

# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

## 概要

ステップダウンコンバータのMAX8989は、LTE、WCDMA、GSM、およびEDGEなどのマルチ規格端末におけるパワーアンプ(PA)の給電向けに最適化されています。このデバイスは中出力および低出力送信用の高効率PWMステップダウンコンバータを内蔵するとともに、ステップダウンコンバータと並列に接続された85mΩ (typ)の低ドロップアウト(LDO)バイパスレギュレータによって高出力送信を可能としています。

このICは、外部DACによって駆動されるアナログ入力を使用して出力電圧をリニアに制御し、連続的なPA出力調整を行います。高出力送信時または入力と設定出力の間に十分な余裕がない場合は、バイパスLDOがバッテリーからPAに直接給電します。バイパスLDOは出力電圧が1.0V以上の場合にイネーブルされます。出力電流がステップダウンコンバータの電流制限を上回る場合、バイパスLDOが補助電流を出力に供給して、安定した出力電圧を保証します。また、バイパスLDOはステップダウンレギュレーションとドロップアウト動作の間のスムーズな遷移も実現します。

このICは、9バンブ、ウェハレベルパッケージ(WLP) (1.6mm x 1.6mm、最大高0.69mm)で提供されます。

## アプリケーション

LTE、WCDMA、GSM、およびEDGE携帯電話/  
スマートフォン

## 型番

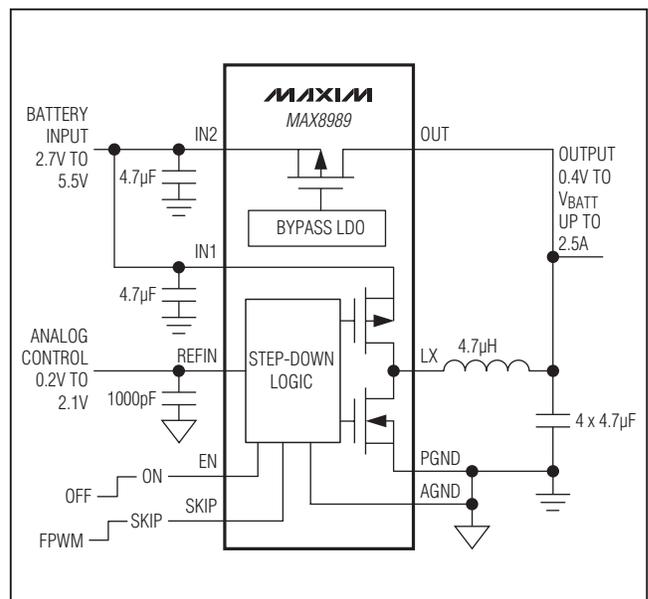
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX8989EWL+T	-40°C to +85°C	9 WLP 0.5mm pitch

+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。  
T = テープ&リール。このデバイスの最小注文単位は2500個です。

## 特長

- ◆ PAステップダウンコンバータ
  - 0.4Vから3.2Vへの出力電圧変化時のセトリング時間：25μs (typ)
  - ダイナミック出力電圧設定：0.4V~V<sub>IN</sub>
  - 85mΩ pFETと100%デューティサイクルで低ドロップアウトを実現
  - スイッチング周波数：2MHz
  - 低出力電圧リップル
  - 出力電圧精度：2% (全負荷、ライン、および温度範囲)
  - 小型の外付け部品
- ◆ 出力電流能力：2.5A
- ◆ 単純なロジックオン/オフ制御
- ◆ 低シャットダウン電流：0.1μA
- ◆ 電源電圧範囲：2.7V~5.5V
- ◆ 熱過負荷保護
- ◆ ウェハレベルパッケージ(WLP) (1.6mm x 1.6mm、最大高0.69mm)

## 標準動作回路



# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN1, IN2, SKIP, EN, REFIN to AGND.....	-0.3V to +6.0V
OUT to AGND.....	-0.3V to (VIN2 + 0.3V)
IN1 to IN2.....	-0.3V to +0.3V
PGND to AGND.....	-0.3V to +0.3V
IN1, IN2, OUT, LX Current (Note 1).....	1A <sub>RMS</sub>
OUT Short Circuit to AGND.....	Continuous
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C) 9-Bump WLP 0.5mm Pitch (derate 14.1mW/°C above +70°C).....	1.1W

Operating Temperature Range.....	-40°C to +85°C
Junction to Ambient Thermal Resistance (θ <sub>JA</sub> ) (Note 2).....	71°C/W
Operating Temperature Range.....	-40°C to +85°C
Junction Temperature (T <sub>JMAX</sub> ).....	+150°C
Storage Temperature Range.....	-65°C to +150°C
Soldering Temperature (reflow).....	+260°C

**Note 1:** LX has internal clamp diodes to PGND and IN1. Applications that forward bias this diode should take care not to exceed the power dissipation limits of the device.

**Note 2:** Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to [japan.maxim-ic.com/thermal-tutorial](http://japan.maxim-ic.com/thermal-tutorial).

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(VIN1 = VIN2 = VSKIP = VEN = 3.6V, VREFIN = 0.9V, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>INPUT SUPPLY</b>					
Input Voltage Range (VIN)	VIN1 = VIN2	2.7		5.5	V
Input Undervoltage Threshold	VIN2 rising, 180mV typical hysteresis	2.52	2.63	2.70	V
No-Load Supply Current	VEN = VIN-, IOUT = 0A, SKIP = AGND, switching		3		mA
	VEN = VIN-, IOUT = 0A, VSKIP = VIN-, VREFIN = 0.35V, no switching		0.115		
Shutdown Supply Current	VEN = 0V	T <sub>A</sub> = +25°C	0.1	1	μA
		T <sub>A</sub> = +85°C	0.1		
<b>THERMAL PROTECTION</b>					
Thermal Shutdown	T <sub>J</sub> rising, 20°C typical hysteresis		+160		°C
<b>LOGIC CONTROL</b>					
EN and SKIP Logic-Input High Voltage		1.3			V
EN and SKIP Logic-Input Low Voltage				0.4	V
EN Internal Pulldown Resistor			800		kΩ
SKIP Logic-Input Current	V <sub>IL</sub> = 0V, V <sub>IH</sub> = 5.5V	T <sub>A</sub> = +25°C	0.01	1	μA
		T <sub>A</sub> = +85°C	0.1		
<b>POWER-UP TIMING (Figure 2)</b>					
Time Delay from EN Until LX Starts Switching (t <sub>EN_BUCK</sub> )			62	130	μs

# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

MAX8989

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{IN1} = V_{IN2} = V_{SKIP} = V_{EN} = 3.6V$ ,  $V_{REFIN} = 0.9V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ . Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)  
(Note 3)

