

## 特長

- 周波数範囲: 10MHz～6GHz
- 波高率の高い(最大12dB)波形の高精度な電力測定
- ログリニア・ダイナミック・レンジ: 40dB
- 全温度範囲で極めて高い精度を実現
- シングルエンドRF入力
- ADCの分解能: 0.014dB/ビット(12ビット、 $V_{REF} = 1.8V$ )
- ADCのサンプルレート: 最大500ksps
- SPI/MICROWIREシリアルI/O
- 1V～3.6Vのデジタルロジックと互換
- 高速応答:立ち上がり時間が1μs、立ち下がり時間が8μs
- 低消費電力: 3.3Vおよび500kspsで 3mA
- 小型3mm×3mm 12ピンDFNパッケージ

## アプリケーション

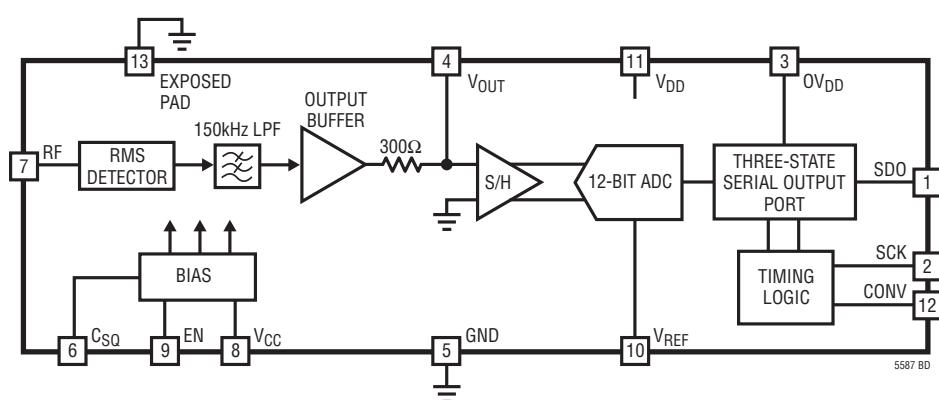
- LTE、WiMAX、W-CDMA、TD-SCDMA、CDMA、CDMA2000、EDGE、GSM
- ピコセル、フェルムトセルのRF電力制御
- 無線リピータ
- CATV/DVB送信機
- MIMO無線アクセスポイント
- 携帯型RMS電力測定器
- アンテナ・モニタ

## 概要

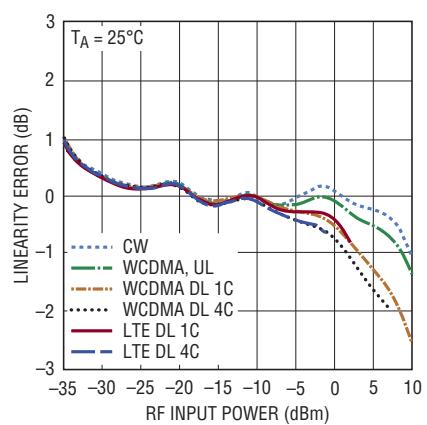
LTC<sup>®</sup>5587は12ビット・シリアルADCを搭載した10MHz～6GHzの低消費電力モノリシック高精度RMSパワー検出器です。このRMS検出器は独自の技法を使用して、波高率が最大12dBの変調信号のRF電力を高精度で測定します。2.14GHzの入力周波数では、検出範囲は-34dBm～6dBmです。検出器のシリアル・デジタル出力は、dBm単位で測定されたRF信号の電力に正比例した12ビット・ワード値です。LTC5587はLTE、WiMAX、W-CDMA、TD-SCDMA、CDMA、CDMA2000、EDGE、GSMなどの多様なRF規格に準拠した高精度な電力測定に適しています。検出器のDC出力は、アナログ出力ピン( $V_{OUT}$ )への内部300Ω抵抗に直列に接続されています。このため、A/D変換の前に1個の外部コンデンサを使って出力変調リップルをさらにフィルタ処理することができます。ADCはデータの待ち時間とミッシングコードがなく、サンプルレートは最大500kspsです。専用の外部リファレンス・ピン( $V_{REF}$ )を $V_{DD}$ などの適切な低インピーダンス電圧リファレンスに接続して、ADCのフルスケール入力電圧範囲を設定することができます。また、ADCは1回の変換が終わるごとに自動的にパワーダウンするので、LTC5587は低消費電力アプリケーションに最適です。

**□**、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。

## ブロック図



直線性誤差とRF入力電力  
(2140MHzの変調波)



5587 G12

# LTC5587

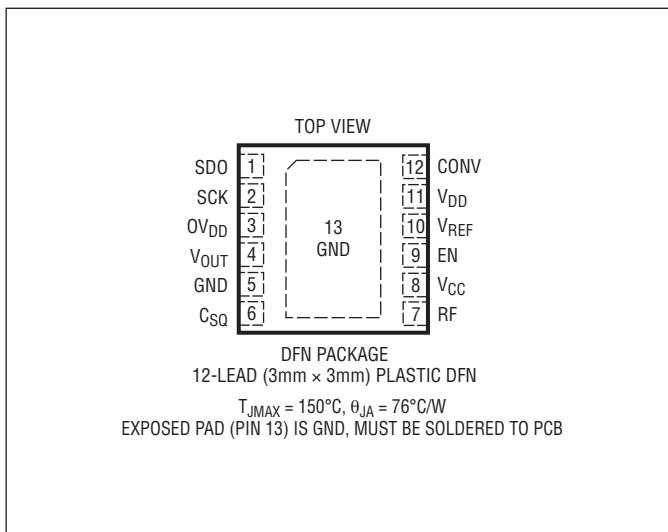
## 絶対最大定格

(Note 1)

V <sub>DD</sub> の電圧とV <sub>CC</sub> の電圧 (Note 12) .....	4V
0V <sub>DD</sub> の電源電圧 .....	最小(V <sub>DD</sub> +0.3V、4V)
最大入力信号電力(平均) .....	15dBm
最大入力信号電力(ピーク) .....	25dBm
RFのDC電圧 .....	-0.3V~2V
V <sub>OUT</sub> の電圧 .....	-0.3V~(V <sub>DD</sub> +0.3V)
ENの電圧 .....	-0.3V~(V <sub>DD</sub> +0.3V)
SDO、SCK、CONVの電圧 .....	-0.3V~(V <sub>DD</sub> +0.3V)
V <sub>REF</sub> の電圧 .....	-0.3V~(V <sub>DD</sub> +0.3V)
消費電力 .....	100mW
最大接合部温度(T <sub>JMAX</sub> ) .....	150°C
動作温度範囲 (Note 2) .....	-40°C~85°C
保存温度範囲 .....	-65°C~150°C

注意: このデバイスは静電気放電に敏感です。LTC5587を扱うときは適切な対策を取ることが非常に重要です。

## ピン配置



## 発注情報

鉛フリー仕様	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
LTC5587ID#PBF	LTC5587ID#TRPBF	LFRH	12-Lead (3mm x 3mm) Plastic DFN	-40°C to 85°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。  
非標準の鉛ベース仕様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。

鉛フリー仕様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/tapeandreel/> をご覧ください。

## 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<sub>A</sub> = 25°Cでの値 (Note 2)。注記がない限り、V<sub>CC</sub> = V<sub>DD</sub> = 0V<sub>DD</sub> = 3.3V、V<sub>REF</sub> = 1.8V、EN = 3.3V、f<sub>SMPL</sub> = f<sub>SMPL(MAX)</sub>、f<sub>SCK</sub> = f<sub>SCK(MAX)</sub>。テスト回路は図1に示されている。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
RF入力					
Input Frequency Range (Note 4)				10 to 6000	MHz
Input Impedance				205  1.6	$\Omega  \text{pF}$
f <sub>RF</sub> = 450MHz					
RF Input Power Range	Externally Matched to 50Ω Source			-34 to 6	dBm
Linear Dynamic Range, CW (Note 3)	±1dB Linearity Error			40	dB
Linear Dynamic Range, CDMA (Note 3)	±1dB Linearity Error; CDMA 4-Carrier			40	dB
Output Slope				73	LSB/dB
Logarithmic Intercept (Note 5)				-42	dBm
Output Variation vs Temperature	Normalized to Output at 25°C; P <sub>IN</sub> = -34dBm to 6dBm			±1	dB

## 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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値(Note 2)。注記がない限り、 $V_{CC} = V_{DD} = 0V$ ,  $V_{DD} = 3.3\text{V}$ ,  $V_{REF} = 1.8\text{V}$ ,  $EN = 3.3\text{V}$ ,  $f_{SMPL} = f_{SMPL(\text{MAX})}$ 、 $f_{SCK} = f_{SCK(\text{MAX})}$ 。テスト回路は図1に示されている。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Variation vs Temperature	Normalized to Output at $25^\circ\text{C}$ ; $P_{IN} = -27\text{dBm}$ to $-10\text{dBm}$		$\pm 0.5$		dB
Deviation from CW Response; $P_{IN} = -34\text{dBm}$ to $0\text{dBm}$	TETRA $\pi/4$ DQPSK CDMA 4-Carrier 64-Channel Fwd 1.23Mcps		$\pm 0.1$ $\pm 0.5$		dB
2nd Order Harmonic Distortion	At RF Input; CW Input; $P_{IN} = 0\text{dBm}$		-57		dBc
3rd Order Harmonic Distortion	At RF Input; CW Input; $P_{IN} = 0\text{dBm}$		-52		dBc

### $f_{RF} = 880\text{MHz}$

RF Input Power Range	CW Input: Externally Matched to $50\Omega$ Source		-34 to 6	dBm
Linear Dynamic Range, CW (Note 3)	$\pm 1\text{dB}$ Linearity Error		40	dB
Linear Dynamic Range, EDGE (Note 3)	$\pm 1\text{dB}$ Linearity Error; EDGE $3\pi/8$ -Shifted 8PSK		40	dB
Output Slope			73	LSB/dB
Logarithmic Intercept (Note 5)			-42	dBm
Output Variation vs Temperature	Normalized to Output at $25^\circ\text{C}$ ; $P_{IN} = -34\text{dBm}$ to $6\text{dBm}$		$\pm 1$	dB
Output Variation vs Temperature	Normalized to Output at $25^\circ\text{C}$ ; $P_{IN} = -27\text{dBm}$ to $-10\text{dBm}$		$\pm 0.5$	dB
Deviation from CW Response; $P_{IN} = -34\text{dBm}$ to $6\text{dBm}$	EDGE $3\pi/8$ Shifted 8PSK		$\pm 0.1$	dB

### $f_{RF} = 2140\text{MHz}$

RF Input Power Range	CW Input: Externally Matched to $50\Omega$ Source		-34 to 6	dBm
Linear Dynamic Range, CW (Note 3)	$\pm 1\text{dB}$ Linearity Error		43	dB
Linear Dynamic Range, WCDMA (Note 3)	$\pm 1\text{dB}$ Linearity Error; 4-Carrier WCDMA		37	dB
Output Slope			73	LSB/dB
Logarithmic Intercept (Note 5)			-42	dBm
Output Variation vs Temperature	Normalized to Output at $25^\circ\text{C}$ ; $P_{IN} = -34\text{dBm}$ to $6\text{dBm}$		$\pm 1$	dB
Output Variation vs Temperature	Normalized to Output at $25^\circ\text{C}$ ; $P_{IN} = -27\text{dBm}$ to $-10\text{dBm}$		$\pm 0.5$	dB
Deviation from CW Response; $P_{IN} = -34\text{dBm}$ to $-4\text{dBm}$	WCDMA 1-Carrier Uplink WCDMA 64-Channel 4-Carrier Downlink		$\pm 0.1$ $\pm 0.5$	dB

