

# DC ~ 6GHz の広帯域 IFポートを備えた2GHz ~ 14GHz マイクロ波ミキサ

## 特長

- アップコンバージョンまたはダウンコンバージョン
- 高いIIP3: +24.4dBm (5.8GHz時)  
+21.4dBm (9GHz時)
- 変換損失: 7.1dB (5.8GHz時)
- 入力P1dB: +15.2dBm (5.8GHz時)
- 内蔵LOバッファ: LO駆動レベル: 0dBm
- 選択可能なLO周波数ダブルを内蔵
- LO-RF間の漏れが少ない: <-30dBm
- 広帯域で50Ωに整合したRFポートおよびLOポート
- 3.3V/120mA電源
- 高速オン/オフによるTDD動作
- 3mm×2mmの12ピンQFNパッケージ

## アプリケーション

- マイクロ波トランシーバ
- ワイヤレス・バックホール
- 2地点間のマイクロ波通信
- フェーズドアレイ・アンテナ
- C帯域、X帯域およびKu帯域のレーダー
- テスト装置
- 衛星モデム

## 概要

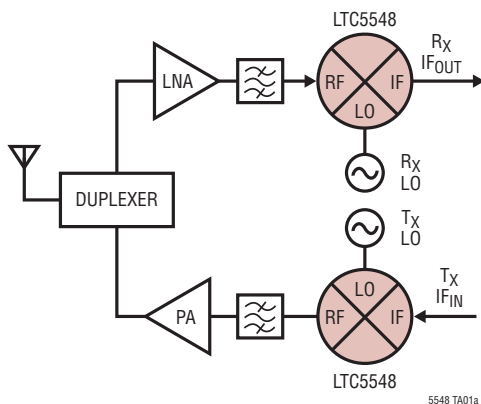
LTC®5548は高性能のマイクロ波二重平衡パッシブ・ミキサで、周波数のアップコンバージョンにもダウンコンバージョンにも使用することができます。このデバイスはLTC5549に似ていますが、DC ~ 6GHzの広帯域、差動IFポートを内蔵しています。LTC5548の推奨アプリケーションは、IF周波数の範囲が500MHzより低いアプリケーションです。IF周波数が常に500MHzより高いアプリケーションでは、LTC5549を推奨します。IFバランを内蔵していることが理由です。

LTC5548のミキサとRFバランは、2GHz ~ 14GHzのRF周波数範囲をカバーするよう最適化されています。このデバイスは、1GHz ~ 12GHzの周波数範囲に対して最適化されたLOアンプを内蔵しているので、必要な駆動能力はわずか0dBmです。また、このデバイスはLO周波数ダブルも内蔵しており、CMOS互換の制御ピンを使用してイネーブルまたはディスエーブルすることができます。

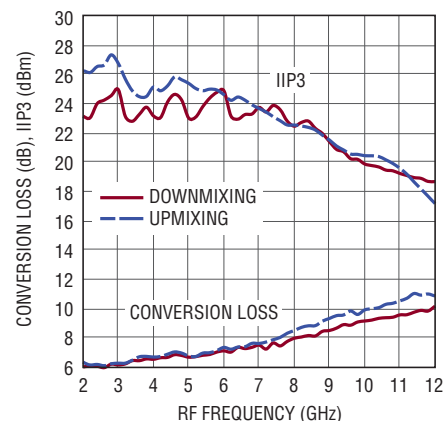
LTC5548は、LOとRFの間およびLOとIFの間の漏れが非常に少ないことの他に、格段に高いIIP3性能およびP1dB性能を発揮します。また、このデバイスは小型パッケージで高い集積度を実現しています。

LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴは、リニアテクノロジー社の登録商標です。その他全ての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 標準的応用例



変換損失およびIIP3  
(低域側LO、IF = 240MHz)



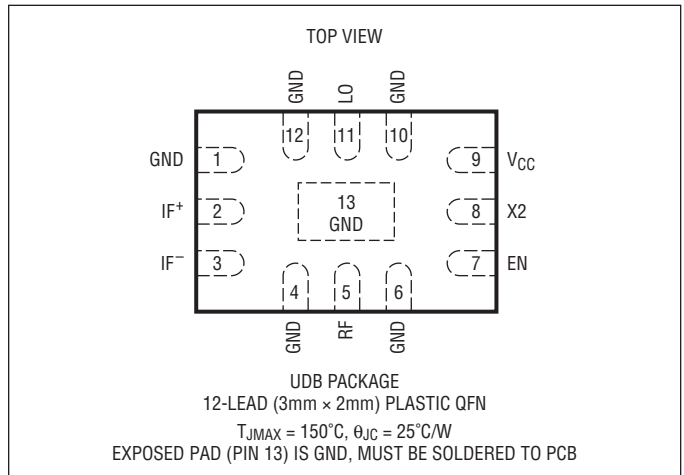
# LTC5548

## 絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧 ( $V_{CC}$ )	4V
イネーブルの入力電圧 (EN)	-0.3V ~ $V_{CC} + 0.3V$
X2の入力電圧 (X2)	-0.3V ~ $V_{CC} + 0.3V$
L0の入力電力 (1GHz ~ 12GHz)	+10dBm
L0の入力DC電圧	$\pm 0.1V$
RFの電力 (2GHz ~ 14GHz)	+20dBm
RFのDC電圧	$\pm 0.1V$
IF <sup>+</sup> /IF <sup>-</sup> の入力電力 (LF ~ 6GHz)	+20dBm
IF <sup>+</sup> /IF <sup>-</sup> の入力DC電圧	$\pm 0.3V$
動作温度範囲 ( $T_C$ )	-40°C ~ 105°C
保存温度範囲	-65°C ~ 150°C
接合部温度 ( $T_J$ )	150°C

## ピン配置



## 発注情報

(<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC5548#orderinfo>)

### 無鉛仕上げ

テープ・アンド・リール(ミニ)	テープ・アンド・リール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC5548IUDB#TRMPBF	LTC5548IUDB#TRPBF	LGXF	12-Lead (3mmx2mm) Plastic QFN	-40°C to 105°C

TRM = 500個。

更に広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープ・アンド・リールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

一部のパッケージは、#TRMPBF接尾部を付けることにより、指定の販売経路を通じて500個入りのリールで供給可能です。

**DC 電気的特性** ● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_C = 25^\circ\text{C}$  での値。  
 注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 、EN = "H"。図1に示すテスト回路。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>電源要件</b>					
Supply Voltage ( $V_{CC}$ )		● 3.0	3.3	3.6	V
Supply Current Enabled	X2 = Low (LO Doubler Off)		120	140	mA
	X2 = High (LO Doubler On)		136	160	mA
Shutdown Current	EN = Low			100	$\mu\text{A}$
<b>イネーブル (EN) および L0 周波数ダブラ (X2) のロジック入力</b>					
Input High Voltage (On)		● 1.2			V
Input Low Voltage (Off)		●		0.3	V
Input Current	-0.3V to $V_{CC} + 0.3V$			100	$\mu\text{A}$
Chip Turn-On Time			0.2		$\mu\text{s}$
Chip Turn-Off Time			0.1		$\mu\text{s}$

5548f

## AC 電气的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_C = 25^\circ\text{C}$  での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 、 $EN = \text{“H”}$ 、 $P_{LO} = 0\text{dBm}$ 、 $P_{RF} = -5\text{dBm}$  (2トーンIIP3テストでは $-5\text{dBm}$ /トーン)。図1に示すテスト回路。(Note 2、3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
LO Frequency Range	●		1 to 12		GHz
RF Frequency Range	●		2 to 14		GHz
IF Frequency Range	●		DC to 6000		MHz
RF Return Loss	$Z_0 = 50\Omega$ , 2GHz to 13.6GHz		>9		dB
LO Input Return Loss	$Z_0 = 50\Omega$ , 1GHz to 12GHz		>10		dB
LO Input Power	$X2 = \text{Low}$	-6	0	6	dBm
	$X2 = \text{High}$	-6	0	3	dBm

LO ダブラをオフ ( $X2 = \text{“L”}$ ) にした場合のダウンミキサ・アプリケーション、 $IF = 240\text{MHz}$ 、低域側 LO

Conversion Loss	RF Input = 2GHz		6.0		dB
	RF Input = 5.8GHz		7.1		dB
	RF Input = 9GHz		8.5		dB
	RF Input = 12GHz		10.2		dB
Conversion Loss vs Temperature	$T_C = -40^\circ\text{C}$ to $105^\circ\text{C}$ , RF Input = 5.8GHz	●	0.006		dB/ $^\circ\text{C}$
2-Tone Input 3rd Order Intercept ( $\Delta f_{RF} = 2\text{MHz}$ )	RF Input = 2GHz		23.1		dBm
	RF Input = 5.8GHz		24.4		dBm
	RF Input = 9GHz		21.4		dBm
	RF Input = 12GHz		18.7		dBm
SSB Noise Figure	RF Input = 2GHz		6.2		dB
	RF Input = 5.8GHz		8.0		dB
	RF Input = 8.5GHz		9.6		dB
LO to RF Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to 12GHz		<-25		dBm
LO to IF Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to 12GHz		<-26		dBm
RF to LO Isolation	$f_{RF} = 2\text{GHz}$ to 14GHz		>40		dB
RF Input to IF Output Isolation	$f_{RF} = 2\text{GHz}$ to 14GHz		>35		dB
Input 1dB Compression	RF Input = 5.8GHz		15.2		dBm

LO ダブラをオン ( $X2 = \text{“H”}$ ) にした場合のダウンミキサ・アプリケーション、 $IF = 240\text{MHz}$ 、低域側 LO

Conversion Loss	RF Input = 5.8GHz		7.3		dB
	RF Input = 9GHz		9.2		dB
	RF Input = 12GHz		11.8		dB
Conversion Loss vs. Temperature	$T_C = -40^\circ\text{C}$ to $105^\circ\text{C}$ , RF Input = 5.8GHz	●	0.006		dB/ $^\circ\text{C}$
2-Tone Input 3rd Order Intercept ( $\Delta f_{RF} = 2\text{MHz}$ )	RF Input = 5.8GHz		23.9		dBm
	RF Input = 9GHz		20.9		dBm
	RF Input = 12GHz		18.3		dBm
SSB Noise Figure	RF Input = 5.8GHz		8.9		dB
	RF Input = 8.5GHz		10.8		dB
LO to RF Input Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to 5GHz		<-30		dBm
2LO to RF Input Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to 5GHz		$\leq -25$		dBm
LO to IF Output Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to 5GHz		<-36		dBm
2LO to IF Output Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to 5GHz		<-20		dBm
Input 1dB Compression	$f_{RF} = 5.8\text{GHz}$		14.8		dBm

