

# 静止電流が2.5 $\mu$ Aの42V、 4A同期整流式 降圧 Silent Switcher

## 特長

- Silent Switcher™アーキテクチャ:  
超低EMI/EMC放射
- 高周波で高効率  
効率:最大96%(1MHz時)  
効率:最大94%(2MHz時)
- 広い入力電圧範囲:3.4V ~ 42V
- 超低暗電流のBurst Mode®動作:  
2.5 $\mu$ Aの $I_Q$ で12Vの $V_{IN}$ から3.3Vの $V_{OUT}$ を安定化  
出力リップル < 10mV<sub>P-P</sub>
- 短い最小スイッチ・オン時間:30ns
- すべての条件で低ドロップアウト:200mV(1A時)
- 過負荷時にインダクタの飽和を安全に許容
- 調整可能および同期可能な周波数:200kHz ~ 3MHz
- ピーク電流モード動作
- 高精度のイネーブル・ピン電圧しきい値:1V
- 内部補償
- 出力ソフトスタートおよび出力トラッキング
- 小型18ピン(3mm×4mm)QFN

## アプリケーション

- 自動車用電源および産業用電源
- 汎用の降圧電源
- GSM電源

## 概要

LT®8614はSilent Switcherアーキテクチャを備えた降圧レギュレータで、EMI/EMC放射を最小限に抑えながら最大3MHzの周波数で高い効率を実現するよう設計されています。パワー・スイッチを内蔵し、必要なすべての回路が組み込まれたモノリシック構造で、3mm×4mmのQFNパッケージに組み立てられているので、PCB実装面積が最小のソリューションが得られます。出力が完全なレギュレーション状態で2.5 $\mu$ Aという超低静止電流なので、非常に小さい負荷電流で最高の効率が要求されるアプリケーションが可能です。トランジェント応答は優れた性能を維持しており、出力電圧のリップルは0から最大までのあらゆる負荷電流で10mV<sub>P-P</sub>未満です。

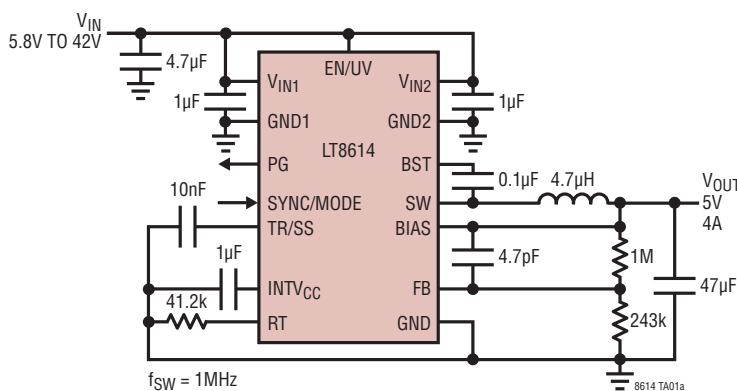
LT8614では、高い $V_{IN}$ から低い $V_{OUT}$ への変換が高周波で可能である上に、上側スイッチの最小オン時間を30nsと短くすることができます。過負荷での動作は、インダクタが飽和した状態でも安全です。

以下に示す不可欠な機能が組み込まれており、手軽に使用できます。出力がレギュレーション状態になると、オープンドレインのPGピンの信号によって通知します。SYNCピンではクロック同期が可能であり、さらにBurst Mode動作またはパルス・スキップ・モードを選択できます。ソフトスタート機能とトラッキング機能にはTR/SSピンを介してアクセスします。高精度のイネーブル電圧しきい値はEN/UVピンを使用して設定可能であり、スイッチ周波数はRTピンに接続する抵抗で設定します。

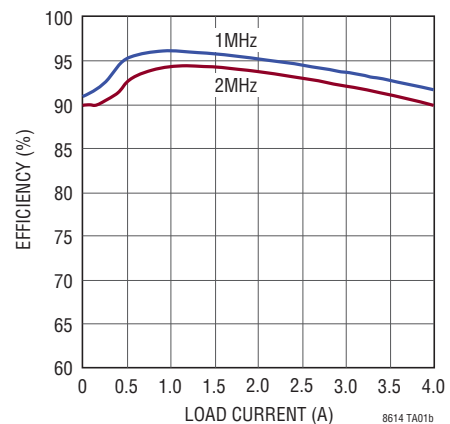
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linearのロゴ、およびBurst Modeはリニアテクノロジー社の登録商標です。Silent Switcherはリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 標準的応用例

5V/4A降圧コンバータ



12V入力、5V出力時の効率



8614fa

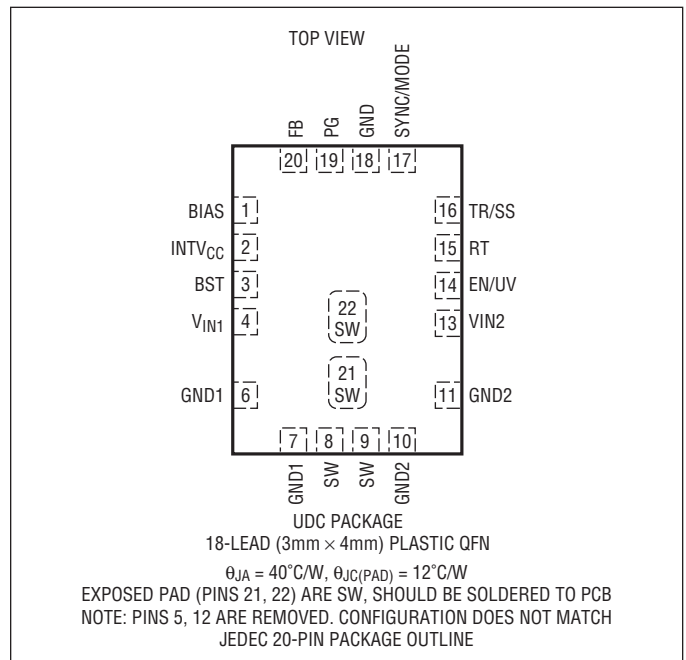
# LT8614

## 絶対最大定格

(Note 1)

$V_{IN}$ , EN/UV, PG.....	42V
BIAS.....	30V
SW ピンを超える BST ピンの電圧.....	4V
FB, TR/SS, RT, INTV <sub>CC</sub> .....	4V
SYNC ピンの電圧.....	6V
動作接合部温度範囲 (Note 2)	
LT8614E.....	-40°C ~ 125°C
LT8614I.....	-40°C ~ 125°C
保存温度範囲.....	-65°C ~ 150°C

## ピン配置



## 発注情報

無鉛仕上げ	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LT8614EUDC#PBF	LT8614EUDC#TRPBF	LGGQ	18-Lead (3mm×4mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT8614IUDC#PBF	LT8614IUDC#TRPBF	LGGQ	18-Lead (3mm×4mm) Plastic QFN	-40°C to 125°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。

\* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。非標準の鉛仕上げ製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> 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  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Minimum Input Voltage		●	2.9	3.4	V	
$V_{IN}$ Quiescent Current	$V_{EN/UV} = 0V$	●	1.0	3	$\mu\text{A}$	
		●	1.0	8	$\mu\text{A}$	
	$V_{EN/UV} = 2V$ , Not Switching, $V_{SYNC} = 0V$	●	1.7	4	$\mu\text{A}$	
		●	1.7	10	$\mu\text{A}$	
$V_{IN}$ Current in Regulation	$V_{OUT} = 0.97V$ , $V_{IN} = 6V$ , Output Load = 100 $\mu\text{A}$	●	21	50	$\mu\text{A}$	
	$V_{OUT} = 0.97V$ , $V_{IN} = 6V$ , Output Load = 1mA	●	210	350	$\mu\text{A}$	
Feedback Reference Voltage	$V_{IN} = 6V$ , $I_{LOAD} = 0.5A$	●	0.964	0.970	0.976	V
	$V_{IN} = 6V$ , $I_{LOAD} = 0.5A$	●	0.958	0.970	0.982	V
Feedback Voltage Line Regulation	$V_{IN} = 4.0V$ to 42V, $I_{LOAD} = 0.5A$	●	0.004	0.02	%/V	
Feedback Pin Input Current	$V_{FB} = 1V$		-20	20	nA	

8614fa

## 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。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
INTV <sub>CC</sub> Voltage	$I_{LOAD} = 0\text{mA}, V_{BIAS} = 0\text{V}$	3.23	3.4	3.57	V
	$I_{LOAD} = 0\text{mA}, V_{BIAS} = 3.3\text{V}$	3.25	3.29	3.35	V
INTV <sub>CC</sub> Undervoltage Lockout		2.5	2.6	2.7	V
BIAS Pin Current Consumption	$V_{BIAS} = 3.3\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{A}, 2\text{MHz}$		9		mA
Minimum On-Time	$I_{LOAD} = 1\text{A}, \text{SYNC} = 0\text{V}$	● 15	30	45	ns
	$I_{LOAD} = 1\text{A}, \text{SYNC} = 3.3\text{V}$	● 15	30	45	ns
Minimum Off-Time			80	110	ns
Oscillator Frequency	$R_T = 221\text{k}, I_{LOAD} = 1\text{A}$	● 180	210	240	kHz
	$R_T = 60.4\text{k}, I_{LOAD} = 1\text{A}$	● 665	700	735	kHz
	$R_T = 18.2\text{k}, I_{LOAD} = 1\text{A}$	● 1.85	2.00	2.15	MHz
Top Power NMOS On-Resistance	$I_{SW} = 1\text{A}$		85		mΩ
Top Power NMOS Current Limit		● 5.7	8.5	10	A
Bottom Power NMOS On-Resistance	$V_{INTVCC} = 3.4\text{V}, I_{SW} = 1\text{A}$		40		mΩ
Bottom Power NMOS Current Limit	$V_{INTVCC} = 3.4\text{V}$	● 4.5	6.9	8.5	A
SW Leakage Current	$V_{IN} = 42\text{V}, V_{SW} = 0\text{V}, 42\text{V}$	-1.5		1.5	μA
EN/UV Pin Threshold	EN/UV Rising	● 0.94	1.0	1.06	V
EN/UV Pin Hysteresis			40		mV
EN/UV Pin Current	$V_{EN/UV} = 2\text{V}$	-20		20	nA
PG Upper Threshold Offset from V <sub>FB</sub>	V <sub>FB</sub> Falling	● 6	9.0	12	%
PG Lower Threshold Offset from V <sub>FB</sub>	V <sub>FB</sub> Rising	● -6	-9.0	-12	%
PG Hysteresis			1.2		%
PG Leakage	$V_{PG} = 3.3\text{V}$	-40		40	nA
PG Pull-Down Resistance	$V_{PG} = 0.1\text{V}$	●	650	2000	Ω
SYNC Threshold	SYNC Falling	0.8	1.1	1.4	V
	SYNC Rising	1.6	2.0	2.4	V
SYNC Pin Current	$V_{SYNC} = 6\text{V}$	-40		40	nA
TR/SS Source Current		● 1.5	2.2	2.9	μA
TR/SS Pull-Down Resistance	Fault Condition, TR/SS = 0.1V		200		Ω

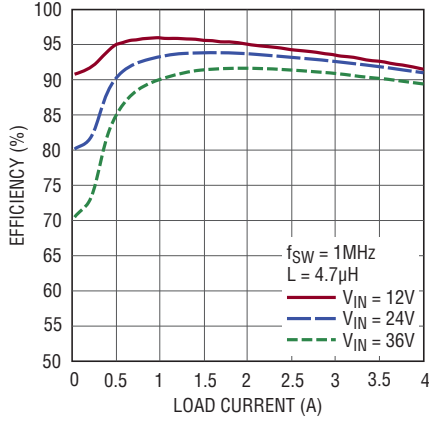
**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

**Note 2:** LT8614Eは、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の接合部温度で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部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。LT8614Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で動作することが保証されている。 $125^\circ\text{C}$ を超える接合部温度では動作寿命が短くなる。

**Note 3:** このデバイスには過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。過熱保護機能が動作しているとき接合部温度は $150^\circ\text{C}$ を超える。規定されている最大動作接合部温度を超えた状態で動作が継続すると、寿命が短くなる。

