

1.5GHz ~ 2.5GHz 直接変換直交復調器

特長

- 周波数範囲：1.5GHz ~ 2.5GHz
- 高いIIP3：1.9GHzで20dBm
- 高いIIP2：1.9GHzで51dBm
- ノイズ指数：1.9GHzで16.8dB
- 変換利得：1.9GHzで - 0.7dB
- 1/Q利得の不整合：0.3dB
- 1/Q位相の不整合：1度
- シャットダウン・モード
- 露出パッド付き16ピンQFN 4mm x 4mm パッケージ

アプリケーション

- 携帯/PCS/UMTSインフラストラクチャ
- 高直線性直接変換I/Qレシーバ
- 高直線性I/Q復調器
- RFパワー・アンプの直線化

概要

LT[®]5515は高直線性レシーバのアプリケーション向けに最適化された1.5GHz ~ 2.5GHz直接変換直交復調器です。RF信号が最大260MHzの帯域幅でIとQのベースバンド信号に直接変換される通信用レシーバに適しています。LT5515には平衡型のIミキサとQミキサ、LOバッファ・アンプ、および高精度で高周波の直交ジェネレータが内蔵されています。

RFレシーバでは、LT5515の高直線性により、固定利得のフロントエンド増幅の場合であっても、すぐれたスプリアス・フリーのダイナミック・レンジが実現されます。この直接変換レシーバにより、中間周波数(IF)信号の処理、およびそれに対応したイメージ・フィルタ処理とIFフィルタ処理を不要にすることができます。チャンネルのフィルタ処理はIチャンネルとQチャンネルの出力で直接実行することができます。これらの出力はチャンネル選択フィルタ(LPF)またはベースバンド・アンプに直接インタフェースすることができます。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

標準的応用例

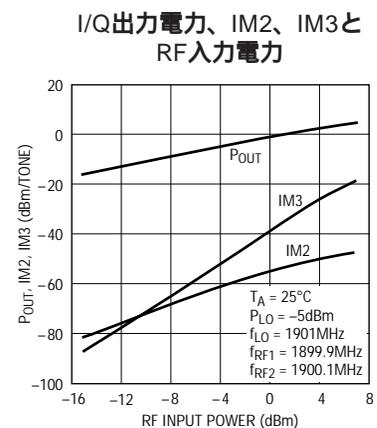
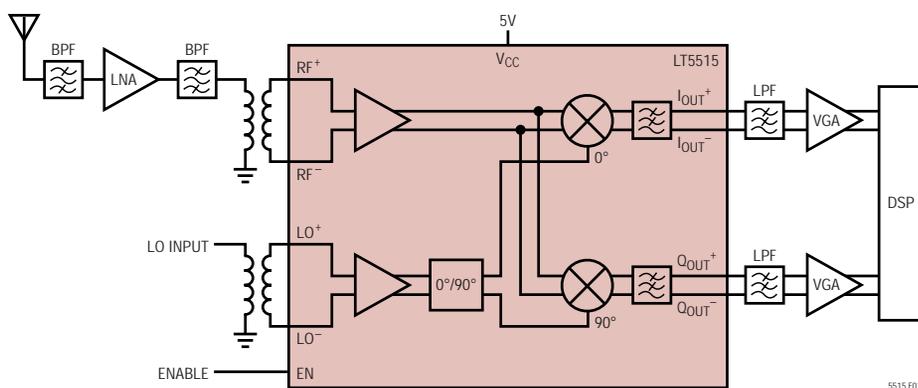


図1. ワイヤレス・インフラストラクチャ用の高信号レベルI/Q復調器

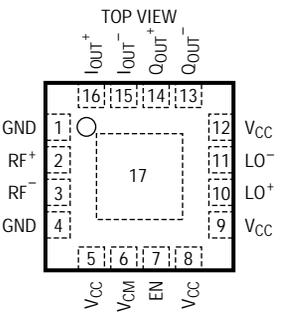
LT5515

絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧	5.5V
イネーブル電圧	0、 V_{CC}
LO ⁺ ~ LO ⁻ 差動電圧	$\pm 2V$ (+ 10dBm相当)
RF ⁺ ~ RF ⁻ 差動電圧	$\pm 2V$ (+ 10dBm相当)
動作周囲温度範囲	- 40 ~ 85
保存温度範囲	- 65 ~ 125
最大接合部温度	125

パッケージ/発注情報

 <p>TOP VIEW</p> <p>16-LEAD (4mm x 4mm) PLASTIC QFN EXPOSED PAD IS GND (PIN 17), MUST BE SOLDERED TO PCB $T_{JMAX} = 125^{\circ}C$, $\theta_{JA} = 38^{\circ}C/W$</p>	ORDER PART NUMBER
	LT5515EUF
	UF PART MARKING
	5515

