

# 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

## 特長

- IIP3: +30dBm
- 入力P1dB: +15dBm
- 変換利得: 0dB
- 広帯域差動IF出力
- 2×2および3×3スプリアスが非常に低い
- IF周波数範囲: 最大1.5GHz
- LO-RF間の漏れが少ない
- LO入力はシャットダウン時も50Ωに整合
- -40°C～105°Cで動作 (T<sub>C</sub>)
- 非常に小型のソリューション・サイズ
- 16ピン (4mm×4mm) QFNパッケージ

## アプリケーション

- 無線インフラ・レーザ
- DPDオブザベーション・レーザ
- ケーブルテレビのインフラ

## 概要

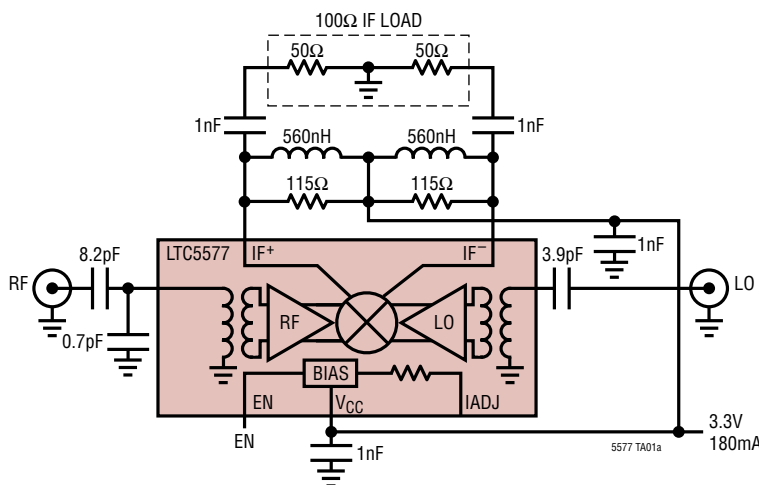
LTC<sup>®</sup>5577 アクティブ・ミキサは高い入力信号処理能力と広い帯域幅が要求されるRFダウンコンバーティング・アプリケーション向けに最適化されています。広帯域IF出力では外付け抵抗を使用して出力インピーダンスを設定するので、フィルタやアンプなどの差動IF負荷に直接整合できる柔軟性が得られます。このデバイスは、100Ωの差動出力インピーダンスを使用して特性が評価され仕様が規定されますが、50Ω～400Ωの出力インピーダンス範囲で使用可能であり、インピーダンス・レベルが高い場合は利得が高く、IIP3とP1dBが低くなります。IF出力は、最大1.5GHzまで使用可能です。

レーザ・アプリケーションでは、入力P1dBとIIP3が高いので、高利得の低ノイズ・アンプを使用できることにより、高いレーザ感度が得られます。RF入力およびLO入力の内蔵トランスにより、シングルエンドの50Ωインタフェースを実現しつつ、ソリューション・サイズを最小限に抑えています。

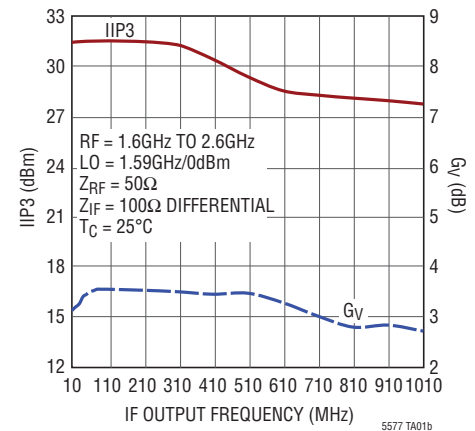
LT, LTC, LTM, Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 標準的応用例

IF帯域幅が1GHzで100Ω負荷での入力P1dBが+15dBmの  
広帯域ダウンコンバーティング・ミキサ



電圧変換利得およびIIP3と  
IF出力周波数

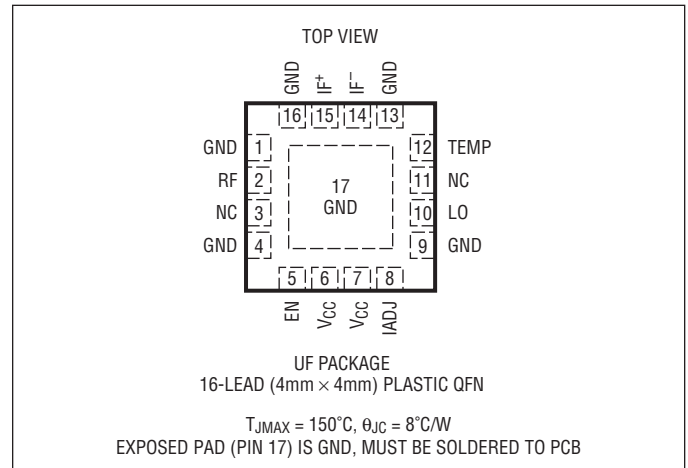


# LTC5577

## 絶対最大定格 (Note 1)

電源電圧 ( $V_{CC}$ , $IF^+$ , $IF^-$ )	4.0V
イネーブル入力電圧 (EN)	-0.3V ~ $V_{CC} + 0.3V$
LO 入力電力 (300MHz ~ 6GHz)	+10dBm
LO 入力の DC 電圧	$\pm 0.1V$
RF 入力電力 (300MHz ~ 6GHz)	+18dBm
RF 入力の DC 電圧	$\pm 0.1V$
TEMP モニタ入力電流	10mA
動作温度範囲 ( $T_C$ )	-40°C ~ 105°C
接合部温度 ( $T_J$ )	150°C
保存温度範囲	-65°C ~ 150°C

## ピン配置



注意: このデバイスは、静電放電 (ESD) の影響を受けやすい。ESD に対して適切な注意を払うこと。

## 発注情報

無鉛仕上げ	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	ケース温度範囲
LTC5577IUF#PBF	LTC5577IUF#TRPBF	5577	16-Lead (4mm x 4mm) Plastic QFN	-40°C to 105°C

さら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。非標準の鉛仕上げの製品の詳細については、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/tapeandreeel/> をご覧ください。

## AC 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  $T_C = 25^\circ C$  での値。  $V_{CC} = 3.3V$ 、EN = "H"。図 1 に示すテスト回路。(Note 2、3、4)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RF Input Frequency Range	External Matching Required	●		300 to 6000		MHz
LO Input Frequency Range	External Matching Required	●		300 to 6000		MHz
IF Output Frequency Range	External Matching Required	●		1 to 1500		MHz
RF Input Return Loss	$Z_0 = 50\Omega$ , 1300MHz to 4300MHz, $C_3 = 8.2pF$ , $C_4 = 0.7pF$			>10		dB
LO Input Return Loss	$Z_0 = 50\Omega$ , 930MHz to 4000MHz, $C_5 = 3.9pF$			>10		dB
$IF^+$ , $IF^-$ Output Return Loss	$Z_0 = 50\Omega$ , 20MHz to 500MHz, $L_1, L_2 = 560nH$ , $R_1, R_2 = 115\Omega$			>10		dB
LO Input Power			-6	0	6	dBm
RF to LO Isolation	RF = 300MHz to 2500MHz			>64		dB
	RF = 2500MHz to 4000MHz			>50		dB
	RF = 4000MHz to 6000MHz			>40		dB
RF to IF Isolation	RF = 300MHz to 6000MHz			>30		dB

5577f

**AC 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、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 、 $EN = "H"$ 、 $P_{LO} = 0\text{dBm}$ 、 $IF = 153\text{MHz}$ 、 $P_{RF} = -3\text{dBm}$  (2 トーン・テストでは  $-3\text{dBm}$ /トーン)。図 1 に示すテスト回路。(Note 2、3、4)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Power Conversion Gain	RF = 450MHz, High Side LO		-0.5		dB
	RF = 850MHz, High Side LO		0.5		dB
	RF = 1900MHz, Low Side LO	-1.0	0.7		dB
	RF = 2550MHz, Low Side LO		0.5		dB
	RF = 3500MHz, Low Side LO		0.2		dB
	RF = 4900MHz, Low Side LO, IF = 900MHz		0.1		dB
	RF = 5900MHz, Low Side LO, IF = 900MHz		-0.7		dB
Conversion Gain Flatness	RF = 1900 ±140MHz, LO = 1747MHz, IF = 153 ±140MHz		±0.2		dB
Conversion Gain vs Temperature	$T_C = -40^\circ\text{C}$ to $105^\circ\text{C}$ , RF = 1900MHz, Low Side LO		-0.013		dB/°C
2-Tone Input 3rd Order Intercept ( $\Delta f_{RF} = 2\text{MHz}$ )	RF = 450MHz, High Side LO		29.5		dBm
	RF = 850MHz, High Side LO		29.8		dBm
	RF = 1900MHz, Low Side LO		30.2		dBm
	RF = 2550MHz, Low Side LO		31.0		dBm
	RF = 3500MHz, Low Side LO		28.0		dBm
	RF = 4900MHz, Low Side LO, IF = 900MHz		24.0		dBm
	RF = 5900MHz, Low Side LO, IF = 900MHz		26.0		dBm
2-Tone Input 2nd Order Intercept ( $\Delta f_{RF} = 154\text{MHz} = f_{IM2}$ )	RF = 450MHz (527MHz/373MHz), LO = 603MHz		68		dBm
	RF = 850MHz (927MHz/773MHz), LO = 1003MHz		68		dBm
	RF = 1900MHz (1977MHz/1823MHz), LO = 1747MHz		61		dBm
	RF = 2550MHz (2627MHz/2473MHz), LO = 2397MHz		60		dBm
	RF = 3500MHz (3577MHz/3423MHz), LO = 3347MHz		66		dBm
SSB Noise Figure	RF = 450MHz, High Side LO		13.4		dB
	RF = 850MHz, High Side LO		11.7		dB
	RF = 1900MHz, Low Side LO		11.8	14.0	dB
	RF = 2550MHz, Low Side LO		12.5		dB
	RF = 3500MHz, Low Side LO		14.3		dB
	RF = 4900MHz, Low Side LO, IF = 900MHz		15.2		dB
	RF = 5900MHz, Low Side LO, IF = 900MHz		15.0		dB
SSB Noise Figure Under Blocking	RF = 850MHz, High Side LO, 750MHz Blocker at 5dBm		16.1		dB
	RF = 1900MHz, Low Side LO, 2000MHz Blocker at 5dBm		15.8		dB
1/2IF Output Spurious Product ( $f_{RF}$ Offset to Produce Spur at $f_{IF} = 153\text{MHz}$ )	850MHz: $f_{RF} = 926.5\text{MHz}$ at $-3\text{dBm}$ , $f_{LO} = 1003\text{MHz}$		-85		dBc
	1900MHz: $f_{RF} = 1823.5\text{MHz}$ at $-3\text{dBm}$ , $f_{LO} = 1747\text{MHz}$		-79		dBc
1/3IF Output Spurious Product ( $f_{RF}$ Offset to Produce Spur at $f_{IF} = 153\text{MHz}$ )	850MHz: $f_{RF} = 952\text{MHz}$ at $-3\text{dBm}$ , $f_{LO} = 1003\text{MHz}$		-86		dBc
	1900MHz: $f_{RF} = 1798\text{MHz}$ at $-3\text{dBm}$ , $f_{LO} = 1747\text{MHz}$		-81		dBc
Input 1dB Compression	RF = 450MHz, High Side LO		15.7		dBm
	RF = 850MHz, High Side LO		15.3		dBm
	RF = 1900MHz, Low Side LO		15.2		dBm
	RF = 2550MHz, Low Side LO		15.6		dBm
	RF = 3500MHz, Low Side LO		15.4		dBm
	RF = 4900MHz, Low Side LO, IF = 900MHz		14.0		dBm
	RF = 5900MHz, Low Side LO, IF = 900MHz		13.5		dBm
LO to RF Leakage	LO = 300MHz to 2500MHz		≤60		dBm
	LO = 2500MHz to 5200MHz		≤50		dBm
	LO = 5200MHz to 6000MHz		≤35		dBm
LO to IF Leakage	LO = 300MHz to 1800MHz		≤28		dBm
	LO = 1800MHz to 6000MHz		≤33		dBm

