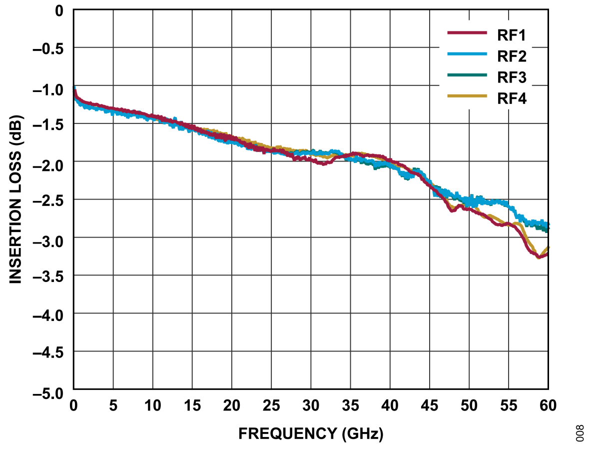

図 8. RFx の挿入損失と周波数の関係

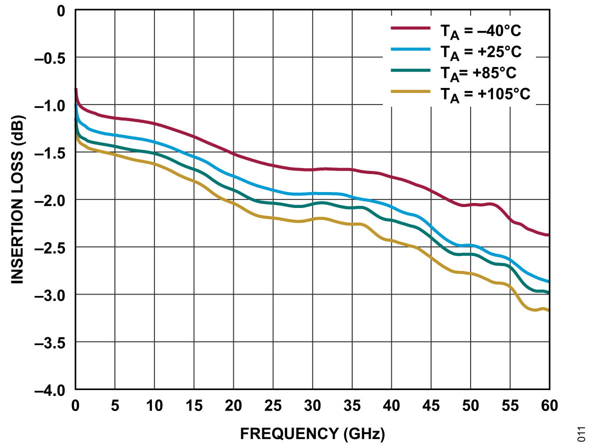

図 11. RF2 を選択した場合の挿入損失と周波数の温度別の関係

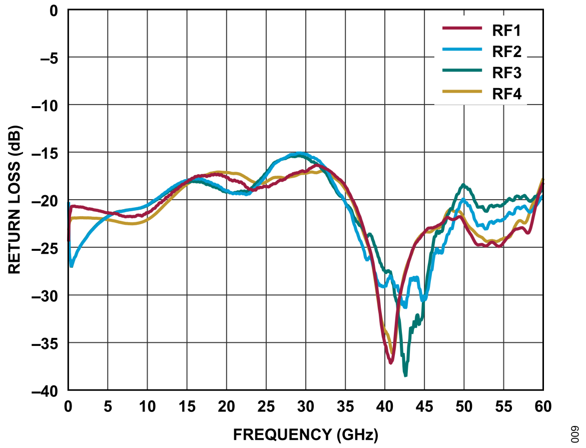

図 9. RFx を選択した場合の RFC の反射損失と周波数の関係

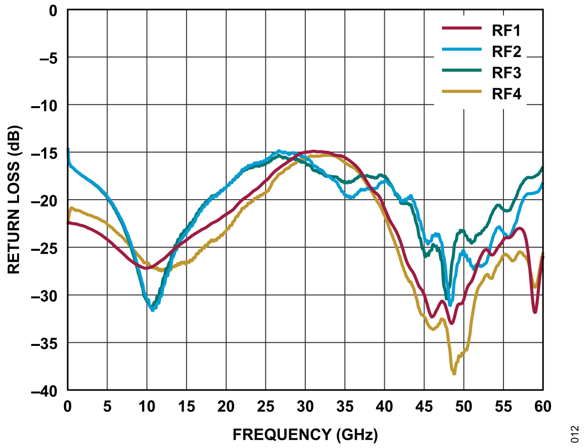

図 12. 選択した RFx の反射損失と周波数の関係

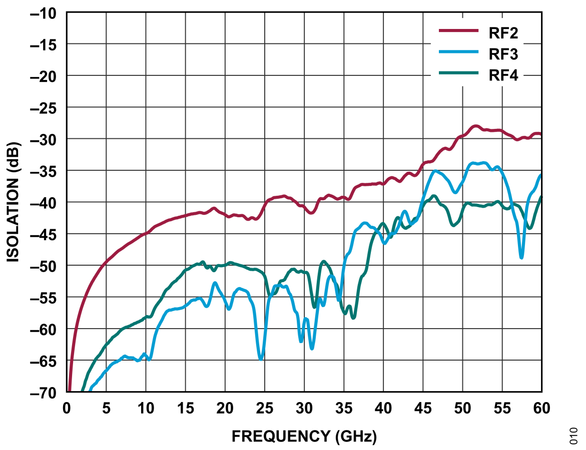

図 10. RFC と RF2、RF3 および RF4 の間のアイソレーションと
周波数の関係（RF1 を選択）

