

SC70およびThinSOTの 白色LED昇圧コンバータ

特長

- 整合するLED電流
- 高効率：84%(標準)
- 3.2V電源で最多4個のLEDをドライブ
- 5V電源で最多6個のLEDをドライブ
- 堅牢な36Vバイポーラ・スイッチ
- 1.2MHzの高速スイッチング周波数
- 高さ1mmの小型インダクタを使用
- 出力コンデンサはわずか0.22 μ F
- 高さの低いSC70およびThinSOT™パッケージ

アプリケーション

- 携帯電話
- PDA、ハンドヘルド・コンピュータ
- デジタル・カメラ
- MP3プレイヤー
- GPSレシーバ

概要

LT®1937は、定電流で白色LEDをドライブするように特別に設計された昇圧DC/DCコンバータです。1セルのリチウムイオン・バッテリーで直列に接続された2個～4個のLEDをドライブできます。LEDを直列に接続すると、同一のLED電流が供給されるので均一な輝度が得られ、バラスト抵抗が不要になります。LT1937は1.2MHzでスイッチングを行うので、小型の外付け部品を使用することができます。0.22 μ Fという小さい出力コンデンサを使用可能なので、代替ソリューションに比べてスペースとコストを削減できます。帰還電圧が95mVと低いので電流設定抵抗での電力損失が最小限に抑えられ、効率が向上します。

LT1937は高さの低いSC70パッケージとThinSOTパッケージで供給されます。

LT、LTC、LTはリアテクノロジー社の登録商標です。
ThinSOTはリアテクノロジー社の商標です。

標準的応用例

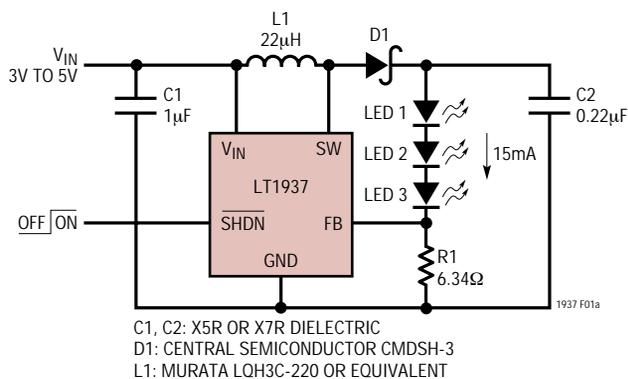
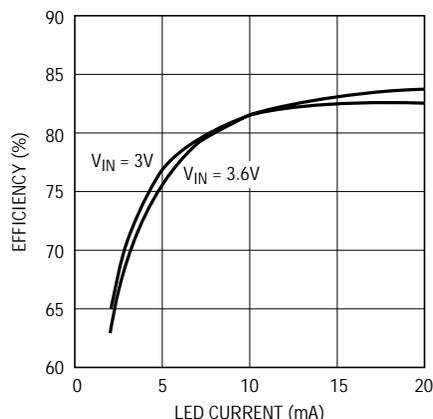


図1. リチウムイオン・バッテリーを使った3個の白色LED用ドライバ

変換効率



LT1937

絶対最大定格 (Note 1)

入力電圧 (V_{IN})	10V	拡張された
SW電圧	36V	コマーシャル動作温度範囲 (Note 2)
FB電圧	10V	最大接合部温度
SHDN電圧	10V	保存温度範囲
		リード温度 (半田付け、10秒)

パッケージ/発注情報

<p>S5 PACKAGE 5-LEAD PLASTIC TSOT-23</p> <p>$T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}$, $\theta_{JA} = 256^{\circ}\text{C/W}$ IN FREE AIR $\theta_{JA} = 120^{\circ}\text{C}$ ON BOARD OVER GROUND PLANE</p>	ORDER PART NUMBER	<p>SC6 PACKAGE 6-LEAD PLASTIC SC70</p> <p>$T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}$, $\theta_{JA} = 256^{\circ}\text{C/W}$ IN FREE AIR $\theta_{JA} = 150^{\circ}\text{C}$ ON BOARD OVER GROUND PLANE</p>	ORDER PART NUMBER
	LT1937ES5		LT1937ESC6
	S5 PART MARKING		SC6 PART MARKING
	LTYN		LAAB

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

電気的特性 $T_A = 25$ 。注記がない限り、 $V_{IN} = 3\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = 3\text{V}$ 。

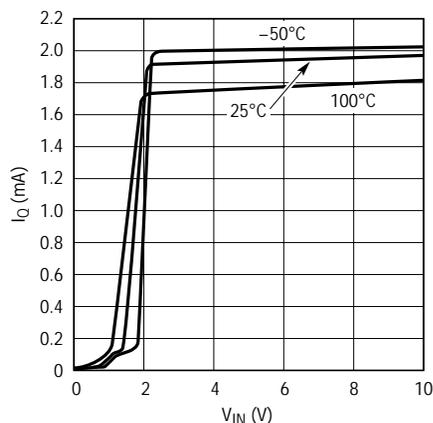
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Operating Voltage		2.5			V
Maximum Operating Voltage				10	V
Feedback Voltage	$I_{SW} = 100\text{mA}$, Duty Cycle = 66%	86	95	104	mV
FB Pin Bias Current		10	45	100	nA
Supply Current	$\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$		1.9 0.1	2.5 1.0	mA μA
Switching Frequency		0.8	1.2	1.6	MHz
Maximum Duty Cycle		85	90		%
Switch Current Limit			320		mA
Switch V_{CESAT}	$I_{SW} = 250\text{mA}$		350		mV
Switch Leakage Current	$V_{SW} = 5\text{V}$		0.01	5	μA
SHDN Voltage High		1.5			V
SHDN Voltage Low				0.4	V
SHDN Pin Bias Current			65		μA

