

デューティ・サイクル100%で 動作するトリプル降圧 スイッチング・レギュレータ

特長

- 広い入力電圧範囲: 3.2V ~ 36V
(トランジェントは最大 40V)
- 3つの出力: 2A、1A、1A
- デューティ・サイクル100%で動作
- 抵抗で設定する固定周波数
- 短絡に対する耐性が高い
- 広い同期周波数範囲: 350kHz ~ 2.2MHz
- 逆位相スイッチングによりリップルを低減
- 帰還電圧: 800mV
- 出力ごとに独立したRUN/SS(ソフトスタート)ピン
- UVLOによるシャットダウン
- 内部補償
- サーマル・シャットダウン
- 熱特性が改善された小型 28ピン (4mm×5mm) QFN パッケージ
- 露出パッド型の 24ピン TSSOP

アプリケーション

- 自動車用バッテリーのレギュレーション
- 産業用制御電源
- ACアダプタ・トランスのレギュレーション
- 分散電源のレギュレーション

概要

LT[®]3514は、3つの降圧レギュレータ(出力電流: 2A、1A、1A)で構成されています。このデバイスの動作入力電圧範囲は広く、3.2V ~ 36Vです。内蔵の昇圧レギュレータにより、各チャンネルは最大100%のデューティ・サイクルで動作できます。LT3514は外付け部品点数を最小限に抑えるよう設計されているので、アプリケーション回路が簡単で小型になります。

LT3514はフォルト状態での動作が堅牢です。サイクルごとのピーク電流制限およびキャッチ・ダイオードによる電流制限検出により、このデバイスは過負荷状態時に保護されます。サーマル・シャットダウンにより、高温時にパワー・スイッチが保護されます。ソフトスタートは起動時のピーク・インダクタ電流を制御するのに役立ちます。

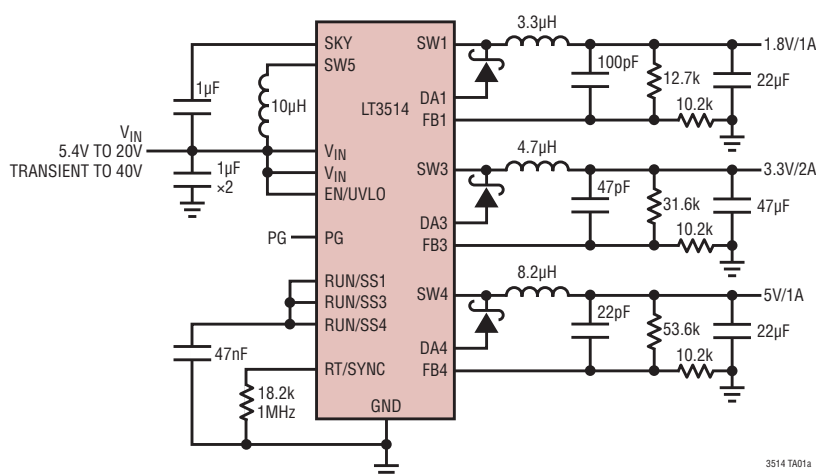
LT3514のその他の特長は、出力電圧のトラッキングおよびシーケンシング、設定可能な周波数、設定可能な低電圧ロックアウトです。また、すべての出力がレギュレーション状態であることを通知するパワーグッド・ピンを備えています。

LT3514はLT3504よりチャンネル数が1つ(チャンネル2)少なく、そのうちの1チャンネル(チャンネル3)の出力電流は1Aではなく2Aです。QFNパッケージのLT3514はLT3504とピン互換です。LT3504は4つの1A出力を備えています。

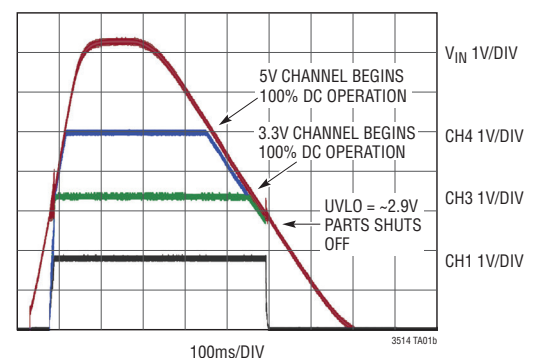
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linearのロゴおよび Burst Mode はリアテクノロジ社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

トリプル降圧レギュレータ



LT3514の起動時波形とシャットダウン時波形。VIN(上側の曲線)は0Vから8Vまで上昇し、その後0Vに戻る。他の3つの曲線は、3チャンネルすべての出力電圧



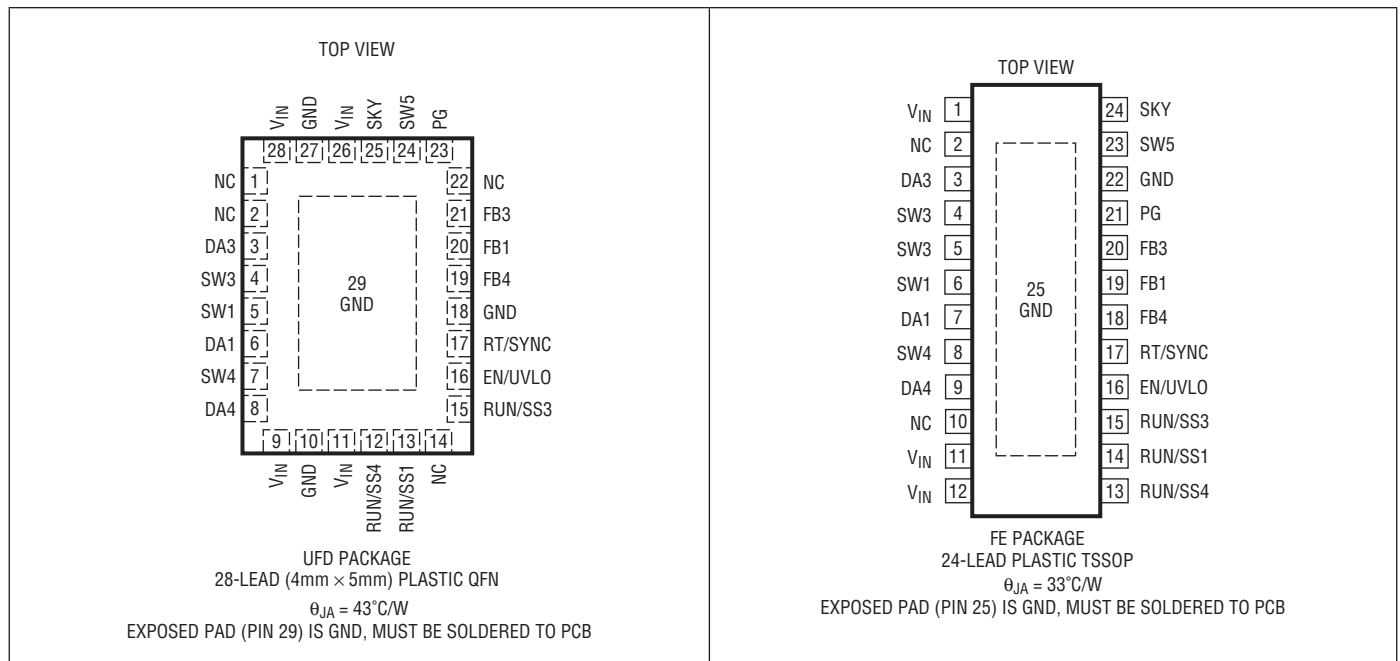
LT3514

絶対最大定格

(Note 1)

EN/UVLO.....	40V	PG.....	25V
EN/UVLO ピンと V_{IN} の電圧差.....	5V	動作接合部温度範囲 (Note 2、7)	
V_{IN}	40V	LT3514EUFD.....	-40°C ~ 125°C
SKY.....	46V	LT3514IUFD.....	-40°C ~ 125°C
SW5.....	47V	LT3514EFE.....	-40°C ~ 125°C
RUN/SS.....	6V	LT3514IFE.....	-40°C ~ 125°C
FB.....	6V	LT3514HFE.....	-40°C ~ 150°C
RT/SYNC.....	6V	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
LT3514EUFD#PBF	LT3514EUFD#TRPBF	3514	28-Lead (4mm × 5mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3514IUFD#PBF	LT3514IUFD#TRPBF	3514	28-Lead (4mm × 5mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3514EFE#PBF	LT3514EFE#TRPBF	LT3514FE	24-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
LT3514IFE#PBF	LT3514IFE#TRPBF	LT3514FE	24-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
LT3514HFE#PBF	LT3514HFE#TRPBF	LT3514FE	24-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 150°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。

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。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 。

SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
EN/UVLO Threshold Voltage	Rising	●	1.2	1.44	1.6	V
EN/UVLO Threshold Voltage Hysteresis				110		mV
EN/UVLO Threshold Current Hysteresis	$V_{EN/UVLO} = \text{Measured Rising Threshold} - 50\text{mV}$ (Note 3)			1.3		μA
Internal V_{IN} Undervoltage Lockout			2.4	2.9	3.2	V
Quiescent Current (V_{IN}) in Shutdown	$V_{EN/UVLO} = 0\text{V}$			0.01	2	μA
Quiescent Current (V_{IN})	$V_{EN/UVLO} = 1\text{V}$			4	10	μA
Quiescent Current (V_{IN})	$V_{EN/UVLO} = 1.5\text{V}$, $V_{RUN/SS(1,3,4)} = \text{Open}$, $V_{FB(1,3,4)} = 0.9\text{V}$, $V_{SKY} = 17\text{V}$ (Note 4)			2.7		mA
Quiescent Current (SKY)	$V_{EN/UVLO} = 1.5\text{V}$, $V_{RUN/SS(1,3,4)} = \text{Open}$, $V_{FB(1,3,4)} = 0.9\text{V}$, $V_{SKY} = 17\text{V}$ (Note 4)			4.4		mA
RUN/SS Pin Source Current	$V_{RUN/SS} = 0\text{V}$			1.3		μA
RUN/SS Pin Threshold for Switching	$V_{FB} = 0\text{V}$		50	100		mV
Feedback Voltage		●	790 784	800 800	810 816	mV mV
FB Pin Current	$V_{FB} = \text{Measured } V_{FB}$ (Note 5)	●		15	150	nA
Reference Line Regulation	$V_{IN} = 5\text{V to } 40\text{V}$			-0.015		%/V
SKY Pin Current	$I_{SW1} = 1\text{A}$ or $I_{SW4} = 1\text{A}$			27	40	mA
SKY Pin Current	$I_{SW3} = 2\text{A}$			54	80	mA
SKY Voltage above V_{IN} Voltage	$V_{SKY} - V_{IN}$			4.85		V
Switching Frequency	$R_T = 6.34\text{k}$ $R_T = 18.2\text{k}$ $R_T = 100\text{k}$	● ● ●	1.8 0.85 220	2.1 1 270	2.4 1.15 320	MHz MHz kHz
Switching Phase	$R_T = 18.2\text{k}$		150	180	210	Deg
SYNC Threshold Voltage				1.25		V
SYNC Input Frequency			0.35		2.2	MHz
Switch Current Limit (SW1,4)	(Note 6)		1.45	1.75	2.1	A
Switch V_{CESAT} (SW1,4)	$I_{SW1}, I_{SW4} = 1\text{A}$			400		mV
Switch Leakage Current (SW1,4)				0.1	2	μA
Catch Diode Current Limit (SW1,4)	$FB = 0\text{V}$ $FB = 0.7\text{V}$		0.75 1.0	1.15 1.45	1.33 1.67	A A
Switch Current Limit (SW3)	(Note 6)		3	3.5	4.2	A
Switch V_{CESAT} (SW3)	$I_{SW3} = 2\text{A}$			400		mV
Switch Leakage Current (SW3)				0.1	4	μA
Catch Diode Current Limit (SW3)	$FB = 0\text{V}$ $FB = 0.7\text{V}$		1.5 2.0	2 2.5	2.4 3.0	A A
Switch Current Limit (SW5)	(Note 6)		220	320		mA
Switch V_{CESAT} (SW5)	$I_{SW} = 200\text{mA}$			230		mV
Switch Leakage Current (SW5)				0.1	2	μA
Boost Diode Current Limit (SW5)	$V_{IN} = 5\text{V}$		350	450		mA
PG Threshold Offset	V_{FB} Rising		65	90	125	mV
PG Hysteresis	V_{FB} Rising – V_{FB} Falling			35		mV

LT3514

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。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 。

SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PG Voltage Output Low	$I_{PG} = 250\mu\text{A}$		180	300	mV
PG Pin Leakage	$V_{PG} = 2\text{V}$		0.01	1	μA

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: LT3514Eは、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の接合部温度範囲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。LT3514Iは、 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全動作接合部温度範囲で保証されている。

