

2.5Aスイッチと ソフトスタート機能を搭載した 2MHz昇圧DC/DCコンバータ

特長

- 2.5A、0.12Ω、40Vスイッチを内蔵
- スイッチング周波数:2MHz
- ソフトスタート機能を搭載
- V_{IN} 範囲:2.6V~16V
- 調整可能な出力範囲: V_{IN} ~40V
- 低 V_{CESAT} スイッチ:110mV/1A(標準)
- 3.3V入力から8V/610mAを供給
- 内部または外部ループ補償
- 小型8ピンMS8Eパッケージ

アプリケーション

- TFT-LCDバイアス電源
- GPS受信機
- DSLモデム
- ローカル電源

概要

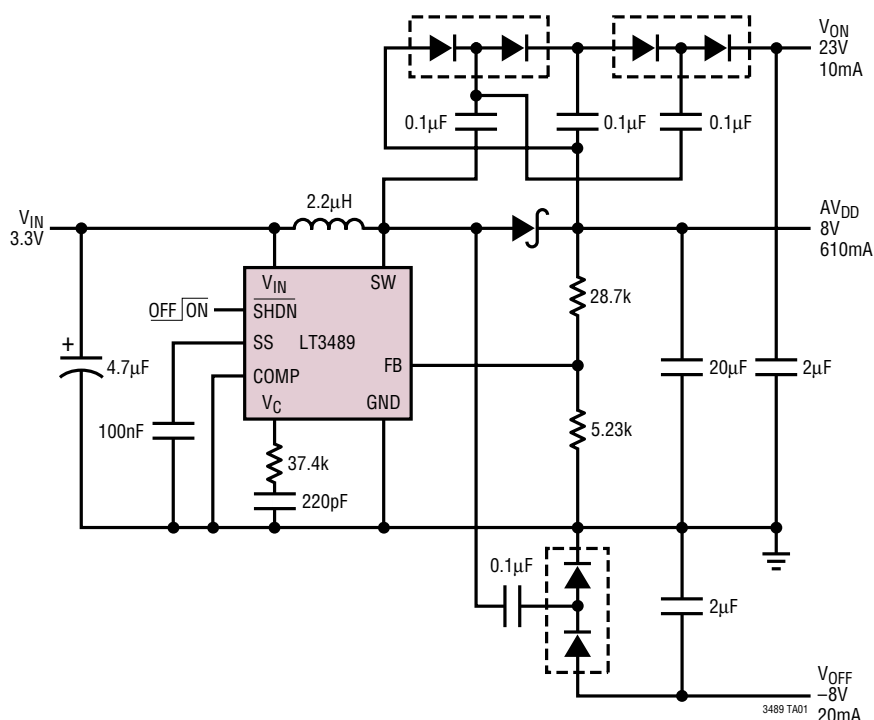
LT[®]3489は2.5A、40Vスイッチを内蔵した固定周波数昇圧DC/DCコンバータで、大型TFT-LCDパネル電源に最適です。LT3489は2MHzでスイッチングを行いますので、高さの低い小型のインダクタや低い値のセラミック・コンデンサを使用できます。内部または外部のループ補償が可能なので、ループ補償を柔軟に設定でき、低ESRのセラミック出力コンデンサを使用して過渡応答を最適化することができます。ソフトスタートは外付けコンデンサで制御され、起動時の入力電流のランプ・レートを決定します。

8ピンMS8Eパッケージと高いスイッチング周波数により、ソリューション全体の高さを1.1mm以下に抑えることができます。

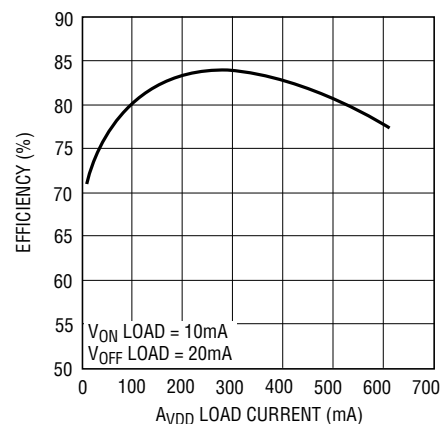
LT、LT、LTCおよびLTMはリアテクノロジー社の登録商標です。
他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

標準的応用例

高さの低い、トリプル出力のTFT電源(8V、-8V、23V)



効率



3489 TA01b

3489f

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN} 電圧	16V
SW電圧	-0.4V~40V
FB、 V_C 、COMP、SSの電圧	6V
SHDN電圧	16V
FBピンへ流れ込む電流	$\pm 1\text{mA}$
最大接合部温度	125°C
動作温度範囲 (Note 2)	-40°C~85°C
保存温度範囲	-65°C~150°C
リード温度 (半田付け、10秒)	300°C