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

AC電気的特性

$T_A = 25$ 。注記がない限り、 $V_{CC} = 5V$ 、 $f_{RF1} = 1899.9MHz$ 、 $f_{RF2} = 1900.1MHz$ 、 $f_{LO} = 1901MHz$ 、 $P_{LO} = -5dBm$ 。(Note 2, 3)
(図2に示されているテスト回路)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Frequency Range			1.5 to 2.5		GHz
LO Power			-10 to 0		dBm
Conversion Gain	Voltage Gain, Load Impedance = 1k	-3	-0.7		dB
Noise Figure			16.8		dB
Input 3rd Order Intercept	2-Tone, -10dBm/Tone, $\Delta f = 200kHz$		20		dBm
Input 2nd Order Intercept	2-Tone, -10dBm/Tone, $\Delta f = 200kHz$		51		dBm
Input 1dB Compression			9		dBm
Baseband Bandwidth			260		MHz
I/Q Gain Mismatch	(Note 4)		0.3	0.7	dB
I/Q Phase Mismatch	(Note 4)		1		deg
Output Impedance	Differential		120		Ω
LO to RF Leakage			-46		dBm
RF to LO Isolation			46		dB

DC電気的特性 $T_A = 25$ 。注記がない限り、 $V_{CC} = 5V$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage		4		5.25	V
Supply Current		95	125	160	mA
Shutdown Current	EN = Low			20	μA
Turn-On Time			120		ns
Turn-Off Time			650		ns
EN = High (On)		1.6			V
EN = Low (Off)				1.3	V
EN Input Current	$V_{ENABLE} = 5V$		2		μA
Output DC Offset Voltage ($ I_{OUT^+} - I_{OUT^-} , Q_{OUT^+} - Q_{OUT^-} $)	$f_{LO} = 1901MHz, P_{LO} = -5dBm$		4	25	mV
Output DC Offset Variation vs Temperature	$-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$		30		$\mu V/^{\circ}C$

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note 2: テストは図2の回路構成にしたがって行われる。

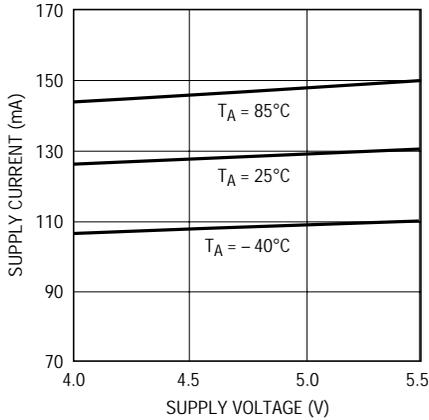
Note 3: $-40 \sim 85$ の温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

Note 4: $P_{RF} = -5dBm$ 、出力周波数 = 1MHzで測定。

標準的性能特性

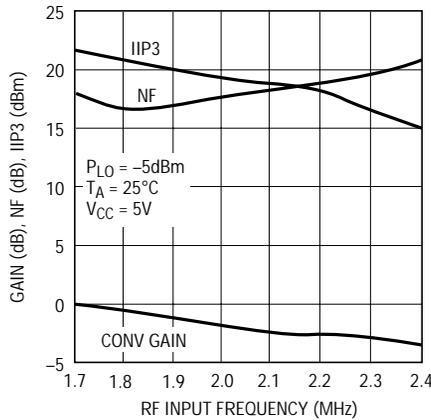
(図2に示されているように、テスト回路は1.9GHz動作に最適化されている)