Note 3: 電流はピンに流れ込む。

Note 4: V_{IN} ピンの静止電流とSKYピンの静止電流は「電気的特性」の表で規定されている。ただし、SKYピンの電圧は V_{IN} より高く、昇圧レギュレータには電力損失があるので、これら2つ

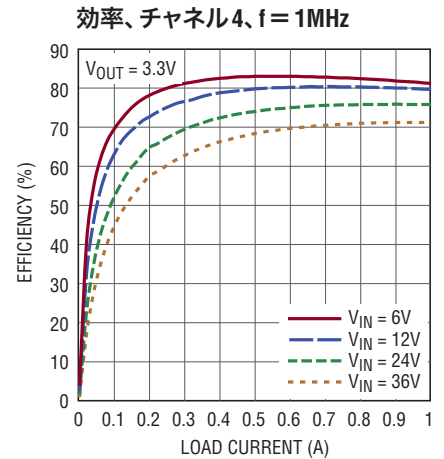
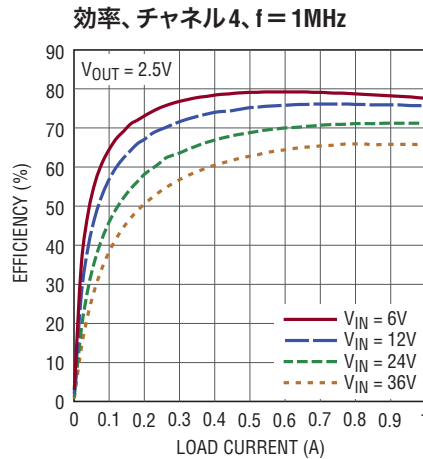
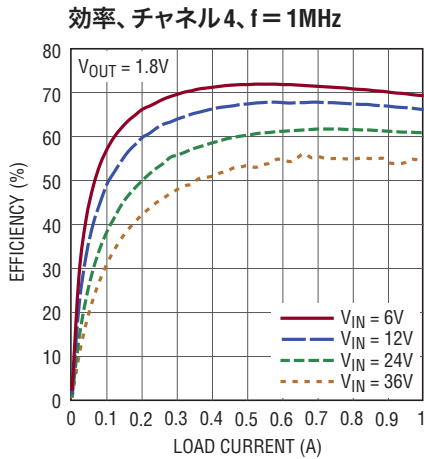
の電流の和よりアプリケーション回路の静止電流の方が多くなる。「標準的性能特性」のセクションで標準的応用例の入力静止電流と入力電圧のグラフを参照。

Note 5: 電流はピンから流れ出す。

Note 6: 電流制限は設計および静的テストとの相関によって保証されている。高いデューティ・サイクルではスロープ補償により電流制限値が低下する。

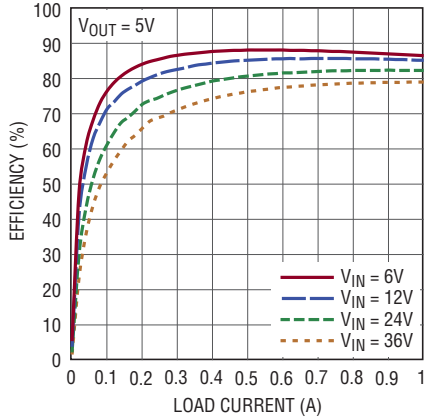
Note 7: このデバイスは短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能を備えている。過熱保護機能がアクティブなとき接合部温度は 125°C を超える。規定された最大動作接合部温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。



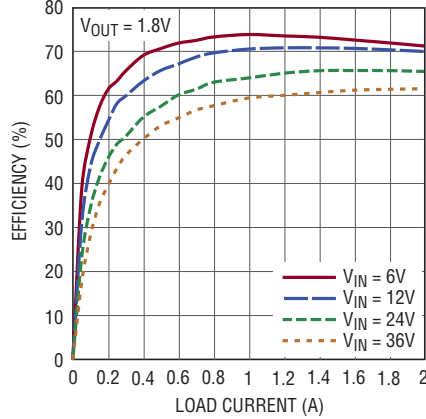
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

効率、チャンネル4、 $f = 1\text{MHz}$



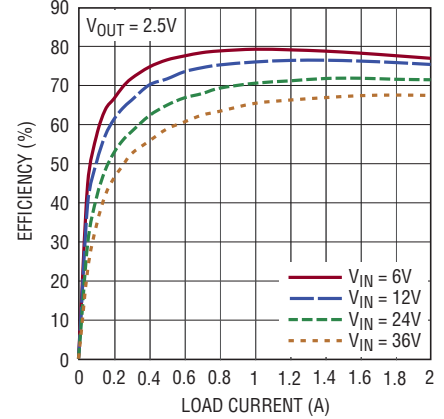
3514 G04

効率、チャンネル3、 $f = 1\text{MHz}$



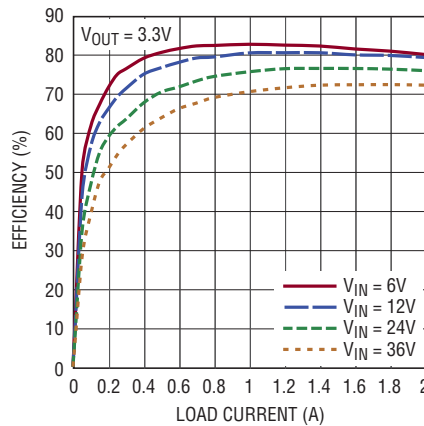
3514 G05

効率、チャンネル3、 $f = 1\text{MHz}$



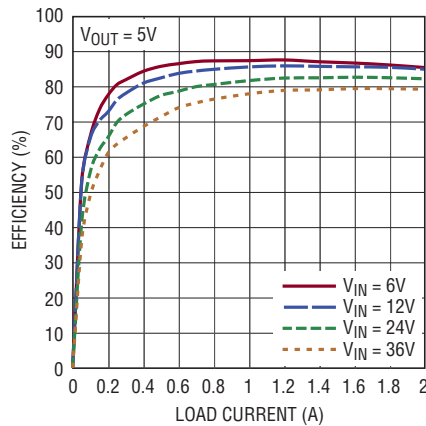
3514 G06

効率、チャンネル3、 $f = 1\text{MHz}$



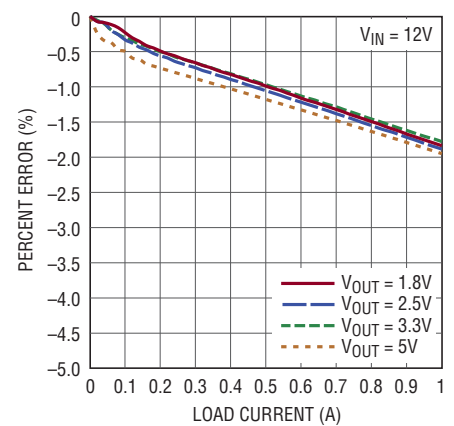
3514 G07

効率、チャンネル3、 $f = 1\text{MHz}$



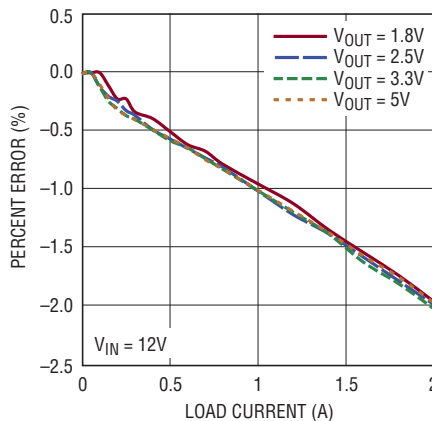
3514 G08

負荷レギュレーション、
チャンネル1および4



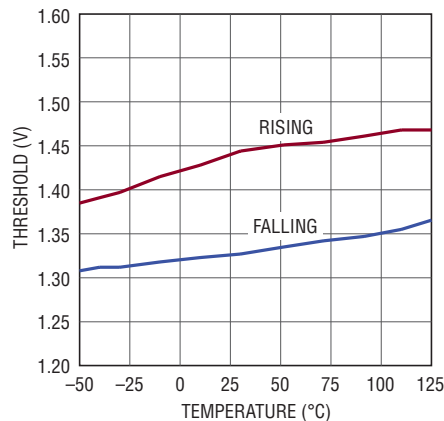
3514 G09

負荷レギュレーション、
チャンネル3



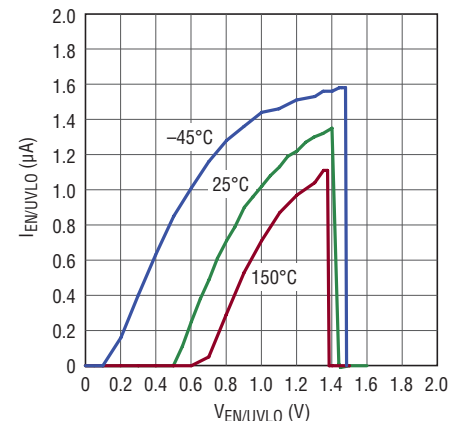
3514 G10

EN/UVLOのしきい値



3514 G11

EN/UVLOピンの電流

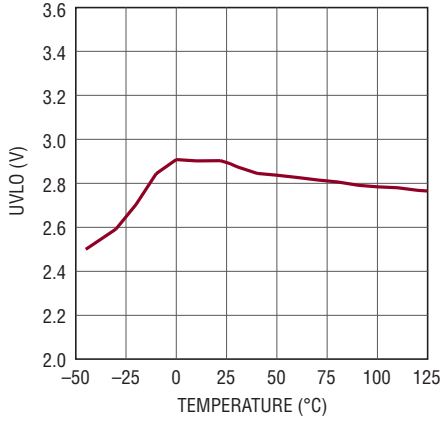


3514 G12

LT3514

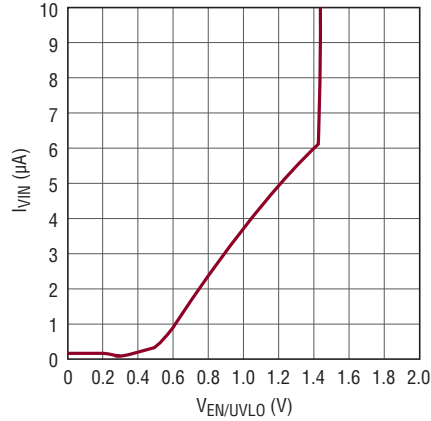
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