### $f_{RF} = 2600\text{MHz}$

RF Input Power Range	CW Input: Externally Matched to $50\Omega$ Source		-34 to 6	dBm
Linear Dynamic Range, CW (Note 3)	$\pm 1\text{dB}$ Linearity Error		40	dB
Output Slope			73	LSB/dB
Logarithmic Intercept (Note 5)			-42	dBm
Output Variation vs Temperature	Normalized to Output at $25^\circ\text{C}$ ; $P_{IN} = -34\text{dBm}$ to $6\text{dBm}$		$\pm 1$	dB
Output Variation vs Temperature	Normalized to Output at $25^\circ\text{C}$ ; $P_{IN} = -27\text{dBm}$ to $-10\text{dBm}$		$\pm 0.5$	dB
Deviation from CW Response; $P_{IN} = -34\text{dBm}$ to $2\text{dBm}$	WiMax OFDMA Preamble WiMax OFDM Burst		$\pm 0.1$ $\pm 0.5$	dB

### $f_{RF} = 3500\text{MHz}$

RF Input Power Range	CW Input: Externally Matched to $50\Omega$ Source		-30 to 6	dBm
Linear Dynamic Range, CW (Note 3)	$\pm 1\text{dB}$ Linearity Error		36	dB
Output Slope			73	LSB/dB
Logarithmic Intercept (Note 5)			-40	dBm

# LTC5587

## 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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値(Note 2)。注記がない限り、 $V_{CC} = V_{DD} = 0V$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{REF} = 1.8\text{V}$ 、 $EN = 3.3\text{V}$ 、 $f_{SMPL} = f_{SMPL(\text{MAX})}$ 、 $f_{SCK} = f_{SCK(\text{MAX})}$ 。テスト回路は図1に示されている。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Variation vs Temperature	Normalized to Output at $25^\circ\text{C}$ ; $P_{IN} = -30\text{dBm}$ to $6\text{dBm}$			$\pm 1$	dB
Output Variation vs Temperature	Normalized to Output at $25^\circ\text{C}$ ; $P_{IN} = -27\text{dBm}$ to $-10\text{dBm}$			$\pm 0.5$	dB
Deviation from CW Response; $P_{IN} = -34\text{dBm}$ to $-4\text{dBm}$	WiMax OFDMA Preamble WiMax OFDM Burst			$\pm 0.1$ $\pm 0.5$	dB

## 検出器のアナログ出力

Output DC Voltage at $V_{OUT}$	No Signal Applied to RF Input		180	mV
Output Impedance	Internal Series Resistor Allows for Off-Chip Filter Cap		300	$\Omega$
Output Current Sourcing/Sinking			5/5	mA
Rise Time (1000pF on $V_{OUT}$ )	0.2V to 1.6V, 10% to 90%, $f_{RF} = 2140\text{MHz}$		1	$\mu\text{sec}$
Fall Time (1000pF on $V_{OUT}$ )	1.6V to 0.2V, 10% to 90%, $f_{RF} = 2140\text{MHz}$		8	$\mu\text{sec}$
Power Supply Rejection Ratio (Note 6)	For CW RF Input Over Operating Input Power Range		49	dB
Integrated Output Voltage Noise	1 to 6.5 kHz Integration BW, $P_{IN} = 0\text{dBm}$ CW		150	$\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
Peak-to-Peak ADC Output Noise	$C_{\text{FILT}} = 1000\text{pF}$ , $P_{IN} = 0\text{dBm}$ CW		11	LSB

## ADCの分解能

ADC Resolution	(No Missing Codes)	●	12	Bits
Differential Linearity Error	$EN = 0\text{V}$ , Voltage on $V_{OUT} = 0\text{V}$ to $1.8\text{V}$ , $V_{REF} = 1.8\text{V}$	●	$\pm 0.25$ $\pm 1$	LSB
Measurement Resolution	$1\text{LSB} = V_{REF}/(4096 \cdot 32\text{mV/dB})$ , $V_{REF} = 1.8\text{V}$		0.014	dB/Bit

## ADCのデジタル・タイミング

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$f_{SMPL(\text{MAX})}$	Maximum Sampling Frequency	(Notes 8, 9)	●	500		kHz
$f_{SCK}$	Shift Clock Frequency	(Notes 8, 9)	●		50	MHz
$t_{SCK}$	Shift Clock Period		●	20		ns
$t_{\text{THROUGHPUT}}$	Minimum Throughput Time, $t_{\text{ACQ}} + t_{\text{CONV}}$		●		2	$\mu\text{s}$
$t_{\text{ACQ}}$	Acquisition Time		●	0.5		$\mu\text{s}$
$t_{\text{CONV}}$	Conversion Time		●	1.5		$\mu\text{s}$
$t_1$	Minimum Positive CONV Pulse Width	(Note 8)	●	1.5		$\mu\text{s}$
$t_2$	SCK $\uparrow$ Setup Time After CONV $\downarrow$	(Note 8)	●	16		ns
$t_3$	SDO Enabled Time After CONV $\downarrow$	(Notes 8, 9)	●		16	ns
$t_4$	SDO Data Valid Access Time After SCK $\downarrow$	(Notes 8, 9, 10)	●		8	ns
$t_5$	SCK Low Time	(Note 7)	●	40%		$t_{SCK}$
$t_6$	SCK High Time	(Note 7)	●	40%		$t_{SCK}$
$t_7$	SDO Data Valid Hold Time After SCK $\downarrow$	(Notes 8, 9, 10)	●	4		ns
$t_8$	SDO Into Hi-Z State Time After CONV $\uparrow$	(Notes 8, 9)			6	ns

## ADCのデジタル入力とデジタル出力

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{IH}$	SCK, CONV Logic High Input		●	2		V
$V_{IL}$	SCK, CONV Logic Low Input		●		0.8	V
$I_{IH}$	Logic High Input Current	$SCK, CONV = V_{DD}$	●		2.5	$\mu\text{A}$
$I_{IL}$	Logic Low Input Current	$SCK, CONV = 0\text{V}$	●	-2.5		$\mu\text{A}$

## 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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値(Note 2)。注記がない限り、 $V_{CC} = V_{DD} = 0V$ ,  $V_{DD} = 3.3V$ ,  $V_{REF} = 1.8V$ ,  $EN = 3.3V$ ,  $f_{SMPL} = f_{SMPL(\text{MAX})}$ ,  $f_{SCK} = f_{SCK(\text{MAX})}$ 。テスト回路は図1に示されている。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$C_{IN}$	SCK, CONV Input Capacitance			2		pF
$V_{OH}$	SDO Logic High Output	$I_{SOURCE} = 200\mu\text{A}$	●	$V_{DD} - 0.2$		V
$V_{OL}$	SDO Logic Low Output	$I_{SINK} = 200\mu\text{A}$	●		0.2	V
$I_{OZ}$	Hi-Z Output Leakage	$CONV = V_{DD}$	●		$\pm 3$	$\mu\text{A}$
$C_{OZ}$	Hi-Z Output Capacitance	$CONV = V_{DD}$		4		pF
$I_{SOURCE}$	SDO Source Current	SDO Connected to GND = 0V			-10	mA
$I_{SINK}$	SDO Sink Current	SDO Connected to $V_{DD}$			10	mA

検出器イネーブル(EN) “L” = オフ、“H” = オン

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
EN Input High Voltage (On)		●	2		V
EN Input Low Voltage (Off)		●		0.3	V
Enable Pin Input Current	$EN = 3.3V$		25		$\mu\text{A}$
Turn ON Time; CW RF Input	$V_{OUT}$ within 10% of Final Value; $P_{IN} = 0\text{dBm}$		1		$\mu\text{s}$
Turn OFF Time; CW RF Input	$V_{OUT} < 0.18V$ ; $P_{IN} = 0\text{dBm}$		8		$\mu\text{s}$

## 電源

$OV_{DD}$ Supply Voltage		●	1	3.3	$V_{DD}$	V
$V_{DD}$ Supply Voltage		●	2.7	3.3	3.6	V
$V_{REF}$ Reference Voltage		●	1.4		$V_{DD} + 0.05$	V
$V_{CC}$ Supply Voltage	Should Be Equal to $V_{DD}$	●	2.7	3.3	3.6	V
Total Supply Current	No RF Input Signal, ADC Operational at 500ksps No RF Input Signal, ADC Sleep-Mode	● ●	3 1.4	4 2.5		mA
Shutdown Current	$EN = 0.3V$ , $CONV = 3.3V$ , ADC Sleep-Mode		0.2	10		$\mu\text{A}$

**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可能性がある。最大RF入力電力定格は設計および工学的特性評価によって保証されているが、製造時にはテストされない。

**Note 2:** LTC5587は $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の動作温度範囲で動作することが保証されている。

**Note 3:** 直線性誤差は $-20\text{dBm} \sim 0\text{dBm}$ の出力のインクリメンタル・スロープと平均出力スロープの間の差によって計算される。ダイナミックレンジは、直線性誤差が $\pm 1\text{dB}$ 以内である範囲として定義されている。

**Note 4:** 250MHzより低い入力周波数に対しては、 $C_{SQ}$ ピンに外付けコンデンサを使用する。このコンデンサを使用しないと、低い周波数での動作は出力電圧に過度のRFリップルを生じる。

**Note 5:** 対数インターフェースは最も良く合致したログ・リニア直線から外挿した入力電力レベルで、そこで変換された出力コード0LSBになる。

**Note 6:** 所定のCW入力電力レベルでは、PSRRは $V_{CC}$ 電源電圧の変化に対する変換された出力電圧の変化のdB値として定義される。

**Note 7:** 設計によって保証されており、テストされない。

**Note 8:** 特性評価により保証。全ての入力信号は $t_R = t_f = 2\text{ns}$  ( $V_{DD}$ の10%～90%)で規定され、1.6Vの電圧レベルから時間が規定される。

**Note 9:** 与えられている全てのタイミング仕様は $10\text{pF}$ の容量負荷で規定されている。この値より大きな容量負荷では、デジタル・バッファまたはラッチを使う必要がある。

**Note 10:** 出力が $V_{IH}$ 電圧または $V_{IL}$ 電圧を横切るのに必要な時間。

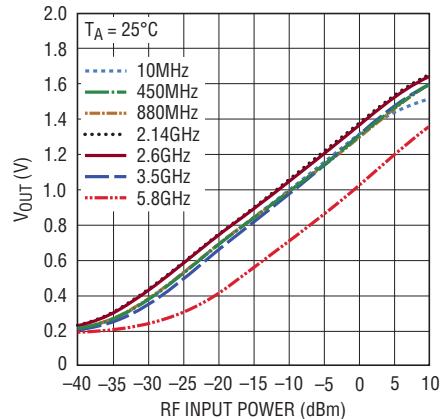
**Note 11:**  $V_{OUT}$ ピンおよび $V_{REF}$ ピンの電圧がGNDより下になるか、 $V_{DD}$ より上になると、内部ダイオードによってクランプされる。このデバイスはラッチアップを生じることなしに、GNDより低い電圧または $V_{DD}$ より高い電圧で $100\text{nA}$ を超える入力電流を処理することができる。