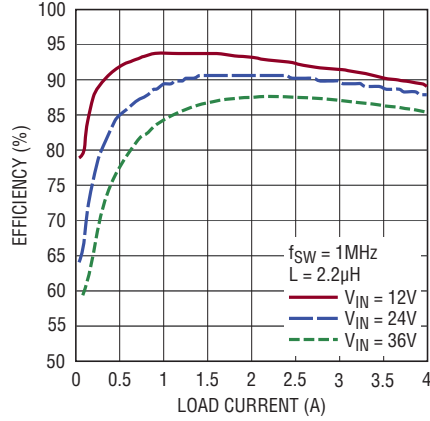
## 標準的性能特性

5V出力での効率



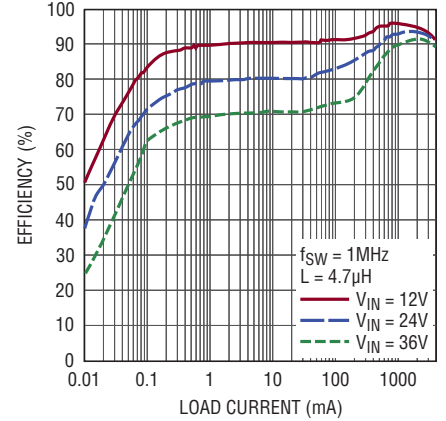
8614 G01

3.3V出力での効率



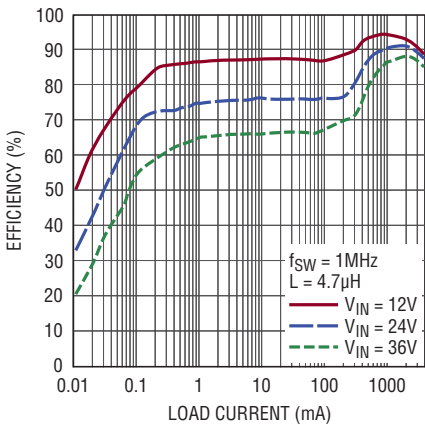
8614 G02

5V出力での効率



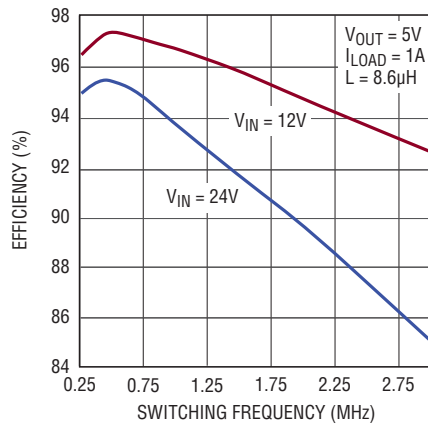
8614 G03

3.3V出力での効率



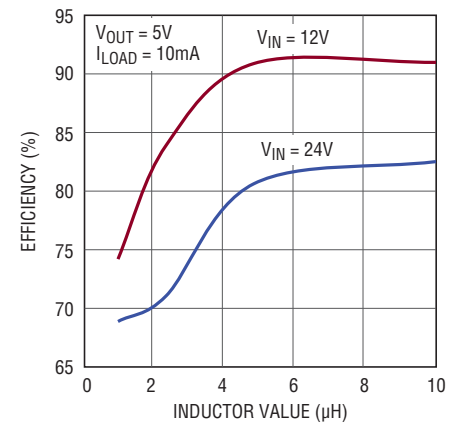
8614 G04

効率と周波数



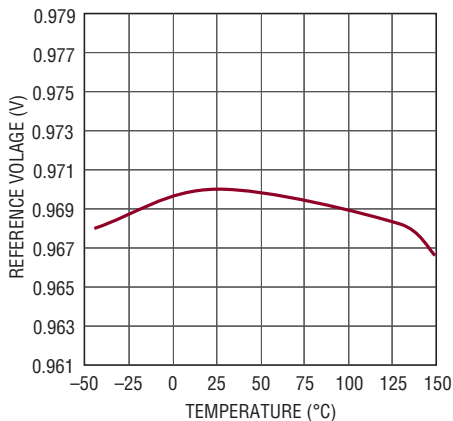
8614 G05

Burst Modeの効率とインダクタ値



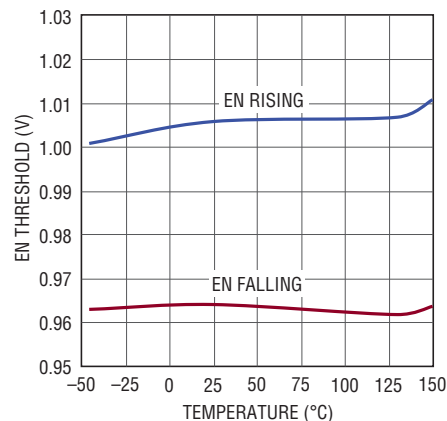
8614 G06

リファレンス電圧



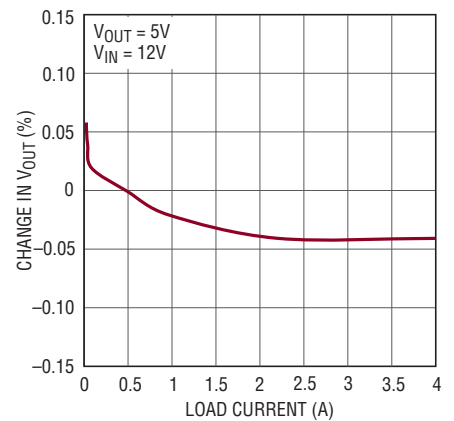
8614 G07

ENピンのしきい値



8614 G08

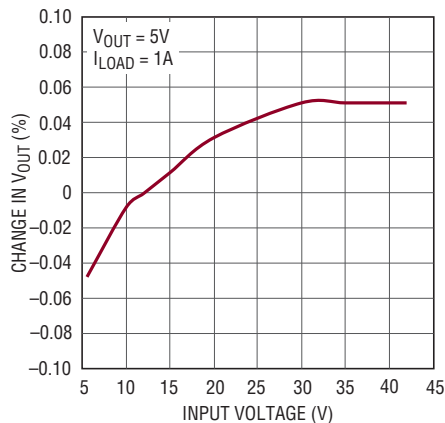
負荷レギュレーション



8614 G09

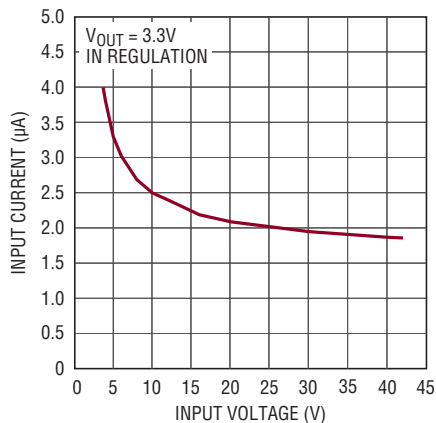
標準的性能特性

入力レギュレーション



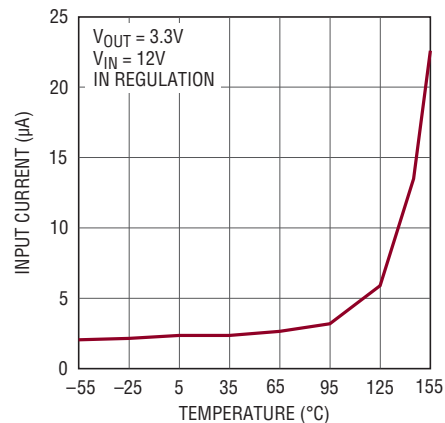
8614 G10

無負荷時電源電流



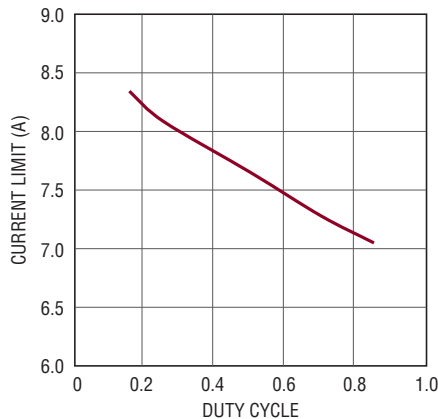
8614 G11

無負荷時電源電流



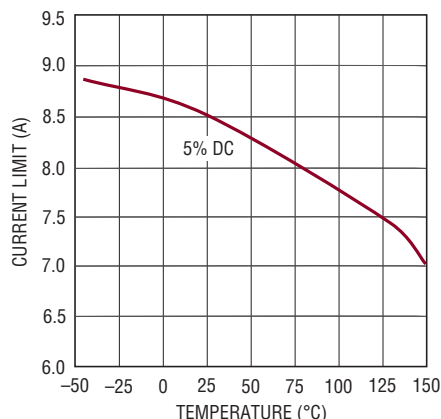
8614 G12

上側FETの電流制限と  
デューティ・サイクル



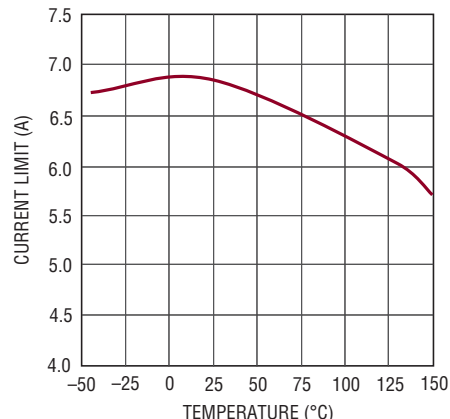
8614 G13

上側FETの電流制限



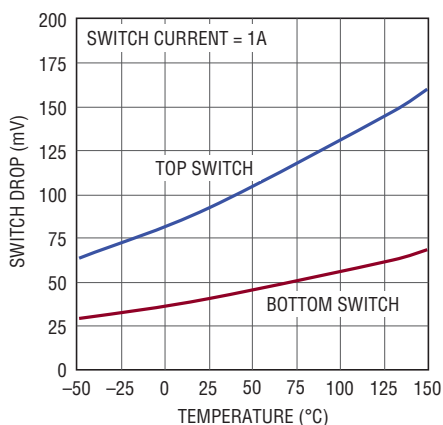
8614 G14

下側FETの電流制限



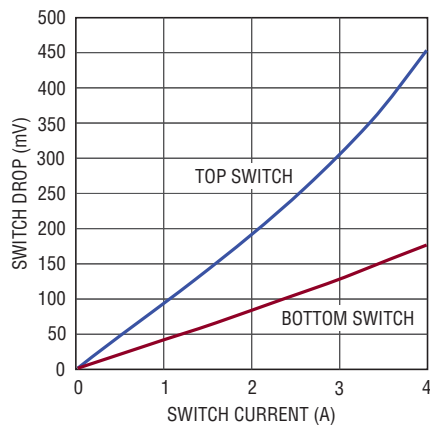
8614 G15

スイッチの電圧降下



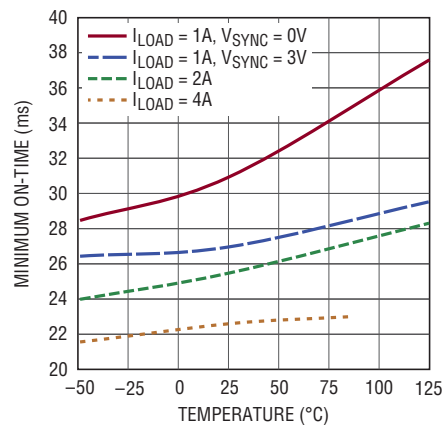
8614 G16

スイッチの電圧降下



8614 G17

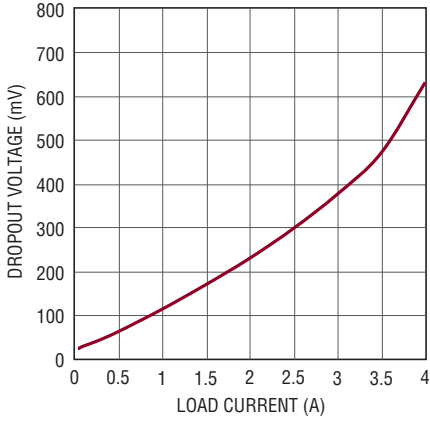
最小オン時間



8614 G18

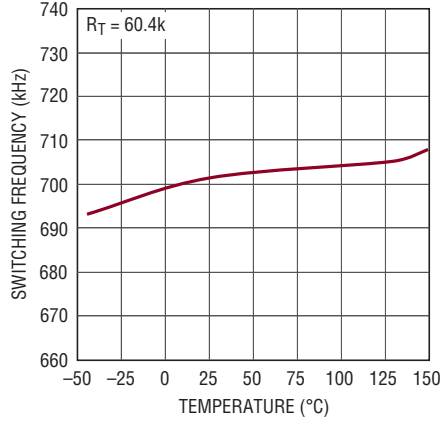
## 標準的性能特性

ドロップアウト電圧



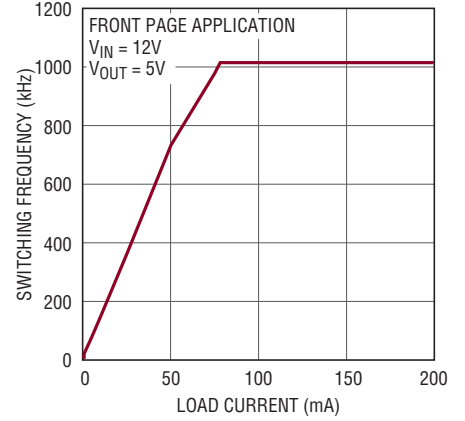
8614 G19

スイッチング周波数



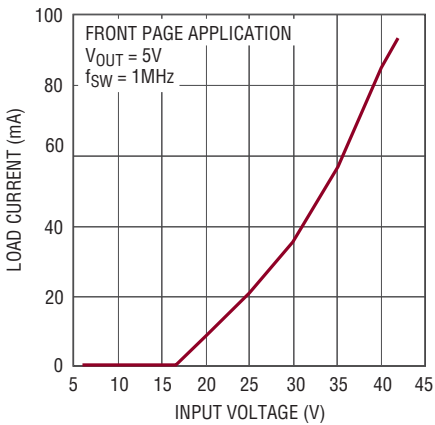
8614 G20

バースト周波数



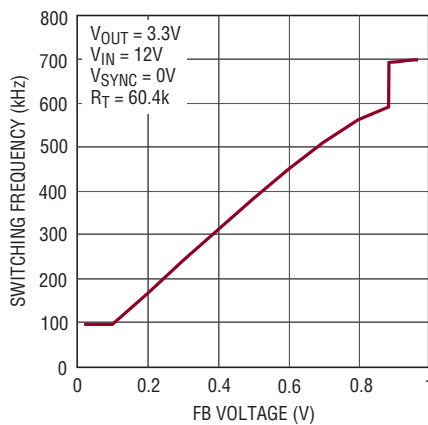
8614 G21

最大周波数に達する最小負荷 (SYNCピンの電圧はDCで“H”)