入力電圧の低電圧ロックアウト



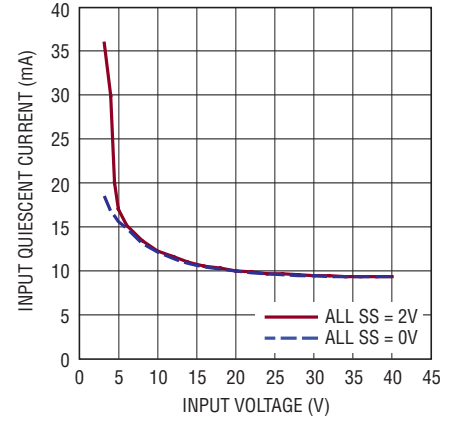
3514 G13

V_{IN} ピンの電流



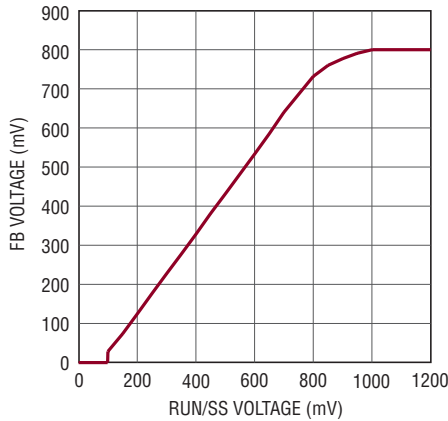
3514 G14

入力静止電流と入力電圧



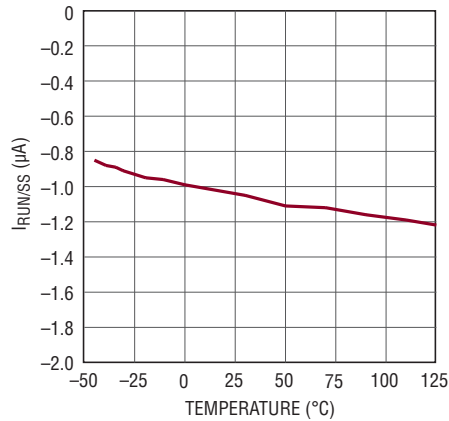
3514 G15

FBピンの電圧とRUN/SSピンの電圧



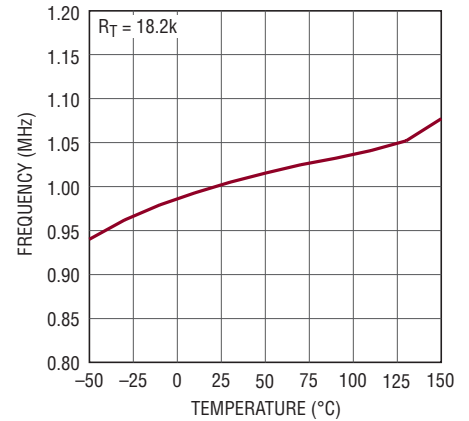
3514 G16

ソフトスタートの電流



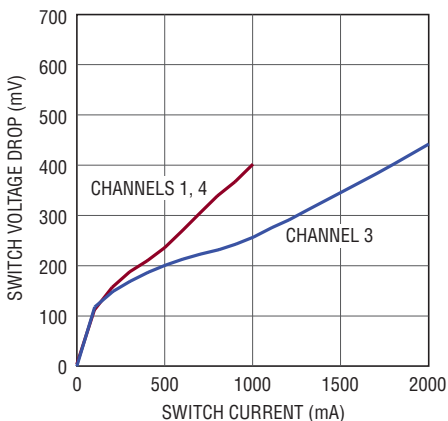
3514 G17

スイッチング周波数と温度



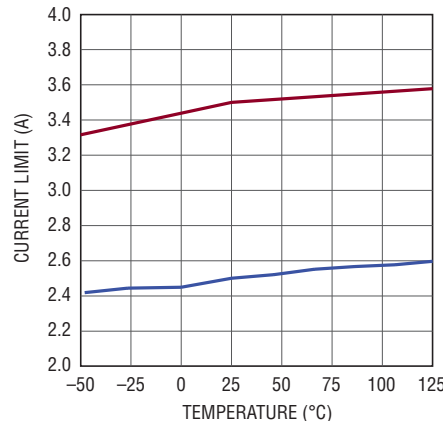
3514 G18

スイッチの電圧降下



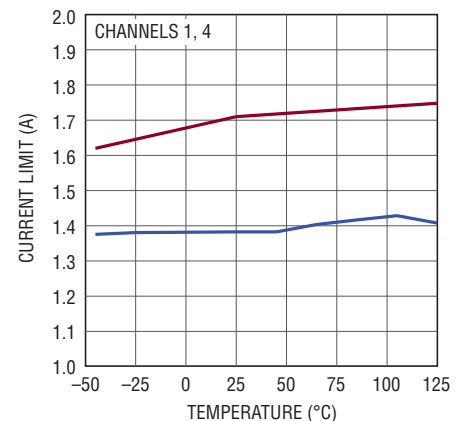
3514 G19

スイッチおよびダイオードの電流制限、チャンネル3



3514 G20

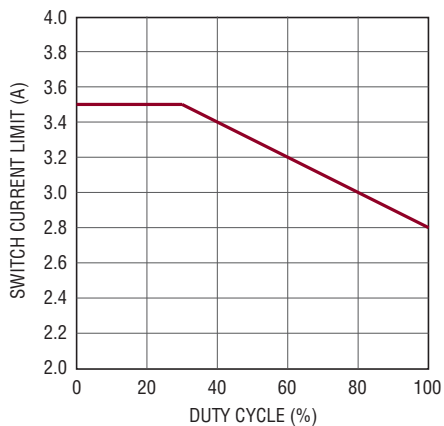
スイッチおよびダイオードの電流制限



3514 G21

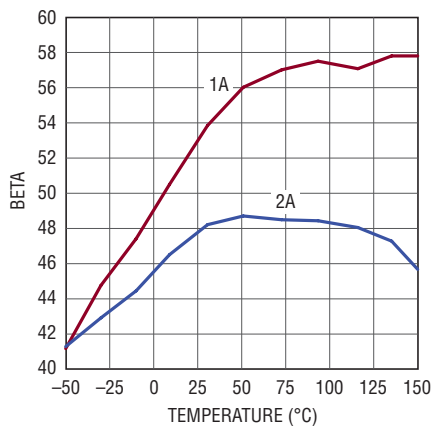
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

スイッチの電流制限、チャンネル3



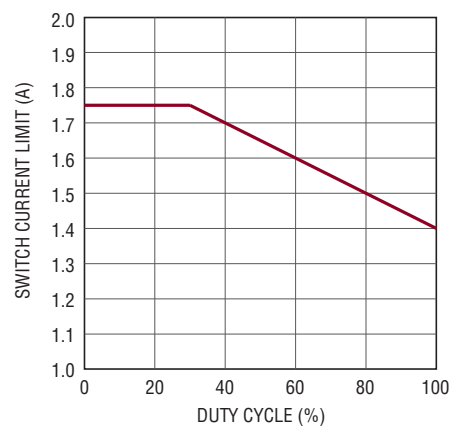
3514 G22

スイッチの電流増幅率、チャンネル3



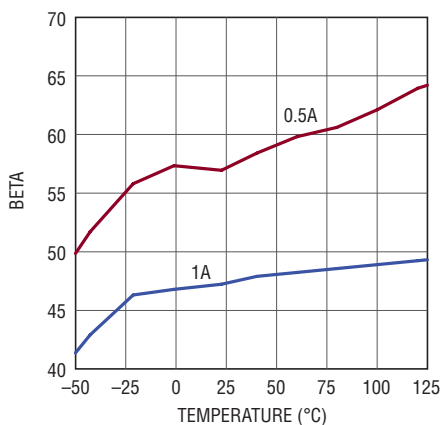
3514 G23

スイッチの電流制限、チャンネル1および4



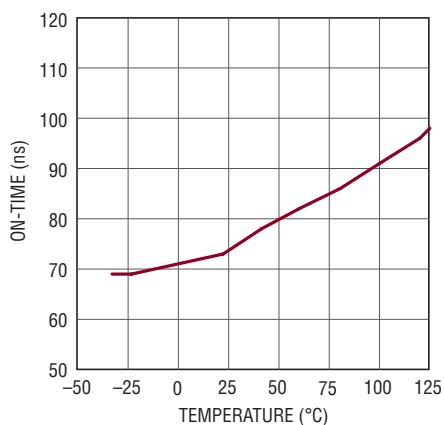
3514 G24

スイッチの電流増幅率、チャンネル1および4



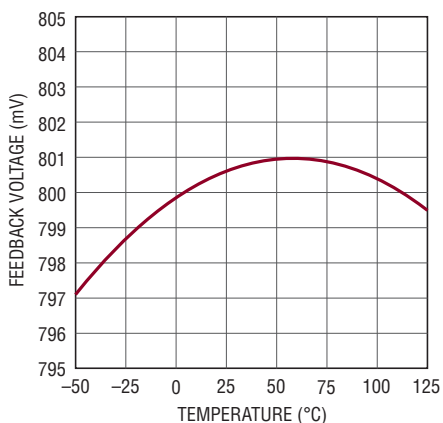
3514 G25

最小オン時間



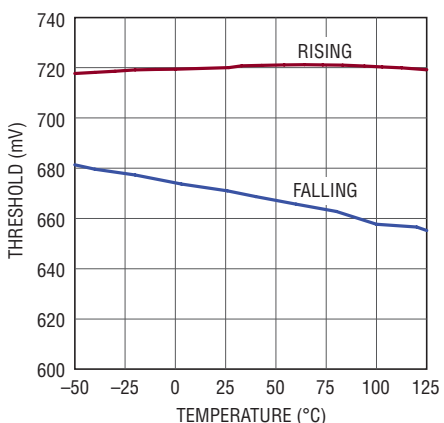
3514 G26

帰還電圧



3514 G27

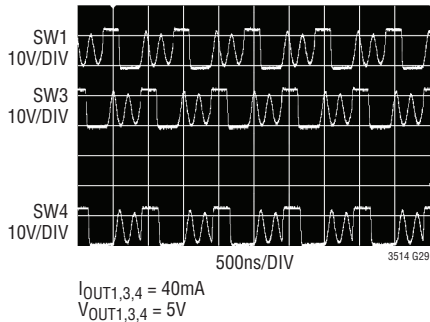
パワーグッドしきい値



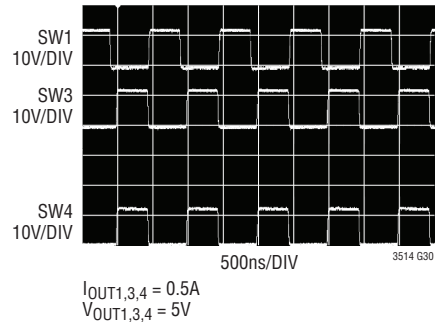
3514 G28

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

動作波形、不連続モード



動作波形、連続モード



ピン機能 (QFN/TSSOP)

NC (ピン1、2、14、22/ピン2、10) : 接続なし。これらのピンは内部回路に接続されていません。これらのピンは接地してもフロートのままでも構いません。

DA (ピン3、6、8/ピン3、7、9) : ショットキ・キャッチ・ダイオードのアノードをダイオードのアノード (DA) ピンに戻します。ダイオードの電流が DA ピンの電流制限より大きくなると、内部のコンパレータがダイオードの電流を検出してスイッチングを停止します。

SW (ピン4、5、7/ピン4、5、6、8) : SW ピンは内部パワー・スイッチの出力です。各 SW ピンはインダクタとショットキ・キャッチ・ダイオードのカソードに接続します。

V_{IN} (ピン9、11、26、28/ピン1、11、12) : V_{IN} ピンは、LT3514 の内部レギュレータと内蔵のパワー・スイッチに電流を供給します。 V_{IN} ピンはその近くでコンデンサを使用してグラウンド (ピン27および10を推奨) にバイパスしてください。同じ入力電源に接続する必要があります。

GND (ピン10、18、27、露出パッド・ピン29/ピン22、露出パッド・ピン25) : これらの GND ピンは LT3514 および回路部品の下にある近くのグラウンド・プレーンに接続します。露出パッドはプリント回路基板のグラウンドに半田付けして、電氣的に接続する必要があります。広いグラウンド・プレーンおよびサーマル・ビアを使用して熱性能を最適化してください。

RUN/SS (ピン12、13、15/ピン13、14、15) : RUN/SS ピンは、各チャネルのソフトスタートを行うために使用します。各チャネルを他の出力にトラッキングさせる目的にも使用できます。出力のトラッキングを実現するには、抵抗分割器をこのピンとトラッキング対象出力の間に接続します。ソフトスタートの場合は、このピンとグラウンドの間にコンデンサを接続します。1.3 μA の内部ソフトスタート電流がコンデンサを充電することにより、このピンに電圧ランプが発生します。各チャネルは、RUN/SS ピンの電圧を 0.1V より低くすることにより、個別にシャットダウンできます。

EN/UVLO (ピン16/ピン16) : EN/UVLO ピンは、内部レギュレータを起動してリファレンスおよび発振器に電源を供給するために使用します。このピンは、内部の昇圧レギュレータも起動します。LT3514 をシャットダウンするには、EN/UVLO ピンの電圧を 1.44V より低くします。LT3514 では、EN/UVLO ピンの電圧が 1.44V より低いと、 V_{IN} ピンから流れる電流は 10 μA より少なくなります。EN/UVLO ピンの電圧を 0.7V より低くすると、LT3514 は、 V_{IN} ピンから流れる電流が 0 μA の状態になります。このしきい値は高精度の低電圧ロックアウト (UVLO) として機能し、入力電圧が設定レベルに達するまでレギュレータが動作しないようにすることができます。EN/UVLO ピンは $V_{IN} + 5\text{V}$ より高い電圧に駆動しないでください。

ピン機能 (QFN/TSSOP)

RT/SYNC (ピン17/ピン17) : このピンとグラウンドの間に外付け抵抗を接続することにより、LT3514のスイッチング周波数を設定します。「アプリケーション情報」セクションの表1に従って、設定抵抗(R_T)の値を選択します。RT/SYNCピンは、LT3514の内部発振器を外部の信号に同期させるためにも使用します。同期(sync)信号は直接の論理互換性があり、50nsより広いパルス幅を持つ任意の信号で駆動できます。同期範囲は350kHz～2.2MHzです。