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: LT1937Eは、0 ~ 70 の温度範囲で仕様に適合することが保証されている。- 40 ~ 85 の動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

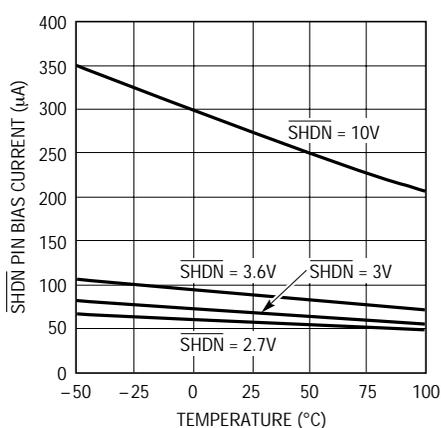
標準的性能特性

静止電流



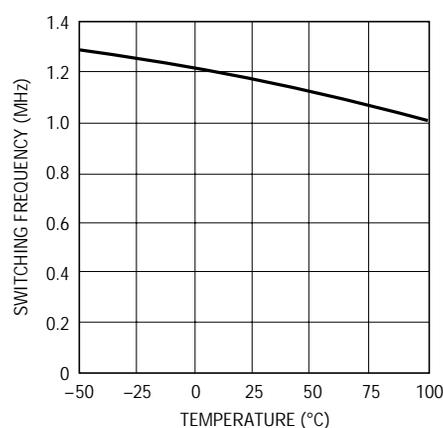
1937 G01

SHDNピンのバイアス電流



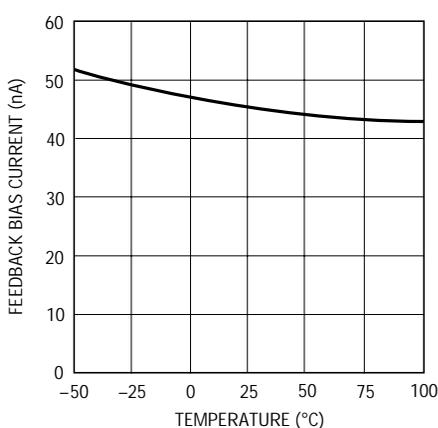
1937 G02

スイッチング周波数



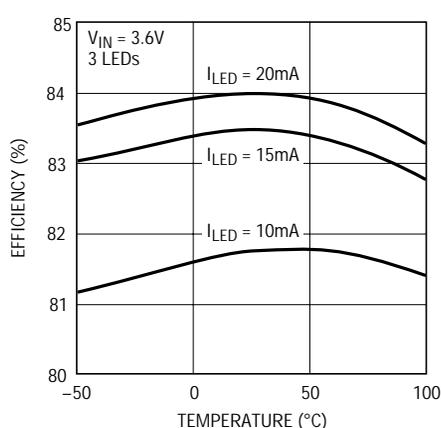
1937 G03

フィードバック・バイアス電流



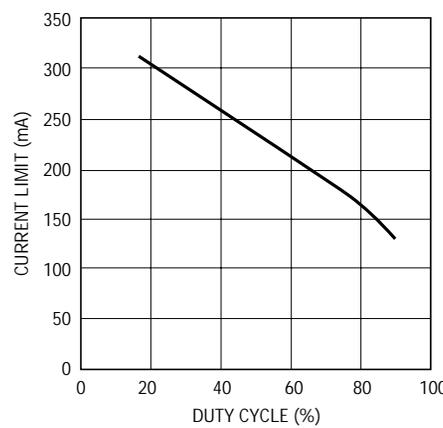
1937 G04

効率と温度



1937 G05

電流制限とデューティ・サイクル



1937 G06

ピン機能

SW (ピン1) : スイッチ・ピン。インダクタ/ダイオードをここに接続します。このピンのトレース面積を小さくしてEMIを抑えます。

GND (ピン2) : グランド・ピン。ローカル・グランド・プレーンに直接接続します。

FB (ピン3) : フィードバック・ピン。リファレンスの電圧は95mVです。一番下のLEDのカソードと抵抗をここに接続します。抵抗値を次式にしたがって計算します。

