

出力切断機能付き 400mAマイクロパワー同期整流式 昇圧DC/DCコンバータ

特長

- 標準0.7Vで起動、0.88Vを保証
- 効率:最大95%
- 出力切断と突入電流制限
- 固定出力電圧:3V
- 1V入力で3V/65mA、または1.8V入力で3V/160mAを供給
- Burst Mode[®]動作: $I_Q = 7\mu A$
- 入力電圧範囲: 0.5V~4.5V
- わずか3個の外付け部品
- $V_{IN} > V_{OUT}$ 動作
- シャットダウン電流: 1 μA 以下
- アンチリングング制御
- 短絡および過温度保護機能
- 小型6ピンSC70パッケージ

アプリケーション

- MP3プレーヤ
- 携帯機器
- グルコース・メータ
- デジタルカメラ

概要

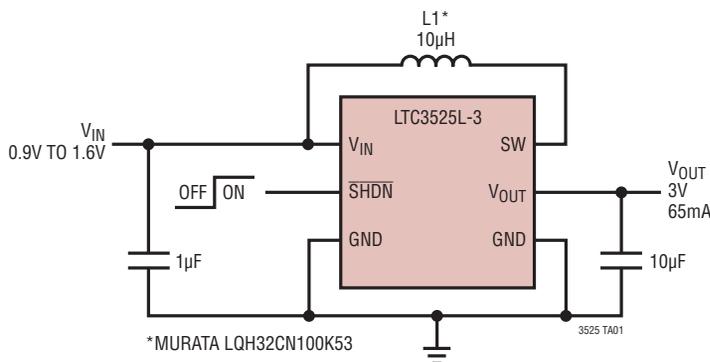
LTC[®]3525L-3は、0.7Vという低い入力電圧で起動可能な出力切断機能付きの高効率、同期整流式昇圧DC/DCコンバータです。このデバイスは、1セルまたは2セル・アルカリ・アプリケーションにおいてコンパクトで高効率なチャージポンプの代替ソリューションで、わずか3個の小型外付け部品しか必要としません。LTC3525L-3の出力電圧は3V固定です。

LTC3525L-3は0.5 Ω NチャネルMOSFETスイッチと0.85 Ω Pチャネル同期整流器を内蔵しています。ピーク・スイッチ電流範囲は負荷に応じて150mA~400mAで、高い効率を達成します。消費電流は7 μA と非常に小さく、携帯アプリケーションのバッテリー寿命を最大限に延ばすことができます。

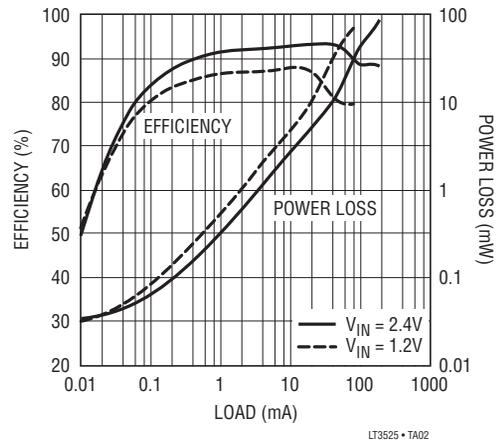
この他にも、1 μA 以下のシャットダウン電流、アンチリングング制御、サーマルシャットダウンなどの機能を搭載しています。LTC3525L-3は小型の6ピンSC70パッケージで供給されます。

LT、LT、LTC、LTM、Burst Mode、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリアニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOTはリアニアテクノロジー社の商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。特許出願中。

標準的応用例



LTC3525L-3の効率および
電力損失と負荷電流

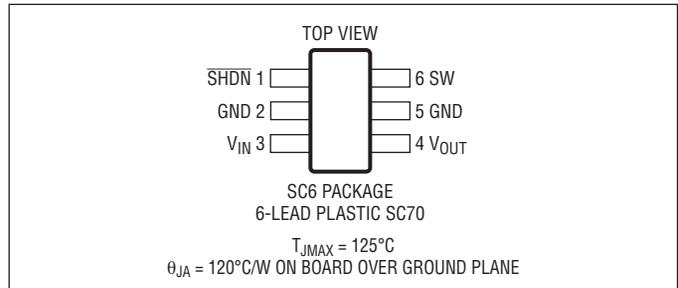


LTC3525L-3

絶対最大定格 (Note 1)