# LTC5577

**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、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 、 $EN = "H"$ 。図1に示すテスト回路。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage ( $V_{CC}$ )		●	3.0	3.3	3.6	V
Supply Current	Enabled Disabled	EN = High EN = Low		180	217 200	mA $\mu\text{A}$
<b>イネーブル・ロジック入力 (EN)</b>						
Input High Voltage (On)		●	2.5			V
Input Low Voltage (Off)		●			0.3	V
Input Current	-0.3V to $V_{CC} + 0.3\text{V}$			-60	200	$\mu\text{A}$
Turn-On Time				0.3		$\mu\text{s}$
Turn-Off Time				0.1		$\mu\text{s}$
<b>ミキサの DC 電流調整 (IADJ)</b>						
Open-Circuit DC Voltage				2.2		V
Short-Circuit DC Current	Pin Shorted to Ground				3.6	mA
<b>温度検出ダイオード (TEMP)</b>						
DC Voltage at $T_J = 25^\circ\text{C}$	$I_{IN} = 10\mu\text{A}$ $I_{IN} = 80\mu\text{A}$			716 773		mV mV
Voltage Temperature Coefficient	$I_{IN} = 10\mu\text{A}$ $I_{IN} = 80\mu\text{A}$		● ●	-1.75 -1.56		$\text{mV}/^\circ\text{C}$ $\text{mV}/^\circ\text{C}$

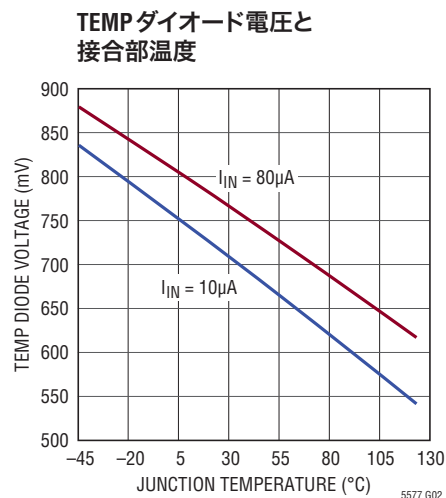
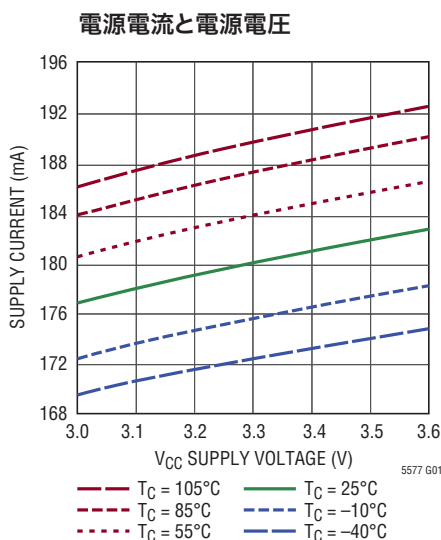
**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに回復不可能な損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

**Note 2:** LTC5577 は  $-40^\circ\text{C}$  ~  $105^\circ\text{C}$  のケース温度範囲 ( $\theta_{JC} = 8^\circ\text{C}/\text{W}$ ) で動作することが保証されている。

**Note 3:** SSB ノイズフィギュアは、RF 入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測定される。

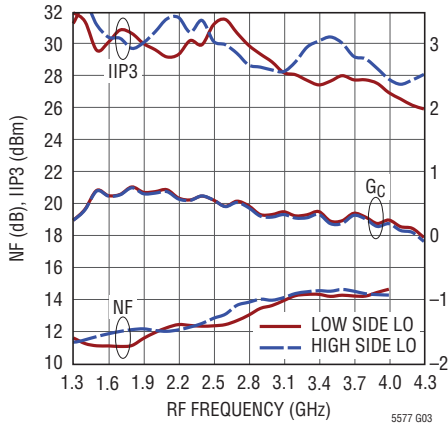
**Note 4:** 規定されている性能には、外付けの 180 $^\circ\text{IF}$  コンパインナの損失は含まれていない。

## 標準的性能特性 $EN = "H"$ 、図1に示すテスト回路。

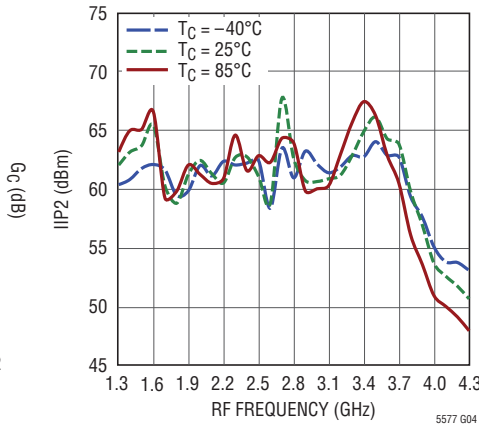


**標準的性能特性** 1300MHz～4300MHzのアプリケーション。図1に示すテスト回路。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 、 $T_C = 25^\circ C$ 、 $P_{LO} = 0dBm$ 、 $P_{RF} = -3dBm$  (2トーンのIIP3テストでは $-3dBm$ /トーン、 $\Delta f = 2MHz$ )、 $IF = 153MHz$ 。

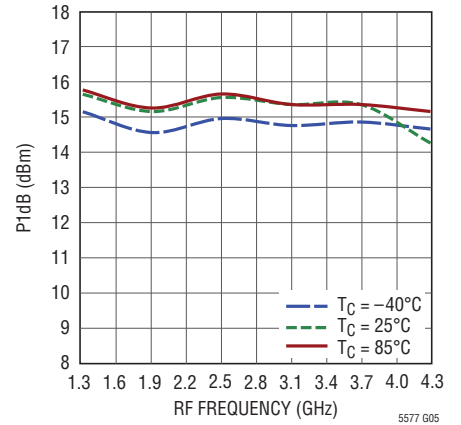
**変換利得、IIP3およびNFとRF周波数**



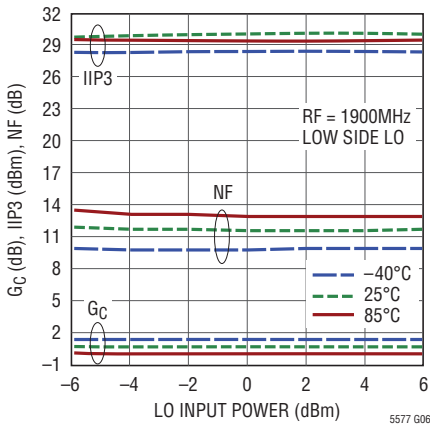
**2トーン IIP2とRF周波数 ( $\Delta f_{RF} = 154MHz = f_{IM2}$ )**



