

## 特長

- 1.8V～5.25Vの単一電源
- IF周波数範囲: 70MHz～400MHz
- IFリミッタ利得: 84dB
- RSSIリニア範囲: 90dB
- 7.7MHzローパス出力フィルタ
- ベースバンド I/Q 振幅不均衡: <math><0.7\text{dB}</math>
- ノイズ・フィギュア: 4dB
- 低消費電流: 25mA
- スタンバイ時に出力をバイアスシャットダウン電流: 1 $\mu$ A
- 24ピン細型 SSOP パッケージ

## アプリケーション

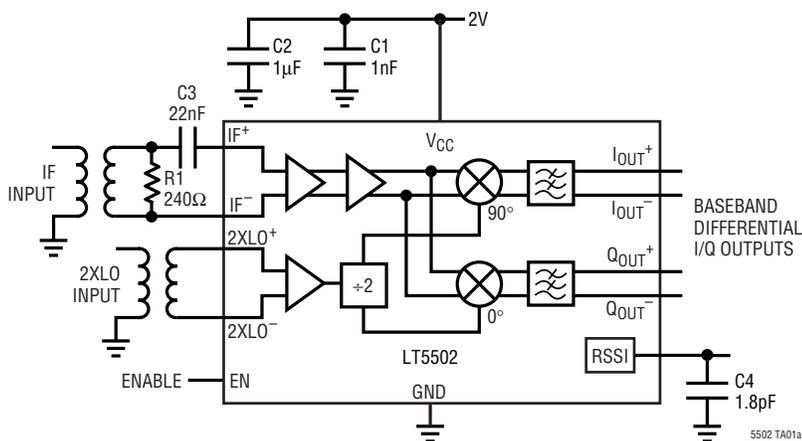
- IEEE802.11
- 高速ワイヤレス LAN
- ワイヤレス・ローカル・ループ

## 概要

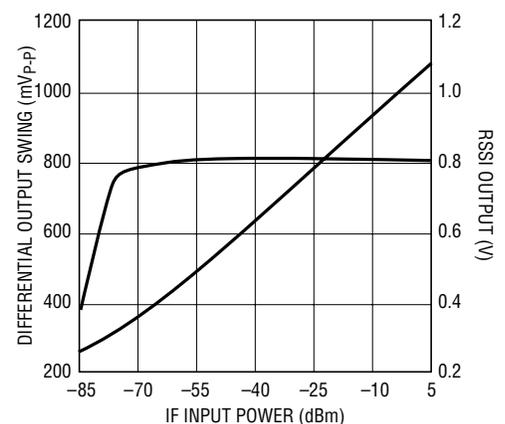
LT<sup>®</sup>5502は70MHz～400MHzモノリシック集積化直交IF復調器です。このデバイスは、IFリミッタ、直交ダウン・ミキサ、内蔵ローパス・フィルタ、2分周LOバッファで構成されています。LT5502は1.8V～5.25Vの単一電源電圧でIおよびQベースバンド信号の復調を行うためのすべての構成ブロックを備えています。IFリミッタは小信号利得が84dBで、90dBを超えるリニア範囲をもつRSSI (receive signal strength indicator) を搭載しています。入力換算のノイズ・スペクトル密度は1.45nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ で、入力が50 $\Omega$ ソースで終端されている場合に4dBのノイズ・フィギュアに相当します。ローパス出力フィルタは、復調されたI/Qベースバンド信号のアンチエイリアシングおよびパルス成形フィルタとして機能します。これらのフィルタの3dBカットオフ周波数はおよそ7.7MHzです。ミキサに直交ローカル発振器(LO)信号を供給するためには、VCO周波数が所要の動作周波数の2倍であることが必要です。I/Q出力がベースバンド・チップにAC結合されると、スタンバイ・モード時に消費電流が低減され、受信モードへの高速過渡応答を実現します。

LT<sup>®</sup>、LTCおよびLTはリニアテクノロジー社の商標です。

## 標準的応用例



I/Q出力振幅、RSSI出力とIF入力電力



5502 TA01b

5502f

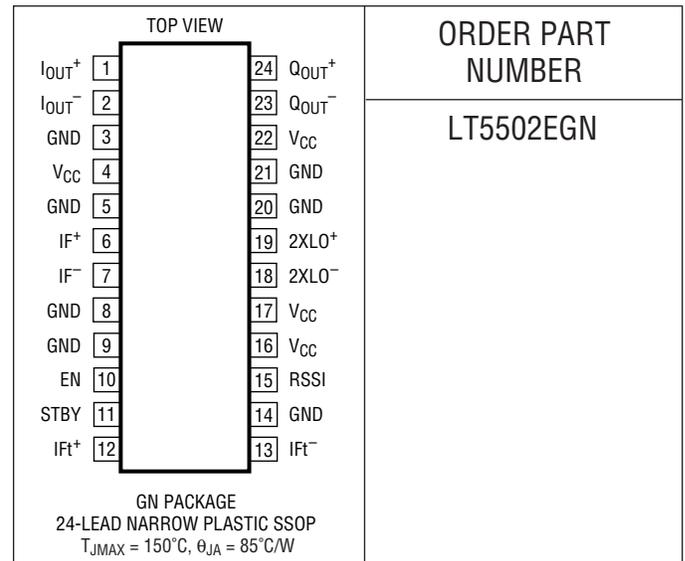
# LT5502

## 絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧.....	5.5V
L0 入力電力.....	10dBm
IF 入力電力.....	10dBm
動作周囲	
温度 (Note 2).....	-40°C ~ 85°C
保存温度範囲.....	-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け、10 秒).....	300°C
全てのピンで超えてはならない電圧.....	V <sub>CC</sub>