# LTC5548

## AC 電气的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_C = 25^\circ\text{C}$  での値。

注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 、 $EN = \text{“H”}$ 、 $P_{LO} = 0\text{dBm}$ 、 $P_{IF} = -5\text{dBm}$  (2トーン IIP3 テストでは  $-5\text{dBm}$ /トーン)。図1に示すテスト回路。(Note 2、3)

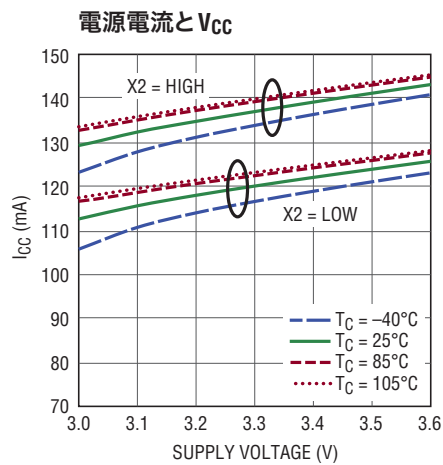
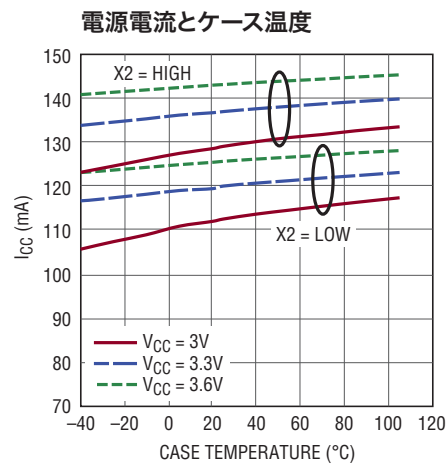
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>LO ダブラをオフ (<math>X_2 = \text{“L”}</math>) にした場合のアップミキサ・アプリケーション、<math>IF = 240\text{MHz}</math>、低域側 LO</b>					
Conversion Loss	RF Output = 2GHz		6.3		dB
	RF Output = 5.8GHz		7.1		dB
	RF Output = 9GHz		9.3		dB
	RF Output = 12GHz		10.9		dB
Conversion Loss vs Temperature	$T_C = -40^\circ\text{C}$ to $105^\circ\text{C}$ , RF Output = 5.8GHz		0.006		dB/ $^\circ\text{C}$
Input 3rd Order Intercept ( $\Delta f_{IF} = 2\text{MHz}$ )	RF Output = 2GHz		26.3		dBm
	RF Output = 5.8GHz		24.9		dBm
	RF Output = 9GHz		21.5		dBm
	RF Output = 12GHz		17.2		dBm
SSB Noise Figure	RF Output = 2GHz		7.8		dB
	RF Output = 5.8GHz		8.7		dB
	RF Output = 8.5GHz		10.4		dB
LO to RF Output Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to $12\text{GHz}$		<-25		dBm
LO to IF Input Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to $12\text{GHz}$		<-26		dBm
IF to LO Isolation	$f_{IF} = 500\text{MHz}$ to $6\text{GHz}$		>50		dB
IF to RF Isolation	$f_{IF} = 500\text{MHz}$ to $6\text{GHz}$		>40		dB
Input 1dB Compression	RF Output = 5.8GHz		15.7		dBm
<b>LO ダブラをオン (<math>X_2 = \text{“H”}</math>) にした場合のアップミキサ・アプリケーション、<math>IF = 240\text{MHz}</math>、低域側 LO</b>					
Conversion Loss	RF Output = 5.8GHz		7.4		dB
	RF Output = 9GHz		9.6		dB
	RF Output = 12GHz		12.1		dB
Conversion Loss vs Temperature	$T_C = -40^\circ\text{C}$ to $105^\circ\text{C}$ , RF Output = 5.8GHz		0.006		dB/ $^\circ\text{C}$
2-Tone Input 3rd Order Intercept ( $\Delta f_{IF} = 2\text{MHz}$ )	RF Output = 5.8GHz		24.9		dBm
	RF Output = 9GHz		21.3		dBm
	RF Output = 12GHz		16.8		dBm
SSB Noise Figure	RF Output = 5.8GHz		10.4		dB
	RF Output = 9GHz		12.4		dB
LO to RF Output Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to $5\text{GHz}$		<-30		dBm
2LO to RF Output Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to $5\text{GHz}$		<-25		dBm
LO to IF Input Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to $5\text{GHz}$		<-36		dBm
2LO to IF Input Leakage	$f_{LO} = 1\text{GHz}$ to $5\text{GHz}$		<-20		dBm
Input 1dB Compression	RF Output = 5.8GHz		14.8		dBm

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。また、長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与えるおそれがある。

**Note 2:** LTC5548 は  $-40^\circ\text{C}$  ~  $105^\circ\text{C}$  のケース温度範囲 ( $\theta_{JC} = 25^\circ\text{C/W}$ ) で動作することが保証されている。

**Note 3:** SSB ノイズフィギュアの測定は、入力および出力に小信号ノイズ源、バンドパス・フィルタ、および 2dB 整合パッドを使用し、LO 入力にバンドパス・フィルタを使用して行われる。

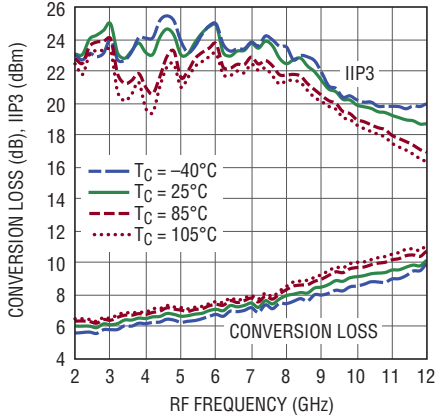
標準的性能特性 EN = “H”、図1に示すテスト回路。



## 標準的性能特性 2GHz~12GHzのダウンミキサ・アプリケーション。

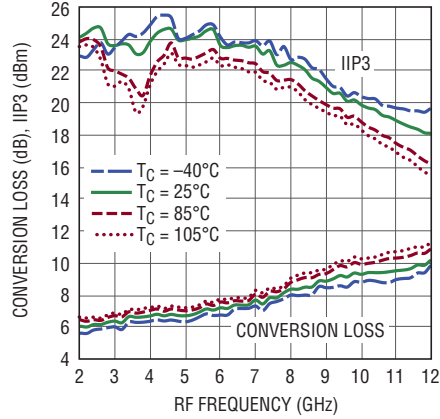
注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 、 $EN = "H"$ 、 $X2 = "L"$ 、 $T_C = 25^\circ C$ 、 $P_{LO} = 0dBm$ 、 $P_{RF} = -5dBm$  (2トーン IIP3 テストでは  $-5dBm$ /トーン、 $\Delta f = 2MHz$ )、 $IF = 240MHz$ 。図1に示すテスト回路。

変換損失および IIP3 と RF 周波数 (低域側 LO)



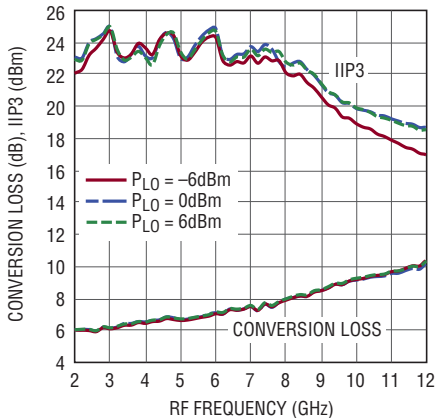
5548 G03

変換損失および IIP3 と RF 周波数 (高域側 LO)



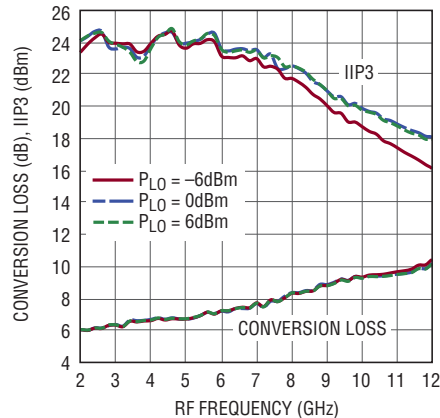
5548 G04

変換損失および IIP3 と RF 周波数 (低域側 LO)



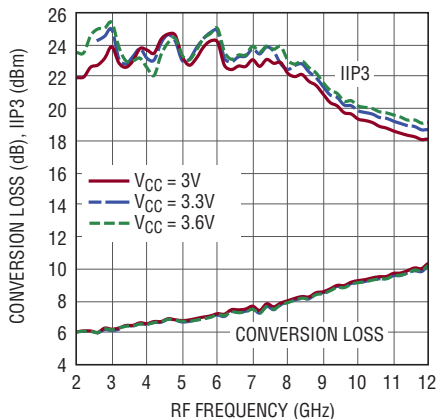
5548 G05

変換損失および IIP3 と RF 周波数 (高域側 LO)



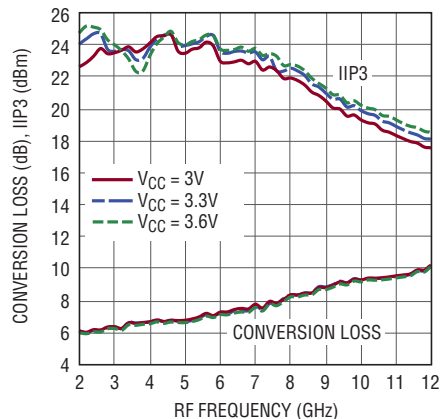
5548 G06

変換損失および IIP3 と RF 周波数 (低域側 LO)