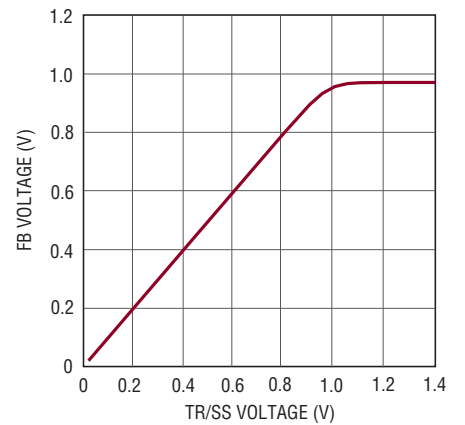
8614 G22

周波数フォールドバック



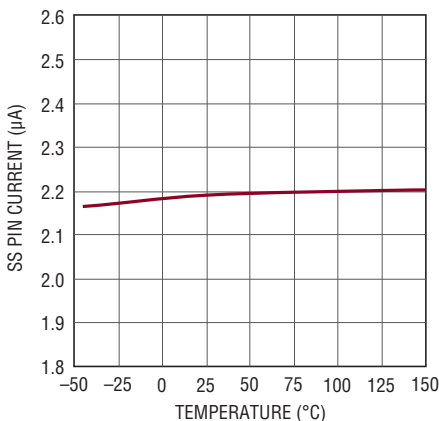
8614 G23

ソフトスタートおよびトラッキングの電圧



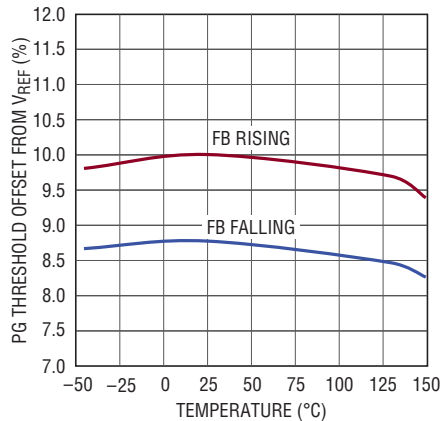
8614 G24

ソフトスタート・ピンの電流



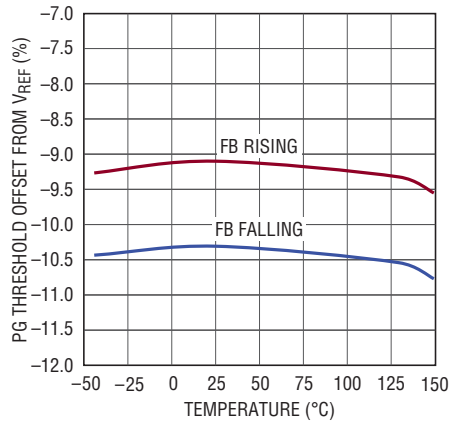
8614 G25

PGピンの“H”しきい値



8614 G26

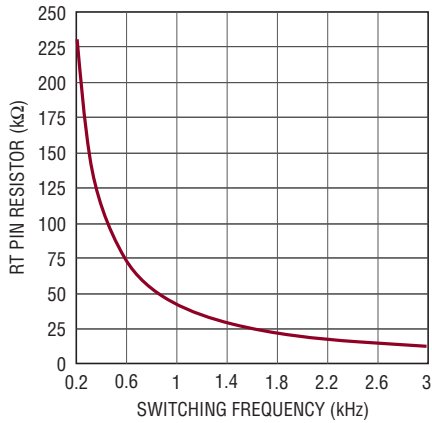
PGピンの“L”しきい値



8614 G27

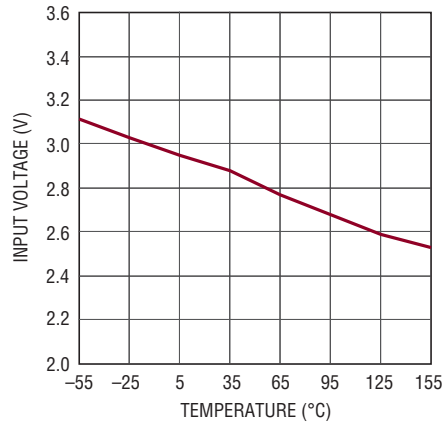
標準的性能特性

RTで設定したスイッチング周波数



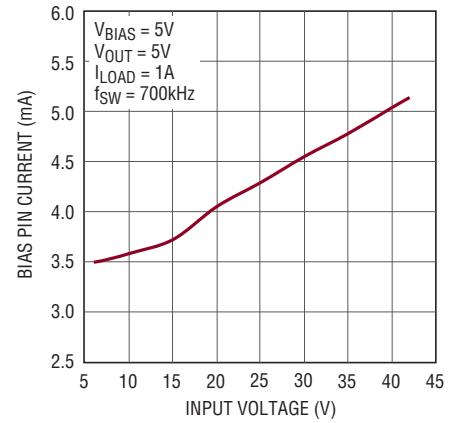
8614 G27

V<sub>IN</sub>の低電圧ロックアウト



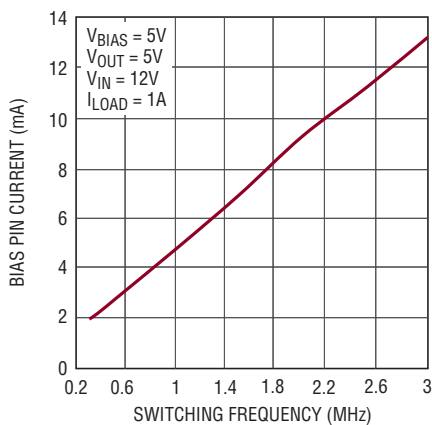
8614 G29

バイアス・ピンの電流



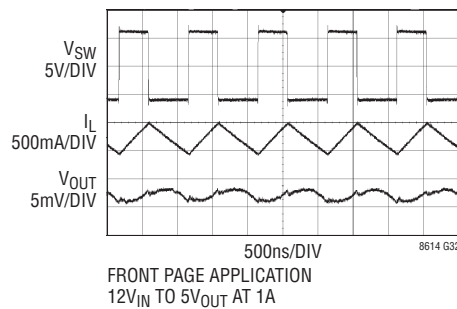
8614 G30

バイアス・ピンの電流

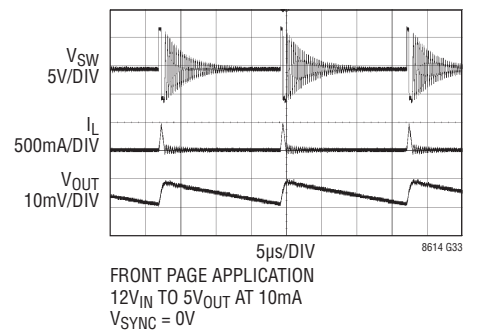


8614 G31

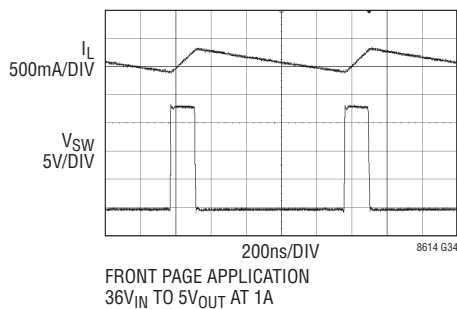
スイッチング波形、  
最大周波数での連続動作



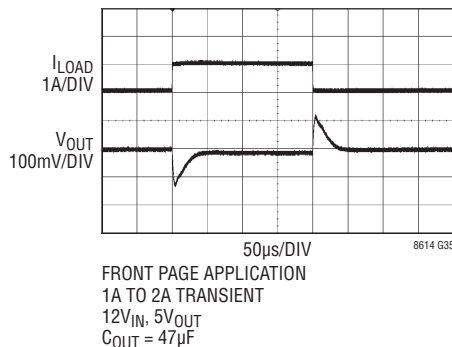
スイッチング波形、  
Burst Mode動作



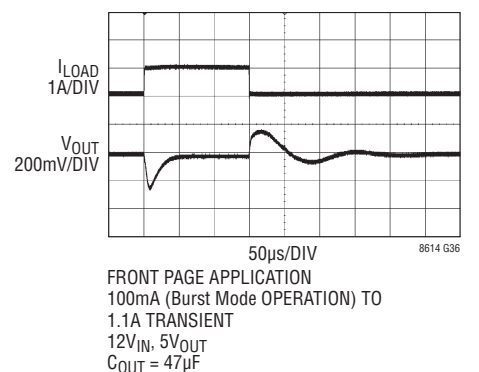
スイッチング波形



トランジェント応答: 負荷電流が  
1Aから2Aにステップ変化

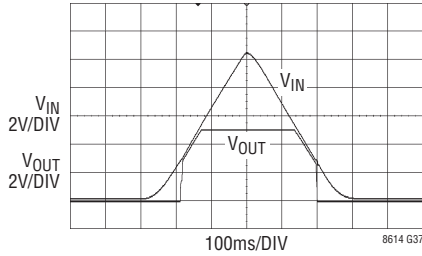


トランジェント応答: 負荷電流が  
100mA (Burst Mode動作) から  
1.1Aにステップ変化



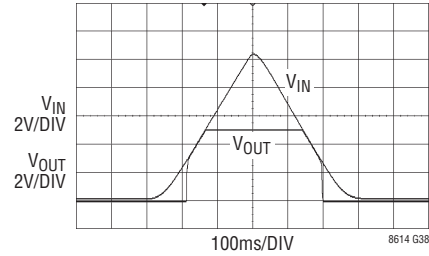
## 標準的性能特性

起動時のドロップアウト特性



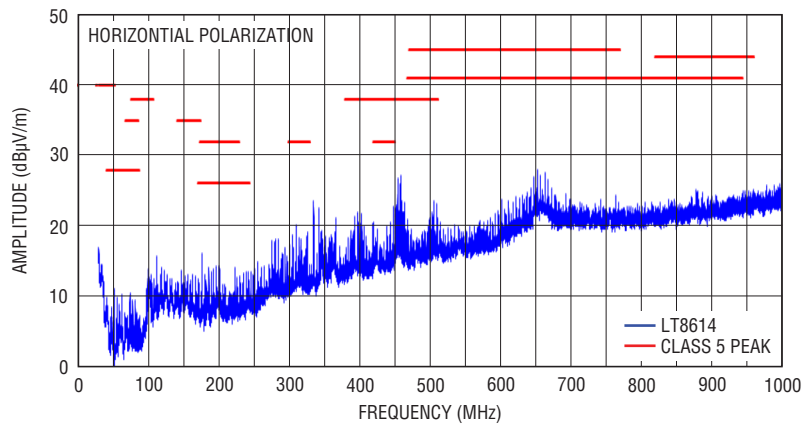
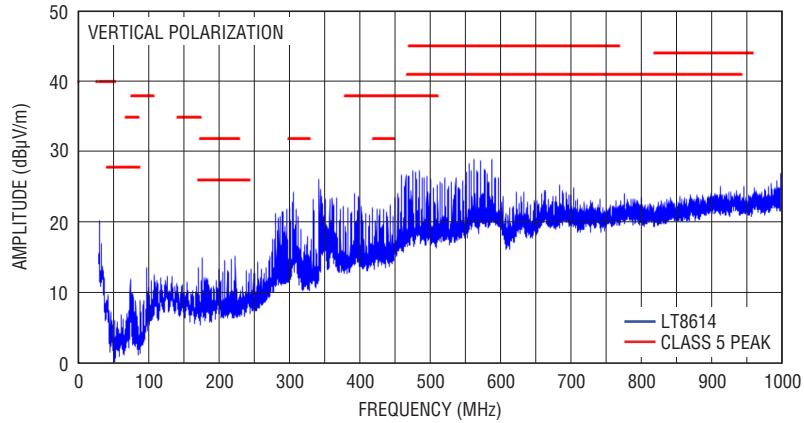
2.5Ω LOAD  
(2A IN REGULATION)