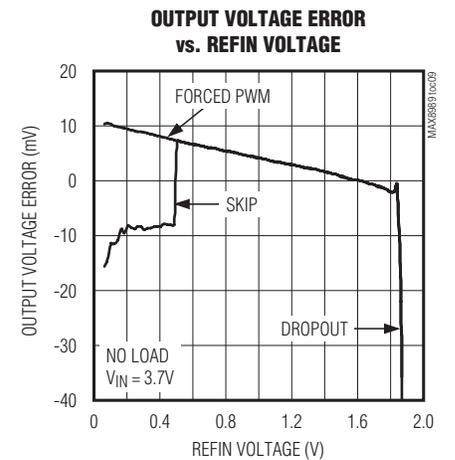
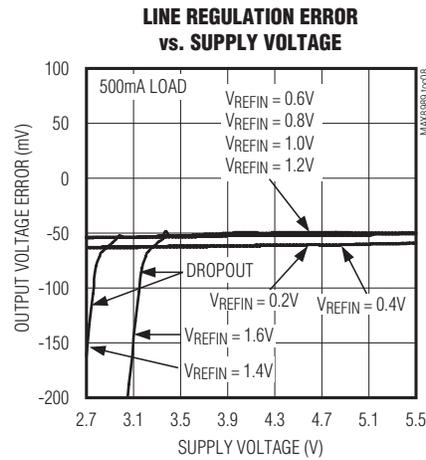
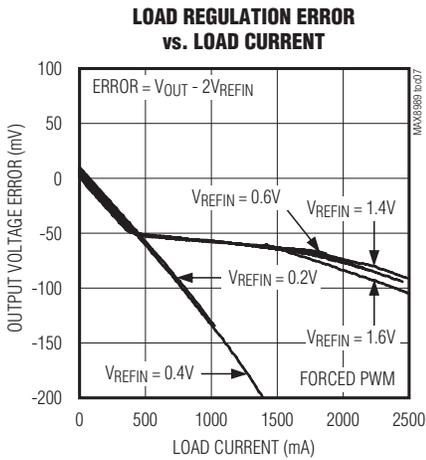
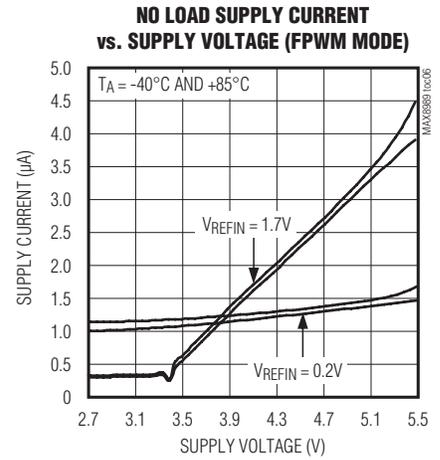
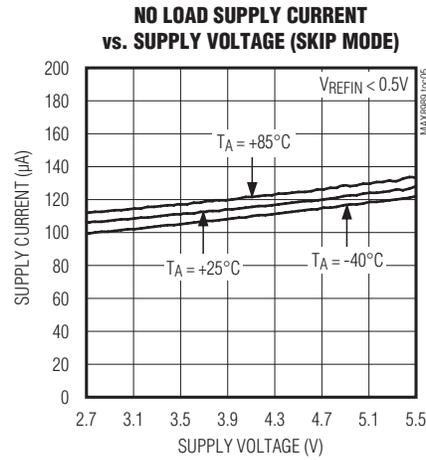
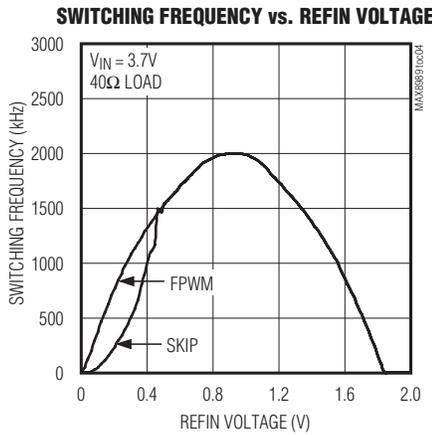
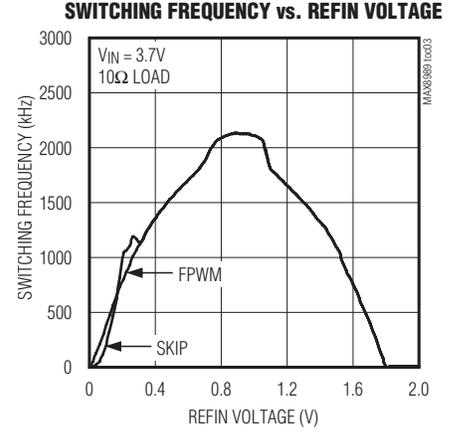
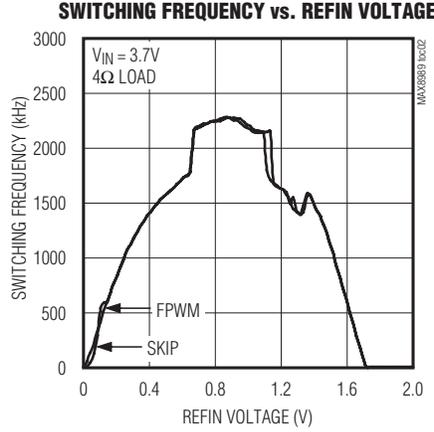
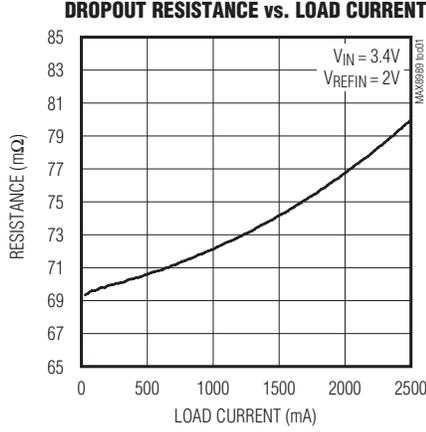
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>REFIN</b>					
Common-Mode Range		0.2		1.7	V
REFIN to OUT Gain	$V_{REFIN} = 0.32V$ , $I_{LX} = 0A$	1.89	2	2.11	V/V
	$V_{REFIN} = 1.32V$ , $I_{LX} = 0A$	1.96	2.0	2.04	
Input Resistance			800		k $\Omega$
REFIN Source Current			30		$\mu A$
Forced Dropout Mode Threshold	Above this threshold, the MAX8989 is forced into dropout mode, no hysteresis is implemented	1.80	1.95	2.10	V
<b>LINEAR BYPASS</b>					
On-Resistance	p-channel MOSFET bypass, $I_{OUT} = 400mA$		77		m $\Omega$
Bypass LDO Current Limit	$V_{REFIN} = 0.6V$	1.2	1.8		A
Step-Down Converter Current Limit in Bypass Mode		1.3	1.6	1.8	A
Total Current Limit in Bypass Mode		2.5	3.4		A
Bypass LDO Off-Leakage Current	$V_{IN2} = 5.5V$ , $V_{OUT} = 0V$	$T_A = +25^{\circ}C$	0.01	1	$\mu A$
		$T_A = +85^{\circ}C$	1		
Linear Bypass Regulation Threshold	Below nominal output voltage, $I_{OUT} = 0mA$ , $V_{REFIN} = 0.5V$ or $1.2V$		50		mV
Linear Bypass Regulation Enable Threshold	Linear bypass is enabled when $V_{OUT}$ rises above this threshold		1.0		V
Linear Bypass Enable Threshold Hysteresis			25		mV
<b>STEP-DOWN CONVERTER</b>					
LX On-Resistance	p-channel MOSFET, $I_{LX} = 100mA$		0.175	0.300	$\Omega$
	n-channel MOSFET, $I_{LX} = 100mA$		0.260	0.425	
LX Leakage Current	$V_{EN} = 0V$ , $V_{LX} = 0V$	$T_A = +25^{\circ}C$	0.1	5	$\mu A$
		$T_A = +85^{\circ}C$	1		
p-Channel MOSFET Peak Current Limit		1.3	1.6	1.8	A
n-Channel MOSFET Valley Current Limit		1.0	1.3	1.5	A
n-Channel MOSFET Negative Current Limit		1.2	1.5	1.8	A
Automatic Skip Mode Enable Threshold	Skip mode is disabled when $V_{OUT}$ rises above this threshold		1.0		V
Automatic Skip Mode Enable Threshold Hysteresis			25		mV
Static Zero-Crossing Threshold			20		mA
Minimum On- and Off-Times			70		ns
No Load Switching Frequency	$T_A = +25^{\circ}C$	1.74	2	2.35	MHz
	$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$	1.6	2	2.4	

**Note 3:** The device is 100% production tested at  $T_A = +25^{\circ}C$ . Limits over the operating temperature range are guaranteed by design.

# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

## 標準動作特性

(Typical Operating Circuit,  $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.7V$ ,  $V_{REFIN} = 0.9V$ ,  $L1 = 4.7\mu H$  (TOKO DFE252012C),  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

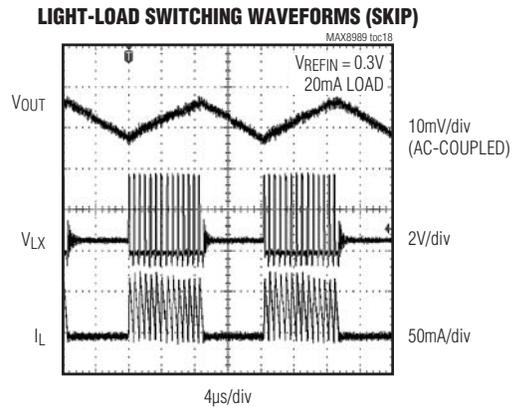
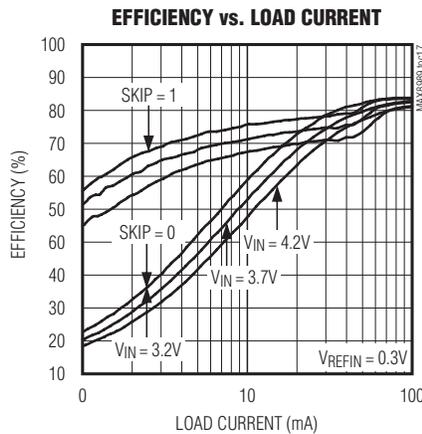
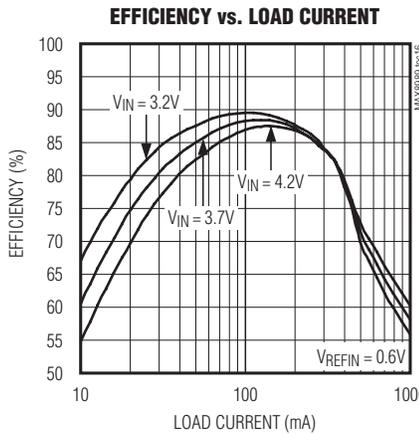
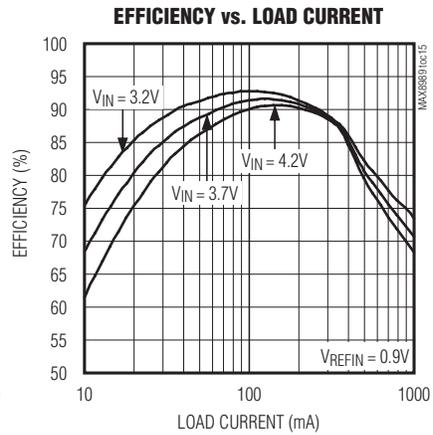
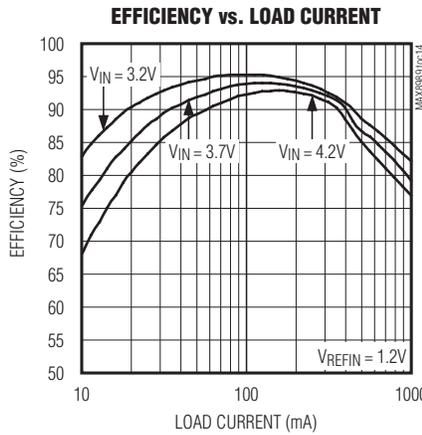
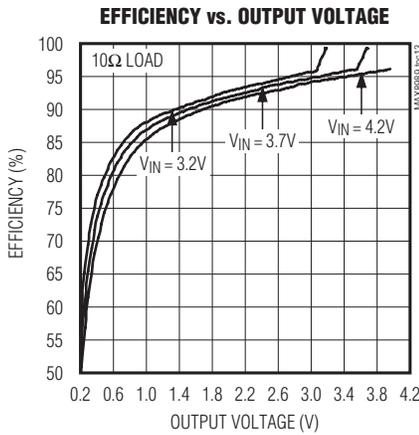
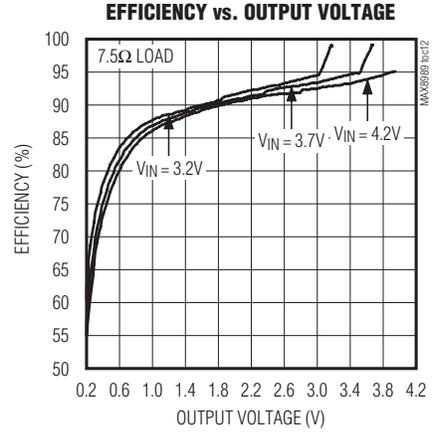
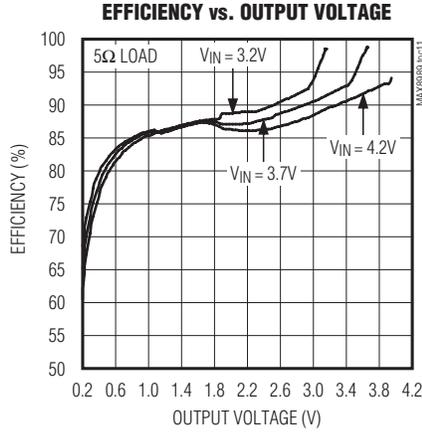
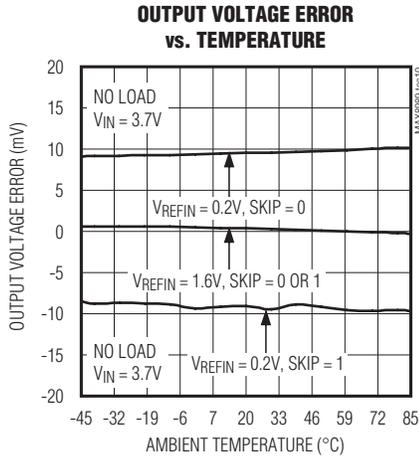


# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

MAX8989

## 標準動作特性(続き)

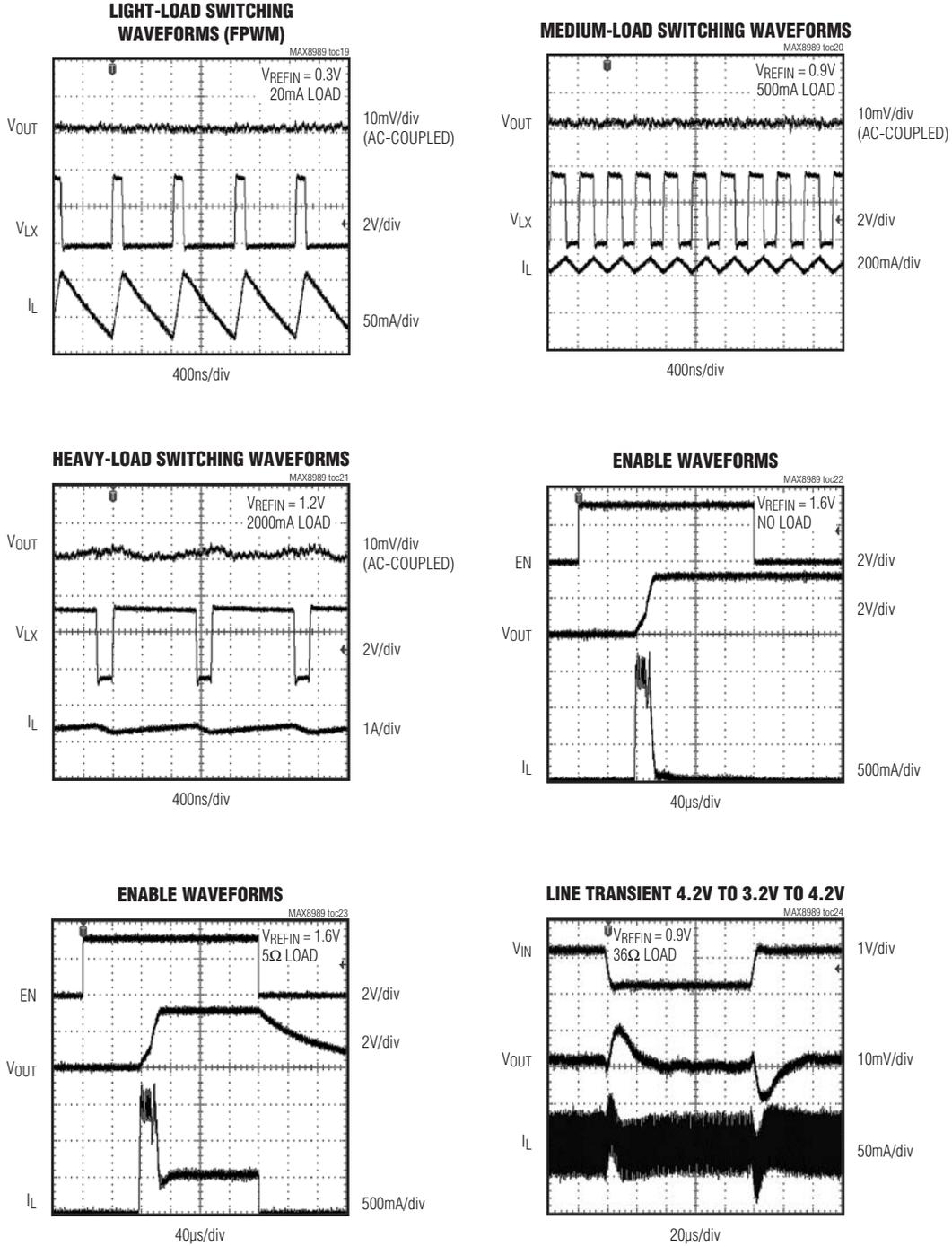
(Typical Operating Circuit,  $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.7V$ ,  $V_{REFIN} = 0.9V$ ,  $L1 = 4.7\mu H$  (TOKO DFE252012C),  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

