

SOT-23パッケージの シャットダウン機能付きマイクロパワー、安定化 5Vチャージ・ポンプ

1999年9月

特長

- 超低消費電力: $I_{IN} = 13\mu A$
- 安定化5V $\pm 4\%$ 出力電圧
- 出力電流: 50mA ($V_{IN} \geq 3.0V$)
25mA ($V_{IN} \geq 2.7V$)
- 入力範囲: 2.7V ~ 5.5V
- インダクタ不要
- 超低シャットダウン電流: 1 μA 以下
- シャットダウンは V_{IN} から負荷を遮断
- 内部発振器: 700kHz
- 短絡および過熱保護
- 超小型アプリケーション回路 (0.335cm²)
- 6ピンSOT-23パッケージ

アプリケーション

- GSMセルラー電話用SIMインタフェース電源
- リチウムイオン・バッテリー・バックアップ電源
- ローカル3Vから5Vの変換
- スマート・カード・リーダー
- PCMCIAローカル5V電源

概要

LTC®1754-5は安定化された5V出力を生成するマイクロパワー・チャージ・ポンプDC/DCコンバータです。入力電圧範囲は2.7V ~ 5.5Vです。消費電流が非常に低く(無負荷時に標準13 μA)、外付け部品点数も少ない(V_{IN} と V_{OUT} に1個の1 μF フライング・コンデンサと2個の小さなバイパス・コンデンサ)ため、小型バッテリー電源アプリケーションに最適です。以下に示すアプリケーション回路の全部品実装面積は、わずか0.335cm²です。

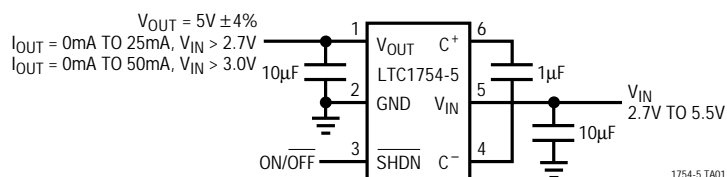
LTC1754-5はバースト・モード™スイッチト・キャパシタ電圧ダブラーとして動作し、安定化出力を生成します。また、サーマル・シャットダウン機能を備えているため、 V_{OUT} からGNDに連続して短絡しても損傷することはありません。

LTC1754-5は6ピンSOT-23パッケージで供給されます。

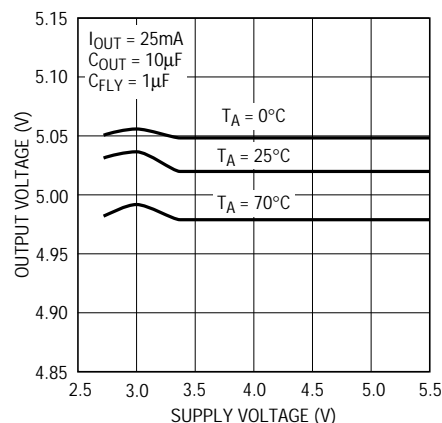
LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。
Burst Modeはリニアテクノロジー社の商標です。

標準的応用例

2.7V ~ 5.5V入力電源から安定化5V出力



出力電圧と電源電圧



1574-5 TA02

絶対最大定格

(Note 1)