起動時のドロップアウト特性



20Ω LOAD  
(250mA IN REGULATION)

EMI放射性能(クラス5ピーク限度値でのCISPR25放射エミッション・テスト)



DC2019A DEMO BOARD (WITH EMI FILTER INSTALLED)  
14VIN TO 5VOUT AT 4A,  $f_{SW} = 2\text{MHz}$

8614 G39



## ピン機能

**BIAS (ピン1)** : BIASが3.1Vより高い電圧に接続されていると、内部レギュレータには $V_{IN}$ ではなくBIASから電流が流れます。3.3V以上の出力電圧の場合、このピンは $V_{OUT}$ に接続します。このピンを $V_{OUT}$ 以外の電源に接続する場合、このピンに1 $\mu$ Fのローカル・バイパス・コンデンサを接続します。

**INTV<sub>CC</sub> (ピン2)** : 3.4Vの内部レギュレータのバイパス・ピン。内部パワー・ドライバおよび制御回路はこの電圧から電力を供給されます。INTV<sub>CC</sub>の最大出力電流は20mAです。INTV<sub>CC</sub>ピンには外部回路による負荷をかけないでください。INTV<sub>CC</sub>の電流は、BIAS > 3.1Vの場合はBIASピンから供給され、そうでない場合は $V_{IN}$ ピンから供給されます。BIASが3.0V ~ 3.6Vの範囲の場合、INTV<sub>CC</sub>ピンの電圧は2.8V ~ 3.4Vの範囲で変化します。このピンは、1 $\mu$ F以上の低ESRセラミック・コンデンサをデバイスの近くに配置して、電源グラウンドから分離してください。

**BST (ピン3)** : このピンは、入力電圧より高い駆動電圧を上側のパワー・スイッチに供給するために使用します。0.1 $\mu$ Fの昇圧コンデンサをできるだけデバイスの近くに配置してください。

**$V_{IN1}$  (ピン4)** : LT8614には1 $\mu$ Fの小型入力バイパス・コンデンサが2個必要です。1つの1 $\mu$ Fコンデンサを $V_{IN1}$ とGND1の間に配置します。もう1つの1 $\mu$ Fコンデンサを $V_{IN2}$ とGND2の間に配置します。これらのコンデンサはできるだけLT8614に近づけて配置する必要があります。3つ目の、容量が2.2 $\mu$ F以上の大きいコンデンサは、正端子を $V_{IN1}$ および $V_{IN2}$ に、負端子をグラウンドに接続してLT8614の近くに配置します。レイアウト例については「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

**GND1 (ピン6、7)** : パワー・スイッチのグラウンド。これらのピンは内蔵の下側パワー・スイッチの帰路であり、互いに接続する必要があります。入力コンデンサの負端子はGND1ピンのできるだけ近くに配置してください。また、GND1ピンは必ずグラウンド・プレーンに接続してください。レイアウト例については「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

**SW (ピン8、9)** : SWピンは内部パワー・スイッチの出力です。これらのピンは互いに接続し、インダクタおよび昇圧コンデンサに接続します。優れた性能と低いEMIを得るため、プリント回路基板上でのこのノードの面積が小さくなるようにしてください。

**GND2 (ピン10、11)** : パワー・スイッチのグラウンド。これらのピンは内蔵の下側パワー・スイッチの帰路であり、互いに接続する必要があります。入力コンデンサの負端子はGND2ピンのできるだけ近くに配置してください。また、GND2ピンは必ずグラウンド・プレーンに接続してください。レイアウト例については「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

**$V_{IN2}$  (ピン13)** : LT8614には1 $\mu$ Fの小型入力バイパス・コンデンサが2個必要です。1つの1 $\mu$ Fコンデンサを $V_{IN1}$ とGND1の間に配置します。もう1つの1 $\mu$ Fコンデンサを $V_{IN2}$ とGND2の間に配置します。これらのコンデンサはできるだけLT8614に近づけて配置する必要があります。3つ目の、容量が2.2 $\mu$ F以上の大きいコンデンサは、正端子を $V_{IN1}$ および $V_{IN2}$ に、負端子をグラウンドに接続してLT8614の近くに配置します。レイアウト例については「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

**EN/UV (ピン14)** : LT8614は、このピンが“L”のときシャットダウン状態になり、このピンが“H”のときアクティブになります。ヒステリシスのあるしきい値電圧は上昇時1.00V、下降時0.96Vです。シャットダウン機能を使用しない場合は、 $V_{IN}$ に接続してください。 $V_{IN}$ からの外付け抵抗分割器を使って、その値を下回るとLT8614がシャットダウンする $V_{IN}$ しきい値を設定できます。

**RT (ピン15)** : RTとグラウンドの間に抵抗を接続してスイッチング周波数を設定します。

**TR/SS (ピン16)** : 出力トラッキングおよびソフトスタート・ピン。このピンを使用すると、起動時に出力電圧のランプレートを制御できます。TR/SSピンの電圧が0.97Vより低くなると、LT8614はFBピンの電圧をTR/SSピンの電圧と等しくなるように制御します。TR/SSピンの電圧が0.97Vより高くなると、トラッキング機能がディスエーブルされ、内部リファレンスによってエラーアンプの制御が再開されます。このピンにはINTV<sub>CC</sub>から2.2 $\mu$ Aの内部プルアップ電流が流れるので、コンデンサを接続して出力電圧のスルーレートを設定できます。このピンは、シャットダウン時およびフォルト状態では内部の230 $\Omega$  MOSFETによってグラウンド電位になるので、低インピーダンス出力で駆動する場合は直列抵抗を使用してください。トラッキング機能が必要ない場合は、このピンをフロート状態のままにしておいてもかまいません。

# LT8614

## ピン機能

**SYNC/MODE (ピン 17) :** 外部クロックの同期入力。低出力負荷での低リップル Burst Mode 動作では、このピンを接地します。外部周波数に同期させるには、クロック・ソースに接続します。パルス・スキップ・モードにする場合は、3V 以上の DC 電圧を印加するか、INTV<sub>CC</sub>ピンに接続します。パルス・スキップ・モードでは、I<sub>Q</sub>が数百  $\mu$ A まで増加します。このピンはフロート状態にしないでください。

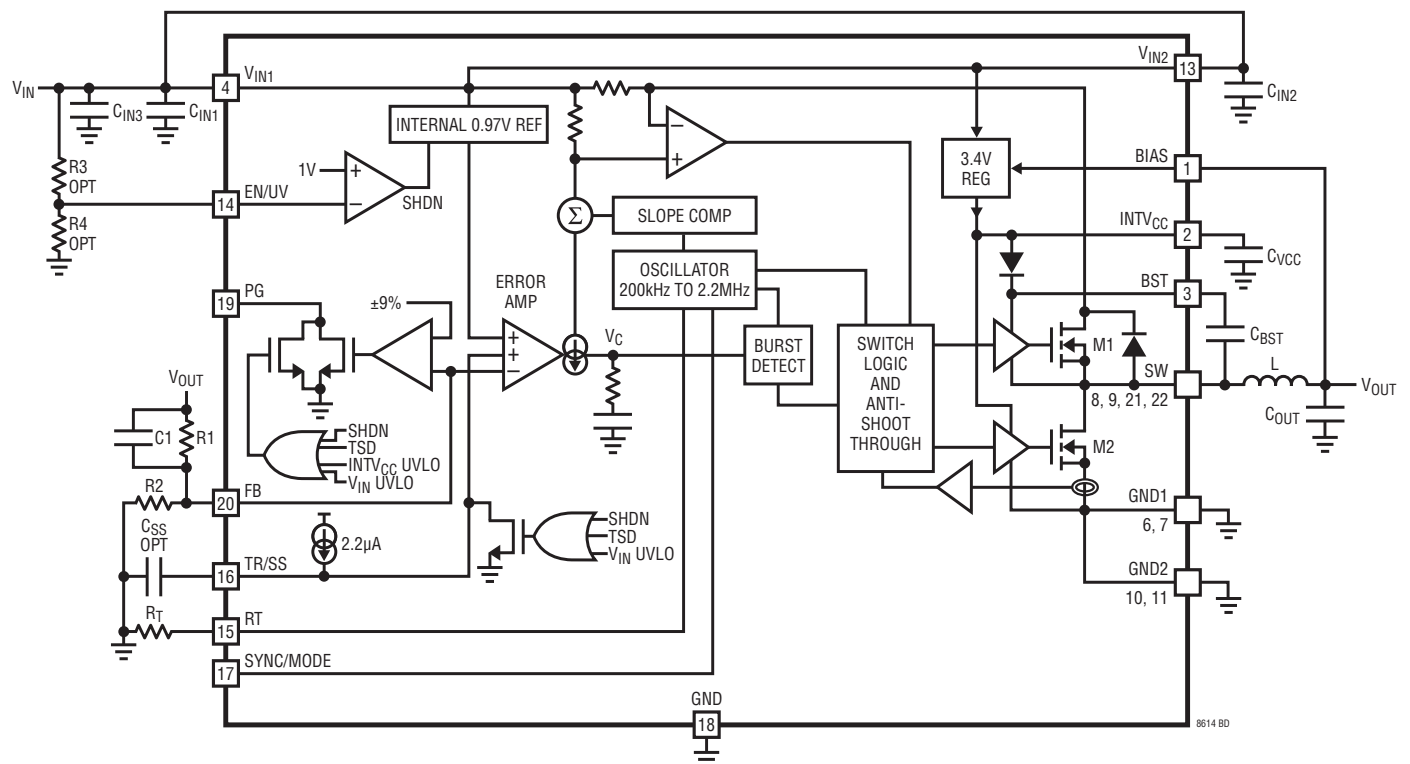
**GND (ピン 18) :** LT8614 のグランド・ピン。このピンはシステム・グランドおよびグランド・プレーンに接続します。

**PG (ピン 19) :** PG ピンは内部コンパレータのオープンドレイン出力です。PG は FB ピンが最終レギュレーション電圧の  $\pm 9\%$  以内になるまで “L” のままであり、フォルト状態にはなりません。PG ピンのレベルは、EN/UV ピンの状態に関係なく、V<sub>IN</sub> ピンの電圧が 3.4V より高い場合に有効です。

**FB (ピン 20) :** LT8614 は FB ピンの電圧を 0.970V に安定化します。帰還抵抗分割器のタップをこのピンに接続します。また、位相リード・コンデンサを FB と V<sub>OUT</sub> の間に接続します。通常、このコンデンサの値は 4.7pF ~ 22pF です。

**SW (露出パッド・ピン 21、22) :** 優れた熱性能を得るために、露出パッドは SW トレースに接続し、半田付けします。製造上の制限により必要な場合は、ピン 21 とピン 22 を未接続のままにできますが、熱性能は低下します。

## ブロック図



8614fa

## 動作

LT8614はモノリシック、固定周波数、電流モードの降圧DC/DCコンバータです。RTピンに接続する抵抗を使用して周波数を設定する発振器により、各クロック・サイクルの開始時に内蔵の上側パワー・スイッチがオンします。次に、インダクタを流れる電流が増加して上側スイッチの電流コンパレータが作動し、上側のパワー・スイッチがオフします。上側スイッチがオフするときのピーク・インダクタ電流は、内部VCノードの電圧によって制御されます。エラーアンプは、 $V_{FB}$ ピンの電圧を0.97Vの内部リファレンスと比較することによってVCノードをサーボ制御します。負荷電流が増加すると、帰還電圧はリファレンスと比較して低くなるので、エラーアンプによってVCの電圧が上昇し、平均インダクタ電流が新たな負荷電流に釣り合うまで上昇し続けます。上側パワー・スイッチがオフすると、同期パワー・スイッチがオンし、次のクロック・サイクルが始まるか、インダクタ電流が0に減少するまでオンのままになります。過負荷状態によってボトム・スイッチに6.9A以上流れると、スイッチ電流が安全なレベルに戻るまで次のクロック・サイクルが遅延されます。

