ThinSOTの固定周波数 電流モード・フライバック DC/DCコントローラ

特長

- **外付け部品によってだけ制限されるV_{IN}とV_{OUT}**
- **調整可能なスロープ補償**
- **ソフトスタート機能搭載**
- **200kHzの固定周波数動作**
- ±1.5%のリファレンス精度
- 電流モード動作による優れた入力および負荷過渡応答
- 最小負荷要件なし
- 低消費電流:240μA
- 高さの低い(1mm)SOT-23パッケージ

アプリケーション

- テレコム用電源
- 42Vおよび12Vの車載用電源
- 補助/ハウスキーピング電源
- Power Over Ethernet

LT、LTC、LTM、Burst Mode、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOTとNo R_{SENSE}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。

概要

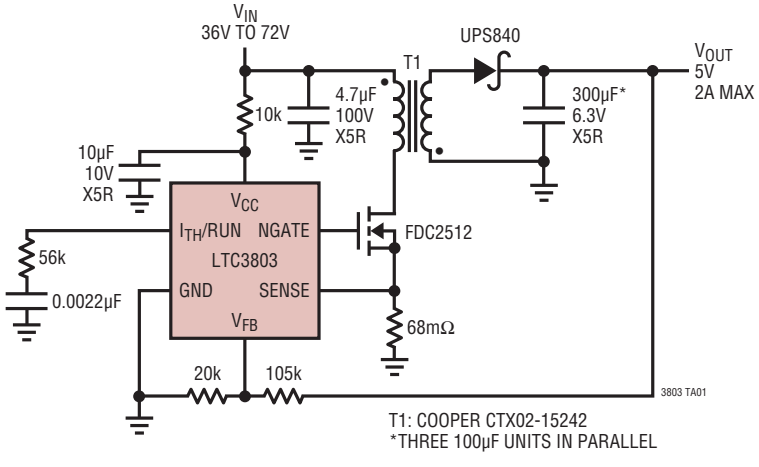
LTC®3803は固定周波数電流モード・フライバック・コントローラで、高入力電圧のアプリケーションでNチャネルMOSFETをドライブするのに最適です。非常に軽い負荷にまで固定周波数動作が維持されるので、広範囲の負荷電流にわたって、低周波ノイズの発生が減少します。スロープ補償は外付け抵抗でプログラム可能です。

LTC3803の出力電圧精度は±1.5%で、消費電流はわずか240μAです。グランドを基準にして電流を検出するので、LTC3803をベースにしたコンバータはLTC3803の絶対最大V_{CC}を超す入力電源を使用することができます。マイクロパワーのヒステリシス起動により、高い入力電圧でも効率的な動作が可能です。LTC3803はシャント・レギュレータを内蔵しているので、簡素化のため、高いV_{IN}から抵抗を通して電力を供給することも可能です。内蔵低電圧ロックアウト機能により、外付けMOSFETに対して十分なゲート・ドライブを供給できないほど入力電圧が低下すると、LTC3803はシャットダウンします。

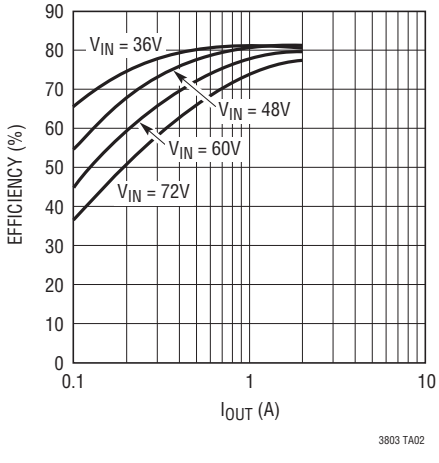
LTC3803は高さの低い(1mm)6ピンSOT-23(ThinSOT™)パッケージで供給されます。

標準的応用例

5V出力の非絶縁型テレコム・ハウスキーピング電源



効率と負荷電流



絶対最大定格
(Note 1)

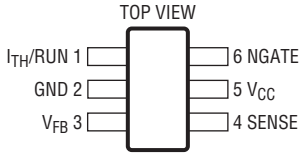
V_{CC}からGND
- 低インピーダンス・ソース..... –0.3V～8V
- 供給される電流..... V_{CC}*へ25mA

NGATE電圧.....–0.3V～V_{CC}
V_{FB}、I_{TH}/RUN電圧 ..... –0.3V～3.5V
SENSE電圧..... –0.3V～1V
NGATEピーク出力電圧(<10μs)..... 1A
動作接合部温度範囲(Note 2、3)
- LTC3803E、LTC3803I .....–40°C～125°C
- LTC3803H .....–40°C～150°C
- LTC3803MP.....–55°C～150°C

保存温度範囲.....–65°C～150°C
リード温度(半田付け、10秒)..... 300°C

*LTC3803の内部クランプ回路がV_{CC}電圧を9.5Vに自己安定化

ピン配置



S6 PACKAGE
6-LEAD PLASTIC TSOT-23
T_{JMAX} = 150°C, θ_{JA} = 192°C/W

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
LTC3803ES6#PBF	LTC3803ES6#TRPBF	LTACV	6-Lead Plastic TSOT-23	–40°C to 125°C
LTC3803IS6#PBF	LTC3803IS6#TRPBF	LTBNC	6-Lead Plastic TSOT-23	–40°C to 125°C
LTC3803HS6#PBF	LTC3803HS6#TRPBF	LTBNC	6-Lead Plastic TSOT-23	–40°C to 150°C
LTC3803MPS6#PBF	LTC3803MPS6#TRPBF	LTBNC	6-Lead Plastic TSOT-23	–55°C to 150°C
鉛ベース仕様	**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**
LTC3803ES6	LTC3803ES6#TR	LTACV	6-Lead Plastic TSOT-23	–40°C to 125°C
LTC3803IS6	LTC3803IS6#TR	LTBNC	6-Lead Plastic TSOT-23	–40°C to 125°C
LTC3803HS6	LTC3803HS6#TR	LTBNC	6-Lead Plastic TSOT-23	–40°C to 150°C
LTC3803MPS6	LTC3803MPS6#TR	LTBNC	6-Lead Plastic TSOT-23	–55°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。
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/tapeandreel/ をご覧ください。

電気的特性
●は全動作接合部温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT_A = 25°Cでの値。注記がない限り、V_{CC} = 8V。(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{TURNON}	V_{CC} Turn On Voltage	LTC3803E	●	7.8	8.7	9.2	V
		LTC3803H, LTC3803I	●	7.7	8.7	9.25	V
		LTC3803MP	●	7.6	8.7	9.5	V
$V_{TURNOFF}$	V_{CC} Turn Off Voltage	LTC3803E	●	4.6	5.7	6.8	V
		LTC3803H, LTC3803I	●	4	5.7	6.8	V
		LTC3803MP	●	4	5.7	7.25	V
V_{HYST}	V_{CC} Hysteresis	$V_{TURNON} – V_{TURNOFF}$					
		LTC3803E, LTC3803I, LTC3803H	●	1.5	3.0		V
		LTC3803MP	●	1	3.0		V