**Note 12:**  $V_{DD}$ の電源電圧は $V_{CC}$ の電源電圧と同じになる可能性がある。これらのピンは $2.2\mu\text{F}$ の共通バイパス・コンデンサを共有することができる。

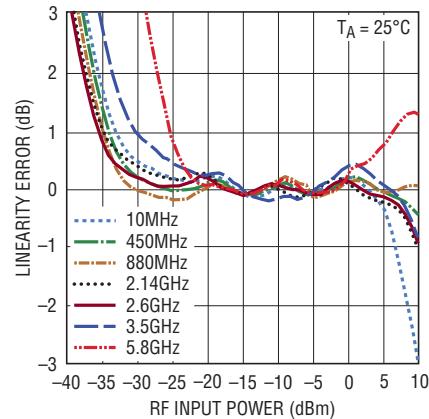
# LTC5587

**標準的性能特性** 注記がない限り、 $V_{CC} = V_{DD} = 0V_{DD} = 3.3V$ 、 $V_{REF} = 1.8V$ 、 $EN = 3.3V$ 、 $f_{SMPL} = f_{SMPL(MAX)}$  および  $f_{SCK} = f_{SCK(MAX)}$ 。  
 $V_{OUT} = \text{ADC出力(LSB)} \cdot 1.8/4096$ 。テスト回路は図1に示されている。

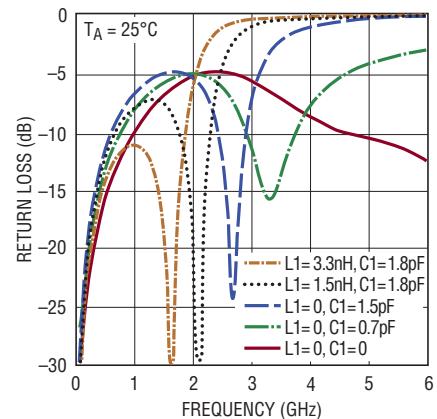
出力電圧と周波数



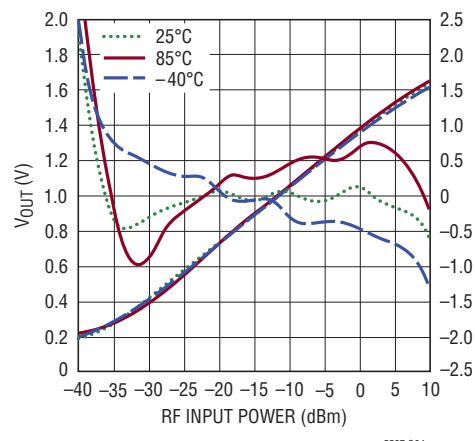
直線性誤差と周波数



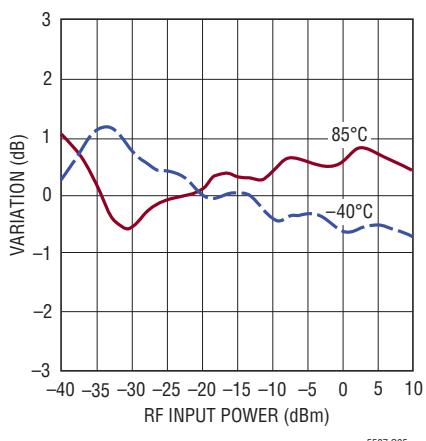
RF入力のリターン損失と周波数



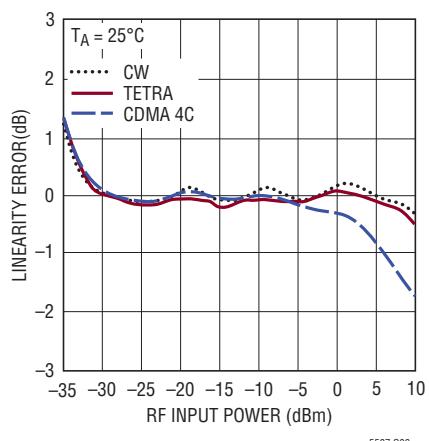
出力電圧および直線性誤差  
(450MHz)



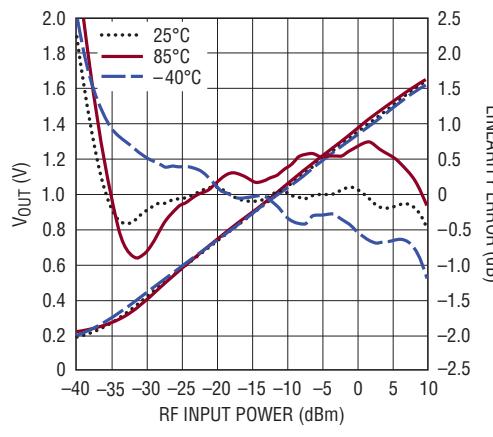
25°Cからの温度変化に対する  
出力電圧の変動(450MHz)



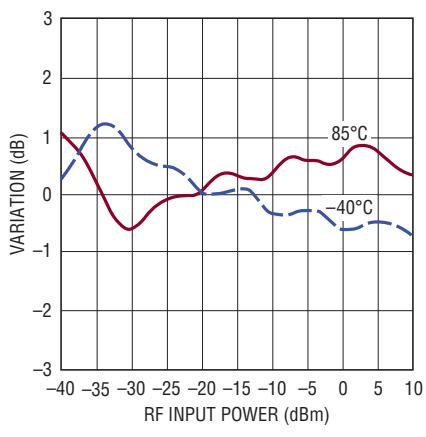
直線性誤差とRF入力電力  
(450MHzの変調波)



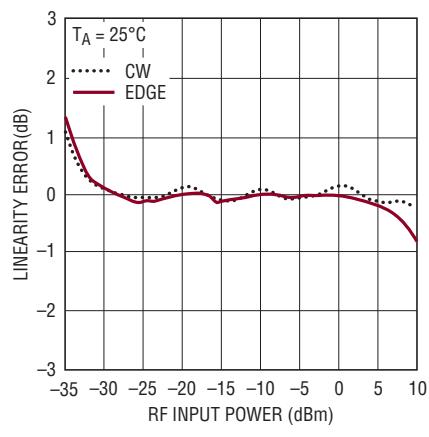
出力電圧および直線性誤差  
(880MHz)



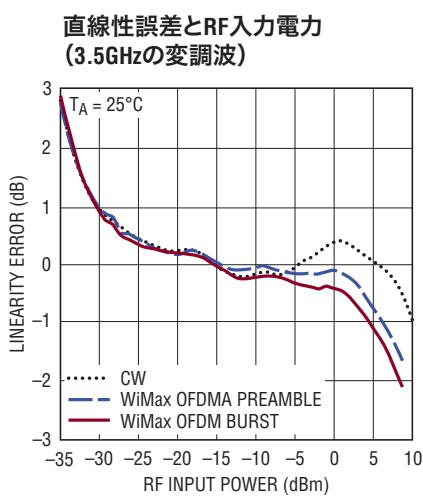
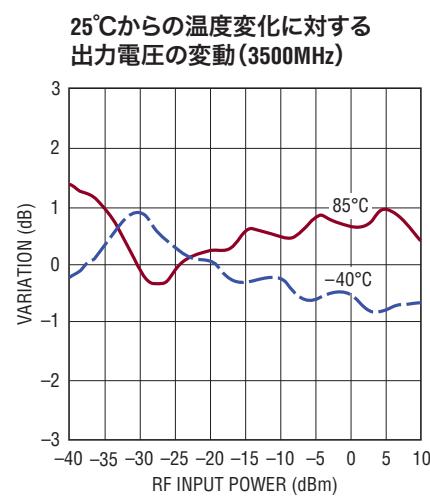
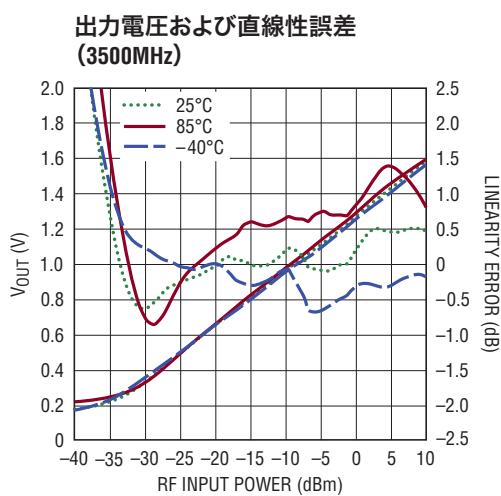
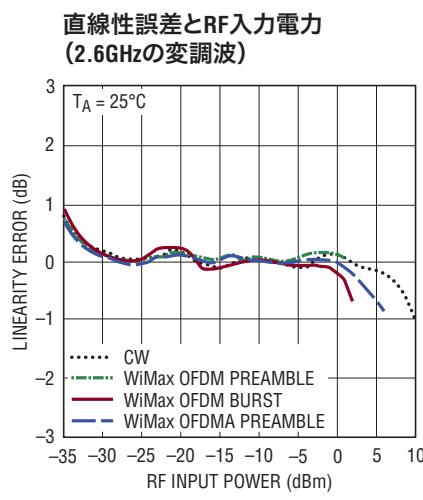
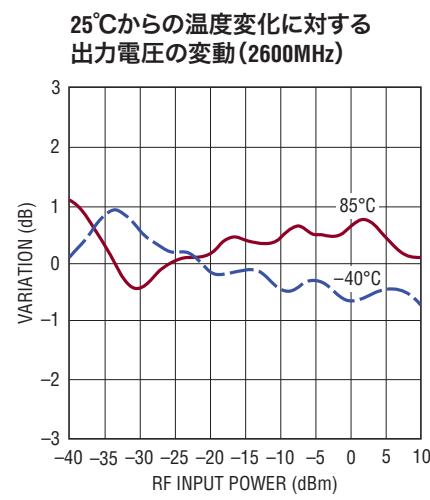
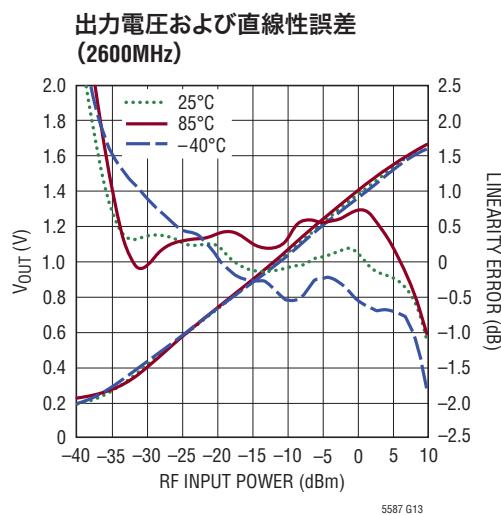
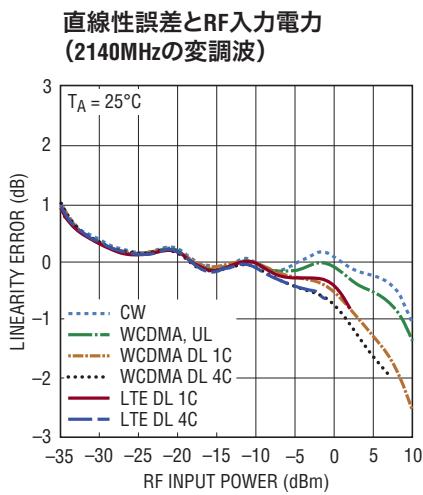
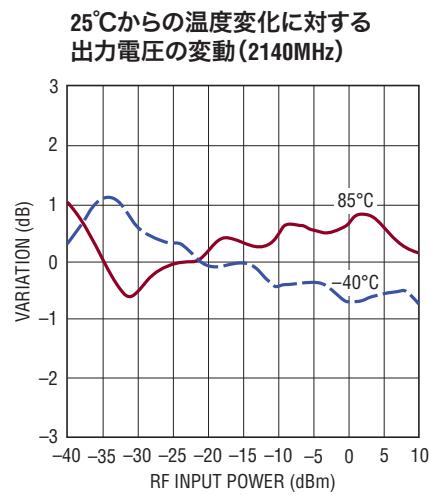
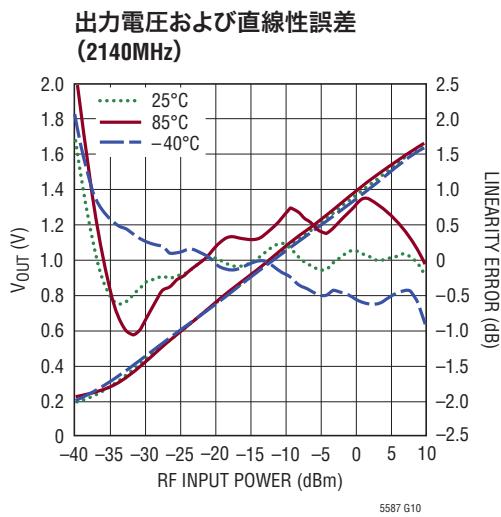
25°Cからの温度変化に対する  
出力電圧の変動(880MHz)