V_{IN} 、 V_{OUT} の電圧	-0.3V~6V
SWの電圧	-0.3V~6V
SWの電圧 < 100ns	-0.3V~7V
SHDNの電圧	-0.3V~6V
動作温度範囲 (Note 2、5)	-40°C~85°C
保存温度範囲	-65°C~125°C
リード温度 (半田付け、10秒)	300°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC3525LESC6-3#PBF	LTC3525LESC6-3#TRPBF	LCPY	6-Lead Plastic SC70	-40°C to 85°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。
非標準の鉛ベース仕様の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。
テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreeel/> 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、 $V_{IN} = 1.2\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = 1.2\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Start-Up Voltage			0.7	0.88	V
Output Voltage	(Note 6)	● 2.91	3.00	3.09	V
Quiescent Current, V_{OUT}	SHDN = V_{IN} (Note 4)		7	15	μA
Quiescent Current, V_{IN}	SHDN = V_{IN} (Note 4)		0.5	3	μA
Quiescent Current, V_{IN} – Shutdown	SHDN = 0V, $V_{OUT} = 0\text{V}$ Not Including Switch Leakage		0.1	1	μA
NMOS Switch Leakage Current	$V_{IN} = V_{OUT} = V_{SW} = 5\text{V}$, SHDN = 0V		0.1	3	μA
PMOS Switch Leakage Current	$V_{IN} = V_{SW} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 0\text{V}$, SHDN = 0V		0.1	6	μA
NMOS Switch On-Resistance	(Note 3)		0.5		Ω
PMOS Switch On-Resistance	(Note 3)		0.85		Ω
Peak Current Limit		0.4	0.45		A
SHDN Threshold Voltage		0.3	0.5	0.88	V
SHDN Input Current	$V_{SHDN} = V_{IN}$ or V_{OUT}		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の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可能性がある。

Note 2: LTC3525LE-3は0°C~85°Cの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°C~85°Cの動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

Note 3: 仕様は設計によって保証されており、製造時に全数テストは行われない。

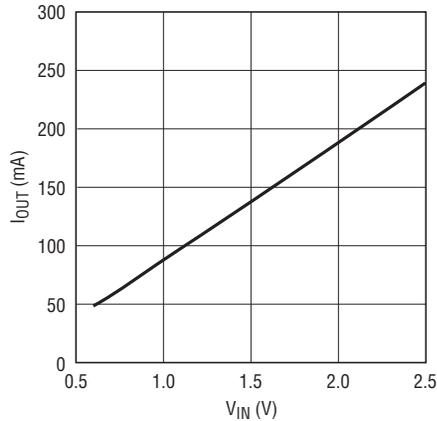
Note 4: 電流測定はLTC3525L-3がスイッチングしていない状態で行われる。

Note 5: このデバイスに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温度保護機能が備わっている。過温度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。規定された最高動作接合部温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

Note 6: 出力電圧の他のオプションに関しては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

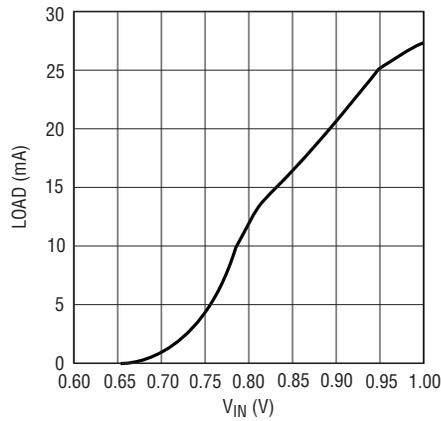
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

最大出力電流と V_{IN}
(V_{OUT} が2.5%低下)



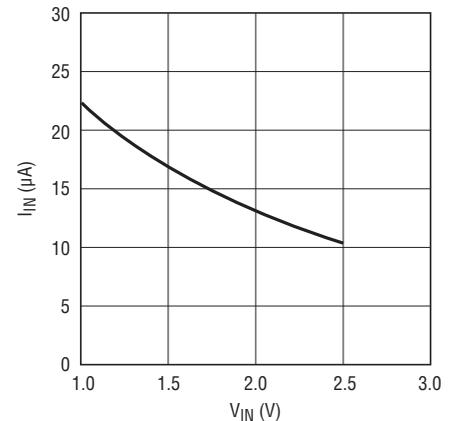
3525L G01

最大起動負荷と V_{IN}
(抵抗性負荷)