## パッケージ／発注情報



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。

## 電気的特性

注記がない限り、V<sub>CC</sub> = 3V、f<sub>2XLO</sub> = 570MHz、P<sub>2XLO</sub> = -10dBm、f<sub>IF</sub> = 280MHz、P<sub>IF</sub> = -50dBm、T<sub>A</sub> = 25°C。(Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>IF 入力</b>						
f <sub>IF</sub>	Frequency Range			70 to 400		MHz
	3dB Limiting Sensitivity			-79		dBm
	Noise Figure	Terminated 50Ω Source		4		dB
	DC Common Mode Voltage			2.6		V
<b>復調器の I/Q 出力</b>						
	I/Q Output Voltage Swing	Differential		850		mV <sub>p-p</sub>
	I/Q Amplitude Mismatch			0.1	0.7	dB
	I/Q Phase Mismatch			0.6		DEG
	Output Driving Capability	Differential; C <sub>MAX</sub> = 10pF	1.5			kΩ
	DC Common Mode Voltage			1.84		V
<b>RSSI</b>						
	Linear Dynamic Range (Note 4)	±3dB Linearity Error		90		dB
	Output Impedance			3.8		kΩ
	Output Voltage	Input = -70dBm	0.27	0.41	0.54	V
	Output Voltage	Input = 0dBm	0.8	1.01	1.2	V
	Output Voltage Slope	Input from -70dBm to 0dBm		8.7		mV/dB
	Linearity Error	Input from -70dBm to 0dBm		1		dB
<b>ベースバンド・ローパスフィルタ</b>						
	3dB Cutoff Frequency			7.7		MHz
	Group Delay Ripple			16.4		ns

5502f

電気的特性

注記がない限り、 $V_{CC} = 3V$ 、 $f_{2XLO} = 570MHz$ 、 $P_{2XLO} = -10dBm$ 、 $f_{IF} = 280MHz$ 、 $P_{IF} = -50dBm$ 、 $T_A = 25^{\circ}C$ 。(Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>2XLO</b>						
$f_{2XLO}$	Frequency Range			140 to 800		MHz
$P_{2XLO}$	Input Power		-20		-5	dBm
	DC Common Mode Voltage			2.6		V
<b>Power Supply</b>						
$V_{CC}$	Supply Voltage		1.8		5.25	V
$I_{CC}$	Supply Current	EN = High		25	32	mA
$I_{OFF}$	Shutdown Current	EN = Low; Standby = Low		1	100	$\mu A$
	Standby Mode Current	EN = Low; Standby = High		2.6	3.5	mA

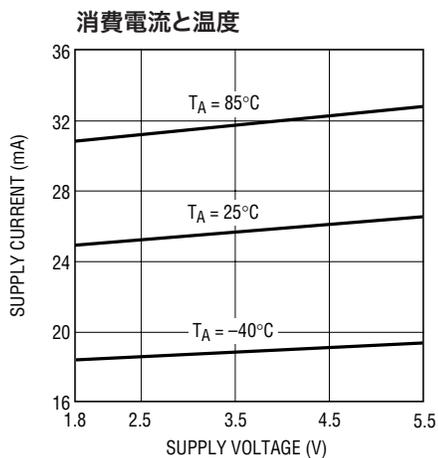
Note 1: 絶対最大定格は、それを超えるとデバイスの寿命に悪影響を与える恐れがある値。

Note 3: テストは図3に示されている構成設定で行われる。

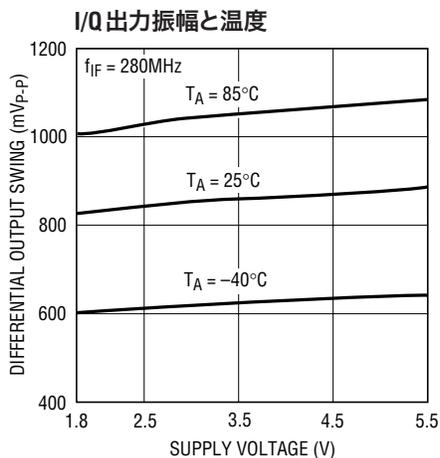
Note 2:  $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ の温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

Note 4: IF入力へのテストは、図1に示されている構成設定で行われる。

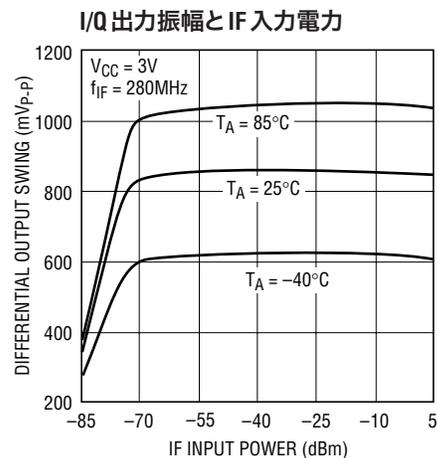
標準的性能特性 (Note 3)