$$R_{FB} = 95\text{mV}/I_{LED}$$

SHDN (ピン4) : シャットダウン・ピン。デバイスをイネーブルするには1.5V以上に接続します。デバイスをディスエーブルするには0.4V以下に接続します。

GND (ピン5、SC70パッケージ) : グランド・ピン。ピン2とローカル・グランド・プレーンに接続します。

V_{IN} (ピン5/ピン6 SC70パッケージ) : 入力電源ピン。ローカルにバイパスする必要があります。

ブロック図

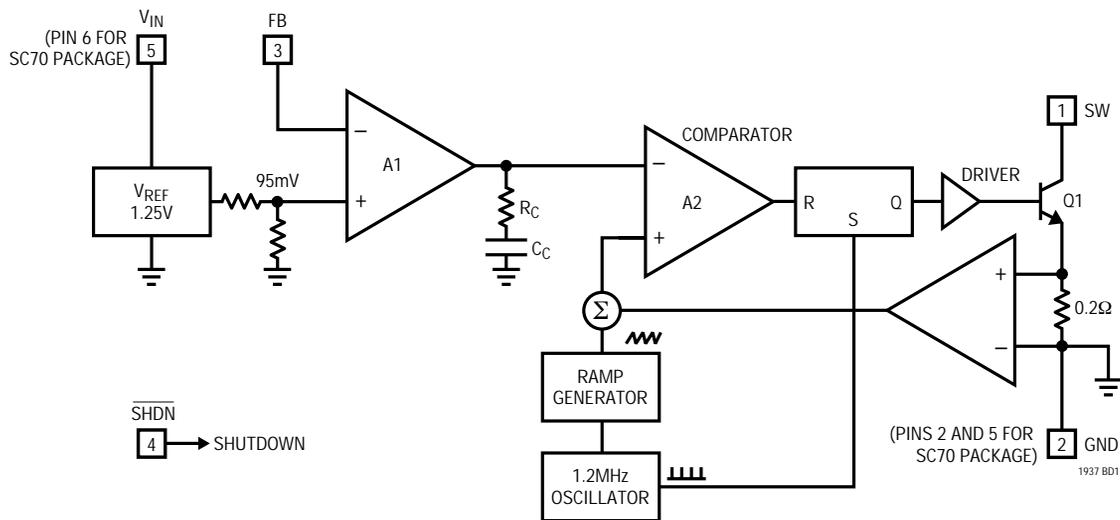


図2 . LT1937のブロック図

動作

LT1937は固定周波数の電流モード制御方式を使って、優れたライン・レギュレーションとロード・レギュレーションを実現します。図2のブロック図を参照すると動作をよく理解できます。発振器の各サイクルの開始点で、SRラッチがセットされ、パワー・スイッチQ1をターンオンします。スイッチ電流に比例した電圧が安定化ランプに加算され、その和がPWMコンパレータA2のプラス端子に与えられます。この電圧がA2のマイナス入力のレベルを超すと、SRラッチがリセットされ、パワー・スイッチをターンオフします。A2のマイナス入力のレベルは誤差アンプA1によって設定され、帰還電圧と95mVのリファレンス電圧の差を単に増幅したものです。このようにして、誤差アンプは正しいピーク電流レベルを設定し、出力を安定化された状態に保ちます。誤差アンプの出力が上がると、出力に供給される電流が増えます。誤差アンプの出力が下がると、供給される電流が減ります。

最小出力電流

LT1937は低出力電流に直列接続された3個のLEDを、15mA動作のために指定されたのと同じ外付け部品を使って、パルス・スキップなしに、4.2V電源を使って約4mAまで安定化することができます。電流がさらに減少すると、デバイスはパルス・スキップを開始します。

このため、低周波数のリップルがいくらか生じます。ただし、LED電流は平均ベースではゼロまで安定化されたままです。図3の写真は4mAの負荷で3個の白色LEDをドライブしている回路動作の細部を示しています。ピーク・インダクタ電流は50mAより小さく、レギュレータは不連続モードで動作します。つまり、インダクタ電流は放電フェーズのあいだにゼロに達します。インダクタ電流がゼロに達した後、スイッチ・ピンには、スイッチとダイオードの容量と結合したインダクタによって形成されるLCタンク回路に起因するリングングが現われます。このリングングは害を及ぼしません。スイッチの遷移に比べて、このリングングにははるかに小さなスペクトル・エネルギーしか含まれていません。リングングはインダクタにまたがって300Ωの抵抗を接続して減衰させることができます。ただし、このために効率は低下します。

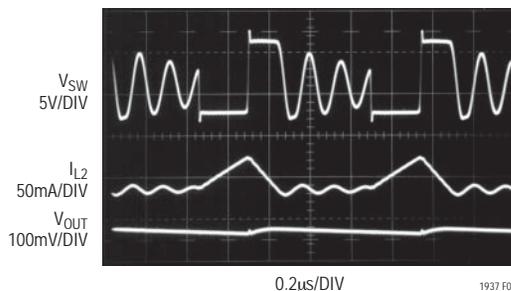


図3 . I_LED = 4mA、V_IN = 3.6Vでのスイッチング波形

アプリケーション情報

インダクタの選択

LT1937のほとんどのアプリケーションには、22 μ Hのインダクタを推奨します。サイズが小さいことと効率が高いことは重要ですが、インダクタは1.2MHzでコア損失が少なく、DCR(銅線抵抗)が小さいことが必要です。サイズが小さなこの種類に属するいくつかのインダクタを表1に示します。異なったインダクタの効率の比較は図4に示します。

表1. 推奨インダクタ

部品番号	DCR (Ω)	電流定格 (mA)	製造元
LQH3C220	0.71	250	Murata 814-237-1431 www.murata.com
ELJPC220KF	4.0	160	Panasonic 714-373-7334 www.panasonic.com
CDRH3D16-220	0.53	350	Sumida 847-956-0666 www.Sumida.com
LB2012B220M	1.7	75	Taiyo Yuden 408-573-4150 www.t-yuden.com
LEM2520-220	5.5	125	Taiyo Yuden 408-573-4150 www.t-yuden.com

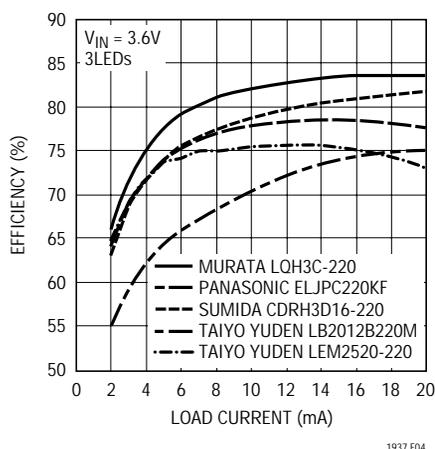


図4. 異なったインダクタの効率の比較

コンデンサの選択

セラミック・コンデンサはサイズが小さいので、LT1937のアプリケーションに最適です。X5RとX7Rのタイプは、Y5VやZ5Uなど他のタイプに比べて広い電圧範囲と温度範囲で容量を維持するので推奨します。ほとんどのLT1937のアプリケーションでは、1 μ Fの入力コンデンサと0.22 μ Fの出力コンデンサで十分です。

