

消費電流 70 μ A の 36V、2A、2.4MHz 降圧スイッチング・レギュレータ

特長

- 広い入力範囲:
3.6V ~ 36V 動作
過電圧ロックアウトによって 60V までの過渡電圧から
デバイスを保護
- 出力電流: 最大 2A
- 低リップルの Burst Mode[®] 動作
12V_{IN} から 3.3V_{OUT} への変換時に I_Q が 70 μ A
出力リップル < 15mV
- 調整可能なスイッチング周波数: 200kHz ~ 2.4MHz
- 低いシャットダウン電流: I_Q < 1 μ A
- 昇圧ダイオード内蔵
- 250kHz ~ 2MHz の範囲で同期可能
- パワーグッド・フラグ
- 飽和スイッチ設計: 0.25 Ω オン抵抗
- 帰還リファレンス電圧: 0.790V
- 出力電圧: 0.79V ~ 20V
- ソフトスタート機能
- 熱特性が改善された小型 10ピン MSOP および
(3mm \times 3mm) DFN パッケージ

アプリケーション

- 車載バッテリーの安定化
- 携帯製品の電源
- 分配電源の安定化
- 産業用電源

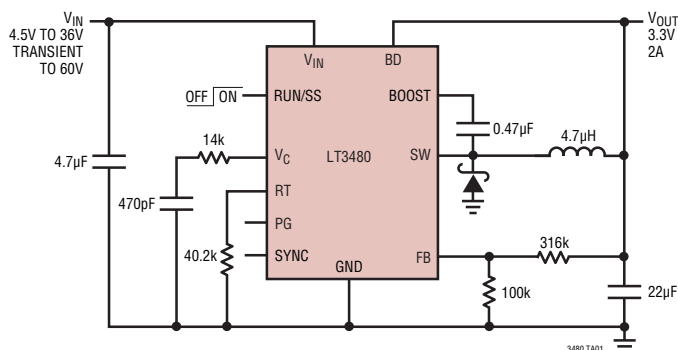
概要

LT[®]3480 は、36V (最大 60V) までの入力電圧を使用可能な可変周波数 (200kHz ~ 2.4MHz) モノリシック降圧スイッチング・レギュレータです。高効率の 0.25 Ω スイッチに加え、昇圧ショットキー・ダイオード、必要な発振器、制御回路、ロジック回路を 1 個のチップに搭載しています。電流モード方式を採用することにより、過渡応答が高速で、優れたループ安定性が得られます。低リップルの Burst Mode 動作により、標準アプリケーションにおいて出力リップルを 15mV 以下に保ちながら、低出力電流で高効率を維持します。また、V_{OUT} が 3V を超える場合に出力からバイアス電流を流すことにより、低出力電流時の効率をさらに向上させることができます。シャットダウンによって消費電流を 1 μ A 以下まで低減するとともに、RUN/SS ピンの抵抗とコンデンサによって出力電圧ランプを制御します (ソフトスタート)。パワーグッド・フラグは、V_{OUT} が設定された出力電圧の 86% に達していることを知らせます。LT3480 は露出パッド付きの 10 ピン MSOP および 3mm \times 3mm DFN パッケージで供給されるので、熱抵抗を低く抑えることができます。

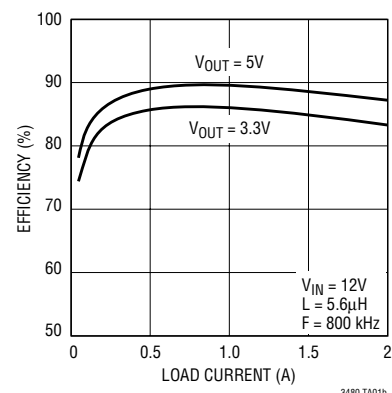
LT、LT、LTC および LTM はリニアテクノロジー社の登録商標です。Burst Mode はリニアテクノロジー社の登録商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

標準的応用例

3.3V 降圧コンバータ



効率



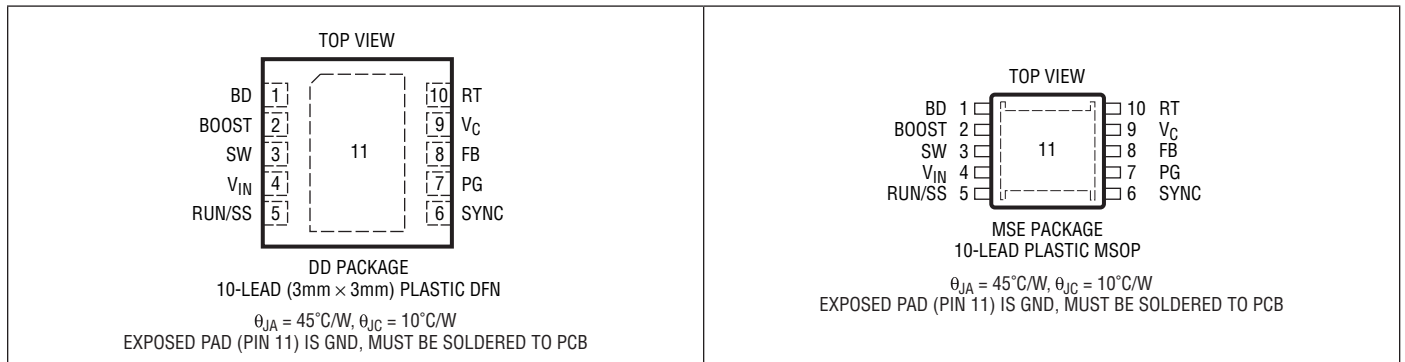
LT3480

絶対最大定格 (Note 1)

V_{IN} 、RUN/SSの電圧 (Note 5)	60V
BOOSTピンの電圧	56V
SWピンを超えるBOOSTピン電圧	30V
FB、RT、 V_C の電圧	5V
PG、BD、SYNCの電圧	30V
動作接合部温度範囲 (Note 2)	
LT3480E	-40°C ~ 125°C
LT3480I	-40°C ~ 125°C
LT3480H	-40°C ~ 150°C
LT3480MP	-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) (MSEのみ)	300°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
LT3480EDD#PBF	LT3480EDD#TRPBF	LCTP	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3480IDD#PBF	LT3480IDD#TRPBF	LCTP	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3480EMSE#PBF	LT3480EMSE#TRPBF	LTCTM	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3480IMSE#PBF	LT3480IMSE#TRPBF	LTCTM	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3480HMSE#PBF	LT3480HMSE#TRPBF	LTCTM	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT3480MPMSE#PBF	LT3480MPMSE#TRPBF	LTCTM	10-Lead Plastic MSOP	-55°C to 150°C
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
LT3480EDD	LT3480EDD#TR	LCTP	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3480IDD	LT3480IDD#TR	LCTP	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3480EMSE	LT3480EMSE#TR	LTCTM	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3480IMSE	LT3480IMSE#TR	LTCTM	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3480HMSE	LT3480HMSE#TR	LTCTM	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT3480MPMSE	LT3480MPMSE#TR	LTCTM	10-Lead Plastic MSOP	-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。

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、 $V_{IN} = 10\text{V}$ 、 $V_{RUN/SS} = 10\text{V}$ 、 $V_{BOOST} = 15\text{V}$ 、 $V_{BD} = 3.3\text{V}$ 。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage		●		3	3.6	V
V_{IN} Overvoltage Lockout		●	36	38	40	V
Quiescent Current from V_{IN}	$V_{RUN/SS} = 0.2\text{V}$ $V_{BD} = 3\text{V}$, Not Switching $V_{BD} = 0$, Not Switching	●		0.01 30 105	0.5 100 160	μA μA μA
Quiescent Current from BD	$V_{RUN/SS} = 0.2\text{V}$ $V_{BD} = 3\text{V}$, Not Switching $V_{BD} = 0$, Not Switching	●		0.01 80 1	0.5 120 5	μA μA μA
Minimum Bias Voltage (BD Pin)				2.7	3	V
Feedback Voltage		●	780 775	790 790	800 805	mV mV
FB Pin Bias Current (Note 3)	$V_{FB} = 0.8\text{V}$, $V_C = 0.4\text{V}$	●		7	30	nA
FB Voltage Line Regulation	$4\text{V} < V_{IN} < 36\text{V}$			0.002	0.01	%/V
Error Amp g_m				400		μMho
Error Amp Gain				1000		
V_C Source Current				45		μA
V_C Sink Current				45		μA
V_C Pin to Switch Current Gain				3.5		A/V
V_C Clamp Voltage				2		V
Switching Frequency	$R_T = 8.66\text{k}$ $R_T = 29.4\text{k}$ $R_T = 187\text{k}$		2.1 0.9 160	2.4 1 200	2.7 1.15 240	MHz MHz kHz
Minimum Switch Off-Time		●		60	150	nS
Switch Current Limit	Duty Cycle = 5%		3	3.5	4	A
Switch V_{CESAT}	$I_{SW} = 2\text{A}$			500		mV
Boost Schottky Reverse Leakage	$V_{BD} = 0\text{V}$			0.02	2	μA
Minimum Boost Voltage (Note 4)		●		1.5	2.1	V
BOOST Pin Current	$I_{SW} = 1\text{A}$			22	35	mA
RUN/SS Pin Current	$V_{RUN/SS} = 2.5\text{V}$			5	10	μA
RUN/SS Input Voltage High					2.5	V
RUN/SS Input Voltage Low			0.2			V
PG Threshold Offset from Feedback Voltage	V_{FB} Rising			100		mV
PG Hysteresis				12		mV
PG Leakage	$V_{PG} = 5\text{V}$			0.1	1	μA
PG Sink Current	$V_{PG} = 0.4\text{V}$	●	100	600		μA
SYNC Low Threshold			0.5			V
SYNC High Threshold					0.7	V
SYNC Pin Bias Current	$V_{SYNC} = 0\text{V}$			0.1		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可能性がある。

Note 2: LT3480Eは $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 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。
 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 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。LT3480Iの仕様は $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の温度範囲で保証されている。LT3480Hの仕様は $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の温度範囲で保証されている。LT3480MPの仕様は $-55^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の温度範囲で保証されている。

LT3480

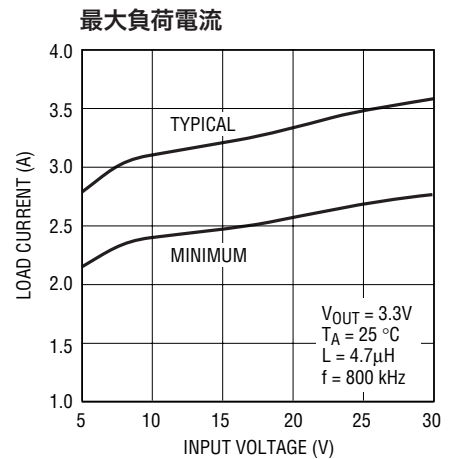
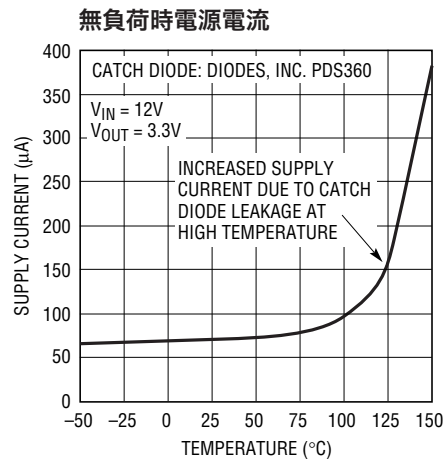
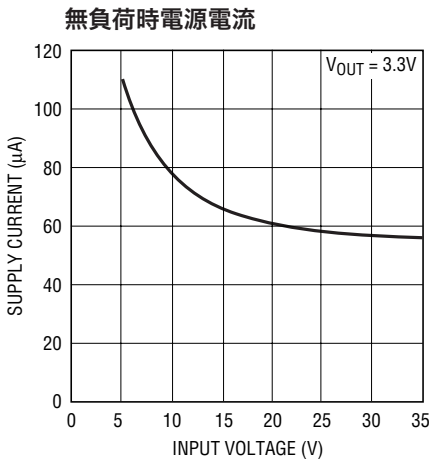
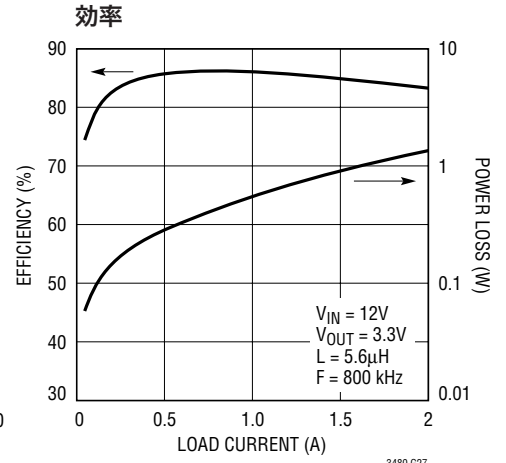
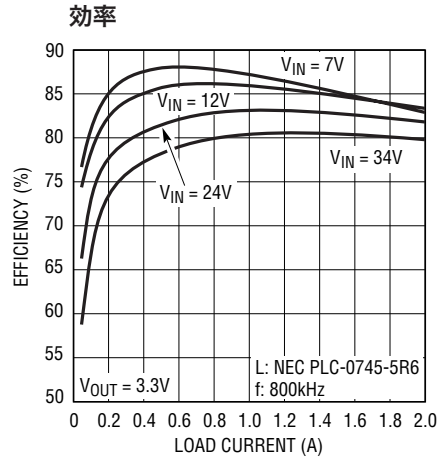
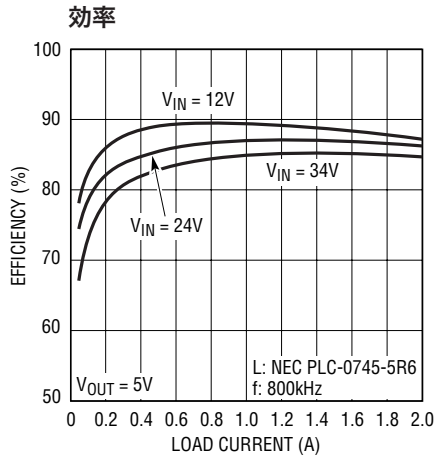
電気的特性