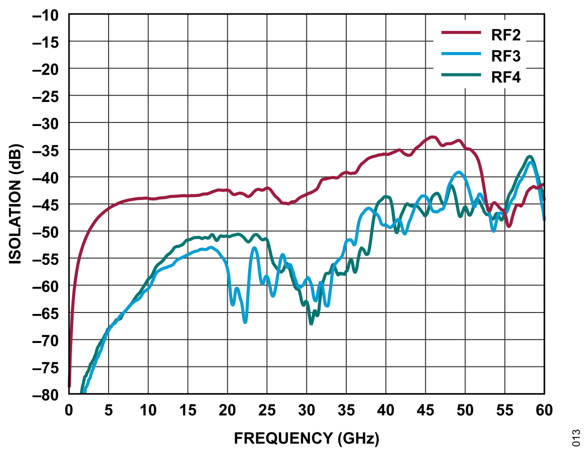

図 13. RFC と RFx の間のアイソレーションと周波数の関係
（RF1 を選択）

代表的な性能特性

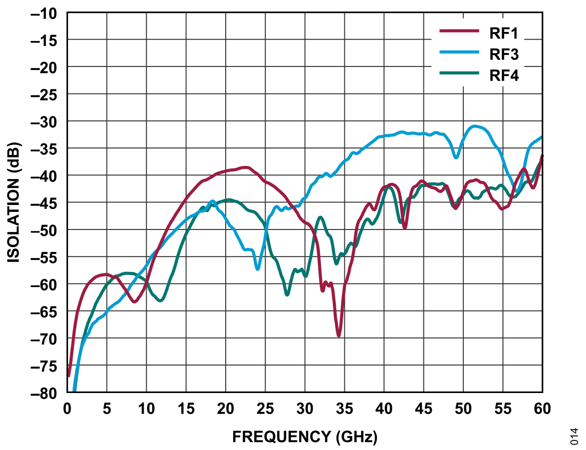

図 14. RFC と RFx の間のアイソレーションと周波数の関係（RF2 を選択）

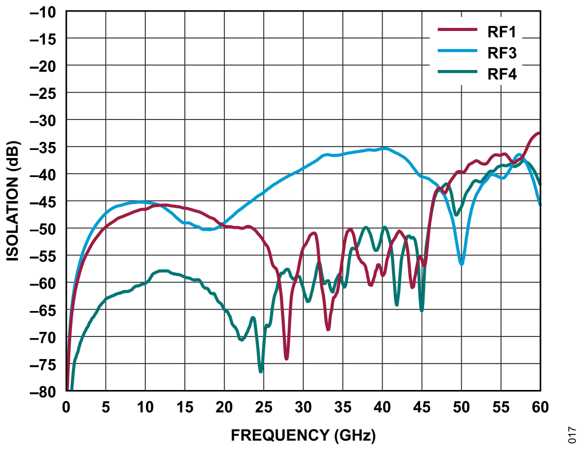

図 17. RF2 と RFx の間のアイソレーションと周波数の関係（RF2 を選択）

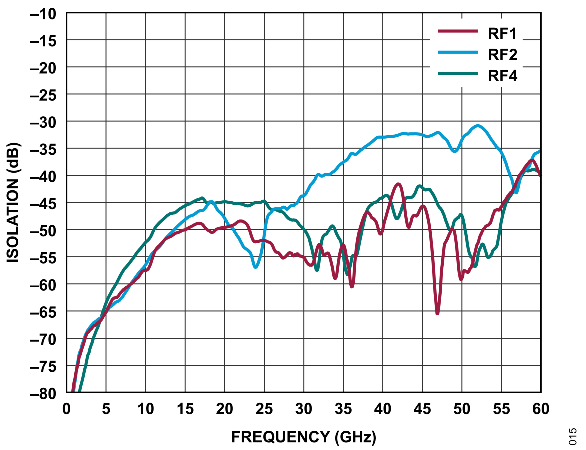

図 15. RFC と RFx の間のアイソレーションと周波数の関係（RF3 を選択）

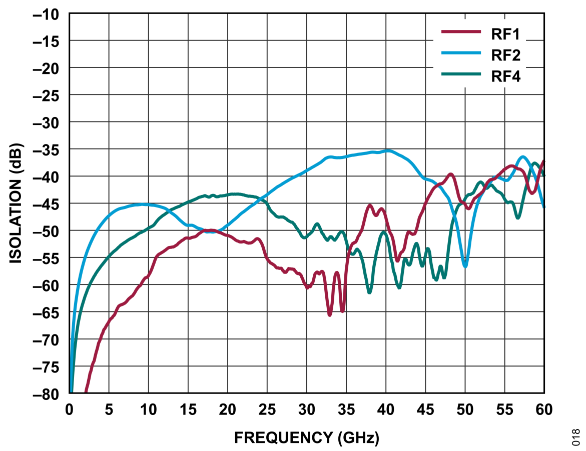