電源電流と電源電圧



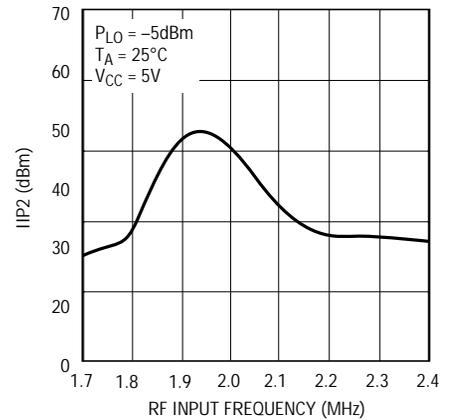
5515 ¥ G01

変換利得、NF、IIP3とRF入力周波数



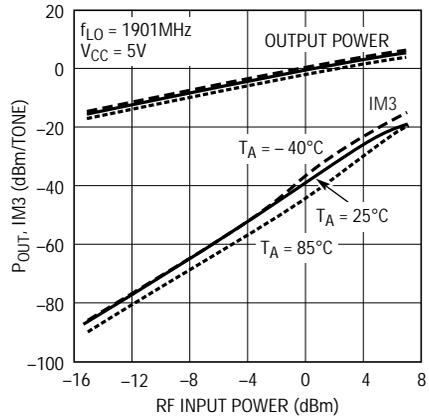
5515 ¥ G02

IIP2とRF入力周波数



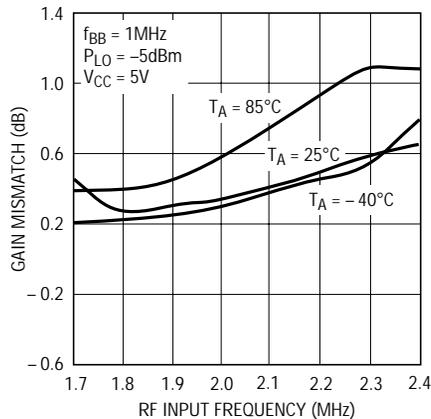
5515 ¥ G03

I/Q出力電力、IM3とRF入力電力



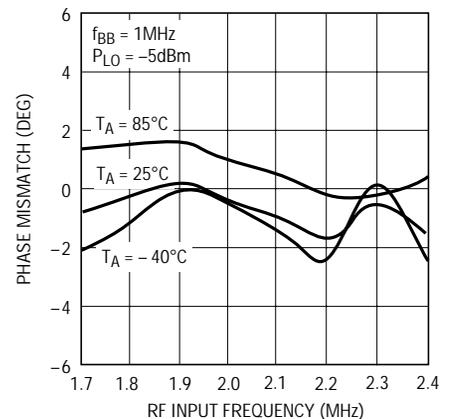
5515 ¥ G04

I/Q利得の不整合とRF入力周波数



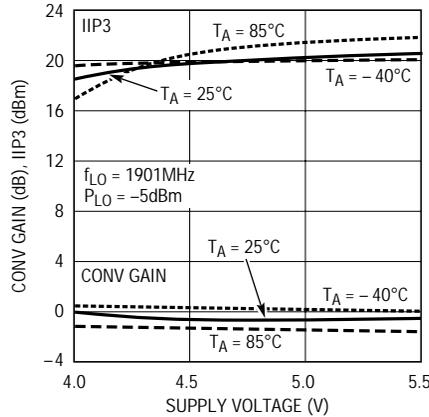
5515 ¥ G05

I/Q位相の不整合とRF入力周波数



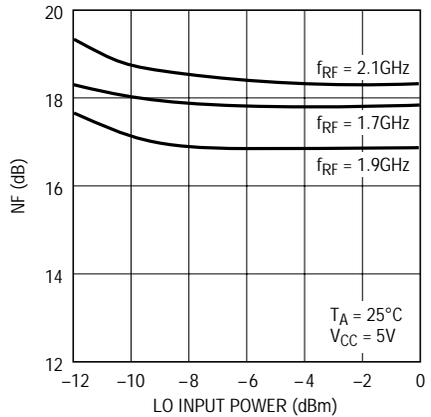
5515 ¥ G06

変換利得、IIP3と電源電圧



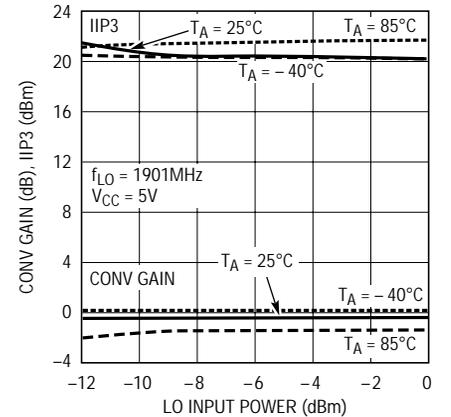
5515 ¥ G07

NFとLO入力電力



5515 ¥ G08

変換利得、IIP3とLO入力電力



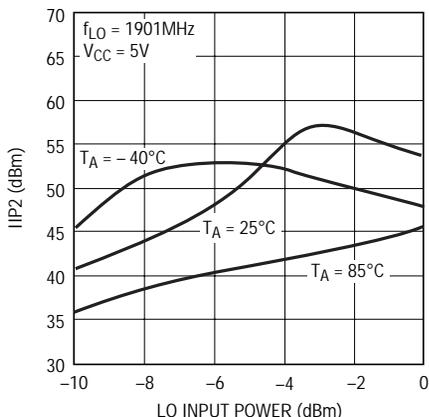
5515 ¥ G09

5515f

標準的性能特性

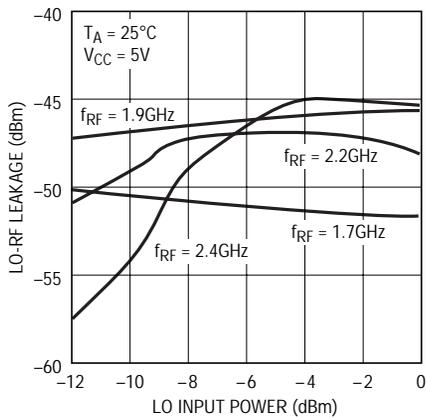
(図2に示されているように、テスト回路は1.9GHz動作に最適化されている)