電気的特性

●は全動作接合部温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT_A = 25℃での値。注記がない限り、V_{CC} = 8V。(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{CLAMP1mA}$	V_{CC} Shunt Regulator Voltage at 1mA	I_{CC} = 1mA, $V_{ITH/RUN}$ = 0V LTC3803E LTC3803H, LTC3803I LTC3803MP	 ● ● ●	 8.3 8.3 8	 9.4 9.4 9.4	 10.3 10.5 10.5	 V V V
$V_{CLAMP25mA}$	V_{CC} Shunt Regulator Voltage at 25mA	I_{CC} = 25mA, $V_{ITH/RUN}$ = 0V LTC3803E LTC3803H, LTC3803I LTC3803MP	 ● ● ●	 8.4 8.4 8.1	 9.5 9.5 9.5	 10.5 10.7 10.7	 V V V
V_{MARGIN}	$V_{CLAMP1mA}$ – V_{TURNON} Margin	LTC3803E LTC3803H, LTC3803I, LTC3803MP	● ●	0.05 0.03	0.6 0.6		V V
I_{CC}	Input DC Supply Current in Normal Operation	(Note 4) $V_{ITH/RUN}$ = 1.3V			240	350	μA
$I_{CC(UV)}$	Input DC Supply Current in Undervoltage	V_{CC} = V_{TURNON} – 100mV LTC3803E LTC3803H, LTC3803I, LTC3803MP	 ● ●		 40 40	 90 110	 μA μA
$V_{ITHSHDN}$	Shutdown Threshold (at I_{TH}/RUN)	V_{CC} > V_{TURNON}, $V_{ITH/RUN}$ Falling LTC3803E LTC3803H, LTC3803I, LTC3803MP	 ● ●	 0.15 0.09	 0.28 0.28	 0.45 0.46	 V V
$I_{ITHSTART}$	Start-Up Current Source	$V_{ITH/RUN}$ = 0V		0.2	0.3	0.4	μA
V_{FB}	Regulated Feedback Voltage	(Note 5) LTC3803E: 0°C ≤ T_J ≤ 85°C –40°C ≤ T_J ≤ 85°C LTC3803I: 0°C ≤ T_J ≤ 85°C –40°C ≤ T_J ≤ 125°C LTC3803H: 0°C ≤ T_J ≤ 85°C –40°C ≤ T_J ≤ 150°C LTC3803MP: 0°C ≤ T_J ≤ 85°C –55°C ≤ T_J ≤ 150°C	 ● ● ● ●	 0.788 0.780 0.788 0.780 0.788 0.780 0.788 0.780	 0.800 0.800 0.800 0.800 0.800 0.800 0.800 0.800	 0.812 0.816 0.812 0.820 0.812 0.820 0.812 0.820	 V V V V V V V V
g_m	Error Amplifier Transconductance	$I_{TH/RUN}$ Pin Load = ±5μA (Note 5)		200	333	500	μA/V
$\Delta V_{O(LINE)}$	Output Voltage Line Regulation	(Note 5)			0.05		mV/V
$\Delta V_{O(LOAD)}$	Output Voltage Load Regulation	I_{TH}/RUN Sinking 5μA (Note 5) I_{TH}/RUN Sourcing 5μA (Note 5)			3 3		mV/μA mV/μA
I_{FB}	V_{FB} Input Current	(Note 5)			10	50	nA
f_{OSC}	Oscillator Frequency	$V_{ITH/RUN}$ = 1.3V		180	200	240	kHz
$DC_{ON(MIN)}$	Minimum Switch On Duty Cycle	$V_{ITH/RUN}$ = 1.3V, V_{FB} = 0.8V			6	8	%
$DC_{ON(MAX)}$	Maximum Switch On Duty Cycle	$V_{ITH/RUN}$ = 1.3V, V_{FB} = 0.8V		70	80	90	%
t_{RISE}	Gate Drive Rise Time	C_{LOAD} = 3000pF			40		ns
t_{FALL}	Gate Drive Fall Time	C_{LOAD} = 3000pF (Note 7)			40		ns
V_{IMAX}	Peak Current Sense Voltage	R_{SL} = 0 (Note 6) LTC3803E LTC3803H, LTC3803I LTC3803MP	 ● ● ●	 90 90 85	 100 100 100	 115 120 120	 mV mV mV
I_{SLMAX}	Peak Slope Compensation Output Current	(Note 7)			5		μA
t_{SFST}	Soft-Start Time				1.4		ms

電気的特性

Note 1：絶対最大定格はそれを超えるとデバイスに永続的な損傷を与える可能性がある値。また、絶対最大定格状態が長時間続くと、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：LTC3803はT_JがT_Aにほぼ等しいパルス負荷条件でテストされている。LTC3803Eは0℃～85℃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℃～125℃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。LTC3803Iは–40℃～125℃の動作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。LTC3803Hは–40℃～150℃の動作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。LTC3803MPは–55℃～150℃の全動作接合部温度範囲で動作することがテストされて仕様が保証されている。高い接合部温度は動作寿命に悪影響を及ぼす。接合部温度が125℃を超えると、動作寿命は短くなる。最大周囲温度は、基板レイアウト、パッケージの定格熱抵抗および他の環境要因と関連した特定の動作条件によって決まることに注意。

Note 3：T_Jは周囲温度T_Aおよび消費電力P_Dから次式にしたがって計算される。

$T_J = T_A + (P_D \cdot 230℃/W)$.

Note 4：スイッチング周波数で供給されるゲート電荷により動作時消費電流は高くなる。

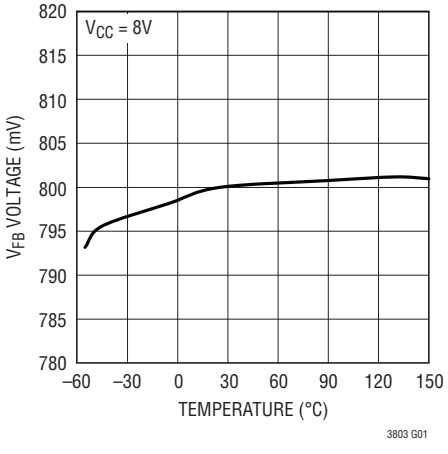
Note 5：LTC3803はI_{TH}/RUNを電流制限範囲の中点に保ったまま、V_{FB}を誤差アンプの出力にサーボ制御する帰還ループでテストされる。

Note 6：ピーク電流検出電圧はデューティ・サイクルとSENSEピン（R_{SL}）に直列のオプションの外付け抵抗に依存して減少する。詳細については、「アプリケーション情報」セクションのプログラム可能なスロープ補償機能を参照。