表2. 推奨セラミック・コンデンサ・メーカー

メーカー	電話	URL
Taiyo Yuden	408-573-4150	www.t-yuden.com
AVX	843-448-9411	www.avxcorp.com
Murata	814-237-1431	www.murata.com
Kemet	408-986-0424	www.kemet.com

ダイオードの選択

順方向電圧降下が小さく、逆回復が速いショットキ・ダイオードはLT1937のアプリケーションに最適です。ショットキ・ダイオードの順方向電圧降下はダイオード内の導通損失を表しており、ダイオード容量(C_T または C_D)はスイッチング損失を表します。ダイオードの選択では、順方向電圧降下とダイオード容量の両方を考慮する必要があります。電流定格が高いショットキ・ダイオードほど一般に順方向電圧降下が低く、ダイオード容量が大きく、そのためLT1937の1.2MHzのスイッチング周波数で大きなスイッチング損失を生じる可能性があります。ほとんどのLT1937のアプリケーションでは、100mA ~ 200mAの定格のショットキ・ダイオードで十分です。推奨ショットキ・ダイオードをいくつか表3に示します。

表3. 推奨ショットキ・ダイオード

部品番号	順方向電流 (mA)	電圧降下 (V)	ダイオード容量 (pF)	メーカー
CMDSH-3	100	0.58 at 100mA	7.0 at 10V	Central 631-435-1110 www.centalsemi.com
CMDSH2-3	200	0.49 at 200mA	15 at 10V	Central 631-435-1110 www.centalsemi.com
BAT54	200	0.53 at 100mA	10 at 25V	Zetex 631-543-7100 www.zetex.com

アプリケーション情報

LEDの電流制御

LED電流は帰還抵抗(図1のR1)によって制御されます。帰還リファレンス電圧は95mVです。LED電流は95mV/R1です。正確なLED電流を得るため、精密抵抗を使う方がいいでしょう(1%抵抗を推奨します)。R1選択のための式と表を下に示します。

$$R1 = 95\text{mV}/I_{\text{LED}} \quad (1)$$

表4. R1抵抗値の選択

I_{LED} (mA)	R1 (Ω)
5	19.1
10	9.53
12	7.87
15	6.34
20	4.75

解放回路保護

出力が解放回路の場合、つまりLEDが回路から取り外されたか、LEDが故障したとき、帰還電圧はゼロになります。すると、LT1937は高いデューティ・サイクルでスイッチングするので出力電圧が上昇し、SWピンの電圧が36Vの最大定格を越す可能性があります。出力にツェナー・ダイオードを使ってSWピンの電圧を制限することができます(図5)。ツェナー電圧は連結されたLEDの最大順方向電圧よりも大きくなければなりません。ツェナー・ダイオードの電流定格は0.1mAより大きくします。

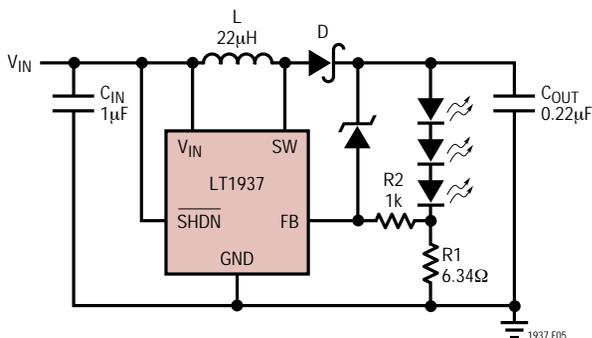


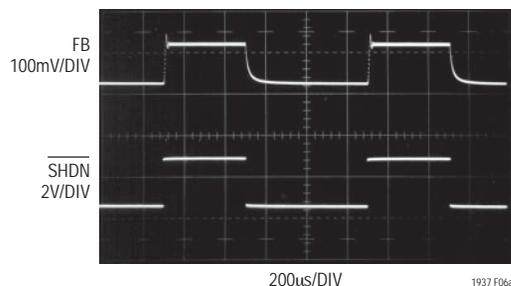
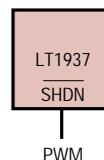
図5. 開放回路保護付きLEDドライバ

調光制御

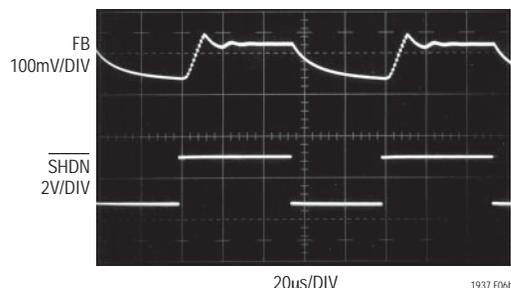
4種類の調光制御回路があります。

1. SHDNピンにPWM信号を使用

PWM信号をSHDNピンに与えると、LT1937はPWM信号によってオン/オフします。LEDはゼロ電流または全電流のどちらかで動作します。平均LED電流はPWM信号のデューティ・サイクルに比例して増加します。0%のデューティ・サイクルではLT1937がターンオフし、ゼロのLED電流に相当します。100%のデューティ・サイクルは全電流に相当します。PWM信号の標準的周波数範囲は1kHz~10kHzです。PWM信号の大きさはSHDNの最小"H"電圧より高くします。SHDNピンのPWM制御のスイッチング波形を図6aと図6bに示します。