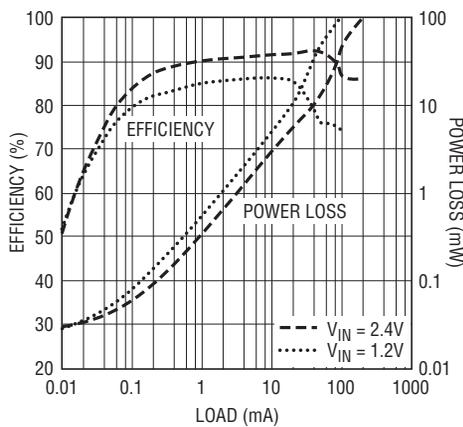
3525L G02

無負荷時入力電流と V_{IN}



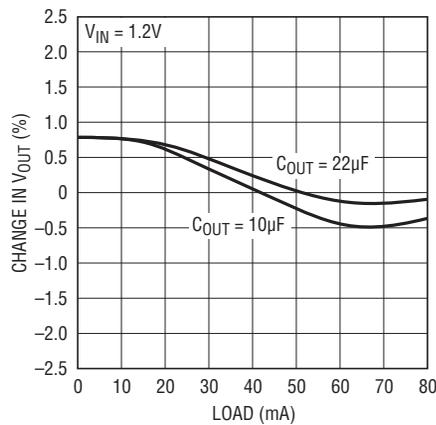
3525L G03

効率および電力損失と負荷



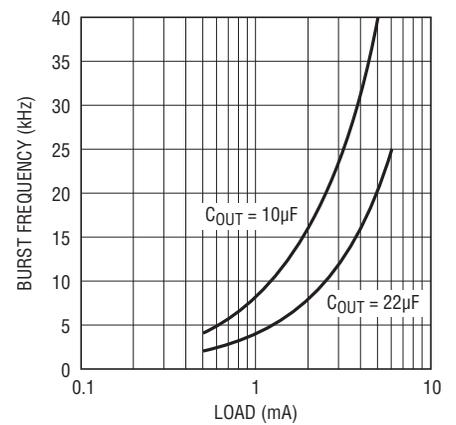
3525L G24

ロード・レギュレーション



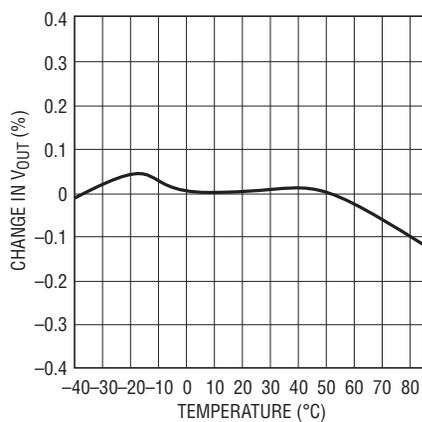
3525L G06

軽負荷のバースト周波数と負荷



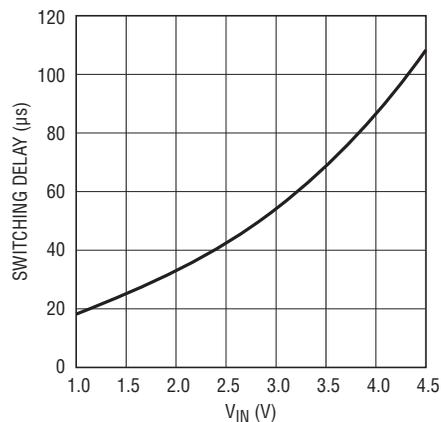
3525L G12

V_{OUT} の変動と温度
(25°C に正規化)



3525L G13

シャットダウンから
抜け出すときの起動遅延

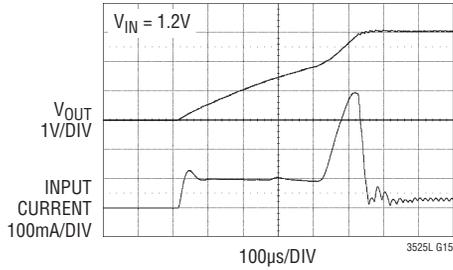


3525L G14

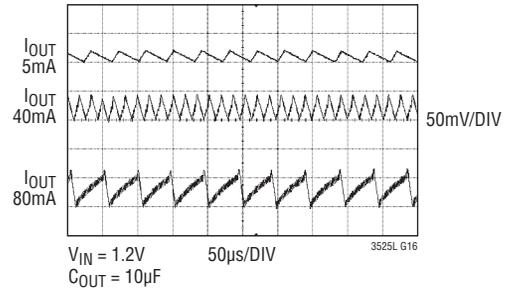
LTC3525L-3

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

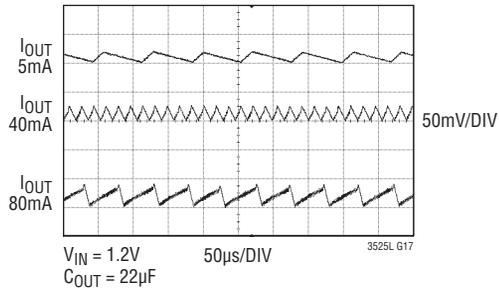
入力電流と起動時 V_{OUT}



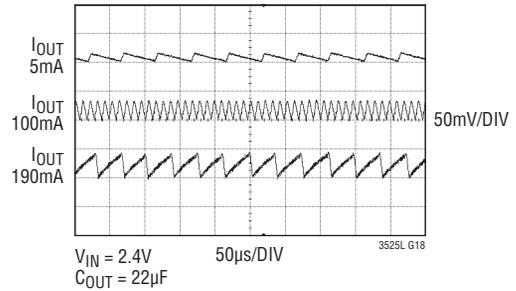
出力電圧リップル



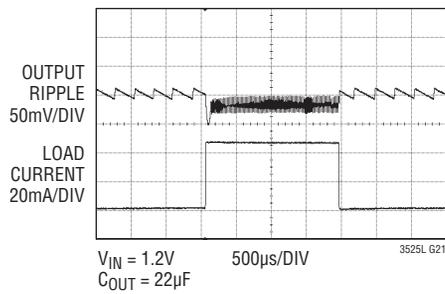
出力電圧リップル



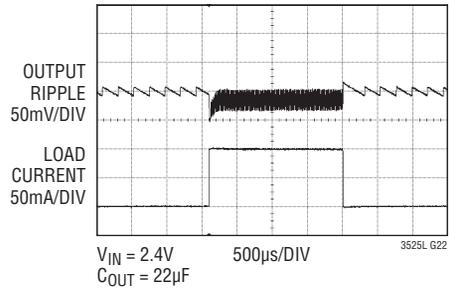
出力電圧リップル



50mA負荷ステップ応答



100mA負荷ステップ応答



ピン機能

SHDN (ピン1): ロジック制御のシャットダウン入力。LTC3525L-3 をイネーブルするには 0.88V を超える電圧に接続します。LTC3525L-3 をディスエーブルするには 0.3V 未満の電圧に接続します。