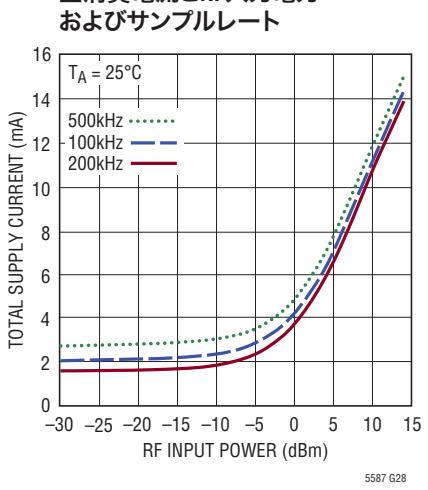
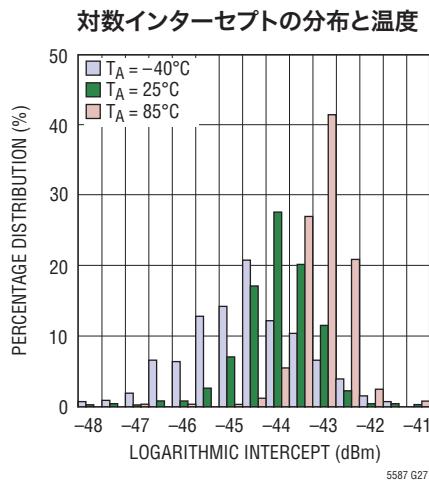
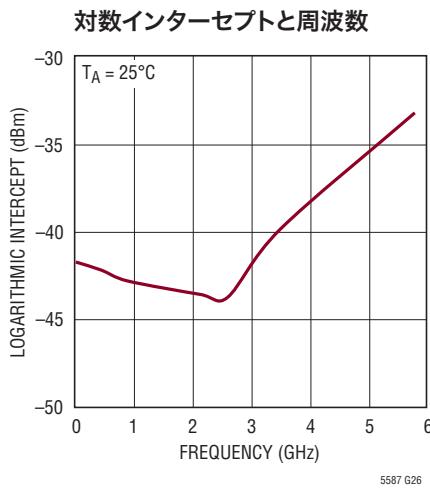
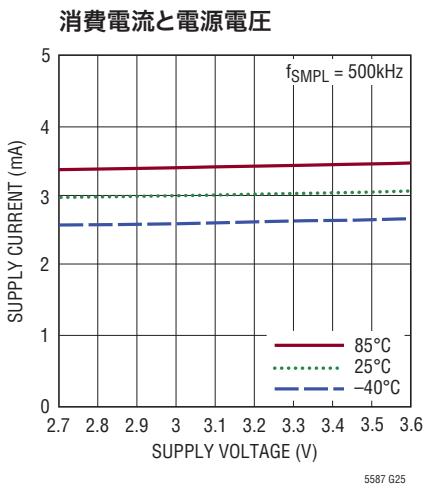
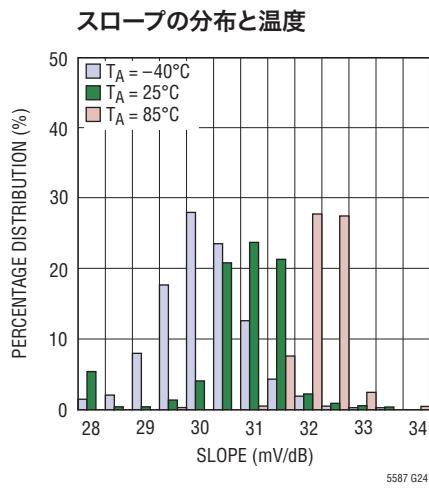
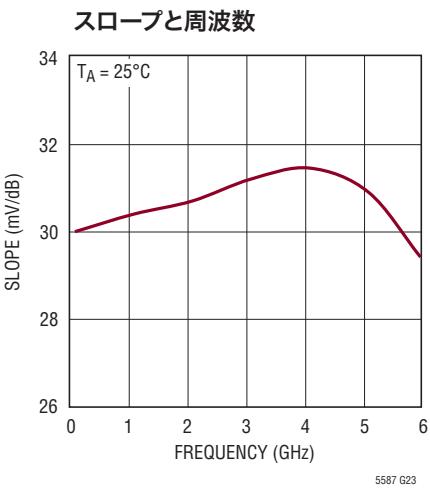
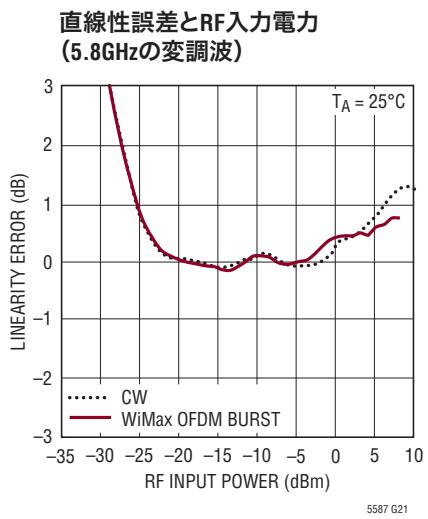
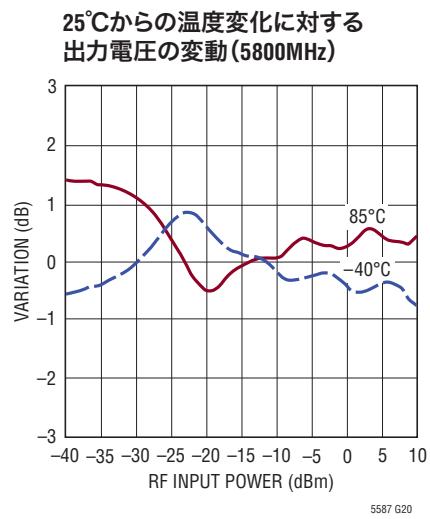
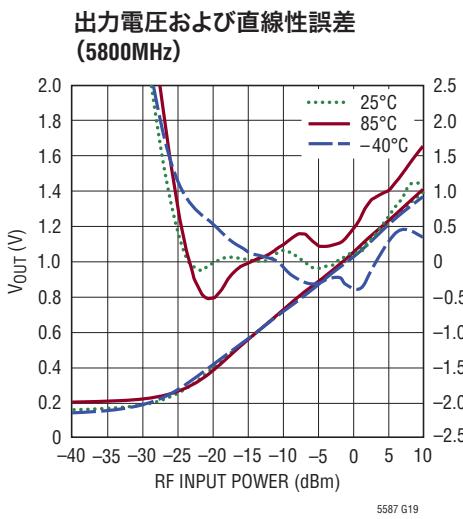
直線性誤差とRF入力電力  
(880MHzの変調波)



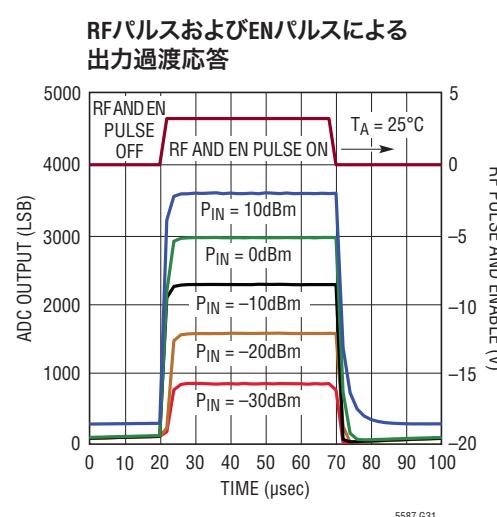
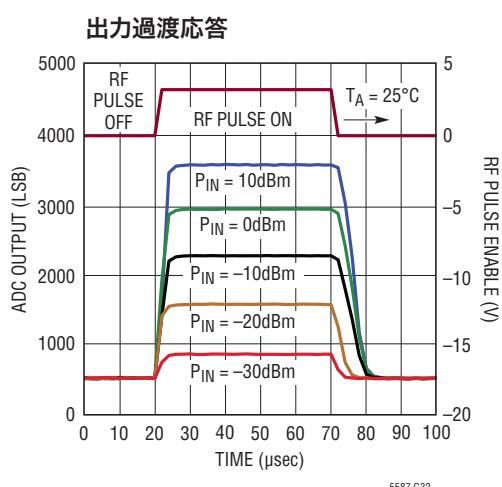
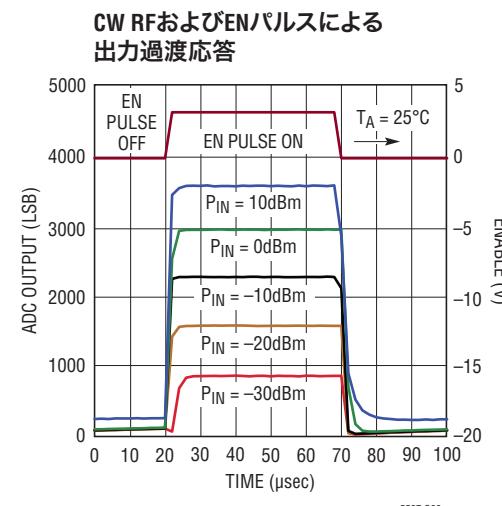
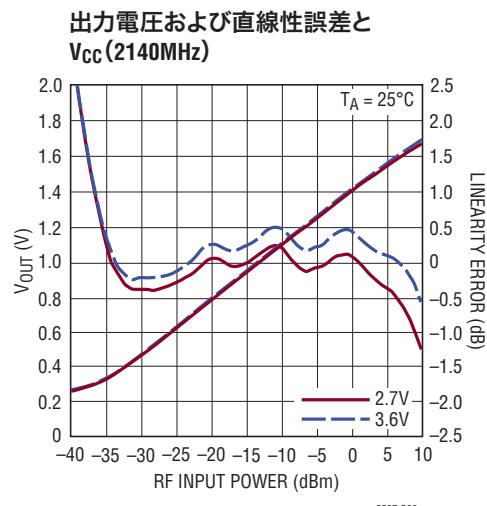
**標準的性能特性** 注記がない限り、 $V_{CC} = V_{DD} = 0V$ 、 $V_{DD} = 3.3V$ 、 $V_{REF} = 1.8V$ 、 $EN = 3.3V$ 、 $f_{SMPL} = f_{SMPL(MAX)}$  および  $f_{SCK} = f_{SCK(MAX)}$ 。  
 $V_{OUT} = \text{ADC出力 (LSB)} \cdot 1.8/4096$ 。テスト回路は図1に示されている。