5502 G01



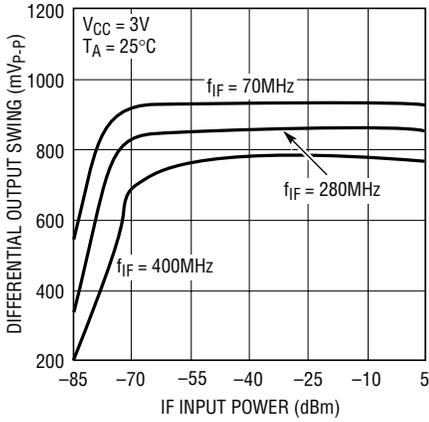
5502 G02



5502 G03

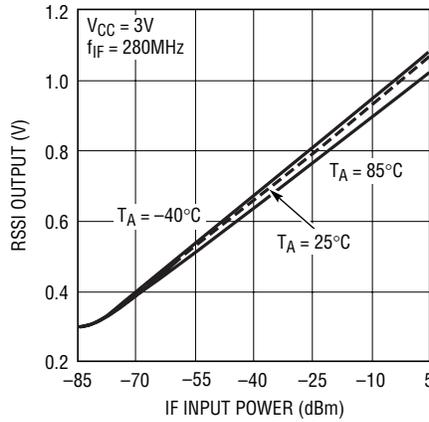
## 標準的性能特性 (Note 3)