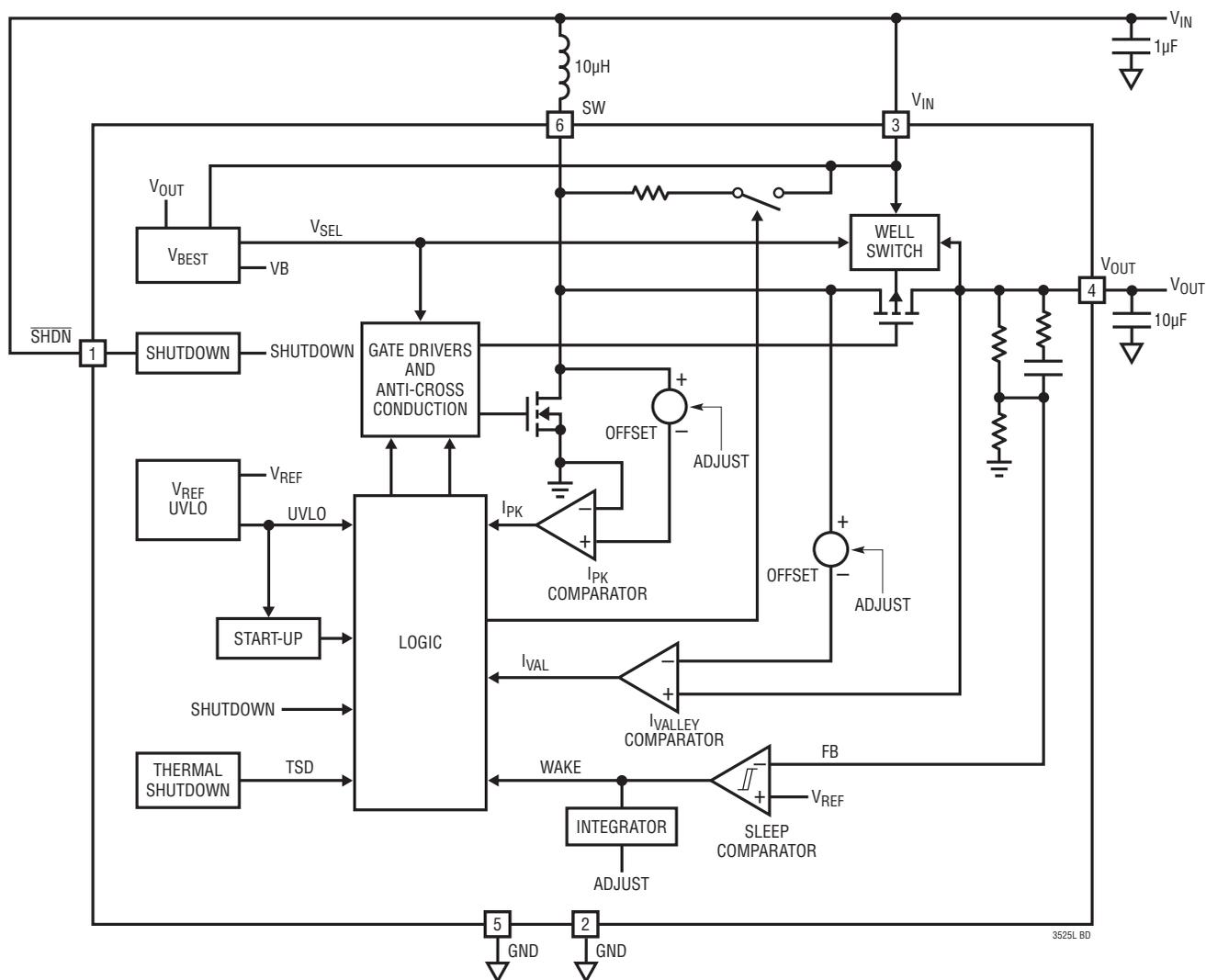
GND (ピン2、5): グランド。

V_{IN} (ピン3): 入力電圧。V_{OUT} が V_{IN} を超えるまで、LTC3525L-3 は V_{IN} から給電されます。V_{OUT} が (V_{IN} + 0.2V (標準)) を超えると、デバイスは V_{OUT} から給電されます。V_{IN} から GND にセラミック・バイパス・コンデンサを接続します。最小 $1\mu\text{F}$ を推奨します。

V_{OUT} (ピン4): 出力電圧検出と同期整流器の出力。出力フィルタ・コンデンサを、デバイスに近づけて、V_{OUT} から GND に接続します。最小 $10\mu\text{F}$ のセラミック・コンデンサを推奨します。出力リップルを減らすには、 $22\mu\text{F}$ を使います。出力切断機能により、SHDN の電圧が 0.3V 未満になると V_{OUT} は V_{IN} から切り離されます。

SW (ピン6): スイッチ・ピン。このピンから V_{IN} にインダクタを接続します。インダクタ電流がゼロに低下した後、内部アンチリング抵抗が SW と V_{IN} の両端に接続され、EMI を最小に抑えます。