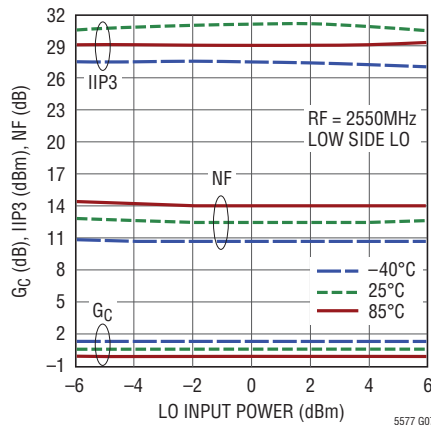
**RF入力のP1dBとRF周波数**



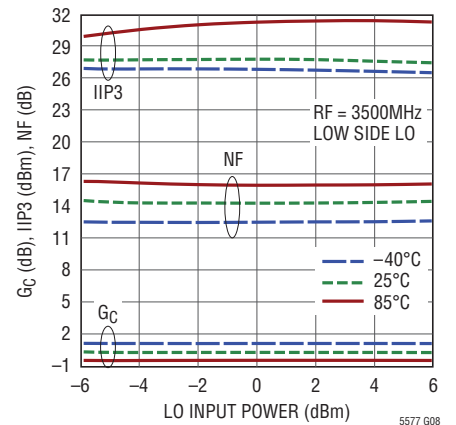
**1900MHzでの変換利得、IIP3およびNFとLO電力**



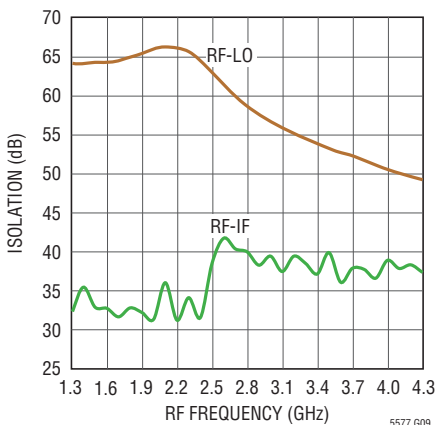
**2550MHzでの変換利得、IIP3およびNFとLO電力**



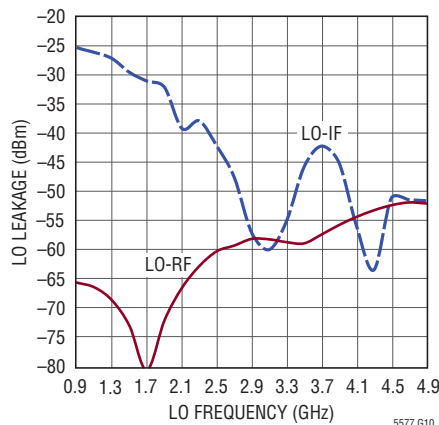
**3500MHzでの変換利得、IIP3およびNFとLO電力**



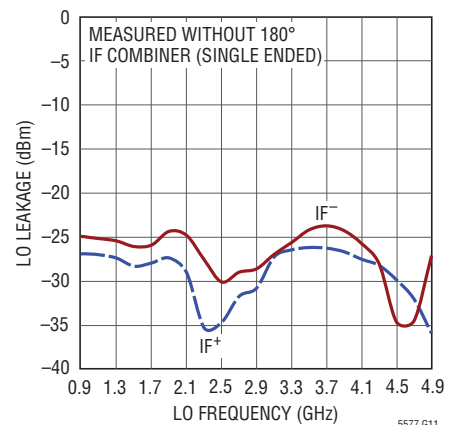
**RF分離とRF周波数**



**LOリークとLO周波数**

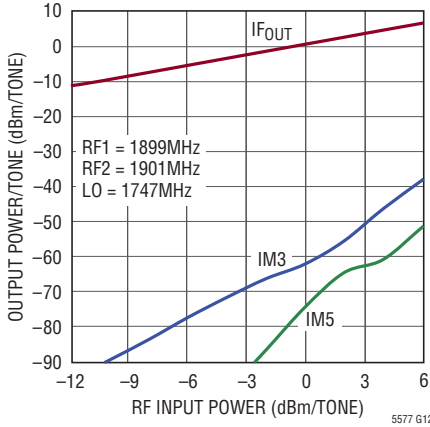


**LO-不平衡IFポート間のリークとLO周波数**

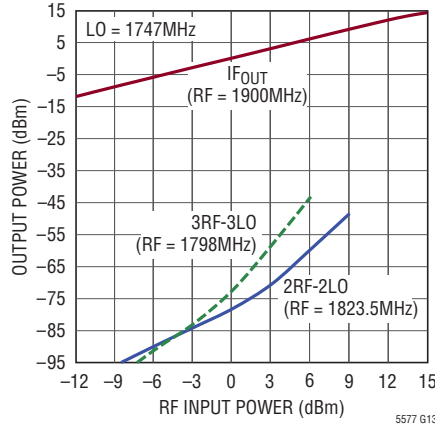


**標準的性能特性** 1300MHz～4300MHzのアプリケーション。図1に示すテスト回路。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 、 $T_C = 25^\circ C$ 、 $P_{LO} = 0dBm$ 、 $P_{RF} = -3dBm$  (2トーンのIIP3テストでは $-3dBm$ /トーン、 $\Delta f = 2MHz$ )、 $IF = 153MHz$ 。

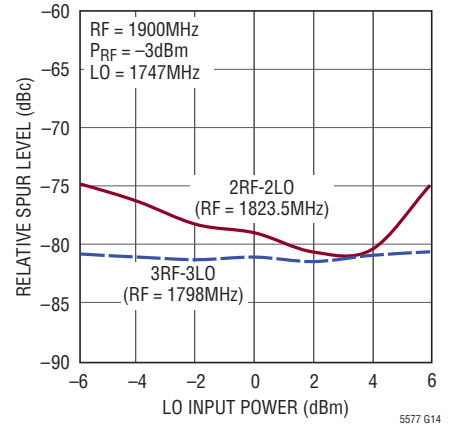
**2トーンIF出力電力、IM3およびIM5とRF入力電力**



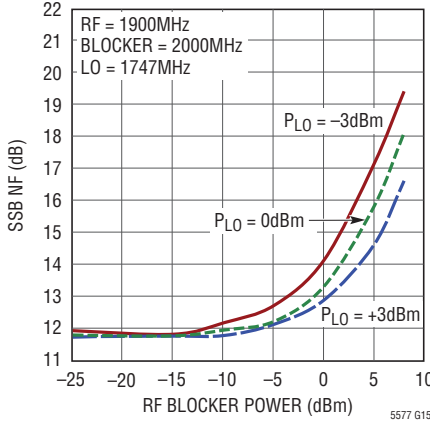
**シングルトーンIF出力電力、2×2および3×3スプリアスとRF入力電力**



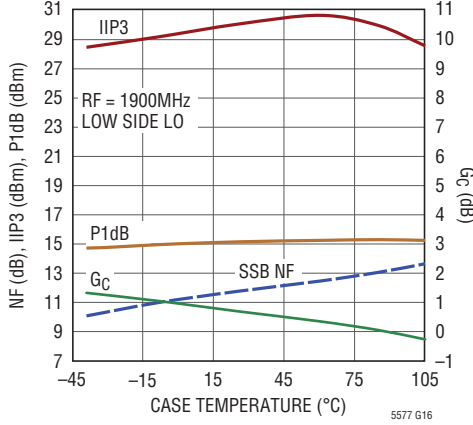
**2×2および3×3スプリアス抑制とLO電力**



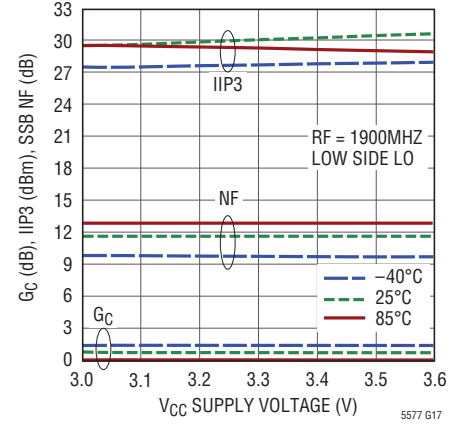
**SSB ノイズ・フィギュアとRF ブロッカ・レベル**



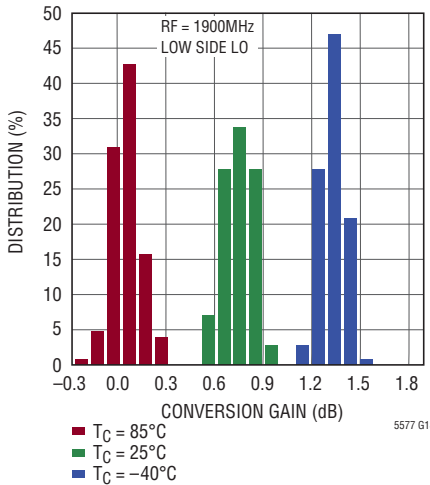
**変換利得、IIP3、NFおよびRF入力のP1dBと温度**



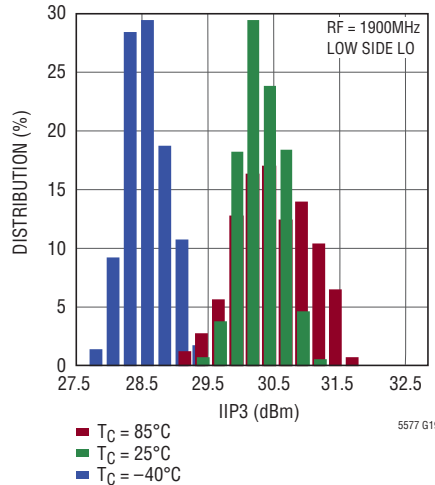
**変換利得、IIP3およびNFと電源電圧**



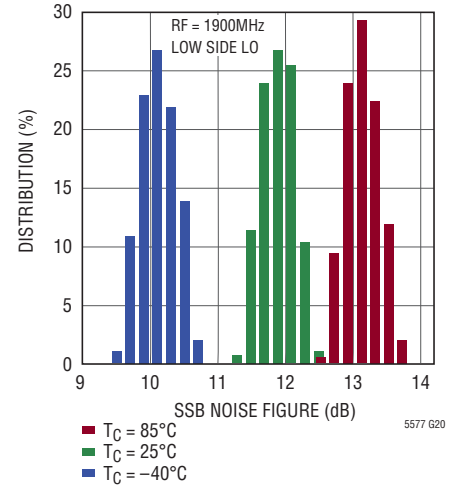
**1900MHzでの変換利得の分布**



**1900MHzでのIIP3の分布**

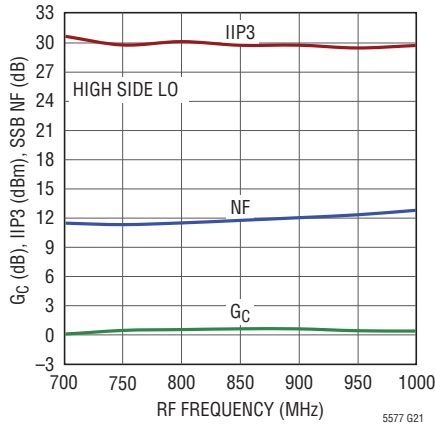


**1900MHzでのSSB NFの分布**

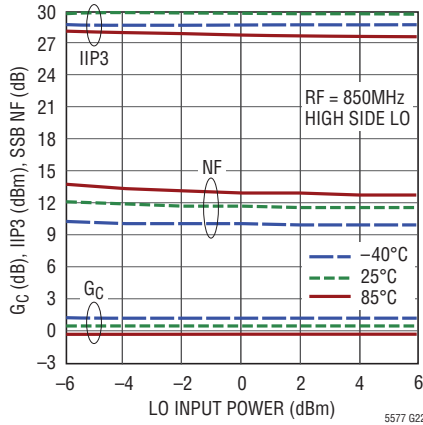


**標準的性能特性** 700MHz~1000MHzのアプリケーション。図1に示すテスト回路。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 、 $T_C = 25^\circ C$ 、 $P_{LO} = 0dBm$ 、 $P_{RF} = -3dBm$  (2トーンのIIP3テストでは $-3dBm$ /トーン、 $\Delta f = 2MHz$ )、 $IF = 153MHz$ 。