**標準的性能特性** 注記がない限り、 $V_{CC} = V_{DD} = 0V$ 、 $V_{DD} = 3.3V$ 、 $V_{REF} = 1.8V$ 、 $EN = 3.3V$ 、 $f_{SMPL} = f_{SMPL(MAX)}$  および  $f_{SCK} = f_{SCK(MAX)}$ 。  
 $V_{OUT} = \text{ADC出力 (LSB)} \cdot 1.8/4096$ 。テスト回路は図1に示されている。



**標準的性能特性** 注記がない限り、 $V_{CC} = V_{DD} = 0V$ 、 $V_{DD} = 3.3V$ 、 $V_{REF} = 1.8V$ 、 $EN = 3.3V$ 、 $f_{SMPL} = f_{SMPL(\text{MAX})}$  および  $f_{SCK} = f_{SCK(\text{MAX})}$ 。  
 $V_{OUT} = \text{ADC出力(LSB)} \cdot 1.8/4096$ 。テスト回路は図1に示されている。



## ピン機能

**SDO(ピン1)**:スリーステートのシリアル・データ出力。A/D変換の結果は、MSBを先頭にしたシリアル・データストリームとしてSDOからシフトアウトされます。データストリームは12ビットの変換データとそれに続く末尾の0で構成されます。

**SCK(ピン2)**:シフト・クロック入力。SCKのシリアル・クロックによってシリアル・データ転送の同期が行われます。SDOのデータはSCKの立ち下がりエッジで転送されます。

**OV<sub>DD</sub>(ピン3)**:ADCの出力ドライバの電源電圧(1.0V~3.6V)。OV<sub>DD</sub>は1μFのセラミック・コンデンサでバイパスします。OV<sub>DD</sub>はV<sub>DD</sub>とは別個にドライブすることができ、V<sub>DD</sub>より高くすることができます。

**V<sub>OUT</sub>(ピン4)**:検出器のアナログ電圧出力。検出器出力の300Ωの内部直列抵抗により、このピンからGNDに設置したコンデンサで簡単なR-Cフィルタを形成できます。500kHzのコナー周波数に対して1000pFのコンデンサを推奨します。

**C<sub>SQ</sub>(ピン6)**:250MHzより低い周波数のための、オプションの低周波数範囲の拡張用コンデンサです。10MHzの動作では、このピンからグランドに0.01μFを接続します。

**RF(ピン7)**:RF入力電圧。外部でDCブロックします。1000pFのコンデンサを推奨します。このピンは205Ωで内部終端されています。

**V<sub>CC</sub>(ピン8)**:検出器の電源電圧(2.7V~3.6V)。V<sub>DD</sub>の電源に接続することができます。V<sub>CC</sub>は1μFのセラミック・コンデンサでバイパスします。V<sub>CC</sub>とV<sub>DD</sub>を相互接続するときは、2.2μFでバイパスします。

**EN(ピン9)**:検出器イネーブル。イネーブル・ピンをロジック“L”にするか、または未接続状態になると、検出器がシャットダウンします。ロジック“H”になると、検出器はイネーブルされます。このピンをフロート状態のままになると、500kの内部プルダウン抵抗が検出器を確実にオフします。

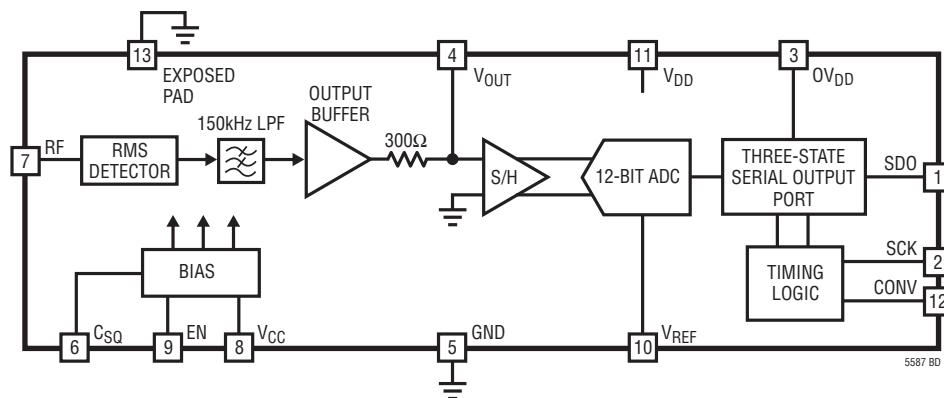
**V<sub>REF</sub>(ピン10)**:ADCのリファレンス入力電圧。V<sub>REF</sub>によってADCの入力スパン(0V~V<sub>REF</sub>)が決まります。V<sub>REF</sub>の範囲は1.4V~V<sub>DD</sub>です。1μFのセラミック・コンデンサでグランドにバイパスします。

**V<sub>DD</sub>(ピン11)**:ADCの電源電圧(2.7V~3.6V)。V<sub>DD</sub>は1μFのセラミック・コンデンサでバイパスします。

**CONV(ピン12)**:コンバータ入力。このアクティブ“H”的信号の立ち上がりエッジによって変換が開始されます。変換後、ADCは自動的にパワーダウンします。この入力がロジック“L”になるとSDOピンがイネーブルされ、データのシフトアウトが可能になります。

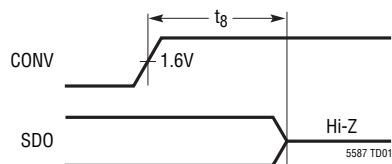
**GND(ピン5、露出パッド・ピン13)**:グランド。高周波動作では、裏面のグランド接続は、多数のスルーホール・ビアを使ってPCBグランドに低インダクタンスで接続します。レイアウトに関する情報を参照してください。

## ブロック図

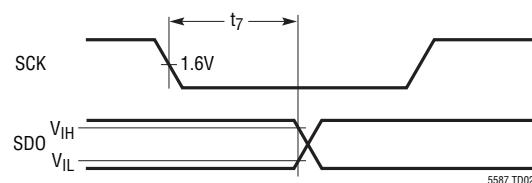


## タイミング図

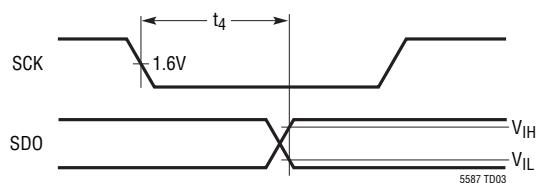
CONVの立ち上がりエッジ後にSDOは高インピーダンス状態になる



SCKの立ち下がりエッジ後のSDOデータの有効ホールド時間

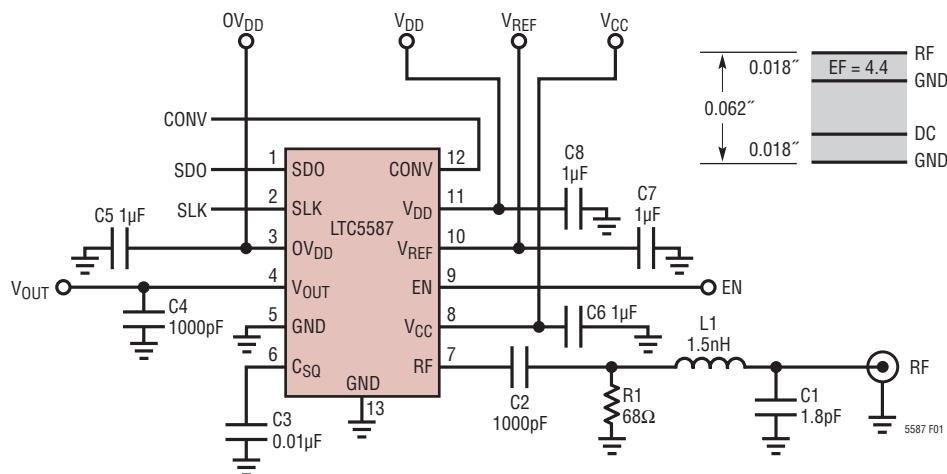


SCKの立ち下がりエッジ後のSDOデータの有効アクセス時間



# LTC5587

## テスト回路



REF DES	値	サイズ	製品番号
C5, C6, C7, C8	1μF	0402	AVX 0402ZG105ZAT2A
C3	0.01μF	0402	AVX 04023C103KAT2A
C2, C4	1000pF	0402	AVX 04025C102KAT2A
R1	68Ω	0402	CRCW040268R1FKED

周波数範囲	RF入力の整合	
	L1	C1
0.04~1.8GHz	3.3nH	1.8pF
1.75~2.2GHz	1.5nH	1.8pF
2.4~2.9GHz	0	1.5pF
2.8~3.8GHz	0	0.7pF
4.5~6.0GHz	0	0