FB (ピン19、20、21/ピン18、19、20) : 各帰還(FB)ピンは800mVに安定化されています。帰還抵抗分割器はこのピンに接続します。出力電圧は次式に従って設定されます。

$$R1 = R2 \cdot \left(\frac{V_{OUT}}{0.8V} - 1 \right)$$

ここで、R1はOUTピンとFBピンの間に接続し、R2はFBピンとGNDピンの間に接続します。R2の適切な値は10.2k Ω です。

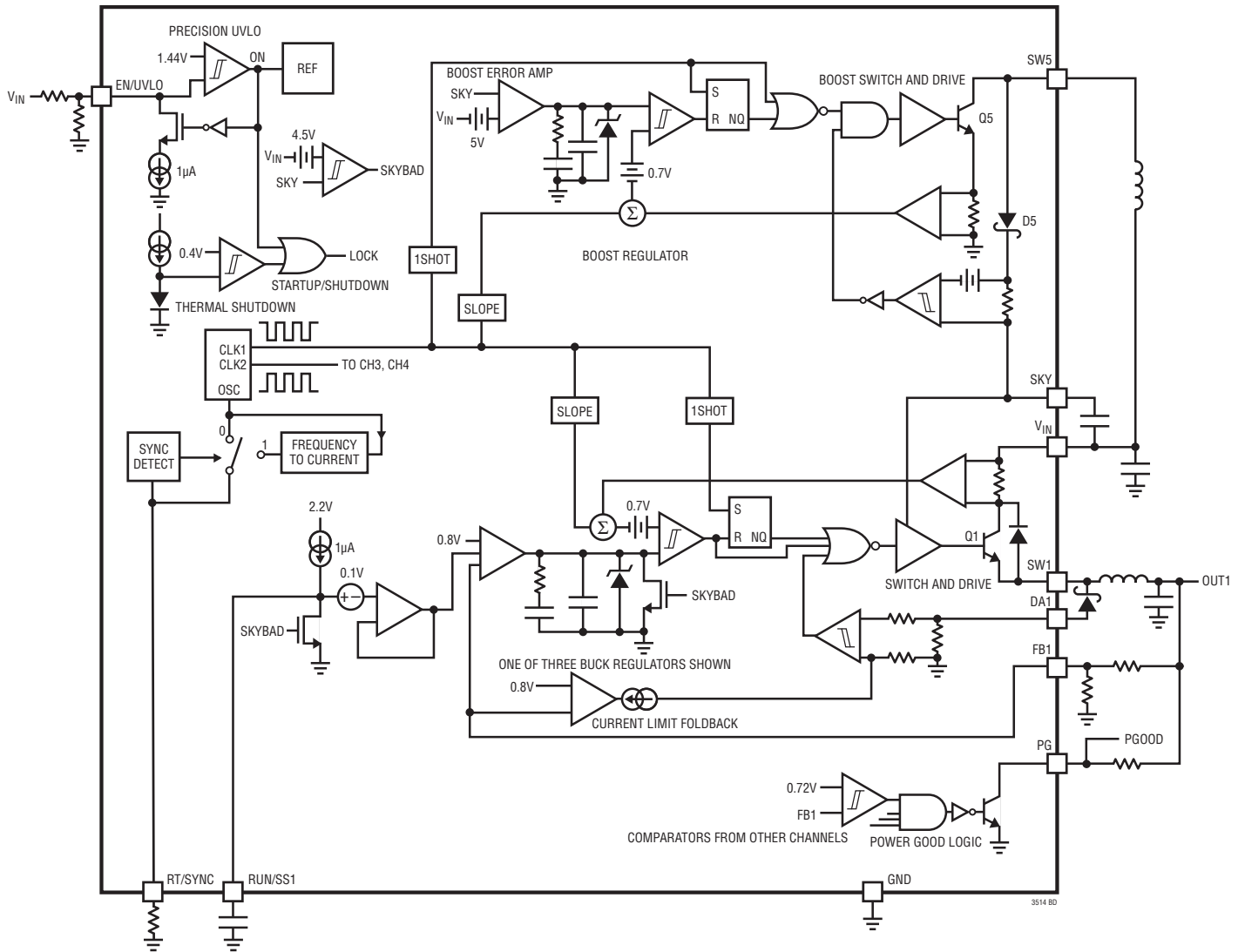
PG (ピン23/ピン21) : パワーグッド・ピンは内部コンパレータのオープン・コレクタ出力です。PGピンは、すべてのFBピンの電圧が710mVより高くなるまで“L”のままです。このピンは、使用しない場合は未接続のままかまいません。PGコンパレータはシャットダウン時にディスエーブルされます。

SW5 (ピン24/ピン23) : SW5ピンは、内部昇圧レギュレータのパワー・スイッチのオープン・コレクタです。このパワー・スイッチは、入力電圧(V_{IN})より4.85V高い駆動電圧を発生して、内部の降圧レギュレータのパワー・スイッチを駆動します。このピンと V_{IN} ピンの間にはインダクタを接続します。

SKY (ピン25/ピン24) : SKYピンは、内蔵のパワー・ショットキ・ダイオードの出力であり、内部降圧レギュレータのパワー・スイッチを駆動する電圧源です。このピンと V_{IN} ピンの間には1 μ Fのコンデンサを接続します。このピンは外部電圧源で駆動しないでください。外付け部品を使用してこのピンから電流を流さないようにしてください。

LT3514

ブロック図



動作

EN/UVLOピンの電圧が1.44Vの立ち上がりしきい値より高くなると、1つのコンパレータがリファレンスを起動します。その他のコンパレータは、入力電圧が2.9Vより低くなるか、ダイ温度が175°Cより高くなると、スイッチングを停止します。EN/UVLOピンの電圧が1.44Vより高くなり、入力電圧が3.2Vより高くなり、かつ温度が175°Cより低くなると、昇圧レギュレータはスイッチングを開始して、 V_{IN} より4.85V高い電圧までSKYピンのコンデンサを充電します。SKYピンの電圧が $V_{IN} + 4.5V$ より低くなると、RUN/SSピンおよび V_C ノードは能動的に“L”になり、降圧レギュレータのスイッチングを停止します。

昇圧レギュレータ(チャンネル5)は、内部の0.4Aパワー・スイッチ(Q5)、内部パワー・ショットキ・ダイオード(D5)、およびスイッチを駆動するために必要なロジックやその他の制御回路で構成されています。スイッチ電流は、サイクルごとの電流制限を実現するためにモニタされます。ダイオード電流は、トランジェント状態時にインダクタ電流が暴走しないようにモニタされます。エラーアンプは、SKYピンの電圧を V_{IN} より4.85V高い電圧にサーボ制御します。コンパレータは、SKYピンの電圧が $V_{IN} + 4.5V$ より高くなったことを検出し、降圧レギュレータがスイッチングを開始できるように動作します。

発振器は、50%のデューティ・サイクルで動作する2つの逆位相クロック信号を生成します。チャンネル5はチャンネル3および4と逆位相で動作します。発振器は、RT/SYNCピンとグラウンドの間に1本の抵抗を接続するか、外部クロック信号をRT/SYNCピンに入力することによって設定できます。同期検出回路は、入力の種類を区別します。抵抗をGNDに直接接続すると、発振器のバイアス電流が設定されます。同期信号は、発振器のバイアス電流を設定する電流に変換されます。

発振器は R_S フリップフロップをイネーブルし、パワー・スイッチQ1をオンします。アンプとコンパレータは、 V_{IN} ピンとSWピンの間を流れる電流をモニタし、この電流が V_C ノードの電圧によって決まるレベルに達するとスイッチをオフします。第2の

コンパレータは、キャッチ・ダイオードの電流制限を実行して、トランジェント状態時にインダクタ電流が暴走しないようにします。エラーアンプは、FBピンに接続された外付け抵抗を介して出力電圧を測定し、 V_C ノードをサーボ制御します。エラーアンプの出力が増加すると出力に供給される電流が増加します。エラーアンプの出力が減少すると供給される電流が減少します。 V_C ピンの電圧をクランプすると、スイッチの電流が制限されます。各降圧レギュレータのスイッチ・ドライバは、SKYピンから電流を流すことによって動作します。SKYピンの電圧を V_{IN} ピンの電圧より4.85V高い電圧に安定化することは、双極性のパワー・スイッチを完全に飽和させて効率的な動作をするために必要です。

ソフトスタートは、RUN/SSピンで電圧ランプを発生することによって実現します。内部の1.3 μA 電流源により、RUN/SSピンの電圧は2.1Vまで上昇します。RUN/SSピンとグラウンドの間にコンデンサを接続すると、RUN/SSピンでの電圧ランプの上昇率が設定されます。RUN/SSピンとRAMPノードの間に接続されている、0.1Vのオフセットを持つ電圧フォロワ回路により、RUN/SSピンの電圧が0.1Vより高くなるまでスイッチングは停止しています。RAMPノードの電圧が0.9Vより低いと、エラーアンプはFBピンの電圧をRAMPノードの電圧にサーボ制御します。RAMPノードの電圧が0.9Vより高くなると、エラーアンプはFBピンの電圧を0.8Vにサーボ制御します。さらに、FBピンの電圧が0.8Vより低くなって起動時のインダクタ電流が制限されると、電流アンプはキャッチ・ダイオードの電流制限値を減少させます。

各チャンネルは、それぞれのRUN/SSピンの電圧を0.1Vより低くすることにより、シャットダウン状態にすることができます。EN/UVLOピンを“L”(V_{BE}より低い電圧)にすると、デバイス全体をシャットダウン状態にして、出力を切断し、入力電流を2 μA より小さくすることができます。

アプリケーション情報

LT3514内部の3つの降圧コンバータはチャンネル1、3、4と呼ばれるのに対して、昇圧コンバータはチャンネル5と呼ばれます。チャンネル2はありません。この命名規則の目的は、4チャンネル降圧コンバータLT3504との整合性および限定的なピン互換性を維持することです。実質的には、LT3504の2つの1Aコンバータ(チャンネル2および3)を結合してLT3514の2Aコンバータ(チャンネル3)を構成しています。

FBピンの抵抗回路網

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1%精度の抵抗を選択します。

$$R1 = R2 \cdot \left(\frac{V_{OUT}}{0.8V} - 1 \right)$$

R2に適した値は10.2kΩであり、R2はバイアス電流誤差の発生を避けるため、20kΩを超えないようにします。

入力電圧範囲

LT3514のアプリケーションの入力電圧範囲は、出力電圧およびV_{IN}ピンの電圧の絶対最大定格によって決まります。

出力を安定化するための最小入力電圧は、通常は設定出力電圧の最大値より400mV以上高くする必要があります。唯一の例外は、設定出力電圧の最大値が2.8Vより低い場合です。この場合、最小入力電圧は3.2Vです。

LT3514の入力電圧の絶対最大定格は40Vなので、入力電圧が40V以下に維持されている限り、デバイスは出力電圧を安定化できます。ただし、固定周波数動作(パルス・スキップなし)の場合、最大入力電圧はLT3514の最小オン時間と設定されたスイッチング周波数によって決まります。最小オン時間は、スイッチがオンになってからオフになるまでの最短の所要時間です。したがって、パルス・スキップなしで動作するための最大入力電圧は次式のようになります。

$$V_{IN(PS)} = \left[\frac{(V_{OUT} + V_D)}{f_{SW} \cdot t_{ON(MIN)}} \right] + V_{SW} - V_D$$

ここで、

- V_{IN(PS)}は、スキップ・パルスのない固定周波数動作で動作するための最大入力電圧です。
- V_{OUT}は、設定された出力電圧です。
- V_{SW}はスイッチの電圧降下で、I_{OUT1,4} = 1AでV_{SW1,4} = 0.4Vであり、I_{OUT3} = 2AでV_{SW3} = 0.4Vです。
- V_Dは、キャッチ・ダイオードの順方向電圧降下です。適切なサイズのダイオードの場合、V_D = 0.4Vです。
- f_{sw}は、設定されたスイッチング周波数です。
- t_{ON(MIN)}は最小オン時間で、全温度範囲でのワーストケースでは110ns(T = 125°C)です。

V_{IN(PS)}を超える入力電圧では、デバイスは最大40Vまで出力電圧を安定化し続けます。ただし、デバイスはパルスをスキップするようになり(図1参照)、不要な高調波の発生、出力電圧リップルの増加、ピーク・インダクタ電流の増加という結果

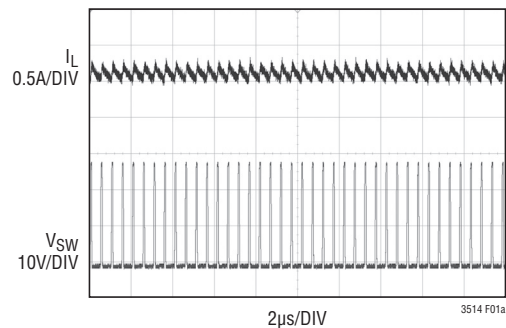


図1a. 固定周波数動作(V_{IN(PS)}より低い電圧)時のLT3514の動作、V_{IN} = 26.5V、V_{OUT} = 3.3V、f_{sw} = 2MHz、t_{ON(MIN)} = 74ns、T = 25°C