(6a) 1kHz



(6b) 10kHz

図6. SHDNピンを使ったPWM調光制御

アプリケーション情報

2. DC電圧を使用

アプリケーションによっては、可変DC電圧を使ってLED電流を調節するのが望ましい輝度調節方法です。DC電圧を使った調光制御を図7に示します。DC電圧が増加するにつれ、R2の電圧降下が増加し、R1の電圧降下が減少します。このため、LED電流が減少します。R2とR3の選択により、可変DCソースからの電流はLED電流よりはるかに小さくなり、FBピンのバイアス電流よりはるかに大きくなります。0V ~ 2Vの V_{DC} 範囲では、図7の抵抗を選択すると、0mA ~ 15mAのLED電流の調光制御が可能です。

3. フィルタをかけたPWM信号を使用

フィルタをかけたPWM信号は可変DC電圧とみなすことができます。これを使って、調光制御のDC電圧ソースと置き換えることができます。回路を図8に示します。

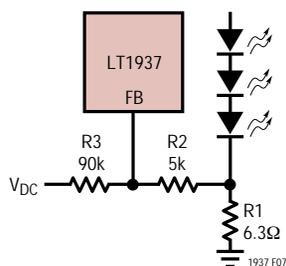


図7. DC電圧を使った調光制御

4. ロジック信号を使用

LED電流を離散ステップで調整する必要があるアプリケーションでは、図9に示すようにロジック信号を使うことができます。R1は(NMOSがオフ状態のときの)最小LED電流を設定します。R_{INC}はNMOSがターンオンしたときにLED電流がどれだけ増加するかを設定します。R1とR_{INC}は式(1)と表4にしたがって選択します。

起動と突入電流

起動遅延を最小に抑えるため、LT1937にはソフトスタート回路が内蔵されていません。外部ソフトスタート回路なしに最初にターンオンしたときの突入電流は、図10に示されているように約200mAです。ソフトスタートが望ましい場合の推奨回路と波形を図11に示します。ソフトスタートと調光の両方を行う場合、SHDNピンを使った10kHzのPWMは推奨しません。低い周波数を使うか、または図7、図8、図9に示されているように、FBピンを使って調光します。

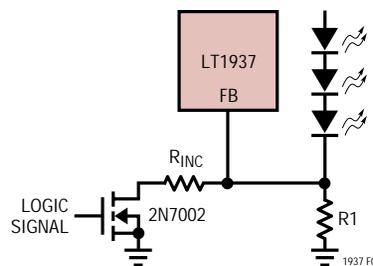


図9. ロジック信号を使った調光制御

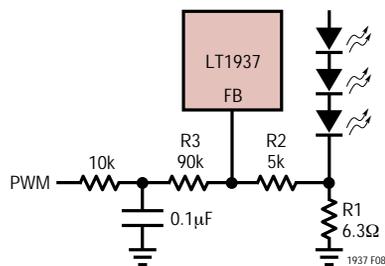


図8. フィルタされたPWM信号を使った調光制御

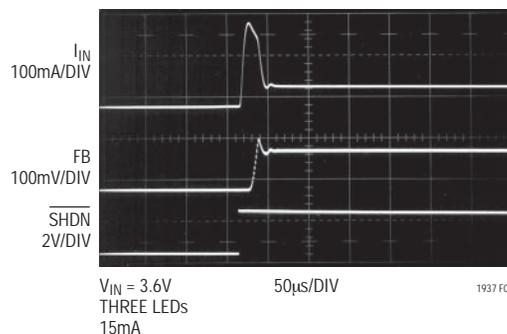
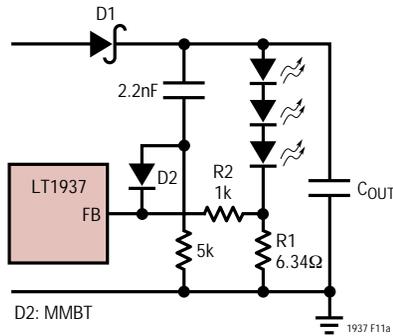
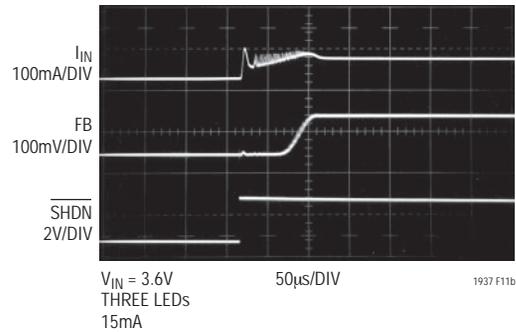