図1. 評価用回路

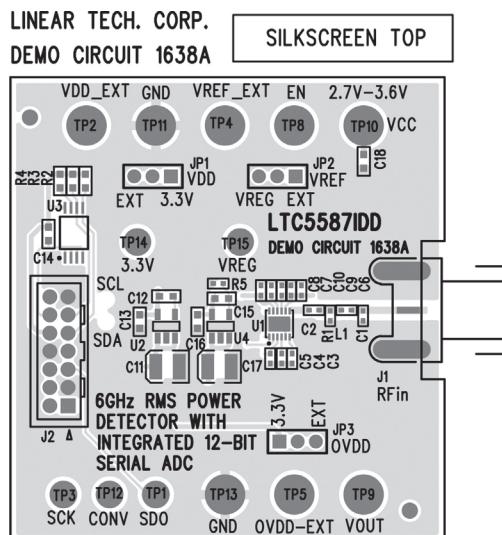


図2. 評価用回路基板

## アプリケーション情報

### 動作

LTC5587は、独自の高速パワー検出器を150kHzの内部ローパス平均化フィルタ、およびシリアル出力インターフェース付き12ビット逐次比較ADCと一体化しています。このデバイスは、波高率の高い変調されたRF信号のRMS電力を正確に測定します。RFパワー検出器の出力電圧は、12ビットのデジタル・ワードに変換され、dBmが単位の平均RF入力電力に正比例します。このデバイスは、単一の電源または専用の複数の電源で動作させることができます。1.8V、2.5Vまたは3Vのデジタル・システムとのインターフェースのほか、ADC変換用の固有の電圧範囲を選択することができます。

### 評価

評価用回路の簡略図を図1に、関連した基板のアートワークを図2に示します。適正に動作させるため、パッケージの露出パッドの下や信号ラインおよびデジタル・ラインの周辺にビアを十分に設置し、基板レイアウトで適切なグランド処理を行います。図2に示されている評価用回路基板には、V<sub>DD</sub>、OV<sub>DD</sub>およびV<sub>CC</sub>電源用のオプションの3.3VレギュレータとV<sub>REF</sub>リファレンス用のオプションの1.8Vレギュレータなど、図1に示されていないサポート回路が追加されています。この内蔵リファレンスは全温度範囲で高精度( $\pm 5\text{mV}$ 以下)を実現するので、ADC出力の誤差が $\pm 0.1\text{dB}$ 以下になります。デジタル出力を評価するため、QuickEval PCベース・ソフトウェアをDC590B USBコントローラ・インターフェース基板とともに使用することができます。この基板は、一般的なUSBからシリアル・ペリフェラル・インターフェース(SPI)へのコントローラを備えています。評価用基板とDC590B基板を14ピン・リボンケーブルで接続します。DC590Bは約200Hzのサンプリング・レート( $f_{\text{SMPL}}$ )での評価が可能です(<http://cds.linear.com/docs/Reference%20Design/dc590B.pdf>を参照)。高いサンプリング・レートでは、基板上でデジタルI/Oピンに直接アクセスすることができます。高いサンプリング・レートの評価の詳細については弊社にお問い合わせください。

### RF入力の整合

入力抵抗は約205Ωです。入力容量は1.6pFです。RF入力の周波数に対するインピーダンスを次の表に詳細に示します。

表1. RF入力のインピーダンス

周波数 (MHz)	入力 インピーダンス(Ω)	\$11	
		大きさ	角度(°)
10	203.3-j1.4	0.605	-0.7
50	201.8-j7.0	0.605	-3.7
100	197.2-j13.7	0.606	-7.3
200	161.9-j25.8	0.608	-14.6
400	142.5-j43.6	0.614	-28.9
500	125.3-j48.5	0.619	-35.8
800	88.0-j60.4	0.636	-55.6
900	79.2-j62.6	0.643	-61.8
1000	71.8-j64.3	0.650	-67.7
1500	46.6-j68.8	0.685	-94.3
2000	31.1-j69.2	0.715	-116
2100	29.9-j69.0	0.721	-119.9
2500	22.4-j66.8	0.739	-134.1
3000	15.3-j60.7	0.756	-149.6
3500	9.9-j47.3	0.768	-163.2
4000	6.6-j16.9	0.779	-175.5
5000	9.8-j51.7	0.787	162.1
6000	18.5-j69.4	0.792	141.4

68Ωのシャント抵抗を使って、1GHzまでの低周波数、および4.5GHz～6GHzでの広帯域の整合を実現することができます。図3に示すように、3.3nHの直列インダクタ(L1)と1.8pFのシャント・コンデンサ(C1)で構成されるLC整合回路を使って、公称1.8GHzまでの広帯域の入力整合を実現することができます。この整合により、帯域全体でのリターン損失が約10dBに保たれます。さらに高い周波数での整合のためのL1とC1の値を図1の表に示します。外付け部品を使用しないRF入力ピンを基準にした入力反射係数を図4のスミスチャートに示します。代わりに、R1を省いて205Ωを50Ωに変えることにより、インピーダンス変換ネットワークを使って整合させることができます。この狭帯域の整合によって感度が最大約6dBまで改善されますが、ダイナミックレンジは等しく保たれます。たとえば、R1を省いてL1 = 1.8nHおよびC1 = 3pFに設定すると、1.95GHz～2.36GHzで2:1のVSWR整合を得ることができ、感度が5dB改善されます。

# LTC5587

## アプリケーション情報

RF入力のDCブロッキング・コンデンサ(C2)とCSQのバイアス・デカップリング・コンデンサ(C3)を低周波動作作用に調整することができます。入力周波数が10MHzまで下がる場合には、CSQに0.01μFが必要です。250MHzより高い周波数では、20pFの内蔵デカップリング・コンデンサで十分で、必要に応じてCSQを除去することができます。DCブロッキング・コンデンサは10MHz動作では2200pFまで、2GHz動作では100pFまで大きくすることができます。DCブロッキング・コンデンサが2200pFよりも大きいと、RFピンのダイオード・リミッタ/ESD保護の整流作用により、立ち下がりエッジで望ましくないRFパルス応答を生じます。したがって、一般的なアプリケーションに対するC2の推奨値は1000pFの控えめな値に設定されています。

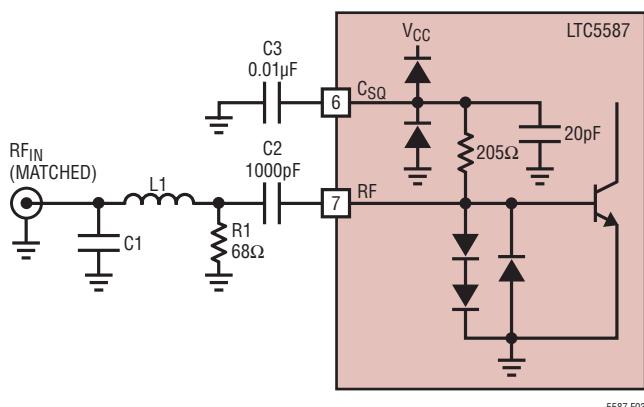


図3. RF入力インターフェースの簡略回路図

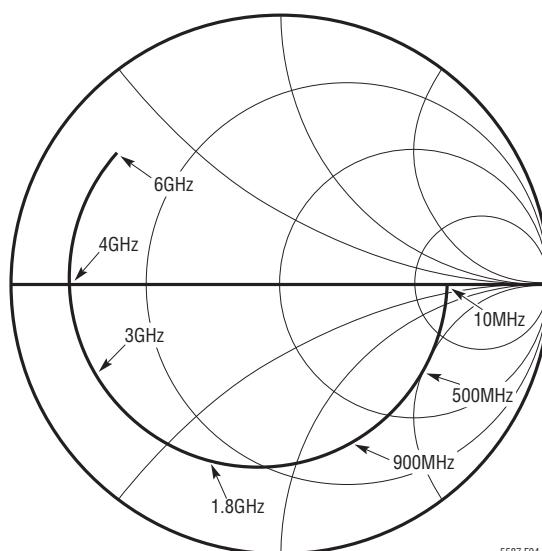


図4. 入力反射係数

## フィルタ・コンデンサ

LTC5587のV<sub>OUT</sub>ピンのインターフェースを図5に示します。これには300Ωの直列抵抗付きのプッシュプル出力段が備わっています。検出器の出力段は5mAの電流のソースとシンクが可能です。V<sub>OUT</sub>ピンは損傷を生じることなくGNDまたはV<sub>CC</sub>（またはV<sub>DD</sub>のいずれか低い方）に短絡することができますが、V<sub>CC</sub>+0.5VもしくはV<sub>DD</sub>+0.5Vを上回るか、またはGND-0.5Vを下回ると、内部ESD保護ダイオードが過度の電流を流し始めるこによって損傷を生じことがあります。

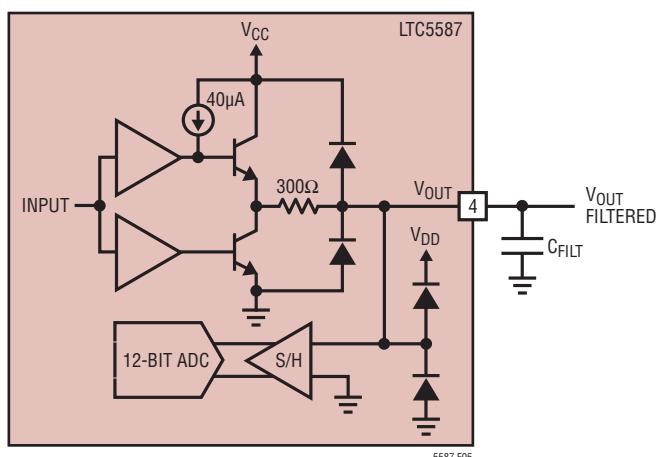


図5. 検出器のアナログ出力の簡略回路図

RF変調による残留リップルは、V<sub>OUT</sub>ピンに外付けコンデンサC<sub>FILT</sub>（評価用回路図のC4）を追加し、簡単なRCローパス・フィルタを形成することによって減少させることができます。出力ピンと直列の300Ωの内部抵抗により、C<sub>FILT</sub>を追加するだけで出力信号をフィルタ処理することができます。フィルタの-3dBコーナー周波数f<sub>C</sub>は次式で算出することができます。

$$f_C(-3\text{dB}) = 1/(2 \cdot \pi \cdot 300 \cdot C_{FILT})$$

f<sub>C</sub>の単位はHzで、C<sub>FILT</sub>の単位はFです。検出信号の帯域幅は実質的に150kHzの内部フィルタによって制限されるので、C<sub>FILT</sub>=1000pFを選択すると、ADCの-3dBの入力帯域幅が530kHzに設定され、残留変調リップルにあまり影響を与えません。ADCのサンプリング精度へのC<sub>FILT</sub>の影響はわずかです。たとえば、C<sub>FILT</sub>にどのような値を選択しても、ADCのサンプルレートが25kspsから500kspsに変化したときの出力値の変化は0.2dB以下です。

## アプリケーション情報

2.14GHzで-10dBmの4キャリアWCDMAダウンリンク信号の残留リップル・レベルに対する外付けフィルタ・コンデンサの効果を図6に示します。出力に0.047μFのコンデンサを追加すると、ピーク・トゥ・ピーク出力リップルが150LSBから約60LSBまで減少します。