 V_{IN} から GND - 0.3V ~ 6V V_{OUT} から GND - 0.3V ~ 6V

SHDN から GND - 0.3V ~ 6V

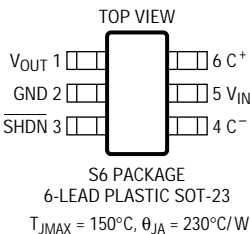
 V_{OUT} 短絡時間 無限

動作温度範囲 (Note 3) - 40 ~ 85

保存温度範囲 - 65 ~ 150

リード温度 (半田付け、10秒) 300

パッケージ/発注情報

	ORDER PART NUMBER
	LTC1754ES6-5
	S6 PART MARKING
	LTLW

インダストリアルおよびミリタリ・グレードはお問い合わせください。

電気的特性

● は全動作温度範囲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、 $V_{IN} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $C_{FLY} = 1\mu\text{F}$ (Note 2)、 $C_{IN} = 10\mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$ 、 $T_{MIN} \sim T_{MAX}$ 。(Note 3)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{IN}	Input Supply Voltage		2.7		5.5	V
V_{OUT}	Output Voltage	$2.7\text{V} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{V}$, $I_{OUT} \leq 25\text{mA}$ (Note 4)	4.8	5	5.2	V
		$3.0\text{V} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{V}$, $I_{OUT} \leq 50\text{mA}$ (Note 4)	4.8	5	5.2	V
I_{CC}	Operating Supply Current	$2.7\text{V} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{mA}$, $\overline{\text{SHDN}} = V_{IN}$		13	30	μA
I_{SHDN}	Shutdown Supply Current	$2.7\text{V} \leq V_{IN} \leq 3.6\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{mA}$, $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$		0.01	1	μA
		$3.6\text{V} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{mA}$, $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$			2.5	μA
V_R	Output Ripple	$V_{IN} = 3\text{V}$, $I_{OUT} = 50\text{mA}$		65		mV _{P-P}
η	Efficiency	$V_{IN} = 3\text{V}$, $I_{OUT} = 50\text{mA}$		82.7		%
f_{OSC}	Switching Frequency	Oscillator Free Running		700		kHz
V_{IH}	$\overline{\text{SHDN}}$ Input Threshold (High)		1.4			V
V_{IL}	$\overline{\text{SHDN}}$ Input Threshold (Low)				0.3	V
I_{IH}	$\overline{\text{SHDN}}$ Input Current (High)	$\overline{\text{SHDN}} = V_{IN}$	-1		1	μA
I_{IL}	$\overline{\text{SHDN}}$ Input Current (Low)	$\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$	-1		1	μA
t_{ON}	V_{OUT} Turn-On Time	$V_{IN} = 3\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{mA}$		0.4		ms
I_{SC}	Output Short-Circuit Current	$V_{IN} = 3\text{V}$, $V_{OUT} = 0\text{V}$, $\overline{\text{SHDN}} = 3\text{V}$		150		mA

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

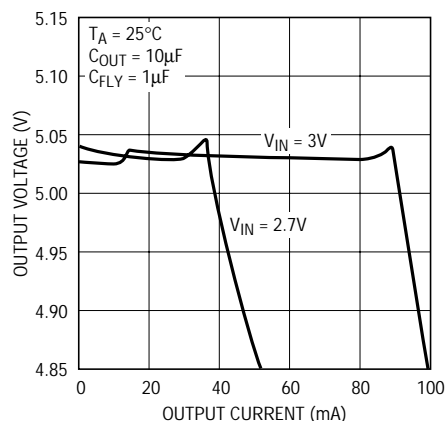
Note 2: $0.6\mu\text{F}$ は定格出力電流能力を発揮するために必要な最小 C_{FLY} 容量。コンデンサの材料の選択によっては、全温度範囲で $0.6\mu\text{F}$ を達成するのにこれよりいくらか大きな容量のコンデンサが必要な場合もある。

Note 3: LTC1754ES6-5 は $0 \sim 70^\circ\text{C}$ まで性能仕様に適合することが保証される。 $-40 \sim 85^\circ\text{C}$ の動作温度範囲における仕様は、設計、特性評価、および統計的プロセス・コントロールとの相関で保証されている。

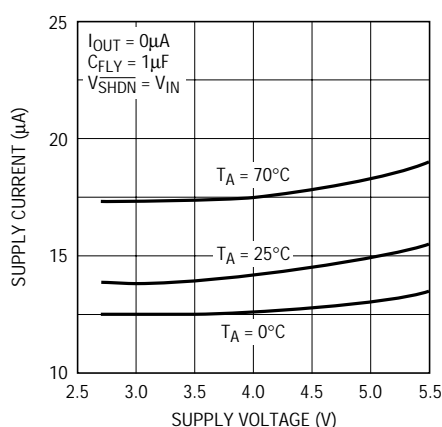
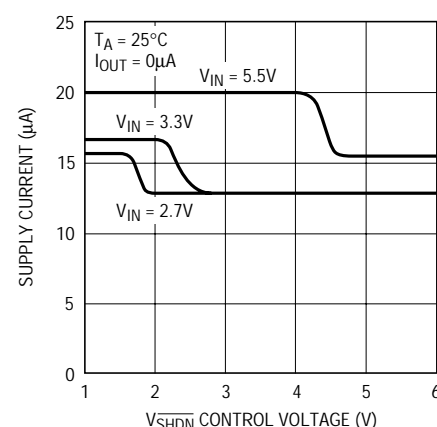
Note 4: V_{OUT} は、重負荷および低電源電圧条件では直接テストされていない。チャージ・ポンプの強度は、LTC1754-5 をオープン・ループ構成で動作させて直接測定される。