IIP2とLO入力電力



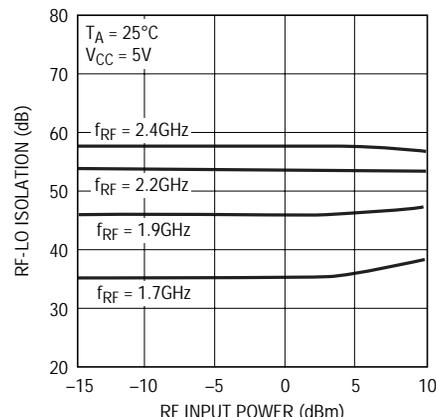
5515 ¥ G10

LO-RFのリークとLO入力電力



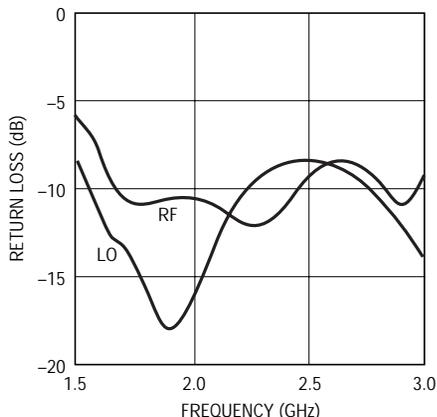
5515 ¥ G11

RF-LOの絶縁とRF入力電力



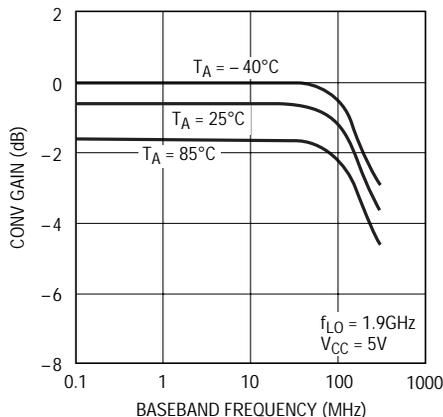
5515 ¥ G12

RFポートおよびLOポートの
リターン損失と周波数



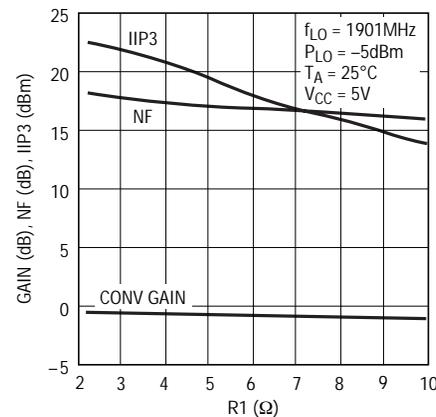
5515 ¥ G13

変換利得とベースバンド周波数



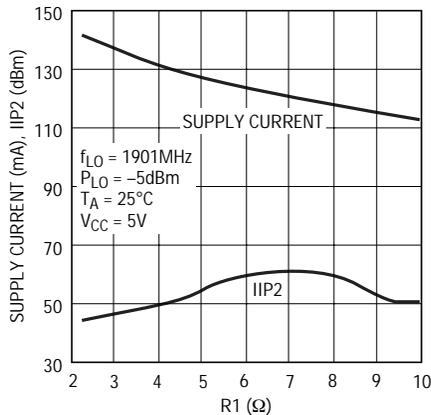
5515 ¥ G14

変換利得、NF、IIP3とR1



5515 ¥ G15

電源電流、IIP2とR1



5515 ¥ G16

LT5515

ピン機能

GND (ピン1、4) : グランド・ピン。

RF⁺、RF⁻ (ピン2、3) : 差動RF入力ピン。これらのピンは内部で1.54Vにバイアスされています。これらのピンは差動信号でドライブする必要があります。インピーダンス変換のために外部に整合ネットワークが必要です。

V_{CC} (ピン5、8、9、12) : 電源ピン。これらのピンは1000pFと0.1μFのコンデンサを使ってデカップリングする必要があります。

V_{CM} (ピン6) : IミキサとQミキサの同相モードおよびDCのリターン。外部抵抗をこのピンとグランド間に接続して、I/Q復調器のDCバイアス電流を設定する必要があります。

EN (ピン7) : イネーブル・ピン。入力電圧が1.6Vより高いと、回路は完全にオンします。入力電圧が1.3Vより低いと、回路はオフします。

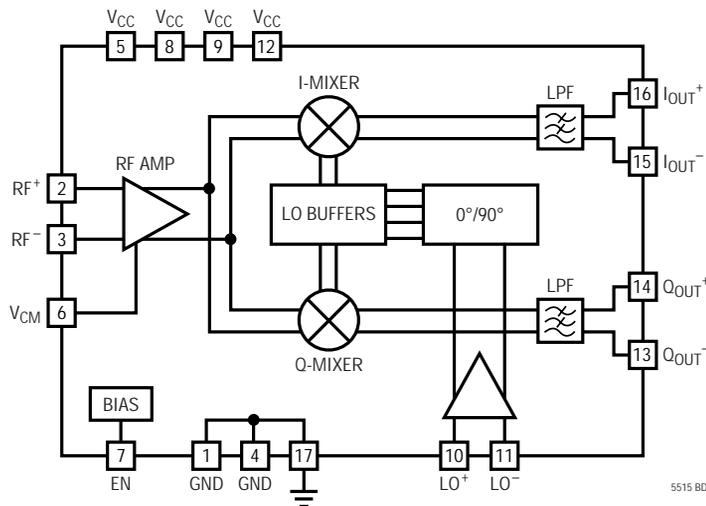
LO⁺、LO⁻ (ピン10、11) : ローカル発振器の差動入力ピン。これらのピンは内部で2.44Vにバイアスされています。片方を1000pFコンデンサを介してACグランドに接続すれば、シングルエンドで使用することができます。ただし、RF入力ピンへのLOフィードスルーを最小に抑えるために差動入力ドライブを推奨します。