EN/UVピンが“L”の場合、LT8614はシャットダウンし、入力から1 $\mu$ Aが流れます。EN/UVピンの電圧が1Vを超えると、スイッチング・レギュレータはアクティブになります。

軽負荷での効率を最適化するため、LT8614は軽負荷の状態ではBurst Modeで動作します。バーストとバーストの間は、出力スイッチの制御に関連したすべての回路がシャットダウンし、入力電源電流が1.7 $\mu$ Aに減少します。標準的なアプリケーションでは、無負荷で安定化する場合、入力電源から2.5 $\mu$ Aが消費されます。Burst Mode動作を使用する場合はSYNCピ

ンを“L”に接続します。SYNCピンをロジック“H”に接続すると、パルス・スキップ・モードを使用することができます。SYNCピンにクロックを入力すると、デバイスは外部クロックの周波数に同期し、パルス・スキップ・モードで動作します。パルス・スキップ・モードの間、発振器は連続して動作し、スイッチング波形の正の遷移がクロックに合わせられます。軽負荷時は、スイッチ・パルスがスキップされて出力が安定化され、静止電流は数百 $\mu$ Aになります。

あらゆる負荷にわたって効率を改善するため、BIASピンのバイアス電圧を3.3V以上にする場合は、内部回路に流れる電源電流をBIASピンから供給することができます。BIASピン電圧が3.3Vより低い場合は、 $V_{IN}$ からの電流が内部回路に流れます。LT8614の出力を3.3V以上に設定する場合は、BIASピンを $V_{OUT}$ に接続してください。

FBピンの電圧をモニタするコンパレータは、出力電圧が設定ポイントから $\pm 9\%$  (標準)以上変化するか、またはフォルト状態が生じると、PGピンを“L”に引き下げます。

FBピンの電圧が低いと、発振器はLT8614の動作周波数を下げます。この周波数フォールドバック機能により、起動時や過電流状態の間に出力電圧が設定値より低くなると、インダクタ電流を制御することができます。SYNCピンにクロックを入力するか、SYNCピンの状態をDC“H”に保持すると、周波数フォールドバックはディスエーブルされ、スイッチング周波数は過電流状態のときにのみ低下するようになります。

## アプリケーション情報

### EMIを低く抑えるPCBレイアウト

LT8614は、特にEMI/EMC放射を最小限に抑え、高周波数でのスイッチング時に効率を最大限に高めるように設計されています。最適な性能を得るために、LT8614では $V_{IN}$ のバイパス・コンデンサを複数使用する必要があります。

小型の $1\mu\text{F}$ コンデンサ2個をできるだけLT8614に近づけて配置します。1つのコンデンサを $V_{IN1}$ とGND1の間に接続し、もう1つのコンデンサを $V_{IN2}$ とGND2の間に接続します。3つ目の、容量が $2.2\mu\text{F}$ 以上の大きいコンデンサは、 $V_{IN1}$ または $V_{IN2}$ の近くに配置します。

PCBの推奨レイアウトについては図1を参照してください。

詳細およびPCBデザイン・ファイルについては、LT8614用のデモボード・ガイドを参照してください。

LT8614の $V_{IN1}$ 、 $V_{IN2}$ 、GND1、GND2の各ピンおよび入力コンデンサ( $C_{IN1}$ 、 $C_{IN2}$ )には、大量のスイッチング電流が流れることに注意してください。入力コンデンサによって形成されるループは、これらのコンデンサを $V_{IN1/2}$ ピンおよびGND1/2ピンの近くに配置することにより、できるだけ小さくしてください。ケースサイズが0603のように小さいコンデンサは、寄生インダクタンスが小さいので最適です。

これらの入力コンデンサに加えて、インダクタおよび出力コンデンサは回路基板の同じ側に配置し、その層で接続を行うようにしてください。表面層に最も近い層のアプリケーション回路の下には、デバイス付近にある切れ目のないグラウンド・プレーンを配置します。SWノードとBOOSTノードはできるだけ小さくします。最後に、グラウンド・トレースがSWノードとBOOSTノードからFBノードとRTノードをシー

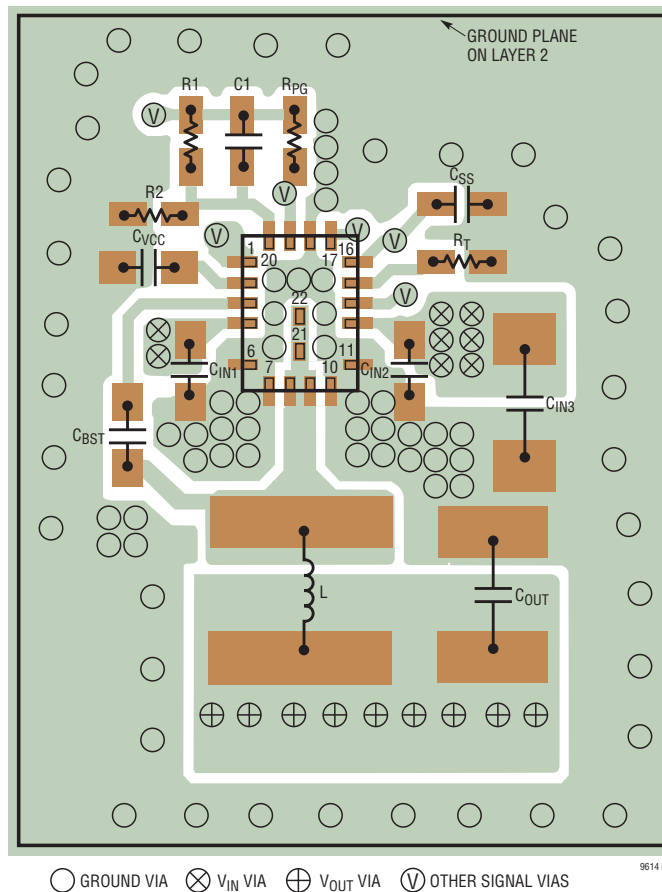


図1.LT8614の推奨PCBレイアウト

## アプリケーション情報

ルドするように、FB ノードとRT ノードは小さく保ちます。周囲温度に対する熱抵抗を小さくするために、パッケージ底面の露出パッドはSWに半田付けします。熱抵抗を小さく保つには、GND1からGND2までのグラウンド・プレーンをできるだけ拡大し、回路基板内に底辺側に追加されているグラウンド・プレーンに対しサーマル・ビアを加えます。

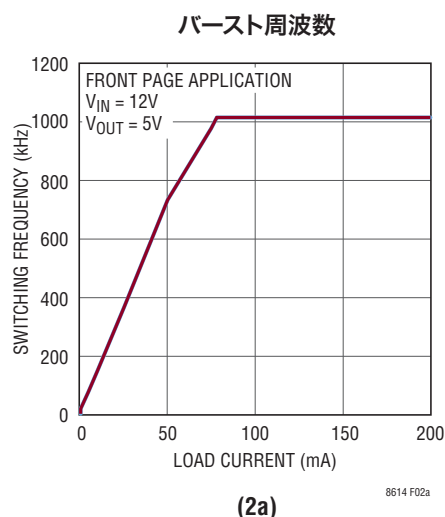
### 超低暗電流の達成

軽負荷での効率を上げるため、LT8614は低リップルのBurst Modeで動作し、入力暗電流と出力電圧リップルを最小に抑えながら、出力コンデンサを目的の出力電圧に充電した状態に保ちます。Burst Mode動作では、LT8614は単一の小電流パルスを出力コンデンサに供給し、それに続くスリープ期間には出力コンデンサから出力電力が供給されます。スリープ・モード時にLT8614が消費する電流は1.7 $\mu$ Aです。

出力負荷が減少すると、単一電流パルスの周波数が低下し(図2aを参照)、LT8614がスリープ・モードで動作する時間の割合が高まるので、軽負荷での効率が標準的なコンバータよりもはるかに高くなります。パルス間の時間を最大にすると、出力負荷がない場合、標準的なアプリケーションでのコンバータの暗電流は2.5 $\mu$ Aに近づきます。したがって、軽負荷時の暗電流の性能を最適化するには、帰還抵抗分割器の電流を最小限に抑える必要があります。この電流は負荷電流として出力に現れるからです。

軽負荷時の効率を高めるには、LT8614が各パルス間のスリープ・モードに長く留まれる様なBurst Mode動作において、小パルスが発生している間に出力への供給エネルギーを増やす必要があります。値のもっと大きい(例4.7 $\mu$ H)インダクタを使うと効率を高められるので、インダクタを選択する際には、スイッチング周波数に関係なく効率を考慮します。たとえば、通常、スイッチング周波数の高いアプリケーションには値の小さいインダクタを使用しますが、軽負荷時の効率を高めたい場合には値の大きいインダクタを選択します。「標準的性能特性」の曲線を参照してください。

Burst Mode動作時は上側スイッチの電流制限値が約500mAなので、出力電圧リップルは図3に示すようになります。出力リップルは、出力容量を大きくするとそれに比例して減少します。負荷が0から次第に増加すると、それに応じてスイッチング周波数も増加しますが、図2aに示すように、RTピンに接続した抵抗で設定されるスイッチング周波数が上限です。LT8614が設定周波数に達する出力負荷は、入力電圧、出力電圧、およびインダクタをどう選択するかによって変わります。



最大周波数に達する最小負荷 (SYNCピンの電圧はDCで“H”)

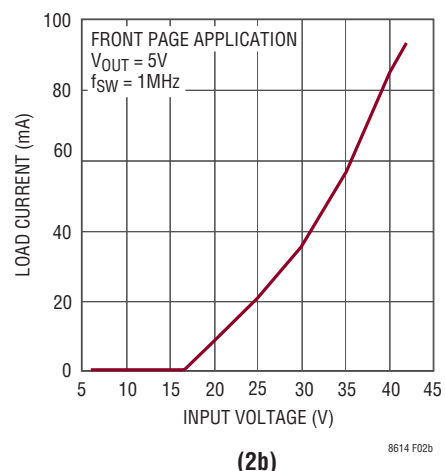


図2. Burst Mode動作(2a)およびパルス・スキップ・モード(2b)でのスイッチング周波数と負荷の情報

## アプリケーション情報

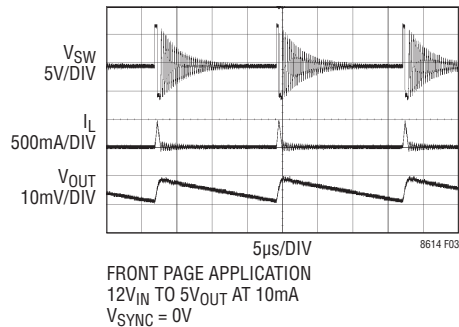


図3. Burst Mode動作

アプリケーションによっては、LT8614がパルス・スキップ・モードで動作することが望ましいことがあります。Burst Mode動作と大きく異なる点が2つあるからです。1つ目は、クロックが常時動作していて、すべてのスイッチング・サイクルがクロックに同期していることです。このモードでは、内部回路の多くが常時動作しているので、暗電流が数百µAまで増加します。2つ目は、Burst Mode動作よりも軽い出力負荷で最大スイッチング周波数に達することです(図2b参照)。パルス・スキップ・モードをイネーブするには、SYNCピンをロジック出力またはINTV<sub>CC</sub>ピンに接続して“H”レベルにします。SYNCピンにクロックを入力した場合も、LT8614はパルス・スキップ・モードで動作します。

### FBの抵抗ネットワーク

出力電圧は、出力とFBピンの間に接続した抵抗分割器を使用して設定します。次式に従って抵抗の値を選択します。

$$R1 = R2 \left( \frac{V_{OUT}}{0.970V} - 1 \right) \quad (1)$$

参照名については「ブロック図」を参照してください。出力電圧の精度を保つため、1%抵抗を推奨します。

入力暗電流を小さくして軽負荷時の効率を良好にする必要がある場合、FBの抵抗分割器に大きな抵抗値を使用します。分割器に流れる電流は負荷電流として機能し、コンバータへの無負荷時入力電流が増加します。この値は次のように概算されます。

$$I_Q = 1.7\mu A + \left( \frac{V_{OUT}}{R1+R2} \right) \left( \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \left( \frac{1}{n} \right) \quad (2)$$