標準的性能特性

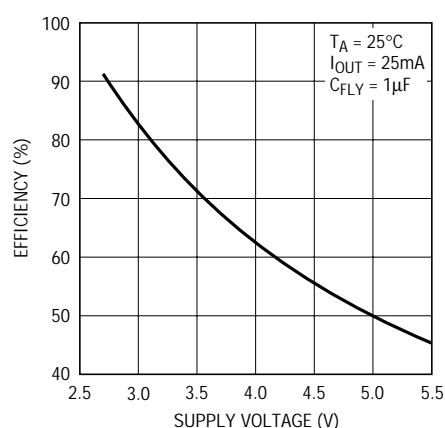
出力電圧と出力電流



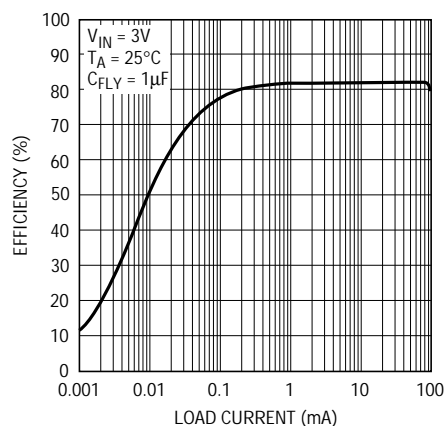
無負荷電源電流と電源電圧

電源電流とV_{SHDN}

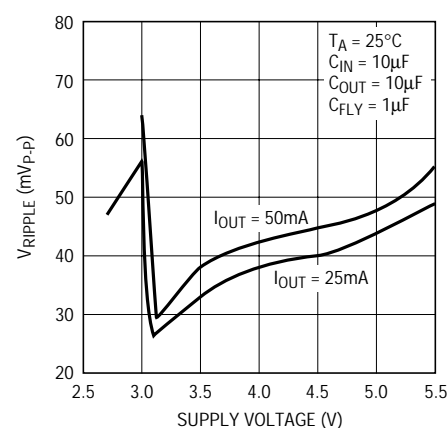
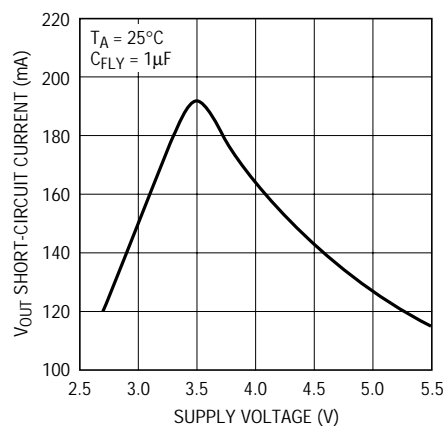
効率と電源電圧



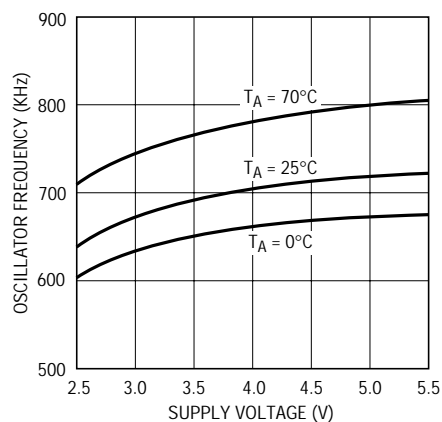
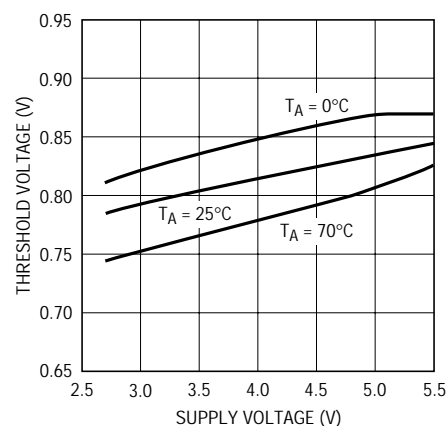
効率と負荷電流