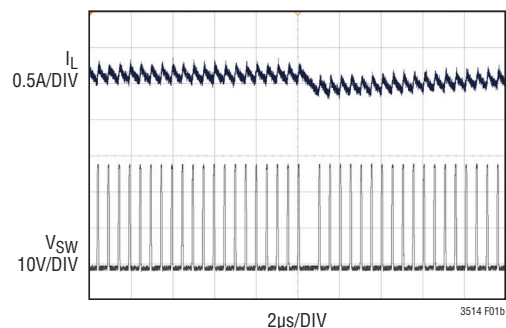


図1b. パルス・スキップ・モード(V_{IN(PS)}より高い電圧)時のLT3514の動作、V_{IN} = 27V、V_{OUT} = 3.3V、f_{sw} = 2MHz、t_{ON(MIN)} = 74ns、T = 25°C

アプリケーション情報

になります。インダクタが飽和せず、スイッチ電流が2A (SW1、SW4)または4A (SW3)未満にとどまるとすると、 V_{IN} (PS)より高い電圧での動作は安全であり、デバイスが損傷することはありません。最小オン時間およびパルス・スキップの詳細については、LT3505のデータシートの「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。

LT3514は高い V_{IN} で最大電流を同時に流さなければならないので、36Vより高い入力電圧でLT3514を起動するのは避けてください。瞬間的な電力損失が大きいので、最大動作接合部温度の125°Cを超える恐れがあります。

周波数の選択

LT3514で設定できる最大周波数は2.5MHzです。最小周波数は250kHzです。スイッチング周波数は2つの方法で設定できます。最初の方法は、RT/SYNCピンとグランドとの間に1%精度の抵抗(R_T)を接続する方法です。表1を使って R_T の値を選択することができます。2番目の方法は、内部発振器を外部クロックに同期させる方法です。外部クロックの最小振幅は0V~1.5Vの範囲にする必要があり、最小パルス幅は50nsにする必要があります。

表1. 発振器周波数を設定するためのRT/SYNCピンの抵抗

周波数 (MHz)	RT/SYNCピンの抵抗 (k Ω)
0.20	140
0.3	82.5
0.4	56.2
0.5	43.2
0.6	34.8
0.7	28.0
0.8	23.7
0.9	20.5
1.0	18.2
1.1	16.9
1.2	14.7
1.3	13.0
1.4	11.5

周波数 (MHz)	RT/SYNCピンの抵抗 (k Ω)
1.5	10.7
1.6	9.76
1.7	8.66
1.8	8.06
1.9	7.32
2.0	6.81
2.1	6.34
2.2	6.04
2.3	5.62
2.4	5.36
2.5	4.99

ある特定のアプリケーションでは、LT3514が同期信号の受信を開始する前の期間に、LT3514に電源が投入され、スイッチングしていることが要求される場合があります。デバイスが非アクティブのときに同期信号が高インピーダンス状態になる場合の解決策は、RT/SYNCピンとグランドの間に抵抗 R_T を単に接続する方法です(図2)。同期信号は抵抗 R_T を駆動できる必要があります。デバイスが非アクティブのときに同期信号が低インピーダンス状態になるか、状態が不明になる場合の解決策は、図3に示すように、RT/SYNCピンとグランドの間に抵抗 R_T を接続し、その後、1nFのコンデンサを介して同期信号でRT/SYNCピンを駆動する方法です。

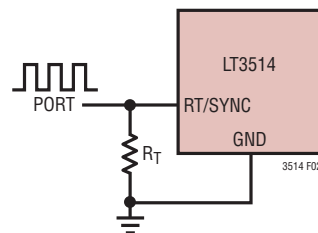


図2. 非アクティブのときに高インピーダンス状態になるポートからのRT/SYNCピンの駆動

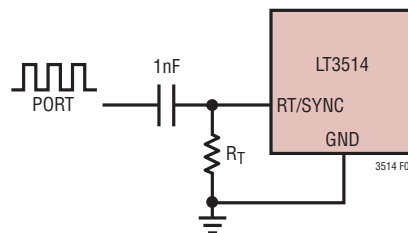


図3. 非アクティブのときに低インピーダンス状態になるポートからのRT/SYNCピンの駆動

アプリケーション情報

昇圧レギュレータとSKYピンに関する検討事項

内蔵の昇圧レギュレータは、 V_{IN} より4.85V高いSKYピンの電圧を発生します。SKYピンの電圧は、降圧レギュレータの駆動電流の電源で、この駆動電流はパワー・スイッチを完全に飽和させるために使用されます。昇圧レギュレータには、2つの外付け部品(インダクタとコンデンサ)が必要です。

最初に選択するインダクタの値としては、次の値が適切です。

$$L = \frac{20.5\mu\text{H}}{f}$$

ここで、 f の単位はMHzです。

したがって、250kHzに設定されたスイッチング周波数の場合、最初に選択するインダクタの値としては82 μH が適切です。2.5MHzに設定されたスイッチング周波数の場合は、最初に選択するインダクタの値として8.2 μH が適切です。これらの値により、各降圧レギュレータは、すべてのアプリケーションおよびすべての動作条件下でパワー・スイッチを飽和させるのに十分な駆動電流を確保できます。

インダクタ電流値を低めにする場合は、出力電流の要件に基づいて最適なインダクタ・サイズを計算できます。各降圧レギュレータは、スイッチ電流1AにつきSKYピンから瞬間的に20mAの電流を流す必要があります。各降圧レギュレータがSKYピンから流す平均電流は、スイッチ電流1A当たり20mAにデューティ・サイクルを乗じた値です。したがって、3つすべての降圧レギュレータが100%のデューティ・サイクルで動作し、チャンネル1および4が1Aの出力電流を供給し、チャンネル3が2Aの出力電流を供給する場合は、SKYピンから80mAを供給することが必要です。ただし、各チャンネルが50%のデューティ・サイクルで動作する場合は、SKYピンから供給する必要がある電流はわずか40mAです。あるいは、各チャンネルは100%のデューティ・サイクルで動作するが、出力電流の要件が半減される場合も、SKYピンから供給する必要がある電流はやはり40mAで済みます。要約すると、SKYピンの出力電流要件は次式から計算されます。

$$I_{\text{SKY}} = \frac{(I_{\text{OUT1}} \cdot V_{\text{OUT1}} + I_{\text{OUT3}} \cdot V_{\text{OUT3}} + I_{\text{OUT4}} \cdot V_{\text{OUT4}})}{50 \cdot V_{\text{IN}}}$$

ここで、 I_{OUTX} はチャンネルXからの目的の出力電流、 V_{OUTX} はチャンネルXの設定出力電圧、 V_{IN} は入力電圧です。

SKYピンの出力電流要件が決定したら、インダクタ値は、許容最大インダクタ電流リップルに基づいて次式から計算できます。

$$L = \frac{V_{\text{IN}} \cdot \text{DC5}}{2 \cdot f_{\text{SW}} \cdot [0.3 \cdot (1 - 0.25 \cdot \text{DC5}) - I_{\text{SKY}}]}$$

ここで、 f_{SW} は設定したスイッチング周波数であり、DC5は昇圧レギュレータのデューティ・サイクルで、次式により与えられます。DC5 = 5V/(V_{IN} + 5V)

$V_{\text{IN}} = 12\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT1}} = 5\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT3}} = 2.5\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT4}} = 1.8\text{V}$ 、 $I_{\text{OUT1,4}} = 1\text{A}$ 、 $I_{\text{OUT3}} = 2\text{A}$ という条件で1MHzのアプリケーションの場合、必要なSKYピンの電流は20mA、インダクタ値は6.8 μH となります。

ソフトスタート/トラッキング

RUN/SSピンを使用することで、対応するチャンネルのソフトスタートを行うことができるので、起動時の最大入力電流が減少します。RUN/SSピンの電圧は、1 μA の電流源によって約2.1Vまで上昇します。RUN/SSピンにコンデンサを接続することにより、このピンに電圧ランプを発生させることができます。RUN/SSピンの電圧が0.1Vより低いときは、降圧レギュレータはスイッチングしません。RUN/SSピンの電圧が上昇して約0.1Vより高くなると、該当のチャンネルがスイッチングを開始し、FBピンの電圧は、RUN/SSピンの電圧が0.8V + 0.1Vより高くなるまでRUN/SSピンの電圧(0.1Vのオフセットあり)を追跡します。この時点で出力電圧はその設定値の100%に達し、FBピンの電圧はRUN/SSピンの電圧を追跡するのを中止して0.8Vで推移します(RUN/SSピンの電圧は約2.1Vまで上昇し続けませんが、出力電圧には影響しません)。電圧の上昇速度を調整することにより、オーバーシュートがほとんど発生しない状態で、出力を安定化するのに必要な電流までピーク

アプリケーション情報

起動電流を減らすことができます。RUN/SSピンにソフトスタート・コンデンサ(C_{SS})がある場合とない場合の起動波形を図4に示します。

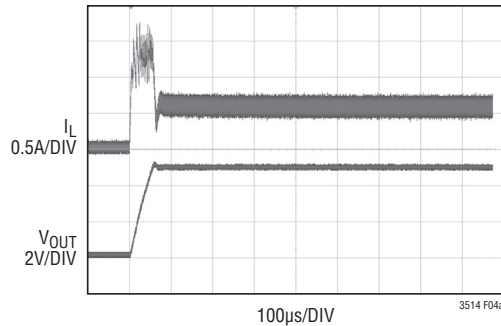


図4a. ソフトスタート・コンデンサがない場合の起動時のインダクタ電流波形

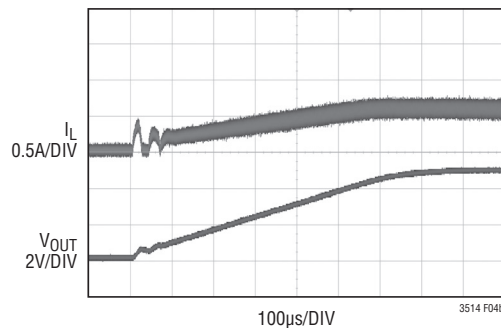


図4b. 1nFのソフトスタート・コンデンサ(C_{SS})がある場合の起動時のインダクタ電流波形

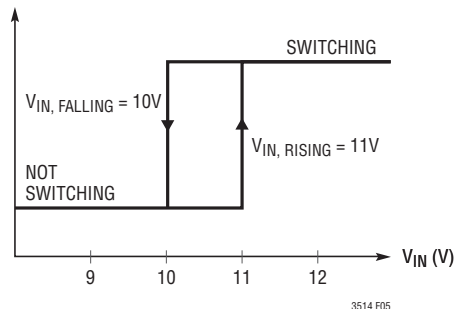
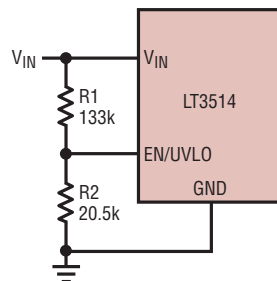


図5. V_{IN} < 10Vのときにスイッチングを停止する回路。700mVのヒステリシスあり

低電圧ロックアウト

入力電圧が3.2Vより低くなると、LT3514はスイッチングを停止します。代案として、EN/UVLOピンを使用して、入力電圧が3.2Vを超えたときに低電圧ロックアウトを設定することもできます。このためには、図5に示すように、抵抗分割器の一端をV_{IN}に接続し、抵抗分割器のタップをEN/UVLOに接続します。

EN/UVLOピンの上昇時きい値は1.44Vです。EN/UVLOピンの下降時きい値は1.33Vです。EN/UVLOピンの電圧が上昇中で1.44Vより低いとき、EN/UVLOピンには1.3µAの電流が流れ込みます。この1.3µAの電流を使用すると、EN/UVLOピンに追加のヒステリシスを設定することができます。図5の回路の場合、R1は次式によって求めることができます。

$$R1 = \frac{V_{IN, HYSTERESIS} - \frac{0.11}{1.33}(V_{IN, FALLING})}{1.3\mu A}$$

ここで、V_{IN, HYSTERESIS}は入力電圧での所望の大きさのヒステリシスであり、V_{IN, FALLING}はデバイスがシャットダウンする所望の入力電圧しきい値です。下降時きい値(V_{IN, FALLING})の場合、ヒステリシスの大きさ(V_{IN, HYSTERESIS})は最小でも次式に従う必要があります。

$$V_{IN, HYSTERESIS} > \frac{0.11}{1.33} \cdot (V_{IN, FALLING})$$

アプリケーション情報

下降時しきい値が10Vの場合、ヒステリシスの最小値は0.827Vです。下降時しきい値が30Vの場合、ヒステリシスの最小値は2.48Vです。

R2はR1が分かれば次式で計算できます。

$$R2 = R1 \cdot \frac{1.33}{V_{IN, FALLING} - 1.33}$$

図5に示す回路が起動するのは入力電圧が11Vより高くなったときであり、シャットダウンするのは入力電圧が10Vより低くなったときです。

インダクタの選択と最大出力電流

最初に選択するインダクタの値としては、次の値が適切です。

$$L = 2 \cdot (V_{OUT} + V_D) / f_{sw} \text{ (チャンネル1, 4の場合)}$$

$$L = (V_{OUT} + V_D) / f_{sw} \text{ (チャンネル3の場合)}$$

ここで、 V_D はキャッチ・ダイオードの電圧降下で(約0.4V)、 L の単位は μH 、 f_{sw} の単位はMHzです。この値を使用すると、50%以上のデューティ・サイクルのアプリケーションでは、低調波発振がなくなります。インダクタの実効電流定格は最大負荷電流より大きくする必要があり、その飽和電流は約30%大きくすることが求められます。フォルト状態での動作を堅調なものにするには、飽和電流をチャンネル1,4では2Aより大きく、チャンネル3では4Aより大きくしてください。高い効率を維持するには、直列抵抗(DCR)を0.1 Ω より小さくしてください。適しているいくつかのメーカーとタイプを表2に示します。