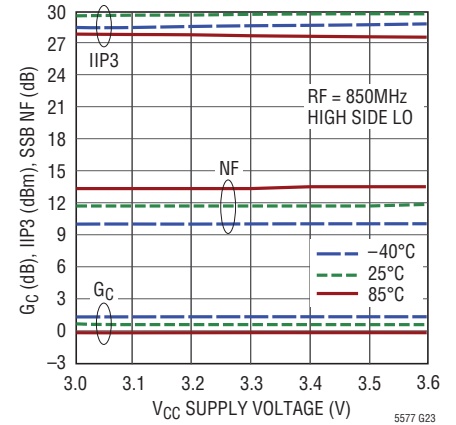
**変換利得、IIP3およびNFとRF周波数**



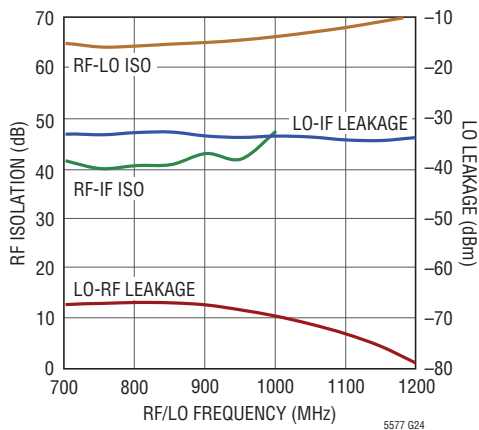
**850MHzでの変換利得、IIP3およびNFとLO電力**



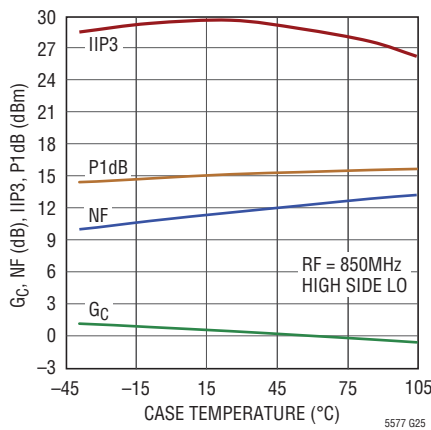
**850MHz変換利得、IIP3およびNFと電源電圧**



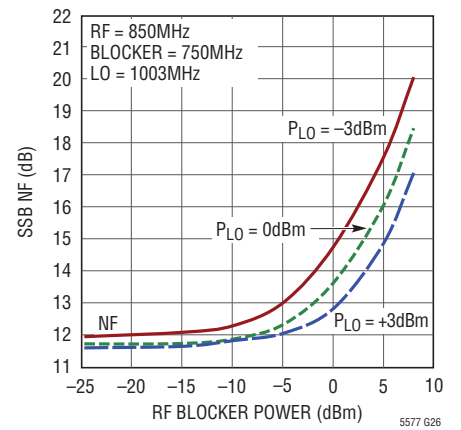
**RF分離およびLOリークと周波数**



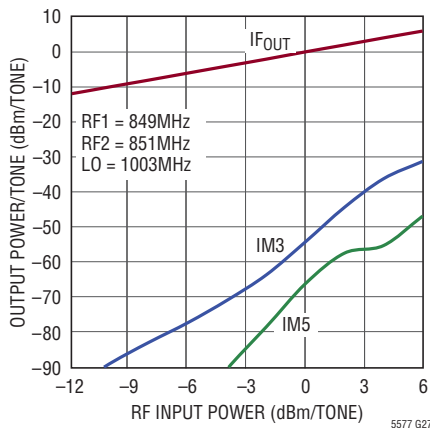
**変換利得、IIP3、NFおよびRF入力のP1dBと温度**



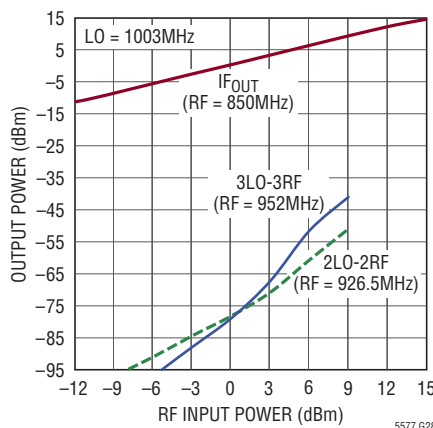
**SSBノイズフィギュアとRFブロッカ電力**



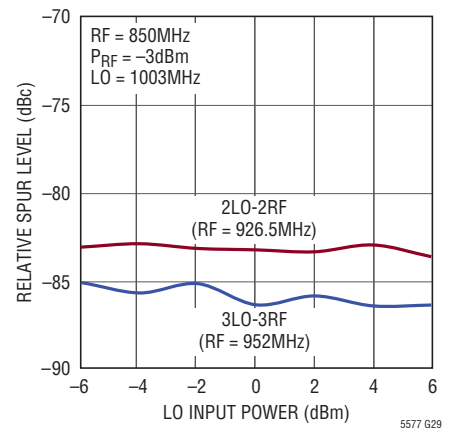
**2トーンIF出力電力、IM3およびIM5とRF入力電力**



**シングルトーンIF出力電力、2x2および3x3スプリアスとRF入力電力**



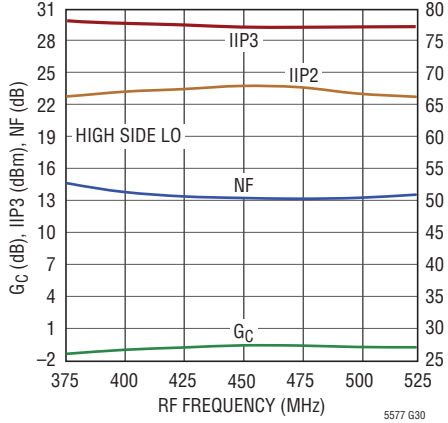
**2x2および3x3スプリアス抑制とLO電力**



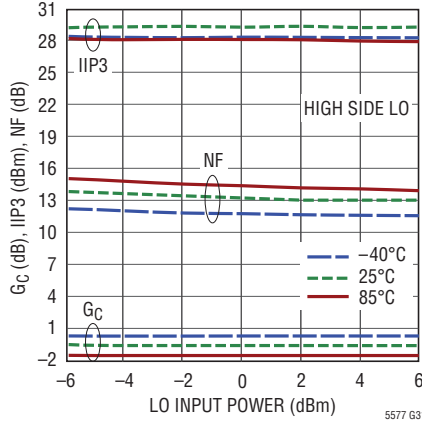


**標準的性能特性** 375MHz~525MHzのアプリケーション。図1に示すテスト回路。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 、 $T_C = 25^\circ C$ 、 $P_{LO} = 0dBm$ 、 $P_{RF} = -3dBm$  (2トーンのIIP3テストでは $-3dBm$ /トーン、 $\Delta f = 2MHz$ )、 $IF = 153MHz$ 。

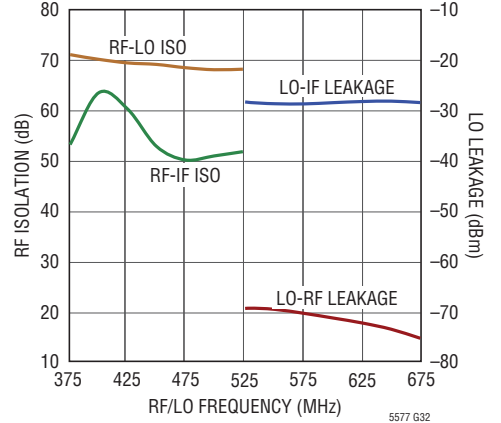
変換利得、IIP3、IIP2およびNFとRF周波数



450MHzでの変換利得、IIP3およびNFとLO電力

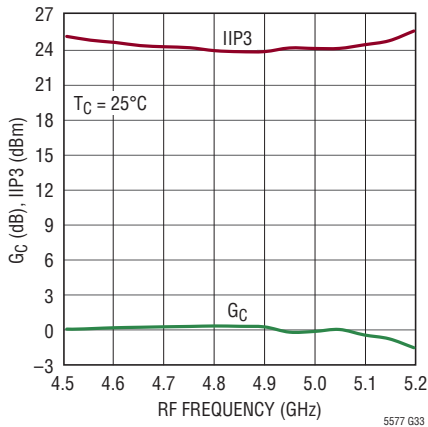


RF分離およびLOリークと周波数

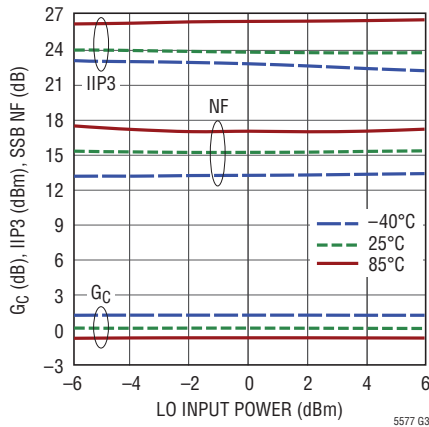


4.9GHzおよび5.9GHzのアプリケーション。IF = 900MHz、低電位側 LO、 $P_{LO} = 0dBm$ 。図1に示すテスト回路。

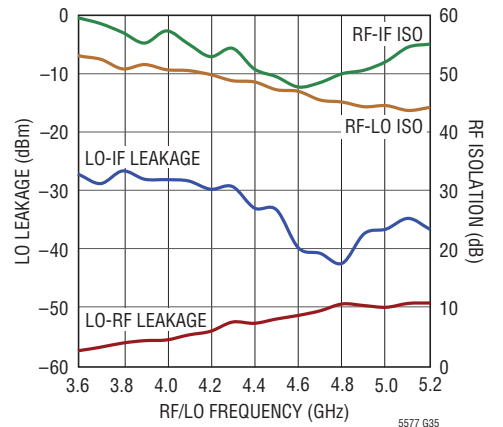
変換利得およびIIP3とRF周波数 (4.9GHzアプリケーション)



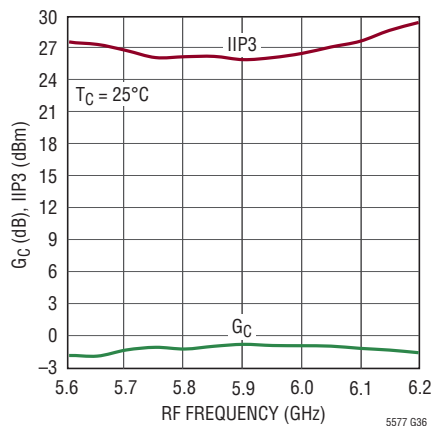
4.9GHzでの変換利得、IIP3およびNFとLO電力



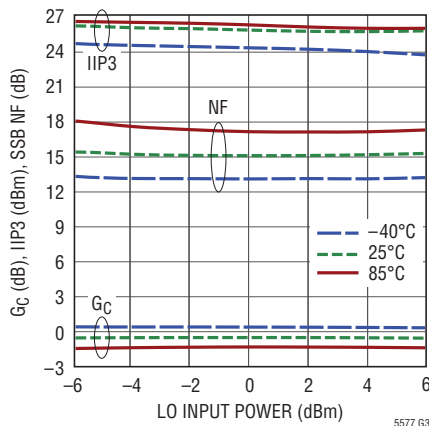
RF分離およびLOリークと周波数 (4.9GHzアプリケーション)



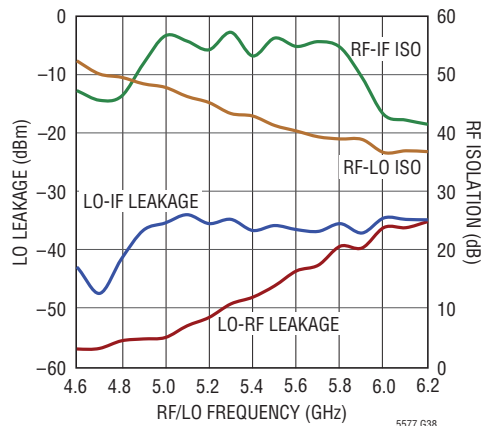
変換利得およびIIP3とRF周波数 (5.9GHzアプリケーション)



5.9GHzでの変換利得、IIP3およびNFとLO電力



RF分離およびLOリークと周波数 (5.9GHzアプリケーション)





## ピン機能

**GND (ピン1、4、9、13、16、露出パッド・ピン17) :** グランド。これらのピンはプリント回路基板のRFグランド・プレーン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。

**RF (ピン2) :** シングルエンドのRF入力。このピンは内蔵のRFトランスの1次巻線に内部で接続されており、グランドとの間に小さいDC抵抗があります。RF信号源にDC電圧が存在する場合は、DC阻止コンデンサを直列に接続する必要があります。ミキサがイネーブルされている場合、RF入力は図1に示す整合部品値を使って50Ωのインピーダンスに整合しています。

**NC (ピン3、11) :** これらのピンは内部では接続されていません。これらのピンはフロート状態のままにしても、グランドまたはV<sub>CC</sub>に接続してもかまいません。

**EN (ピン5) :** イネーブル・ピン。入力電圧が2.5Vより高くなると、ミキサはイネーブルされます。入力電圧が0.3Vより低くなると、ミキサはディ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プルダウン抵抗があります。