Note 3: バイアス電流はFBピンに流れ込む。

Note 4: これはスイッチが完全に飽和するのを保証するのに必要な、昇圧コンデンサの両端の最小電圧である。

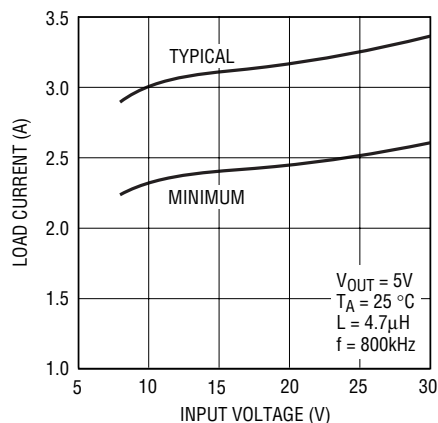
Note 5: T_J が125°C以下の動作では、 V_{IN} ピンとRUN/SSピンの絶対最大電圧は、連続動作の場合は40V、最大1秒間の非反復トランジエントの場合には60Vである。 T_J が125°Cを超える動作では、 V_{IN} ピンとRUN/SSピンの絶対最大電圧は36Vである。

標準的性能特性



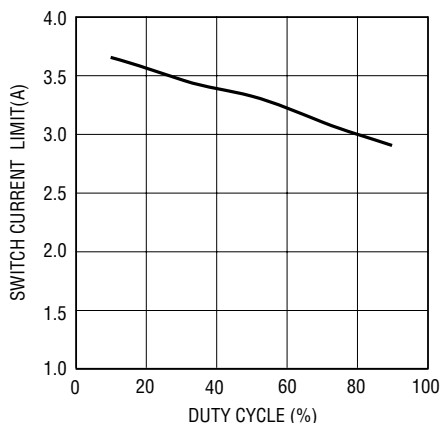
標準的性能特性

最大負荷電流



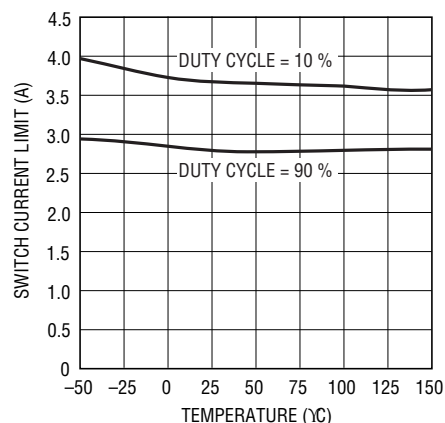
3480 G07

スイッチ電流制限



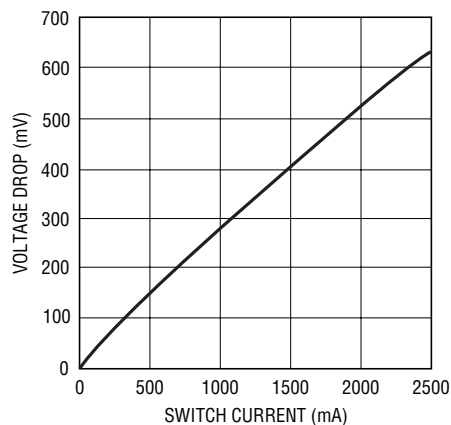
3480 G08

スイッチ電流制限



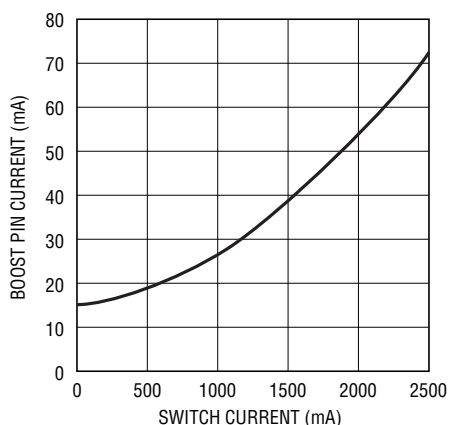
3480 G09

スイッチの電圧降下



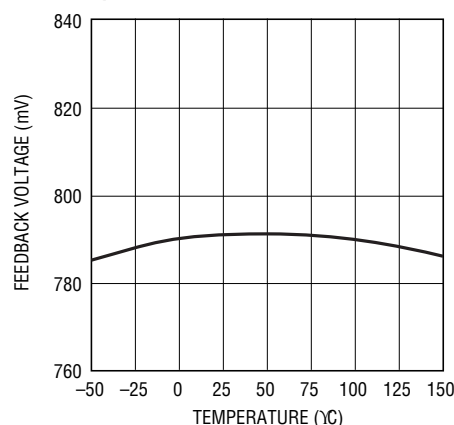
3480 G10

BOOSTピンの電流



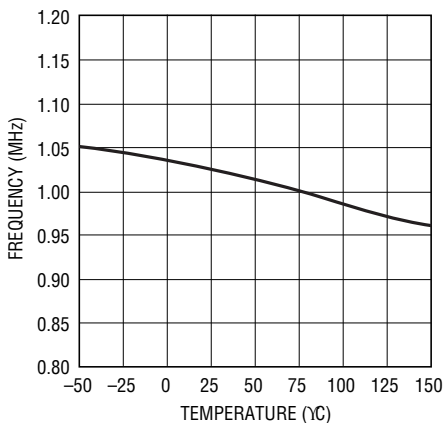
3480 G11

帰還電圧



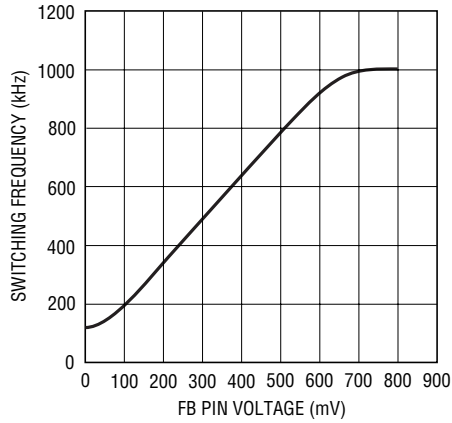
4380 G12

スイッチング周波数



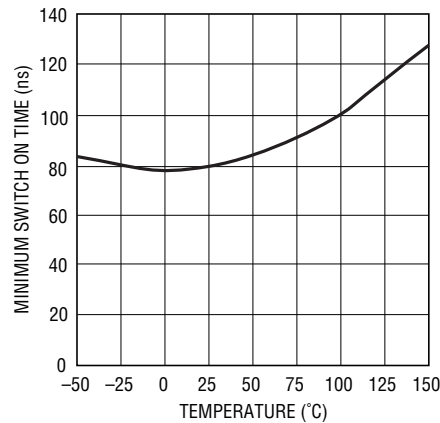
4380 G13

周波数フォールドバック



3480 G14

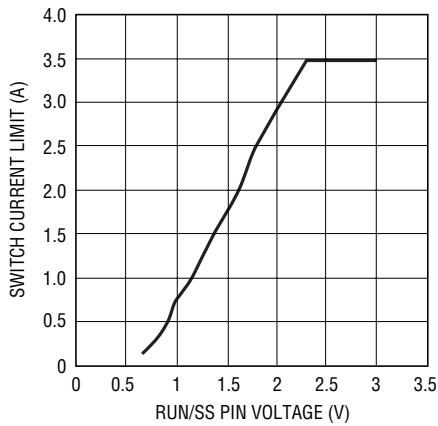
スイッチの最小オン時間



3480 G15

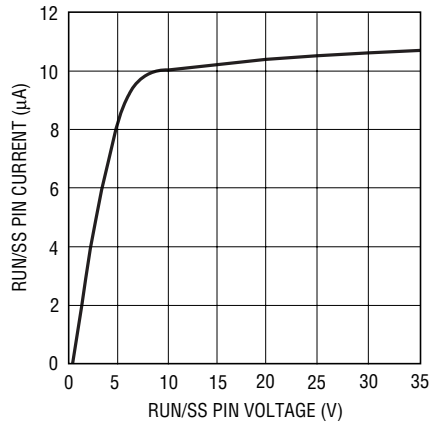
標準的性能特性

ソフトスタート



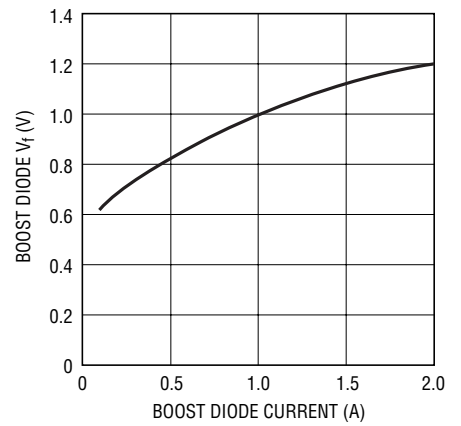
3480 G16

RUN/SS ピンの電流



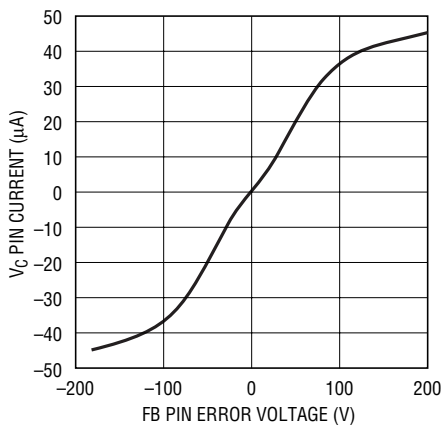
3480 G17

昇圧ダイオード



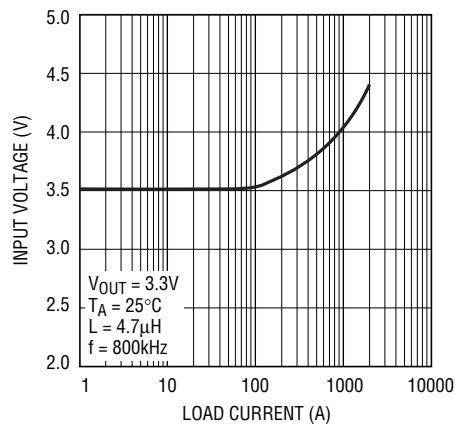
3480 G18

誤差アンプの出力電流



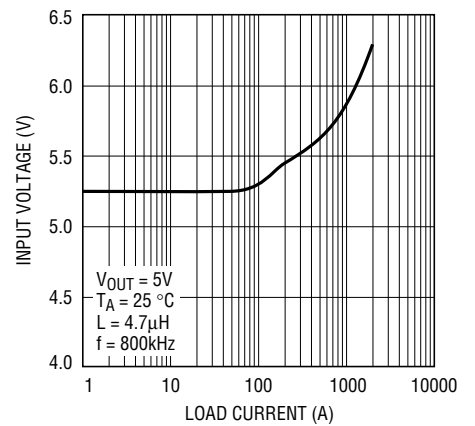
3480 G19

最小入力電圧



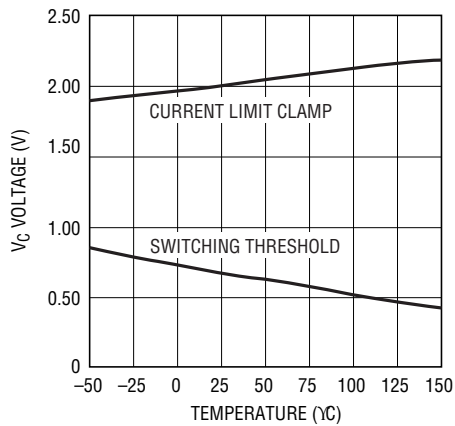
3480 G20

最小入力電圧



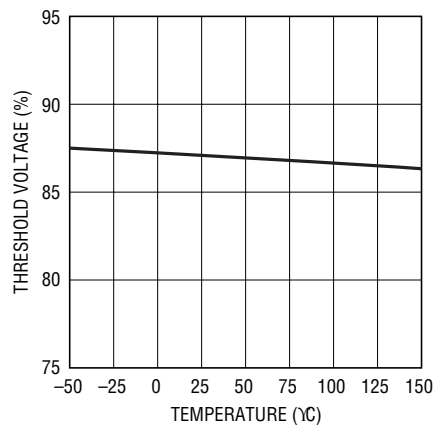
3480 G21

V_c 電圧



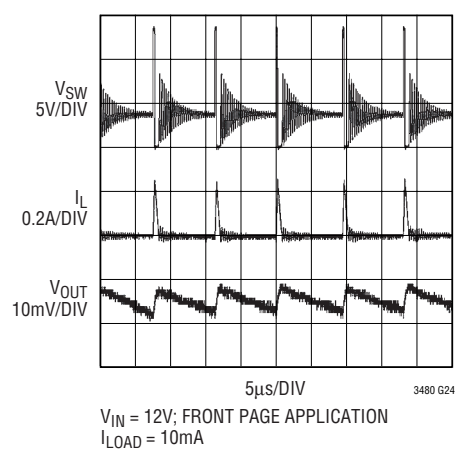
3480 G22

パワーグッド・スレッシュヨルド



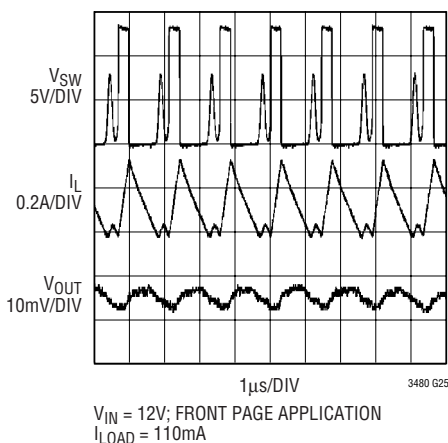
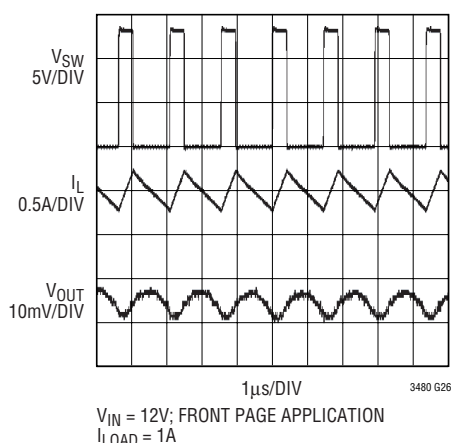
3480 G23

スイッチング波形; Burst Mode



3480 G24

標準的性能特性

スイッチング波形; Burst Modeから
最大周波数への遷移スイッチング波形; 最大周波数の
連続動作

ピン機能

BD (ピン1): このピンは昇圧ショットキー・ダイオードのアンロードに接続されています。また、BDは電流を内部レギュレータに供給します。BDは、 V_{OUT} に接続しない場合、低ESRコンデンサ(1 μ F)でローカルにバイパスする必要があります。

BOOST (ピン2): このピンは入力電圧より高いドライブ電圧を内蔵バイポーラNPNパワー・スイッチに与えるのに使います。

SW (ピン3): SWピンは内部パワー・スイッチの出力です。このピンは、インダクタ、キャッチ・ダイオードおよび昇圧コンデンサに接続します。

V_{IN} (ピン4): V_{IN} ピンはLT3480の内部レギュレータおよび内部パワー・スイッチに電流を供給します。このピンはローカルにバイパスする必要があります。