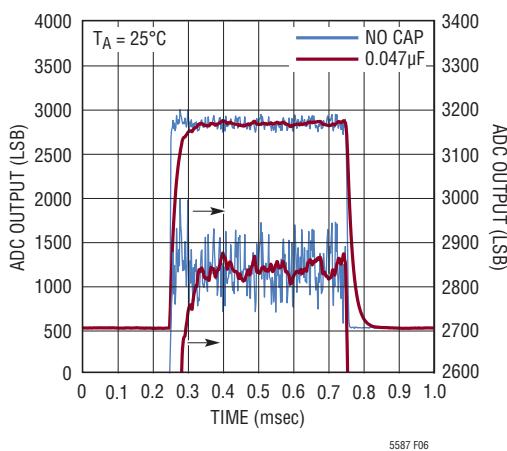


図6. WCDMAの4キャリア変調を使用したRFパルスの残留リップル、出力過渡応答

0.047μFの外付けフィルタ・コンデンサを使ってプリアンプルとバースト・リップルを1/3に低減した、2.6GHzのWiMAX信号の過渡応答を図7に示します。プリアンプル部分の平均電力は-10dBmですが、バースト部分の平均電力は3dB低下しています。コンデンサを使用すると、プリアンプル部分のリップルはピーク・トゥ・ピークで約0.5dBになります。使用した変調はOFDM (WiMAX 802.16-2004) のMMDS帯域、帯域幅1.5MHz、256のサイズのFFTおよびQPSK 3/4で1バーストです。

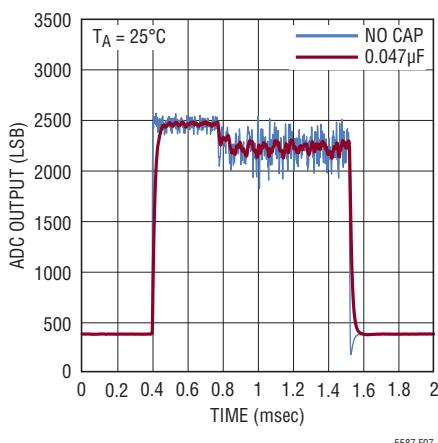


図7. 2.6GHz WiMAX OFDM 802.16-2004の残留リップル

外付けフィルタの容量値を増加させたときにピーク・トゥ・ピーク・リップルが減少する様子を図8に示します。このローパス・フィルタ・コンデンサの追加によってRFパルス応答の立ち上がり時間と立ち下がり時間が長くなる様子も示されています。

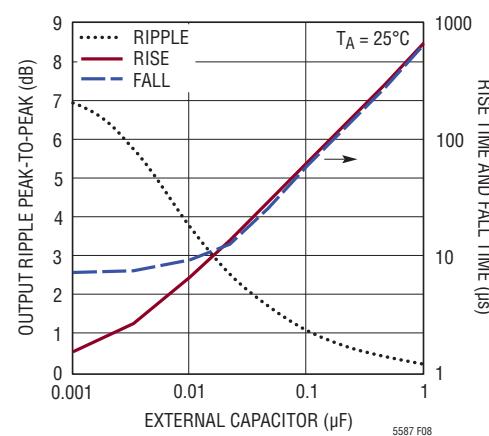


図8. WCDMAの4キャリア変調を使用したRFパルスの残留リップル、出力過渡時間と外付けフィルタ・コンデンサC4

図9は、フィルタ・コンデンサがないときの立ち上がり時間および立ち下がり時間はRF入力電力と強い相関関係があることを示しています。

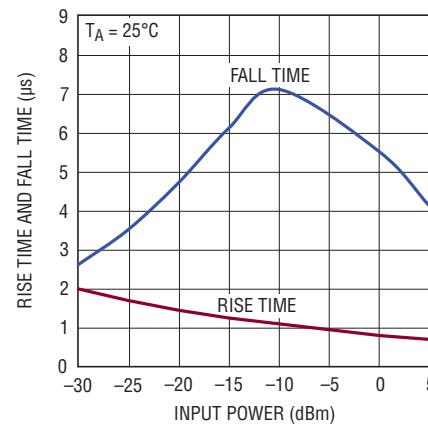


図9. RFパルス応答の立ち上がり時間および立ち下がり時間とRF入力電力

## アプリケーション情報

所定のRF変調のタイプ(たとえば、WCDMA)では、150kHzの内部フィルタが残留リップル・レベルの公称フィルタリングを与えます。追加の外付けフィルタは対数領域で作用し、これにより、dBが単位の次式に示すような、信号の波高率と関係する系統的な対数誤差を生じます。<sup>1</sup>

$$\text{Error|dB} = 10 \cdot \log_{10}(r + (1-r)10^{-\text{CF}/10}) - \text{CF} \cdot (r-1)$$

ここで、CFは波高率、rは測定のデューティ・サイクル(つまり、ピーク包絡線で行われる測定数を測定期間内の周期的測定の合計回数で割ったもの)です。CFは150kHzのローパス・フィルタで処理した信号の包絡線であることに注意してください。誤差は、150kHzの内部フィルタとの関係で、変調信号の統計値と帯域幅に依存します。たとえば、WCDMAの場合、外付けフィルタ・コンデンサのコーナー周波数を15kHzに設定することが可能で、0.1dB以下の誤差を生じるだけであることがシミュレーションによって示されています。

入力電力が-10dBmの2140MHzの2トーン入力信号の変調差周波数の関数としての、出力のAC変調リップルを図10に示します。その結果生じる検出器の出力電圧の変化は、150kHzの内部フィルタの影響を示します。

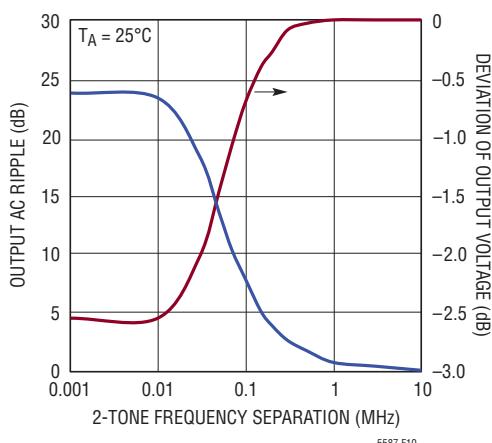


図10. 出力のDC電圧変動および  
残留リップルと2トーン分離周波数

1. Steve Murray, "Beware of Spectrum Analyzer Power Averaging Techniques," Microwaves & RF, Dec. 2006.

様々な入力電力レベルに対する出力電圧ノイズ密度と積分ノイズを、それぞれ図11と図12に示します。ノイズは入力レベルと強い相関関係があり、入力なしに対して0dBmの入力レベルでは出力ノイズ・レベルが約10dB減少します。

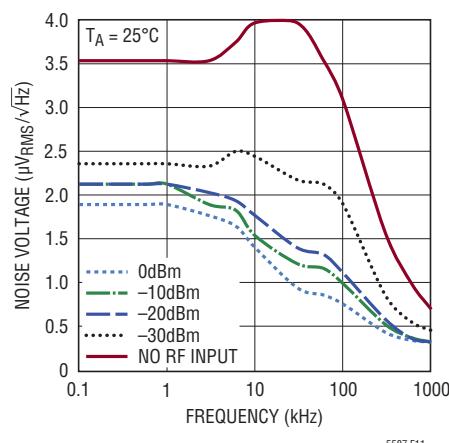


図11. 出力電圧ノイズ密度

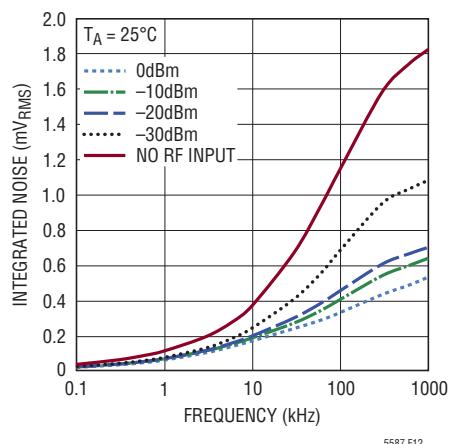
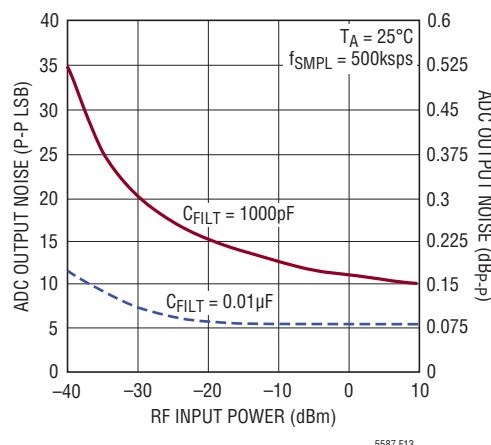


図12. 積分出力電圧ノイズ

## アプリケーション情報

ADC出力の全ノイズの大部分は検出器の出力ノイズで、サンプリング・ノイズはわずかです。ピーク・トゥ・ピーク出力ノイズもサンプルレートとほとんど関係がありません。ADC出力のピーク・トゥ・ピーク・ノイズとCW RF入力のRF入力レベルとの関係を図13に示します。CFILTを1000pFから0.01μFに増やすことにより、入力電力に対するノイズが約1/2～1/3に減少します。



## シリアル・インターフェース

LTC5587は、3線インターフェースを介してマイクロコントローラ、DSPなどの外部回路と情報をやり取りします。シリアル・インターフェースの動作シーケンスを図14に示します。

## データ転送

CONVの立ち上がりエッジで変換が開始されてSDOがディスエーブルされます。変換後、ADCは自動的にスリープ・モードになり、リーク電流だけが流れます。CONVが“L”になると、SDOがインエーブルされてMSBビットB11がクロックで出力されます。次いで、SCKは各ビットがSCKの立ち下がりエッジで送信され、SCKの立ち上がりエッジで捕捉できるようにデータ転送の同期を行います。データ転送の終了後、CONVが“L”的状態でSCKクロックが引き続き与えられると、SDOは無期限に0を出力します(図14を参照)。たとえば、SCKの16クロックで12ビットのデータとそれに続く4つの0がSDOに出力されます。

## スリープ・モード

各変換後にCONVが“H”的ままだと、LTC5587のADCはスリープ・モードになって電力を節約します。スリープ・モードでは、すべてのバイアス電流がシャットダウンされ、リーク電流だけが残ります(約0.1μA)。ADCがスリープ・モードの間、サンプル・ホールドはホールド・モードになります。起動時のCONVの立ち下がりエッジの後、ADCはサンプル・モードに戻ります。

## スリープ・モードの終了とパワーアップ時間

CONVを“L”にすることにより、ADCがパワーアップして収集時間( $t_{ACQ}$ )後に入力信号をすべて収集します。 $t_{ACQ}$ 後、CONVの立ち上がりエッジにより、ADCは再び変換を行える状態になります。