## 標準動作特性(続き)

(Typical Operating Circuit,  $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.7V$ ,  $V_{REFIN} = 0.9V$ ,  $L1 = 4.7\mu H$  (TOKO DFE252012C),  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



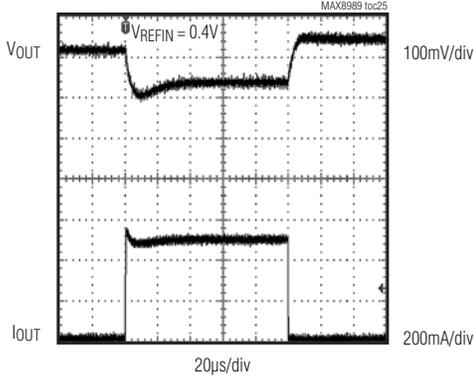
# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

MAX8989

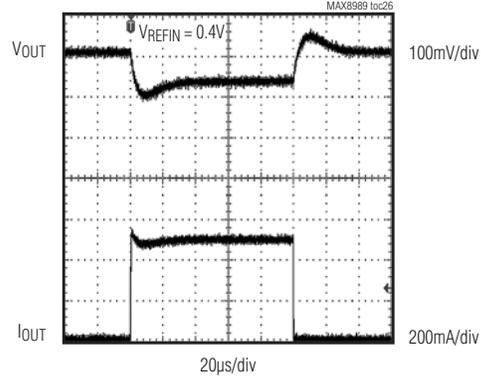
## 標準動作特性(続き)

(Typical Operating Circuit,  $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.7V$ ,  $V_{REFIN} = 0.9V$ ,  $L1 = 4.7\mu H$  (TOKO DFE252012C),  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

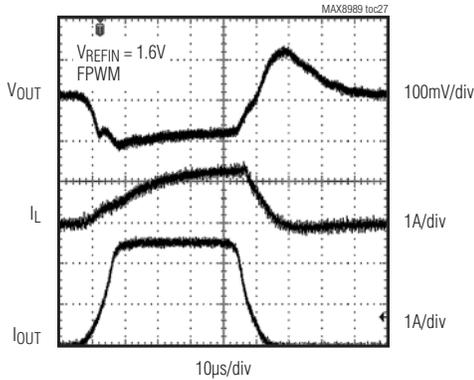
LOAD TRANSIENT 0mA TO 500mA (SKIP)



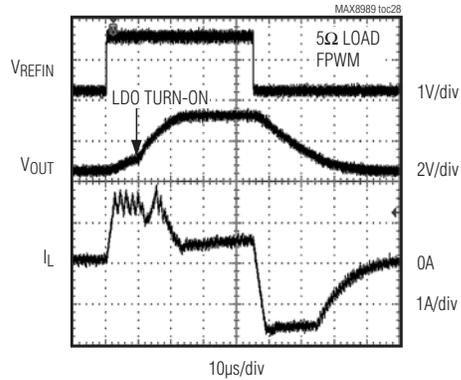
LOAD TRANSIENT 0mA TO 500mA (FPWM)