I/Q 出力振幅と IF 入力電力



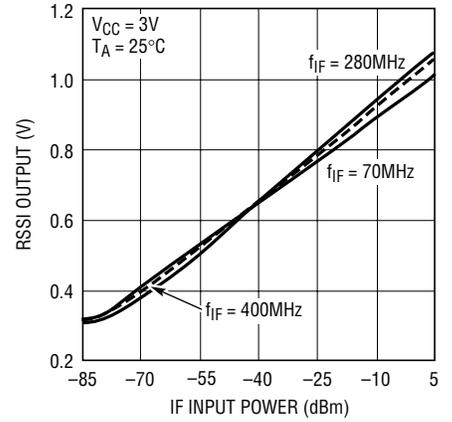
5502 G04

RSSI 出力と温度



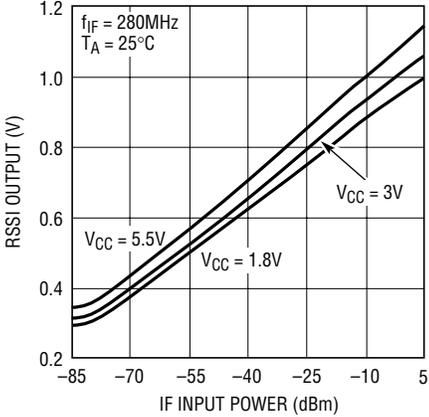
5502 G05

RSSI 出力電圧と IF 周波数



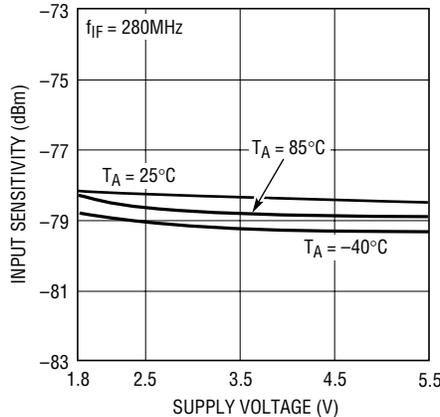
5502 G06

RSSI 出力電圧と V<sub>CC</sub>



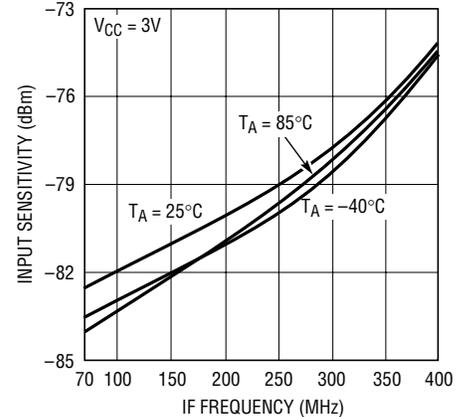
5502 G07

IF 入力感度と温度



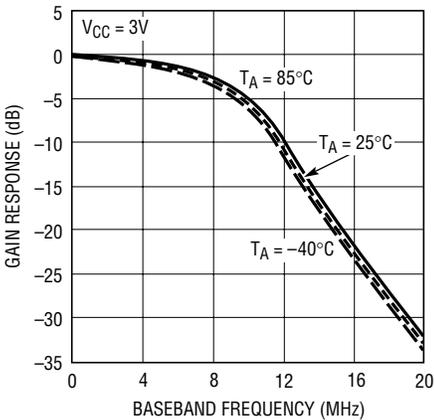
5502 G08

IF 入力感度と IF 周波数



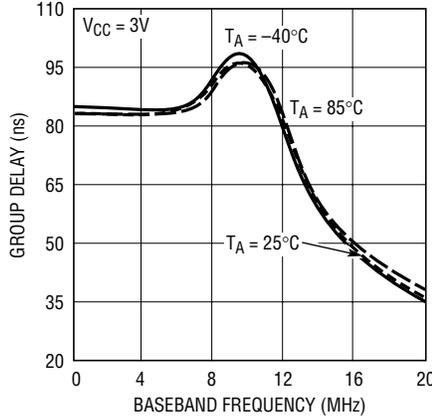
5502 G09

LPF 周波数応答と  
ベースバンド周波数



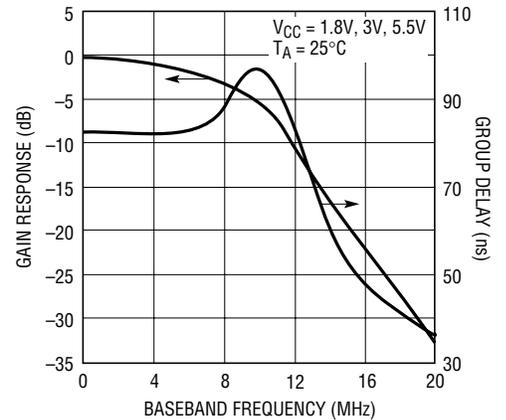
5502 G10

LPF 群遅延とベースバンド周波数



5502 G11

LPF 周波数応答と V<sub>CC</sub>



5502 G12

## ピン機能

**I<sub>OUT</sub><sup>+</sup> (ピン1)** : Iチャンネルのベースバンド正出力ピン。DCバイアス電圧はV<sub>CC</sub> - 1.16Vです。このピンはグラウンドに短絡しないでください。

**I<sub>OUT</sub><sup>-</sup> (ピン2)** : Iチャンネルのベースバンド負入力ピン。DCバイアス電圧はV<sub>CC</sub> - 1.16Vです。このピンはグラウンドに短絡しないでください。

**GND (ピン3、5、8、9、14、20、21)** : グラウンド・ピン。

**V<sub>CC</sub> (ピン4、16、17、22)** : 電源ピン。このピンは1000pFと0.1μFのコンデンサを使ってデカップリングします。

**IF<sup>+</sup> (ピン6)** : 正のIF入力ピン。DCバイアス電圧はV<sub>CC</sub> - 0.4Vです。

**IF<sup>-</sup> (ピン7)** : 負のIF入力ピン。DCバイアス電圧はV<sub>CC</sub> - 0.4Vです。

**EN (ピン10)** : イネーブル・ピン。入力電圧が0.9V ~ V<sub>CC</sub>のとき回路は完全にオンします。入力電圧が0.7V ~ グラウンドのとき、スタンバイ・モードに関係した回路部分を除いて、回路はオフします。

**STBY (ピン11)** : スタンバイ・ピン。入力電圧が0.9V ~ V<sub>CC</sub>のとき、スタンバイ・モードの回路がオンし、I/Qバッファを所期

の静止電圧にバイアスします。入力電圧が0.7V ~ グラウンドのとき、スタンバイ・モードの回路はオフします。

**IF<sup>+</sup> (ピン12)** : 正の段間IFピン。DCバイアス電圧はV<sub>CC</sub> - 0.25Vです。

**IF<sup>-</sup> (ピン13)** : 負の段間IFピン。DCバイアス電圧はV<sub>CC</sub> - 0.25Vです。

**RSSI (ピン15)** : RSSI出力ピン。

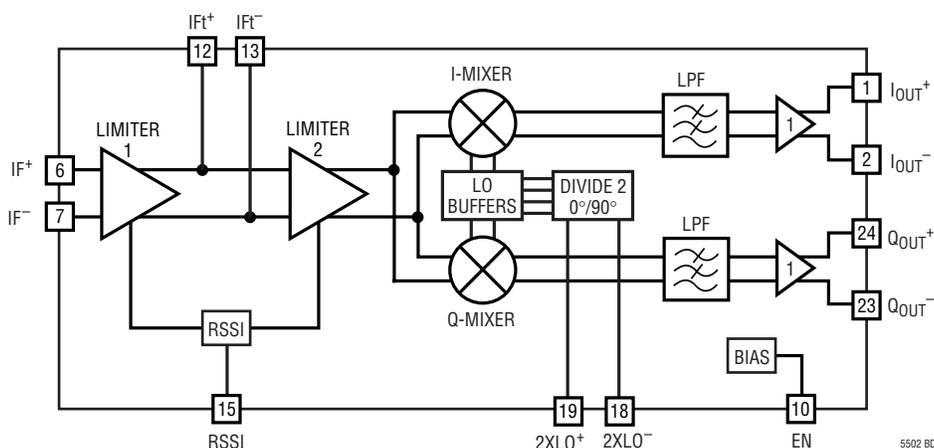
**2XLO<sup>-</sup> (ピン18)** : 負のキャリア入力ピン。この入力信号の周波数は、復調器の所期のLO周波数の2倍にする必要があります。DCバイアス電圧はV<sub>CC</sub> - 0.4Vです。