出力リップルと電源電圧

V_{OUT} 短絡電流と電源電圧

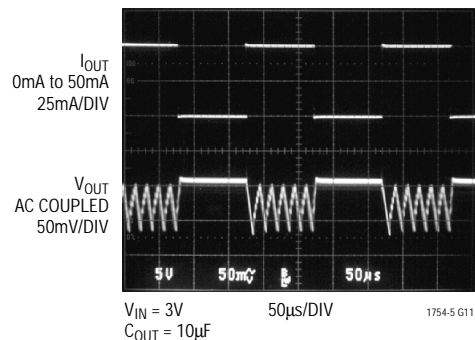
発振器周波数と電源電圧

V_{SHDN} スレッシュホールド電圧と電源電圧

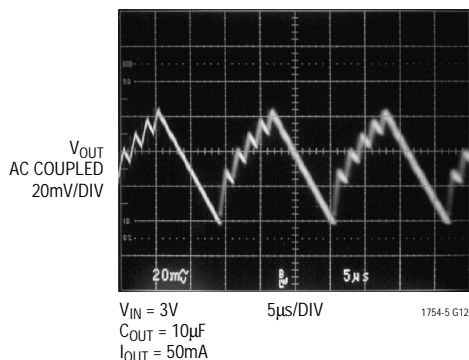
LTC1754-5

標準的性能特性 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

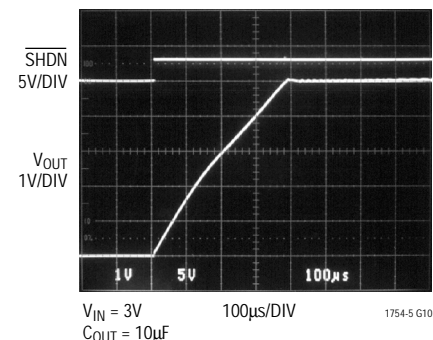
負荷過渡応答



出力リップル



起動時間



ピン機能

V_{OUT} (ピン1): 安定化出力電圧。最高の性能を達成するには、 $6.8\mu F$ (最小) の低ESRのコンデンサを、可能な限りピンの近くに配置して、 V_{OUT} をバイパスしてください。

GND (ピン2): グランド。最高の性能を実現するには、グランド・プレーンに接続してください。

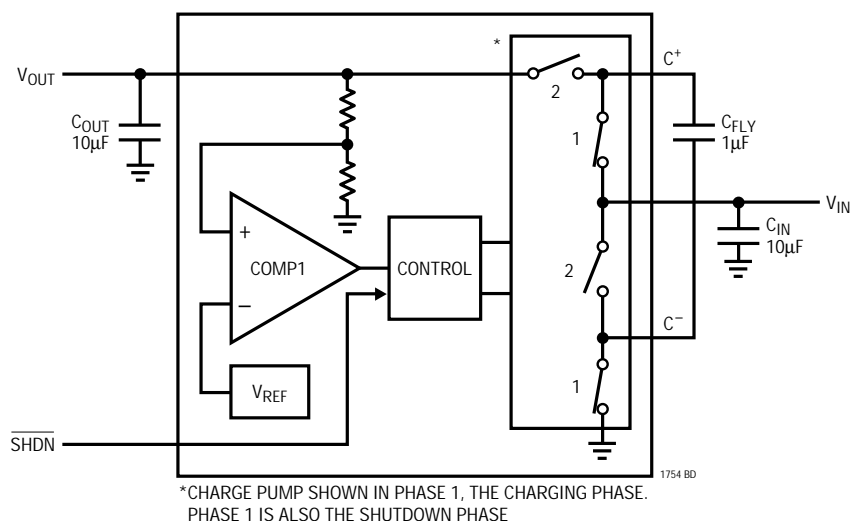
\overline{SHDN} (ピン3): アクティブ“L”のシャットダウン入力。 \overline{SHDN} が“L”のときは、LTC1754-5がディスエーブルされます。 \overline{SHDN} はフロート状態にしてはなりません。

C^- (ピン4): フライイング・コンデンサ負端子。

V_{IN} (ピン5): 入力電源電圧。 V_{IN} は $6.8\mu F$ (最小) の低ESRコンデンサでバイパスしてください。

C^+ (ピン6): フライイング・コンデンサ正端子。

簡略ブロック図



アプリケーション情報

動作(ブロック図を参照)

LTC1754-5はスイッチト・キャパシタ・チャージ・ポンプを使用して、 V_{IN} を安定化された $5V \pm 4\%$ 出力電圧に昇圧します。安定化は出力電圧を内部抵抗分割器を介して検知し、出力電圧がCOMP1の下限トリップ・ポイントより低下するとチャージ・ポンプがイネーブルされて実行されます。チャージ・ポンプがイネーブルされると、2相の非重複クロックがチャージ・ポンプ・スイッチを稼働させます。フライング・コンデンサは、クロックのフェーズ1で V_{IN} に充電されます。クロックのフェーズ2で、 V_{IN} と直列にスタックされ V_{OUT} に接続されます。このフライング・コンデンサの充電および放電シーケンスは、700kHz(標準)の自走周波数で継続します。分圧された出力電圧がCOMP1の上限トリップ・ポイントに達すると、チャージ・ポンプがディスエーブルされます。チャージ・ポンプがディスエーブルされると、LTC1754-5は V_{IN} からわずか13 μA (標準)しか消費せず、低負荷条件で高い効率を実現します。