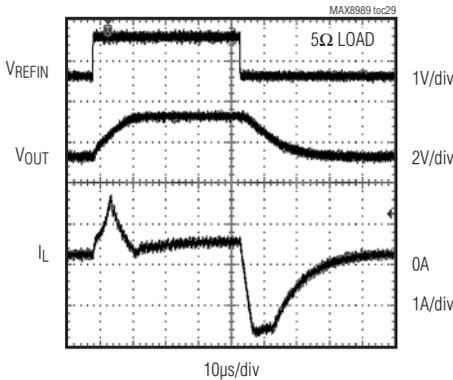
LOAD TRANSIENT 0mA TO 2500mA



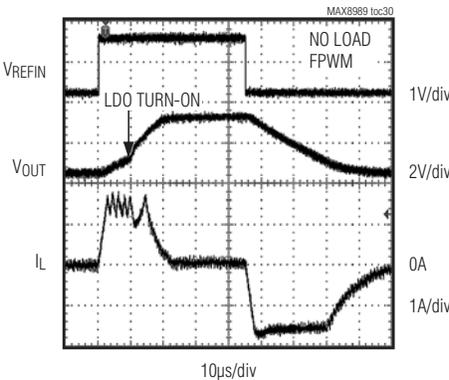
REFIN TRANSIENT 0.2V TO 1.6V



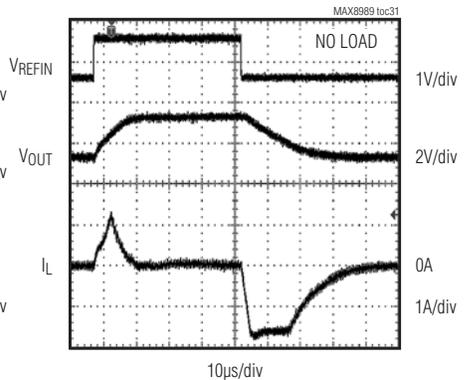
REFIN TRANSIENT 0.6V TO 1.6V



REFIN TRANSIENT 0.2V TO 1.6V



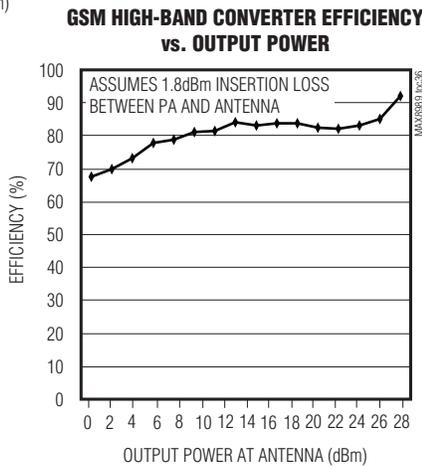
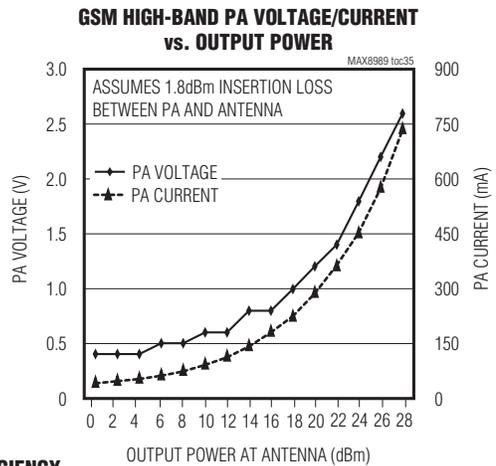
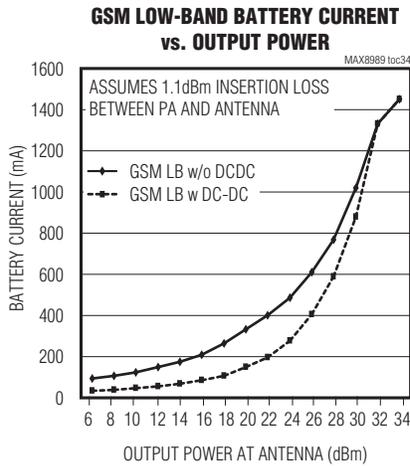
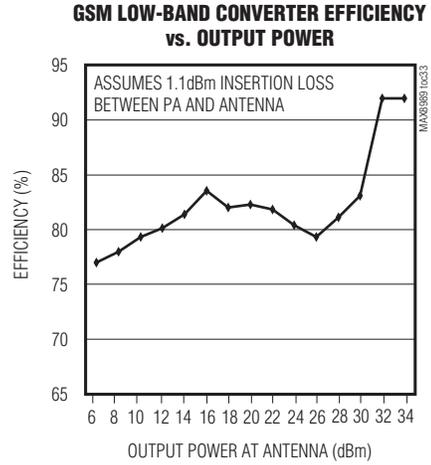
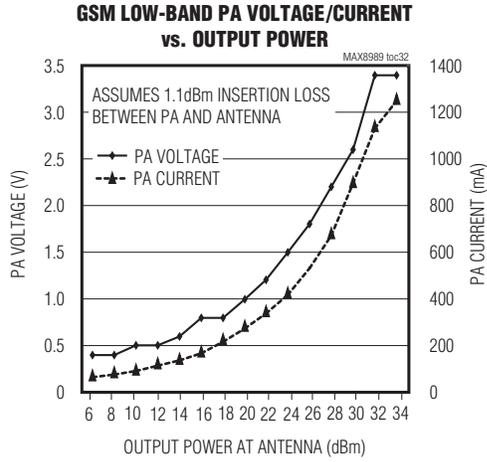
REFIN TRANSIENT 0.6V TO 1.6V



# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

## 標準動作特性(続き)

(Typical Operating Circuit,  $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.7V$ ,  $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted. PA operating characteristics based on SKY77604 PA Module.)

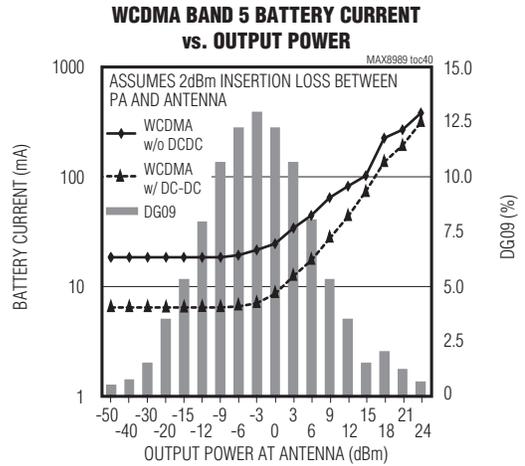
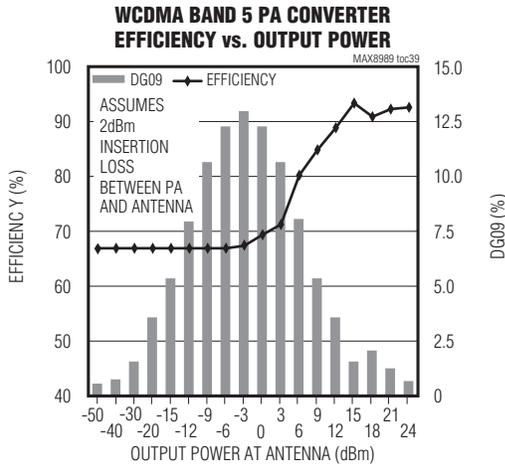
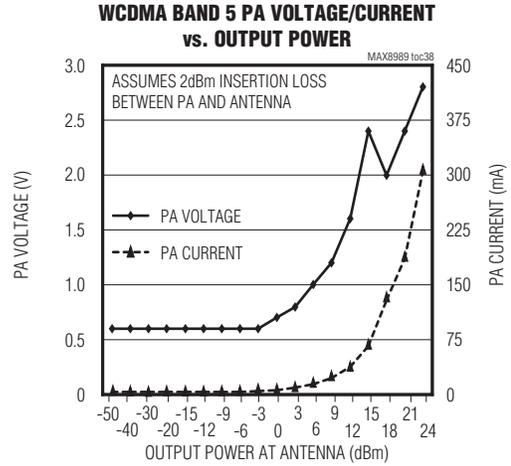
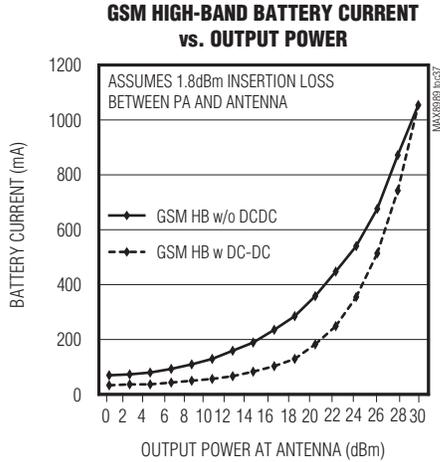


# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

MAX8989

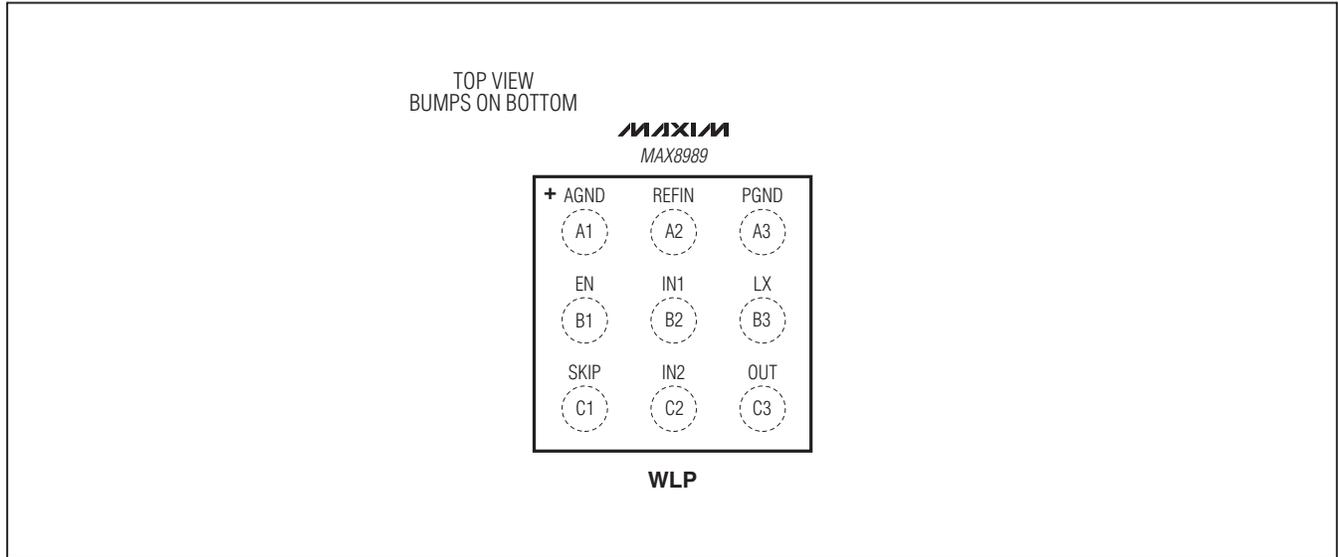
## 標準動作特性(続き)

(Typical Operating Circuit,  $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.7V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted. PA operating characteristics based on SKY77604 PA Module.)



# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

## 端子配置



## 端子説明

端子	名称	機能
A1	AGND	低ノイズアナロググランド。大スイッチング電流から遠い位置の1点でAGNDをグランドプレーンに接続してください。「PCBレイアウト」の項を参照してください。
A2	REFIN	リファレンス入力。REFINは、通常はICの出力電圧の制御に使用する外部DACの出力に接続して連続的なPAの出力調整を行います。ノイズ耐性を向上させるために、1000pFのコンデンサでREFINをAGNDに接続してください。出力電圧は $V_{REFIN} \times 2.0$ に安定化されます。REFINは800kΩの内蔵抵抗を介してグランドにプルダウンされています。
A3	PGND	電源グランド。入力および出力コンデンサのグランドの近くでPGNDをグランドプレーンに接続してください。「PCBレイアウト」の項を参照してください。
B1	EN	イネーブル入力。通常動作の場合は、ENをIN <sub>-</sub> またはロジックハイに接続してください。出力をシャットダウンする場合は、ENをグランドまたはロジックローに接続してください。ENは800kΩの抵抗を介して内部でグランドにプルダウンされています。
B2	IN1	ステップダウンコンバータの電源電圧入力。IN1およびIN2をバッテリーまたは2.7V~5.5Vの電源電圧に接続してください。IN1とPGNDの間のできる限り近くに配置した4.7μFのセラミックコンデンサでIN1を接続してください。
B3	LX	インダクタ接続
C1	SKIP	スキップモードイネーブル入力。出力電圧が1.0V以下の軽負荷動作時に低電力スキップモードをイネーブルするには、SKIPをIN <sub>-</sub> またはロジックハイに接続してください。強制PWM動作にするには、SKIPをグランドまたはロジックローに接続してください。
C2	IN2	バイパスLDOの電源電圧入力。IN1およびIN2をバッテリーまたは2.7V~5.5Vの電源電圧に接続してください。IN2とPGNDの間のできる限り近くに配置した4.7μFのセラミックコンデンサでIN2を接続してください。
C3	OUT	リニアバイパスLDOの出力。OUTをステップダウンコンバータの出力に接続してください。OUTおよびPGNDにできる限り近い位置で、4つの4.7μFのセラミックコンデンサでOUTを接続してください。

# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

MAX8989

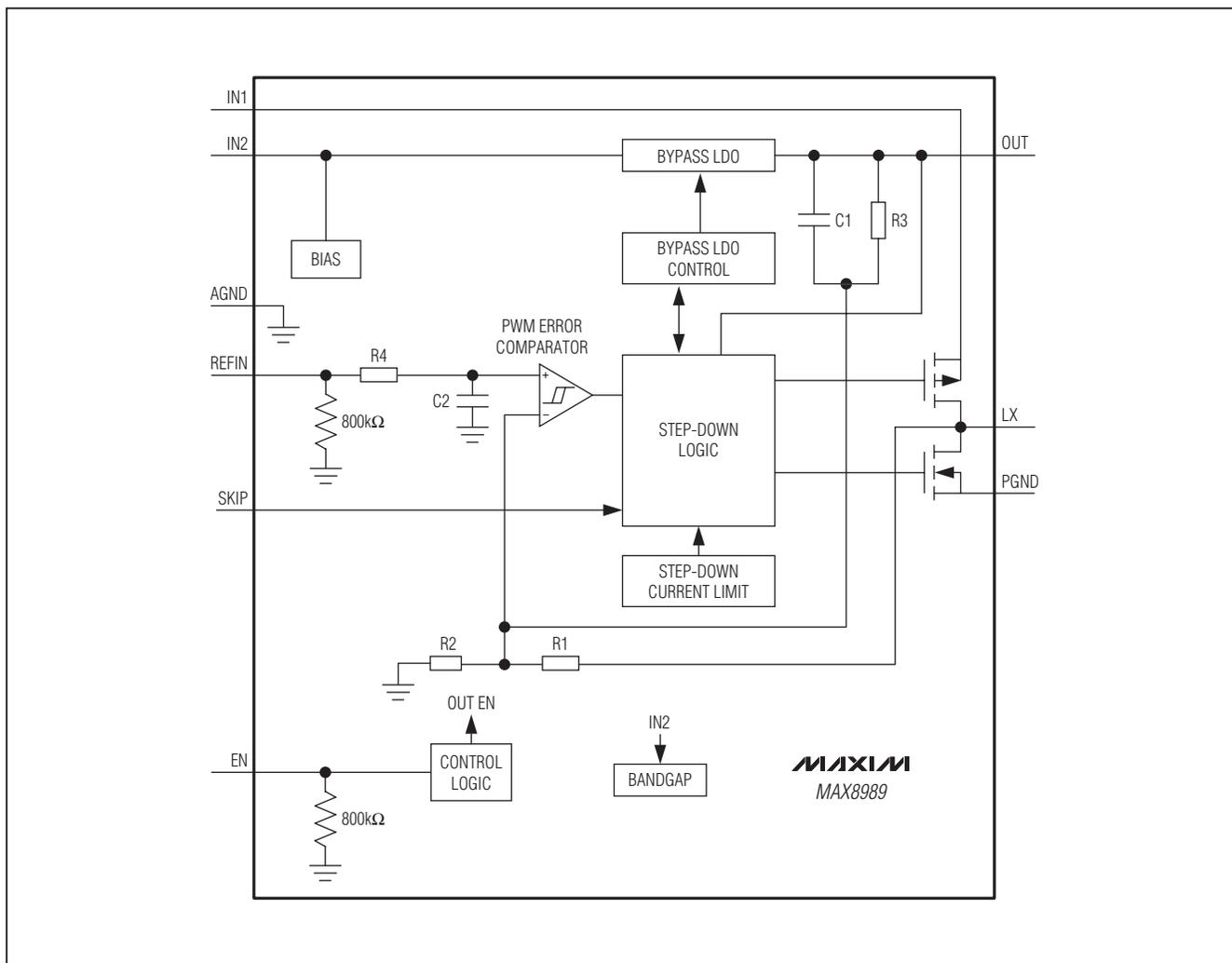


図1. ファンクションダイアグラム

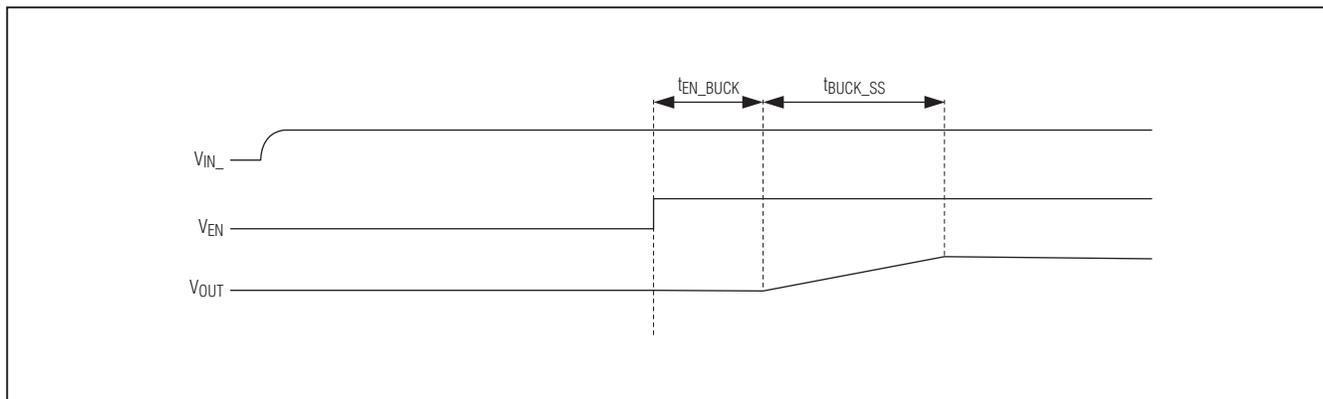


図2. パワーアップのタイミング

# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

## 詳細

ステップダウンコンバータのMAX8989は、LTE、WCDMA、GSM、およびEDGEなどのマルチ規格携帯電話機におけるパワーアンプ(PA)の給電向けに最適化されています。このICは中出力および低出力送信用の高効率PWMステップダウンコンバータを内蔵するとともに、高出力送信時にPAに給電するためのステップダウンコンバータと並列に接続された85mΩ (typ)のバイパスレギュレータを備えています。