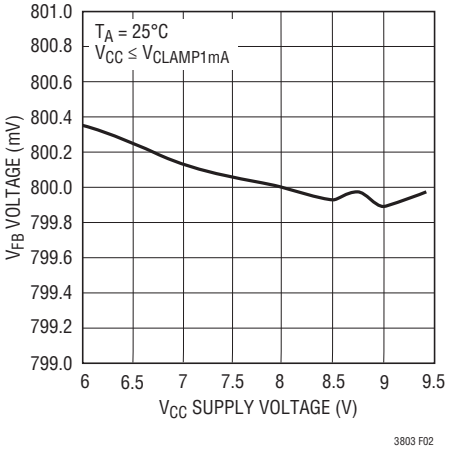
Note 7：設計により保証。

標準的性能特性

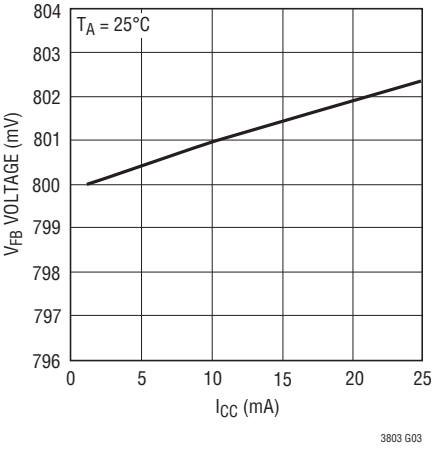
リファレンス電圧と温度



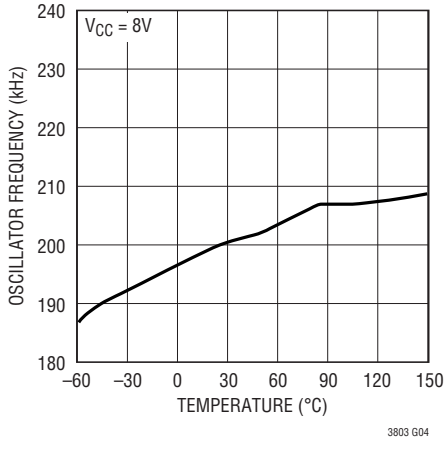
リファレンス電圧と電源電圧



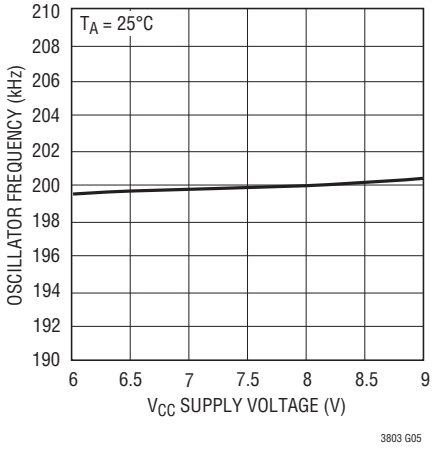
リファレンス電圧と V_{CC}シャント・レギュレータ電流



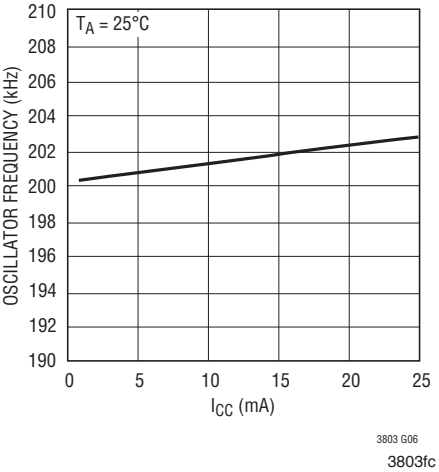
発振器周波数と温度



発振器周波数と電源電圧

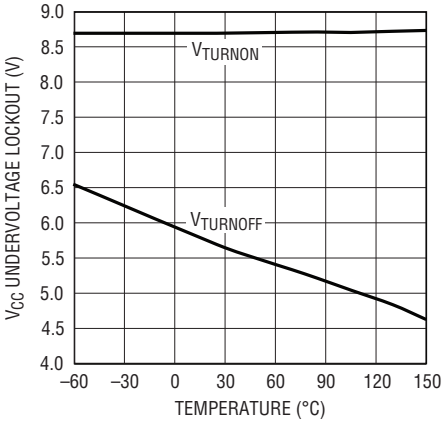


発振器周波数と V_{CC}シャント・レギュレータ電流

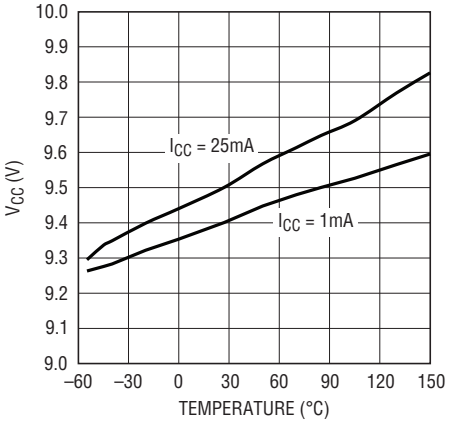


標準的性能特性

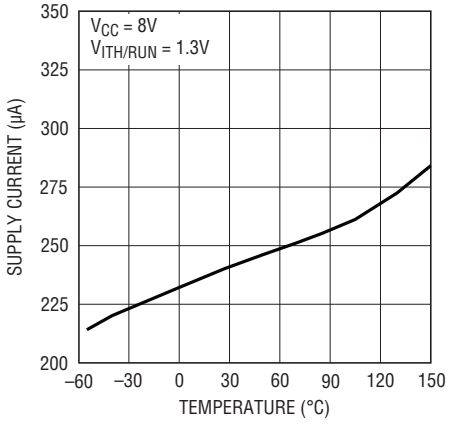
V_{CC}低電圧ロックアウト・スレッショルドと温度



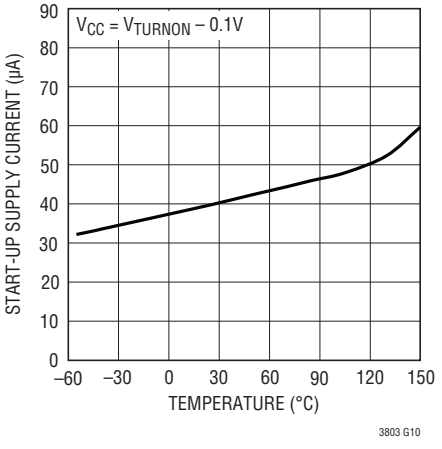
V_{CC}シャント・レギュレータ電圧と温度



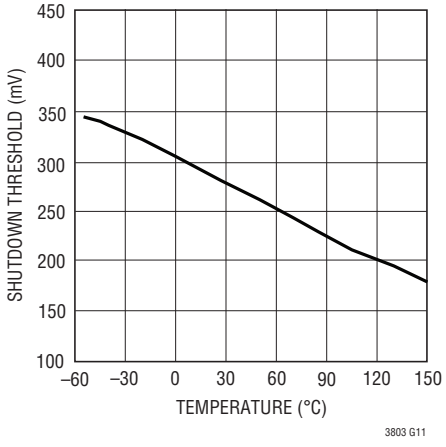
I_{CC}電源電流と温度



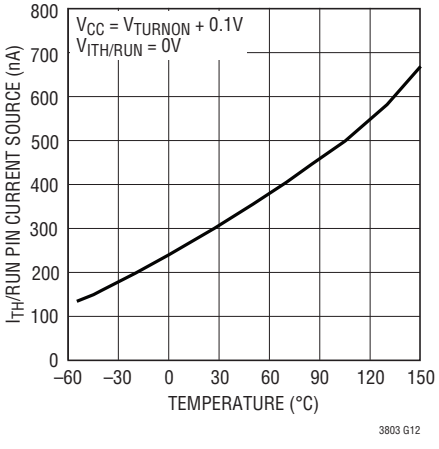
起動時I_{CC}電源電流と温度



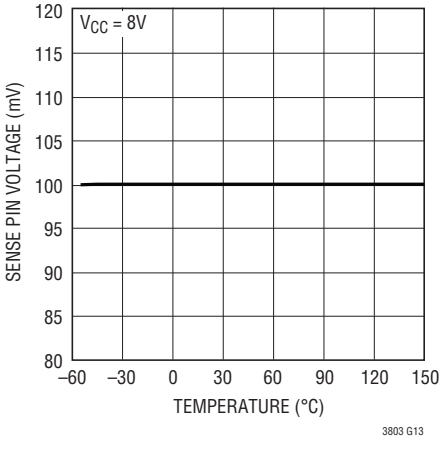
I_{TH}/RUNシャットダウン・スレッショルドと温度



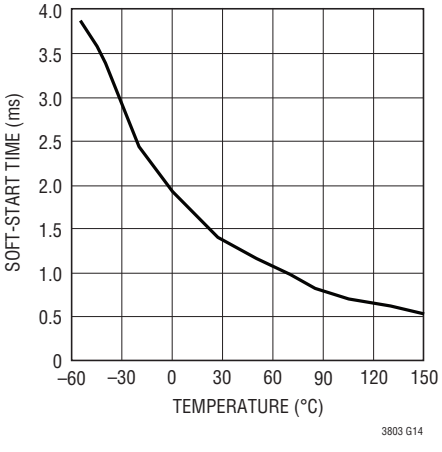
I_{TH}/RUN起動電流ソースと温度



ピーク電流検出電圧と温度



ソフトスタート時間と温度



ピン機能

I_{TH}/RUN（ピン1）：このピンは2つの機能を果たします。実行/シャットダウン制御入力として機能するとともに、誤差アンプの補償点として機能します。公称電圧範囲は0.7V～1.9Vです。このピンをシャットダウン・スレッショルド（$V_{ITHSHDN}$）より下に強制するとLTC3803はシャットダウンします。シャットダウン・モードでは、NGATEピンは“L”に保持されます。