RUN/SS (ピン5): RUN/SSピンはLT3480をシャットダウン・モードにするのに使います。グラウンドに接続するとLT3480がシャットダウンします。通常動作時は2.5V以上の電圧に接続します。シャットダウン機能を使用しない場合はこのピンを V_{IN} ピンに接続します。RUN/SSはソフトスタート機能も提供します。「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。

SYNC (ピン6): これは外部クロック同期入力です。低出力負荷での低リップルBurst Mode動作では、このピンを接地します。同期させるにはクロック・ソースに接続します。クロックのエッジの立上り時間と立下り時間は1 μ sより速くします。「アプリケーション情報」の「同期」のセクションを参照してください。

PG (ピン7): PG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はFBピンが最終安定化電圧の14%以内に入るまで“L”に保たれます。PG出力は V_{IN} が3.6Vを超え、RUN/SSが“H”のとき有効です。

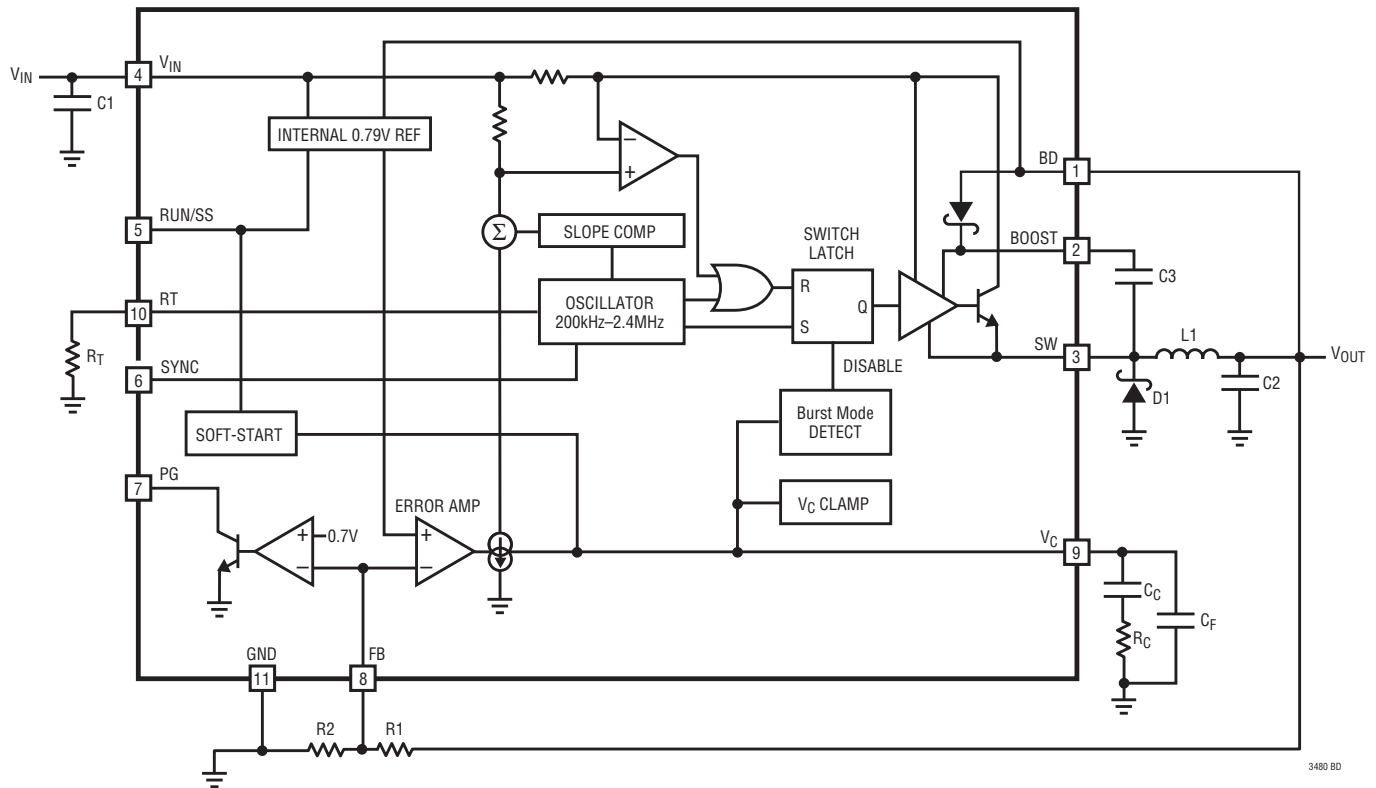
FB (ピン8): LT3480はそのFBピンを0.790Vに安定化します。帰還抵抗分割器のタップをこのピンに接続します。

V_C (ピン9): V_C ピンは内部誤差アンプの出力です。このピンの電圧がピーク・スイッチ電流を制御します。制御ループを補償するため、RCネットワークをこのピンからグラウンドに接続します。

RT (ピン10): 発振器抵抗入力。このピンからグラウンドに抵抗を接続してスイッチング周波数を設定します。

露出パッド (ピン11): グラウンド。露出パッドはPCBに半田付けする必要があります。

ブロック図



動作

LT3480は固定周波数の電流モード降圧レギュレータです。RTによって周波数が設定された発振器により、RSフリップ・フロップがイネーブルされ、内部のパワー・スイッチがオンします。アンプおよびコンパレータはVINピンとSWピンの間を流れる電流を検出し、この電流がVc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。誤差アンプはFBピンに接続された外部抵抗分割器を通して出力電圧を測定し、Vcピンをサーボ制御します。誤差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。誤差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。Vcピンのアクティブ・クランプによって電流制限がおこなわれます。VcピンはRUN/SSピンの電圧にもクランプされます。ソフトスタートは外付けの抵抗とコンデンサを使ってRUN/SSピンに電圧ランプを発生させて実現します。

内部レギュレータが制御回路に電力を供給します。このバイアス・レギュレータは通常VINピンから電力供給を受けますが、3Vを超える外部電圧にBDピンが接続されると、バイアス電力は外部ソース(普通は安定化された出力電圧)から供給さ

れます。これにより、効率が改善されます。RUN/SSピンを使ってLT3480をシャットダウンすると、出力が切断され、入力電流が1μA以下に減少します。

スイッチ・ドライバは入力またはBOOSTピンのどちらかで動作します。外付けのコンデンサとダイオードを使って入力電源より高い電圧をBOOSTピンに発生させます。これにより、ドライバは内部バイポーラNPNパワー・スイッチを完全に飽和させ、高い効率で動作させることができます。

効率をさらに上げるため、LT3480は軽負荷状態では自動的にBurst Mode動作に切り替わります。バーストとバーストの間では、出力スイッチの制御に関連した全ての回路がシャットダウンし、標準的なアプリケーションでは入力電源電流が70μAに減少します。

FBピンの電圧が低いと発振器はLT3480の動作周波数を下げます。この周波数フォールドバックは起動時および過負荷時の出力電流を制御するのに役立ちます。

動作

FBピンが安定化電圧値の86%になるとトリップするパワーグッド・コンバータがLT3480には備わっています。PG出力はオープン・コレクタ・トランジスタで、出力が安定化しているときオフしているため、外部抵抗によりPGピンを“H”に引き上げることができます。LT3480がイネーブルされていてV_{IN}が3.6Vを超えているときパワーグッドは有効です。