図 18. RF3 と RFx の間のアイソレーションと周波数の関係（RF3 を選択）

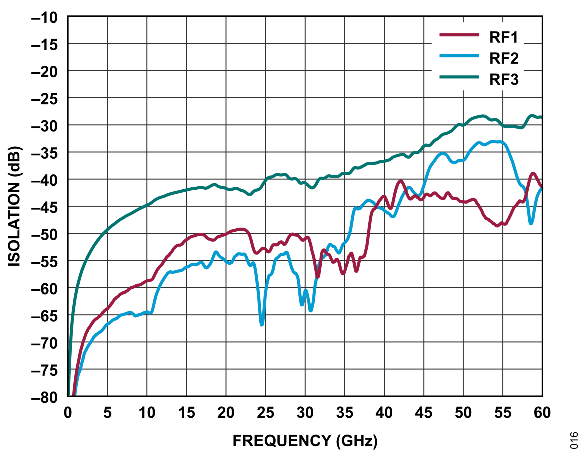

図 16. RFC と RFx の間のアイソレーションと周波数の関係（RF4 を選択）

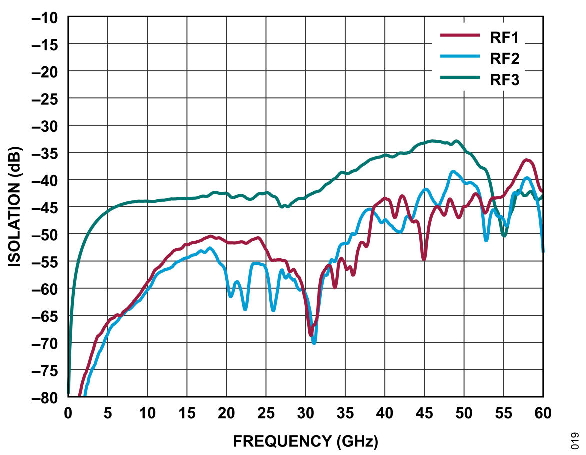

図 19. RF4 と RFx の間のアイソレーションと周波数の関係（RF4 を選択）

代表的な性能特性

入力電力圧縮と 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、V1 = 0V または V_{DD}、V2 = 0V または V_{DD}、T_{CASE} = 25ºC。RFx は RF1～RF4 を表します。