5548 G07

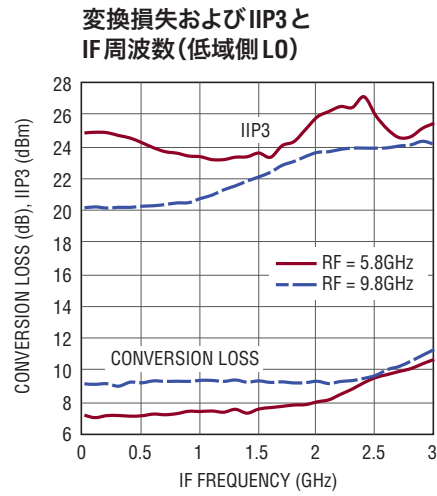
変換損失および IIP3 と RF 周波数 (高域側 LO)



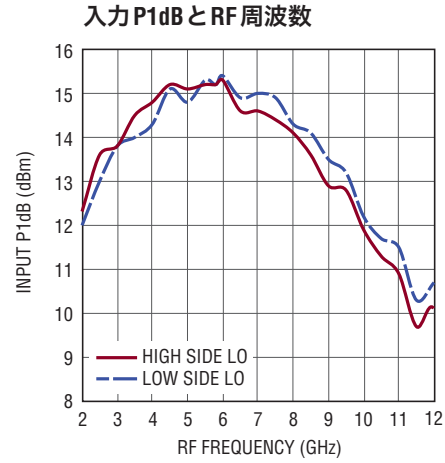
5548 G08

**標準的性能特性** 2GHz～12GHzのダウンミキサ・アプリケーション。

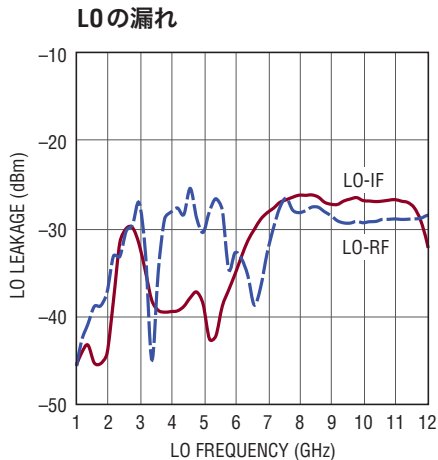
注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 、 $EN = "H"$ 、 $X2 = "L"$ 、 $T_C = 25^\circ C$ 、 $P_{LO} = 0dBm$ 、 $P_{RF} = -5dBm$  (2トーン IIP3 テストでは  $-5dBm$ /トーン、 $\Delta f = 2MHz$ )、 $IF = 240MHz$ 。図1に示すテスト回路。



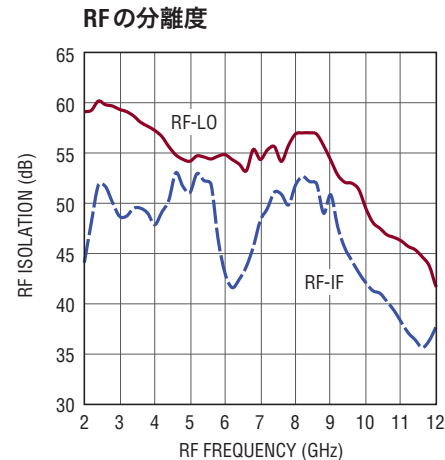
5548 G09



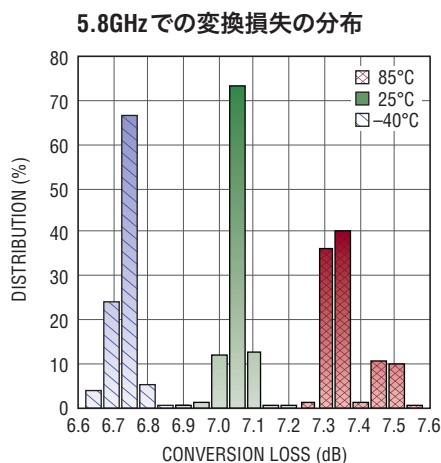
5548 G10



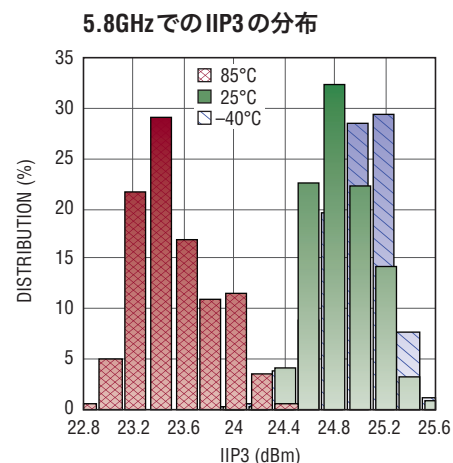
5548 G11



5548 G12



5548 G13



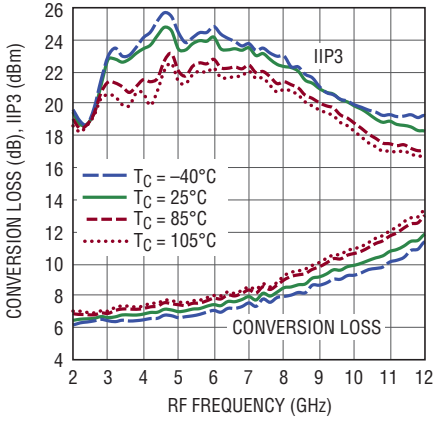
5548 G14

## 標準的性能特性

LO周波数ダブラをイネーブルした場合の2GHz~12GHzのダウンミキサ・アプリケーション。

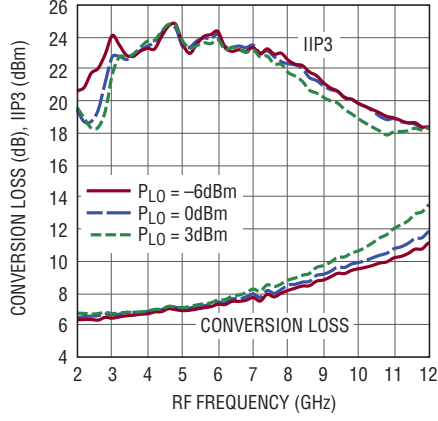
注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 、 $EN = "H"$ 、 $X2 = "H"$ 、 $T_C = 25^\circ C$ 、 $P_{LO} = 0dBm$ 、 $P_{RF} = -5dBm$  (2トーンIIP3テストでは $-5dBm$ /トーン、 $\Delta f = 2MHz$ )、 $IF = 240MHz$ 。図1に示すテスト回路。

変換損失およびIIP3とRF周波数(低域側LO)



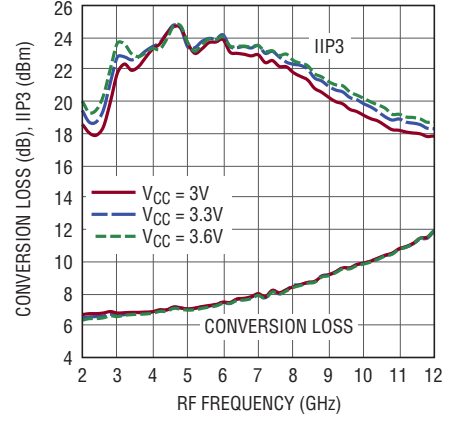
5548 G15

変換損失およびIIP3とRF周波数(低域側LO)



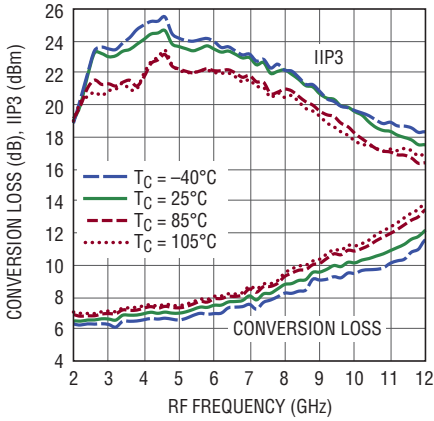
5548 G14

変換損失およびIIP3とRF周波数(低域側LO)



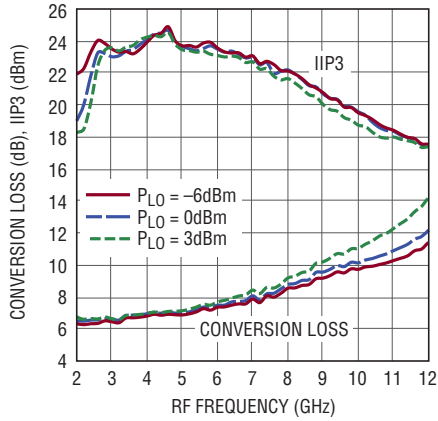
5548 G15

変換損失およびIIP3とRF周波数(高域側LO)



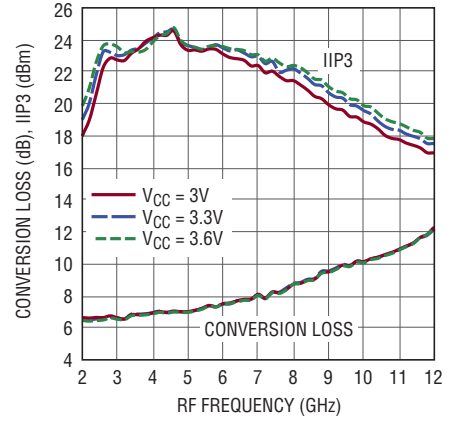
5548 G16

変換損失およびIIP3とRF周波数(高域側LO)



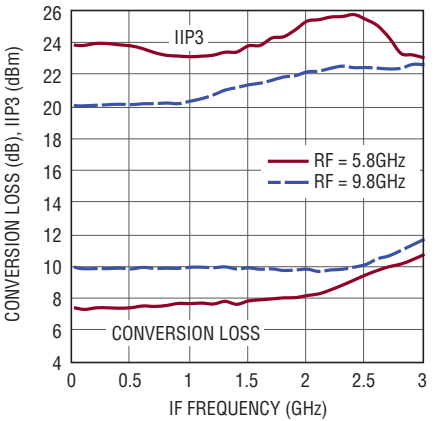
5548 G17

変換損失およびIIP3とRF周波数(高域側LO)