図10. ソフトスタート回路なしの起動波形

アプリケーション情報



(11a) 推奨ソフトスタート回路



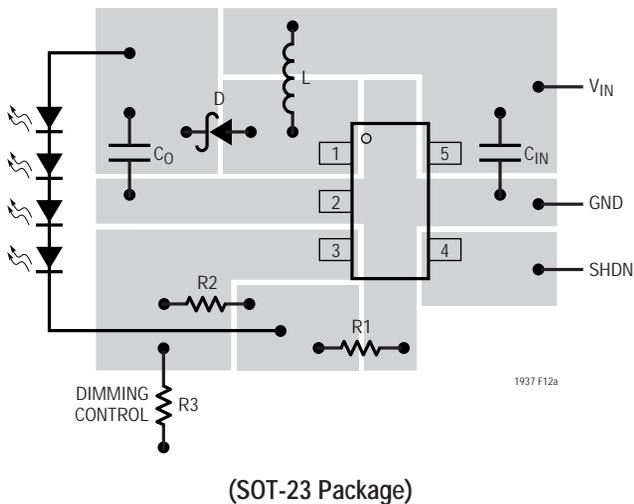
(11b) ソフトスタートの波形

図11. 推奨ソフトスタート回路と波形

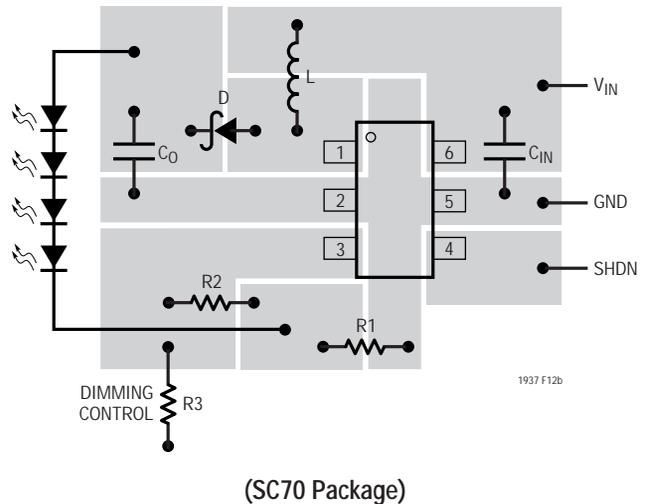
基板レイアウトの検討事項

すべてのスイッチング・レギュレータの場合と同様、PCB基板のレイアウトと部品配置には細心の注意を払う必要があります。最大効率を得るため、スイッチの立上り時間と立下り時間はできるだけ短くします。電磁干渉 (EMI) の問題を防ぐには、高周波スイッチング経路の適切なレイアウトが不可欠です。SWピンの電圧信号の立上りと立下りは鋭いエッジになります。SWピンに接続

されるすべてのトレースの長さと面積をできるだけ小さくし、常にスイッチング・レギュレータの下のグランド・プレーンを使ってプレーン間の結合を小さく抑えます。さらに、帰還抵抗R1のグランド接続はGNDピンに直接接続し、他の部品と共有しないようにして、クリーンなノイズの無い接続とします。推奨部品配置を図12に示します。



(SOT-23 Package)

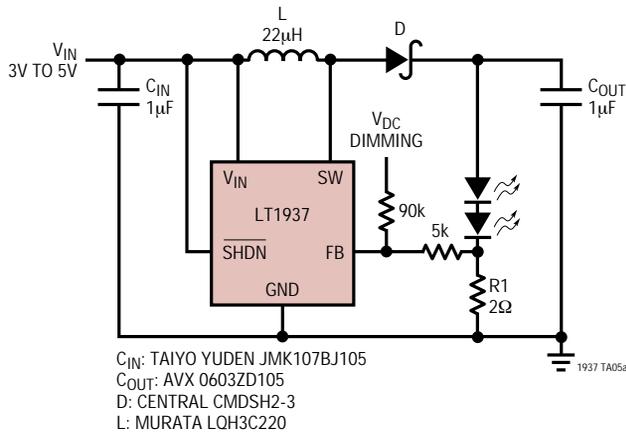


(SC70 Package)