GND（ピン2）：グランド・ピン。

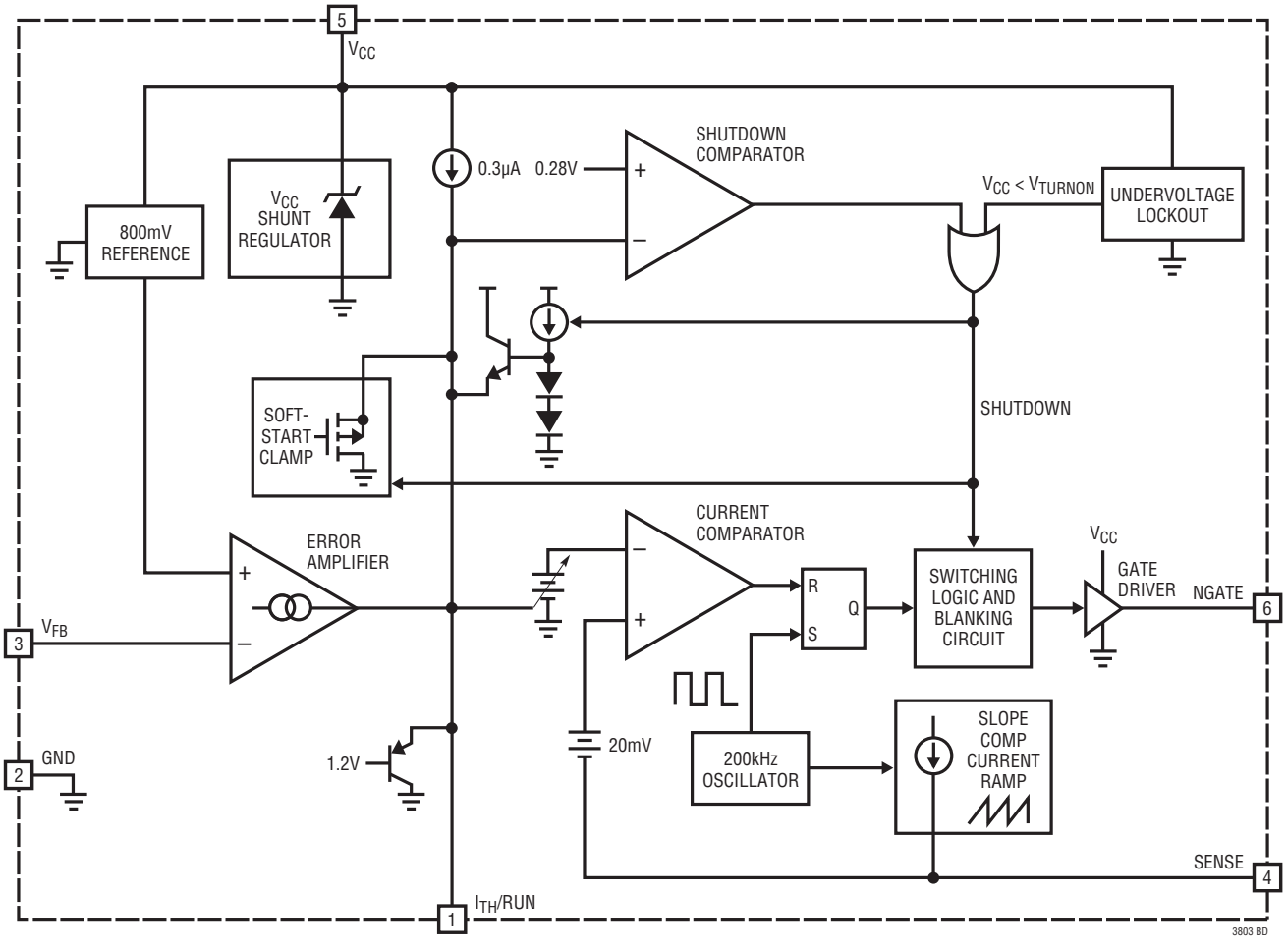
V_{FB}（ピン3）：出力に接続された外部抵抗分割器からの帰還電圧を受け取ります。

SENSE（ピン4）：このピンは2つの機能を果たします。グランドに接続した外付けの電流センス抵抗の両端の電圧により、スイッチ電流をモニタします。また、オプションの外付けプログラミング抵抗両端にスロープ補償電圧を生じさせる電流ランプを注入します。

V_{CC}（ピン5）：電源ピン。GND（ピン2）の近くでデカップリングする必要があります。

NGATE（ピン6）：外部NチャネルMOSFETのゲート・ドライブ。このピンは0VからV_{CC}までスイングします。

ブロック図



動作

LTC3803はフライバックやDC/DC昇圧コンバータのアプリケーション向けに小型ThinSOTパッケージで供給される固定周波数電流モード・コントローラです。LTC3803はそのピンのどれも（LTC3803が構成要素として組み込まれる）電源回路の入力電圧または出力電圧に接触する必要がないように設計されているので、LTC3803の絶対最大定格を大きく超える電圧の変換が可能です。

メイン制御ループ

紙数に制約があるため、電流モードDC/DC変換の基本事項についてここでは解説しません。代わりに、「アプリケーション・ノート19」の詳細な解説またはAbrahamPressmanの**"Switching Power Supply Design"**などの書籍を参照してください。

ブロック図とこのデータシートの表紙の「標準的アプリケーション」を参照してください。外部抵抗分割器により、出力電圧の一部がV_{FB}ピンに与えられます。出力が所望の電圧のときV_{FB}ピンの電圧が内部基準電圧の800mVに等しくなるように分割器を設計する必要があります。負荷電流が増加すると、出力電圧がわずかに下がるので、V_{FB}ピンの電圧は800mVより下に下がります。誤差アンプが応答して、電流をI_{TH}/RUNピンに注入します。負荷電流が減少すると、V_{FB}電圧が800mVを超して上昇し、誤差アンプはI_{TH}/RUNピンから電流をシンクします。

I_{TH}/RUNピンの電圧により、発振器、電流コンパレータ、およびRSラッチによって形成されるパルス幅変調器が支配されます。具体的には、I_{TH}/RUNピンの電圧により、電流コンパレータのトリップ・スレッショルドが設定されます。電流コンパレータは外部MOSFETのソース端子に直列に接続された電流検出抵抗の両端の電圧をモニタします。LTC3803は自走周波数200kHzの内蔵発振器がRSラッチをセットすると、外部パワーMOSFETをオンします。電流コンパレータがラッチをリセットするか、または80%デューティ・サイクルに達すると、どちらが先に起きるにせよMOSFETをオフします。このようにして、フライバック・トランスの1次と2次を流れるピーク電流レベルはI_{TH}/RUN電圧によって制御されます。

出力電圧が公称値より低いとI_{TH}/RUN電圧は誤差アンプによって増加し、出力電圧が公称値を超すと減少するので、電圧安定化ループは閉じています。たとえば、負荷電流が増加すると出力電圧がわずかに下がり、誤差アンプがこれを検出し、I_{TH}/RUNピンに電流を供給してI_{TH}/RUN電圧を上げ、電流コンパレータのスレッショルドを上げるので、トランスの1次と2次を流れるピーク電流が増加します。これにより、負荷への電流が増加し、出力電圧を上げて元に戻します。

I_{TH}/RUNピンは制御ループの補償点として機能します。一般に、外部の直列RCネットワークはI_{TH}/RUNからグランドに接続され、負荷とラインの過渡現象に対する応答が最適になるように選択されます。このRCネットワークのインピーダンスにより、誤差アンプの出力**電流**がI_{TH}/RUN**電圧**に変換され、この電圧が電流コンパレータのスレッショルドを設定し、電圧安定化ループの動特性に大きな影響を与えます。

スタートアップ/シャットダウン

LTC3803には動作をディスエーブルおよびイネーブルする2つのシャットダウン機能が備わっています。つまり、V_{CC}電源ピンの電圧の低電圧ロックアウトと、外部回路がI_{TH}/RUNピンを"L"にドライブするときの強制シャットダウンです。LTC3803は状態図（図1）にしたがって、シャットダウンに遷移し、シャットダウンから回復します。