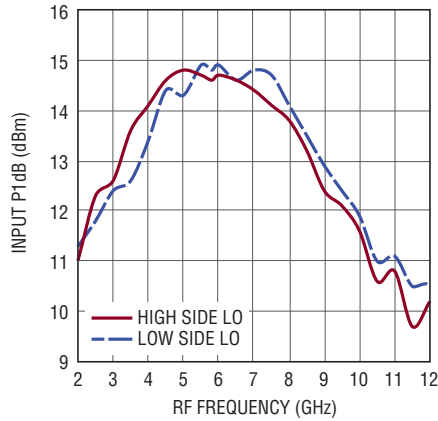
5548 G18

変換損失およびIIP3とIF周波数(低域側LO)



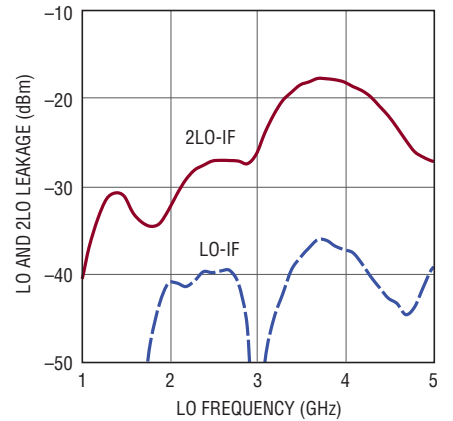
5548 G19

入力P1dBとRF周波数



5548 G20

LOおよび2LOのIFへの漏れ



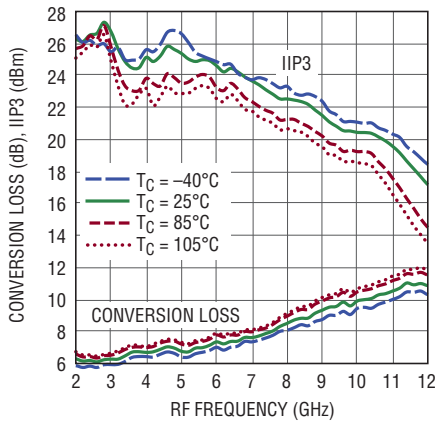
5548 G21



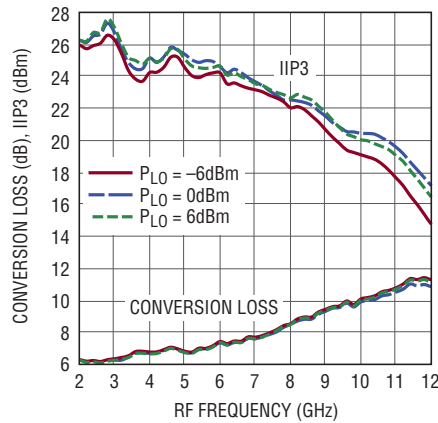
## 標準的性能特性 2GHz~12GHzのアップミキサ・アプリケーション。

注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 、 $EN = "H"$ 、 $X2 = "L"$ 、 $T_C = 25^\circ C$ 、 $P_{LO} = 0dBm$ 、 $P_{IF} = -5dBm$  (2トーン IIP3 テストでは  $-5dBm/トーン$ 、 $\Delta f = 2MHz$ )、 $IF = 240MHz$ 。図1に示すテスト回路。

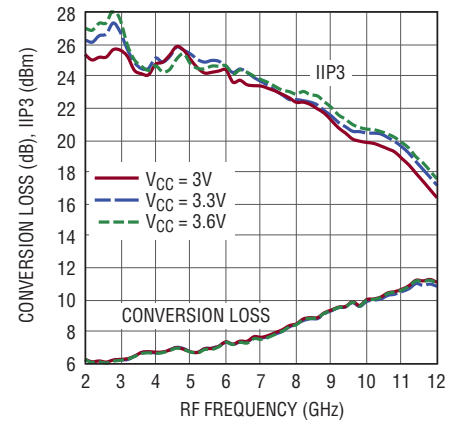
変換損失および IIP3 と RF 周波数 (低域側 LO)



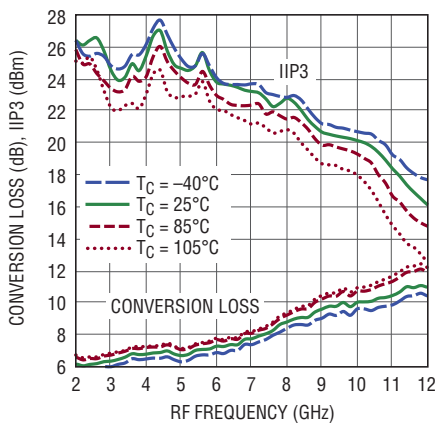
変換損失および IIP3 と RF 周波数 (低域側 LO)



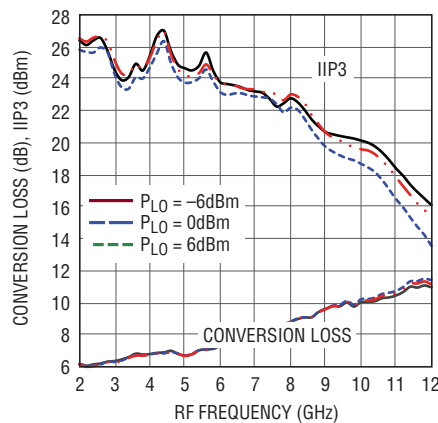
変換損失および IIP3 と RF 周波数 (低域側 LO)



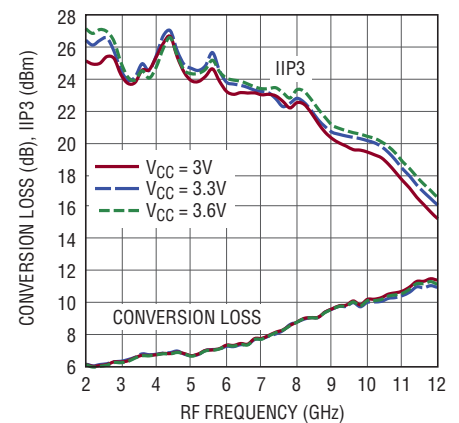
変換損失および IIP3 と RF 周波数 (高域側 LO)



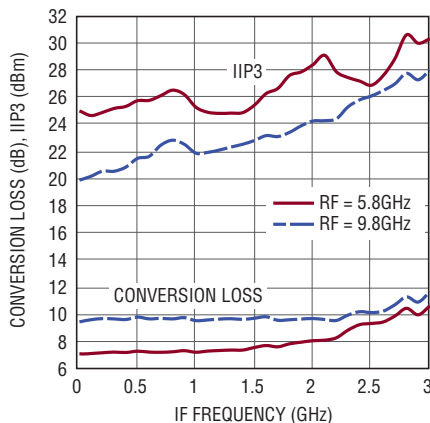
変換損失および IIP3 と RF 周波数 (高域側 LO)



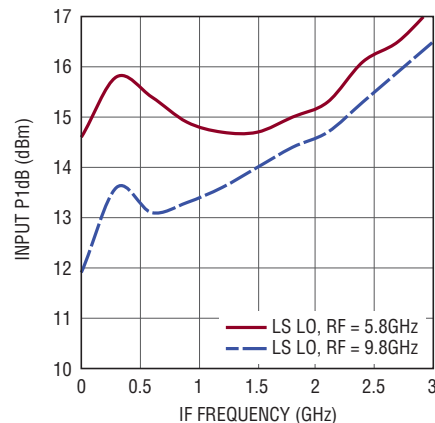
変換損失および IIP3 と RF 周波数 (高域側 LO)



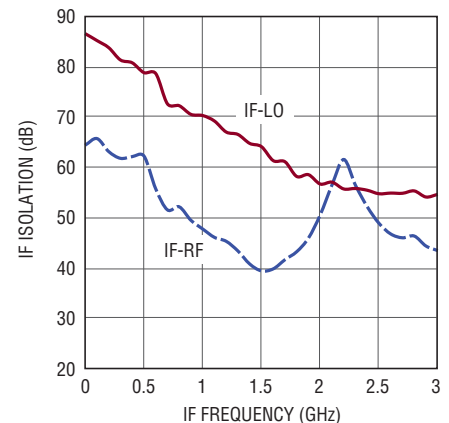
変換損失および IIP3 と IF 周波数 (低域側 LO)



入力 P1dB と IF 周波数



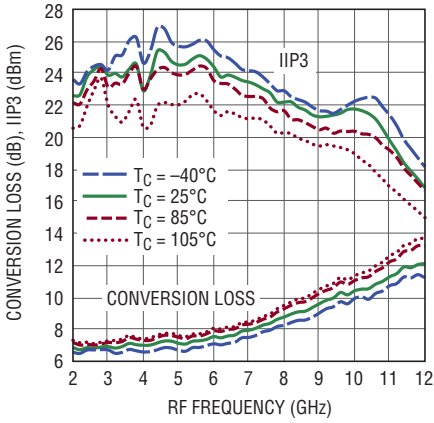
IF の分離度



## 標準的性能特性

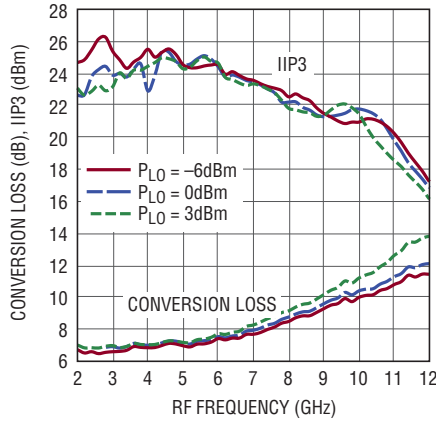
LO周波数ダブラをイネーブルした場合の2GHz~12GHzのアップミキサ・アプリケーション。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 、EN = “H”、X2 = “H”、 $T_C = 25^\circ C$ 、 $P_{LO} = 0dBm$ 、 $P_{IF} = -5dBm$  (2トーンIIP3テストでは $-5dBm$ /トーン、 $\Delta f = 2MHz$ )、出力は5.8GHzで測定。  
図1に示すテスト回路。

変換損失およびIIP3とRF周波数(低域側LO)