ここで、1.7µAはLT8614の暗電流、第2項は軽負荷時の効率がnのとき降圧動作の入力に反映される帰還抵抗分割器の電流です。R1 = 1M、R2 = 412kの3.3Vアプリケーションでは、帰還抵抗分割器に2.3µAが流れます。V<sub>IN</sub> = 12Vおよびn = 80%の場合は、1.7µAの暗電流に0.8µAが加わるので、12V電源から流れる無負荷時電流は2.5µAになります。この式は無負荷時電流がV<sub>IN</sub>の関数であることを意味します。このグラフは「標準的性能特性」のセクションに示してあります。

大きなFB抵抗を使用する場合は、4.7pF～22pFの位相リード・コンデンサをV<sub>OUT</sub>とFBピンの間に接続してください。

### スイッチング周波数の設定

LT8614では、RTピンとグラウンドの間に接続した1本の抵抗を使用して200kHz～3MHzの範囲でスイッチングするよう設定できる固定周波数のPWMアーキテクチャが採用されています。望みのスイッチング周波数に必要なRTの値を表1に示します。

望みのスイッチング周波数を得るためのRT抵抗は次式を使って計算することができます。

$$R_T = \frac{46.5}{f_{SW}} - 5.2 \quad (3)$$

ここで、RTの単位はkΩ、f<sub>sw</sub>は望みのスイッチング周波数で単位はMHzです。

アプリケーション情報

表1. スイッチング周波数とR<sub>T</sub>の値

f <sub>SW</sub> (MHz)	R <sub>T</sub> (kΩ)
0.2	232
0.3	150
0.4	110
0.5	88.7
0.6	71.5
0.7	60.4
0.8	52.3
1.0	41.2
1.2	33.2
1.4	28.0
1.6	23.7
1.8	20.5
2.0	18.2
2.2	15.8
3.0	10.7

動作周波数の選択とトレードオフ

動作周波数の選択には、効率、部品サイズ、および入力電圧範囲の間のトレードオフが存在します。高周波数動作の利点は、小さな値のインダクタとコンデンサを使用できることです。欠点は効率が低いことと、入力電圧範囲が狭いことです。

与えられたアプリケーションでの最大スイッチング周波数 (f<sub>SW(MAX)</sub>) は、次のように計算することができます。

$$f_{SW(MAX)} = \frac{V_{OUT} + V_{SW(BOT)}}{t_{ON(MIN)} (V_{IN} - V_{SW(TOP)} + V_{SW(BOT)})} \quad (4)$$

ここで、V<sub>IN</sub>は標準入力電圧、V<sub>OUT</sub>は出力電圧、V<sub>SW(TOP)</sub>とV<sub>SW(BOT)</sub>は内部スイッチの電圧降下(最大負荷でそれぞれ約0.3Vと約0.15V)、t<sub>ON(MIN)</sub>はトップ・スイッチの最小オン時間です(「電気的特性」を参照)。この式は、高いV<sub>IN</sub>/V<sub>OUT</sub>比に対応するには、スイッチング周波数を下げる必要があることを示しています。

トランジェント動作では、R<sub>T</sub>の値に関係なく、V<sub>IN</sub>が42Vの絶対最大定格まで上昇する可能性があります。LT8614では、必要に応じてスイッチング周波数を下げるにより、インダクタ電流の制御を維持して安全な動作を保証します。

LT8614は99%を超える最大デューティ・サイクルが可能であり、V<sub>IN</sub>-V<sub>OUT</sub>間のドロップアウト電圧は上側スイッチのR<sub>DS(ON)</sub>で制限されます。このモードでは、LT8614はスイッチ・サイクルをスキップするので、スイッチング周波数はR<sub>T</sub>で設定した周波数よりも低くなります。

V<sub>IN</sub>/V<sub>OUT</sub>比が低いときに、設定スイッチング周波数からの偏差を許容できないアプリケーションの場合は、次式を使用してスイッチング周波数を設定します。

$$V_{IN(MIN)} = \frac{V_{OUT} + V_{SW(BOT)}}{1 - f_{SW} \cdot t_{OFF(MIN)}} - V_{SW(BOT)} + V_{SW(TOP)} \quad (5)$$

ここで、V<sub>IN(MIN)</sub>はスキップされたサイクルがない場合の最小入力電圧、V<sub>OUT</sub>は出力電圧、V<sub>SW(TOP)</sub>およびV<sub>SW(BOT)</sub>は内部スイッチの電圧降下(最大負荷時にそれぞれ約0.3V、約0.15V)、f<sub>SW</sub>は(R<sub>T</sub>によって設定された)スイッチング周波数、t<sub>OFF(MIN)</sub>は最小スイッチ・オフ時間です。スイッチング周波数が高くなると、サイクル数を減少させて高いデューティ・サイクルを実現できる入力電圧の最小値が高くなることに注意してください。

インダクタの選択と最大出力電流

LT8614は、アプリケーションの出力負荷要件に基づいてインダクタを選択できるようにすることで、ソリューション・サイズを最小限に抑えるよう設計されています。LT8614では、高速ピーク電流モード・アーキテクチャの採用により、過負荷状態または短絡状態のときに、インダクタが飽和した動作に支障なく耐えられます。

最初に選択するインダクタのB値としては、次の値が適切です。

$$L = \frac{V_{OUT} + V_{SW(BOT)}}{f_{SW}} \quad (6)$$

ここで、f<sub>SW</sub>はスイッチング周波数(MHz)、V<sub>OUT</sub>は出力電圧、V<sub>SW(BOT)</sub>は下側スイッチの電圧降下(約0.15V)、Lはインダクタの値(μH)です。

過熱や効率低下を防ぐため、インダクタは、その実効値電流定格がアプリケーションの予想最大出力負荷より大きいものを選択する必要があります。さらに、(通常はI<sub>SAT</sub>と表示される)インダクタの飽和電流定格は、負荷電流にインダクタのリップル電流の1/2を加えた値より大きくなければなりません。

$$I_{L(PEAK)} = I_{LOAD(MAX)} + \frac{1}{2} \Delta I_L \quad (7)$$

## アプリケーション情報

ここで、 $\Delta I_L$  は式9で計算されるインダクタのリプル電流、 $I_{LOAD(MAX)}$  は所定のアプリケーションの最大出力負荷です。

簡単な例として、1Aの出力を必要とするアプリケーションでは、実効値定格が1Aより大きく  $I_{SAT}$  が1.3Aより大きいインダクタを使用します。過負荷状態や短絡状態の期間が長いときは、インダクタの過熱を防ぐため、インダクタのRMS 定格要件が大きくなります。高い効率を保つには、直列抵抗 (DCR) が  $0.04\Omega$  より小さく、コア材が高周波アプリケーション向けのものにする必要があります。

LT8614は、スイッチとシステムを過負荷フォルトから保護するためにピーク・スイッチ電流を制限します。上側スイッチの電流制限値 ( $I_{LIM}$ ) は、デューティ・サイクルが低いときは8.5A以上ですが、デューティ・サイクルが80%になると、直線的に減少して7.2Aになります。したがって、インダクタの値は目的の最大出力電流 ( $I_{OUT(MAX)}$ ) を供給するのに十分な大きさにする必要があります。この電流は、スイッチ電流制限値 ( $I_{LIM}$ ) およびリプル電流の関数です。

$$I_{OUT(MAX)} = I_{LIM} - \frac{\Delta I_L}{2} \quad (8)$$

インダクタのピーク・トゥ・ピークのリプル電流は次のように計算できます。

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{L \cdot f_{SW}} \cdot \left( 1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} \right) \quad (9)$$

ここで、 $f_{SW}$  はLT8614のスイッチング周波数で、 $L$  はインダクタの値です。したがって、LT8614が供給できる最大出力電流は、スイッチ電流制限値、インダクタの値、入力電圧、および出力電圧に依存します。目的のアプリケーションで使用されるスイッチング周波数と最大入力電圧が与えられているとき、インダクタのリプル電流が十分な最大出力電流 ( $I_{OUT(MAX)}$ ) を許容しない場合は、インダクタの値を大きくする必要が生じる可能性があります。

軽負荷時の効率を高めるには、LT8614が各パルス間のスリープ・モードに長く留まれる様な Burst Mode 動作において、小パルスが発生している間に出力への供給エネルギーを増やす必要があります。値のもっと大きい (例  $4.7\mu H$ ) インダクタを使うと効率を高められるので、インダクタを選択する際には、スイッチング周波数に関係なく効率を考慮します。たとえば、通常、スイッチング周波数の高いアプリケーションには値の小さいインダクタを使用しますが、軽負荷時の効率を高めたい場合に

は値の大きいインダクタを選択します。「標準的性能特性」の曲線を参照してください。

特定のアプリケーションに最適なインダクタは、この設計ガイドで示されているものとは異なる場合があります。インダクタの値を大きくすると最大負荷電流が増加し、出力電圧リップルが減少します。必要な負荷電流が小さいアプリケーションでは、インダクタの値を小さくすることが可能であり、LT8614を大きいリプル電流で動作させることができます。このため、物理的に小さいインダクタを使用することや、DCRの小さいものを使用して効率を高めることができます。インダクタンスが小さいと不連続モード動作になることがあり、最大負荷電流がさらに減少するので注意してください。

最大出力電流と不連続動作の詳細については、リニアテクノロジーの「アプリケーションノート44」を参照してください。

最後に、デューティ・サイクルが50%を超える場合 ( $V_{OUT}/V_{IN} > 0.5$ ) は、低調波発振を防ぐためにインダクタンスを最小限に抑える必要があります。「アプリケーションノート19」を参照してください。

### 入力コンデンサ

最高の性能を得るには、LT8614の  $V_{IN}$  ピンを少なくとも3個のセラミック・コンデンサを使ってバイパスする必要があります。  $1\mu F$  の小型セラミック・コンデンサ2個は、1つを  $V_{IN1}$  ピンと  $GND1$  ピンの間、もう1つを  $V_{IN2}$  ピンと  $GND2$  ピンの間と、デバイスの近くに配置します。これらのコンデンサのサイズは0402または0603にします。2個の直列入力コンデンサが必要な車載アプリケーションの場合、0402または0603の小型コンデンサ2個をLT8614の両側の  $V_{IN1}/GND1$  ピンおよび  $V_{IN2}/GND2$  ピンの近くに配置できます。

3つ目の、容量が  $2.2\mu F$  以上の大きいセラミック・コンデンサは、 $V_{IN1}$  または  $V_{IN2}$  の近くに配置します。詳細についてはレイアウトのセクションを参照してください。温度変動と入力電圧の変化に対して最高の性能を得るために、X7R または X5R コンデンサを推奨します。

低いスイッチング周波数を使用すると、大きな入力容量が必要になることに注意してください。入力電源のインピーダンスが高いか、長い配線やケーブルによる大きなインダクタンスが存在する場合、追加のバルク容量が必要になることがあります。これには性能の低い電解コンデンサを使うことができません。



## アプリケーション情報

セラミックの入力コンデンサは、トレースやケーブルのインダクタンスと結合して、質の良い(減衰の小さな)タンク回路を形成します。LT8614の回路を通電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値の2倍のリングングが生じてLT8614の電圧定格を超える恐れがあります。この状況は簡単に回避できます(リニアテクノロジーの「アプリケーションノート88」を参照)。

### 出力コンデンサと出力リップル

出力コンデンサには2つの基本的な機能があります。出力コンデンサは、インダクタとともに、LT8614が発生させる方形波をフィルタに通してDC出力を生成します。この機能では出力コンデンサが出力リップルを決定するので、スイッチング周波数でのインピーダンスが低いことが重要です。2番目の機能は、トランジェント負荷に電流を供給してLT8614の制御ループを安定させるためにエネルギーを蓄えることです。セラミック・コンデンサの等価直列抵抗(ESR)は非常に小さいため、最良のリップル性能が得られます。出発点にふさわしい値については、「標準的応用例」のセクションを参照してください。

X5RまたはX7Rのタイプを使用してください。この選択により、出力リップルが小さくなり、トランジェント応答が良くなります。大きな値の出力コンデンサを使用し、 $V_{OUT}$ とFBピンの間にフィードフォワード・コンデンサを追加することにより、トランジェント性能を改善することができます。また、出力容量を大きくすると出力電圧リップルが減少します。値の小さい出力コンデンサを使用すればスペースとコストを節約できますが、トランジェント性能が低下し、ループが不安定になる可能性があります。コンデンサの推奨値については、このデータシートの「標準的応用例」を参照してください。

コンデンサを選択するときには、データシートに特に注意して、電圧バイアスと温度の該当する動作条件での実効容量を計算してください。物理的に大きなコンデンサまたは電圧定格が高いコンデンサが必要なことがあります。