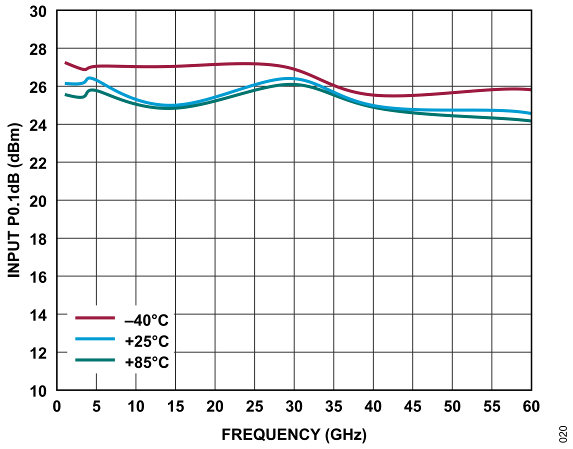

図 20. 異なる温度における入力 P0.1dB と周波数の関係

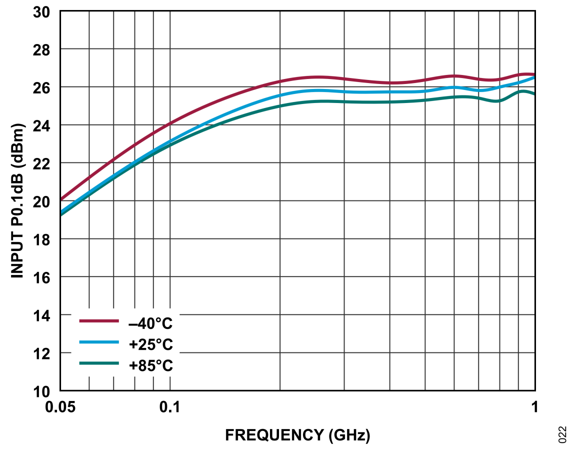

図 22. 異なる温度における入力 P0.1dB と周波数の関係（低周波数領域の詳細）

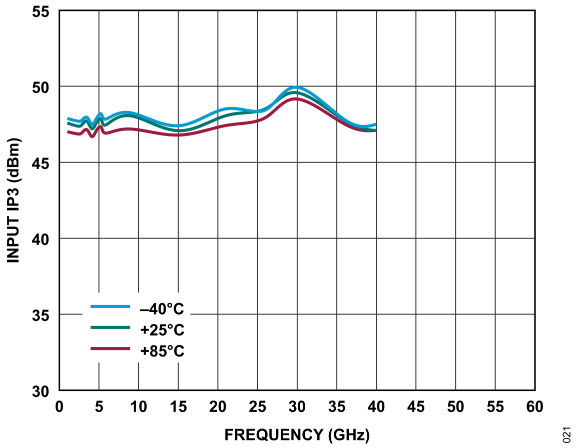

図 21. 入力 IP3 と周波数の温度別の関係

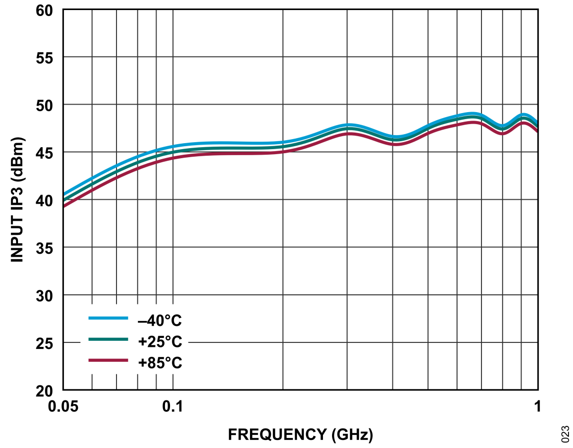

図 23. 入力 IP3 と周波数（低周波数領域）の温度別の関係

動作原理

ADRF5054 は、CMOS/LVTTL に対応するロジックを直接接続できます。V1 および V2 ピンは、どの RF ポートが挿入損失状態およびアイソレーション状態にあるかを決定します。制御電圧の真理値表については、表 7 を参照してください。

RF 入出力

RF ポート（RFC、RF1～RF4）は 0V に DC 結合されています。RF ライン電位が 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 に整合しています。

ADRF5054 は、双方向に均等な電力処理機能を備えています。RF 入力信号は、RFC ポートに印加することも、選択した RF 投ポートに印加することもできます。

挿入損失経路では、選択した RF 投ポートと RF 共通ポートの間に RF 信号が導通します。アイソレーション経路では、挿入損失経路と未選択の RF 投ポートの間に大きな損失が発生します。ADRF5054 の未選択の RF ポートは反射状態となります。