LT3480は過電圧保護機能を備えており、V_{IN}が標準38V(最小36V)を超えるとスイッチングをディスエーブルします。スイッチングがディスエーブルされると、LT3480は最大60Vまでの入力電圧に安全に耐えることができます。

アプリケーション情報

FB抵抗ネットワーク

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ってプログラムします。次式に従って1%抵抗を選択します。

$$R1 = R2 \left(\frac{V_{OUT}}{0.79V} - 1 \right)$$

参照名についてはブロック図を参照してください。

スイッチング周波数の設定

LT3480には固定周波数PWMアーキテクチャが使われており、RTピンからグランドに接続した抵抗を使って200kHz～2.4MHzの範囲でスイッチングするようにプログラムすることができます。望みのスイッチング周波数に必要なR_Tの値を図1に示します。

SWITCHING FREQUENCY (MHz)	RT VALUE (kΩ)
0.2	187
0.3	121
0.4	88.7
0.5	68.1
0.6	56.2
0.7	46.4
0.8	40.2
0.9	34
1.0	29.4
1.2	23.7
1.4	19.1
1.6	16.2
1.8	13.3
2.0	11.5
2.2	9.76
2.4	8.66

図1. スwitchング周波数とR_Tの値

動作周波数のトレードオフ

動作周波数の選択には、効率、部品サイズ、最小ドロップアウト電圧、および最大入力電圧の間のトレードオフが必要です。高周波数動作の利点は小さな値のインダクタとコンデンサを使うことができることです。不利な点は、効率が下がり、最大入力電圧が下がり、ドロップアウト電圧が大きくなることです。与えられたアプリケーションの最高許容スイッチング周波数(f_{SW(MAX)})は次のように計算することができます。

$$f_{SW(MAX)} = \frac{V_D + V_{OUT}}{t_{ON(MIN)}(V_D + V_{IN} - V_{SW})}$$

ここで、V_{IN}は標準入力電圧、V_{OUT}は出力電圧、V_Dはキャッチ・ダイオードの電圧降下(約0.5V)、V_{SW}は内部スイッチの電圧降下(最大負荷で約0.5V)です。この式は、高いV_{IN}/V_{OUT}比を安全に実現するには、スイッチング周波数を下げる必要があることを示しています。また、次のセクションで示されているように、周波数を下げると、ドロップアウト電圧を下げるすることができます。入力電圧範囲がスイッチング周波数に依存する理由は、LT3480のスイッチには有限の最小オン時間と最小オフ時間があるためです。スイッチは最小約150nsオンし、最小約150nsオフすることができます。25°Cの標準最小オン時間は80nsです。これは、最小と最大のデューティ・サイクルが次のようになることを意味します。

$$DC_{MIN} = f_{SW} t_{ON(MIN)}$$

$$DC_{MAX} = 1 - f_{SW} t_{OFF(MIN)}$$

ここで、f_{SW}はスイッチング周波数、t_{ON(MIN)}は最小スイッチ・オン時間(約150ns)、t_{OFF(MIN)}は最小スイッチ・オフ時間(約150ns)です。これらの式は、スイッチング周波数が低下するにつれ、デューティ・サイクルの範囲が増加することを示しています。

アプリケーション情報

スイッチング周波数の選択が適切だと、適切な入力電圧範囲が可能になり(次のセクションを参照)、インダクタとコンデンサの値が小さく保たれます。

入力電圧範囲

LT3480のアプリケーションの最大入力電圧は、スイッチング周波数、 V_{IN} ピンとBOOSTピンの絶対最大定格、および動作モードに依存します。

LT3480は最大38Vまでの入力電圧で動作することができ、最大60Vまでの電圧に安全に耐えることができます。 $V_{IN} > 38V$ (標準)の間、LT3480はスイッチングを停止しますので、出力が安定化状態から外れることに注意してください。

出力が起動、短絡、または他の過負荷状態の間、スイッチング周波数は以下の説明に従って選択されます。

60Vまでの入力での安全な動作には、次式に従って、スイッチング周波数を $V_{IN(MAX)} \geq 40V$ を満たすのに十分なだけ低く設定する必要があります。もっと低い $V_{IN(MAX)}$ を望むなら、この式を直接使うことができます。

$$V_{IN(MAX)} = \frac{V_{OUT} + V_D}{f_{SW} t_{ON(MIN)}} - V_D + V_{SW}$$

ここで、 $V_{IN(MAX)}$ は最大動作入力電圧、 V_{OUT} は出力電圧、 V_D はキャッチ・ダイオードの電圧降下(約0.5V)、 V_{SW} は内蔵スイッチの電圧降下(最大負荷で約0.5V)、 f_{SW} は(R_T によって設定される)スイッチング周波数、 $t_{ON(MIN)}$ は最小スイッチ・オン時間(約150ns)です。スイッチング周波数が高いほど最大動作入力電圧が下がることに注意してください。逆に、高い入力電圧で安全な動作を実現するには、スイッチング周波数を低くする必要があります。

出力が安定化されていて、短絡、スタートアップ、または過負荷が発生するおそれがない場合は、スイッチング周波数に関係なく、60Vまでの入力電圧トランジェントを許容できます。このモードでは、LT3480は出力を安定化された状態に保つために(スイッチング・パルススキップする)パルス・スキップ動作に入る可能性があります。このモードでは、出力電圧リップルとインダクタ電流リップルが通常動作より高くなります。38Vより上では、スイッチングが停止します。

最小入力電圧は、LT3480の約3.6Vの最小動作電圧またはその最大デューティ・サイクルのどちらかによって決まります(前

のセクションの式を参照)。デューティ・サイクルによる最小入力電圧は次のとおりです。

$$V_{IN(MIN)} = \frac{V_{OUT} + V_D}{1 - f_{SW} t_{OFF(MIN)}} - V_D + V_{SW}$$

ここで、 $V_{IN(MIN)}$ は最小入力電圧、 $t_{OFF(MIN)}$ は最小スイッチ・オフ時間(150ns)です。スイッチング周波数が高いほど、最小入力電圧が増加することに注意してください。ドロップアウト電圧を下げたい場合、低いスイッチング周波数を使います。

インダクタの選択

与えられた入力電圧と出力電圧に対して、インダクタの値と動作周波数によってリップル電流が決まります。リップル電流 ΔI_L は V_{IN} または V_{OUT} が高いほど増加し、インダクタンスが高いほど、またスイッチング周波数が高いほど減少します。リップル電流選択のために、次式を出発点にします。

$$\Delta I_L = 0.4(I_{OUT(MAX)})$$

ここで、 $I_{OUT(MAX)}$ は最大出力負荷電流です。十分な出力電流を保証するには、ピーク・インダクタ電流はLT3480のスイッチ電流リミット(I_{LIM})より小さくしなければなりません。ピーク・インダクタ電流は次のようになります。

$$I_L(PEAK) = I_{OUT(MAX)} + \Delta I_L/2$$

ここで、 $I_L(PEAK)$ はピーク・インダクタ電流、 $I_{OUT(MAX)}$ は最大出力負荷電流、 ΔI_L はインダクタ・リップル電流です。LT3480のスイッチ電流リミット(I_{LIM})は、低デューティ・サイクルでは少なくとも3.5Aですが、直線的に低下してDC = 0.8では2.5Aになります。最大出力電流はインダクタ・リップル電流の関数です。

$$I_{OUT(MAX)} = I_{LIM} - \Delta I_L/2$$

十分な最大出力電流($I_{OUT(MAX)}$)を与えるインダクタ・リップル電流を必ず選択してください。

最大 V_{IN} で最大インダクタ・リップル電流が発生します。リップル電流が規定された最大値を超えないようにするには、次式に従ってインダクタの値を選択します。

$$L = \frac{V_{OUT} + V_D}{f_{SW} \Delta I_L} \left(1 - \frac{V_{OUT} + V_D}{V_{IN(MAX)}} \right)$$

アプリケーション情報

ここで、 V_D はキャッチ・ダイオードの電圧降下(約0.4V)、 $V_{IN(MAX)}$ は最大入力電圧、 V_{OUT} は出力電圧、 f_{sw} は(R_T によって設定された)スイッチング周波数、 L はインダクタの値です。

インダクタのRMS電流定格は最大負荷電流より大きくなければならず、その飽和電流は約30%大きくなければなりません。フォールト状態(起動時または短絡)や高入力電圧(>30V)で堅牢な動作を実現するには、飽和電流を3.5Aより大きくします。高い効率を保つには、直列抵抗(DCR)が 0.1Ω より小さく、コア材が高周波アプリケーション向けのものにします。適しているタイプと製造元のリストを表1に示します。

表1. インダクタの製造元

VENDOR	URL	PART SERIES	TYPE
Murata	www.murata.com	LQH55D	Open
TDK	www.componenttdk.com	SLF7045 SLF10145	Shielded Shielded
Toko	www.toko.com	D62CB D63CB D75C D75F	Shielded Shielded Shielded Open
Sumida	www.sumida.com	CR54 CDRH74 CDRH6D38 CR75	Open Shielded Shielded Open

もちろん、このように簡単なデザイン・ガイドでは、個々のアプリケーションに最適のインダクタを常に与えるとはかぎりません。インダクタの値を大きくすると最大負荷電流がわずかに増加し、出力電圧リップルが減少します。負荷が2Aより小さい場合、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。この場合、物理的に小さなインダクタを使うことができます。あるいはDCRの小さなものを使って効率を上げることができます。このデータシートの「標準的性能特性」のセクションのいくつかのグラフには、いくつかのよく使われる出力電圧に対して、入力電圧とインダクタ値の関数としての最大負荷電流が示されています。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の詳細については、「アプリケーションノート44」を参照してください。最後に、50%を超えるデューティ・サイクルでは($V_{OUT}/V_{IN} > 0.5$)、低調波発振を防ぐために必要な最小インダクタンスがあります。AN19を参照してください。

入力コンデンサ

X7RまたはX5Rタイプのセラミック・コンデンサを使ってLT3480回路の入力をバイパスします。Y5Vタイプは温度や印加される電圧が変化すると性能が低下するので使用しないでください。4.7 μ F～10 μ Fのセラミック・コンデンサはLT3480をバイパスするのに適しており、容易にリップル電流に対応できます。低いスイッチング周波数を使うと、大きな入力容量が必要になることに注意してください。入力電源のインピーダンスが高かったり、長い配線やケーブルによる大きなインダクタンスが存在する場合、追加のバルク容量が必要になることがあります。これには性能がそれほど高くない電解コンデンサを使うことができます。

降圧レギュレータには入力電源から高速の立上りと立下りを伴うパルス電流が流れます。その結果LT3480に生じる電圧リップルを減らし、非常に高い周波数のこ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を最小に抑えるために入力コンデンサが必要です。4.7 μ Fのコンデンサはこの役目を果たしますが、それがLT3480とキャッチ・ダイオードの近くに配置された場合に限られます(「PCBレイアウト」のセクションを参照)。2番目の注意は、入力セラミック・コンデンサとLT3480の最大入力電圧定格の関係に関するものです。入力セラミック・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)共振タンク回路を形成します。LT3480の回路を給電中の電源に差し込むと、入力電圧に正常値の2倍のリングングが生じて、LT3480の電圧定格を超えるおそれがあります。この状況は容易に避けられます(「安全な活線挿入」のセクションを参照)。

スペースに敏感なアプリケーションでは、LT3480の入力のローカル・バイパスに2.2 μ Fのセラミック・コンデンサを使うことができます。ただし、入力容量が低いと、入力電流リップルと入力電圧リップルが増加し、他の回路にノイズが結合することがあります。また、電圧リップルが大きくなると、LT3480の最小動作電圧が約3.7Vに上がります。

出力コンデンサと出力リップル

出力コンデンサには2つの基本的な機能があります。インダクタとともに、出力コンデンサはLT3480が生成する方形波をフィルタ処理してDC出力を生成します。この機能では出力コンデンサが出力リップルを決定するので、スイッチング周波数での