Q_{OUT}⁻、Q_{OUT}⁺ (ピン13、14) : Qチャンネルの差動ベースバンド出力ピン。各ピンの内部DCバイアス電圧はV_{CC} - 0.85Vです。

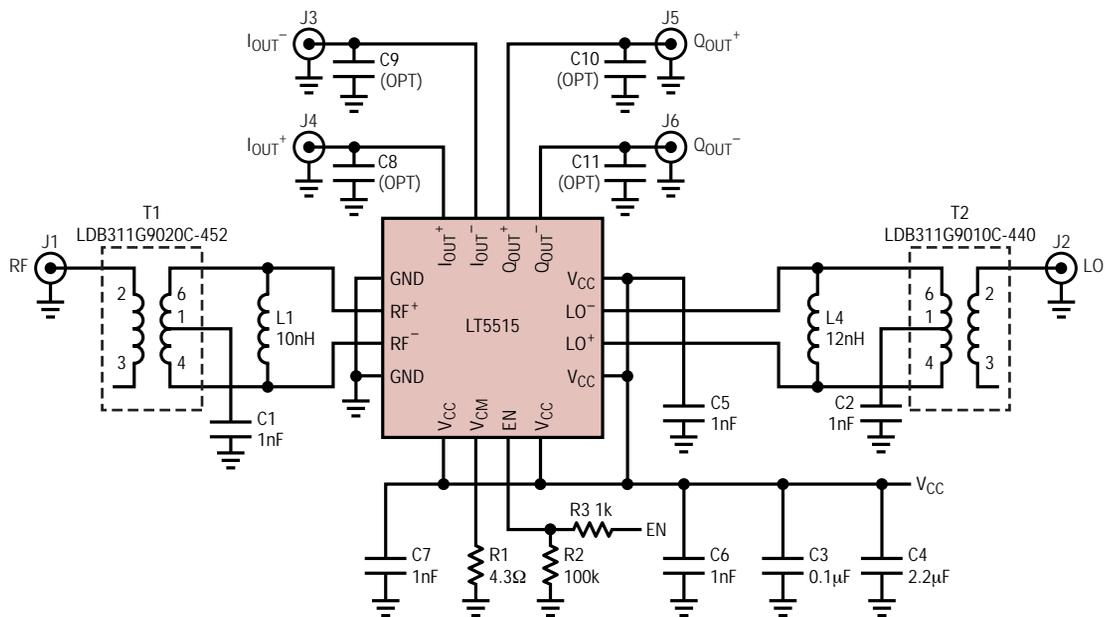
I_{OUT}⁻、I_{OUT}⁺ (ピン15、16) : Iチャンネルの差動ベースバンド出力ピン。各ピンの内部DCバイアス電圧はV_{CC} - 0.85Vです。

GROUND (ピン17、裏面のコンタクト) : デバイス全体のグランド・リターン。このピンはプリント回路基板のグランド・プレーンに半田付けする必要があります。

ブロック図



テスト回路



REFERENCE DESIGNATION	VALUE	SIZE	PART NUMBER
C1,C2,C5,C6,C7	1nF	0402	AVX 04025C102JAT
C3	0.1μF	0402	AVX 0402ZD104KAT
C4	2.2μF	3216	AVX TPSA225M010R1800
C8,C9,C10,C11	5.1pF	0402	AVX 04025A5RKAT
L1	10nH	0402	Murata LQP15M
L4	12nH	0402	Murata LQP15M
R1	4.3Ω	0402	
R2	100k	0402	
R3	1k	0402	
T1	1:4		Murata LDB311G9020C-452
T2	1:2		Murata LDB311G9010C-440