シャットダウン・モードでは、すべての回路がターンオフし、LTC1754-5は V_{IN} 電源からわずかなリーク電流しか流入しません。さらに、 V_{IN} から V_{OUT} が切り離されます。 \overline{SHDN} ピンは約0.8Vのスレッシュホールドを有するCMOS入力ですが、 V_{IN} 電圧を超えるロジック・レベルにドライブ可能です。 \overline{SHDN} ピンにロジック“L”が印加されると、LTC1754-5はシャットダウン・モードに入ります。 \overline{SHDN} ピンはハイインピーダンスのCMOS入力ですので、フロート状態にしてはなりません。指定された状態に確定するために、常に有効なロジック・レベルでドライブする必要があります。

電源効率

LTC1754-5の効率(η)は、有効入力電圧が実際の入力電圧の2倍のリニア・レギュレータの効率に似ています。これは倍電圧チャージ・ポンプの入力電流が出力電流のほぼ2倍であるためです。理想的な倍電圧レギュレータでは、電力効率は次式で与えられます：

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{(V_{OUT})(I_{OUT})}{(V_{IN})(2I_{OUT})} = \frac{V_{OUT}}{2V_{IN}}$$

中 - 高出力電力では、LTC1754-5のスイッチング損失と消費電流は無視できるので、上式は有効です。たとえば、 $V_{IN} = 3V$ 、 $I_{OUT} = 20mA$ 、 V_{OUT} が5Vに安定化されて

いる場合、測定された効率は82.7%で、計算により求めた理論値の83.3%に近似しています。LTC1754-5は本質的に低電力設計となっているので、かなりの軽負荷時にも良好な効率を維持し続けます。

短絡/熱保護

短絡状態では、LTC1754-5は V_{IN} から100mA ~ 200mAの電流が流入するため、接合部温度が上昇します。内蔵サーマル・シャットダウン回路は、接合部温度が150 °Cを超えるるとチャージ・ポンプをディスエーブルし、接合部温度が140 °Cまで低下すると再びチャージ・ポンプをイネーブルします。LTC1754-5は、 V_{OUT} の短絡状態がなくなるまで、ラッチアップを起こしたり損傷することなく、無限にサーマル・シャットダウンの入り切りを繰り返します。

コンデンサの選択

LTC1754-5で使用するコンデンサの種別と容量によって、出力リップル、チャージ・ポンプ能力、およびターンオン時間などのいくつかの重要なパラメータが決まります。

ノイズとリップルを低減するには、 C_{IN} と C_{OUT} に低ESR(0.1 Ω 以下)のコンデンサの使用を推奨します。これらのコンデンサは、セラミックまたはタンタルの容量6.8 μF 以上のものでなければなりません。アルミニウム・コンデンサはESRが高いため推奨されません。 V_{IN} のソース・インピーダンスが数MHzまでの周波数に対して非常に低い場合は、 C_{IN} が必要ないこともあります。

容量が1 μF ~ 2.2 μF のフライング・コンデンサには、セラミック・コンデンサが推奨されます。大容量のフライング・コンデンサ(2.2 μF 以上)を使用した場合は、 C_{OUT} も大きくしないと出力リップルが増加することに注意してください。負荷が非常に軽いアプリケーションでは、 C_{FLY} を0.01 μF ~ 0.047 μF に低減できることがあります。これによって出力リップルは減少しますが、最大出力電流と効率も低下します。

定格出力電流を得るには、フライング・コンデンサの容量が0.6 μF 以上であることが必要です。コンデンサの材質が異なると、温度に対する容量の低減特性も異なります。たとえば、X7R材質でできているセラミック・コンデンサは、-40 ~ 85 °Cの温度範囲においてほとんどその容量を保持しますが、Z5UまたはY5Vスタイルのコンデンサは同じ範囲でかなりの容量を失います。コンデンサ製造業者のデータ