アプリケーション情報

インピーダンスが低いことが重要です。2番目の機能は、過渡負荷に電流を供給してLT3480の制御ループを安定させるためにエネルギーを蓄積することです。セラミック・コンデンサの等価直列抵抗(ESR)は非常に小さいので、最良のリプル性能を与えます。次の値が出発点として適当です。

$$C_{OUT} = \frac{100}{V_{OUT} f_{SW}}$$

ここで、 f_{SW} の単位はMHz、 C_{OUT} は μF で表した推奨出力容量です。X5RまたはX7Rのタイプを使ってください。この選択により、出力リプルが小さくなり、過渡応答が良くなります。補償ネットワークもループ帯域幅を保つように調整されていると、もっと大きな値のコンデンサを使って過渡性能を改善することができます。スペースとコストを節約するため、もっと小さな値の出力コンデンサを使うこともできますが、過渡性能が低下します。「周波数補償」のセクションを参照して、適切な保証ネットワークを選択します。

コンデンサを選択するときは、データシートを注意深く調べて、動作条件(加えられる電圧や温度)での実際の容量を確認してください。物理的に大きなコンデンサまたは電圧定格が高いコンデンサが必要なことがあります。高性能タンタル・コンデンサや電解コンデンサを出力コンデンサに使うことができます。ESRが小さいことが重要ですから、スイッチング・レギュレータ用のものを選択します。製造元によってESRが規定されている必要があり、 0.05Ω 以下のものにします。このタイプのコンデンサはセラミック・コンデンサより大きく、容量も大きくなります。これはESRを小さくするためコンデンサを大きくする必要があるので、コンデンサの製造元のリストを表2に示します。

表2. コンデンサの製造元

VENDOR	PHONE	URL	PART SERIES	COMMANDS
Panasonic	(714) 373-7366	www.panasonic.com	Ceramic, Polymer, Tantalum	EEF Series
Kemet	(864) 963-6300	www.kemet.com	Ceramic, Tantalum	T494, T495
Sanyo	(408) 749-9714	www.sanyovideo.com	Ceramic, Polymer, Tantalum	POSCAP
Murata	(408) 436-1300	www.murata.com	Ceramic	
AVX		www.avxcorp.com	Ceramic, Tantalum	TPS Series
Taiyo Yuden	(864) 963-6300	www.taiyo-yuden.com	Ceramic	

キャッチ・ダイオード

キャッチ・ダイオードはスイッチ・オフ時間のあいだだけ電流を流します。通常動作時の平均順方向電流は次式で計算することができます。

$$I_{D(AVG)} = I_{OUT} (V_{IN} - V_{OUT}) / V_{IN}$$

ここで、 I_{OUT} は出力負荷電流です。公称動作に必要な電流定格より大きな電流定格のダイオードを検討する唯一の理由は、出力が短絡したときのワーストケース条件に対応するためです。この場合、ダイオード電流は標準ピーク・スイッチ電流まで増加します。ピーク逆電圧はレギュレータの入力電圧に等しくなります。逆電圧定格が入力電圧より大きいショットキー・ダイオードを使います。LT3480の過電圧保護機能により $V_{IN} > 38V$ のときスイッチがオフするので、 V_{IN} が最大60Vまで変化しても40V定格のショットキー・ダイオードを使用することができます。いくつかのショットキー・ダイオードとその製造元を表3に示します。

表3. ダイオードの製造元

PART NUMBER	V _R (V)	I _{AVE} (A)	V _F AT 1A (mV)	V _F AT 2A (mV)
On Semiconductor				
MBRM120E	20	1	530	595
MBRM140	40	1	550	
Diodes Inc.				
B120	20	1	500	
B130	30	1	500	
B220	20	2		500
B230	30	2		500
DFLS240L	40	2		500
International Rectifier				
10BQ030	30	1	420	470
20BQ030	30	2		470

アプリケーション情報

セラミック・コンデンサ

セラミック・コンデンサは小さく堅牢で、非常に小さなESRをもっています。ただし、セラミック・コンデンサは圧電特性のため、LT3480に使用すると問題を生じることがあります。Burst Mode動作のとき、LT3480のスイッチング周波数は負荷電流に依存し、非常に軽い負荷ではLT3480はセラミック・コンデンサを可聴周波数で励起し、可聴ノイズを発生することがあります。LT3480はBurst Mode動作では低い電流リミットで動作するので、普通に聴くとノイズは一般に非常に静かです。これが許容できない場合、高性能のタンタル・コンデンサまたは電解コンデンサを出力に使用します。

セラミック・コンデンサに関する最後の注意点はLT3480の最大入力電圧定格に関係します。入力セラミック・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)共振タンク回路を形成します。LT3480の回路を給電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値の2倍のリングングが生じて、LT3480の定格を超えるおそれがあります。この状況は容易に避けられます(「安全な活線挿入」のセクションを参照)。

周波数補償

LT3480は電流モード制御を使って出力を制御します。これにより、ループ補償が簡素化されます。特に、LT3480は安定動作のために出力コンデンサのESRを必要としないので、自由にセラミック・コンデンサを使用して出力リップルを下げ、回路のサイズを小さくすることができます。図2に示されているように、周波数補償は V_C ピンに接続された部品によって与えられます。一般に、コンデンサ(C_C)と抵抗(R_C)を直列にグラウンドに接続して使います。さらに、小さな値のコンデンサを並列に接続することができます。このコンデンサ(C_F)はループ補償の一部ではなく、スイッチング周波数のノイズを除くのに使われ、位相リード・コンデンサが使われているか、または出力コンデンサのESRが大きい場合にだけ必要です。

ループ補償により安定性と過渡性能が決まります。補償ネットワークの設計はいくらか複雑で、最適値はアプリケーションに、特に出力コンデンサの種類に依存します。実際的な手法としては、このデータシートの回路の中の、目的のアプリケー

ションに似た回路から出発し、補償ネットワークを調整して性能を最適化します。次に、負荷電流、入力電圧、温度などすべての動作条件にわたって安定性をチェックします。LT1375のデータシートにはループ補償のさらに詳細な説明が含まれており、過渡負荷を使った安定性のテスト方法が説明されています。LT3480の制御ループの等価回路を図2に示します。誤差アンプは出力インピーダンスが有限のトランスコンダクタンス・アンプです。変調器、パワー・スイッチおよびインダクタで構成される電源部分は V_C ピンの電圧に比例した出力電流を発生するトランスコンダクタンス・アンプとしてモデル化されます。出力コンデンサはこの電流を積分し、 V_C ピンのコンデンサ(C_C)は誤差アンプの出力電流を積分するのでループに2つのポールが生じることに注意してください。ほとんどの場合ゼロが1つ必要で、出力コンデンサのESRまたは C_C に直列な抵抗 R_C によって生じます。この簡単なモデルは、インダクタの値が大きすぎず、ループのクロスオーバー周波数がスイッチング周波数よりはるかに低い限り有効です。帰還分割器の両端の位相リード・コンデンサ(C_{PL})によって過渡応答が改善されることがあります。負荷電流を500mAから1500mAにステップさせてから再度500mAに戻したときの過渡応答を図3に示します。

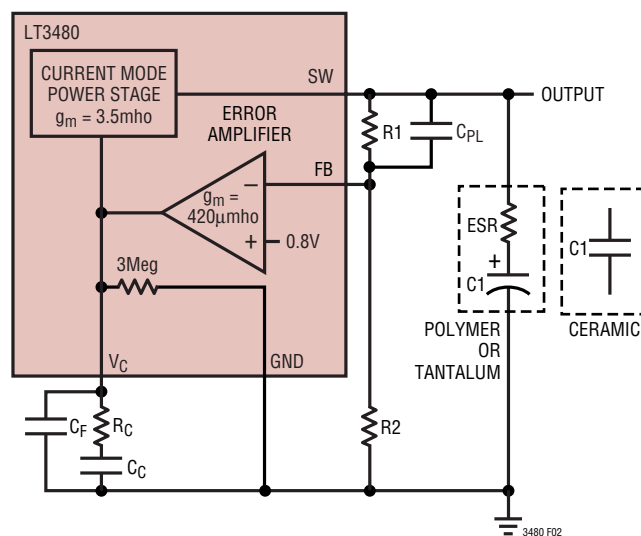


図2. ループ応答モデル

アプリケーション情報

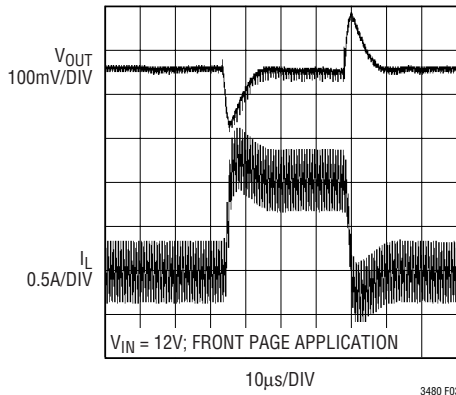


図3. 負荷電流を500mAから1500mAにステップさせたときの、表紙のLT3480アプリケーションの過渡負荷応答。V_{OUT} = 3.3V

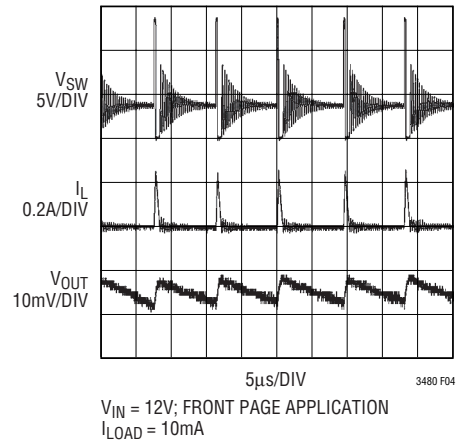


図4. Burst Mode 動作

低リップルBurst Modeとパルス・スキップ・モード

LT3480は低リップルBurst Modeまたはパルス・スキップ・モードのどちらでも動作可能で、SYNCピンを使って選択します。詳細は「同期」のセクションを参照してください。

軽負荷での効率を向上させるため、LT3480は低リップルBurst Modeで動作可能で、入力消費電流を最小に抑えながら、出力コンデンサを適切な電圧に充電された状態に保ちます。LT3480はBurst Mode動作の間1サイクルのバーストで電流を出力コンデンサに供給し、それに続くスリープ期間には出力コンデンサから出力電力が負荷に供給されます。LT3480は1個の低電流パルスで電力を出力に供給しますので、標準的アプリケーションでは出力リップルが15mV以下に保たれます。さらに、V_{IN}とBDの消費電流はスリープ時間の間それぞれ標準で30µAと80µAに減少します。負荷電流が無負荷状態に向かって減少するにつれ、LT3480がスリープ・モードで動作する時間の割合が増加し、平均入力電流が大きく減少するので非常に低い負荷でも効率が高くなります。図4を参照してください。高い出力負荷(表紙のアプリケーションでは140mA以上)では、LT3480はR_T抵抗でプログラムされた周波数で動作し、標準的PWMモードで動作します。PWMと低リップルBurst Modeの間の移行はシームレスで、出力電圧を乱しません。

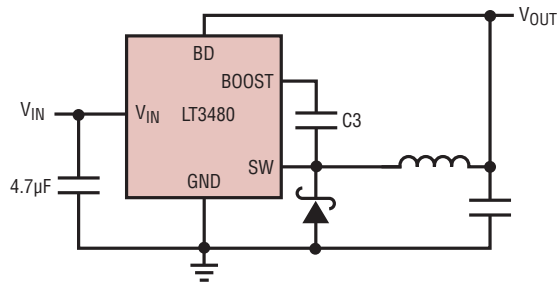
低消費電流が必要なければ、LT3480はパルス・スキップ・モードで動作可能です。このモードの利点はLT3480がBurst Modeの場合よりも低い出力負荷電流で最大周波数の標準的PWM動作に入ることです。表紙のアプリケーション回路は、約60mAより高い出力負荷では最大周波数でスイッチングします。