もちろん、このような簡単な設計ガイドでは、個々のアプリケーションに最適なインダクタが得られるとは限りません。値を大きくすると最大負荷電流が大きくなり、出力電圧リップルが減少しますが、その代わりにトランジェント応答が低速になります。実際の負荷がチャンネル1,4では1Aより小さく、チャンネル3では2Aより小さい場合は、インダクタの値を小さくして高い

リップル電流で動作させることができます。これにより、物理的に小型のインダクタ、またはDCRが小さいインダクタを使って効率を高くすることができます。インダクタンスが低いと不連続モード動作になることがあります。問題はありますが最大負荷電流がさらに減少します。最大出力電流と不連続モード動作については、「アプリケーションノート44」を参照してください。

キャッチ・ダイオード

チャンネル1および4では1Aのショットキ・ダイオードを、チャンネル3では2Aのショットキ・ダイオードを使用します。ダイオードの逆電圧定格は最大入力電圧以上である必要があります。

入力コンデンサ

LT3514の入力は、X7R型またはX5R型のセラミック・コンデンサを使用してバイパスする必要があります。Y5V型は温度変化や増幅電圧によって性能が低下するので使用しないでください。 V_{IN} ピンは4つあります。各 V_{IN} ピンは最も近いグラウンド・ピンにバイパスしてください。ただし、各 V_{IN} ピンに専用のコンデンサを使用する必要はありません。ピン9とピン11は、1つのバイパス・コンデンサを共有できるように、基板レイアウト上で互いに接続することができます。ピン9とピン11で動作しているチャンネルは位相が180度ずれているので、どちらのピンもコンデンサの値を2倍にする必要はありません。同様に、ピン26とピン28は基板レイアウト上で互いに接続して、バイパス・コンデンサを1つ節約することができます。スイッチング周波数が750kHzより高い場合は、2つの V_{IN} ピンの各グループをバイパスするのに、1 μF 以上の値のセラミック・コンデンサを1つ使用するようにしてください。スイッチング周波数が750kHzより低い場合は、2つの V_{IN} ピンの各グループをバイパスするのに、2.2 μF 以上の値のセラミック・コンデンサを1つ使用するようにしてください。セラミック・バイパス・コンデンサは、できるだけ V_{IN} ピンに近づけて配置する必要があります。

表2. インダクタのメーカー

メーカー	URL	部品のシリーズ名	インダクタンス(μH)	サイズ(mm)
スミダ電機	www.sumida.com	CDRH4D28	1.2~4.7	4.5 x 4.5
		CDRH5D28	2.5~10	5.5 x 5.5
		CDRH5D28	2.5~33	8.3 x 8.3
東光	www.toko.com	A916CY	2~12	6.3 x 6.2
		D585LC	1.1~39	8.1 x 8
Würth Elektronik	www.we-online.com	WE-TPC(M)	1~10	4.8 x 4.8
		WE-PD2(M)	2.2~22	5.2 x 5.8
		WE-PD(S)	1~27	7.3 x 7.3

アプリケーション情報

「プリント回路基板のレイアウト」のセクションに示すサンプル・レイアウトを参照してください。4つのV_{IN}ピンは基板上で互いに接続してください。また、特に入力電源が高インピーダンスである場合、あるいは配線やケーブルが長いためにかなりのインダクタンスが存在する場合は、性能の低い電解コンデンサでバイパスすることを推奨します。

降圧レギュレータには、立ち上がり時間と立ち下がり時間が非常に短いパルス電流が入力電源から流れます。その結果としてLT3514で生じる電圧リップルを減らし、この非常に高い周波数のスイッチング電流を狭いローカル・ループに閉じ込めてEMIを最小限に抑えるために、入力コンデンサが必要です。この作業を遂行するには、入力バイパス・コンデンサをLT3514とキャッチ・ダイオードの近くに配置する必要があります。「プリント回路基板のレイアウト」のセクションを参照してください。セラミックの入力コンデンサに関する2つ目の注意点は、LT3514の最大入力電圧定格に関することです。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(減衰しにくい)タンク回路を形成します。LT3514の回路を通電中の電源に接続すると、入力電圧に公称値の2倍のリングングが生じて、LT3514の電圧定格を超える恐れがあります。この状況は、セラミックの入力コンデンサと並列に電解コンデンサを追加することによって簡単に回避することができます。「アプリケーションノート88」を参照してください。

出力コンデンサ

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、LT3514が発生する方形波をフィルタで除去してDC出力を生成します。この機能では出力

コンデンサは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を満たしてLT3514の制御ループを安定化す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、最高のリップル性能が得られます。次の値が適切です。

$$C_{OUT} = 33 / (V_{OUT} \cdot f_{sw}) \text{ (チャンネル1, 4の場合)}$$

$$C_{OUT} = 132 / (V_{OUT} \cdot f_{sw}) \text{ (チャンネル3の場合)}$$

ここで、C_{OUT}の単位はμFであり、f_{sw}の単位はMHzです。X5R型またはX7R型を使用しますが、V_{OUT}でバイアスされているセラミック・コンデンサの容量は公称値よりも小さくなることに留意してください。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。ループ帯域幅を保つように補償回路網も調整されていると、値の大きいコンデンサを使用してトランジェント性能を改善することができます。

値の小さい出力コンデンサを使用することもできますが、その場合はトランジェント性能が低下します。また、出力コンデンサの値が小さいとノイズに対する感度が高くなる場合がありますが、これはFBピンとV_{OUT}の間に100pFの位相進みコンデンサを追加すれば軽減できます。

出力コンデンサには、高性能の電解コンデンサを使用することができます。ESRが小さいことが重要なので、スイッチング・レギュレータ用のものを選択します。ESRはメーカーが規定するものですが、0.1Ω以下のものにしてください。このようなコンデンサはセラミック・コンデンサより外形が大きく、容量も大きくなります。ESRを小さくするにはコンデンサの外形を大きくする必要があります。いくつかのコンデンサ・メーカーを表3に示します。

表3. コンデンサ・メーカー

メーカー	電話番号	URL	部品のシリーズ名	注釈
パナソニック	(714) 373-7366	www.panasonic.com	セラミック、ポリマー、タンタル	EEFシリーズ
Kemet	(864) 963-6300	www.kemet.com	セラミック、タンタル	T494, T495
三洋	(408) 749-9714	www.sanyovideo.com	セラミック、ポリマー、タンタル	POSCAP
村田製作所	(404) 436-1300	www.murata.com	セラミック	
AVX		www.avxcorp.com	セラミック、タンタル	TPSシリーズ
太陽誘電	(864) 963-6300	www.taiyo-yuden.com	セラミック	

アプリケーション情報

いくつかの出力コンデンサを選択した場合のLT3514のそれぞれのトランジェント応答を図6に示します。出力は3.3Vです。負荷電流は500mAから1Aに階段状に変化させ、500mAに戻しています。また、オシロスコープのトレースは出力電圧を示しています。上の写真は推奨値の場合を示しています。2番目の写真は、出力コンデンサが大きくなり、位相進みコンデンサが増えた結果、改善された応答（電圧降下が減少）を示しています。最後の写真は高性能電解コンデンサの場合の応答を示しています。出力容量を大きくすることによって、トランジェント性能が改善されています。

短絡入力と逆入力に対する保護

過度に飽和しないようにインダクタを選択すれば、LT3514降圧レギュレータは出力の短絡に耐えることができます。LT3514に入力が加わっていないにもかかわらず出力が高い電圧に保持されるシステムでは、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LT3514の出力とダイオードOR結合されている、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/UVLO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）

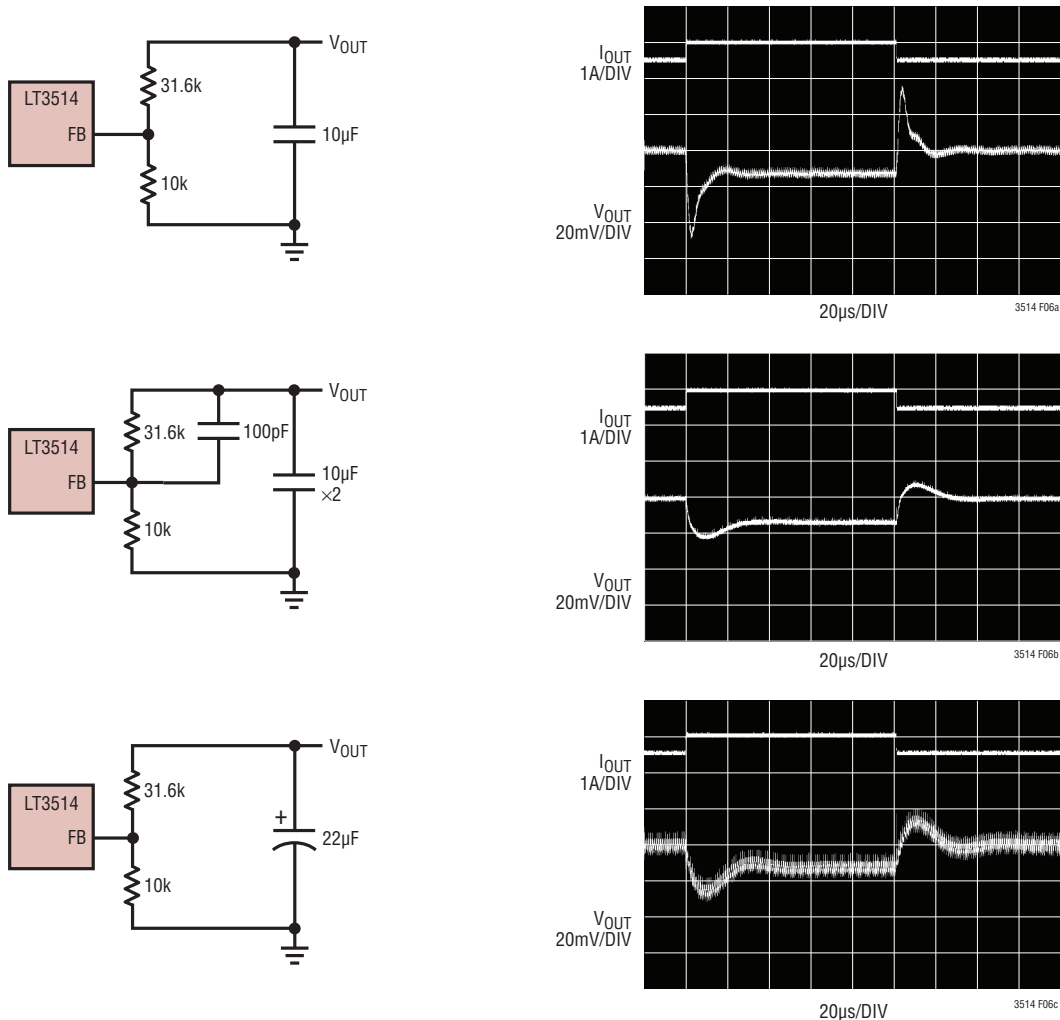


図6. 負荷電流を500mAから1Aに階段状に変化させたときの、出力コンデンサが異なるLT3514の負荷トランジェント応答 V_{IN} = 12V、V_{OUT} = 3.3V、L = 10µH、R_T = 19.1k

アプリケーション情報

“H”に保持されていると、SWピンを介してLT3514の内部回路に静止電流が流れます。この状態で数mAの電流を許容できるシステムであれば、これは問題ありません。EN/UVLOピンを接地すれば、SWピンの電流は実質的にゼロに低下します。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、出力からSWピンおよびV_{IN}ピンを介してLT3514内部の寄生ダイオードに大電流が流れる可能性があります。入力電圧が存在するときのみ動作し、短絡入力や逆入力から保護する回路を図7に示します。

高温に関する検討事項

LT3514の全出力電流供給能力は最大4Aですが、アプリケーション回路での全電力損失と結果として生じる温度上昇を考慮する必要があります。特に、3チャンネルすべてが高いデューティ・サイクルで動作する場合に検討が必要です。