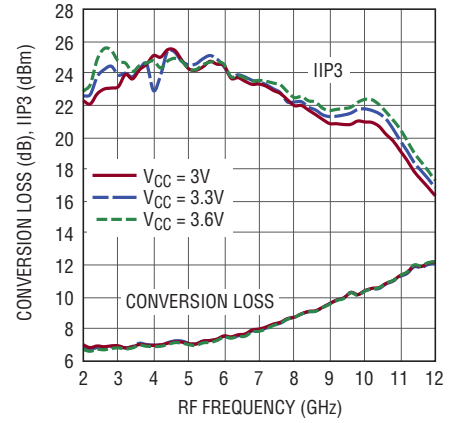
5548 G31

変換損失およびIIP3とRF周波数(低域側LO)



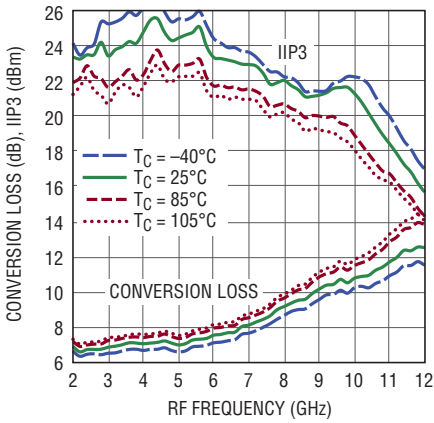
5548 G32

変換損失およびIIP3とRF周波数(低域側LO)



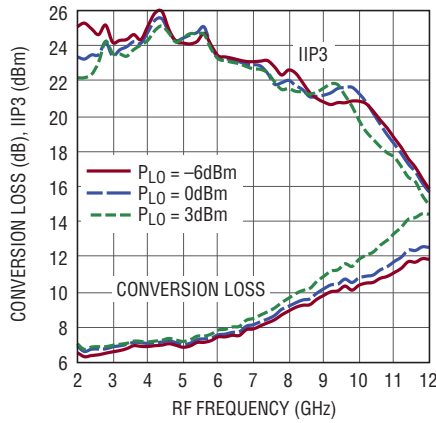
5548 G33

変換損失およびIIP3とRF周波数(高域側LO)



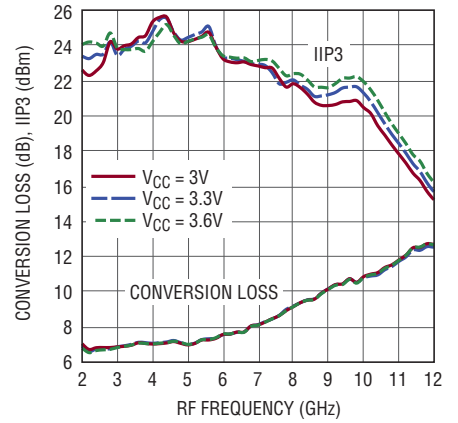
5548 G34

変換損失およびIIP3とRF周波数(高域側LO)



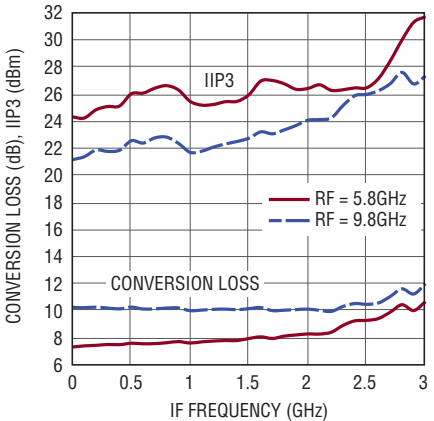
5548 G35

変換損失およびIIP3とRF周波数(高域側LO)



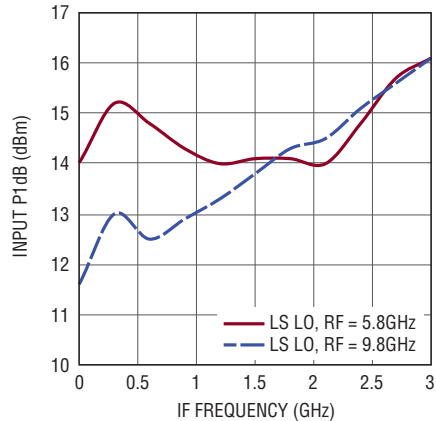
5548 G33

変換損失およびIIP3とIF周波数(低域側LO)



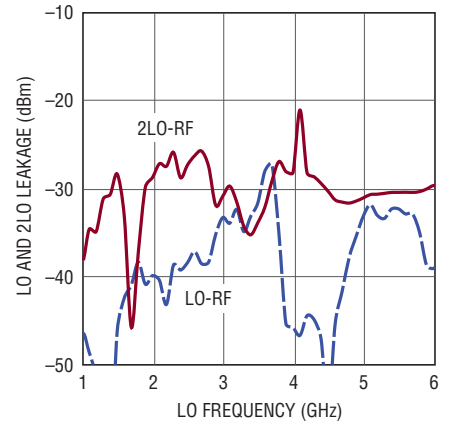
5548 G37

入力P1dBとIF周波数



5548 G38

LOおよび2LOのRFへの漏れ



5548 G39

## ピン機能

**GND (ピン1、4、6、10、12、露出パッド・ピン13) :** グラウンド。これらのピンはプリント回路基板のRFグラウンドに半田付けする必要があります。パッケージの露出した金属パッドにより、グラウンドへの電氣的接触とプリント回路基板への十分な熱的接触の両方が実現されます。

**IF<sup>+</sup>、IF<sup>-</sup> (ピン2、3) :** IFの差動端子。これらのピンは、差動IFポート用に使用するか、シングルエンドのIFポートが必要な場合は外付けのバランに接続することができます。IFポートは、外付けバランの帯域幅に応じてDC～最大6GHzの範囲で使用できます。

**RF (ピン5) :** RFポートのシングルエンド端子。このピンは内部でRFトランスの1次側に接続されており、グラウンドとの間に小さいDC抵抗があります。DC電圧が存在する場合に内蔵のトランスが損傷しないように、DC阻止コンデンサを直列に接続する必要があります。1GHz～12GHzで0±6dBmの信号源でLOを駆動する限り、RFポートは2GHz～14GHzの範囲でインピーダンス整合します。

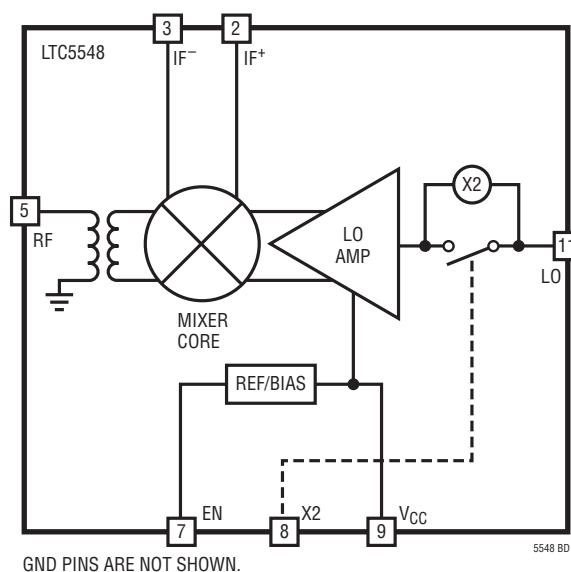
**EN (ピン7) :** イネーブル・ピン。このピンに加わる電圧が1.2Vより高くなると、ミキサはイネーブルされます。電圧が0.3Vより低くなると、ミキサはデイスエーブルされます。標準の入力電流は30μA未満です。このピンには内部に376kΩのプルダウン抵抗があります。

**X2 (ピン8) :** LO周波数ダブラのデジタル制御ピン。このピンに加わる電圧が1.2Vより高くなると、LO周波数ダブラはイネーブルされます。DC電圧が0.3Vより低くなると、LO周波数ダブラはデイスエーブルされます。標準の入力電流は30μA未満です。このピンには内部に376kΩのプルダウン抵抗があります。

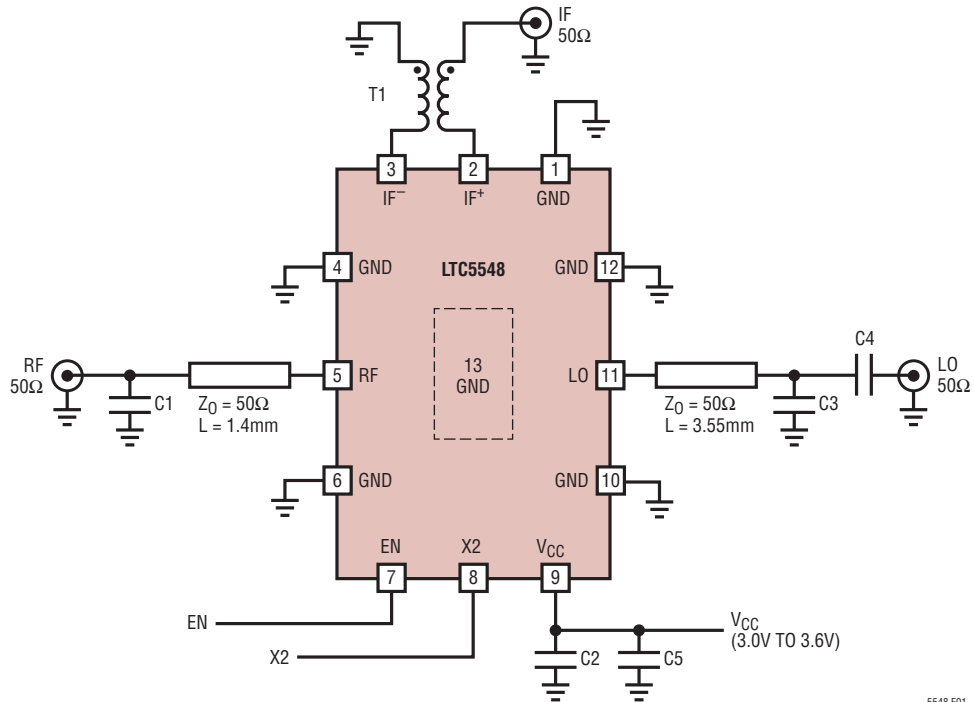
**VCC (ピン9) :** 電源ピン。このピンは3.3Vの安定化電源に外部で接続し、ピンの近くにバイパス・コンデンサを配置する必要があります。デバイスがイネーブルされているとき、標準的な消費電流は120mAです。