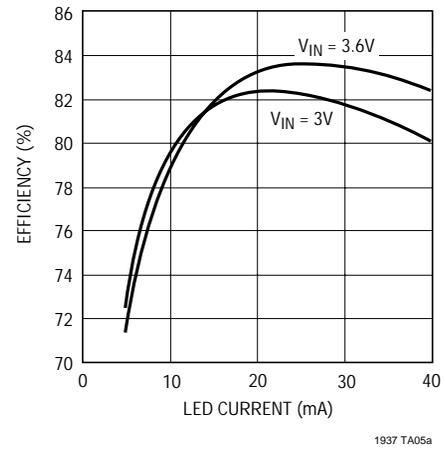
図12. 推奨部品配置

標準的応用例

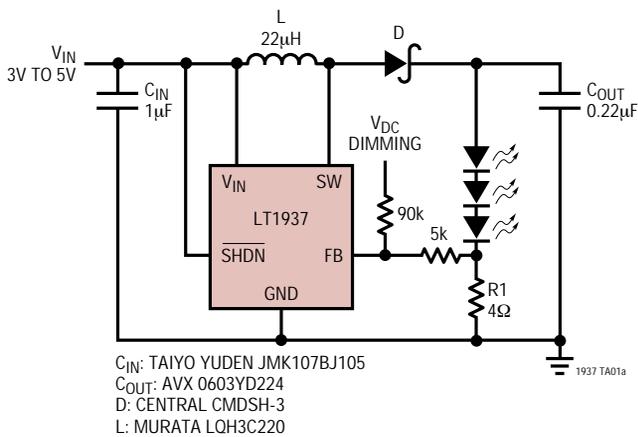
リチウムイオン・バッテリーで2個の白色LEDをドライブ



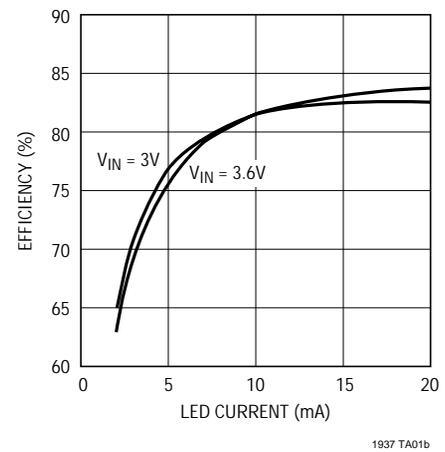
2個のLEDの効率



リチウムイオン・バッテリーで3個の白色LEDをドライブ

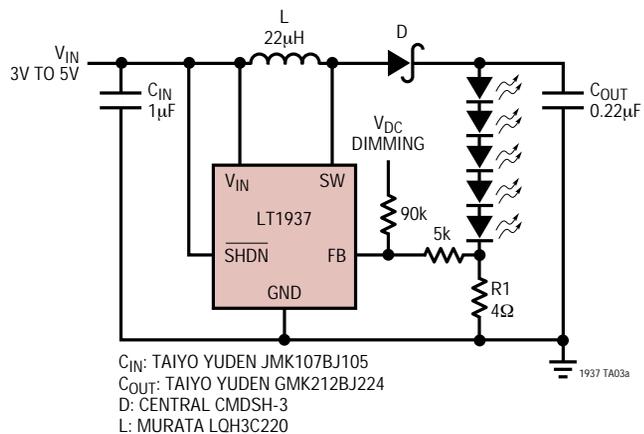


3個のLEDの効率

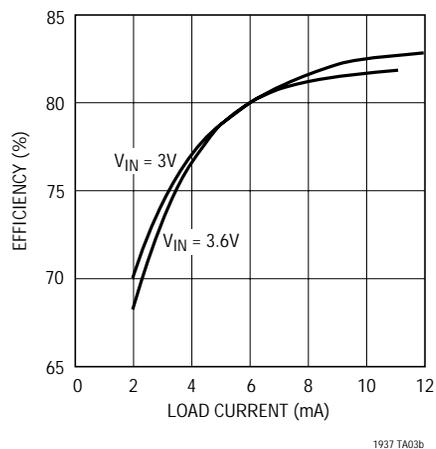


標準的応用例

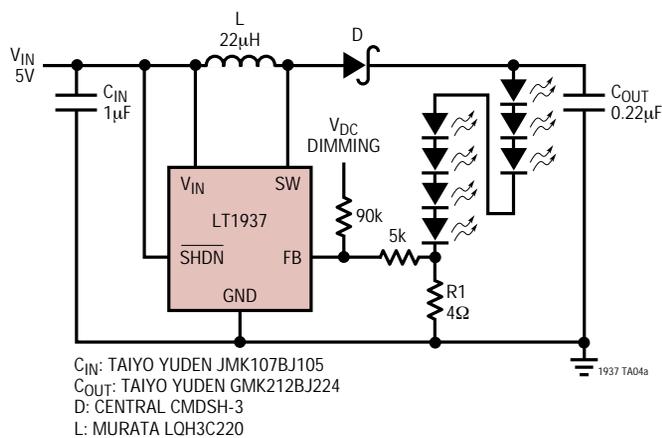
リチウムイオン・バッテリーで5個の白色LEDをドライブ



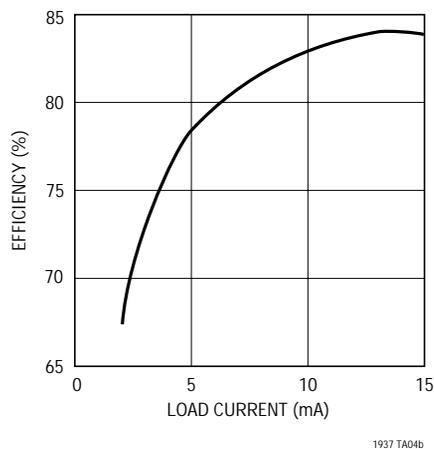
5個のLEDの効率



5Vで7個の白色LEDをドライブ

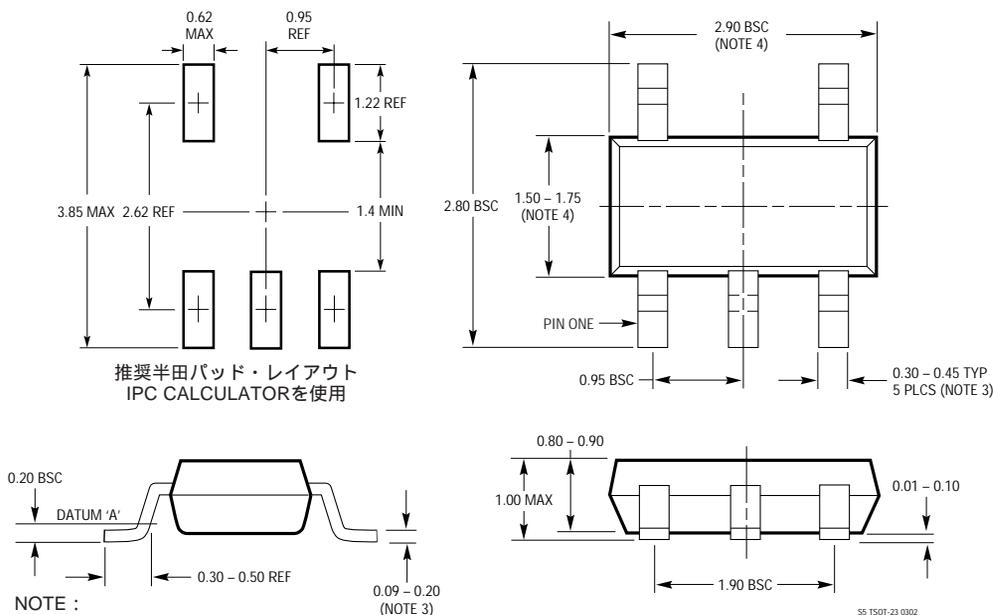


7個のLEDの効率



パッケージ寸法

S5パッケージ
5ピン・プラスチックTSOT-23
(Reference LTC DWG # 05-08-1635)