5515 F02

図2 . 1900MHzのPCS/UMTSアプリケーションの評価回路

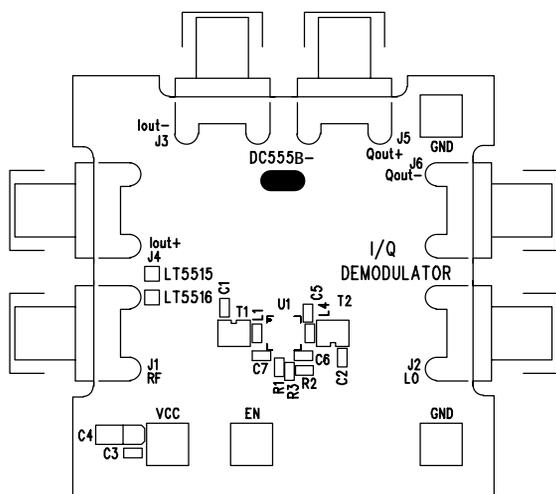


図3 . 評価ボードの部品面シルクスクリーン

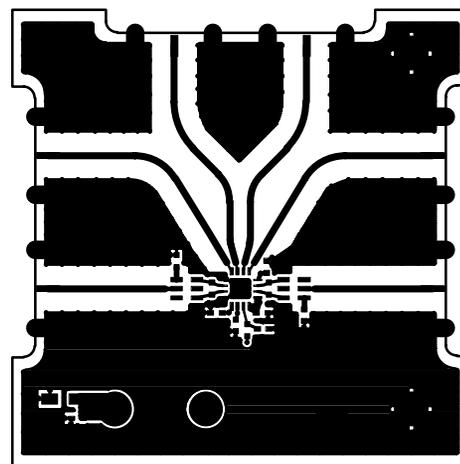


図4 . 評価ボードの部品面レイアウト

アプリケーション情報

LT5515は直接変換I/Q復調器で、ワイヤレス・インフラストラクチャなど高直線性のレシーバ・アプリケーションをターゲットにしています。RFアンプ、I/Qミキサ、直交LOキャリア発生器、およびバイアス回路で構成されています。

RF信号はRFアンプの入力に与えられ、次に直交LO信号を使ってI/Qベースバンド信号に復調されます。直交LO信号は高精度の90度位相シフタによって内部でつくられます。復調されたI/Q信号は-3dB帯域幅が260MHzのローパス・フィルタで内部処理されます。IチャンネルとQチャンネルの差動出力は振幅が良く整合していますが、それらの位相は90度ずれています。

RF入力ポート

RFポートへのLOフィードスルーを最小に抑え、利得を最大にするため、RF入力には差動ドライブを強く推奨します。(図2を参照。)帯域幅の整合を広げるため、デモ用ボードには1:4のトランスが使用されています。良好なNFを保証し、復調器の利得を最大にするため、低損失のトランスが採用されています。インピーダンスを適切に整合させるには、共振周波数が高いシャント・インダクタL1が必要です。シングルエンドから差動への変換は、RF⁺入力とRF⁻入力が必要とされるバランスのとれた波形を発生させるため、狭帯域幅のディスクリットL-C回路を使って実現することもできます。RF入力の差動入力インピーダンスを表1に示します。

表1. RF入力の差動インピーダンス

FREQUENCY (GHz)	DIFFERENTIAL INPUT IMPEDANCE (Ω)	DIFFERENTIAL S11	
		MAG	ANGLE(°)
1.5	176.0-j132.7	0.698	-24.9
1.6	170.0-j128.1	0.689	-25.9
1.7	164.3-j123.7	0.681	-26.8
1.8	158.5-j120.2	0.674	-27.7
1.9	155.0-j116.9	0.667	-28.5
2.0	150.7-j113.8	0.661	-29.4
2.1	146.8-j111.1	0.655	-30.2
2.2	143.3-j108.7	0.650	-31.1
2.3	139.7-j106.2	0.645	-32.0
2.4	136.6-j104.2	0.641	-32.8
2.5	133.5-j102.2	0.637	-33.7

RF⁺入力とRF⁻入力(ピン2、3)は内部で1.54Vにバイアスされています。これらの2つのピンがグランドまたは他の整合部品に接続される場合は、DCをブロックしてください。RF入力の等価回路を図5に示します。

4.3 抵抗(R1)がピンα(V_{CM})に接続されていて、I/Qミキサの直線性に最適なDC電流を設定します。R1の関数としての、NFとIIP3のトレードオフの関係が「標準的性能特性」に示されています。直線性を上げるために小さなR1を使用すると、全体の電源電流が増加します。高直線性の性能を得るには、5V ± 5%の電源を推奨します。

LO入力ポート

LO入力(ピン10、11)は差動でドライブして、RFポートへのLOのフィードスルーを最小に抑えます。これは、図2に示されているようなシングルエンドから差動への変換によって実現することができます。L4(12nHのシャント・インダクタ)はLO差動入力の容量性因子の影響を打ち消す役目を果たします。このインダクタの共振周波数は動作周波数よりも高くします。LOポートを50Ωの信号源に整合させるため、デモ用ボードには1:2のトランスが使用されています。LO入力の等価回路とそれに関連した整合ネットワークを図6に示します。

LO入力でのシングルエンドから差動への変換は、トランスなしにバランスのとれた波形を発生させるため、ディスクリットL-C回路を使って実現することもできます。

他の方法としては、単純にシングルエンドで終端します。ただし、RFへのLOフィードスルーは劣化する可能性があります。LO⁺入力またはLO⁻入力のどちらかを整合回路を使って50Ωの信号源に終端することができ、他方の入力は100pFのバイパス・コンデンサを介してグランドに接続します。

アプリケーション情報

LO入力ポートの差動入力インピーダンスを表2に示します。

表2 . LO入力の差動インピーダンス

FREQUENCY (GHz)	DIFFERENTIAL INPUT IMPEDANCE (Ω)	DIFFERENTIAL S11	
		MAG	ANGLE (°)
1.5	91.0-j59.4	0.469	-45.8
1.6	85.3-j56.4	0.457	-49.8
1.7	79.7-j52.7	0.440	-53.9
1.8	74.5-j48.9	0.421	-58.0
1.9	69.8-j44.9	0.399	-62.2
2.0	65.8-j41.2	0.377	-66.1
2.1	62.2-j37.5	0.352	-69.9
2.2	59.4-j34.2	0.328	-73.3
2.3	56.4-j31.0	0.303	-76.5
2.4	55.0-j28.2	0.279	-79.5
2.5	53.4-j25.6	0.257	-82.3