**V<sub>CC</sub> (ピン6、7) :** 電源ピン。これらのピンは3.3Vの安定化電源に接続し、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。標準的なDC消費電流は68mAです。

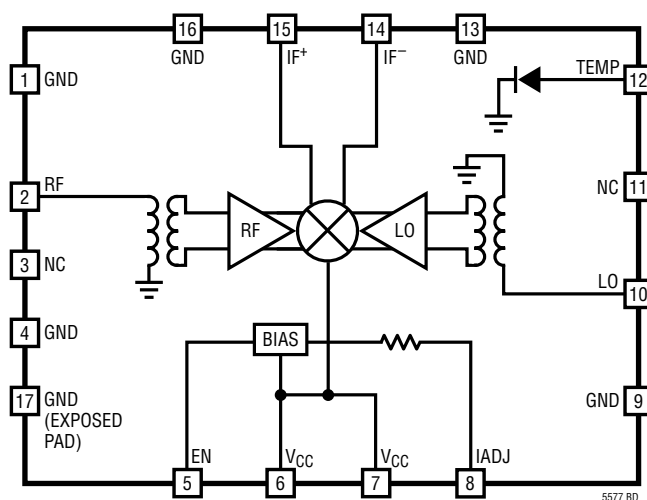
**IADJ (ピン8) :** ミキサ・コアの電流調整ピン。このピンとグランドの間に1本の抵抗を接続することで、ミキサ・コアのDC電源電流を減らすことができます。標準の開放DC電圧は2.2Vです。最適な性能を得るには、このピンをフロート状態のままにしておきます。

**LO (ピン10) :** シングルエンドのローカル発振器入力。このピンは内蔵トランスの1次巻線に内部で接続されており、グランドとの間に小さいDC抵抗があります。DC阻止コンデンサを直列に接続して、内部トランスの損傷を防ぐ必要があります。この入力、デバイスがディスエーブルされている場合でも930MHz～4GHzの範囲で50Ωのインピーダンスに整合します。図1に示す外部整合により、最小300MHzまたは最大6GHzまでの動作が可能です。

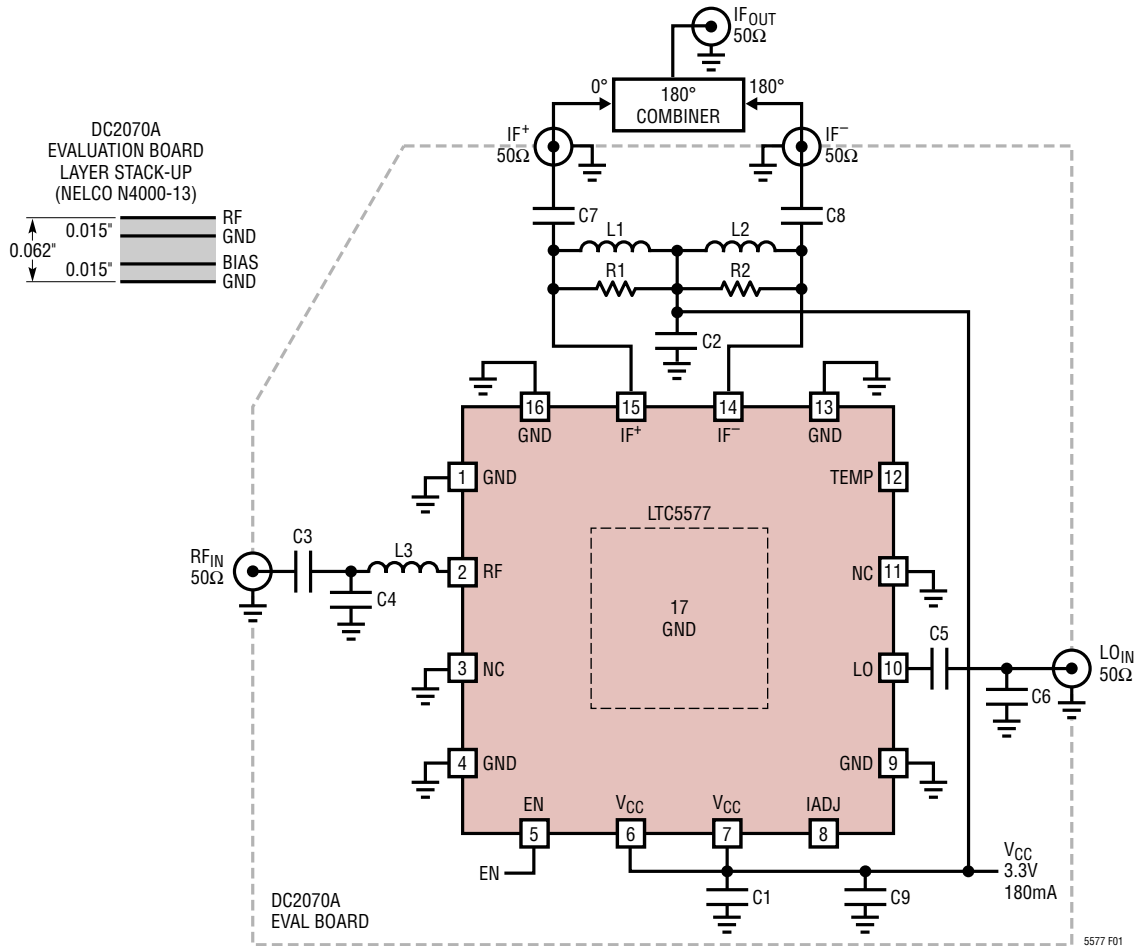
**TEMP (ピン12) :** 温度検出ダイオード。このピンは、ダイの温度を測定する目的で使用できるダイオードのアノードに接続されています。温度を測定するには、電流を強制的に流して電圧を測定します。

**IF<sup>+</sup>/IF<sup>-</sup> (ピン15/ピン14) :** オープン・コレクタの差動IF出力。これらのピンはインピーダンスの整合したインダクタまたはトランスの中間引き出し口を介してV<sub>CC</sub>電源に接続する必要があります。各ピンに流れ込む標準のDC消費電流は56mAです。

## ブロック図



## テスト回路



アプリケーション		RFの整合			LOの整合		IFの整合
RF (MHz)	LO	C3	C4	L3	C5	C6	L1, L2
300 ~ 400	HS	330pF	18pF	2.2nH	47pF	15pF	560nH
375 ~ 525	HS	330pF	15pF	2nH	27pF	8.2pF	560nH
700 ~ 1000	HS	330pF	6pF	—	6.8pF	2.7pF	560nH
1300 ~ 4300	LS, HS	8.2pF	0.7pF	—	3.9pF	—	560nH
4900	LS	1.8nH (L)	0.7pF	—	1pF	—	10nH*
5900	LS	0.25pF	—	—	1pF	—	10nH*

LS = 低電位側, HS = 高電位側 \*IF = 900MHz

参照記号	値	サイズ	メーカー
C1, C2, C7, C8	1nF	0402	Murata
C3 ~ C6	表を参照	0402	Murata
R1, R2	115Ω, 1%	0402	
C9	1μF	0603	AVX
L1, L2	表を参照	0603	Coilcraft 0603LS
L3	表を参照	0402	Coilcraft 0402HP

図1. ダウンミキサの標準テスト回路図(広帯域100Ω差動IF出力)

## アプリケーション情報

### はじめに

LTC5577は、直線性の高い二重平衡アクティブ・ミキサ、高速制限のLOバッファ、およびバイアス/イネーブル回路を内蔵しています。各ピンの説明については「ピン機能」と「ブロック図」のセクションを参照してください。データシートに規定されている性能を実現するために必要なすべての外付け部品を示すテスト回路図を図1に示します。いくつかの追加部品を使用することにより、DC電源電流または周波数応答を変更できます。これについては以降のセクションで説明します。

LO入力およびRF入力はシングルエンドです。図1に示すテスト回路は、100Ωの差動IF出力を使って構成されています。特性評価とテストのために、外付けの広帯域180°パッシブ・コンバイナを使って、差動IF出力を50Ωのシングルエンドに結合しています。評価ボードのレイアウトを図2に示します。

### RF入力

ミキサのRF入力の簡略回路図を図3に示します。図に示すように、内蔵のRFトランスの1次巻線の一方の端子はピン2に接続されていますが、他方の端子は内部でDC接地されています。

ます。このため、RF信号源にDC電圧が存在する場合は、直列のDC阻止コンデンサ(C3)が必要です。1次巻線のDC抵抗は約3Ωです。RFトランスの2次巻線は内部でRFバッファ・アンプに接続されています。

LTC5577ではIIP3と入力P1dBが高く、RF電圧振幅が大きいので、RF入力にESD保護ダイオードは使用しません。内部RFトランスにより、RF整合コンデンサは最大3kVのESD(人体モデル)から保護されていますが、このコンデンサを損傷させないためには、ESDに対する適切な対策を講じる必要があります。

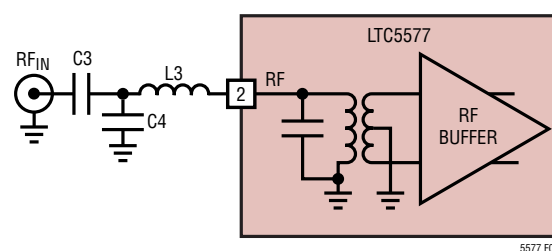


図3. RF入力の回路図

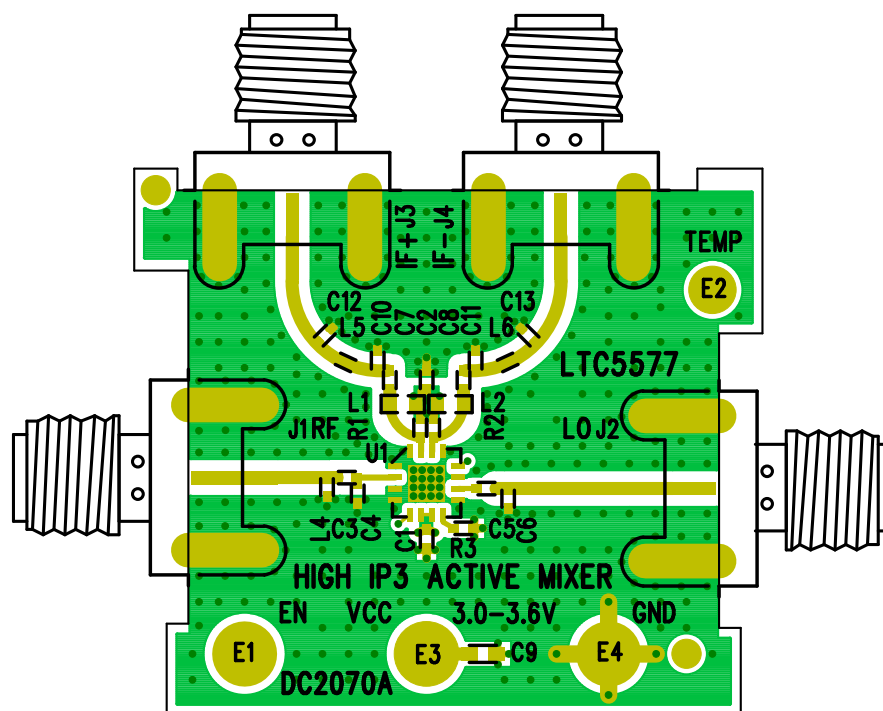


図2. 評価ボードのレイアウト

## アプリケーション情報

RF入力は、 $C3 = 8.2\text{pF}$ と $C4 = 0.7\text{pF}$ を使用して1300MHz～4300MHzの範囲で $50\Omega$ に整合しています。この周波数範囲外でRF周波数で整合するには、図1に示す整合部品値を使用すれば簡単です。RF周波数が500MHzより低い場合は、直列インダクタL3も必要です。評価ボードにはL3用の配線パターンは用意されていないので、L3を直列に接続するにはRF入力の配線を切断する必要があります。RF入力の反射減衰量の測定結果を図4に示します。RF入力インピーダンスおよび入力反射係数と周波数の関係を表1に示します。