LT3514のダイ温度は、最大定格の125°Cより低くする必要があります。このことは、周囲温度が85°Cより高くない限り、通常は問題ありません。高温では、LT3514の良好な放熱を確保するために、回路のレイアウトに特別な注意が必要です。最大負荷電流は、周囲温度が125°Cに近づくにつれ、ディレーティングする必要があります。LT3514のスイッチング周波数を低く設定すると、効率が改善され、効率の入力電圧依存性が小さくなります。ダイ温度は、LT3514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。LT3514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、その計算値からキャッチ・ダイオードの損失を減じることによって推定することができます。熱抵抗は回路基板のレイアウトに依存しますが、QFNパッケージの場合は43°C/Wが標準値であり、FEパッケージの場合は33°C/Wが標準値です。ダイ温度が175°Cを超えると、サーマル・シャットダウンによって降圧レギュレータおよび昇圧レギュレータはオフになりますが、このことは、125°Cを超えるダイ温度での動作を保証するものではありません。

9Vを超える出力

9Vを超える出力を得るには、1kΩの抵抗と1nFのコンデンサの直列回路をインダクタと並列に追加してSWノードの不連続リングングを減衰させ、意図しないSW電流が発生しないようにします。

リニアテクノロジー社の他の出版物

「アプリケーションノート」の19、35、44には、降圧レギュレータとその他のスイッチング・レギュレータの詳細な説明と設計情報が記載されています。「デザインノート318」には、降圧レギュレータを使用して両極性出力電源を発生させる方法が示されています。

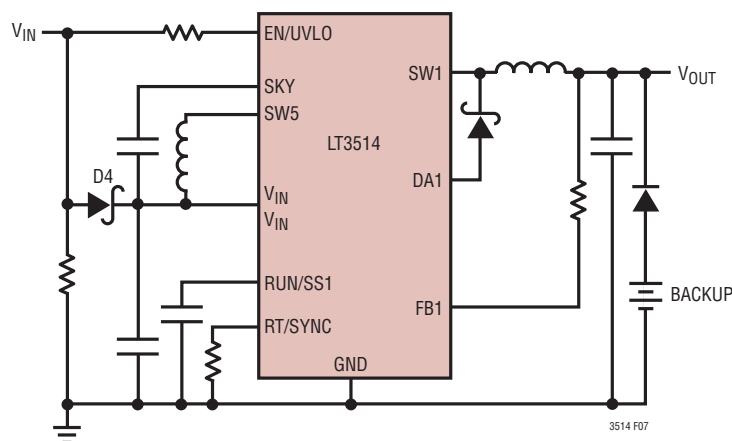


図7. ダイオードD4は、短絡入力によって、出力に接続されたバックアップ用バッテリーが放電するのを防ぐ。逆入力に対しても回路を保護する。LT3514は入力が存在する場合にのみ動作する

アプリケーション情報

プリント回路基板のレイアウト

適切に動作させ、EMIを最小にするには、プリント回路基板のレイアウト時に注意が必要です。QFNパッケージの場合の推奨部品配置と、トレース、グラウンド・プレーン、およびビアの位置を図8に示します。

LT3514の V_{IN} ピン、SWピン、DAピン、キャッチ・ダイオード(D1、D3、D4)および入力コンデンサ(C5、C6)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。これらの

部品が形成するループはできるだけ小さくし、1箇所ですべてシステム・グラウンドに接続してください。これらの部品とインダクタ(L1、L3、L4、L5)および出力コンデンサ(C1、C3、C4、C7)は回路基板の同じ側に配置し、その層で接続するようにしてください。これらの部品の下には切れ目のないローカル・グラウンド・プレーンを配置し、このグラウンド・プレーンをシステム・グラウンドに1箇所ですべて(理想的には出力コンデンサのグラウンド端子で)接続します。QFNパッケージの場合、グラウンド・ピン(ピン10、27)は、 V_{IN} ピンをグラウンド・ピンにバイパスできるように

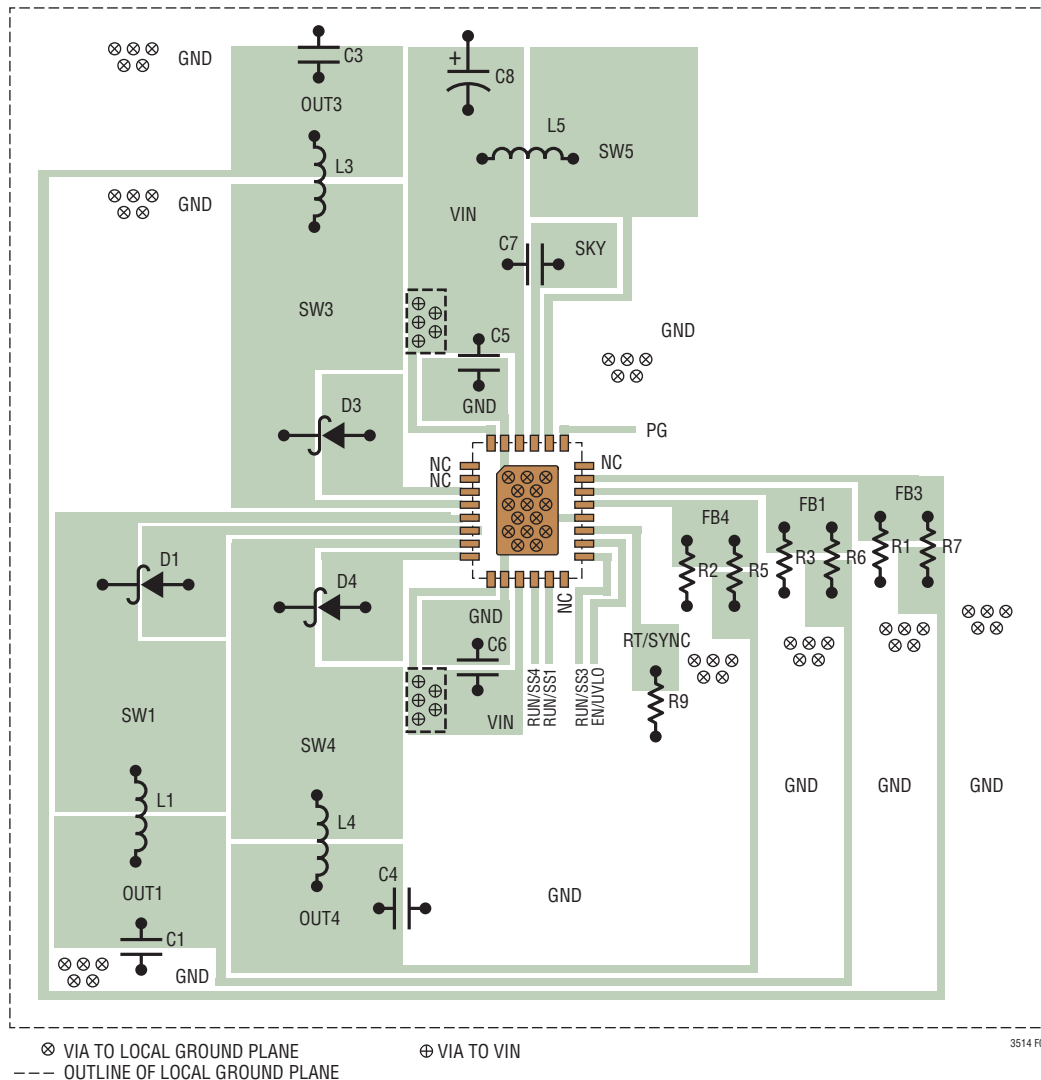


図8

アプリケーション情報

過電圧の発生時にはQ1に大きな電力損失が生じていることを忘れないでください。MOSFETの接合部温度は絶対最大定格より低い温度に保つ必要があります。図10に示す過電圧トランジェントの場合、MOSFET Q1は0.55Aの電流(すべての降圧チャネルの全負荷)を導通させると同時に、V_{SUPPLY}(ピーク値180V)とV_{IN}(33V)の間の電圧差に耐えています。この結果、電力のピーク値は81Wになります。図10の過電圧パルスはおおむね三角波なので、トランジェント発生中(約400ms)の電力損失の平均値は電力のピーク値のおよそ半分です。同様に、電力の平均値は次式で与えられます。

$$P_{AVG} (W) = \frac{1}{2} \cdot P_{PEAK} (W) = 40.5W$$

過電圧トランジェントによるMOSFETの接合部温度上昇を概算するには、MOSFETのトランジェント熱応答ならびにMOSFETの電力損失を求める必要があります。幸い、大半のMOSFETのトランジェント熱応答曲線は(図11に示すように)メーカから提供されています。パルス幅が400msの場合、FQB34N20LというMOSFETの熱応答Z_{θJC}(t)は0.65°C/Wです。MOSFETの接合部温度上昇は次式で与えられます。

$$T_{RISE} (°C) = Z_{\theta JC} (t) \cdot P_{AVG} (W) = 26.3°C$$

MOSFET Q1を適切に選択することにより、さらに高い入力電圧サージに耐えることが可能です。メーカのデータシートを参照して、MOSFETがその最大安全動作領域内で動作することを確認してください。

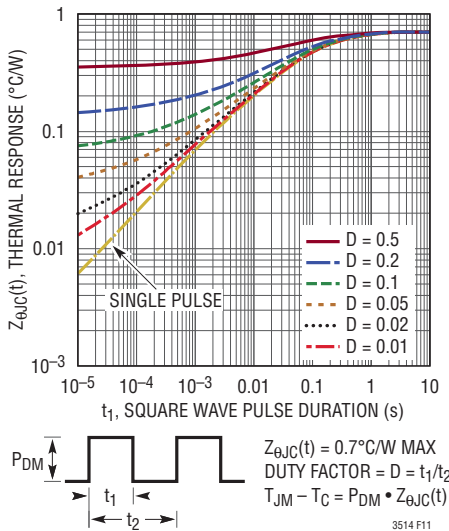


図11. FQB34N20Lのトランジェント熱応答

アプリケーション回路の起動時の動作を図12に示します。抵抗R2はQ1のゲート電圧を引き上げて、ソースに接続されているV_{IN}がV_{SUPPLY}より約3V低い電圧を強制的に追従するようにします。V_{IN}がLT3514の最小起動電圧である3.2Vに達すると、内蔵の昇圧コンバータがV_{SKY}レールの電圧をV_{IN}より4.85V高い電圧に直ちに安定化します。ダイオードD3と抵抗R3は、Q1のゲート電圧をV_{SKY}まで立ち上げて、Q1を完全に導通させます。これにより、抵抗値の低いQ1のドレイン-ソース間経路を介してV_{IN}がV_{SUPPLY}に直接接続されます。V_{SKY}が立ち上がる前の最小入力電圧は約6.2Vであることに注意してください。ただし、V_{SKY}がレギュレーション状態でQ1が導通している場合は、最小動作電圧が3.2Vに低下するので、LT3514は入力電圧が一時的に大きく低下してもレギュレーションを維持できます。動作しているすべてのチャネルの電圧がLT3514の最小起動電圧である3.2Vまで低下していることを図13に示します。

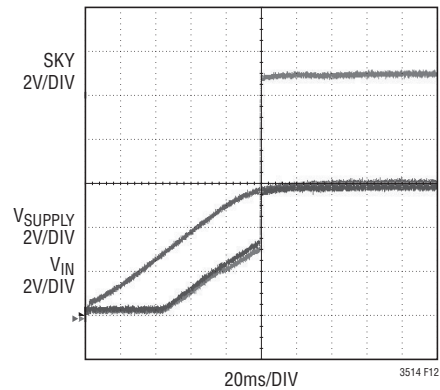


図12. 図9の回路の起動時動作

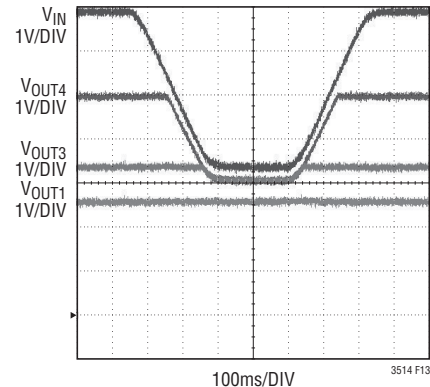
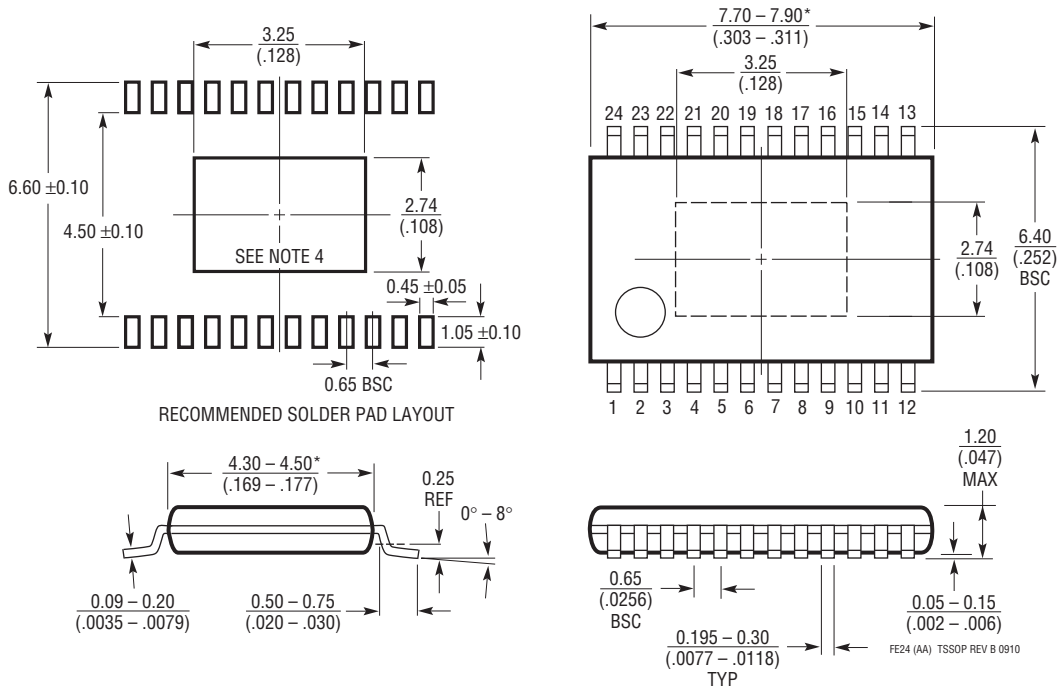