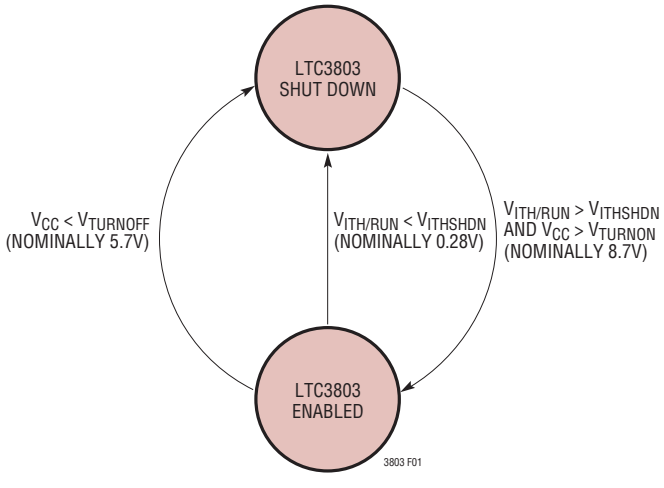


図1. スタートアップ/シャットダウンの状態図

動作

低電圧ロックアウト（UVLO）メカニズムは、LTC3803が不十分なV_{GS}でMOSFETをドライブしようとするのを防ぎます。LTC3803の動作をイネーブルするには、V_{CC}ピンの電圧が少なくとも短時間V_{TURNON}（公称8.7V）を超す必要があります。その後はV_{CC}電圧は$V_{TURNOFF}$（公称5.7V）まで下がることができ、さらに下がると低電圧ロックアウトによってLTC3803はディスエーブルされます。UVLOのヒステリシスの範囲がこのように広いので、フライバック・トランスのバイアス巻線を使ってLTC3803に電力を供給することができます（「LTC3803への電力供給」のセクションを参照）。

I_{TH}/RUNピンを$V_{ITHSHDN}$（公称0.28V）より下までドライブしてLTC3803を強制的にシャットダウンすることができます。内部の0.3μA電流ソースは常にこのピンをV_{CC}に向けてプルアップしようとします。I_{TH}/RUNピンの電圧が$V_{ITHSHDN}$を超すことが許され、V_{CC}がV_{TURNON}を超すと、LTC3803は動作を開始し、内部クランプが直ちにI_{TH}/RUNピンを約0.7Vにプルアップします。動作時、I_{TH}/RUNピンの電圧は約0.7V～1.9Vで変化して、電流コンパレータのゼロから最大までのスレッショルドを表します。

内蔵ソフトスタート機能

内蔵ソフトスタート機能はLTC3803がシャットダウン状態から抜け出すと常にイネーブルされます。具体的には、I_{TH}/RUN電圧がクランプされ、約1.4ms経過するまで最大値に達するのを防ぎます。これにより、LTC3803をベースにした電源の入力電流と出力電流は、起動時に滑らかに制御された状態で増加することができます。

LTC3803への電力供給

最も簡単な場合、LTC3803は高い電圧の電源から抵抗を通して電力を供給することができます。V_{CC}ピンが25mAを超える電流をシンクするように強制されないかぎり、V_{CC}ピンからGNDに接続されている内蔵シャント・レギュレータには、V_{CC}電圧を約9.5Vに安定化するのに必要な電流がこの抵抗を通して流れます。このシャント・レギュレータは、V_{CC}ピンに大きすぎる電圧が印加されないように保護する重要な機能を果たすので、LTC3803がシャットダウン状態であっても常にアクティブです。

効率を上げるため、またはV_{IN}の広いアプリケーションのため、フライバック・コントローラには一般にフライバック・トランスの別のバイアス巻線を通して電力が供給されます。LTC3803のUVLOヒステリシスは広く、LTC3803には小さなV_{CC}電源電流が流れますが、これはこのようにブートストラップされたヒステリシスをもった起動方式をサポートするのに必要です。

V_{CC}ピンは10μFのセラミック・コンデンサまたはタンタル・コンデンサを使ってICピンに隣接させてグランドにバイパスする必要があります。MOSFETゲート・ドライバが必要とする大きな過渡電流を供給するには電源の適当なバイパスが必要です。

調整可能なスロープ補償

LTC3803はスロープ補償を必要とするデザインのスロープ補償に使うことができる5μAのピーク電流ランプをSENSEピンを通して注入します。この電流ランプはほぼ直線的で、6%のデューティ・サイクルでゼロ電流から始まり、80%のデューティ・サイクルでピーク電流に達します。詳細は「アプリケーション情報」のセクションで解説されています。

アプリケーション情報

多くのLTC3803アプリケーション回路は図2に示されているトポロジーから得ることができます。

LTC3803自体は許容電力出力、入力電圧V_{IN}、または所望の安定化された出力電圧V_{OUT}に対して制限を課しません。これらはすべて外付けの電力用部品の定格によって決まります。主要因は以下のとおりです。Q1の最大ドレイン-ソース電圧（BV_{DSS}）、オン抵抗（$R_{DS(ON)}$）と最大ドレイン電流、T1の飽和フラックス・レベルと巻線絶縁ブレークダウン電圧、C_{IN}とC_{OUT}の最大動作電圧、ESRおよび最大リップル電流定格、およびD1とR_{SENSE}の電力定格です。

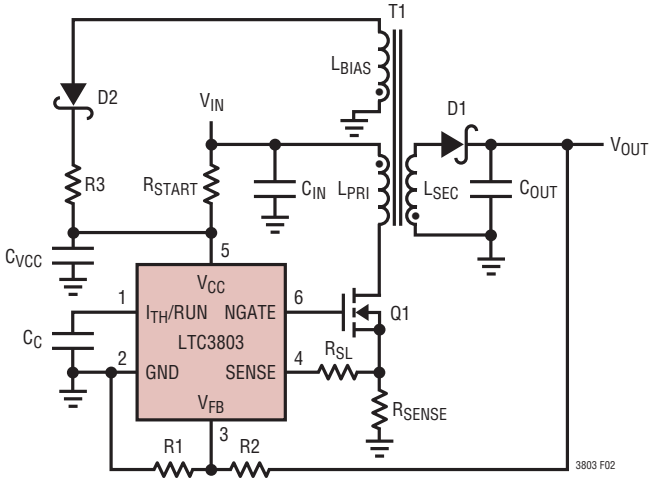


図2. 標準的LTC3803のアプリケーション回路

帰還抵抗分割器の値の選択

安定化された出力電圧はV_{OUT}の両端に接続された抵抗分割器（図2のR1とR2）によって決まります。所望のV_{OUT}を発生させるのに必要なR2とR1の比は次のように計算できます。

$$R2 = \frac{V_{OUT} - 0.8V}{0.8V} \bullet R1$$

V_{OUT}から引き出される定常電流による効率の損失を最小に抑えるためR1とR2の抵抗値はできるだけ大きく選びますが、V_{OUT}が安定化状態のときV_{FB}ピンへのゼロではない入力電流に起因する誤差が1%未満になるように十分小さくします。目安としてR1が80k以下になるように選択します。

トランス設計の検討項目

トランスの仕様と設計は、LTC3803をうまく使用する上でおそらく最も重要な部分です。高周波パワー・トランスの設計に関する通常の注意事項に加えて、以下の情報が役立ちます。

巻数比

出力電圧を設定するのに外部帰還抵抗分割器の比を使うので、与えられたアプリケーションに合うように比較的自由にトランスの巻数比を選べます。たとえば1:1、2:1、3:2などの簡単な整数比を使えるので、全巻数と相互インダクタンスをもっと自由に設定できます。また、巻数比が簡単な整数だと、出力に対する入力の電圧比が高いアプリケーションに、Coiltronics社のVERSA-PAC™シリーズなどの「市販」の構成設定可能なトランスを利用しやすくなります。たとえば、6巻線のVERSA-PACを使い、1次側は3つの巻線を直列に接続し、2次側は3つの巻線を並列に接続すると、3:1の巻数比を実現できます。