アプリケーション情報

シートを検討して、全温度範囲において $0.6\mu\text{F}$ を確保するのに必要なコンデンサの種別と容量を決定してください。

出力リップル

センス・コンパレータのヒステリシスおよびチャージ・ポンプ制御回路の伝播遅延のために、低周波安定化モード・リップルが存在します。このリップルの振幅と周波数は、負荷電流、入力電圧、および出力コンデンサのサイズに大きく依存しています。 V_{IN} が高い場合は、チャージ・ポンプ能力が強化されたことによる速いエッジ特性をもつため安定化回路の動作を追い越し、リップル電圧がかなり高くなる可能性があります。一般に、安定化リップルはノコギリ波形をもちます。

チャージ・ポンプの電荷転送動作のために、出力コンデンサには高周波数リップル成分も存在する場合があります。この場合、出力には充電フェーズ中に電圧パルスが現れることがあります。このパルスは充電電流と出力コンデンサのESRの積によって生じます。入力電圧、フライング・コンデンサの容量、および出力コンデンサのESRに比例します。

$V_{\text{IN}} = 3\text{V}$ のときの最大負荷での標準的な結合出力リップルは、低ESRの $10\mu\text{F}$ 出力コンデンサを使用した場合は $65\text{mV}_{\text{p-p}}$ です。出力コンデンサの容量が小さいかまたは大出力電流負荷か、あるいはその両方の場合、出力電圧のスルーレートが高くなるためリップルが増加します。

出力電圧リップルを低減する方法がいくつかあります。 V_{IN} が 3.3V を超えるアプリケーション、または 100mV 以下のピーク・ツー・ピーク・リップルが要求されるアプリケーションでは、大容量の C_{OUT} コンデンサ($22\mu\text{F}$ 以上)が推奨されます。大容量 C_{OUT} コンデンサを使用すると、一般に大容量(ケース・サイズが大きい)コンデンサは低い C_{OUT} 充電・放電スルーレートでかつ低ESRなので、低周波および高周波リップルが低減できます。低ESRのセラミック出力コンデンサによって高周波リップルが低減されますが、高容量コンデンサを使用しない限り、低周波リップルは低減されません。低周波および高周波リップルの両方を低減するため妥当な方法は、 V_{OUT} の $1\mu\text{F} \sim 3.3\mu\text{F}$ セラミック・コンデンサと並列に $10\mu\text{F} \sim 22\mu\text{F}$ のタンタル・コンデンサを使用することです。R-Cフィルタを使用して、高周波電圧スパイクを低減することもできます(図1参照)。

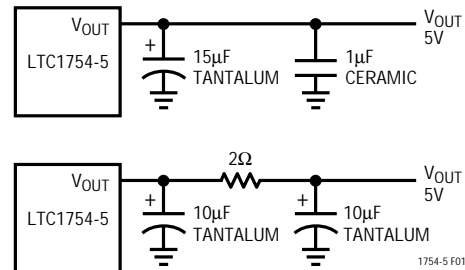


図1. 出力リップル低減方法

低負荷または高 V_{IN} アプリケーションでは、フライング・コンデンサに小容量値を使用すれば出力リップルを低減できます。フライング・コンデンサが小容量($0.01\mu\text{F} \sim 0.47\mu\text{F}$)の場合は、クロック・サイクルごとに出力コンデンサに供給される電荷が少なくなり、出力リップルも減少します。しかし、小容量のフライング・コンデンサでは、最大出力電流と効率がともに低下します。

大容量の出力コンデンサを使用するときには、デバイスのターンオン時間が長くなることに注意してください。

突入電流

通常動作中に、 V_{IN} にはチャージ・ポンプがイネーブルされるたびに $50\text{mA} \sim 100\text{mA}$ の範囲の過渡電流が発生します。しかし、起動時にはこれらの突入電流が 250mA に達することがあります。このため、入力電源と V_{IN} ピンの間のソース抵抗を小さくすることが重要です。ソース抵抗が大きすぎると、安定化の問題が発生したり、起動が防げられる可能性があります。

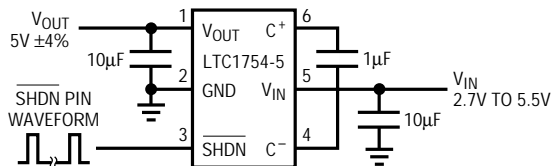
超低消費電流($I_{\text{Q}} = 4\mu\text{A}$) 安定化電源