**LO (ピン11) :** 局部発振器(LO)の入力。DC阻止コンデンサを直列に接続する必要があります。このピンでの標準のDC電圧は1.6Vです。

## ブロック図



## テスト回路



5548 F01

参照記号	値	サイズ	メーカー	注釈
C1、C3	0.15pF	0402	AVX	ACCU-P 04021JR15ZBS
C2、C4	22pF	0402	AVX	0402A220JAT2A
C5	1μF	0603	村田製作所	GRM188R71A105KA61
T1	TC1-1-13M+*		Mini Circuits	IF = 4.5MHz ~ 3GHz
	TCM1-83X+		Mini Circuits	IF = 10MHz ~ 6GHz

\* 標準評価ボードによる構成

図1. 標準的なテスト回路図

## アプリケーション情報

### はじめに

LTC5548は、直線性の高い二重平衡ミキサ・コア、LOバッファ・アンプ、LO周波数ダブラ、およびバイアス/イネーブル回路で構成されています。各ピンの機能の説明については、「ブロック図」のセクションを参照してください。RFとLOはシングルエンド終端です。IFは差動です。シングルエンドのIF信号が望ましい場合は、外付けのバランが必要です。LTC5548は、RFを入力として使用し、IFを出力として使用する周波数ダウンコンバータとして使用することができます。また、IFを入力として使用し、RFを出力として使用する周波数アップコンバータとして使用することもできます。低域側または高域側のLO信号注入を使用することができます。評価回路および評価ボードのレイアウトをそれぞれ図1および図2に示します。

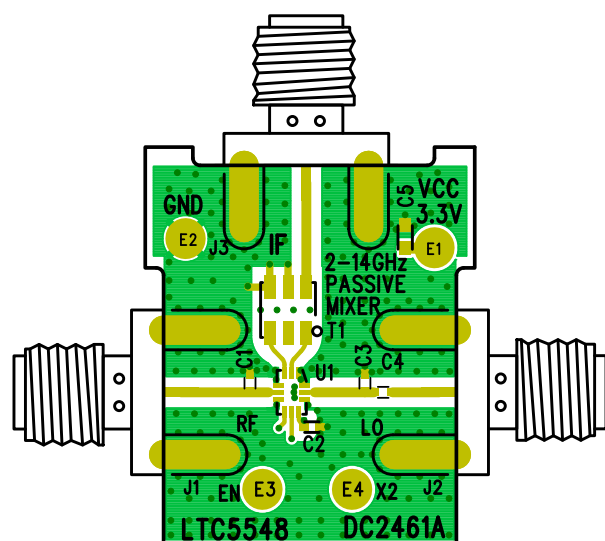


図2. 評価ボードのレイアウト

### RFポート

ミキサのRFポートは、図3に示すように、内蔵トランスの1次巻線に接続されています。RFトランスの1次側は内部で直流的に接地されており、1次側のDC抵抗は約 $3.2\Omega$ です。RF信号源にDC電圧が含まれる場合は、DC阻止コンデンサが必要です。RFトランスの2次巻線は内部でミキサ・コアに接続されています。

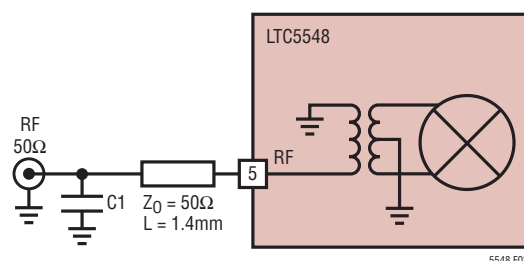
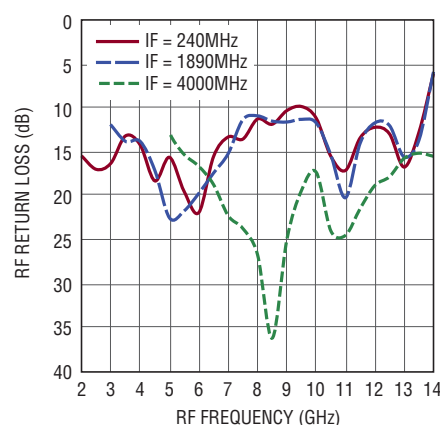
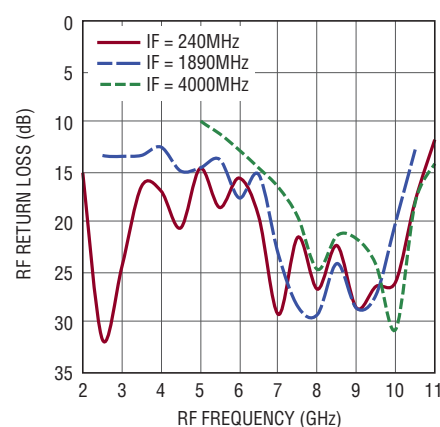


図3. RFポート・インタフェースの簡略回路図



(a)



(b)

図4. RFポートの反射減衰量 (a)  $C1 = 0.15\text{pF}$  (b)  $C1$  は開放

## アプリケーション情報

RFポートは、0.15pFの分路コンデンサ(C1)をRFピンから1.4mm離して配置した場合、2GHz～14GHzの広帯域で50Ωに整合します。RFポートは、C1を接続しない場合、2GHz～10GHzの範囲で50Ωに整合します。RFインピーダンスの整合性を高めるには、-6dBm～6dBmのLOが必要です。IF周波数が240MHz、1890MHz、および4GHzで低域側LOを使用した場合、RF入力の反射減衰量の測定結果を図4に示します。

RF周波数に対するRF入力インピーダンスと入力反射係数の値を表1に示します。このデータの基準面はICのピン5であり、外部整合は行わず、LOは7.5GHzで駆動します。

**表1. RF入力インピーダンスとS11 (ピン5、外部整合なし、LO入力を7.5GHzで駆動)**

周波数(GHz)	入力インピーダンス	S11	
		振幅	位相
2	34.3+j28.9	0.37	99.6
3	49.4+j24.7	0.24	77.4
4	57.2-j3.8	0.08	-25.8
5	37.7+j4.4	0.15	157.4
6	43.4+j2.2	0.07	160.2
7	46.2-j1.9	0.04	-152.3
8	47.8-j1.1	0.02	-155.0
9	48.8+j0.6	0.01	152.8

**表1. RF入力インピーダンスとS11 (ピン5、外部整合なし、LO入力を7.5GHzで駆動)**

10	46.1+j9.1	0.10	107.8
11	35.8+j3.2	0.17	165.2
12	16.3+j4.1	0.51	169.5
13	10.9+j2.3	0.64	174.5
14	12.9-j3.5	0.59	-171.4

## LO入力

ミキサのLO入力は、図5に示すように、シングルエンドから差動への変換回路、高速制限差動アンプ、およびLO周波数ダブラで構成されます。LOアンプは1GHz～12GHzのLO周波数範囲に対して最適化されています。この周波数範囲より上または下のLO周波数を使うことができますが、性能が低下します。LO周波数ダブラはX2 (ピン8)のデジタル電圧入力により制御されます。X2の電圧が1.2Vより高くなると、LO周波数ダブラはイネーブルされます。X2を開放のままにするかX2の電圧が0.3Vより低くなると、LO周波数ダブラはディスエーブルされます。

LO入力のDC電圧は約1.6Vです。DC阻止コンデンサ(C4)が必要です。

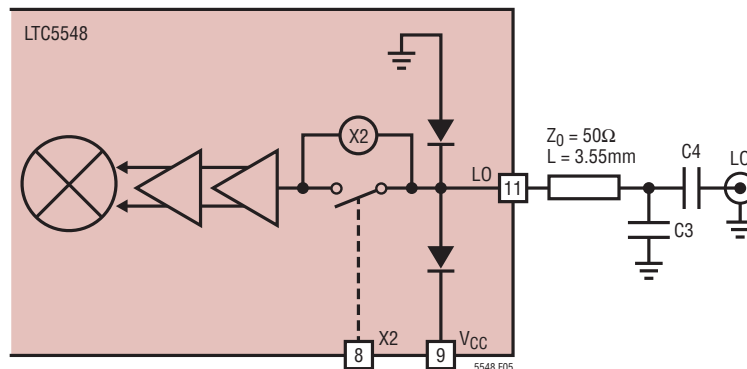


図5. LO入力の簡略回路図

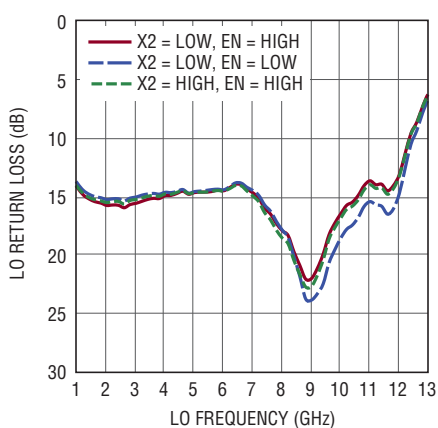
## アプリケーション情報

LOは、0.15pFの分路コンデンサ(C3)をLOピンから3.55mm離して配置した場合、1GHz～12GHzの範囲で50Ωに整合します。LOの動作周波数範囲を広げるには、外付けの整合部品が必要になることがあります。LO入力反射減衰量の測定結果を図6に示します。LO周波数ダブルがイネーブルされた場合、LOの反射減衰量は変化しません。制限アンプは±6dBmの入力電力範囲で優れた性能を発揮しますが、公称のLO入力レベルは0dBmです。

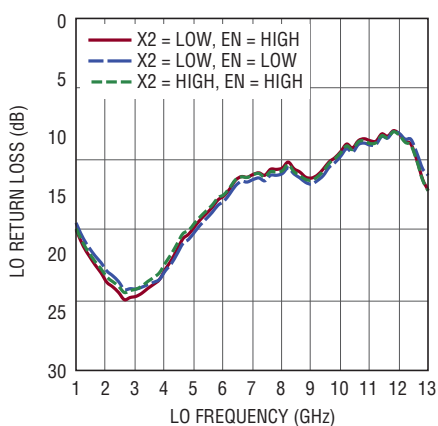
周波数に対するLO入力インピーダンスと入力反射係数の値を表2に示します。

表2. LOの入力インピーダンスと周波数  
(ピン11、外部整合なし)