**表1. RFの入力インピーダンスとS11**  
(ピン2、外部整合なし、ミキサはイネーブル状態)

周波数 (MHz)	入力インピーダンス	S11	
		振幅	位相
200	4.4 + j8.5	0.84	163
350	6.6 + j12.0	0.78	153
450	8.3 + j14.4	0.74	147
575	10.1 + j17.2	0.69	141
700	12.0 + j19.9	0.66	136
900	15.4 + j22.8	0.60	127
1100	18.9 + j25.9	0.55	120
1400	25.2 + j29.5	0.48	109
1700	33.2 + j30.9	0.40	98
1950	40.0 + j29.1	0.33	91
2200	45.2 + j24.3	0.25	87
2450	47.1 + j18.0	0.18	89
2700	44.7 + j12.8	0.15	105
3000	39.1 + j10.7	0.17	129
3300	33.0 + j13.8	0.26	132
3600	28.4 + j20.1	0.36	123
3900	25.2 + j29.1	0.48	109
4200	23.5 + j39.1	0.57	95
4500	22.8 + j52.1	0.66	82
4800	23.6 + j66.1	0.72	70
5400	28.6 + j98.2	0.80	51
6000	38.0 + j134.4	0.84	38

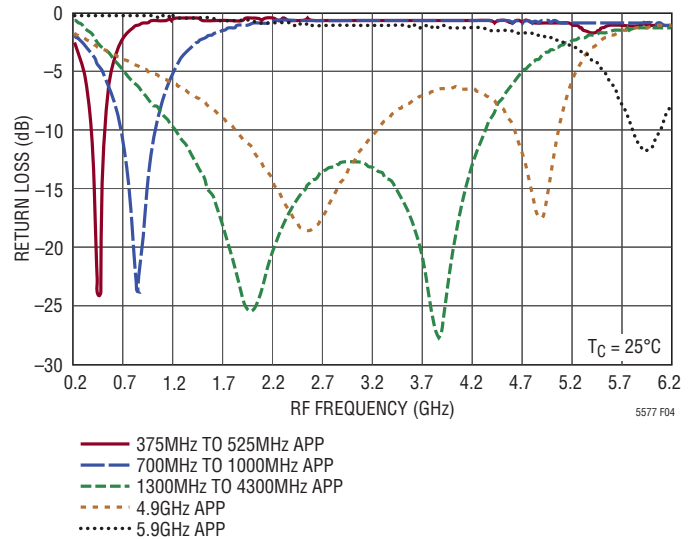


図4. RF入力の反射減衰量

## LO入力

LO入力の簡略回路図と外付け部品を図5に示します。RF入力の場合と同様に、内蔵のLOトランスの1次巻線は内部でDC接地されているので、外付けのDC阻止コンデンサが必要です。コンデンサC5は必要なDC阻止機能を実現し、930MHz～4GHzの周波数範囲でLO入力の整合を最適化します。制限アンプは $\pm 6\text{dB}$ 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 $0\text{dBm}$ です。LOの入力電力が $+6\text{dBm}$ より大きいと内部ESDダイオードが導通することがあります。

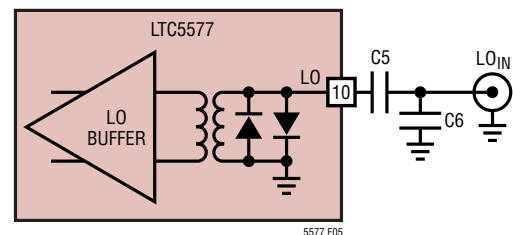


図5. LO入力の回路図

## アプリケーション情報

1GHzより低い周波数に対してLO入力 of 整合を最適化するには、C5の値を大きくして分路コンデンサC6を追加します。C5およびC6の値とLOの周波数範囲の要約を表2に示します。LO入力の反射減衰量の測定結果を図6に示します。最後に、LO入力インピーダンスおよび入力反射係数と周波数の関係を表3に示します。

表2. LO入力の整合値とLOの周波数範囲

周波数 (MHz)	C5 (pF)	C6 (pF)
285 ~ 392	330	33
338 ~ 415	330	22
415 ~ 505	56	18
525 ~ 700	27	8.2
645 ~ 803	15	7.5
800 ~ 1150	6.8	2.7
930 ~ 4000	3.9	—
3500 ~ 6000	1.0	—

LOのバッファは、デバイスがディスエーブルされたときにLOの入力インピーダンスが大幅に変化しないように設計されています。この機能の要件は、電源電圧を印加しておくことだけです。この機能の実際の性能を図7に示します。図に示すように、LO入力の反射減衰量は、デバイスがイネーブルされている場合でもディスエーブルされている場合でも、1GHz ~ 4GHzの周波数範囲では10dBより優れています。

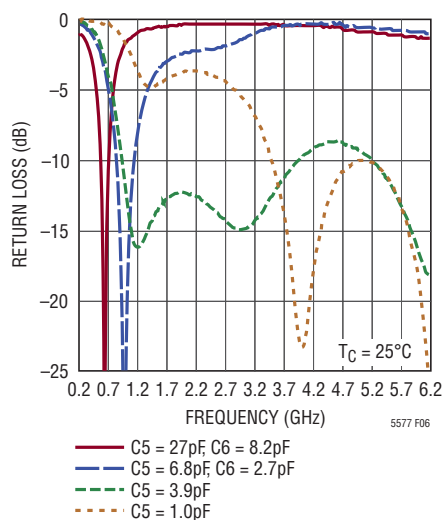


図6. LO入力の反射減衰量

表3. LOの入力インピーダンスとS11  
(ピン10、外部整合なし、ミキサはイネーブル状態)

周波数 (MHz)	入力インピーダンス	S11	
		振幅	位相
350	5.2 + j14.9	0.83	146.5
400	6.0 + j17.3	0.81	141.7
450	6.6 + j19.5	0.80	137.0
500	7.2 + j21.5	0.78	132.7
600	9.1 + j26.5	0.75	123.6
800	15.1 + j35.7	0.67	106.0
1000	24.9 + j43.6	0.58	89.5
1500	67.5 + j36.4	0.33	47.1
2000	61.7 - j4.2	0.11	-18.3
2500	40.3 - j7.1	0.13	-139.4
3000	31.7 + j1.8	0.23	173.1
3500	29.8 + j12.3	0.29	140.0
4000	31.5 + j22.9	0.35	113.2
4500	36.0 + j32.4	0.38	92.8
5000	59.0 + j40.6	0.36	57.1
5500	64.2 + j30.8	0.29	50.1
6000	57.4 + j19.7	0.19	59.0

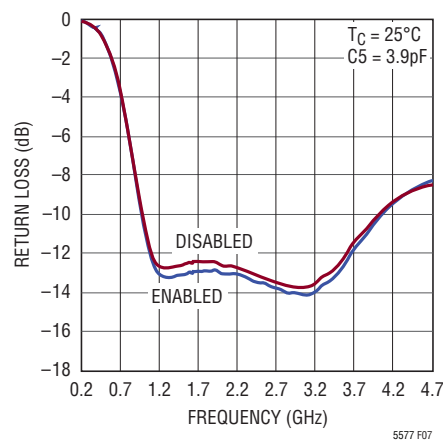


図7. LO入力の反射減衰量—ミキサをイネーブルした状態とディスエーブルした状態

## アプリケーション情報

### IF出力

IF出力の簡略回路図と外付けの整合部品を図8に示します。図に示すように、IF出力は差動のオープン・コレクタです。各IF出力ピンは電源電圧(V<sub>CC</sub>)でバイアスする必要があります。図8に示すように、電源電圧は外付けの整合インダクタ(L1およびL2)を介して印加されます。各ピンには約56mAのDC電源電流(合計112mA)が流れます。IIP3とP1dBを最大にするためには、Coilcraft 0603LSのようにDC抵抗が1Ωより小さいインダクタが必要です。

差動IF出力インピーダンスは、表4に示す値を使用して、周波数依存の並列R-C回路としてモデル化できます。このデータは(外付け部品がない場合)パッケージのピンを基準にしており、デバイスとパッケージの寄生要素の影響を含んでいます。抵抗R1およびR2は出力抵抗を減らすために使用されています。これらの抵抗によってIF帯域幅と入力P1dBは大きくなりますが、変換利得は小さくなります。

### 100Ω差動IF出力の整合

図1に示すダウンミキサの標準テスト回路では、115Ωの抵抗を使って100Ωの差動出力を実現します。560nHのプルアップ・インダクタを使って、10MHzから600MHzを超える広帯域IF出力を供給することができます。C7およびC8は1nFのDC阻止コンデンサです。

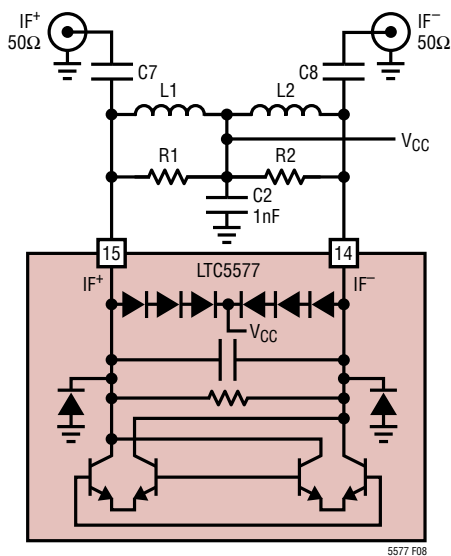


図8. IF出力の回路図と外部の整合回路

600MHzより高い周波数でIF出力を整合させるためには、必要なIF中心周波数で内部のIF容量(C<sub>IF</sub>)と共振するように、次式を使ってL1およびL2の値を選択します。

$$L1, L2 = \frac{1}{(2 \cdot \pi \cdot f_{IF})^2 \cdot 2 \cdot C_{IF}}$$

図1に示すダウンミキサの標準テスト回路で使用するのに最適なIF整合部品値をIF中心周波数との関係で表4に示します。一覧に示したインダクタ値は、評価ボードのトレースが持つ付加的な容量により、理想の計算値よりわずかに小さくなります。差動IF出力の反射減衰量の測定結果を図9に示します。