BOOSTピンとBIASピンに関する検討事項

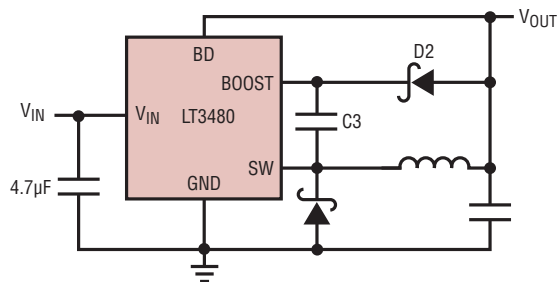
入力電圧より高い昇圧電圧を発生させるため、コンデンサC3と内部昇圧ショットキー・ダイオード(ブロック図を参照)が使われます。ほとんどの場合、0.22µFのコンデンサで問題なく動作します。図2に昇圧回路の構成法を3つ示します。最高の効率を得るには、BOOSTピンはSWピンより2.3V以上高くする必要があります。3V以上の出力の場合、標準回路(図5a)が最適です。2.8V~3Vの出力には、1µFの昇圧コンデンサを使います。2.5Vの出力は特殊なケースです。なぜなら、内部昇圧ダイオードを使って昇圧するドライブ段をサポートするのにかろうじて使えるからです。2.5Vの出力で信頼性の高いBOOSTピン動作を実現するには、(ON SemiconductorのMBR0540のような)良い外部ショットキー・ダイオードと1µF昇圧コンデンサを使います(図5bを参照)。さらに低い出力電圧の場合、昇圧ダイオードは入力(図5c)または2.8Vより高い別の電源に接続することができます。BDをV_{IN}に結線すると最大入力電圧が30Vに下がります。電圧の低い方の電圧源からBOOSTピンの電流とBDピンの消費電流が供給されるので、図5aの回路の方が効率が高くなります。BOOSTピンとBDピンの最大電圧定格を超えないようにすることも必要です。

LT3480のアプリケーションの最小動作電圧は前のセクションで説明されているように最小入力電圧(3.6V)と最大デューティ・サイクルによって制限されます。正しく起動するには、最小入力電圧は昇圧回路によっても制限されます。入力電圧がゆっくりランプアップするか、出力が既に安定化している状態でRUN/SSピンを使ってLT3480をオンする場合、昇圧コンデンサが十分充電されないことがあります。昇圧コンデンサはインダクタに蓄えられたエネルギーによって充電されるので、昇

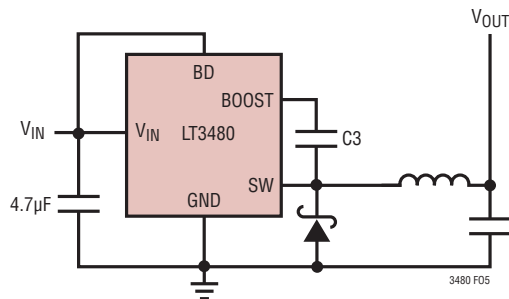
アプリケーション情報



(5a) $V_{OUT} > 2.8V$ の場合



(5b) $2.5V < V_{OUT} < 2.8V$ の場合



(5c) $V_{OUT} < 2.5V$; $V_{IN(MAX)} = 30V$ の場合

図5. 昇圧電圧を発生させる3つの回路

昇圧回路を適切に動作させるには、回路は何らかの最小負荷電流を必要とします。この最小負荷は、入力電圧、出力電圧および昇圧回路の構成に依存します。回路が起動した後は最小負荷電流は通常ゼロになります。起動および動作に必要な最小負荷電流を入力電圧の関数としてプロットしたものを図6に示します。多くの場合、放電した出力コンデンサがスイッチャの負荷となるので、スイッチャは起動できます。プロットは

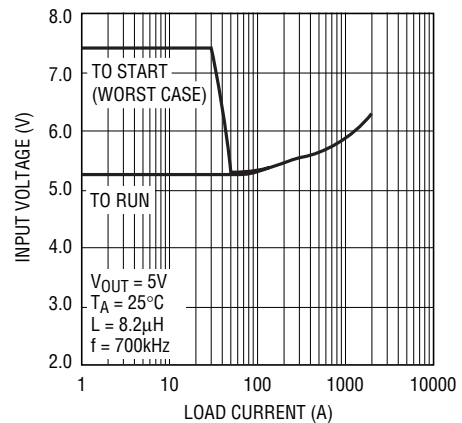
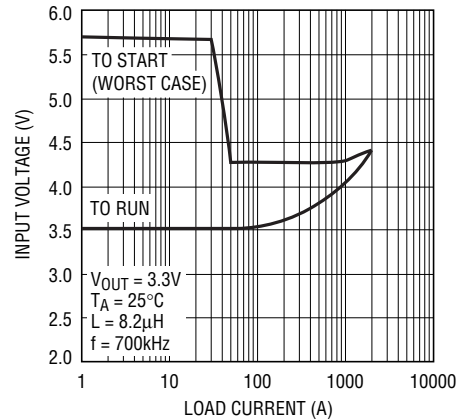


図6. 最小入力電圧は出力電圧、負荷電流および昇圧回路に依存する

V_{IN} が非常にゆっくりランプアップするワーストケースの状態を示しています。もっと低い起動電圧の場合、昇圧ダイオードを V_{IN} に接続することができます。ただし、この場合、入力範囲がBOOSTピンの絶対最大定格の半分に制限されます。

軽負荷ではインダクタ電流は不連続になり、実効デューティ・サイクルが非常に高くなることがあります。このため最小入力電圧が V_{OUT} より約300mV高い電圧にまで減少します。もっと大きな負荷電流ではインダクタ電流は連続しており、デューティ・サイクルはLT3480の最大デューティ・サイクルによって制限されるので、安定化を維持するにはもっと高い入力電圧が必要です。

アプリケーション情報

ソフトスタート

RUN/SS ピンを使って LT3480 をソフトスタートさせることができますので、起動時の最大入力電流が減少します。RUN/SS ピンの電圧をランプアップさせるため、このピンは外付けの RC フィルタを通してドライブされます。ソフトスタート回路を使った場合のスタートアップとシャットダウンの波形を図7に示します。大きな RC 時定数を選択すると、オーバーシュートなしに、出力を安定化するのに必要な電流までピーク起動電流を減らすことができます。RUN/SS ピンが 2.5V に達したとき 20 μ A を供給できるように抵抗の値を選択します。

同期

低リップル Burst Mode 動作を選択するには、SYNC ピンを 0.3V より下（これはグランドまたはロジックの出力が使えます）に接続します。

デューティ・サイクルが 20% ~ 80% の方形波を SYNC ピンに接続することにより、LT3480 の発振器を外部周波数に同期させることができます。方形波の振幅は、0.3V より下の谷と 0.8V より上（最大 6V）の山が必要です。

LT3480 は外部クロックに同期しているときは低負荷で Burst Mode に入らず、代わりにパルスをスキップして安定化状態を維持します。

LT3480 は 250kHz ~ 2MHz の範囲で同期させることができます。LT3480 のスイッチング周波数を最低同期入力より 20% 下に設定するように R_T 抵抗を選択します。たとえば、同期信号が 250kHz 以上であれば、200kHz に設定する R_T を選択します。信頼性が高く安全な動作を保証するため、出力が安定化

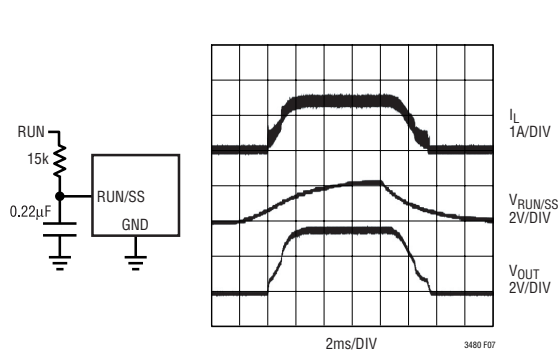


図7. LT3480をソフトスタートさせるには抵抗とコンデンサをRUN/SSピンに追加する。

状態に近づいたことを PG フラグが示すときだけ LT3480 は同期します。したがって、 R_T 抵抗で設定された周波数で必要な出力電流を供給するのに十分大きなインダクタの値を選択する必要があります。「インダクタの選択」のセクションを参照してください。スロープ補償が R_T の値によって設定されることに注意することも重要です。同期周波数が R_T によって設定される周波数よりはるかに高いと、スロープ補償が大きく減少するので、低調波発振を防ぐにはインダクタを大きくする必要があります。

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ると、LT3480 降圧レギュレータは出力の短絡に耐えます。LT3480 に入力がかかっていないときに出力が高く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。それはバッテリー充電アプリケーションまたはバッテリーや他の電源が LT3480 の出力とダイオード OR 結合されているバッテリー・バックアップ・システムで発生することがあります。 V_{IN} ピンがフロート状態で、RUN/SS 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）“H”に保たれていると、SW ピンを通して LT3480 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。RUN/SS 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} を接地すると、出力から SW ピンおよび V_{IN} ピンを通して LT3480 内部の寄生ダイオードに大きな電流が流れる可能性があります。入力電圧が与えられているときだけ動作し、短絡入力や逆入力に対して保護する回路を図8に示します。

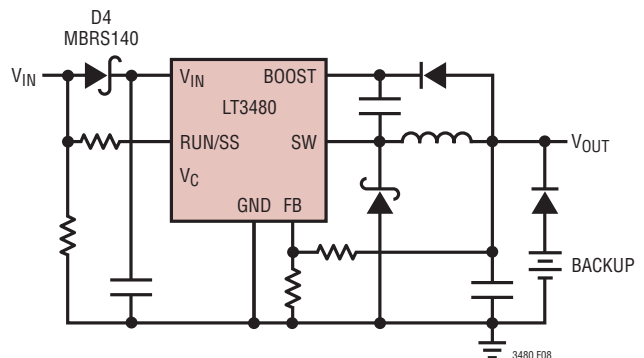


図8. ダイオード D4 は、出力に接続されたバックアップ用バッテリーが短絡入力によって放電するのを防ぐ。また、回路を逆入力から保護する。LT3480 は入力を与えられているときだけ動作する

アプリケーション情報

PCBのレイアウト

動作を最適化し、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。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9に示します。大きなスイッチング電流がLT3480のV_{IN}ピンとSWピン、キャッチ・ダイオード(D1)および入力コンデンサ(C1)を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ます。これらの部品とインダクタおよび出力コンデンサは回路基板の同じ側に配置し、それらをその層で接続します。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・プレーンを配置します。SWノードとBOOSTノードはできるだけ小さくします。最後に、グラウンド・トレースがSWノードとBOOSTノードからFBノードとV_Cノードをシールドするように、FBノードとV_Cノードは小さくします。パッケージの底の露出パッドは、ヒートシンクとして機能するように、グラウンド・プレーンに半田付けする必要があります。熱抵抗を低く保つには、グラウンド・プレーンをできるだけ広げ、基板内の追加グラウンド・プレーンや裏側へのサーマル・ビアをLT3480の下や近くに追加します。

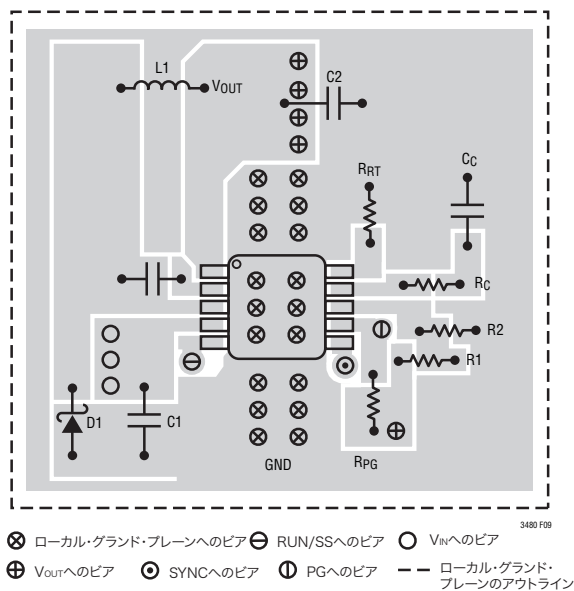


図9. 優れたPCBレイアウトによる適切な低EMI動作の保証

安全な活線挿入

セラミック・コンデンサはサイズが小さく、堅牢でインピーダンスが低いので、LT3480の回路の入力バイパス・コンデンサに最適です。ただし、LT3480が給電中の電源に挿入されると、これらのコンデンサは問題を生じることがあります(詳細についてはリニアテクノロジー社の「アプリケーションノート88」を参照)。低損失のセラミック・コンデンサは電源に直列の浮遊インダクタンスと結合して減衰の小さなタンク回路を形成し、LT3480のV_{IN}ピンの電圧に公称入力電圧の2倍に達するリングングを生じる可能性があり、このリングングがLT3480の定格を超えてデバイスを傷めるおそれがあります。入力電源の制御が十分でなかったり、ユーザーがLT3480を給電中の電源に差し込んだりする場合は、このようなオーバーシュートを防ぐように入力ネットワークを設計する必要があります。LT3480の回路が24Vの電源に6フィートの24番ゲージのより対線で接続される場合に生じる波形を図10に示します。最初のプロットは入力に4.7μFのセラミック・コンデンサを使った場合の応答です。入力電圧は50Vに達するリングングを生じ、入力電流のピークは26Aに達します。良いソリューションを図10bに示します。電圧オーバーシュートを抑えるため、0.7Ω抵抗が入力に直列に追加されています(ピーク入力電流も下がります)。0.1μFのコンデンサにより高周波フィルタ機能が改善されています。高い入力電圧の場合、効率に与える影響は小さく、24V電源で動作しているとき最大負荷の5V出力の効率は1.5%下がります。