**2XLO<sup>+</sup> (ピン19)** : 正のキャリア入力ピン。この入力信号の周波数は、復調器の所期のLO周波数の2倍にする必要があります。DCバイアス電圧はV<sub>CC</sub> - 0.4Vです。

**Q<sub>OUT</sub><sup>-</sup> (ピン23)** : Qチャンネルのベースバンド負出力ピン。DCバイアス電圧はV<sub>CC</sub> - 1.16Vです。このピンはグラウンドに短絡しないでください。

**Q<sub>OUT</sub><sup>+</sup> (ピン24)** : Qチャンネルのベースバンド正出力ピン。DCバイアス電圧はV<sub>CC</sub> - 1.16Vです。このピンはグラウンドに短絡しないでください。

## ブロック図



## アプリケーション情報

LT5502は以下のブロックで構成されています。IFリミッタ、I/Q復調器、直交LOキャリア・ジェネレータ、内蔵ローパス・フィルタ(LPF)、およびバイアス回路。

IF信号はIFリミッタの入力に与えられます。振幅制限されたIF信号は次に、2分割回路で発生させた直交LOキャリアを使って、I/Qベースバンド信号に復調されます。復調したI/Q信号は5次のLPFを通過し、出力ドライバでバッファされます。

### IFリミッタ

IFリミッタの小信号利得は84dBで、周波数範囲は70MHz～400MHzです。IFリミッタは、カスケード接続された2段のIFアンプ/リミッタで構成されています。最初の段の差動出力は2番目の段の差動入力に内部で接続されています。少数の外部部品を使って、それら(ピン12とピン13)の間に段間フィルタを設けることができます。図3に示されているような、L1とC8による簡単な並列LCタンク回路にすることができます。内部のDCオフセット・キャンセル回路の最適動作のため、22nFのブロッキング・コンデンサ(C19)が使われています。差動構成にしたIF入力はIFリミッタへの2XLO信号の結合に対して耐性が高いので、最良のレシーバ感度を得るにはIF入力を差動構成にすることを推奨します。そうしないと、IF入力に現れる2XLO干渉がIFリミッタを飽和させ、必要なIF信号の利得が減少することがあります。それに応じてレシーバの3dB入力リミッティング感度が影響を受けます。段間バンドパス・フィルタは、2XLOのフィードスルーおよびレシーバのノイズ帯域幅を最小に抑えます。したがって、レシーバの入力感度を改善することができます。段間フィルタがないと、最初の段によって増幅された広帯域ノイズによって2番目の段が制限されます。この場合のノイズ帯域幅は最大500MHzにすることができます。入力を200Ωで終端したとき、3dBリミッティング感度は、280MHzのIF周波数で約-79dBmです。差動IF入力のインピーダンスは2.2kΩです。したがって、図3に示されているように、R3には240Ωの抵抗が使われています。帯域幅が50MHzのバンドパス・フィルタを使うと、入力感度が-86dBmに改善されます。

図1に示されているように、3個のディスクリート素子を使った、シングルエンドから差動への狭帯域変換回路で、1:4のIF入力トランスを置き換えることもできます。それらの公称値を表1に示します。PCBの寄生要素のため、それらの値を補償する必要があります。この場合のレシーバの入力感度は、段間のフィルタリングがなくても、-85dBmに改善されます。整合回路は基本的には2次バンドパス・フィルタです。したがって、フロントエンドのチャンネル選択フィルタの要件も緩和することができます。

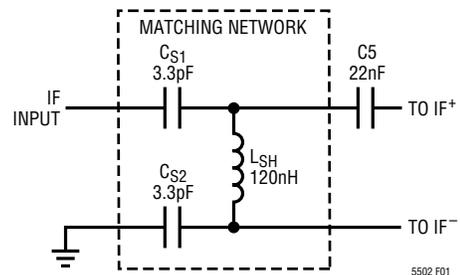


図1. IF入力の280MHzでの整合ネットワーク

表1. 整合回路の部品L<sub>SH</sub>、C<sub>S1</sub>およびC<sub>S2</sub>の値

f <sub>IF</sub> (MHz)	L <sub>SH</sub> (nH)	C <sub>S1</sub> /C <sub>S2</sub> (pF)
70	642	13.7
100	422	9.6
150	256	6.4
200	176	4.8
250	130	3.8
300	101	3.2
350	80.4	2.7
400	66.0	2.4

もっと低い入力感度で十分なアプリケーションでは、単純にIF入力の片方を50Ω抵抗でAC終端し、他方をグランドにAC接続にすることができます。この場合、入力レシーバの感度は280MHzで約-76dBmです。