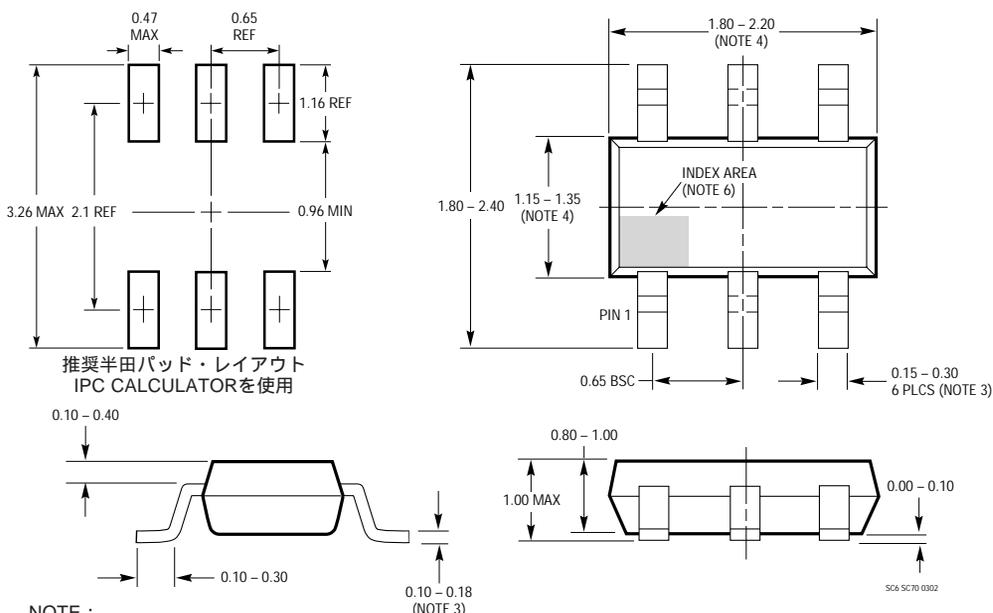


推奨半田パッド・レイアウト
IPC CALCULATORを使用

NOTE :

1. 寸法はミリメートル
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法には半田メッキを含む
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. JEDECパッケージ参照番号はMO-193

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



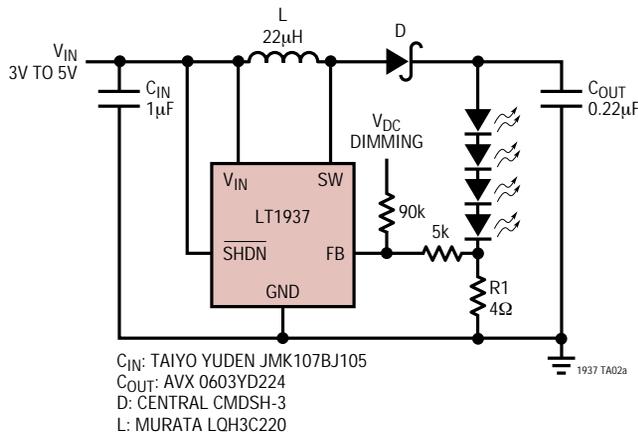
推奨半田パッド・レイアウト
IPC CALCULATORを使用

NOTE :

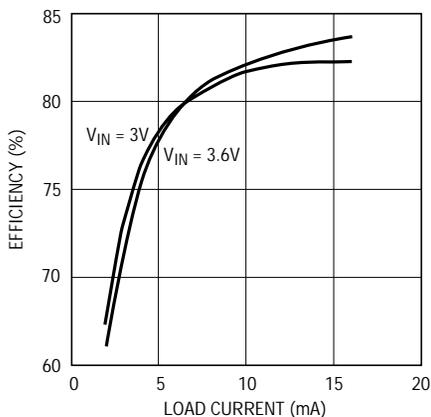
1. 寸法はミリメートル
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法には半田を含む
4. 寸法にはモールドのバリや金属のバリを含まない
5. モールドのバリは0.254mmを超えてはならない
6. ピン 1 の識別マークの詳細はオプションだが、インデックス領域内になければならない
7. EIAJパッケージ参照番号はEIAJ SC-70である

標準的応用例

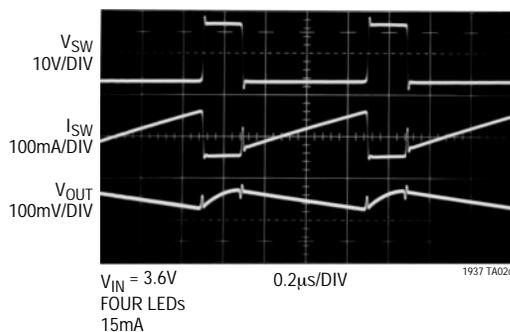
リチウムイオン・バッテリーで4個の白色LEDをドライブ



4個のLEDの効率



スイッチング波形



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1615	マイクロパワー昇圧コンバータ、ThinSOT	出力; 最大36V、 I_Q : 20µA、 V_{IN} : 1V ~ 15V、最多6個のLEDをドライブ可能、ThinSOTパッケージ
LT1618	定電流/定電圧昇圧DC/DC昇圧	1.4MHz、最多20個のLEDをドライブ、MS10パッケージ
LT1932	白色LED昇圧コンバータ、ThinSOT	1.2MHz、 $V_{IN} = 1V \sim 10V$ 、3V入力から最多8個のLEDをドライブ、ThinSOTパッケージ
LT1944/LT1944-1	デュアル・マイクロパワー昇圧コンバータ	$V_{IN} = 1.2V \sim 15V$ 、2個の独立したDC/DCs、最大36V $_{OUT}$ 、20µA I_Q 、MS10パッケージ
LTC [®] 3200/LTC3200-5	低ノイズ白色LED用チャージ・ポンプ・コンバータ、最多6個のLED	2MHz、100mA、インダクタ不要、MS8/ThinSOTパッケージ
LTC3201	超低ノイズ白色LED用チャージ・ポンプ・コンバータ、最多6個のLED	1.8MHz、100mA、インダクタ不要、DACによる輝度調節、MS8パッケージ
LTC3202	低ノイズ白色LED用フラクショナル・チャージ・ポンプ・コンバータ、最多6個のLED	1.5MHz、125mA、インダクタ不要、デジタル輝度調節、MS8パッケージ