高温に関する検討事項

LT3480の温度を上げないため、PCBはヒートシンクを与える必要があります。パッケージの底の露出パッドはグラウンド・プレーンに半田付けする必要があります。このグラウンドはサーマル・ビアを使って下の大きな銅層に接続します。これらの層はLT3480が発生する熱を放散します。ビアを追加すると、熱抵抗をさらに減らすことができます。これらのステップにより、ダイ(つまり接合部)から周囲への熱抵抗を $\theta_{JA} = 35^{\circ}\text{C/W}$ 以下に減らすことができます。100 LFPMのエアフローにより、この熱抵抗をさらに25%ほど下げることができます。エアフローを増やすと、さらに熱抵抗が下がります。LT3480は出力電流

アプリケーション情報

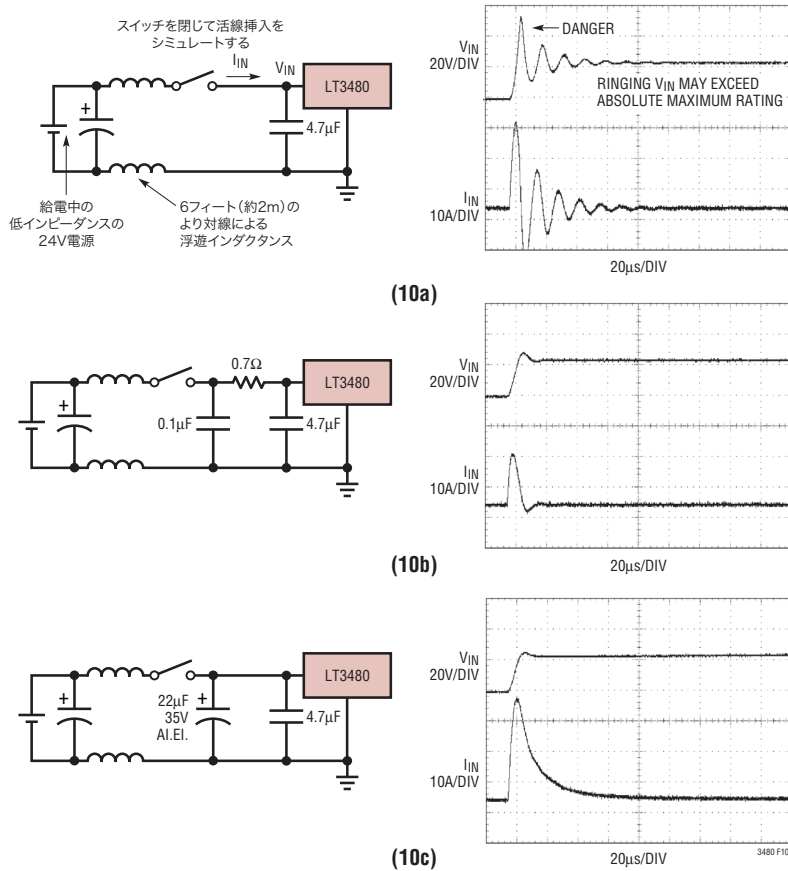


図10. 入力ネットワークを正しく選択すると、LT3480を給電中の電源に接続したとき入力電圧のオーバーシュートを防ぎ、信頼性の高い動作を保証する

能力が大きいため、接合部温度が125°Cの絶対最大値を超えて上昇するのに十分な熱を放散する可能性があります。高い周囲温度で動作させるときは、周囲温度が125°Cに近づくにつれ、最大負荷電流をデレーティングします。

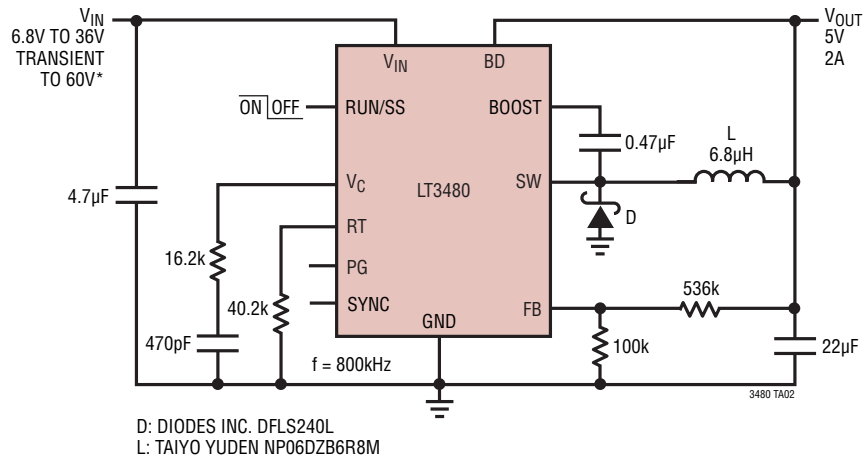
LT3480内部の電力消費は効率測定から計算される総電力損失からキャッチ・ダイオードの損失とインダクタの損失を差し引いて推測することができます。ダイ温度は、LT3480の消費電力に(接合部から周囲への)熱抵抗を掛けて計算します。

リニアテクノロジー社の他の出版物

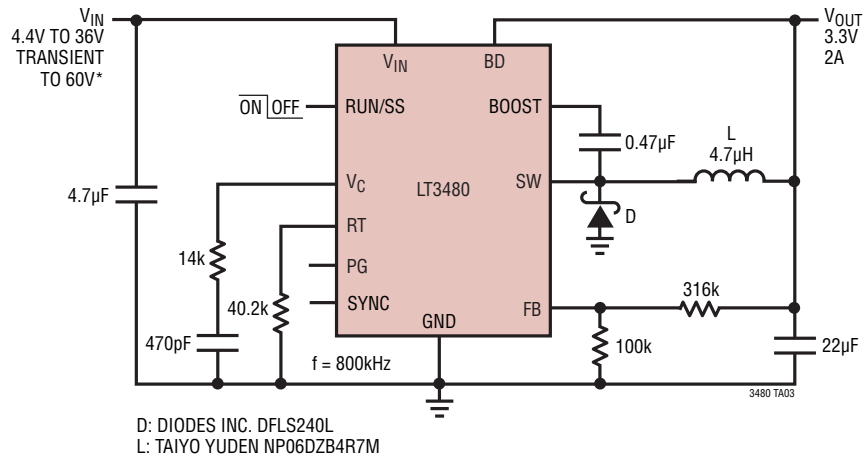
「アプリケーションノート」の19、35および44には降圧レギュレータと他のスイッチング・レギュレータの詳細な説明と設計情報が含まれています。LT1376のデータシートには出力リップル、ループ補償および安定性のテストに関するさらに広範な説明が与えられています。「デザインノート100」には降圧レギュレータを使った両極出力電圧を発生させる方法が示されています。