周波数 (GHz)	入力インピーダンス	S11	
		振幅	位相
1	63.8-j17.4	0.19	-42.9
2	58.1-j12.7	0.14	-50.8
3	50.5-j10.8	0.11	-81.2
4	43.4-j9.1	0.12	-120.4
5	36.7+j4.6	0.16	157.9
6	30.9-j6.8	0.25	-155.6
7	28.1-j6.3	0.29	-159.3
8	28.7-j5.1	0.28	-162.8
9	28.9-j2.2	0.27	-172.5
10	26.4+j2.6	0.31	171.8
11	24.1+j3.1	0.35	170.8
12	24.3+j0.3	0.35	179.1



(a) C3 = 0.15pF



(b) C3は開放

図6. LO入力反射減衰量



## アプリケーション情報

### IFポート

ミキサのIFポートは、図7に示すように差動です。ESD保護ダイオードはこれらのポートの両方に接続されています。

IF<sup>+</sup>端子およびIF<sup>-</sup>端子のインピーダンスは、0.25pFと並列に接続した場合、約25Ωです。50ΩのシングルエンドIFに対しては、1:1の balan を外付けする必要があります。例えば、balan としてTC1-1-13M+を使用した場合は、LOの信号が入力されたとき、IFポートは4.5MHz～3GHzの広帯域で整合します。

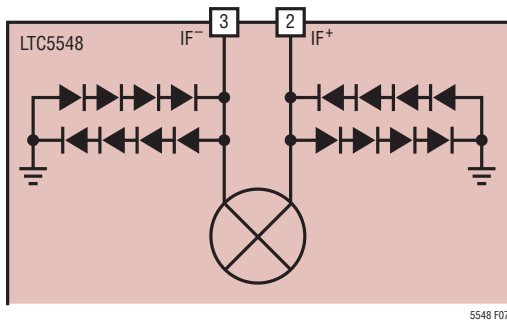


図7. IFポートの簡略回路図

IFポートの反射減衰量の測定結果を図8に示します。

LTC5548の差動IF出力は、広帯域の差動アンプまたはフィルタを直接駆動するのに適しています。IF周波数が非常に低いときに差動IFを使用してLTC5548を評価するための回路図を図9に示します。

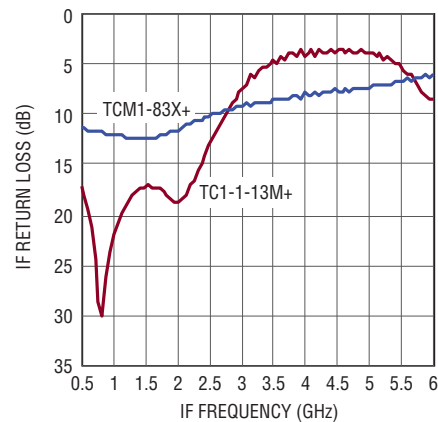


図8. IFポートの反射減衰量

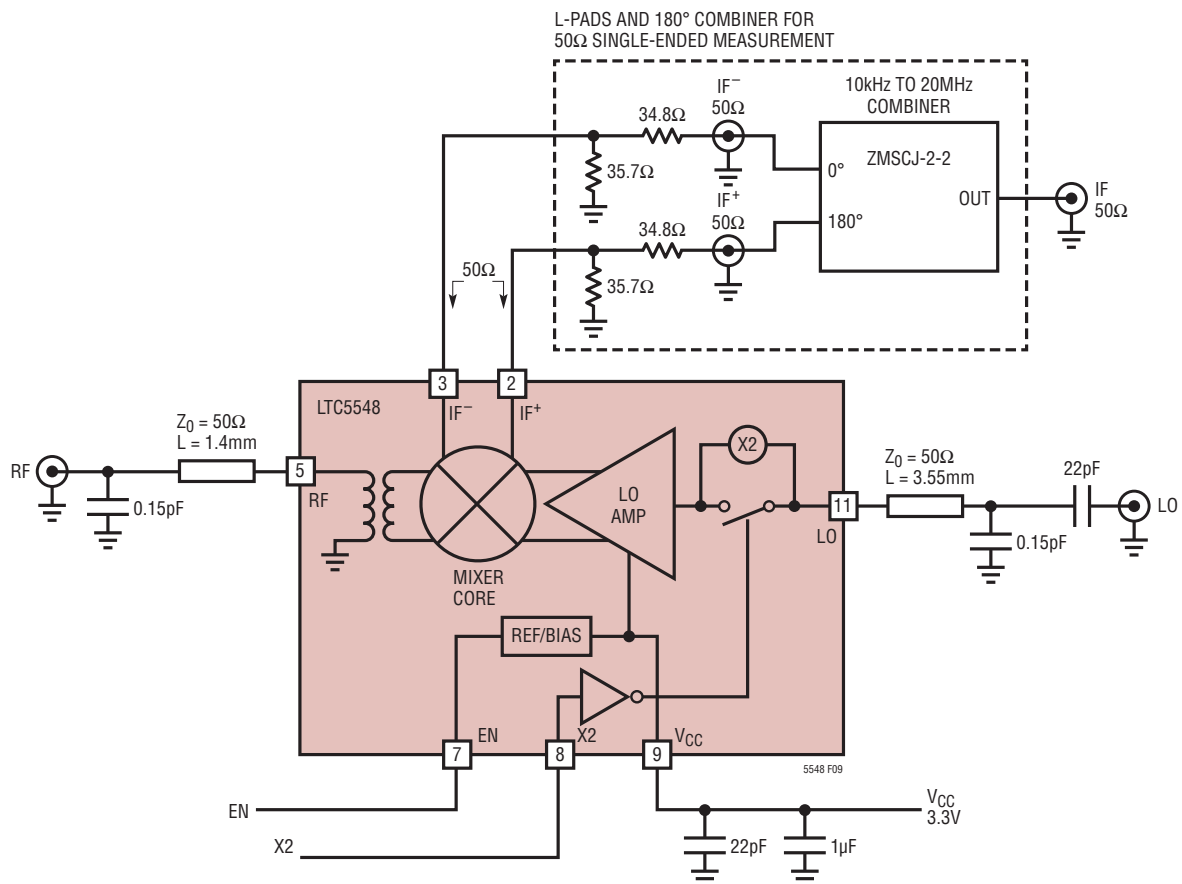


図9. IF周波数が10kHz～20MHzの場合の広帯域差動出力のテスト回路



## アプリケーション情報

図9に示す完全なテスト回路では、評価ボードの抵抗性インピーダンス整合減衰器(Lパッド)を使用して、 $25\Omega$ の各IF出力を $50\Omega$ に変換します。その後、外付けの $0^\circ/180^\circ$ 電力結合器を使用して、 $100\Omega$ の差動出力を $50\Omega$ のシングルエンド出力に変換し、測定を容易にします。性能の測定結果を図10に示します。Lパッドおよび外付けの $180^\circ$ 結合器の損失は測定結果に含まれていません。

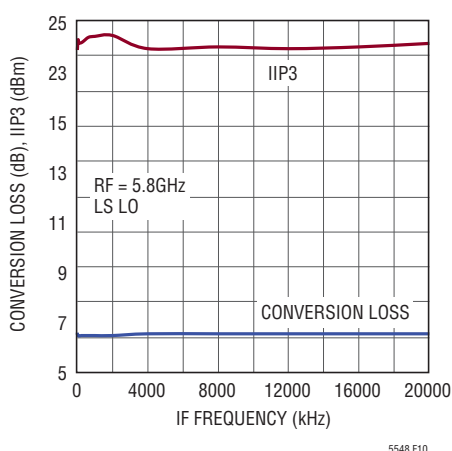


図10. 差動IF周波数が10kHz～20MHzの場合の変換利得およびIIP3

### イネーブル・ピンのインタフェース

ENピンのインタフェースの簡略回路図を図11に示します。デバイスをイネーブルするには、ENピンの電圧を1.2Vより高くする必要があります。ENピンの電圧は $V_{CC} + 0.3V$ より高くならないようにしてください。その状況が発生すると、電源電流がESDダイオードを介して供給され、デバイスを傷めるおそれがあります。ENピンをフロートのままにすると、その電圧は内部プルダウン抵抗によって“L”になり、デバイスはディスエーブルされます。

### X2ピンのインタフェース

X2ピンのインタフェースの簡略回路図を図12に示します。内蔵のLO周波数ダブラをイネーブルするには、X2の電圧を1.2Vより高くする必要があります。X2ピンの電圧は $V_{CC} + 0.3V$ より高くならないようにしてください。その状況が発生すると、電源電流がESDダイオードを介して供給され、デバイスを傷めるおそれがあります。X2ピンをフロートのままにすると、その電圧は内部プルダウン抵抗によって“L”になり、LO周波数ダブラはディスエーブルされます。

### 電源電圧のランプ

電源電圧の高速ランプ動作は、内部ESD保護回路の電流グリッチを引き起こすことがあります。電源のインダクタンスによっては、このグリッチによって最大定格を超える電源電圧トランジェントを生じる可能性があります。電源電圧のランプ時間は1msより長くすることを推奨します。

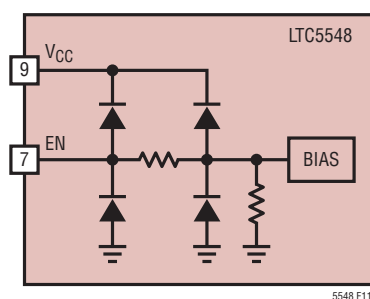


図11. イネーブル入力の簡略回路図

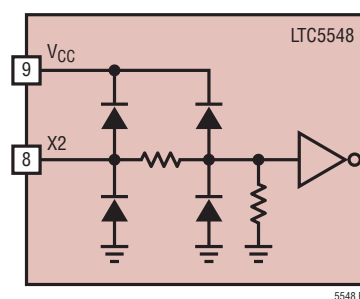


図12. X2ピンのインタフェースの簡略回路図

## アプリケーション情報

### スプリアス出力レベル

RFおよびLOの高調波に対するミキサのスプリアス出力レベルを表3に示します。スプリアス・レベルは図1に示すテスト回路を使用した標準の評価ボードで測定しました。スプリアス周波数は次式を使用して計算できます。

$$\text{周波数のダウンコンバージョン: } f_{\text{SPUR}} = (M \cdot f_{\text{RF}}) \pm (N \cdot f_{\text{LO}})$$

$$\text{周波数のアップコンバージョン: } f_{\text{SPUR}} = (M \cdot f_{\text{IF}}) \pm (N \cdot f_{\text{LO}})$$