巻数比は所望のデューティ・サイクルに基づいて選択できます。ただし、入力電源電圧にフライバック・パルスを2次側から1次側へ換算した電圧を加えた値（漏れスパイク電圧を含む）が、外部MOSFETの許容されるブレークダウン電圧定格を超えないように注意してください。

漏れインダクタンス

トランスの漏れインダクタンス（1 次側または2 次側のいずれか）により、出力スイッチ（Q1）がオフした後に電圧スパイクが生じます。これは負荷電流が大きくなるほど顕著になります。蓄積された大きなエネルギーが消費されなければならないからです。場合によっては、MOSFETのドレイン・ノードでの過電圧によるブレークダウンを避けるため、「スナバ」回路が必要です。スナバの設計に関しては、「アプリケーション・ノート19」を参照してください。

バイファイラ巻きや同様の巻線技術が、漏れインダクタンスの問題を最小限に抑えるのに有効です。ただし、これにより、1次-2次間ブレークダウン電圧が制限されるので、バイファイラ巻きが常に実際的であるとはかぎらないことに注意してください。

アプリケーション情報

電流センス抵抗に関する検討事項

外付けの電流センス抵抗（図2のR_{SENSE}）により、特定のアプリケーションに合わせて電流制限動作を最適化できます。電流センス抵抗を数オームから数十ミリオームまで変化させると、ピーク・スイッチ電流は数分の一アンペアから数アンペアまで変化します。電流センス抵抗の値が小さいときは、適切に回路が動作するように特に注意を払う必要があります。

たとえば、ピーク・スイッチ電流が5Aならば、0.020Ωのセンス抵抗が必要です。このセンス抵抗での瞬時ピーク電力は0.5Wで、それに応じた定格のものが必要です。LTC3803にはこの抵抗の検出ラインが1本あるだけです。したがって、センス抵抗のグランド側の接続に何らかの寄生抵抗があると、見かけ上の値が増加します。0.020Ωのセンス抵抗の場合、1mΩの寄生抵抗でもピーク・スイッチ電流を5%減少させます。したがって、プリント回路の銅箔配線やビアの抵抗は必ずしも無視できません。

プログラム可能なスロープ補償

LTC3803はSENSEピンを通してランピング電流を外付けのスロープ補償抵抗（図2のR_{SL}）に注入します。この電流ランプは、NGATEピンがLTC3803の6%の最小デューティ・サイクルのあいだ“H”になった直後、ゼロから出発します。この電流は5μAのピーク（80%の最大デューティ・サイクル）に向かって直線的に上昇し、NGATEピンが“L”になるとオフします。SENSEピンを電流センス抵抗（R_{SENSE}）に接続する直列抵抗（R_{SL}）は、こうしてランピング電圧降下を生じます。SENSEピンから見ると、このランピング電圧はセンス抵抗両端の電圧に加算されるので、デューティ・サイクルに比例して電流コンパレータのスレッショルドを実効的に低下させます。これにより、低調波発振に対して制御ループを安定化します。電流コンパレータのスレッショルド（ΔV_{SENSE}）の減少量は次式を使って計算することができます。

$$\Delta V_{SENSE} = \frac{\text{Duty Cycle} - 6\%}{74\%} \bullet 5\mu A \bullet R_{SL}$$

NOTE：LTC3803は強制的に（6% < デューティ・サイクル < 80%）とします。

R_{SL}の値としては5.9kから始めるとよいでしょう。この値では80%のデューティ・サイクルで電流コンパレータのスレッショルドが30mV低下します。スロープ補償が不要なデザインでは、R_{SL}の代わりにここを短絡することができます。

ヒステリシスの大きな内部低電圧ロックアウト

LTC3803は、標準で48V以上の入力電圧で動作するDC/DCコンバータを実現するために設計されています。標準的動作トポロジーでは3次トランス巻線（図2のL_{BIAS}）が1次側に使われており、LTC3803のV_{CC}ピンを通してLTC3803に電力を供給します。ただし、この構成は本来、自動的には起動しません。起動は、外部「トリクル充電」抵抗（図2のR_{START}）と、V_{CC}ピン電圧を監視する広いヒステリシスをもった内部低電圧ロックアウト回路によって影響を受けます。動作は次のとおりです。

「トリクル充電」抵抗R_{START}がV_{IN}につながれ、C_{VCC}を充電するための電流（標準で100μA～120μA）を供給します。しばらくすると、C_{VCC}の電圧はV_{CC}ターンオン・スレッショルドに達します。するとLTC3803は突然オンして、通常の動作電流が流れます。NGATEピンがスイッチングを開始し、外部MOSFET（Q1）が電力を供給し始めます。R_{START}によって供給される電流値を超える通常の電源電流がLTC3803に流れると、C_{VCC}の電圧は降下し始めます。しばらくすると（通常は数十ms）、出力電圧は所望の値に近づきます。この時までに、トランスの３次巻線は、LTC3803に必要な全電源電流を実質的に供給しています。

アプリケーション情報

起こりうる設計上のひとつの落とし穴は、コンデンサC_{VCC}の値を小さくし過ぎることです。この場合、LTC3803に流れる通常の電源電流があまりにも速くC_{VCC}を放電します。つまり、3次巻線によるドライブが有効になる前に、V_{CC}ターンオフ・スレッショルドに達してしまいます。LTC3803はオフし、V_{CC}ノードがR_{START}を通して再度V_{CC}ターンオン・スレッショルドに向かって充電し始めます。具体的状況に応じて、数回オン/オフをくり返して正しい動作に達するか、またはV_{CC}ノードがいつまでも弛緩発振を続けます。

部品は次のようにして選択します。

抵抗R_{START}の値は十分小さくして、LTC3803の最大定格起動電流より大きなワーストケースの最小充電電流を供給し、C_{VCC}をV_{CC}ターンオン・スレッショルドまで充電するのに十分な電流を確保します。この抵抗の値を十分大きくして、LTC3803の最小定格電源電流より小さなワーストケース最大充電電流を供給し、動作時に、LTC3803の電源電流のほとんどが3次巻線を通して供給されるようにします。こうすると、可能な最高の効率が得られます。

次にコンデンサC_{VCC}は、上記の弛緩発振動作を避けるのに十分なだけ大きくします。これは、2次側回路の詳細と負荷の特性に依存するので、理論的に決定するのは困難です。実験で確かめることを推奨します。

トランスの3次巻線はその出力電圧が(D2の順方向電圧降下を考慮に入れた後)最大V_{CC}ターンオフ・スレッショルドを超すように設計します。また、3次巻線の公称出力電圧は最小定格V_{CC}クランプ電圧より少なくとも0.5V低くし、LTC3803のV_{CC}シャント・レギュレータと衝突して不必要に電力を浪費しないようにします。

V_{CC}シャント・レギュレータ

トランスの3次巻線を使うアプリケーションでは、3次巻線がパワーアップするときLTC3803を過電圧過渡から保護するのに、内蔵V_{CC}シャント・レギュレータが役立ちます。

3次巻線が望ましくないか利用できないアプリケーションでは、V_{CC}とGNDを近くでデカップリングするバイパス・コンデンサC_{VCC}と組み合わせて、シャント・レギュレータにより、V_{IN}からV_{CC}に接続した1本のドロッピング抵抗を通してLTC3803に電力を供給することができます(図3を参照)。この簡単さはR_{VCC}ドロッピング抵抗の定常的電力消費による効率低下を代償にして得られます。

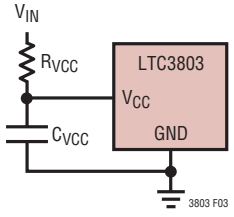


図3. 内蔵シャント・レギュレータによるLTC3803への電力供給

シャント・レギュレータはV_{CC}ピンからGNDに最大25mAを流すことができ、R_{VCC}の両端に十分な電圧降下を生じてV_{CC}を約9.5Vに安定化します。R_{VCC}の定常電力消費が許容できるほどV_{IN}が十分低いアプリケーションでは、V_{CC}シャント・レギュレータの使用はLTC3803に電力を供給する最も簡単な方法です。