### セラミック・コンデンサ

セラミック・コンデンサは小さく堅牢で、ESRが非常に小さいコンデンサです。ただし、セラミック・コンデンサには圧電特性があるため、LT8614に使用すると問題を生じることがあります。Burst Mode動作のとき、LT8614のスイッチング周波数は負荷電流に依存し、非常に軽い負荷ではLT8614はセラミック・コンデンサを可聴周波数で励起し、可聴ノイズを発生することがあります。LT8614はBurst

Mode動作では低い電流制限値で動作するので、通常は非常に静かでノイズが気になることはありません。それでも許容できない場合、高性能のタンタル・コンデンサまたは電解コンデンサを出力に使用します。低ノイズ・セラミック・コンデンサも使用できます。

セラミック・コンデンサに関する最後の注意点はLT8614の最大入力電圧定格に関係します。前述のように、セラミック入力コンデンサはトレースやケーブルのインダクタンスと結合して、高品質の(減衰の小さな)タンク回路を形成します。LT8614の回路を通電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値の2倍のリングングが生じてLT8614の電圧定格を超える恐れがあります。この状況は簡単に回避できます(リニアテクノロジーの「アプリケーションノート88」を参照)。

### イネーブル・ピン

LT8614は、ENピンが“L”のときシャットダウン状態になり、ENピンが“H”のときアクティブになります。ENコンパレータの上昇時しきい値は1.0Vで、40mVのヒステリシスがあります。ENピンは、シャットダウン機能を使用しない場合には $V_{IN}$ に接続できます。シャットダウン制御が必要な場合は、ロジック・レベルに接続できます。

抵抗分割器を $V_{IN}$ とENピンの間に追加すると、LT8614は、 $V_{IN}$ が目的の電圧より高くなった場合にのみ出力を安定化するように設定されます(「ブロック図」を参照)。通常、このしきい値( $V_{IN(EN)}$ )は、入力電源が電流制限されているか、または入力電源のソース抵抗が比較的高い状況で使用されます。スイッチング・レギュレータは電源から一定の電力を引き出すため、電源電圧が低下するにつれて電源電流が増加します。この現象は電源からは負の抵抗負荷のように見えるため、電源電圧が低い状態では、電源が電流を制限するか、または低電圧にラッチする原因になることがあります。 $V_{IN(EN)}$ しきい値は、これらの問題が発生する恐れのある電源電圧でレギュレータが動作するのを防ぎます。このしきい値は、次式を満足するように $R3$ と $R4$ の値を設定することにより調整することができます。

$$V_{IN(EN)} = \left( \frac{R3}{R4} + 1 \right) \cdot 1.0V \quad (10)$$

この場合は、 $V_{IN}$ が $V_{IN(EN)}$ を超えるまでLT8614はオフのままです。コンパレータのヒステリシスのため、入力が $V_{IN(EN)}$ よりわずかに低くなるまでスイッチングは停止しません。

## アプリケーション情報

軽負荷電流に対して Burst Mode で動作しているとき、 $V_{IN(EN)}$  の抵抗ネットワークを流れる電流は LT8614 が消費する電源電流より簡単に大きくなる場合があります。したがって、 $V_{IN(EN)}$  の抵抗を大きくして軽負荷での効率に対する影響を最小限に抑えてください。

### INTV<sub>CC</sub> レギュレータ

内部の低ドロップアウト (LDO) レギュレータは、 $V_{IN}$  を基にして、ドライバと内部バイアス回路に電力を供給する 3.4V 電源を生成します。INTV<sub>CC</sub> は、LT8614 の回路に十分な電流を供給可能であり、1 $\mu$ F 以上のセラミック・コンデンサを使用してグラウンドにバイパスする必要があります。パワー MOSFET のゲート・ドライバが必要とする大量のトランジエント電流を供給するには、十分なバイパスが必要です。効率を改善するため、BIAS ピンが 3.1V 以上の場合、内部 LDO は BIAS ピンから電流を引き出すこともできます。通常、BIAS ピンは LT8614 の出力に接続できますが、3.3V 以上の外部電源に接続してもかまいません。BIAS ピンを  $V_{OUT}$  以外の電源に接続する場合は、デバイスの近くにセラミック・コンデンサを接続してバイパスするようにしてください。BIAS ピンの電圧が 3.0V より低い場合は、 $V_{IN}$  から流れる電流が内蔵の LDO によって消費されます。入力電圧が高く、スイッチング周波数が高いアプリケーションで、 $V_{IN}$  からの電流が内蔵の LDO に流れ込むアプリケーションでは、LDO での電力損失が大きいためダイ温度が上昇します。INTV<sub>CC</sub> ピンには外部負荷を接続しないでください。

### 出力電圧トラッキングとソフトスタート

ユーザーは LT8614 の TR/SS ピンによってその出力電圧の上昇率を設定することができます。内蔵の 2.2 $\mu$ A 電流源により、TR/SS ピンの電圧は INTV<sub>CC</sub> になります。外付けコンデンサを TR/SS ピンに接続すると、出力をソフトスタートさせて入力電源の電流サージを防ぐことができます。ソフトスタート・ランプの間、出力電圧は TR/SS ピンの電圧に比例して追従します。出力トラッキング・アプリケーションでは、別の電圧源によって TR/SS ピンを外部から駆動することができます。0V ~ 0.97V の範囲では、エラー・アンプに入力される 0.97V の内部リファレンスより TR/SS ピンの電圧の方が優先されるので、FB ピンの電圧は TR/SS ピンの電圧に安定化されます。TR/SS ピンの電圧が 0.97V より高くなるとトラッキングはディスエーブルされ、帰還電圧は内部リファレンス電圧に安定化されるようになります。この機能が不要な場合は、TR/SS ピンをフロート状態のままにしておいてもかまいません。

TR/SS ピンにはアクティブなプルダウン回路が接続されています。この回路は、フォルト状態が発生すると外付けのソフトスタート・コンデンサを放電し、フォルト状態が解消すると電圧の上昇を再開します。ソフトスタート・コンデンサが放電されるフォルト状態になるのは、EN/UV ピンが“L”へ遷移した場合、 $V_{IN}$  の電圧が低下しすぎた場合、またはサーマル・シャットダウンが発生した場合です。

### 出力パワーグッド

LT8614 の出力電圧がレギュレーション点の  $\pm 9\%$  の範囲内 (つまり、 $V_{FB}$  の電圧が 0.883V ~ 1.057V (標準) の範囲内) にある場合、出力電圧は良好な状態であるとみなされ、オープンドレインの PG ピンは高インピーダンスになり、通常は外付け抵抗によって“H”になります。そうでない場合は、内部のプルダウン・デバイスにより、PG ピンは“L”になります。グリッチの発生を防ぐため、上側と下側のしきい値には、どちらも 1.2% のヒステリシスが含まれています。

PG ピンは、以下のフォルト状態の間も自動的に“L”になります。それは、EN/UV ピンの電圧が 1V より低い、INTV<sub>CC</sub> が低下しすぎている、 $V_{IN}$  が低すぎる、サーマル・シャットダウンが発生しているというフォルト状態です。

### 同期

低リップルの Burst Mode 動作を選択するには、SYNC ピンを 0.4V より低い電圧に接続します (これはグラウンドまたはロジック“L”の出力のいずれでもかまいません)。LT8614 の発振器を外部周波数に同期させるには、(デューティ・サイクルが 20% ~ 80% の) 方形波を SYNC ピンに接続します。方形波の振幅には、0.4V より低い谷と 2.4V より高い山 (最大 6V) が必要です。

LT8614 は外部クロックに同期しているときは低出力負荷で Burst Mode 動作に入らず、代わりにパルスをスキップしてレギュレーションを維持します。LT8614 は 200kHz ~ 3MHz の範囲にわたって同期させることができます。R<sub>T</sub> 抵抗は、LT8614 のスイッチング周波数を最低同期入力以下に設定するように選択します。たとえば、同期信号が 500kHz 以上になる場合は、(スイッチング周波数が) 500kHz になるように R<sub>T</sub> を選択します。スロープ補償は R<sub>T</sub> の値によって設定され、低調波発振を防ぐのに必要な最小スロープ補償はインダクタのサイズ、入力電圧、および出力電圧によって決まります。同期周波数はインダクタの電流波形のスロープを変えないので、イン

## アプリケーション情報

ダクタが $R_T$ で設定される周波数での低調波発振を防ぐのに十分な大きさであれば、スロープ補償は全同期周波数で十分です。

アプリケーションによっては、LT8614がパルス・スキップ・モードで動作することが望ましいことがあります。Burst Mode動作と大きく異なる点が2つあるからです。1つ目は、クロックが常時動作していて、すべてのスイッチング・サイクルがクロックに同期していることです。2つ目は、Burst Mode動作よりも軽い出力負荷で最大スイッチング周波数に達することです。これら2つの違いが生じる代償として、静止電流が増加します。パルス・スキップ・モードをイネーブルするには、SYNCピンをロジック出力またはINTVCCピンに接続して“H”レベルにします。

LT8614は、SYNCピンの信号には関係なく、強制連続モードでは動作しません。SYNCピンは決してフロート状態にしないでください。

### 短絡入力と逆入力に対する保護

LT8614は、出力の短絡に耐えることができます。出力短絡状態や出力電圧低下状態時の保護のため、いくつかの機能を使用されています。1つ目は、インダクタ電流制御を維持するために、出力が設定値より低い間はスイッチング周波数が折り返されることです。2つ目は、インダクタ電流が安全なレベルを超えた場合は、インダクタ電流が安全なレベルに減少する時点まで上側スイッチのスイッチングが遅れるように、下側スイッチの電流がモニタされることです。

周波数フォールドバック動作は、以下に示すようにSYNCピンの状態に依存します。SYNCピンが“L”の場合は、スイッチング周波数が低下すると同時に、出力電圧が設定レベルより低くなります。SYNCピンをクロック信号源または“H”に接続すると、LT8614は設定周波数に留まってフォールドバックは発生せず、インダクタ電流が安全なレベルを超えた場合にのみスイッチング速度を低下させます。

LT8614に入力が加わっていないときに出力が高く保たれるシステムでは、考慮すべき状況がもう1つあります。その状況が発生する可能性があるのは、バッテリーや他の電源がLT8614の出力とダイオードOR接続されている、バッテリー充電アプリケーションやバッテリー・バックアップ・システムです。 $V_{IN}$ ピンを

フロート状態にすることができる場合で、ENピンが(ロジック信号によって、あるいは $V_{IN}$ に接続されているために)“H”に保持されていると、LT8614のSWピンを介してLT8614の内部回路に暗電流が流れます。このことは、システムがこの状態で数 $\mu\text{A}$ に耐えられる場合は許容できます。ENピンを接地している場合、SWピンの電流は $1\mu\text{A}$ 近くまで減少します。ただし、出力を高く保持した状態で $V_{IN}$ ピンを接地すると、ENピンの状態に関係なく、出力からSWピンおよび $V_{IN}$ ピンを通して、LT8614内部の寄生ボディ・ダイオードに電流が流れる可能性があります。入力電圧が印加されている場合にのみLT8614が動作し、短絡入力や逆入力に対しては保護する $V_{IN}$ ピンとEN/UVピンの接続を図4に示します。

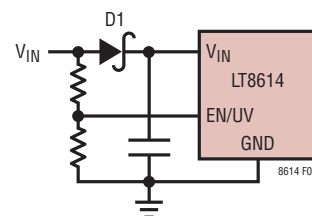


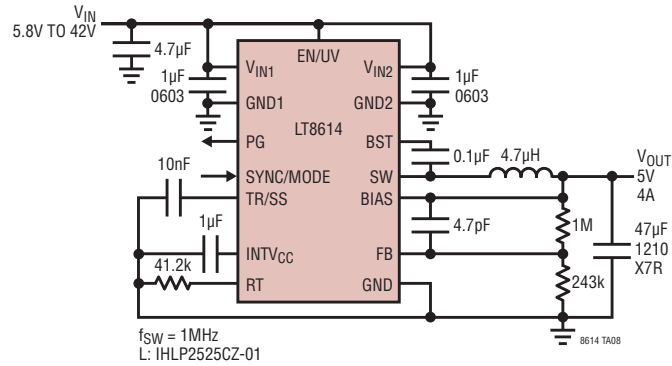
図4. 逆入力保護

### 高温に関する検討事項

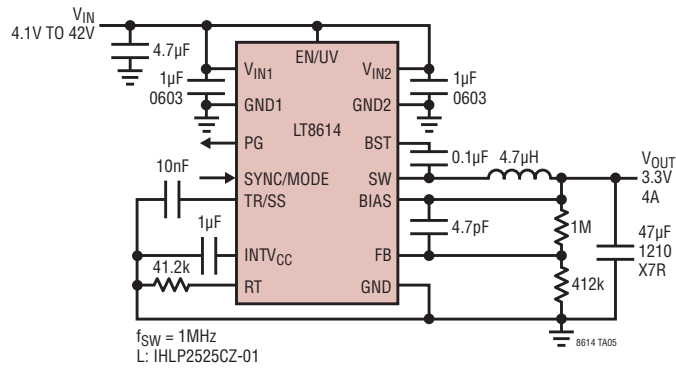
周囲温度が高めの場合は、プリント回路基板のレイアウトに注意して、LT8614が十分放熱できるようにします。パッケージ底面のグランド・ピンはグランド・プレーンに半田付けする必要があります。このグランドは、サーマル・ビアを使用して、下にある広い銅層に接続してください。これらの層は、LT8614が発生する熱を放散します。ビアを追加すると、熱抵抗をさらに減らすことができます。周囲温度が最大接合部温度の定格に近づくにつれ、最大負荷電流をデレーティングします。LT8614内部の電力損失は、効率の測定結果から全電力損失を計算し、それからインダクタの損失を減じることによって推定することができます。ダイ温度は、LT8614の電力損失に、接合部から周囲までの熱抵抗を掛けて計算します。LT8614は、安全な接合部温度を超えると、スイッチングを停止してフォルト状態を示します。