## アプリケーション情報

受信信号強度インジケータ (RSSI) はIFリミッタに組み込まれています。入力IF信号はIF入力電力に比例した電流出力で検出されます。カスケード接続されたIFアンプ/リミッタの2つの段の電流出力が合算され、RSSI電圧に変換されます。RSSI出力は90dBの優れたリニア範囲を備えています。入力IF電力に対するRSSIの出力電圧の特性は、温度およびプロセスの変動の影響を受けません。公称出力インピーダンスは約3.8kΩです。RSSIの電圧リップルを減らすには、外部にコンデンサC7が必要です。その値は次式を使って求めることができます。

$$C7 \geq \frac{1}{760\pi \cdot f_{IF}} F$$

### I/Q復調器

直交復調器は二重平衡ミキサで、IFリミッタからの振幅制限されたIF信号をI/Qベースバンド信号にダウン変換します。直交LOキャリアは、内部直交LOキャリア・ジェネレータから得られます。差動I/Qベースバンド信号の公称出力電圧は約850mV<sub>p-p</sub>です。これらの大きさは十分整合しており、位相は90°離れています。

### 直交LOキャリア・ジェネレータ

直交LOキャリア・ジェネレータは2分割回路およびLOバッファで構成されています。所期のLOキャリアの2倍の周波数の入力信号(2XLO)が、2分割回路のクロックとして使われ、復調器のための直交LOキャリアを発生します。出力はバッファされ、ダウンコンバーティング・ミキサをドライブします。完全差動の手法により、直交LOキャリアは十分整合します。

### 内蔵ローパス・フィルタ

IチャンネルとQチャンネルの両方のダウン変換されたベースバンド出力をフィルタするのに、5次の内蔵ローパス・フィルタが使われています。それらは、アンチエイリアシング・フィルタおよびパルス成形フィルタとして機能します。I/Qフィルタは、利得応答および群遅延が十分整合しています。3dBコーナ周波数は

7.7MHzで、群遅延リップルは16.4nsです。I/Q差動出力の出力ドライブ能力は10pFの最大負荷容量で1.5kΩです。出力は内部でV<sub>CC</sub> -1.16Vにバイアスされています。IチャンネルまたはQチャンネルの簡略出力回路図を図2に示します。

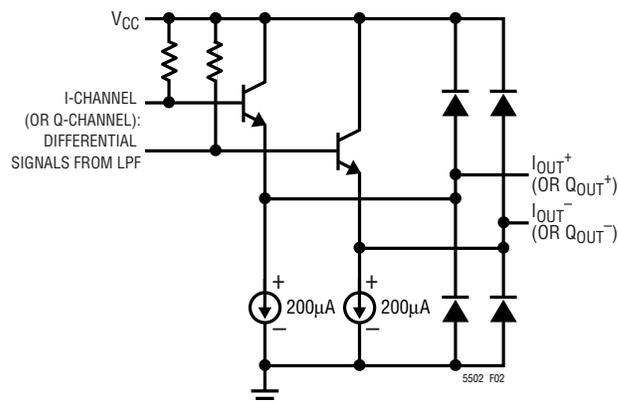


図2. Iチャンネル(またはQチャンネル)の出力の簡略回路図

I/Qベースバンド出力は、ベースバンド・デバイスの入力に直接DC結合することができます。大きなカップリング・コンデンサを使ったAC結合のアプリケーションでは、STBYピンを使って、はるかに小さな電流で出力を所期の静止電圧に予めバイアスしておくことができます。このモードでは2.6mAしか流れません。ENピンが次にオンするとき、大きなカップリング・コンデンサの充電または放電による長い時定数を要することなく、デバイスは短時間で通常動作モードに切り替わります。ENピンとSTBYピンのロジックを表2に示します。通常動作モードとスタンバイ・モードの両方で、最大放電電流は約200µA、最大充電電流は10mAを超えます。