外部プリレギュレータ

図4の回路はLTC3803に電力を供給する3番目の方法を示しています。直列パス・トランジスタQ1、ツェナー・ダイオードD1、およびバイアス抵抗R_Bによって構成される外部シリーズプリレギュレータにより、V_{CC}は少なくとも公称7.6Vになり、最大定格V_{CC}ターンオフ・スレッショルドより十分上にきます。抵抗R_{START}により、V_{CC}ノードはV_{CC}ターンオン・スレッショルドまで短時間充電され、LTC3803がイネーブルされます。

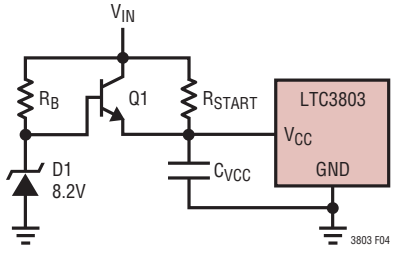
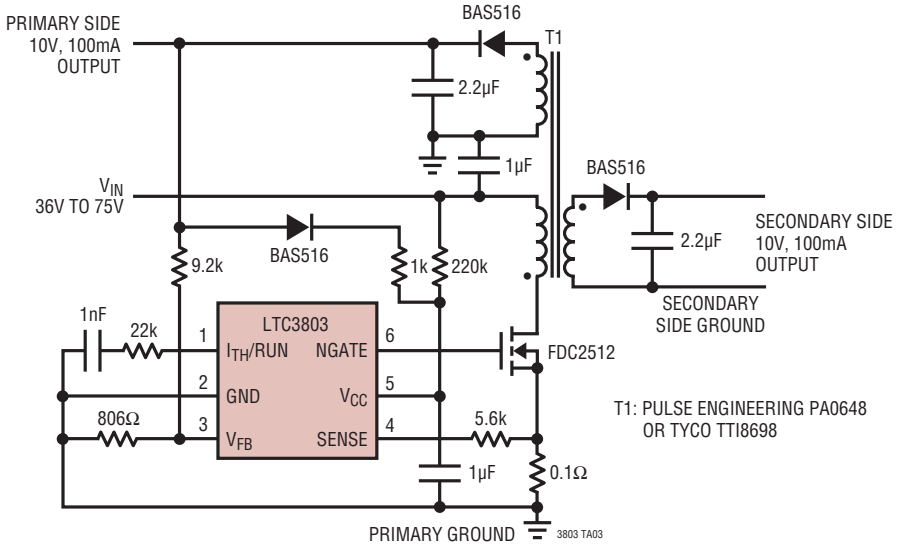