3GHz 未満の周波数では、ADRF5054 の電力処理能力は低下します。低周波数側の RF 電力のディレーティングについては、図 2 を参照してください。

電源

ADRF5054 には、VDD ピンに印加する正電源電圧と、VSS ピンに印加する負電源電圧が必要です。

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・コンデンサを接続することを推奨します。

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 をパワーアップします。VDD をパワーアップしてから VSS をパワーアップし、ランプアップ中に VDD で電流トランジェントが発生しないようにします。
3. デジタル制御入力を印加します。制御入力の相対的な順序は重要ではありません。ただし、VDD への給電前にデジタル制御入力に給電すると、内部 ESD 保護構造が意図せず順方向にバイアスされ、損傷する可能性があります。この損傷を防ぐには、1kΩ 抵抗を直列接続して、制御ピンに流入する電流を制限します。VDD のパワーアップ後にコントローラが高インピーダンス状態になり、制御ピンが有効なロジック状態に駆動されない場合は、プルアップ抵抗またはプルダウン抵抗を接続します。
4. RF 入力信号を印加します。

理想的なパワーダウン・シーケンスは、パワーアップ・シーケンスの逆の順序です。

表 7. 制御電圧の真理値表

Digital Control Inputs		RFx Paths			
V1	V2	RFC to RF1	RFC to RF2	RFC to RF3	RFC to RF4
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

ADRF5054 には、2 つの電源ピン（VDD と VSS）と 2 つの制御ピン（V1 と V2）があります。図 24 に、電源ピンの外付け素子と接続を示します。VDD ピンと VSS ピンは、100pF の多層セラミック・コンデンサでデカップリングされています。このデバイスのピン配列は、デカップリング・コンデンサをデバイスの近くに配置できるようになっています。RF ラインが 0V 以外の電圧でバイアスする場合に RF ピンに接続する DC 阻止コンデンサを除いて、バイアスおよび動作用には他の外付け素子は不要です。詳細については、ピン配置およびピン機能の説明のセクションを参照してください。

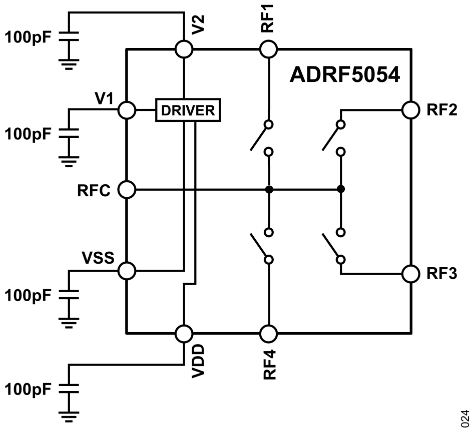

図 24. 推奨回路図

PCB 設計の推奨事項

RF ポートは内部で 50Ω に整合されており、ピン配列は、コプレーナ導波路（CPWG）を PCB 上の 50Ω 特性インピーダンスと整合させるように設計されています。図 25 に、8 ミル厚の Rogers RO4003C 誘電体材料を用いた RF 基板のための基準 CPWG RF パターン設計を示します。仕上げ銅箔厚が 1.7 ミルの場合は、幅が 16 ミルでクリアランスが 13 ミルの RF パターンを推奨します。

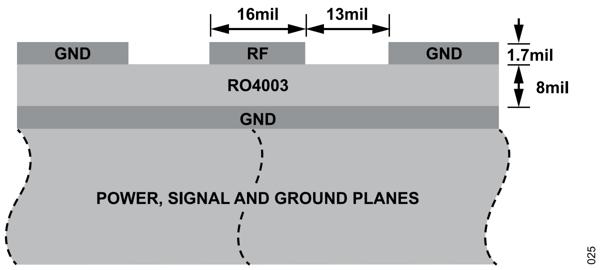

図 25. PCB スタックアップの例

図 26 に、デバイスからの RF パターン、電源、制御信号のルーティングを示します。グランド・プレーンは、RF および熱性能を最適化するため、密に充填された貫通ビアに接続されています。本デバイスの主要な熱経路は底面です。