LTC1754-5は、 V_{OUT} から標準で $1.5\mu\text{A}$ 流れる抵抗分割器(簡略ブロック図を参照)を内蔵しています。無負荷条件では、 $C_{\text{OUT}} = 10\mu\text{F}$ の場合、この内部負荷によって V_{OUT} での減衰速度は、わずか $150\text{mV}/\text{秒}$ です。 $2\text{Hz} \sim 100\text{Hz}$ でデューティ・サイクルが $2\% \sim 5\%$ の信号を $\overline{\text{SHDN}}$ ピンに印加すれば、頻繁にシャットダウンの起こるのを防止して図2の回路は安定化を維持します。LTC1754-5はほとんど全部の時間をシャットダウン状態で費やすため、無負荷消費電流は、約 $(V_{\text{OUT}})(1.5\mu\text{A})/(\eta V_{\text{IN}})$ となります。

LTC1754-5は最低 $200\mu\text{s}$ の間シャットダウンから解放し、出力を検知して安定化を維持できるようにしなければ

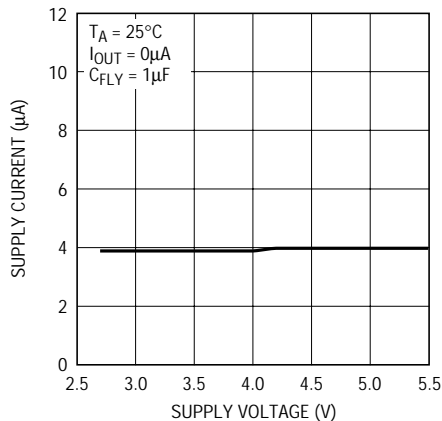
アプリケーション情報

ばなりません。2Hz、デューティ・サイクル2%の信号により、無負荷状態で V_{OUT} の安定化を維持します。 V_{OUT} の負荷電流が増加したら、LTC1754-5がシャットダウン



LOW I_Q MODE (2Hz TO 100Hz, 2% TO 5% DUTY CYCLE) 1754-5 F02

図2. 超低消費電流安定化電源



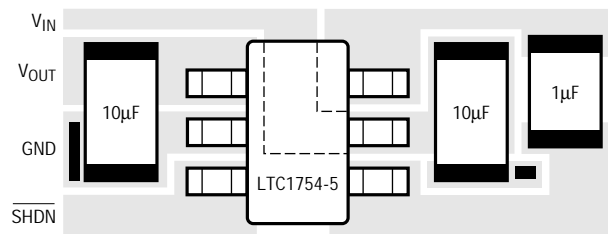
1754-5 F03

図3. 図2に示す回路での無負荷電源電流と電源電圧

から解放される周波数を高くして、OFFフェーズ中に V_{OUT} が4.8V以下に低下しないようにする必要があります。SHDNピンに100Hz、デューティ・サイクル2%の信号を印加すると、負荷電流が100µAでも適切な安定化が保証されます。100µA以上の負荷電流が必要なときには、SHDNピンは通常動作時と同様に“H”にしなければなりません。 $V_{IN} = 3V$ でのこの回路の標準無負荷電源電流はわずか4µAです。

レイアウトの検討事項

LTC1754-5は高いスイッチング周波数と大きな過渡電流を生成するため、ボードのレイアウトを慎重に行う必要があります。真のグランド・プレーンを使用しすべてのコンデンサへの接続を短くすると、性能が向上し、あらゆる条件で適切な安定化を保証します。図4に推奨レイアウト構成を示します。

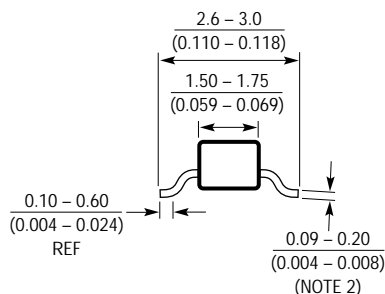


1754-5 F04

図4. 推奨レイアウト

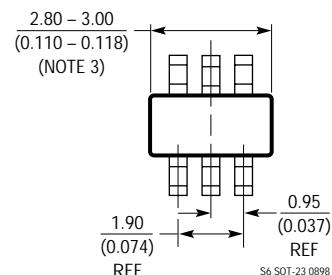
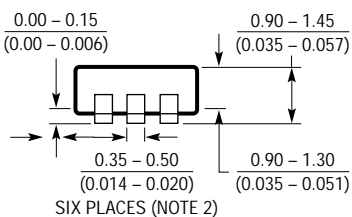
パッケージ 注記がない限り寸法はインチ (ミリメートル)

S6パッケージ 6ピン・プラスチックSOT-23 (LTC DWG # 05-08-1634)