ブロック図



LTC3525L-3

動作

LTC3525L-3はBurst Mode動作のみの高性能同期整流式昇圧コンバータで、3個の小型の外付け部品しか必要としません。シンプルで小型なので、チャージポンプ・デザインの高効率な代替品として最適です。入力電圧がわずか0.7V(標準)または0.88V(最大)の1セルのアルカリ電池やニッケル電池、または4.5Vに達する2セルまたは3セル(またはリチウムイオン・バッテリー)で起動するように設計されています。一旦起動すると、 V_{IN} は(負荷電流に応じて)0.5Vまで下がってもレギュレーションを維持することができます。出力電圧は3Vに内部で予め設定されています。ピーク・スイッチ電流は最小400mAで、入力電圧に応じて最大160mAの負荷電流でレギュレーションを行います。

同期整流により高効率動作が実現され、外付けショットキー・ダイオードは不要です。真の出力切断により、起動時の突入電流が除去され、シャットダウン電流をゼロにするため V_{OUT} を V_{IN} から切断することができます。

また、出力切断機能により、LTC3525L-3は V_{OUT} 以上の入力電圧でもレギュレーションを維持することができます。ただし、このモードでは同期整流器がイネーブルされないため効率が低下し、出力電流能力が減少することに注意してください。

動作時消費電流はわずか7 μ A(標準)なので、コンバータは非常に軽い負荷でも高効率を維持することができます。

シャットダウン

LTC3525L-3は \overline{SHDN} ピンを0.3Vより下にするシャットダウンし、0.88Vより上になるとアクティブになります。 \overline{SHDN} の電圧を V_{IN} または V_{OUT} より上に(絶対最大定格まで)ドライブしてもデバイスには損傷を与えませんが、LTC3525L-3は、 \overline{SHDN} の電圧が V_{IN} または V_{OUT} のいずれか高い方より0.5V~1V以上に保持されると作動することがある独自のテストモードを備えています。このテストモードが作動した場合、通常のPWMスイッチング動作は中断され、アプリケーションによっては不適切な動作が生じる可能性があります。したがって、 \overline{SHDN} の電圧を V_{IN} より上にドライブするアプリケーションでは、抵抗分割器やその他の手段を使って \overline{SHDN} の電圧を($V_{IN}+0.4V$)より下に抑え、テストモードが作動できないようにする必要があります。考えられる2つの実装方法については図1を参照してください。

\overline{SHDN} ピンが上昇した後スイッチングが開始するまでに短い遅延が存在します。この遅延は、入力電圧に応じて20 μ s~120 μ sです(「標準的性能特性」のグラフを参照)。

起動

起動発振器により、LTC3525L-3はわずか0.7Vの入力電圧で起動可能です。デバイスは2つの条件が満たされるまで起動モードに留まります。 V_{OUT} は少なくとも0.2V(標準)だけ V_{IN} を超える必要があり、 V_{IN} または V_{OUT} のどちらかは1.8V(標準)より大きくなければなりません。

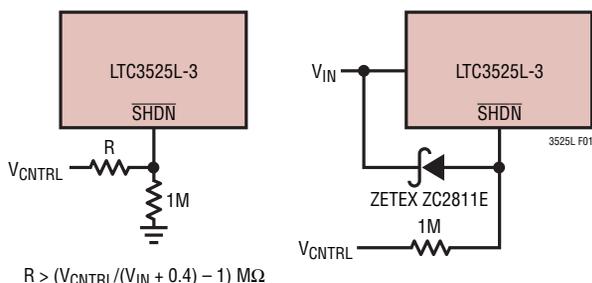


図1. \overline{SHDN} の電圧を V_{IN} より上にドライブする場合の推奨シャットダウン回路

動作

起動時、同期整流器はイネーブルされず、内部Pチャンネル同期整流器はフォロワとして機能するので、SWのピーク電圧は標準で($V_{IN}+1V$)に達します。これにより、 V_{OUT} が V_{IN} より小さいときインダクタ電流の制御を維持することによって、突入電流が制限されます。出力が短絡されたときのPチャンネル同期整流器の電力損失を減らすため、フォールドバック機能が備わっており、 V_{IN} が V_{OUT} より1.7V以上高いとピーク・インダクタ電流が減少します。

通常動作

V_{OUT} が V_{IN} よりも0.2V(標準)以上高くなり、どちらの電圧も1.8Vを超えると、通常動作が始まり、同期整流がイネーブルされます。このモードでは、SWとGNDの間に接続された内部NチャンネルMOSFETは、インダクタ電流が最大ピーク値に達するまでオン状態に留まった後オフし、Pチャンネル同期整流器がオンします。同期整流器はオン状態のまま出力に電流を供給しますが、インダクタ電流が最小値より下になるとオフし、このサイクルが繰り返されます。出力電圧が安定化電圧に達すると両方のスイッチがオフし、LTC3525L-3はスリープ状態に入り、その間、出力コンデンサが負荷に電流を供給します。出力電圧が安定化電圧より低くなると、デバイスはスリープ・モードを出てスイッチングを再開します。

LTC3525L-3は低出力電圧リップル用に設計されています。10 μ Fの推奨最小出力コンデンサを使うと、出力電圧リップルは標準で軽負荷ではわずか20mV(ピーク・トゥ・ピーク)、最大負荷では60mV(ピーク・トゥ・ピーク)になります。インダクタ電流がゼロに減少すると、アンチリング回路がスイッチ・ノードでの発振を減衰させます。