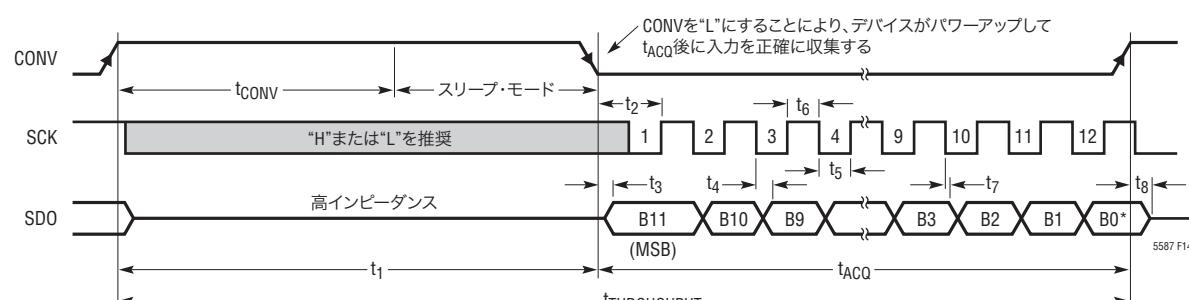


図14. LTC5587のシリアル・インターフェースのタイミング図

## アプリケーション情報

### 変換範囲

$V_{REF}$ ピンによってADCのフルスケール範囲が決まります。リファレンス電圧は1.4V～ $V_{DD}$ の範囲が可能です。 $V_{OUT}$ ピンの入力電圧とGNDの電位差が $V_{REF}$ を超えると、出力コードはすべて1に固定され、この電位差が0Vを下回ると、出力コードはすべて0に固定されます。ADCの理想的な入力/出力特性を図15に示します。コードの遷移は、隣接する整数のLSB値の中間(つまり、0.5LSB、1.5LSB、2.5LSB、…、FS-1.5LSB)で生じます。出力コードは $1\text{ LSB} = V_{REF}/4096$ のストレート・バイナリです。評価用基板に搭載されている1.8Vのリファレンスを使用すると、変換範囲をLSBとdBmの間で容易に換算することができます。32mV/dBのアナログ出力勾配では、次のように、合計40dBの範囲はADC出力の2912.7LSBに等しいと換算することができます。

$$40\text{dB} = (40\text{dB} \cdot 4096\text{LSB} \cdot 32\text{mV/dB})/1.8\text{V} = 2912.7\text{LSB}$$

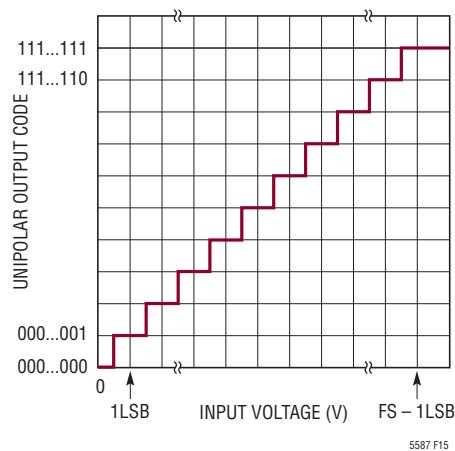


図15. ADCの伝達特性

### 検出器のイネーブル・ピン

ENピンの簡略回路図を図16に示します。LTC5587の検出器をイネーブルするには、このピンに2Vより大きな電圧を加える必要があります。検出器をディスエーブルまたはオフするには、この電圧を0.3Vより低くします。3.3Vのイネーブル電圧では、このピンに約20μAが流れます。ENピンが未接続状態の場合、検出器回路は500kの内部プルダウン抵抗によってディスエーブルされます。

ENピンに加えられる電圧が決して $V_{CC}$ を0.5Vより超えないようにすることが重要です。そうしないと、ENピンに接続されている上側のESD保護ダイオードを通して電源電流がソースされることがあります。

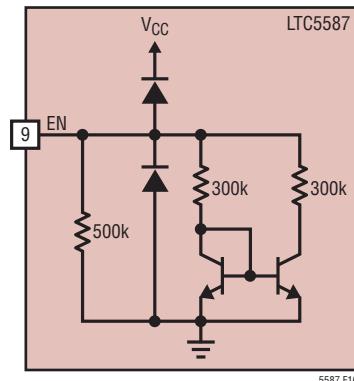
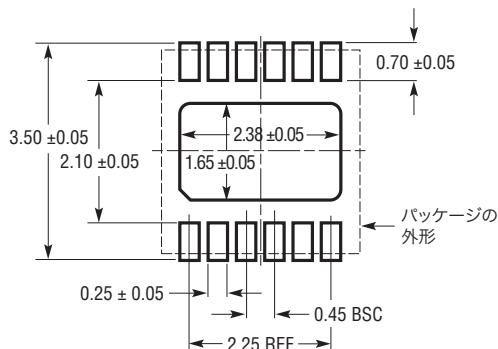


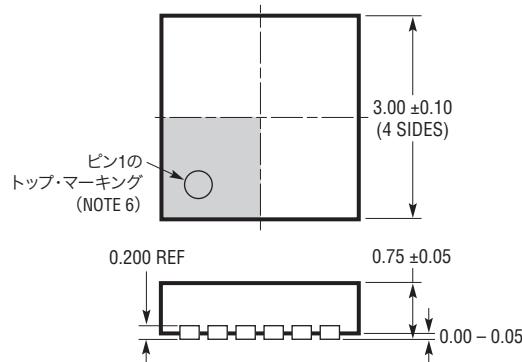
図16. イネーブル・ピンの簡略回路図

## パッケージ

**DDパッケージ**  
**12ピン・プラスチックDFN(3mm×3mm)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1725 Rev A)

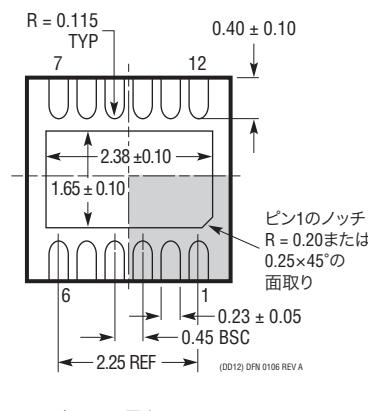


推奨する半田パッドのピッチと寸法  
 半田付けされない領域には半田マスクを使用する



## NOTE:

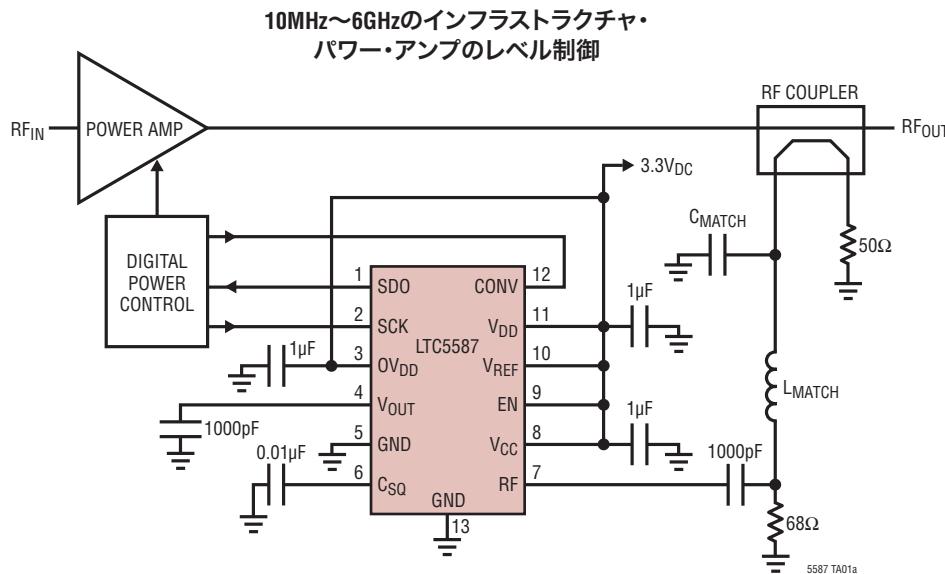
1. 図はJEDECパッケージ外形とは異なる
2. 図は実寸とは異なる
3. すべての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない  
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
5. 露出パッドとタイバーは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない



底面図—露出パッド

# LTC5587

## 標準的応用例



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
<b>RFパワー検出器</b>		
LTC5505	ダイナミックレンジ40dB以上のRFパワー検出器	入力周波数範囲:300MHz～3GHz、温度補償、電源範囲:2.7V～6V
LTC5507	100kHz～1000MHz RFパワー検出器	入力周波数範囲:100kHz～1GHz、温度補償、電源範囲:2.7V～6V
LTC5508	300MHz～7GHz RFパワー検出器	ダイナミックレンジ:44dB、温度補償、SC70パッケージ
LTC5509	300MHz～3GHz RFパワー検出器	ダイナミックレンジ:36dB、低消費電力、SC70パッケージ
LTC5530	300MHz～7GHz高精度RFパワー検出器	高精度V <sub>OUT</sub> オフセット制御、シャットダウン、利得調整可能
LTC5531	300MHz～7GHz高精度RFパワー検出器	高精度V <sub>OUT</sub> オフセット制御、シャットダウン、オフセット調整可能
LTC5532	300MHz～7GHz高精度RFパワー検出器	高精度V <sub>OUT</sub> オフセット制御、利得およびオフセット調整可能
LT5534	ダイナミックレンジ60dBの 50MHz～3GHzログRFパワー検出器	全温度範囲での出力変動:±1dB、応答時間:38ns、ログリニア応答
LTC5536	高速コンパレータ出力付き 高精度600MHz～7GHz RFパワー検出器	応答時間:25ns、コンパレータのリファレンス入力、ラッチ・イネーブル入力、 入力範囲:-26dBm～+12dBm
LT5537	広いダイナミックレンジのRF/IFログ検出器	低周波から1GHzまでの範囲で動作、ログリニア・ダイナミックレンジ:83dB
LT5538	ダイナミックレンジ75dBの3.8GHz RFログパワー検出器	全温度範囲での精度:±0.8dB
LTC5582	ダイナミックレンジ60dBのRMS検出器	周波数範囲:40MHz～10GHz、全温度範囲での精度:±0.5dB
LT5581	ダイナミックレンジ40dBの6GHz RMSパワー検出器	全温度範囲での精度:±1dB、ログリニア応答、低消費電力:3.3Vで1.4mA
<b>インフラストラクチャ</b>		
LTC5568	700MHz～1050MHz高直線性ダイレクト直交変調器	出力IP3:850MHzで22.9dBm、ノイズフロア:-160.3dBm/Hz、50Ω、0.5V <sub>DC</sub> ベースバンド・インターフェース、3チャネルCDMA2000 ACPR:850MHzで-71.4dBc
LT5572	1.5GHz～2.5GHz高直線性ダイレクト直交変調器	出力IP3:2GHzで21.6dBm、ノイズフロア:-158.6dBm/Hz、高インピーダンスの0.5V <sub>DC</sub> ベースバンド・インターフェース、4チャネルW-CDMA ACPR:2.14GHzで-67.7dBc
LT5579	1.5GHz～3.8GHz高直線性アップコンバーティング・ミキサ	出力IP3:2.14GHzで27.3dBm、NF:9.9dB、変換利得:2.6dB、LOリーク:-35dBm
LTC5598	5MHz～1600MHz高直線性ダイレクト直交変調器	出力IP3:140MHzで27.7dBm、ノイズフロア:-161.2dBm/Hz、ベースバンド・ インターフェース:0.5V <sub>DC</sub> 、LO リーク:-55dBm、イメージ除去比:140MHzで50.4dBc
LTC5588-1	200MHz～6GHz、非常に高い直線性の ダイレクト直交変調器	出力IP3:2.14GHzで30dBm、出力IP3 35dBmに最適化、 出力ノイズフロア:-160.5dBm/Hz、0.5V <sub>DC</sub> ベースバンド・インターフェース