表4. IF出力インピーダンスおよびバンドパス整合部品の値とIF周波数

IF周波数 (MHz)	差動IF出力インピーダンス (R <sub>IF</sub>   C <sub>IF</sub> )	外付け整合部品の値 (100Ω差動出力)	
		L1, L2	R1, R2
10-600	390Ω  1.55pF	560nH	115Ω
450	390Ω  1.55pF	39nH	115Ω
800	367Ω  1.68pF	10nH	115Ω
1000	343Ω  1.73pF	6nH	133Ω
1200	317Ω  1.81pF	3.3nH	191Ω
1400	261Ω  1.91pF		
1600	212Ω  2.02pF		
1800	156Ω  2.19pF		
2000	105Ω  2.43pF		



アプリケーション情報

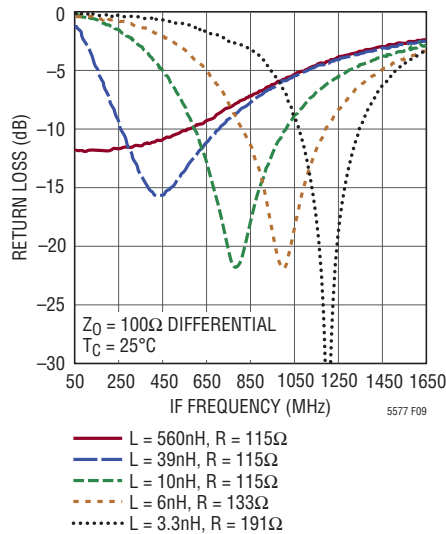


図9. 差動IF出力の反射減衰量—100Ωの差動負荷

広帯域50ΩシングルエンドIF出力の整合

50ΩシングルエンドIF出力を必要とするアプリケーションでは、図10に示すように、100Ω差動出力に2:1トランスを追加することができます。推奨されるトランスは、Mini-Circuits TC2-1T+やCoilcraft WBC2-1Tなどです。他のIF整合部品の変更は不要です。

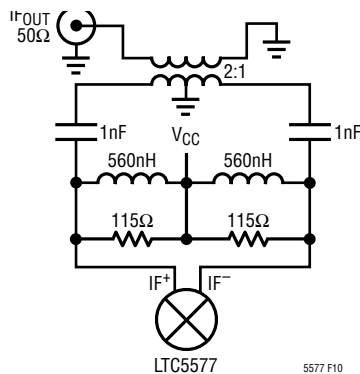


図10. 50ΩシングルエンドIF出力

Mini-Circuits TC2-1T+ (2:1) IFトランスを使用した場合の変換利得とIIP3の測定結果を図11に示します。比較のために、標準の100Ω差動出力での測定結果も示します。図に示すように、トランスの損失により、700MHzまでは、シングルエンドの変換利得の方が約0.5dB低くなっています。700MHzより高い周波数では、IFトランスの損失が急激に増加します。IIP3は、600MHzまではどちらのソリューションも同じような値を示します。600MHzより高い周波数では、トランスを使用するバージョンのIIP3の方が約1dB低くなります。

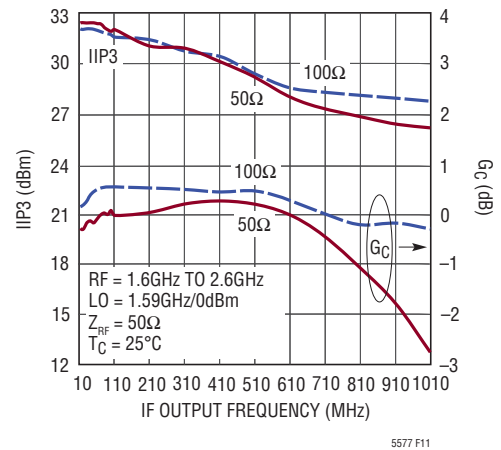


図11. 変換利得およびIIP3とIF出力周波数。トランスを使用した50Ωシングルエンド出力と100Ω差動出力



## アプリケーション情報

### ミキサのバイアス電流の低減

IADJピン(ピン8)を使用するとミキサ・コアのDC消費電流を減らすことができますが、その代償として直線性とP1dBの性能が低下します。最高の性能を得るためには、このピンをフロート状態のままにしてください。図12に示すように、内部のバイアス回路はミキサ・コアへ6mAのリファレンス電流を供給します。図12に示すように、抵抗をピン8に接続すると、リファレンス電流の一部をグラウンドに分流できるので、ミキサ・コアの電流が減少します。たとえば、 $R3 = 220\Omega$ とすると、ピン8から3mAが分流され、ミキサ・コアの電流が50%減少します。IADJピンの公称の開放回路DC電圧は2.2Vです。R3のさまざまな値に対する1900MHzでのDC電源電流およびRF性能を表5に示します。

表5. 電流を減少させた場合のミキサの性能 (RF = 1900MHz、低電位側LO、IF = 153MHz)

R3 ( $\Omega$ )	I <sub>CC</sub> (mA)	G <sub>c</sub> (dB)	IIP3 (dBm)	P1dB (dBm)	NF (dB)
開放	180	0.7	30.2	15.2	11.8
2k	166	0.6	28.0	15.0	11.1
1k	156	0.5	26.7	14.8	10.9
220	133	0.2	23.9	13.4	10.4
120	125	0.0	22.3	12.4	10.3
75	122	0.0	22.0	12.0	10.3

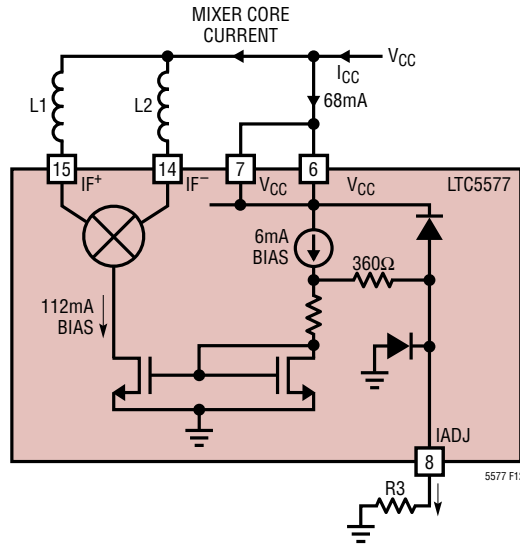


図12. IADJのインタフェース

## アプリケーション情報

### イネーブル・インタフェース

イネーブル・インタフェースの簡略回路図を図13に示します。ミキサをイネーブルするには、ENの電圧を2.5Vより高くする必要があります。イネーブル機能が不要な場合は、ENピンをV<sub>CC</sub>に直接接続してください。ENピンの電圧は電源電圧(V<sub>CC</sub>)を0.3V超えて高くならないようにしてください。このような状況が発生すると、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ピンには300kのプルダウン抵抗が内蔵されています。したがって、イネーブル(EN)ピンをフロート状態のままにすると、ミキサはディスエーブルされます。

### 電源電圧のランプ

電源電圧が急速に上昇すると、V<sub>CC</sub>ピンに接続されている内部ESDクランプ回路に電流グリッチが生じることがあります。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4.0Vの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。

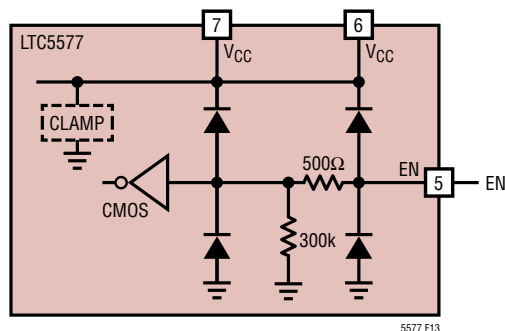


図13. イネーブル入力回路

### 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6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。表6aは、RF入力電力が-3dBmのときの相対スプリアス・レベル、表6bはRF入力電力が-6dBmに低下したときの相対スプリアス・レベルを示します。

スプリアス周波数は次式を使用して計算できます。

$$f_{\text{SPUR}} = (M \cdot f_{\text{RF}}) - (N \cdot f_{\text{LO}})$$

表6. IF出力スプリアス・レベル(dBc)。RF = 1900MHz、IF = 153MHz、低電位側LO、P<sub>LO</sub> = 0dBm、V<sub>CC</sub> = 3.3V、T<sub>C</sub> = 25°C

表6a. P<sub>RF</sub> = -3dBm

		N								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
M	0		-25	-35	-35	-39	-55	-35	-58	-55
	1	-34	0	-34	-18	-46	-41	-71	-53	-72
	2	-72	-59	-70	-65	-81	*	-81	*	-76
	3	*	-70	*	-79	*	-86	*	-83	*
	4	-88	*	-90	*	*	*	*	*	*
	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	6	*	-88	*	*	*	*	*	*	*
	7	*	-88	*	*	*	*	*	*	*

\* -90dBc未満

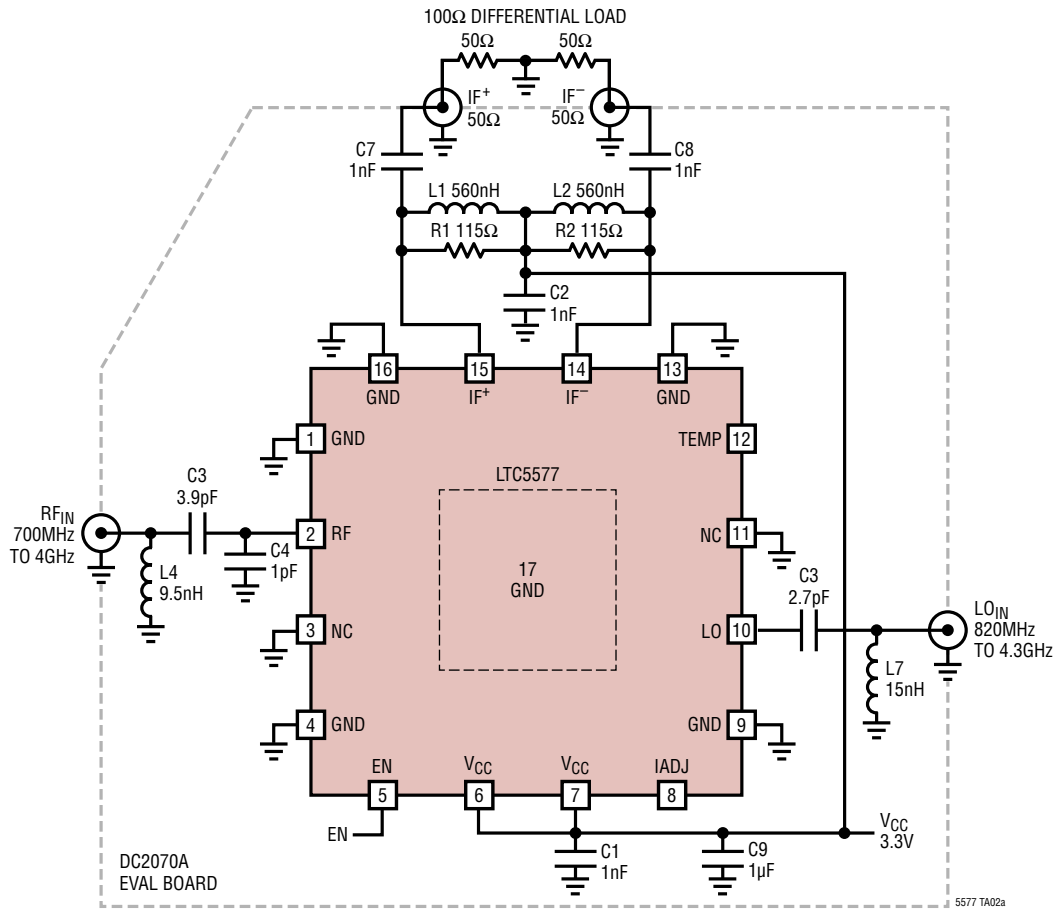
表6b. P<sub>RF</sub> = -6dBm

		N								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
M	0		-22	-31	-18	-36	-41	-32	-55	-51
	1	-34	0	-34	-68	-46	-86	-71	-53	-73
	2	-76	-62	-73	-84	-84	*	-85	*	-80
	3	-87	-76	*	*	*	*	*	*	*
	4	*	*	-87	*	*	*	*	*	*
	5	*	-87	*	*	*	*	*	*	*
	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	7	*	-86	*	*	*	*	*	*	*