図4. 外部プリレギュレータによるLTC3803への電力供給

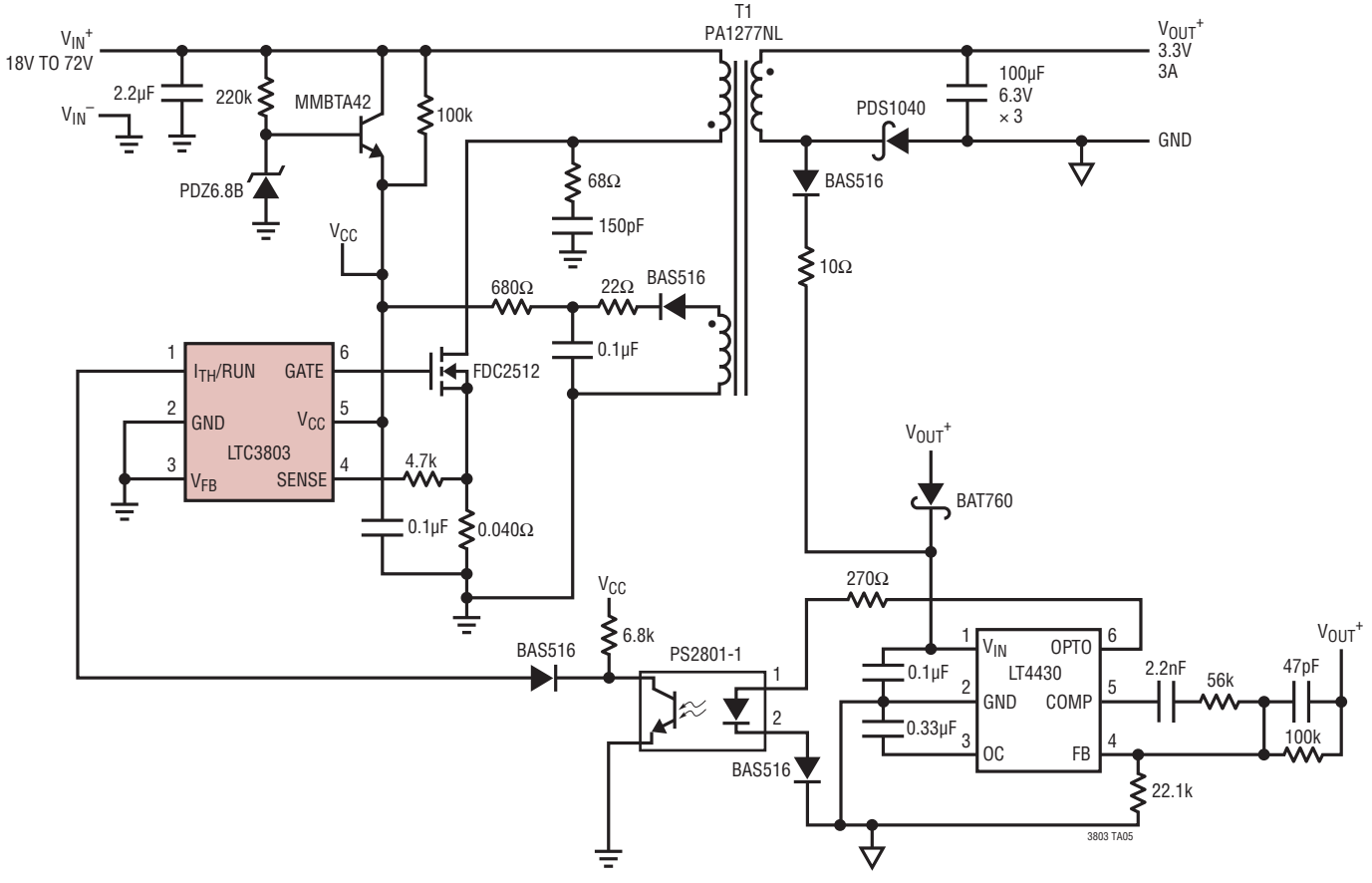
標準的応用例

2W絶縁型ハウスキーピング・テレコム・コンバータ

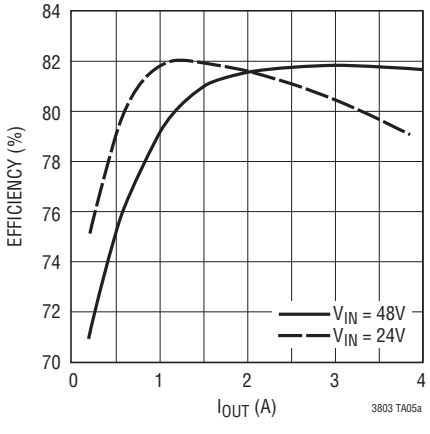


標準的応用例

4:1入力範囲、3.3V出力絶縁型フライバックDC/DCコンバータ

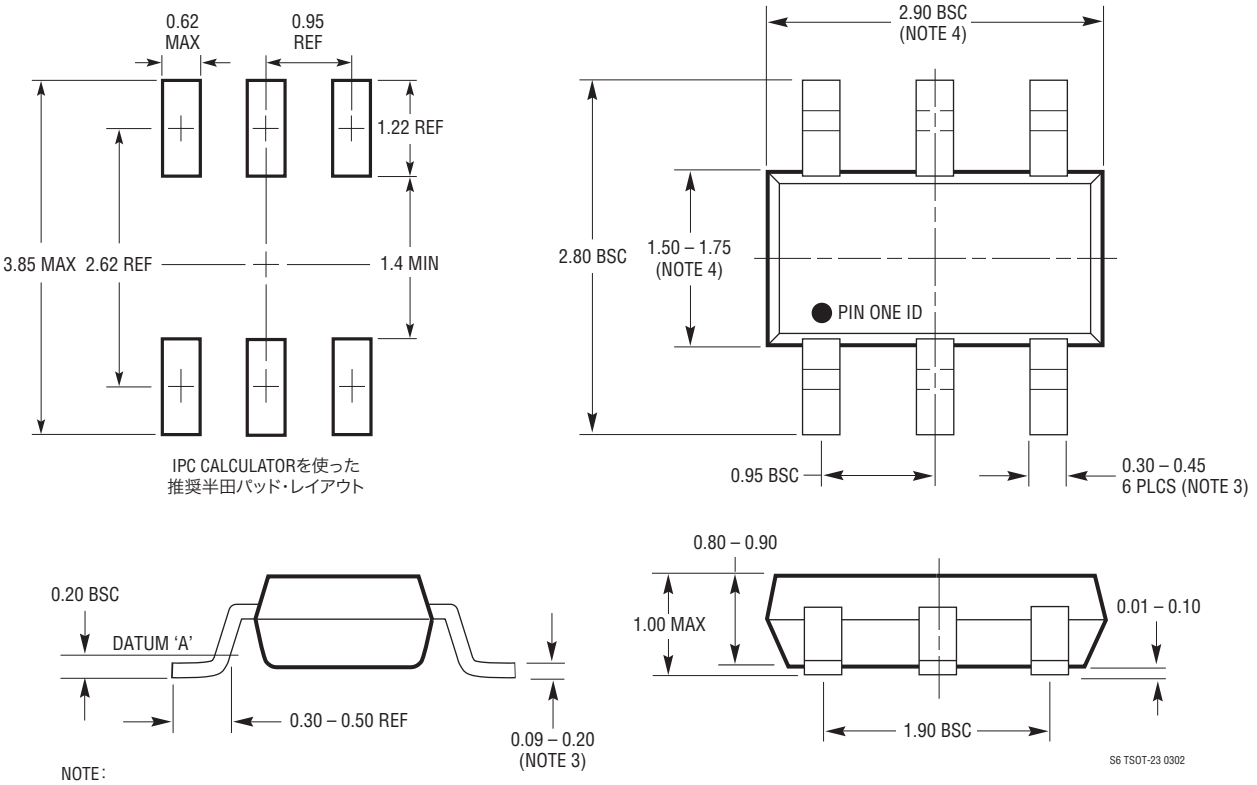


効率と負荷電流



パッケージ

S6パッケージ
6ピン・プラスチックTSOT-23
（Reference LTC DWG # 05-08-1636）



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メタルのバリを含まない
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

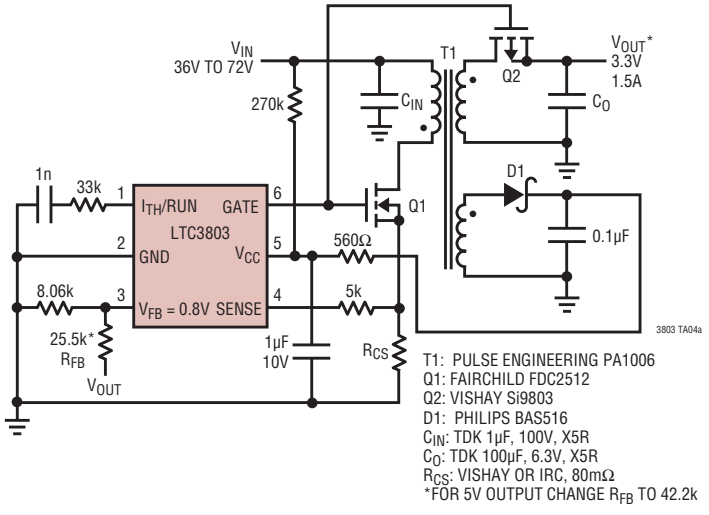
改訂履歴 （Rev Cよりスタート）

REV	日付	概要	ページ番号
C	6/10	MPグレード・バージョンを追加、データシート全体に反映	1～16

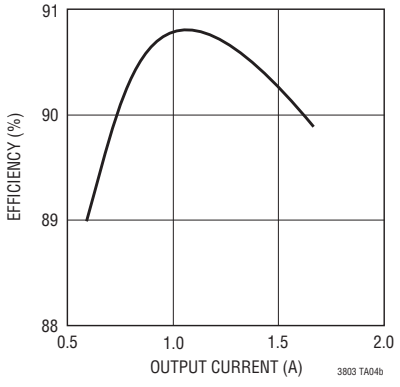
リニアテクノロジー・コーポレーションがここで提供する情報は正確かつ信頼できるものと考えておりますが、その使用に関する責務は一切負いません。また、ここに記載された回路結線と既存特許とのいかなる関連についても一切関知いたしません。なお、日本語の資料はあくまでも参考資料です。訂正、変更、改版に追従していない場合があります。最終的な確認は必ず最新の英語版データシートでお願いいたします。

標準的応用例

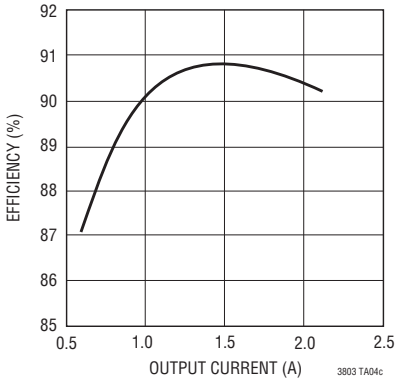
効率90%の同期整流式フライバック・コンバータ



3.3VOUT同期整流式フライバック



5VOUT同期整流式フライバック



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT3573	60Vスイッチ内蔵の 絶縁型フライバック・スイッチング・レギュレータ	3V ≤ V_{IN} ≤ 40V、オプトアイソレータや3次巻線が不要、 出力電力：最大7W、MSOP-16Eパッケージ
LTC3805/ LTC3805-5	調節可能な固定周波数で動作するフライバック、 昇圧、およびSEPIC DC/DCコントローラ	外付け部品によってのみ制限されるV_{IN}とV_{OUT}、 3mm×3mm DFN-10パッケージとMSOP-10Eパッケージ
LTC3873/ LTC3873-5	No R_{SENSE}™、固定周波数の昇圧、 フライバックおよびSEPICコントローラ	外付け部品によってのみ制限されるV_{IN}とV_{OUT}、 8ピンThinSOTパッケージと2mm×3mm DFN-8パッケージ
LT3757	昇圧、フライバック、SEPICおよび反転コントローラ	2.9V ≤ V_{IN} ≤ 40V、プログラム可能な動作周波数：100kHz～1MHz、 3mm×3mm DFN-10パッケージとMSOP-10Eパッケージ
LT3758	昇圧、フライバック、SEPICおよび反転コントローラ	5.5V ≤ V_{IN} ≤ 100V、プログラム可能な動作周波数：100kHz～1MHz、 3mm×3mm DFN-10パッケージとMSOP-10Eパッケージ
LTC1871/LTC1871-1/ LTC1871-7	広入力範囲、低消費電流、No R_{SENSE}昇圧、 フライバックおよびSEPICコントローラ	プログラム可能な動作周波数、2.5V ≤ V_{IN} ≤ 36V、 軽負荷でのBurst Mode®動作、MSOP-10パッケージ

リニアテクノロジー株式会社
〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6紀尾井町パークビル8F
TEL 03-5226-7291• FAX 03-5226-0268 • www.linear-tech.co.jp

LT 0610 REV C • PRINTED IN JAPAN
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2003