IチャンネルとQチャンネルの出力

IチャンネルとQチャンネルの各出力は、内部で60 Ω の抵抗を通して V_{CC} に接続されています。出力のDCバイアス電圧は $V_{CC} - 0.85V$ です。出力は外部負荷にDC結合またはAC結合することができます。復調器の差動出力インピーダンスは120 Ω で、5pFの内部コンデンサと並列に接続されており、-3dBコーナー周波数が260MHzのローパス・フィルタを形成しています。 R_{LOAD} (シング

ルエンドの負荷抵抗)は600 Ω より大きくして最大利得を保証してください。差動出力が R_{LOAD} で終端されている場合、利得はdB表示で $20 \cdot \log(1 + 120 / R_{LOAD})$ だけ減少します。たとえば、各出力ピンが50 Ω 負荷(100 Ω の差動負荷)に接続されているとき、利得は6.85dBだけ減少します。最良のRF性能(NFやIM2など)を得るには、出力を差動で取り出します(または差動からシングルエンドへの変換を使います)。

Iチャンネルの出力信号とQチャンネルの出力信号間の位相関係は固定されています。LO入力周波数がRF入力周波数より大きい(または小さい)とき、Qチャンネルの出力(Q_{OUT+} 、 Q_{OUT-})はIチャンネルの出力(I_{OUT+} 、 I_{OUT-})より90度だけ位相が進みます(または遅れます)。

出力にAC結合が使われる場合、その結果として生じるハイパス・フィルタの-3dBロールオフ周波数は、 $R_{LOAD} > 600 \Omega$ であると仮定して、プロッキング・コンデンサと R_{LOAD} のRC定数によって定まります。

復調器の出力が外部負荷にDC結合されているときは、I/Qミキサが適切にバイアスされていることを確認してください。出力からの電流が6mAを超えると、直線性の性能が大きく劣化することがあります。出力が $V_{CC} - 0.85V$ を超えるDC電圧で外部負荷に接続されているとき、各出力は14mAを超す電流をシンクすることはできません。I/Q出力の等価回路を図7に示します。