電力調整機能

LTC3525L-3は、インダクタ電流のピークと谷を負荷の関数として調整することにより、軽負荷での効率を最大にするとともに、重負荷での電力能力を増大させる機能を備えています。軽負荷でのピーク・インダクタ電流を150mAに下げると、内部MOSFETスイッチの導通損失が減ることにより、効率が最適化されます。負荷が増加するにつれ、ピーク・インダクタ電流は最大400mAまで自動的に増加します。中間の負荷では、ピーク・インダクタ電流は150mA~400mAで変化することができます。負荷が増加するにつれインダクタ電流がどのように変化するかの一例を図2に示します。出力コンデンサの値が47 μ Fを超えると、軽負荷で必要なレベルより高いピーク電流になることに注意してください。このため、軽負荷での効率が下がります。

インダクタ電流の谷も自動的に調節され、比較的一定のインダクタ・リップル電流を維持します。このため、スイッチング周波数が比較的一定に保たれます。

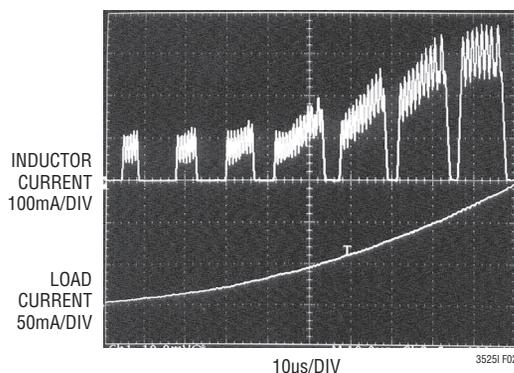


図2. 負荷の関数として変化するインダクタ電流

LTC3525L-3

動作

サポート可能な最大平均負荷電流は次式で与えられます。

$$I_{O(MAX)} = \frac{0.3 \cdot V_{IN} \cdot \eta}{V_O} \text{ Amps}$$

ここで、 η は効率です(「標準的性能特性」を参照)。

「バースト」周波数(LTC3525L-3がどれだけ頻繁に電流パルスのバーストを負荷に供給するか)は内部のヒステリシス(出力電圧リップル)、負荷電流および出力容量の大きさによって決まります。Burst Mode動作やヒステリシスをもったすべてのコンバータは、負荷が十分軽いと可聴周波数範囲に入ります。ただし、軽負荷でのピーク・インダクタ電流が低いので、LTC3525L-3を使った回路は一般に可聴ノイズを生じません。

部品の選択

4.7 μ H～15 μ Hのインダクタ値を推奨します。ほとんどのアプリケーションで、10 μ Hはサイズと効率の間の最良の妥協点を与えます。インダクタは低損失のフェライト・タイプにし、飽和しない状態で少なくとも400mAのピーク電流定格が必要です。DC抵抗が低いインダクタは効率を改善します。インダクタの値はリップル電流に対して大きな影響を与えないので、値を小さくすると動作周波数は増加しますが、出力電圧リップルは減少しないことに注意してください。

推奨インダクタの例として、村田製作所のLQH32C、CoilcraftのLPO4812、LPO3310、DO3314、DS1608およびMSS4020、スミダのCDRH2D14、および太陽誘電のNR3015Tがあります。

セラミック入力バイパス・コンデンサはデバイスの V_{IN} ピンとGNDピンにできるだけ近づけて配置します。最小1 μ Fを推奨します。バッテリーが数インチ以上離れている場合は、少なくとも10 μ Fのバルク・タンタル・デカップリング・コンデンサを V_{IN} に接続することを推奨します。

出力コンデンサもセラミック・コンデンサとし、 V_{OUT} ピンとGNDピンの近くに配置します。最小10 μ Fを推奨します。出力コンデンサの値を22 μ Fに大きくすると出力電圧リップルが小さくなります。コンデンサの値を大きくすると出力リップルがわずかに減少しますが、ピーク・インダクタ電流がその最小値である150mAを超えるため、軽負荷での効率が低下します。入力と出力のコンデンサは、(Y5Vではなく)X5RまたはX7Rのタイプにします。

動作

表1. インダクタの製造元

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
Murata	USA: (814) 237-1431	USA: (814) 238-0490	www.murata.com
Coilcraft	(847) 639-6400	(847) 639-1469	www.coilcraft.com
Sumida	USA: (847) 956-0666	USA: (847) 956-0702	www.sumida.com
Taiyo Yuden	(408) 573-4150	(408) 573-4159	www.t-yuden.com

表2. コンデンサの製造元

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
Murata	USA: (814) 237-1431	USA: (814) 238-0490	www.murata.com
Taiyo Yuden	(408) 573-4150	(408) 573-4159	www.t-yuden.com
TDK	(847) 803-6100	(847) 803-6296	www.component.tdk.com
AVX	(803) 448-9411	(803) 448-1943	www.avxcorp.com