標準的応用例

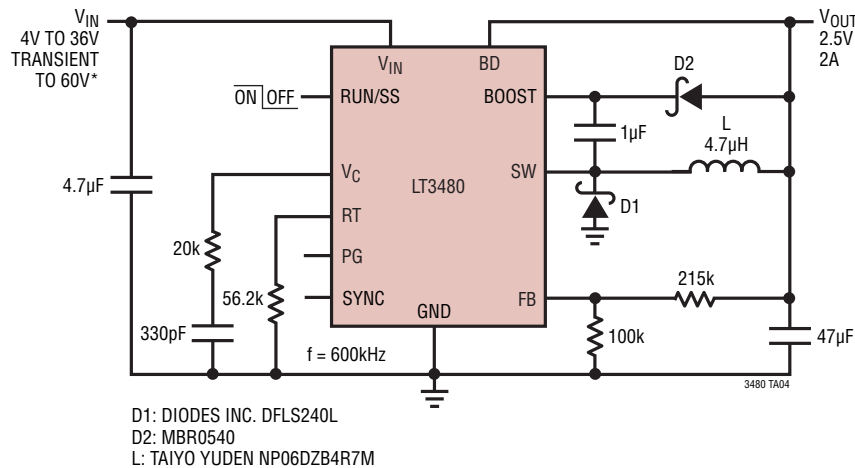
5V 降圧コンバータ



3.3V 降圧コンバータ

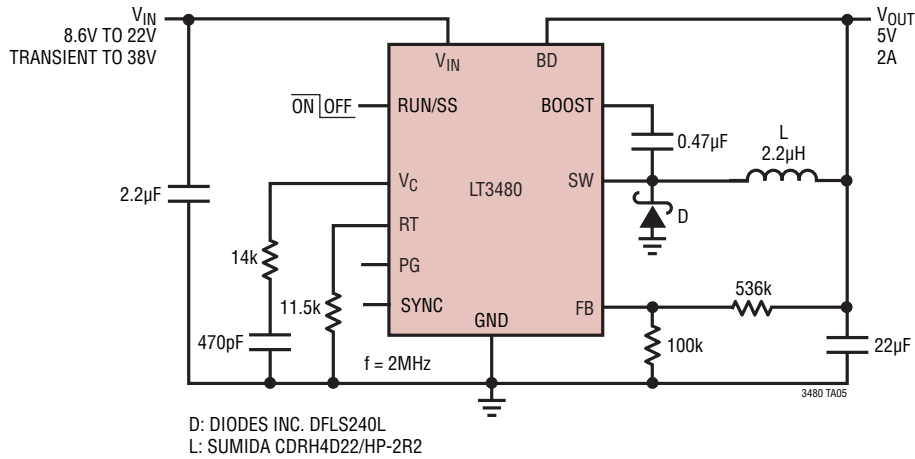


2.5V 降圧コンバータ

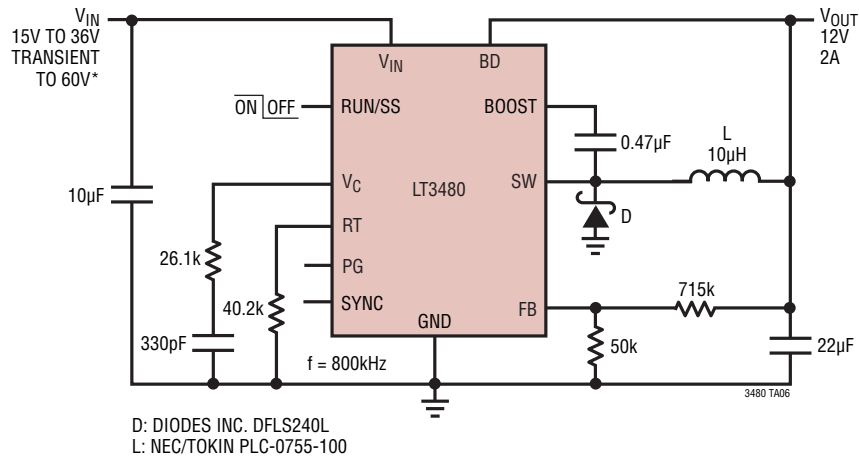


標準的応用例

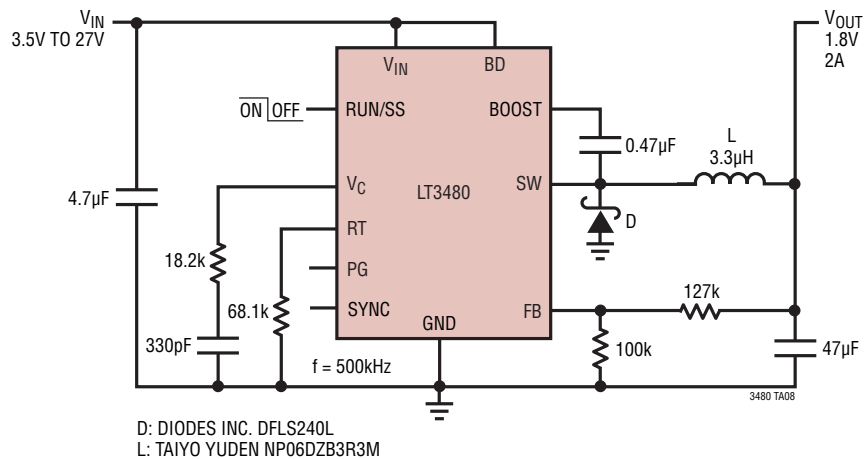
5V、2MHz降圧コンバータ



12V降圧コンバータ



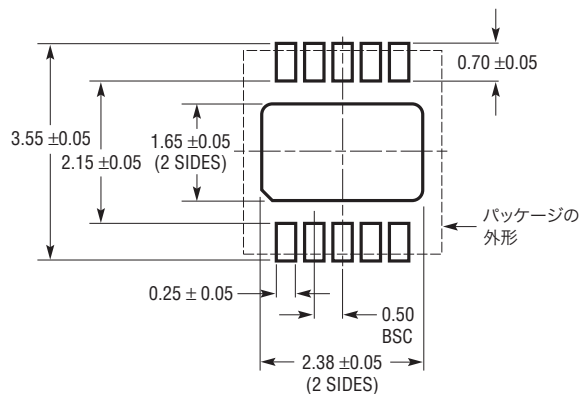
1.8V降圧コンバータ



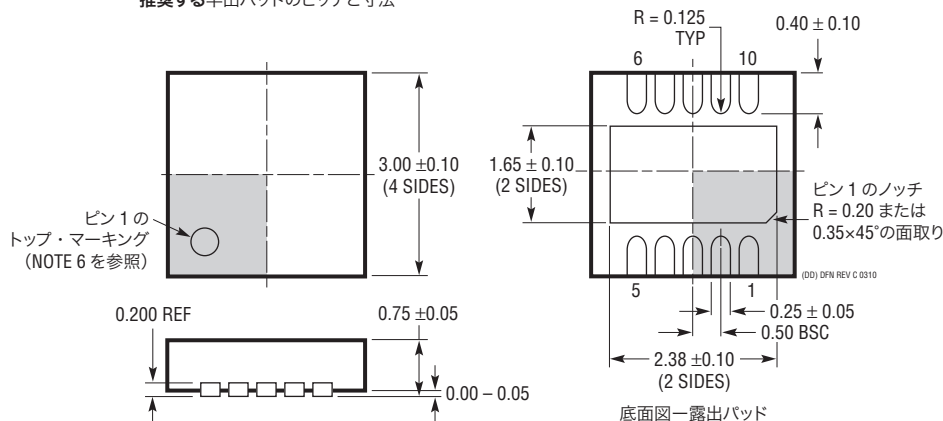
パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> をご覧ください。

DD Package
10-Lead Plastic DFN (3mm × 3mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1699 Rev C)



推奨する半田パッドのピッチと寸法



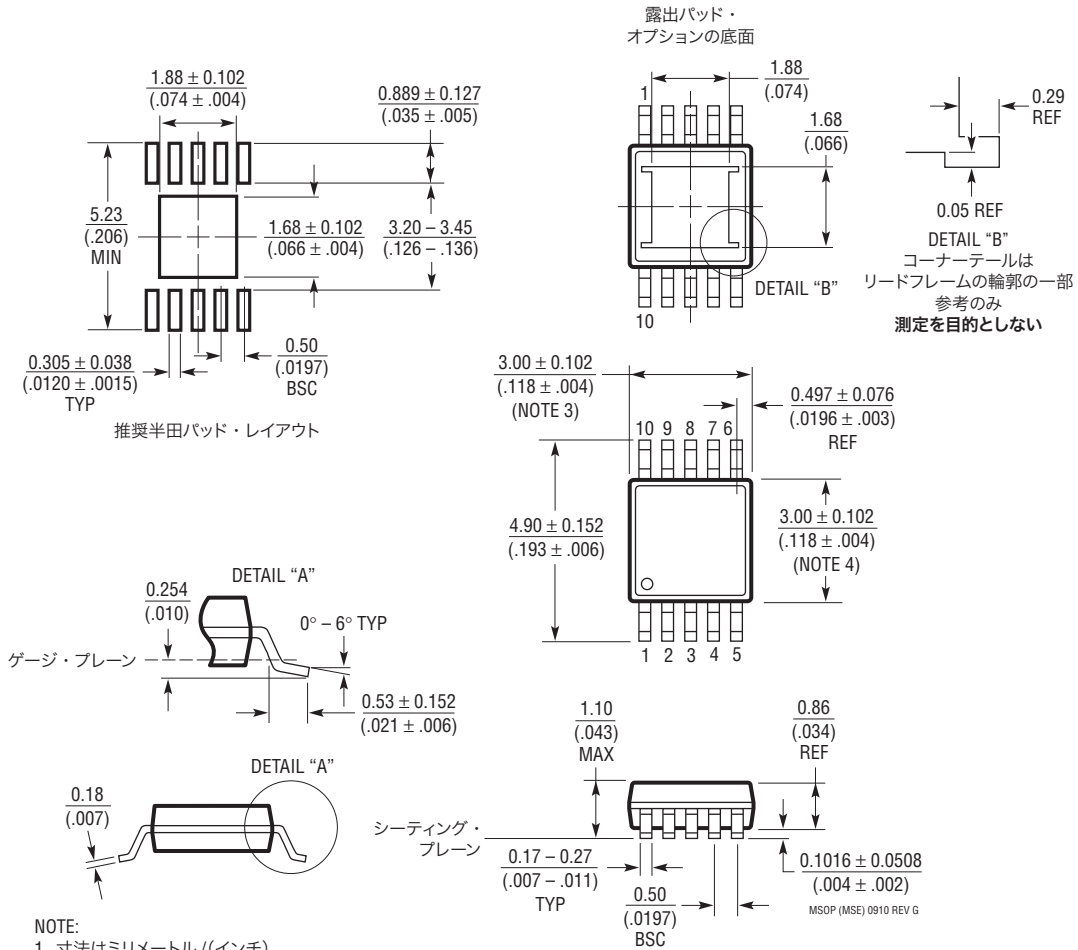
NOTE:

1. 図は JEDEC パッケージ・アウトライン M0-229 のバリエーション (WEED-2) になる予定。
バリエーションの指定の現状については LTC の Web サイトのデータシートを参照
2. 図は実寸とは異なる
3. すべ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上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

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/package/> をご覧ください。

MSE Package 10-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad (Reference LTC DWG # 05-08-1664 Rev G)



NOTE:

1. 寸法はミリメートル/(インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない。
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない。
リード間のバリまたは突出部は、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
5. リードの平坦度(成形後のリードの底面)は最大 0.102mm (.004") であること
6. 露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
露出パッドのモールドのバリは、各サイドで 0.254mm (0.010") を超えないこと

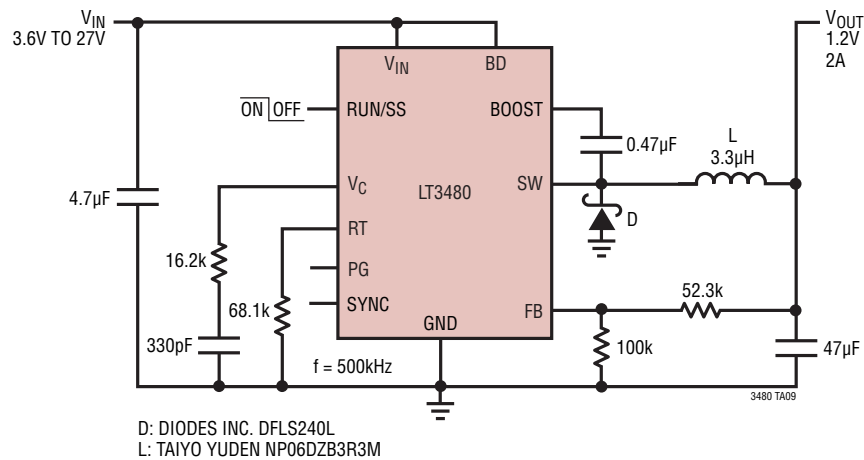
改訂履歴 (改訂履歴は Rev D から開始)

REV	日付	概要	ページ番号
D	10/11	MSEパッケージにHグレードとMPグレードを追加	2,3
		BDピンの説明を更新	7
		図5にコンデンサを追加	15
E	8/13	LT3480Eの最大温度範囲を明確化	2,3

LT3480

標準的応用例

1.2V 降圧コンバータ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1933	500mA (I _{OUT}), 500kHz 降圧スイッチング・レギュレータ, SOT-23	V _{IN} : 3.6V ~ 36V, V _{OUT(MIN)} = 1.2V, I _Q = 1.6mA, I _{SD} < 1µA, ThinSOT パッケージ
LT3437	60V, 400mA (I _{OUT}), マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ, Burst Mode 付き	V _{IN} : 3.3V ~ 80V, V _{OUT(MIN)} = 1.25V, I _Q = 100µA, I _{SD} < 1µA, 10ピン 3mm×3mm DFNパッケージと 16ピン TSSOPパッケージ
LT1936	36V, 1.4A (I _{OUT}), 500kHz 高効率降圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 3.6V ~ 36V, V _{OUT(MIN)} = 1.2V, I _Q = 1.9mA, I _{SD} < 1µA, MS8Eパッケージ
LT3493	36V, 1.2A (I _{OUT}), 750kHz 高効率降圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 3.6V ~ 40V, V _{OUT(MIN)} = 0.8V, I _Q = 1.9mA, I _{SD} < 1µA, 6ピン 2mm×3mm DFNパッケージ
LT1976/LT1977	60V, 1.2A (I _{OUT}), 200kHz/500kHz 高効率降圧DC/DCコンバータ, Burst Mode 付き	V _{IN} : 3.3V ~ 60V, V _{OUT(MIN)} = 1.2V, I _Q = 100µA, I _{SD} < 1µA, 16ピン TSSOPパッケージ
LT1767	25V, 1.2A (I _{OUT}), 1.1MHz 高効率降圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 3V ~ 25V, V _{OUT(MIN)} = 1.2V, I _Q = 1mA, I _{SD} < 6µA, MS8Eパッケージ
LT1940	デュアル 25V, 1.4A (I _{OUT}), 1.1MHz 高効率降圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 3.6V ~ 25V, V _{OUT(MIN)} = 1.2V, I _Q = 3.8mA, I _{SD} < 30µA, 16ピン TSSOPパッケージ
LT1766	60V, 1.2A (I _{OUT}), 200kHz 高効率降圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 5.5V ~ 60V, V _{OUT(MIN)} = 1.2V, I _Q = 2.5mA, I _{SD} = 25µA, 16ピン TSSOPパッケージ
LT3434/LT3435	60V, 2.4A (I _{OUT}), 200kHz/500kHz 高効率降圧DC/DCコンバータ, Burst Mode 付き	V _{IN} : 3.3V ~ 60V, V _{OUT(MIN)} = 1.2V, I _Q = 100µA, I _{SD} < 1µA, 16ピン TSSOPパッケージ
LT3481	36V, 2A (I _{OUT}), 2.8MHz, 高効率降圧DC/DCコンバータ, Burst Mode 付き	V _{IN} : 3.6V ~ 34V, V _{OUT(MIN)} = 1.26V, I _Q = 50µA, I _{SD} < 1µA, 10ピン 3mm×3mm DFNパッケージと 10ピン MSOPパッケージ
LT3684	36V, 2A (I _{OUT}), 2.8MHz, 高効率降圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 3.6V ~ 34V, V _{OUT(MIN)} = 1.26V, I _Q = 1.5mA, I _{SD} < 1µA, 10ピン 3mm×3mm DFNパッケージと 10ピン MSOPパッケージ

3480fe