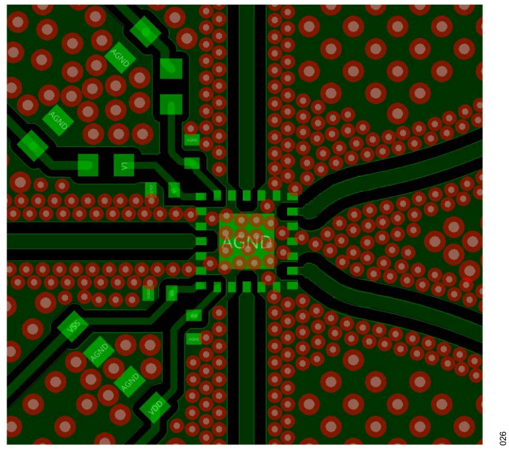

図 26. PCB レイアウト

図 27 と図 28 に、本デバイスの RFx ピンから基準スタックアップ上の 50Ω CPWG までの推奨レイアウトを示します。PCB パッドは、デバイス・パッドに対して 1 : 1 で描かれています。グラウンド・パッドは半田マスク定義で描かれ、信号パッドはパッド定義で描かれています。ペースト・マスクは、開口部を縮小させることなく、デバイス・パッドに整合するように設計されています。ペースト・マスクは、パドル用の複数の開口部に分割されています。

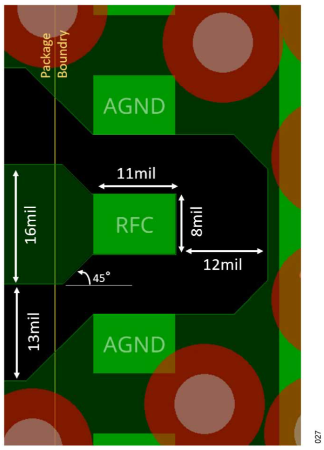

図 27. RFC、RF1 および RF4 ピンの推奨される遷移

アプリケーション情報

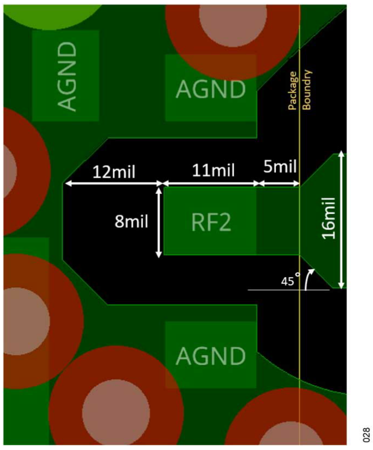

図 28. RF2 および RF3 ピンの推奨される遷移

誘電体厚と RF パターン設計が異なる次善の PCB スタックアップについては、アナログ・デバイセズのテクニカル・サポート・リクエストにお問い合わせください。

外形寸法

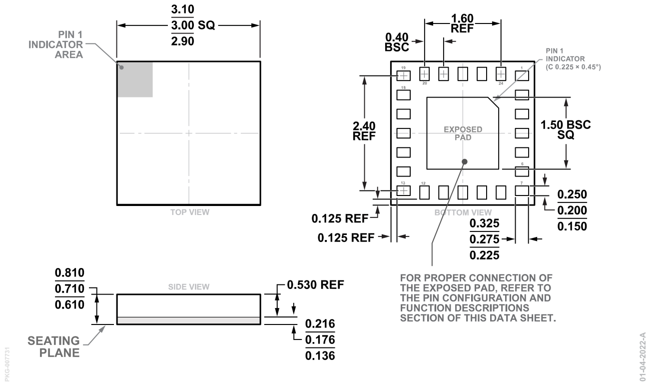

図 29. 24 端子のランド・グリッド・アレイ［LGA］
（CC-24-19）
単位：mm

オーダー・ガイド

Model[1]	Temperature Range	Package Description	Package Option	Marking Code
ADRF5054BCCZN	−40°C to +105°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]	CC-24-19	5054
ADRF5054BCCZN-R7	−40°C to +105°C	24-Terminal Land Grid Array [LGA]	CC-24-19	5054

[1] Z = RoHS 準拠製品。

本　　　　社／〒105-7323　東京都港区東新橋 1-9-1　東京汐留ビルディング 23F
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
名古屋営業所／〒451-6038　愛知県名古屋市西区牛島町 6-1　名古屋ルーセントタワー 38F