NOTE:

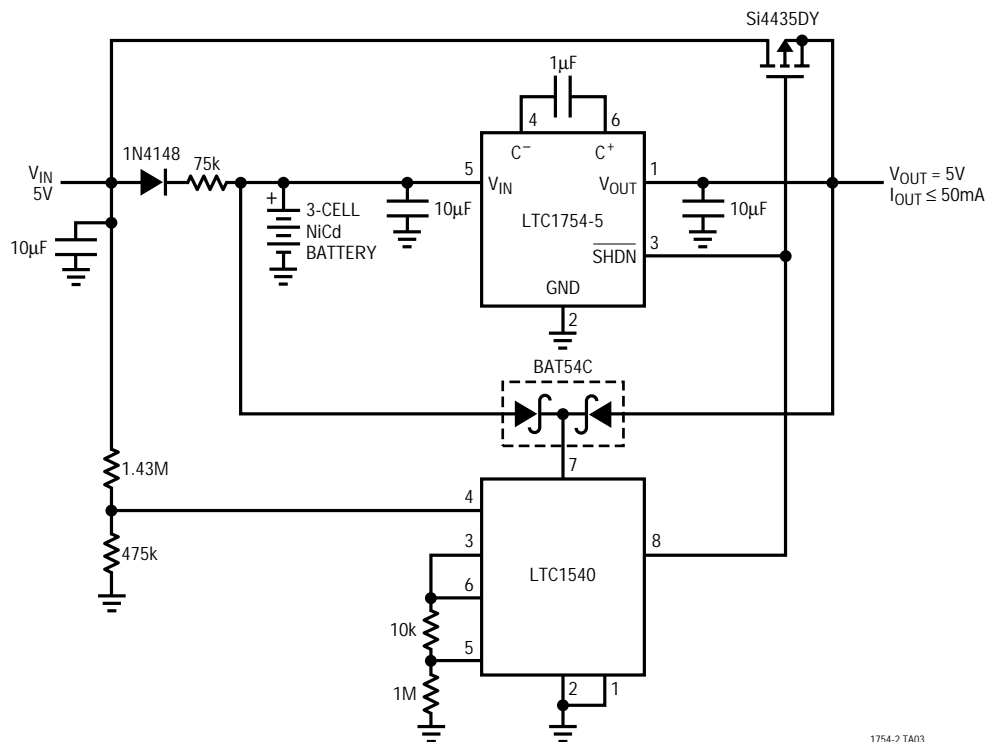
1. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
2. DIMENSIONS ARE INCLUSIVE OF PLATING
3. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF MOLD FLASH AND METAL BURR
4. MOLD FLASH SHALL NOT EXCEED 0.254mm
5. PACKAGE EIAJ REFERENCE IS SC-74 (EIAJ)



S6 SOT-23 0898

標準的応用例

自動切替え、逆電流なし低電力バッテリー・バックアップ電源



1754-2 TA03

関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1054	高電力ダブラー・チャージ・ポンプ	最大出力100mA、 $V_{IN} = 3.5V \sim 15V$ 、SO-8/パッケージ
LTC1144	シャットダウン機能付きチャージ・ポンプ・インバータ	$V_{IN} = 2V \sim 18V$ 、 $15V \sim -15V$ 出力
LTC1262	12V、30mAフラッシュ・メモリ・プログラミング電源	安定化12V $\pm 5\%$ 出力、 $I_Q = 500\mu A$
LTC1514/LTC1515	昇降圧チャージ・ポンプ、 $I_Q = 60\mu A$	3V、3.3V、5Vで出力50mA、2V $\sim 10V$ 入力
LTC1516	マイクロパワー、5Vチャージ・ポンプ	$I_Q = 12\mu A$ 、最大出力50mA、 $V_{IN} = 2V \sim 5V$
LTC1517-5/LTC1517-3.3	マイクロパワー5V/3.3Vダブラー・チャージ・ポンプ	$I_Q = 6\mu A$ 、最大出力20mA
LTC1522	マイクロパワー5Vダブラー・チャージ・ポンプ	$I_Q = 6\mu A$ 、最大出力20mA
LT1615	SOT-23昇圧スイッチング・レギュレータ	$I_Q = 20\mu A$ 、 $V_{IN} = 1.2V \sim 15V$ 、最大出力34V
LTC1682	低ノイズ・ダブラー・チャージ・ポンプ	出力ノイズ = $60\mu V_{RMS}$ 、2.5V $\sim 5.5V$ 出力