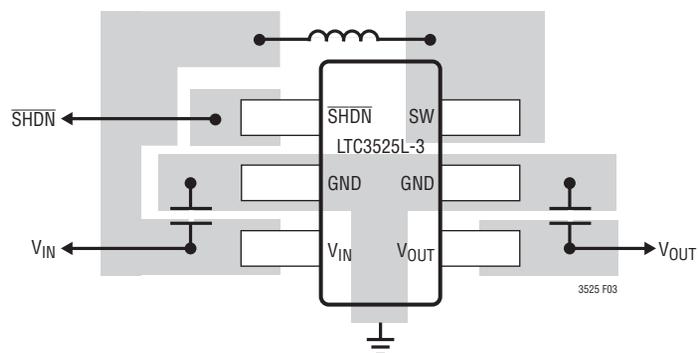
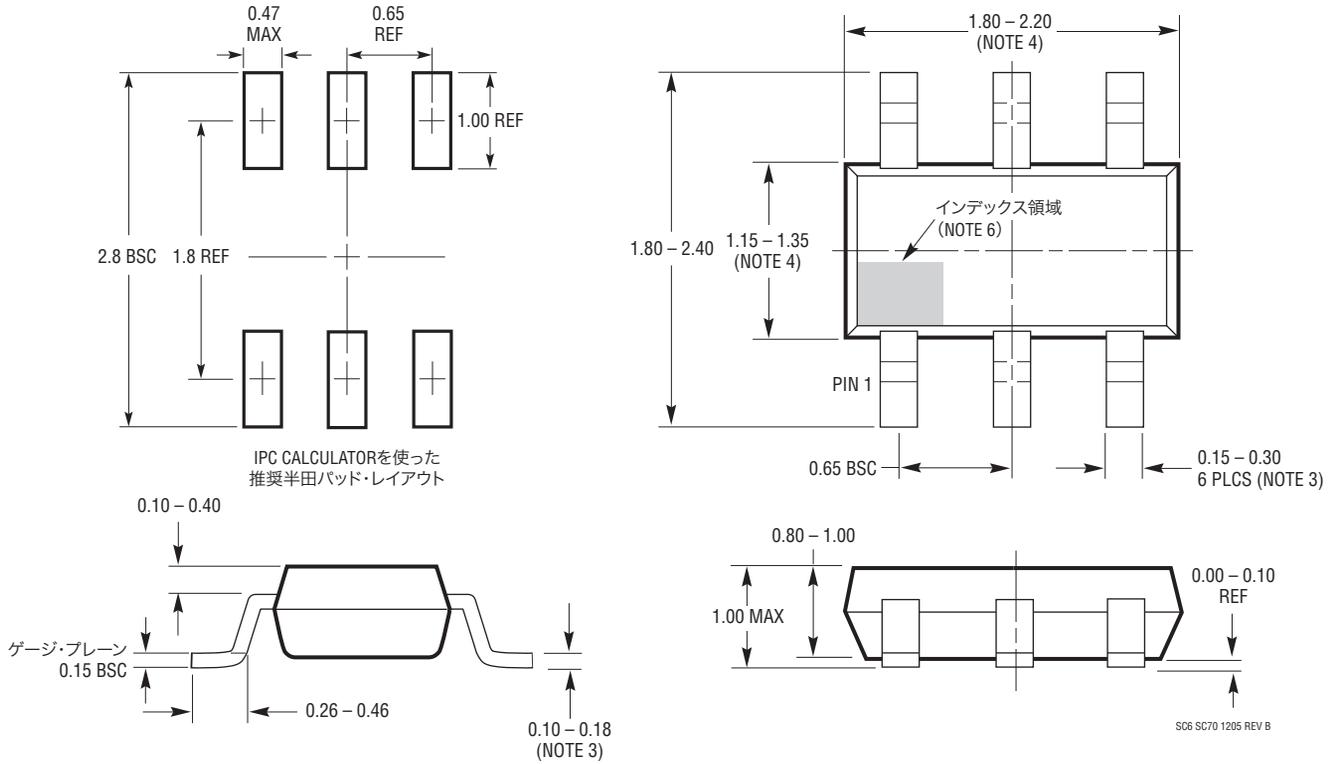


図3. 推奨部品配置

パッケージ

SC6パッケージ 6ピン・プラスチックSC70 (Reference LTC DWG # 05-08-1638 Rev B)



- NOTE:
1. 寸法はミリメートル
 2. 図は実寸とは異なる
 3. 寸法にはメッキを含む
 4. 寸法にはモールドのバリや金属のバリを含まない
 5. モールドのバリは0.254mmを超えてはならない
 6. ピン1の識別マークの詳細はオプションだが、インデックス領域内になければならない
 7. EIAJパッケージの参照番号はEIAJ SC-70である
 8. JEDECパッケージの参照番号はMO-203バリエーションABである

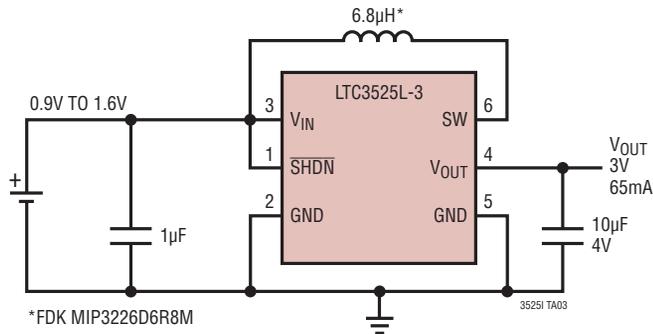
改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	11/10	「パッケージ/発注情報」を改訂	2
		「標準的性能特性」のG15を差し替え	4
		「動作」の「シャットダウン」セクションのテキストを改訂	6
		図1を追加	6