表2. 各動作モードの設定

EN	STBY	説明
"L"	"L"	シャットダウン・モード
"L"	"H"	スタンバイ・モード
"H"	"L"または"H"	通常動作モード

## 標準的応用例

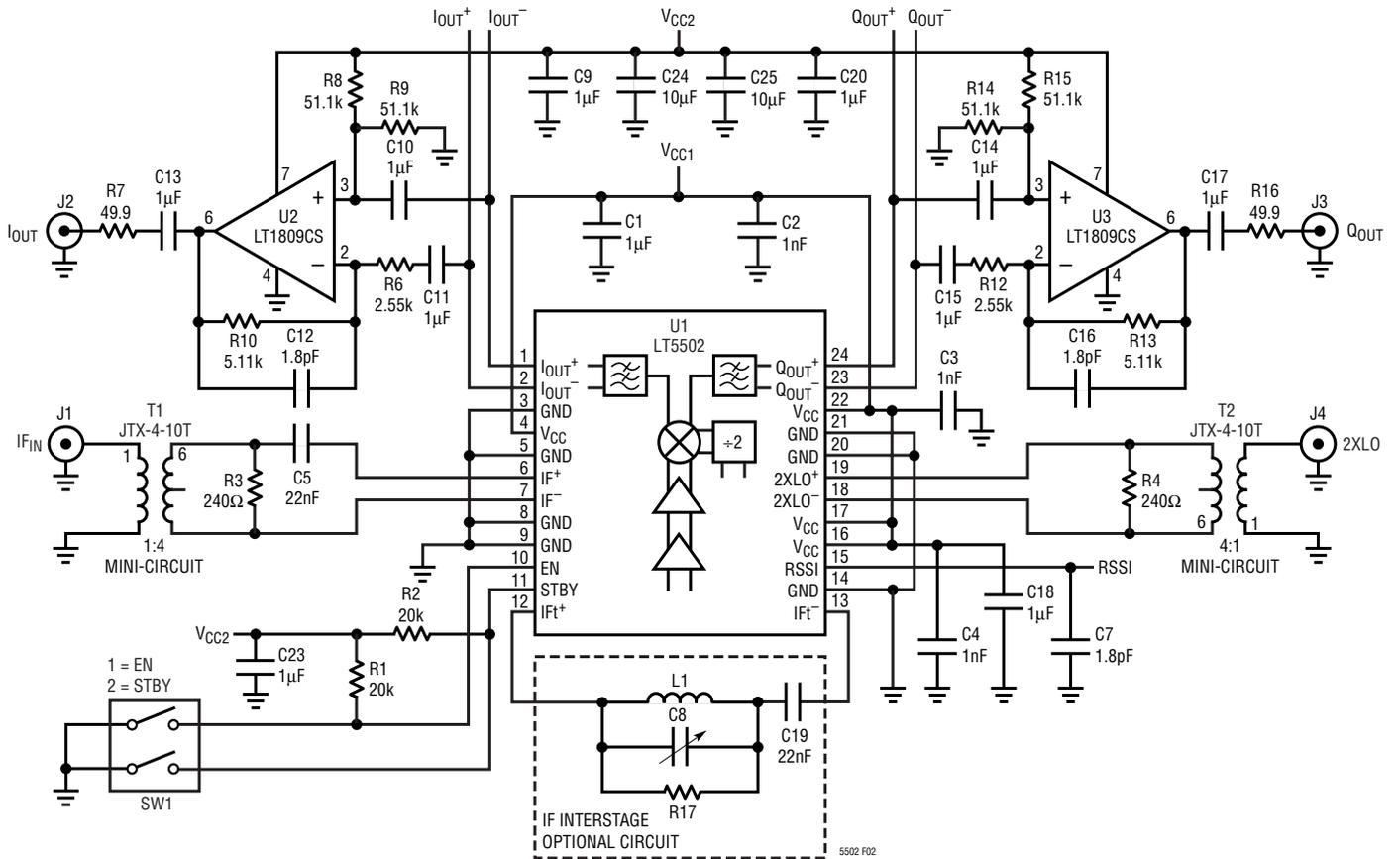


図3. I/Q 出力バッファ付き評価回路の回路図

標準的応用例

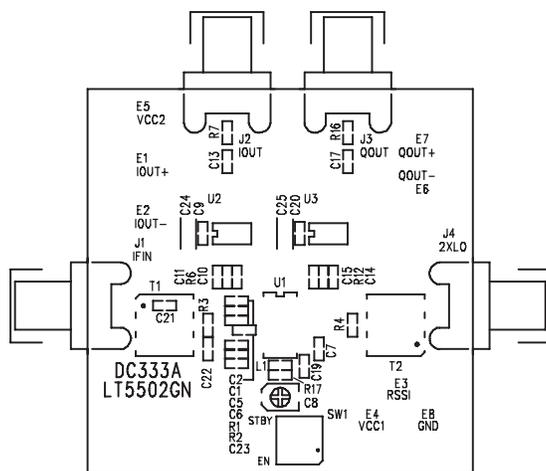


図4. 評価用ボードの部品側シルクスクリーン

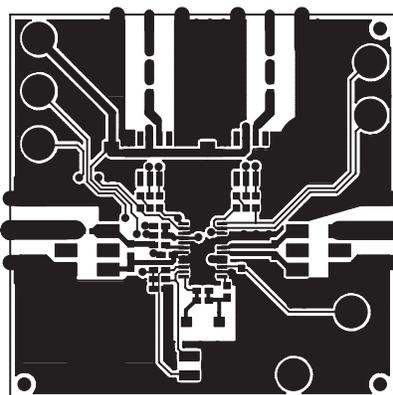


図5. 評価用ボードの部品側レイアウト

標準的応用例

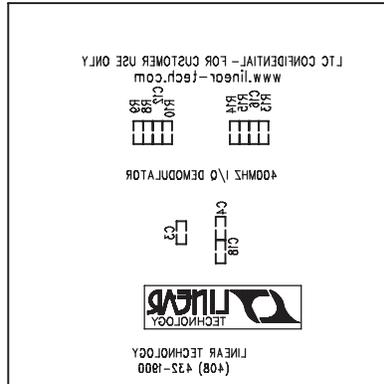


図6. 評価用ボードの底面側シルクスクリーン

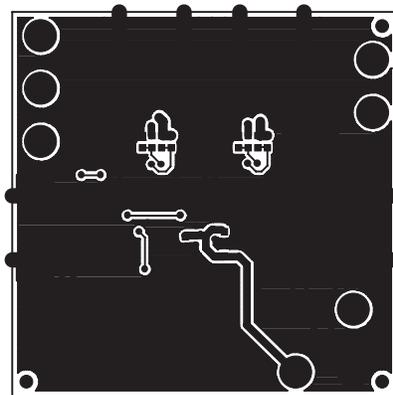
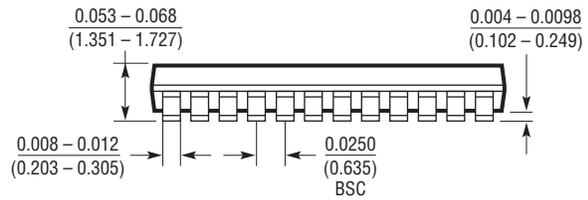