### ステップダウンコンバータ

ヒステリシスPWM制御方式は、高効率、高速スイッチング、高速過渡応答、低出力リップル、および物理的に小さな外付け部品を保証します。制御方式はシンプルで、出力電圧がレギュレーションスレッショルドを下回っている場合、エラーコンパレータがハイサイドスイッチをオンにすることによってスイッチングサイクルを開始します。このハイサイドスイッチは、最小オン時間が経過して出力電圧がレギュレーションの範囲内になるか、またはインダクタ電流が電流制限スレッショルドを上回るまでオンのままになります。一度オフになると、最小オフ時間が経過して出力電圧が再びレギュレーションスレッショルドを下回るまでハイサイドスイッチはオフのままになります。オフ時間中は、ローサイドの同期整流器がオンになり、ハイサイドのスイッチが再びオンになるまでオンのままになります。同期整流器を内蔵しているため、外付けのショットキーダイオードは不要です。

ハイサイドとローサイドのスイッチをオン/オフするタイミングの制御に電圧リップルを使用するため、ヒステリシス制御はリップル制御と呼ばれることもあります。低ESRセラミック出力コンデンサでの安定性を保証するため、このICは出力からのリップルとスイッチングノード(LX)によって生成されるランプ信号の組合せを使用します。図1に示す抵抗R1とコンデンサC1が、組合わせリップル信号を提供します。ランプの傾斜が入力電圧に応じて変化するため、スイッチングノードからランプ電圧を注入することによってラインレギュレーションも改善されます。

ヒステリシス制御は、固定周波数制御方式に比べて高速な過渡応答という大きな優位性があります。ヒステリシス制御は、補正を備えたエラーアンプの代わりにエラーコンパレータを使用し、固定周波数のクロックは存在しません。そのため、ヒステリシス式コンバータは固定周波数コンバータのように新しいクロックパルスやエラーアンプの出力の変化を待つ必要がなく、出力のあらゆる負荷過渡に対してほぼ瞬時に反応します。

固定周波数ステップダウンコンバータの場合、出力電圧リップルの大きさは、スイッチング周波数、インダクタの値、出力コンデンサの容量とESR、および入力/出力電圧の関数になります。インダクタンス値とスイッチング周波数は固定のため、ライン電圧の変動に応じて出力リップルが変化します。ヒステリシス式ステップダウンコンバータの場合、リップル電圧は本質的に固定のため、ライン電圧の変動に応じてスイッチング周波数が変化します。しかし、負荷電流についても多少の変動があり、これがヒステリシス式コンバータの優れた過渡応答の要因の1つになっています。

このICは、50%デューティサイクルの状態(3.6V入力および1.8V出力)で2MHzのスイッチング周波数を提供するように調整されています。負荷電流および電源電圧に対するスイッチング周波数の変化の詳細については、「標準動作特性」の項を参照してください。

### 電圧ポジショニング負荷レギュレーション

このICのステップダウンコンバータは、独自のフィードバック回路を使用しています。図1のR1を介してLXノードからDCフィードバックを取得することによって、出力コンデンサに起因する通常の位相遅延がなくなり、ループが非常に安定し、非常に小さなセラミック出力コンデンサの使用が可能になります。負荷レギュレーションを改善するために、抵抗R3がフィードバックに含まれています。この構成は、インダクタの直列抵抗と負荷電流の積の半分に等しい負荷レギュレーションを提供します。この電圧ポジショニング負荷レギュレーションによって、負荷過渡中および出力電圧をあるレベルから他のレベルに変更する場合のオーバーシュートが大幅に低減します。しかし、必要なREFINの電圧を計算するときには、負荷レギュレーションを検討する必要があります。インダクタの抵抗値( $R_L$ )は通常は十分に保証されており、標準的なPAは抵抗性負荷であるため、 $V_{REFIN}$ から $V_{OUT}$ への利得は2.0V/Vよりわずかに小さくなります。およその出力電圧は、次式で与えられます。

$$V_{OUT} = 2 \times V_{REFIN} - \frac{1}{2} \times R_L \times I_{LOAD}$$

負荷レギュレーションによる出力電圧の低下が60mV (typ)以上で( $0.5 \times R_L \times I_{LOAD} > 60\text{mV}$ )、出力電圧がリニアバイパススレッショルド(1V typ)を上回っている場合、リニアバイパスレギュレータが出力への電流の補充を開始し、出力のレギュレーションが維持されることを確保します。リニアバイパスレギュレータが電流を供給している間、効率を最大限に高めるためにステップダウンコンバータが負荷の大部分の供給を継続します。

# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

MAX8989

## スキップモード

このICは、軽負荷状態において可能な限り最高の効率を提供する、オプションのスキップモードを備えています。スキップモードは、SKIPがロジックハイで $V_{OUT}$ が1V以下の場合にアクティブになります。

さらに、バイパスLDOが電流を供給している場合はスキップモードが自動的にイネーブルされ、過電圧状態でステップダウンコンバータが電流をシンクするのを防止します。

スキップモード中は、ヒステリシスを備えたコンパレータが出力電圧値に基づいてハイサイドスイッチをオンにします。出力電圧が十分に高くなった時点で、ハイサイドスイッチがオフになり、ローサイドスイッチがオンになってインダクタ電流をゼロに戻します。このモードではゼロクロスコンパレータがイネーブルされ、真のインダクタ電流ゼロクロスのできる限り近くでローサイドスイッチをオフにすることによって消費電力を最小限に抑えます。スキップモードでは、すべての負荷で出力リップルが低く抑えられ、負荷が軽いほどスイッチング周波数が低くなります。

## リニアバイパスおよびドロップアウト

ステップダウンコンバータと並列に、低ドロップアウトリニアレギュレータが接続されています。リニアレギュレータの出力は、ステップダウンコンバータの公称レギュレーション電圧(60mV typ)よりわずかに低い値に設定されています。これによって、出力のスルーレートがステップダウンコンバータの帯域幅より高速な場合、および負荷電流がステップダウンコンバータの電流制限を上回っている場合に、出力のレギュレーションを維持することが可能です。出力電圧がリニアバイパスレギュレーションイネーブルスレッショルド(1V typ)を下回っている場合、リニアバイパス動作はディセーブルされます。

このICは、次の2つの条件下で完全なドロップアウトに移行します。

- ICに $V_{IN}$ より高い設定値への安定化を行わせた場合。
- REFINを2.1V (min)以上に設定した場合。

いずれの条件下でも、ステップダウンコンバータはpチャネルMOSFETをオンにすることによって100%デューティサイクルに移行し、リニアレギュレータは完全にオンになることによってドロップアウトに移行します。強制ドロップアウトモード(第2の条件)では、REFINのヒステリシスが実現されないことに注意してください。

## シャットダウン

ICをシャットダウンモードにして、入力電流を0.1 $\mu$ A (typ)に低減させるには、ENをグランドまたはロジックローに接続してください。シャットダウン時、制御回路、バイパスリニアレギュレータ、内蔵スイッチングMOSFET、および同期整流器がオフになり、LXがハイインピーダンスになります。通常動作の場合は、ENをIN\_またはロジックハイに接続してください。