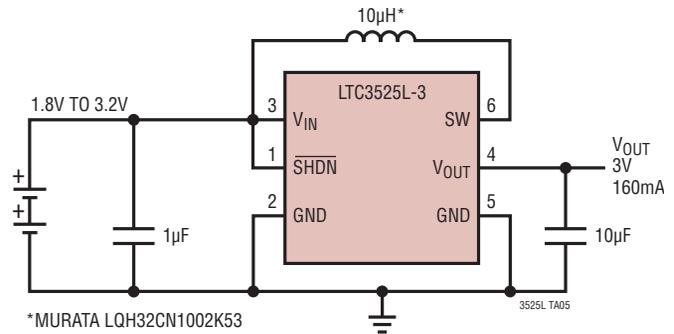
LTC3525L-3

標準的応用例

高さ1mmのモノリシック・インダクタを使った
1セルから3Vのコンバータ



2セルのアルカリまたはNiMHから3V



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT [®] 1615/LT1615-1	300mA/80mA (I _{SW})、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 1V~15V、V _{OUT(MAX)} = 34V、 I _Q = 20µA、I _{SD} < 1µA、ThinSOT [™] パッケージ
LT1930/LTC1930A	1A (I _{SW})、1.2MHz/2.2MHz、 高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 2.6V~16V、V _{OUT(MAX)} = 34V、 I _Q = 4.2mA/5.5mA、I _{SD} < 1µA、ThinSOTパッケージ
LTC3400/LTC3400B	600mA (I _{SW})、1.2MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	効率: 92%、V _{IN} : 0.5V~5V、V _{OUT(MAX)} = 5V、 I _Q = 19µA/300µA、I _{SD} < 1µA、ThinSOTパッケージ
LTC3401	1A (I _{SW})、3MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	効率: 97%、V _{IN} : 0.5V~5V、V _{OUT(MAX)} = 5.5V、 I _Q = 38µA、I _{SD} < 1µA、MSパッケージ
LTC3402	2A (I _{SW})、3MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	効率: 97%、V _{IN} : 0.5V~5V、V _{OUT(MAX)} = 5.5V、 I _Q = 38µA、I _{SD} < 1µA、MSパッケージ
LTC3421	3A (I _{SW})、3MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、 出力切断付き	効率: 96%、V _{IN} : 0.5V~4.5V、V _{OUT(MAX)} = 5.25V、 I _Q = 12µA、I _{SD} < 1µA、QFN-24パッケージ
LTC3422	1.5A (I _{SW})、3MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、 出力切断付き	効率: 96%、V _{IN} : 0.5V~4.5V、V _{OUT(MAX)} = 5.25V、 I _Q = 25µA、I _{SD} < 1µA、3mm×3mm DFNパッケージ
LTC3425	5A (I _{SW})、8MHz、4フェーズ同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、 出力切断付き	効率: 95%、V _{IN} : 0.5V~4.5V、V _{OUT(MAX)} = 5.25V、 I _Q = 12µA、I _{SD} < 1µA、QFN-32パッケージ
LTC3427	0.5A (I _{SW})、1.25MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、 出力切断付き	効率: 94%、V _{IN} : 1.8V~5V、V _{OUT(MAX)} = 5.25V、 I _Q = 350µA、I _{SD} < 1µA、2mm×2mm DFNパッケージ
LTC3429/LTC3429B	600mA、500kHz、シングル/デュアル・セル、 マイクロパワー同期整流式昇圧コンバータ、出力切断機能付き	効率: 96%、V _{IN} : 0.5V~4.4V、V _{OUT(MAX)} = 5V、 I _Q = 20µA、I _{SD} < 1µA、SC70パッケージ
LTC3458	1.4A (I _{SW})、1.5MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、 出力切断付き	V _{IN} : 1.5V~6V、V _{OUT(MAX)} = 7.5V、 I _{SD} < 1µA、3mm×4mm DFNパッケージ
LTC3458L	1.7A (I _{SW})、1.5MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、 出力切断付き	V _{IN} : 1.5V~6V、V _{OUT(MAX)} = 6V、 I _{SD} < 1µA、3mm×4mm DFNパッケージ
LTC3459	60mA、10Vマイクロパワー同期整流式昇圧コンバータ	効率: > 85%、V _{IN} : 1.5V~5.5V、V _{OUT(MAX)} = 10V、 I _Q = 10µA、I _{SD} < 1µA、ThinSOTパッケージ
LTC3525	400mA、マイクロパワー昇圧DC/DCコンバータ、出力切断付き	効率: 95%、V _{IN} : 0.5V~4.5V、V _{OUT(MAX)} = 5V、 I _Q = 7µA、I _{SD} < 1µA、SC70パッケージ
LTC3526/LTC3526B	500mA (I _{SW})、1MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	効率: 94%、V _{IN} : 0.5V~5V、V _{OUT(MAX)} = 5.25V、 I _Q = 9µA/250µA、I _{SD} < 1µA、2mm×2mm DFNパッケージ

3525Ifa