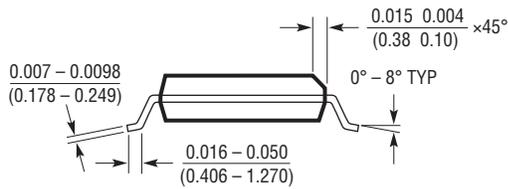
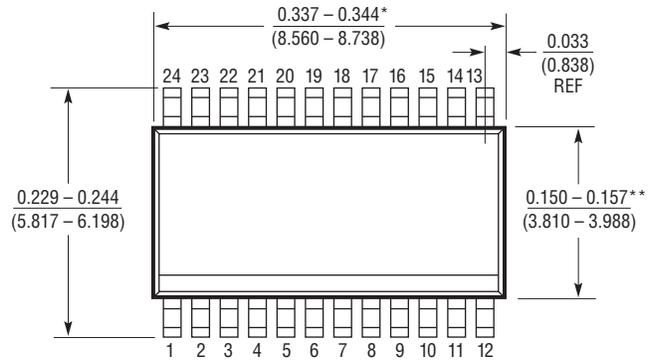


図7. 評価用ボードの底面側レイアウト

パッケージ 注記がない限り、寸法はインチ(ミリメートル)

**GNパッケージ**  
**24ピン・プラスチックSSOP(細型0.150)**  
 (LTC DWG # 05-08-1641)

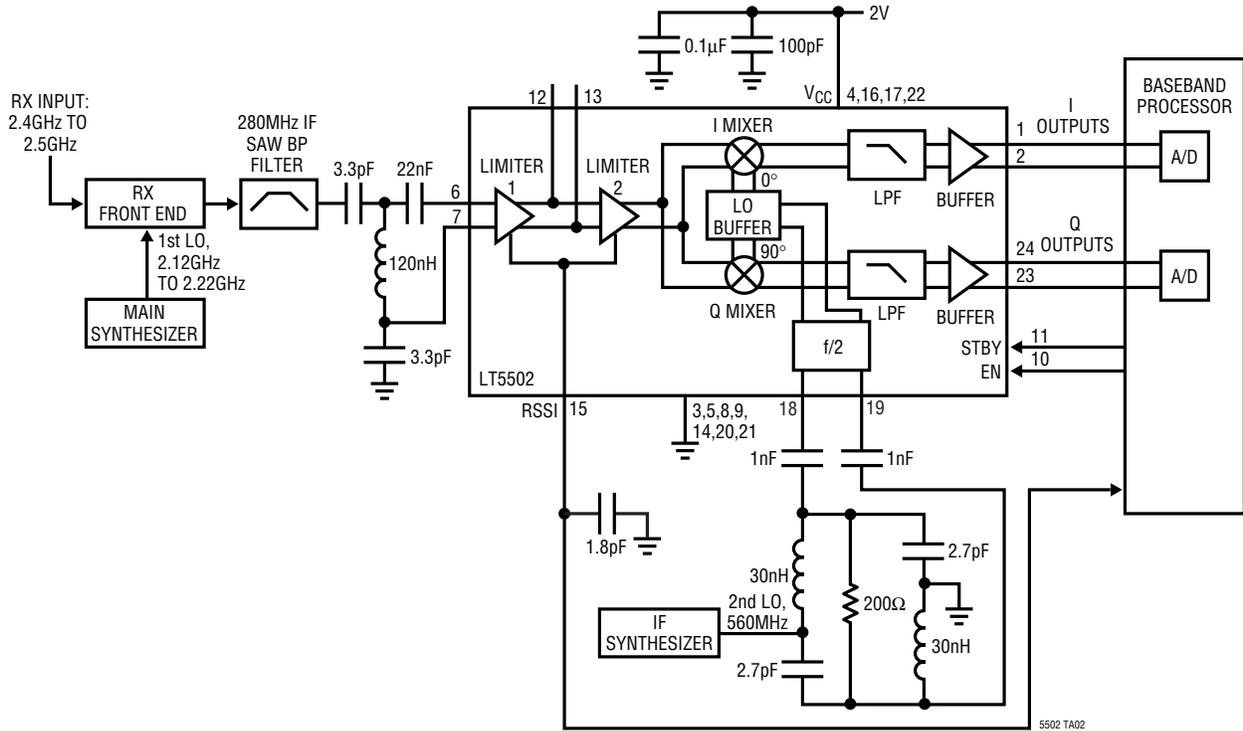


- \* 寸法にはモールドのバリを含まない。  
モールドのバリは各サイドで0.006" (0.152mm)を超えないこと
- \*\* 寸法にはリード間のバリを含まない。  
リード間のバリは各サイドで0.010" (0.254mm)を超えないこと

GN24 (SSOP) 1098

## 標準的応用例

例: 2.4GHz~2.5GHz レシーバ・アプリケーション (RX IF = 280MHz)



5502 TA02