**表 3a. ダウンコンバージョンでの IF 出カスプリアス・レベル (dBc) : LO 周波数ダブルがオフ (X2 = “L”) の場合:**  
 $f_{\text{SPUR}} = (M \cdot f_{\text{RF}}) - (N \cdot f_{\text{LO}})$

RF = 5250MHz、PRF = -6dBm、PL0 = 0dBm、LO = 4900MHz

		N					
		0	1	2	3	4	5
M	0		-25	-5	-37	-45	*
	1	-51	0	-42	-16	-59	-56
	2	-72	-69	-81	-77	-71	-75
	3	-75	-72	-78	-61	-79	-69
	4	*	-75	-77	-79	-81	-78
	5	*	*	-74	-78	-77	-81

\* テスト装置の測定範囲外。

**表 3b. ダウンコンバージョンでの IF 出カスプリアス・レベル (dBc) : LO 周波数ダブルがオン (X2 = “H”) の場合:**  
 $f_{\text{SPUR}} = (M \cdot f_{\text{RF}}) - (N \cdot f_{\text{LO}})$

RF = 5252MHz、PRF = -6dBm、PL0 = 0dBm、LO = 2450MHz

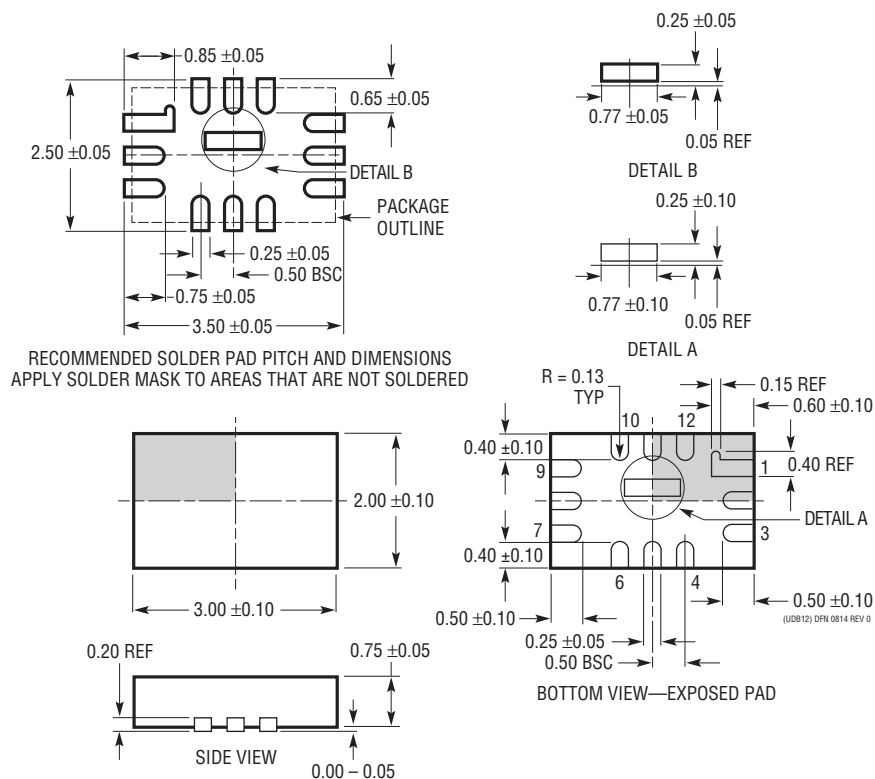
		N								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
M	0		-24	-14	-8	-5	-22	-32	-32	-51
	1	-25	-18	0	-18	-29	-28	-18	-29	-43
	2	-67	-77	-64	-61	-60	-61	-68	-70	-65
	3	-75	-74	-72	-78	-72	-76	-63	-69	-78
	4	*	-76	-74	-74	-74	-76	-67	-77	-68
	5	*	*	*	-75	-75	-74	-69	-66	-70

\* テスト装置の測定範囲外。

## パッケージ

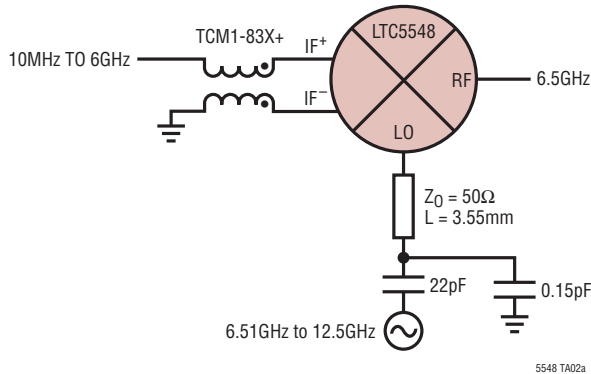
最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC5548#packaging/>を参照してください。

**UDB Package**  
**Variation: A**  
**12-Lead Plastic QFN (3mm × 2mm)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1985 Rev 0)

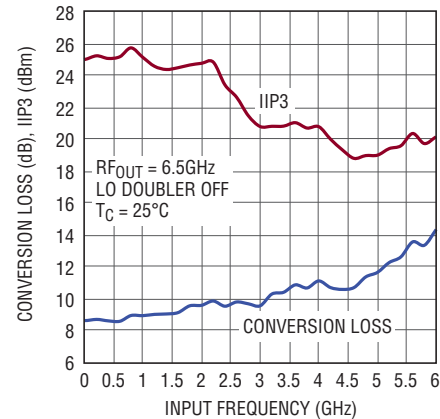


## 標準的応用例

広帯域 10MHz～6GHz の 6.5GHz へのアップコンバージョン



変換損失および IIP3 と入力周波数  
(高域側 LO)



## 関連製品

製品番号	概要	注釈
<b>ミキサ、変調器、および復調器</b>		
LTC5549	2GHz～14GHz マイクロ波ミキサ	変換損失: 8dB、IIP3: 24dBm、バランを内蔵した 500MHz～6GHz のシングルエンド IF
LTC5544	4GHz～6GHz ダウンコンバーティング・ミキサ	利得: 7.5dB、IIP3: >25dBm、NF: 10dB、3.3V/200mA 電源
LTC5576	3GHz～8GHz 高直線性アクティブ・アップコンバーティング・ミキサ	OIP3: 25dBm、利得: -0.6dB、NF: 14.1dB、出力ノイズフロア: -154dBm/Hz、8GHz での LO の漏れ: -28dBm
LTC5551	300MHz～3.5GHz 超高ダイナミックレンジ・ダウンコンバーティング・ミキサ	IIP3: +36dBm、利得: 2.4dB、NF: <10dB、LO 駆動レベル: 0dBm、P1dB: +18dBm、消費電力: 670mW
LTC5567	400MHz～4GHz、アクティブ・ダウンコンバーティング・ミキサ	利得: 1.9dB、IIP3: 1950MHz で 26.9dBm、NF: 1950MHz で 11.8dB、電源: 3.3V/89mA
LTC5577	信号レベルの高い 300MHz～6GHz アクティブ・ダウンコンバーティング・ミキサ	1.3GHz～4.3GHz の範囲で 50Ω に整合した入力、IIP3: 30dBm、利得: 0dB、LO-RF 間の分離度: >40dB、LO 駆動レベル: 0dBm
LTC5510	1MHz～6GHz 広帯域高直線性アクティブ・ミキサ	30MHz～6GHz の範囲で 50Ω に整合した入力、OIP3: 27dBm、利得: 1.5dB、アップコンバージョンまたはダウンコンバージョン
LTC5585	4GHz 広帯域 I/Q 復調器	ダイレクト・コンバージョンの範囲: 400MHz～4GHz、IIP3: 25.7dBm、IIP2: 60dBm で 85dBm 超まで調整可能、DC オフセットを相殺、I/Q 帯域幅: 500MHz 超
LTC5588-1	6GHz I/Q 変調器	ダイレクト・コンバージョンの範囲: 200MHz～6GHz、OIP3: 31dBm で 34dBm まで調整可能、出力ノイズフロア: -160dBm/Hz、優れた ACPR
<b>アンプ</b>		
LTC6430-20	直線性の高い差動 IF アンプ	帯域幅: 20MHz～2GHz、利得: 20.8dB、OIP3: 51dBm、NF: 2.9dB (240MHz 時)
LTC6431-20	直線性の高いシングルエンド IF アンプ	帯域幅: 20MHz～1.4GHz、利得: 20.8dB、OIP3: 46.2dBm、NF: 2.6dB (240MHz 時)
<b>RF パワー検出器</b>		
LTC5564	応答時間が 7ns の 15GHz UltraFast RF 検出器、コンパレータ内蔵	600MHz～15GHz、入力電力範囲: -24dB～16dBm、コンパレータの応答時間: 9ns、125°C バージョン
LT5581	6GHz 低消費電力 RMS 検出器	ダイナミックレンジ: 40dB、全温度範囲での精度: ±1dB、電源電流: 1.5mA
LTC5582	40MHz～10GHz の RMS 検出器	全温度範囲での精度: ±0.5dB、直線性誤差: ±0.2dB、ダイナミックレンジ: 57dB
LTC5583	6GHz デュアル RMS パワー検出器	ダイナミックレンジ: 最大 60dB、全温度範囲での精度: ±0.5dB、分離度: >50dB
<b>VCO 内蔵の RF PLL/シンセサイザ</b>		
LTC6948	VCO 内蔵の超低ノイズ、低スプリアス分数分周方式 PLL	373MHz～6.39GHz、広帯域位相ノイズフロア: -157dBc/Hz、正規化された帯域内 1/f ノイズ: -274dBc/Hz