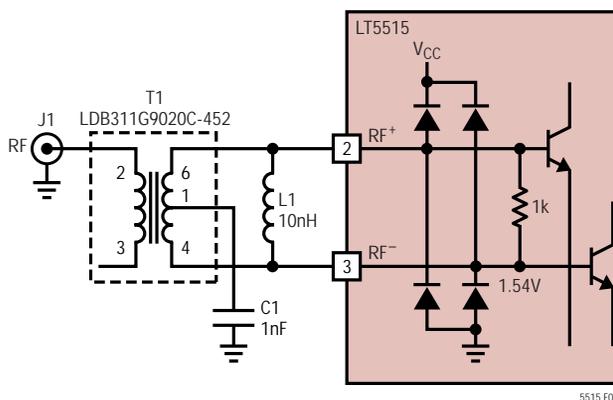


図5 . 1.9GHzの外部整合付きRF入力の等価回路

アプリケーション情報

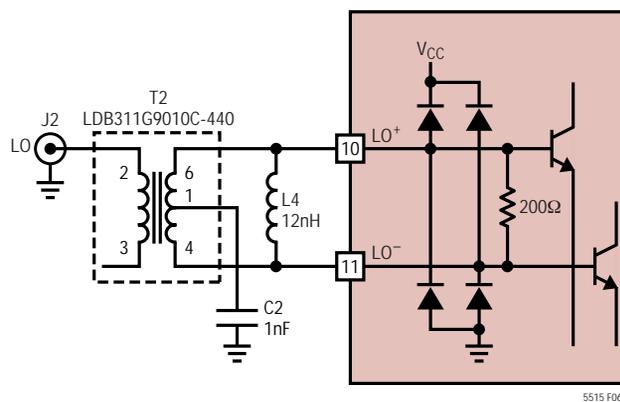


図6 . 1.9GHzの外部整合付きLO入力
の等価回路

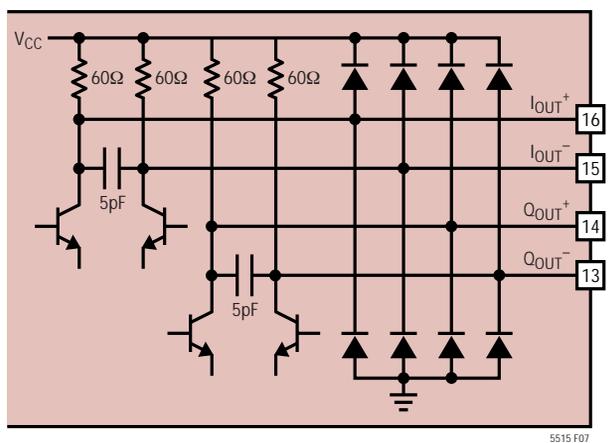
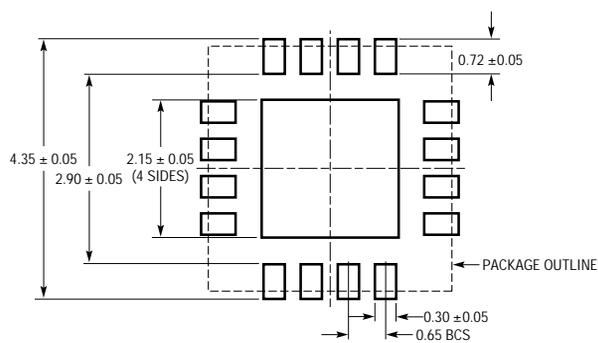


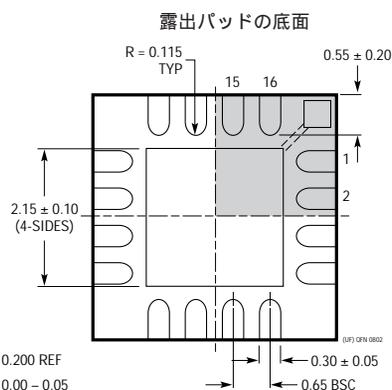
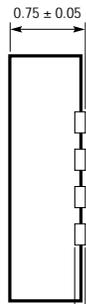
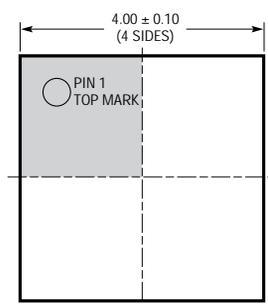
図7 . I/Q出力の等価回路

パッケージ寸法

UFパッケージ
16ピン・プラスチックQFN (4mm x 4mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1692)



推奨する半田パッドのピッチと寸法



NOTE :

1. 図面はJEDECのパッケージ外形MO-220のバリエーション(WGGC)に適合
2. すべての寸法はミリメートル
3. 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0.15mmを超えないこと
4. 露出パッドは半田メッキとする

関連製品

製品番号	説明	注釈
RFパワー・コントローラ		
LTC1757A	RFパワー・コントローラ	マルチバンドGSM/DCS/GPRS移動電話機
LTC1758	RFパワー・コントローラ	マルチバンドGSM/DCS/GPRS移動電話機
LTC1957	RFパワー・コントローラ	マルチバンドGSM/DCS/GPRS移動電話機
LTC4400	SOT-23 RF PAコントローラ	マルチバンドGSM/DCS/GPRS電話機、45dBダイナミック・レンジ、450kHzループBW
LTC4401	SOT-23 RF PAコントローラ	マルチバンドGSM/DCS/GPRS電話機、45dBダイナミック・レンジ、250kHzループBW
LTC4403	EDGE/TDMA用RFパワー・コントローラ	マルチバンドGSM/GPRS/EDGE移動電話機
LT5500	RFフロントエンド	デュアルLNA利得設定:2.5GHzで + 13.5dB/ - 14dB、二重平衡ミキサ、 $1.8V \leq V_{SUPPLY} \leq 5.25V$
LT5502	400MHz直交復調器、RSSI付き	1.8V ~ 5.25V電源、70MHz ~ 400MHzのIF、84dBリミット利得、90dBのRSSI範囲
LT5503	1.2GHz ~ 2.7GHzの直接IQ変調器およびアップコンバータ・ミキサ	1.8V ~ 5.25V電源、4ステップRF電力制御、120MHz変調帯域幅
LT5504	800MHz ~ 2.7GHzのRF測定レシーバ	80dBのダイナミック・レンジ、温度補償、2.7V ~ 5.5V電源
LTC5505	300MHz ~ 3.5GHzのRFパワー検出器	>40dBのダイナミック・レンジ、温度補償、2.7V ~ 6V電源
LT5506	500MHz直交IF復調器、VGA付き	1.8V ~ 5.25V電源、40MHz ~ 500MHzのIF、- 4dB ~ 57dBのリニア電力利得
LTC5507	100kHz ~ 1GHz RFパワー検出器	48dBのダイナミック・レンジ、温度補償、2.7V ~ 6V電源
LTC5508	300MHz ~ 7GHzのRFパワー検出器	SC70パッケージ
LTC5509	300MHz ~ 3GHzのRFパワー検出器	36dBのダイナミック・レンジ、SC70パッケージ
LT5511	高信号レベルのアップコンバータ・ミキサ	RF出力:最大3GHz、IIP3:17dBm、内蔵LOバッファ
LT5512	高信号レベルのダウンコンバータ・ミキサ	DC ~ 3GHz、IIP3:20dBm、内蔵LOバッファ
LT5516	800MHz ~ 1.5GHz直接変換直交復調器	IIP3:21.5dBm、内蔵LO直交ジェネレータ