## 標準的応用例

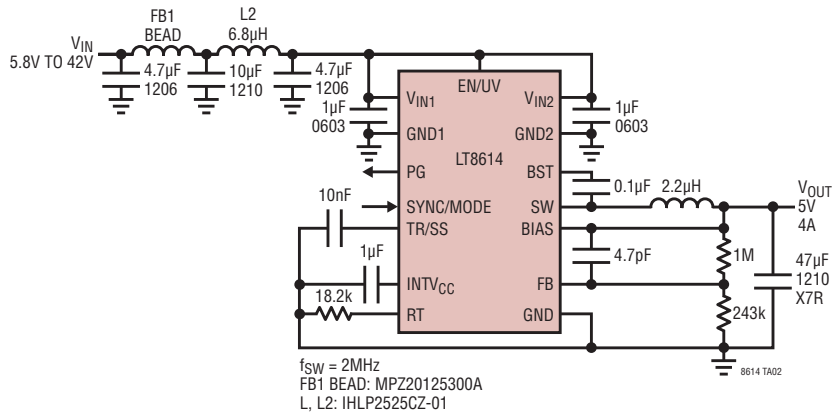
### 5V/4A 降圧コンバータ



### 3.3V/4A 降圧コンバータ

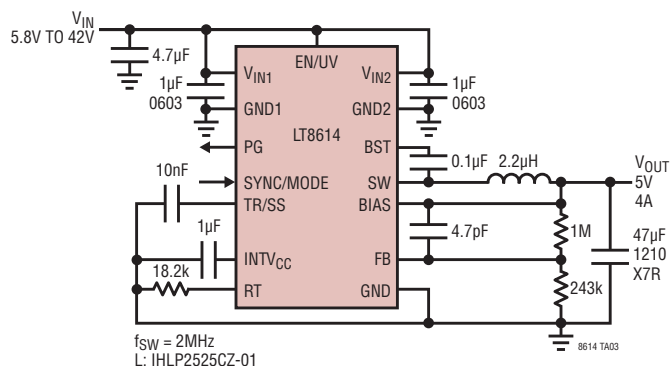


### 超低EMIの5V/4A 降圧コンバータ

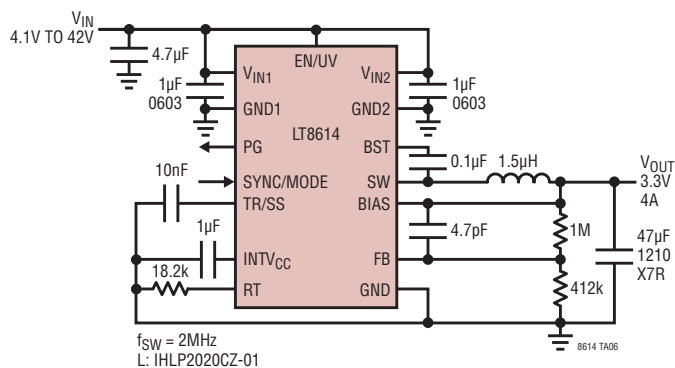


標準的応用例

2MHz、5V、4Aの降圧コンバータ



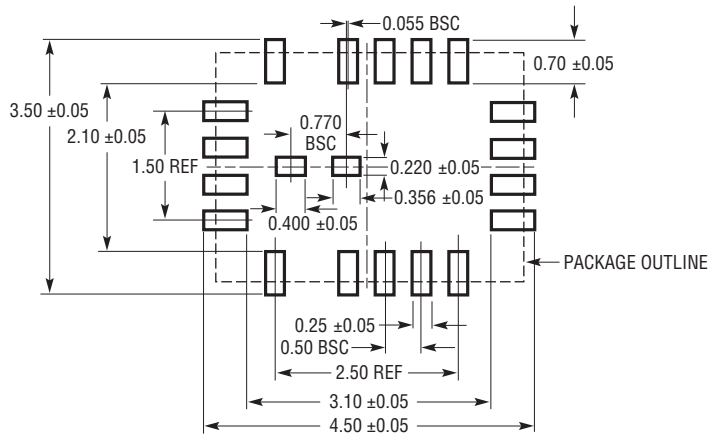
2MHz、3.3V、4Aの降圧コンバータ



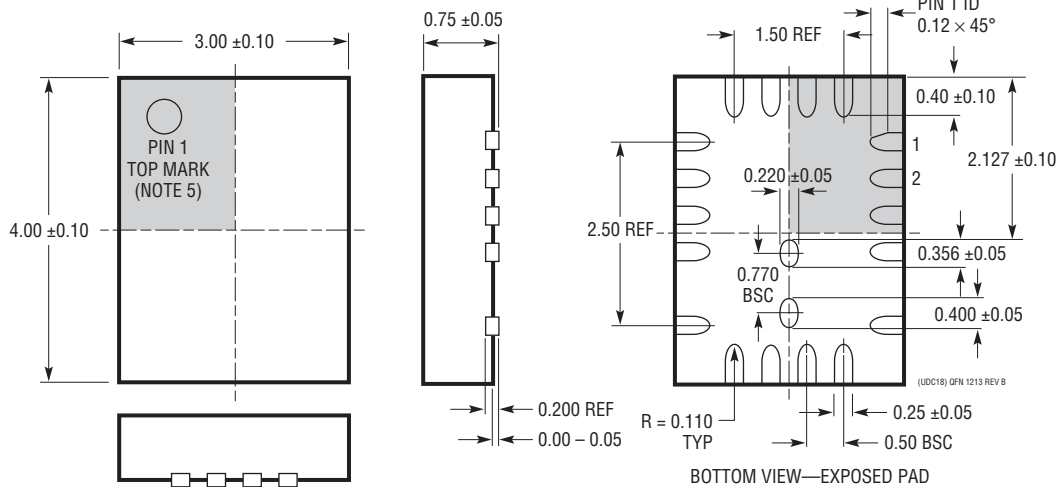
## パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。

### UDC Package 18-Lead Plastic QFN (3mm × 4mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1956 Rev B) Exposed Pad Variation AA



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS  
APPLY SOLDER MASK TO AREAS THAT ARE NOT SOLDERED



注記：

1. 図は JEDEC のパッケージ外形ではない
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. 灰色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

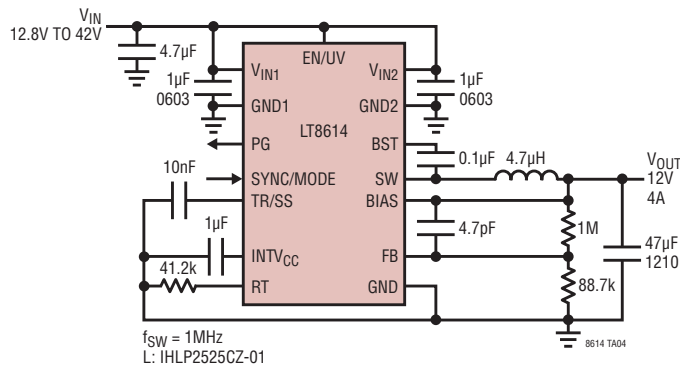
## 改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	03/14	パッケージの説明を明確化	2
		「アプリケーション情報」を明確化	13
		応用例の構成要素を明確化	20、21、24
		パッケージ図の Rev バージョンを明確化	22
		「関連製品」リストを明確化	24

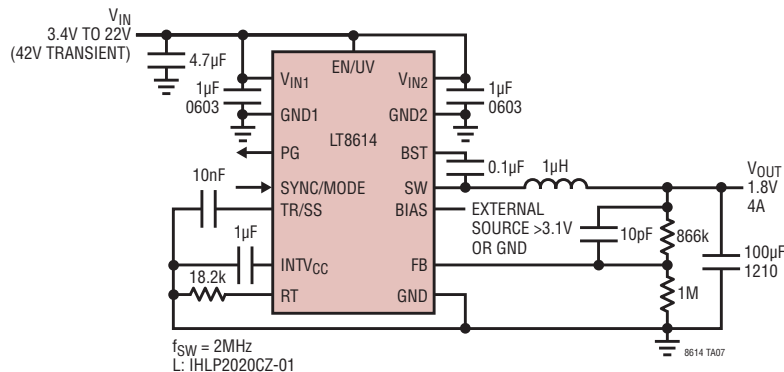
# LT8614

## 標準的応用例

12V/4A 降圧コンバータ



2MHz、1.8V、4Aの降圧コンバータ



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT8610	効率が96%の42V、2.5A、2.2MHz同期整流式マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ (I <sub>Q</sub> = 2.5µA)	V <sub>IN</sub> : 3.4V ~ 42V, V <sub>OUT(MIN)</sub> = 0.97V, I <sub>Q</sub> = 2.5µA, I <sub>SD</sub> < 1µA, MSOP-16Eパッケージ
LT8610A/ LT8610AB	効率が96%の42V、3.5A、2.2MHz同期整流式マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ (I <sub>Q</sub> = 2.5µA)	V <sub>IN</sub> : 3.4V ~ 42V, V <sub>OUT(MIN)</sub> = 0.97V, I <sub>Q</sub> = 2.5µA, I <sub>SD</sub> < 1µA, MSOP-16Eパッケージ
LT8611	効率が96%の42V、2.5A、2.2MHz同期整流式マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ、I <sub>Q</sub> = 2.5µAおよび入力/出力電流制限/モニタ機能付き	V <sub>IN</sub> : 3.4V ~ 42V, V <sub>OUT(MIN)</sub> = 0.97V, I <sub>Q</sub> = 2.5µA, I <sub>SD</sub> < 1µA, 3mm×5mm QFN-24パッケージ
LT8612	効率が96%の42V、6A、2.2MHz同期整流式マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ (I <sub>Q</sub> = 3µA)	V <sub>IN</sub> : 3.4V ~ 42V, V <sub>OUT(MIN)</sub> = 0.97V, I <sub>Q</sub> = 2.5µA, I <sub>SD</sub> < 1µA, 3mm×6mm QFNパッケージ
LT3971	I <sub>Q</sub> = 2.8µAの38V、1.2A、2.2MHz高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ	V <sub>IN</sub> : 4.2V ~ 38V, V <sub>OUT(MIN)</sub> = 1.21V, I <sub>Q</sub> = 2.8µA, I <sub>SD</sub> < 1µA, 3mm×3mm DFN-10およびMSOP-10Eパッケージ
LT3991	55V、1.2A、2.2MHz高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ (I <sub>Q</sub> = 2.8µA)	V <sub>IN</sub> : 4.2V ~ 55V, V <sub>OUT(MIN)</sub> = 1.21V, I <sub>Q</sub> = 2.8µA, I <sub>SD</sub> < 1µA, 3mm×3mm DFN-10およびMSOP-10Eパッケージ
LT3970	40V、350mA、2.2MHz高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ (I <sub>Q</sub> = 2.5µA)	V <sub>IN</sub> : 4.2V ~ 40V, V <sub>OUT(MIN)</sub> = 1.21V, I <sub>Q</sub> = 2.5µA, I <sub>SD</sub> < 1µA, 3mm×2mm DFN-10およびMSOP-10パッケージ
LT3990	62V、350mA、2.2MHz高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ (I <sub>Q</sub> = 2.5µA)	V <sub>IN</sub> : 4.2V ~ 62V, V <sub>OUT(MIN)</sub> = 1.21V, I <sub>Q</sub> = 2.5µA, I <sub>SD</sub> < 1µA, 3mm×3mm DFN-10およびMSOP-6Eパッケージ

8614fa