## 熱過負荷保護

熱過負荷保護は、IC内の総電力消費を制限します。接合部温度が+160°Cを超えた時点で、ICがオフになり、温度を低下させます。接合部温度が20°C低下したあと、ICがオンになり、ソフトスタートを開始します。その結果、熱過負荷状態が継続している間は、出力がパルス状になります。

## アプリケーション情報

### インダクタの選択

ステップダウンコンバータは、スイッチング周波数2MHz (typ)で動作します。最高の性能を得るためには、4.7 $\mu$ Hが推奨されます。このICは起動時および負荷過渡時のゼロ電流オーバーシュートを特長としているため、インダクタのDC電流定格はアプリケーションの最大負荷にのみ一致している必要があります。推奨インダクタおよびメーカーについては、表1を参照してください。

### 出力コンデンサの選択

出力コンデンサは、出力電圧リップルを小さく抑えてレギュレーションループの安定性を確保します。 $C_{OUT}$ はスイッチング周波数においてローインピーダンスを備える必要があります。小さなサイズ、低ESR、および温度係数が小さいことから、温度特性X5RまたはX7Rのセラミックコンデンサが強く推奨されます。セラミック誘電体には、温度およびDCバイアスに対して大きい容量およびESRの変動を示すものがあることに注意してください。温度特性Z5UまたはY5Vのセラミックコンデンサは使用しないでください。タンタルコンデンサは推奨されません。

大部分のアプリケーションには、4つの4.7 $\mu$ Fの出力コンデンサが推奨されます。出力コンデンサの値を大きくすることによって、負荷過渡性能を最適化し、出力リップルを非常に低く抑えることが可能ですが、出力電圧スルーレートの要件に注意してください。

### 入力コンデンサの選択

入力コンデンサは、バッテリーまたは入力電力ソースからの電流ピークを低減するとともに、IC内のスイッチングノイズを低減します。スイッチング周波数における $C_{IN1}$ および $C_{IN2}$ のインピーダンスを非常に低く抑えてください。小さなサイズ、低ESR、および温度係数が小さいことから、温度特性X5RまたはX7Rのセラミックコンデンサが強く推奨されます。セラミック誘電体には、温度およびDCバイアスに対して大きい容量およびESRの変動を示すものがあることに注意してください。温度特性Z5UまたはY5Vのセラミックコンデンサは使用しないでください。

多くのアプリケーションでは、IN1とPGNDの間に4.7 $\mu$ Fのコンデンサを接続し、IN2とPGNDの間に4.7 $\mu$ Fのコンデンサを接続してください。入力コンデンサの値を大きくすることによって、ノイズ耐性を最適化し、入力リップルを低く抑えることが可能です。

# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

表1. 推奨インダクタ

MANUFACTURER	SERIES	INDUCTANCE ( $\mu\text{H}$ )	$R_L$ ( $\text{m}\Omega$ typ)	CURRENT RATING (mA)	DIMENSIONS (mm max)
TOKO	DEM2810C	4.7	170	1000	3.0 x 3.2 x 1.0
	DFE252010C	4.7	320	1600	2.7 x 2.2 x 1.0
	DFE252012C	4.7	210	1600	2.7 x 2.2 x 1.2
TDK	VLF302510	4.7	140	950	3.0 x 2.5 x 1.0
	VLS252010T	4.7	367	980	2.6 x 2.1 x 1.0
Samsung	CIG22H4R7MNE	4.7	233	1000	2.7 x 2.2 x 1.2

## 熱について

ICが高い周囲温度または重い負荷で動作するアプリケーションでは、放熱がデバイスの最大接合部温度を上回る可能性があります。接合部温度が約+160°Cに達した場合、熱過負荷保護が作動します。

このICの最大電力消費は、パッケージと回路基板の熱抵抗、ダイ接合部と周囲空気の温度差、およびエアフロー率に依存します。最大許容電力消費は、次式で与えられます。

$$P_{MAX} = (T_{JMAX} - T_A) / \theta_{JA}$$

ここで、 $T_A$ は周囲温度、 $T_{JMAX}$ は最大接合部温度、 $\theta_{JA}$ は接合部-周囲間熱抵抗です。「Absolute Maximum Ratings (絶対最大定格)」の項を参照してください。

デバイス内で消費される電力は、およそ次式のようになります。

$$P_D = V_{OUT} \times I_{LOAD} \times \left( \frac{1}{\eta} - 1 \right) - (I_L^2 \times R_L)$$

ここで、 $\eta$ はMAX8989の効率(「標準動作特性」の項を参照)、 $I_{LOAD}$ はRMS負荷電流、 $I_L$ はRMSインダクタ電流、 $R_L$ はインダクタの抵抗値です。

## PCBレイアウト

スイッチング周波数が高くピーク電流が比較的大きいため、PCBレイアウトが設計の非常に重要な部分の1つになります。優れた設計によって、フィードバック経路の過度のEMIおよびグランドプレーンの電圧勾配が最小限に抑えられ、結果として出力が安定し十分に安定化されます。

入力電源については、電力ソースから個別のラインとして配線し、IN1とIN2に個別のデカップリングコンデンサを使用することが非常に重要です。これはIN1のスイッチングノイズがIN2に結合することを防ぐために必要です。

ICのグランド処理も非常に重要です。AGNDおよびPGNDは個別の回路として配線し、ICのPGND端子のできる限り近くで相互に接続する必要があります。AGNDは、REFIN

の配線に沿ってシールドとして使用することが可能です。AGNDは、REFINを生成するソースのグランドに接続する必要があります。AGNDへのノイズ結合を防止するために、レイアウトに注意して、必要に応じてグランドプレーンにカットを入れ、AGNDとPGNDの分離を保証する必要があります。

IN1の入力デカップリングコンデンサは、ステップダウンコンバータの入力電源をフィルタします。デカップリングを最適化するために、IN1から、 $C_{IN1}$ を介して、PGNDへのできる限り短い経路を保証するレイアウトにする必要があります。この入力コンデンサがPGNDに接続されるレイアウト上のポイントは、3つの重要なコンデンサ( $C_{IN1}$ 、 $C_{IN2}$ 、および $C_{OUT}$ )すべてに対するスター接続のグランドポイントとしての役割を果たします。

IN2の入力デカップリングコンデンサは、リニアレギュレータの入力電源をフィルタします。底面プレートはレイアウトのスターグランドポイントに配線してください。

OUTのトレースにはリニアレギュレータからの電流が流れるため、短くかつ太くする必要があります。

インダクタとLXの間のトレースも、ノイズが多いスイッチング波形が流れるため、ローインピーダンスにしてください。LXをREFINやAGNDなどのノイズに敏感なトレースから遠ざけてください。

REFINとAGNDの間のコンデンサは任意です。REFINへの高周波数ノイズの結合を防止するために必要な場合に、REFINのコンデンサを使用することができます。

$C_{IN}$ 、 $C_{OUT}$ 、およびPAのグランド間のグランド接続も非常に重要です。このグランド接続の寄生インピーダンスは、RF性能の低下につながります。詳細および支援については、Maximまでお問い合わせください。

PCBレイアウトの例は、MAX8989の評価キットのデータシートを参照してください。

# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

## チップ情報

PROCESS: BiCMOS

## パッケージ

最新のパッケージ図面情報およびランドパターンは[japan.maxim-ic.com/packages](http://japan.maxim-ic.com/packages)を参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なることがある点に注意してください。

パッケージ タイプ	パッケージ コード	外形図 No.	ランド パターンNo.
9 WLP	W91B1+1	<a href="#">21-0067</a>	<a href="#">アプリケーション ノート1891 を参照</a>

MAX8989

# マルチモードPAステップダウンコンバータ、 リニアバイパスモード内蔵

## 改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	11/10	初版	—
1	1/11	IN1、IN2、OUT、LX電流の絶対最大定格を更新	2

マキシム・ジャパン株式会社 〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ 4号館 20F TEL: 03-6893-6600

Maximは完全にMaxim製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。Maximは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

16 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**

© 2011 Maxim Integrated Products

MaximはMaxim Integrated Products, Inc.の登録商標です。