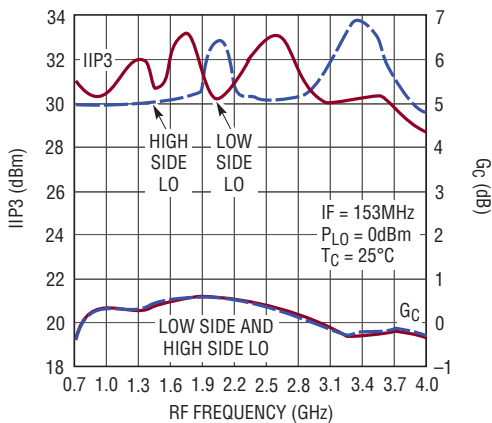
\* -90dBc未満

## 標準的応用例

### 700MHz～4GHzの広帯域RFアプリケーション

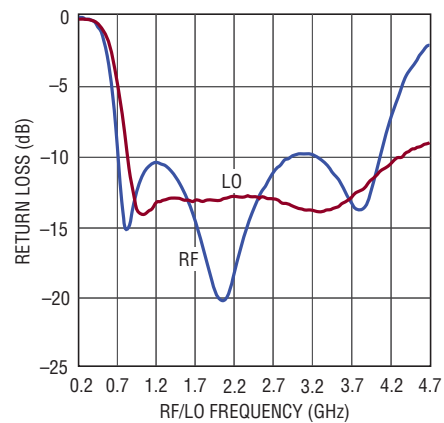


変換利得およびIIP3と  
RF入力周波数



5577 TA02b

RF入力とLO入力の反射減衰量

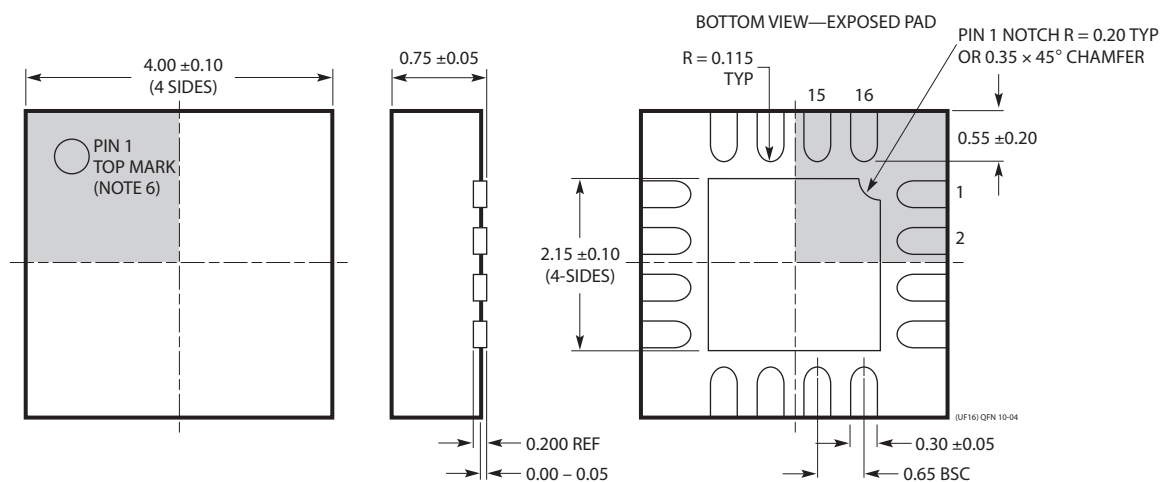
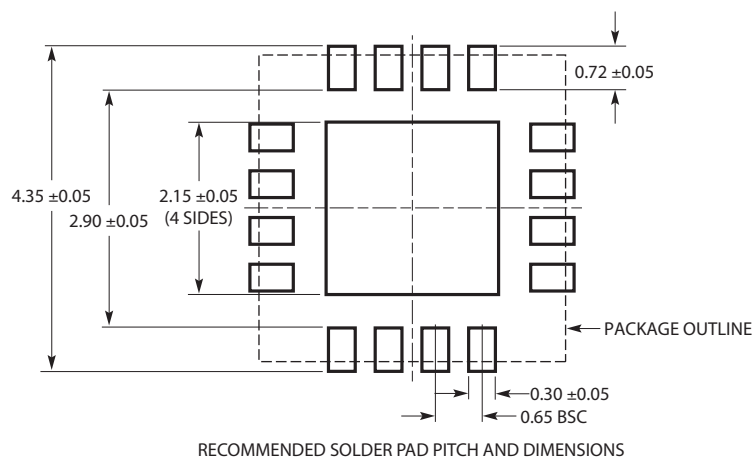


5577 TA02c

## 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/designtools/packaging/>を参照してください。

**UF Package**  
**16-Lead Plastic QFN (4mm × 4mm)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1692 Rev 0)

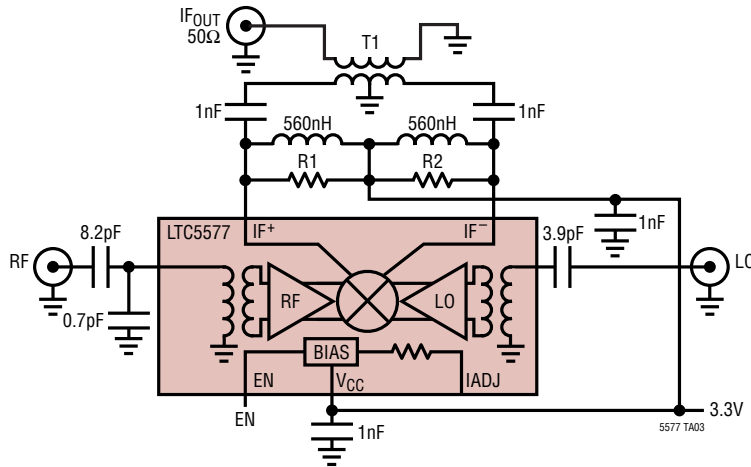


## 注記:

1. 図面は JEDEC のパッケージ外形 M0-220 のバリエーション(WGGC)に適合
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない  
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで  $0.15\text{mm}$  を超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 灰色の部分はパッケージのトップとボトムのパイン 1 の位置の参考に過ぎない

## 標準的応用例

50Ω、100Ω、200Ωおよび400Ωの差動IF出力インピーダンス使用時の性能測定結果



RF = 1900MHz, IF = 153MHz, 低電位側 LO,  
P<sub>LO</sub> = 0dBm, T<sub>C</sub> = 25°C

Z <sub>IF</sub> (DIFF)	R1, R2	T1 (RATIO)	G <sub>c</sub> (dB)	IIP3 (dBm)	入力 P1dB (dBm)	10dBのIF反 射減衰量の 帯域幅 (MHz)
50Ω	53.6Ω	TC1-1+ (1:1)	-2.8	30.9	17.0	9-855
100Ω	115Ω	TC2-1T+ (2:1)	0.2	30.1	15.2	20-636
200Ω	249Ω	TC4-1W+ (4:1)	2.2	29.6	12.2	35-300
400Ω	Open	TC8-1+ (8:1)	4.0	27.4	8.1	54-193

性能測定結果にはIFトランスの損失が含まれる。

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
<b>インフラストラクチャ</b>		
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
LTC5510	1MHz～6GHz広帯域高直線性アクティブ・ミキサ	利得:1.5dB、アップコンバージョンとダウンコンバージョン、3.3Vまたは5V電源
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	利得:2.4dB、IIP3:36dBm、NF:<10dB、電源:3.3V/204mA
LTC559x	600MHz～4.5GHzデュアル・ダウンコンバーティング・ミキサ・ファミリ	利得:8.5dB、IIP3:26.5dBm、NF:9.9dB、電源:3.3V/380mA
LTC5569	300MHz～4GHz、3.3Vデュアル・アクティブ・ダウンコンバーティング・ミキサ	利得:2dB、IIP3:26.8dBm、NF:11.7dB、電源:3.3V/180mA
LTC5541	600MHz～4GHz、5Vダウンコンバーティング・ミキサ・ファミリ	利得:8dB、IIP3:>25dBm、NF:10dB、電源:3.3V/200mA
LTC6400-X	300MHz低歪みIFアンプ/ADCドライバ	固定利得:8dB、14dB、20dBおよび26dB、OIP3:300MHzで>36dBm、差動I/O
LTC6412	31dBリニアアナログ制御VGA	OIP3:240MHzで35dBm、連続利得範囲:-14dB～17dB
LT5554	超低歪みのIFデジタル制御VGA	OIP3:200MHzで48dBm、利得範囲:2dB～18dB、利得ステップ:0.125dB
LTC6430-15	直線性の高い差動IFアンプ	OIP3:240MHzで50dBm、利得:15dB、NF:3dB
LTC6431-15	直線性の高い50Ω利得ブロック	OIP3:240MHzで47dBm、NF=3.3dB、利得:15.5dB、シングルエンド50Ω入力および出力ポート
<b>RFパワー検出器</b>		
LT5538	40MHz～3.8GHzのログ検出器	全温度範囲での精度:±0.8dB、感度:-72dBm、ダイナミックレンジ:75dB
LT5581	6GHz低消費電力RMS検出器	ダイナミックレンジ:40dB、精度:全温度範囲で±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>A/Dコンバータ</b>		
LTC2208	16ビット、130MspsのA/Dコンバータ	ノイズフロア:78dBFS、SFDR:250MHzで>83dB
LTC2153-14	14ビット、310Msps低消費電力A/Dコンバータ	SNR:68.8dBFS、SFDR:88dB、消費電力:401mW