図13. 図9の回路のドロップアウト性能

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。

FE Package
24-Lead Plastic TSSOP (4.4mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1771 Rev B)
Exposed Pad Variation AA

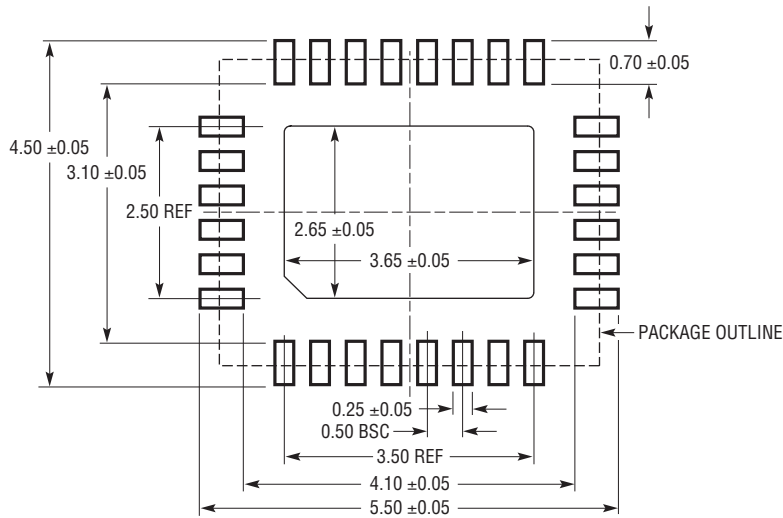


- 注記：
 1. 標準寸法：ミリメートル
 2. 図は実寸とは異なる $\frac{\text{ミリメートル}}{\text{（インチ）}}$
 3. 図は実寸とは異なる
 4. 露出パッド接着のための推奨最小 PCB メタルサイズ
 * 寸法にはモールドのバリを含まない。
 モールドのバリは各サイドで 0.150mm (0.006") を超えないこと

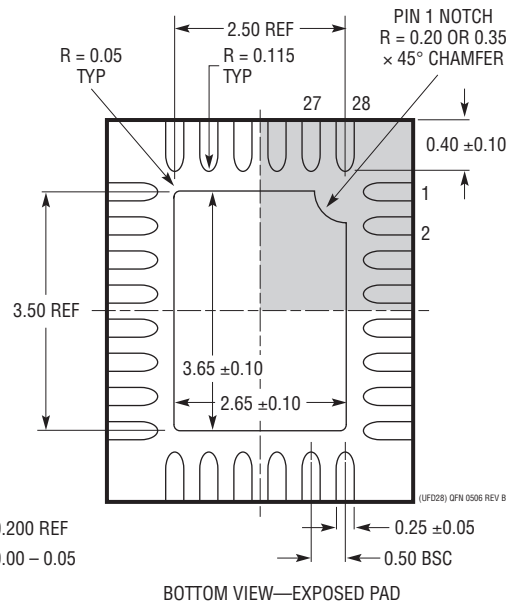
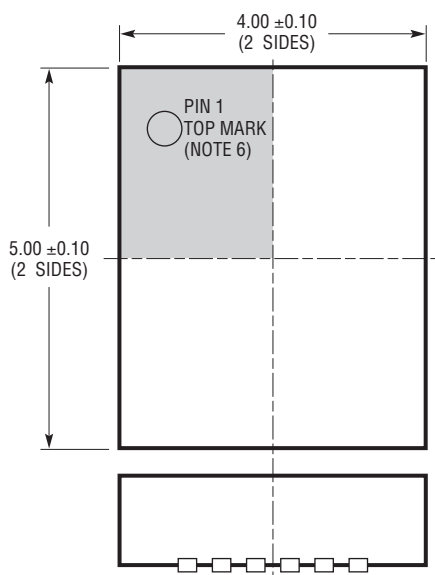
パッケージ

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。

UFD Package 28-Lead Plastic QFN (4mm × 5mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1712 Rev B)



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



注記：

1. 図は JEDEC パッケージ外形 MO-220 のバリエーション (WXXX-X) にするよう提案されている
2. 図は実寸とは異なる
3. 全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. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージのトップとボトムのピン 1 の位置の参考に過ぎない

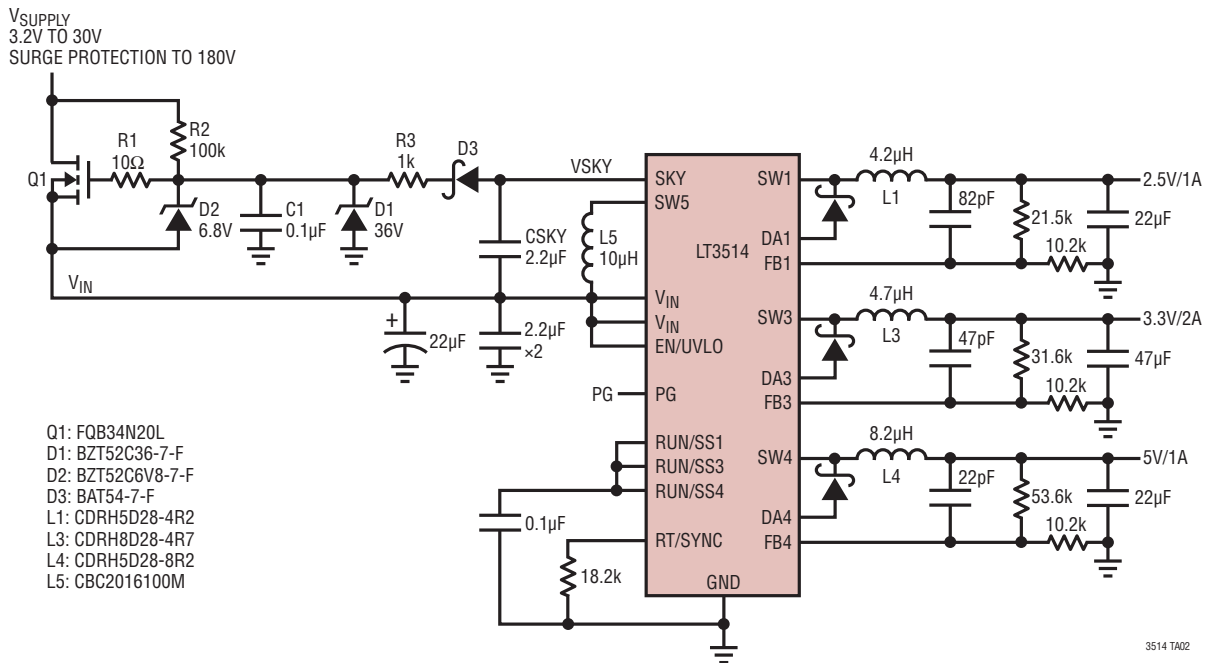
改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	1/14	Hグレードオプションを追加。 Switching Frequencyパラメータを明確化。 R2の抵抗の値を明確化。	2 3 11

LT3514

標準的応用例

180V サージ保護機能を備えた完全なトリプル降圧レギュレータ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT3504	40V、100% デューティ・サイクル動作、クワッド 1A 降圧 2.5MHz DC/DC コンバータ	$V_{IN(MIN)} = 3.2V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 40V$ 、 $I_Q = 7.1mA$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、4mm×5mm QFN-28 パッケージ
LT3507/ LT3507A	LDO コントローラを備えた 36V、2.5MHz、トリプル (2.4A + 1.5A + 1.5A (I_{OUT})) 高効率降圧 DC/DC コンバータ	$V_{IN(MIN)} = 4V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 36V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$ 、 $I_Q = 7mA$ 、 $I_{SD} = 1\mu A$ 、5mm×7mm QFN-38 パッケージ
LT8610	42V、2.2MHz、低い $I_Q = 2.5\mu A$ 、同期整流式降圧 DC/DC コンバータ	$V_{IN(MIN)} = 3.4V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 42V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 0.97V$ 、 $I_Q = 2.5\mu A$ 、 $I_{SD} = 1\mu A$ 、MSOP-16E パッケージ
LT3988	60V (80V までのトランジエント保護あり)、2.5MHz、デュアル 1A 高効率降圧 DC/DC コンバータ	$V_{IN(MIN)} = 4.0V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 60V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 0.75V$ 、 $I_Q = 2mA$ 、 $I_{SD} = 1\mu A$ 、MSOP-16E パッケージ
LT3509	36V (60V までのトランジエント保護あり)、デュアル 0.70A (I_{OUT})、2.2MHz 高効率降圧 DC/DC コンバータ	$V_{IN(MIN)} = 3.6V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 36V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$ 、 $I_Q = 1.9mA$ 、 $I_{SD} = 1\mu A$ 、3mm×4mm DFN-14、MSOP-16E パッケージ
LT3500	36V、40V _{MAX} 、2A、2.5MHz 高効率降圧 DC/DC コンバータおよび LDO コントローラ	$V_{IN(MIN)} = 3.6V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 36V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$ 、 $I_Q = 2.5mA$ 、 $I_{SD} < 10\mu A$ 、3mm×3mm DFN-10 パッケージ
LT3508	36V (40V までのトランジエント保護あり)、デュアル 1.4A (I_{OUT})、3MHz 高効率降圧 DC/DC コンバータ	$V_{IN(MIN)} = 3.7V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 37V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$ 、 $I_Q = 4.6mA$ 、 $I_{SD} = 1\mu A$ 、4mm×4mm QFN-24、TSSOP-16E パッケージ
LT3980	58V (80V までのトランジエント保護あり)、2A (I_{OUT})、2.4MHz 高効率降圧 DC/DC コンバータ (Burst Mode [®] 動作可能)	$V_{IN(MIN)} = 3.6V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 58V$ 、80V までのトランジエント、 $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$ 、 $I_Q = 85\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、3mm×4mm DFN-16 および MSOP-16E パッケージ
LT3480	36V (60V までのトランジエント保護あり)、2A (I_{OUT})、2.4MHz 高効率降圧 DC/DC コンバータ (Burst Mode 動作可能)	$V_{IN(MIN)} = 3.6V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 38V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 0.78V$ 、 $I_Q = 70\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、3mm×3mm DFN-10、MSOP-10E パッケージ
LT3689	36V (60V までのトランジエント保護あり)、POR リセット および ウォッチドッグ・タイマを備えた 800mA、2.2MHz 高効率マイクロパワー降圧 DC/DC コンバータ	$V_{IN(MIN)} = 3.6V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 36V$ 、60V までのトランジエント、 $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$ 、 $I_Q = 75\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、3mm×3mm QFN-16 パッケージ
LT3970	40V、350mA、2MHz 高効率マイクロパワー降圧 DC/DC コンバータ	$V_{IN(MIN)} = 4V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 40V$ 、60V までのトランジエント、 $V_{OUT(MIN)} = 1.21V$ 、 $I_Q = 2\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、3mm×2mm DFN-10 および MSOP-10 パッケージ
LT3682	36V (最大 60V)、1A、2.2MHz 高効率マイクロパワー降圧 DC/DC コンバータ	$V_{IN(MIN)} = 3.6V$ 、 $V_{IN(MAX)} = 36V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 0.8V$ 、 $I_Q = 75\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、3mm×3mm DFN-12 パッケージ

3514fa