パッケージ/発注情報

MS8E PACKAGE
8-LEAD PLASTIC MSOP

$T_{JMAX} = 125^\circ\text{C}$, $\theta_{JA} = 40^\circ\text{C/W}$, $\theta_{JC} = 10^\circ\text{C/W}$
EXPOSED PAD (PIN 9) IS GND (MUST BE SOLDERED TO PCB)

ORDER PART NUMBER	MS8E PART MARKING
LT3489EMS8E	LTBYF

Order Options Tape and Reel: Add #TR
 Lead Free: Add #PBF Lead Free Tape and Reel: Add #TRPBF
 Lead Free Part Marking: <http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/>

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

●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、 $V_{IN} = 3\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = V_{IN}$ 。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Operating Voltage			2.4	2.6	V
Maximum Operating Voltage				16	V
Feedback Voltage		1.22	1.235	1.26	V
		● 1.21		1.26	V
FB Pin Bias Current	$V_{FB} = 1.25\text{V}$ (Note 3)	●	100	250	nA
Error Amp Transconductance	$\Delta I = 10\mu\text{A}$		100		μmhos
Error Amp Voltage Gain			80		V/V
Quiescent Current	$V_{SHDN} = 2.5\text{V}$, Not Switching		2	4	mA
Quiescent Current in Shutdown	$V_{SHDN} = 0\text{V}$, $V_{IN} = 3\text{V}$		0	1	μA
Reference Line Regulation	$2.6\text{V} \leq V_{IN} \leq 16\text{V}$		0.01	0.05	%
Switching Frequency		● 1.8	2	2.2	MHz
Maximum Switch Duty Cycle		● 85	90		%
Switch Current Limit	(Note 4)	● 2.5	3.5	5	A
Switch V_{CESAT}	$I_{SW} = 2\text{A}$		0.23		V
Switch Leakage Current	$V_{SW} = 5\text{V}$		0.01	1	μA
SHDN Pin Current	$V_{SHDN} = 5\text{V}$ $V_{SHDN} = 1.4\text{V}$ $V_{SHDN} = 0\text{V}$		100 20 2		μA μA μA
SHDN Pin Threshold		0.3	1.5	2	V
Soft-Start Charging Current	$V_{SS} = 0.5\text{V}$	5	10	20	μA

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を越す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。

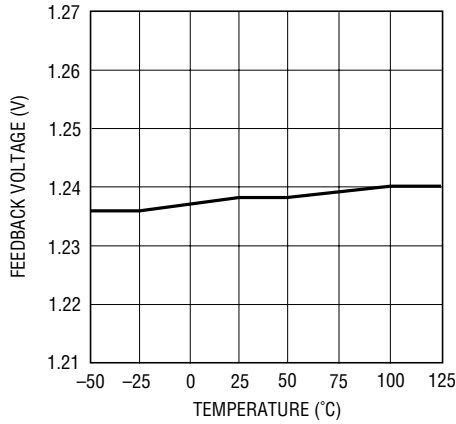
Note 2: LT3489Eは0°C~70°Cの温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。-40°C~85°Cの動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

Note 3: 電流はFBピンから流れ出す。

Note 4: 電流制限は設計および静的テストとの相関によって保証されている。電流制限はデューティ・サイクルには依存せず、設計によって保証されている。

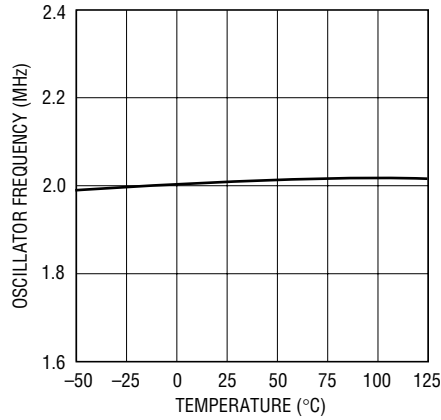
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

フィードバック・ピン電圧



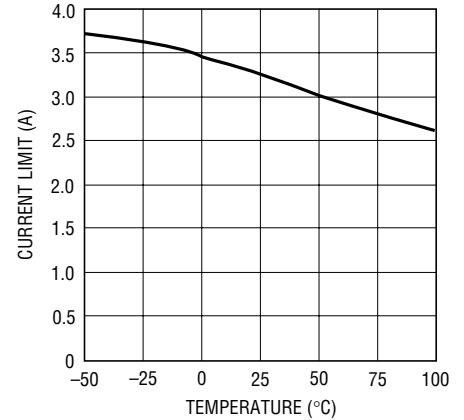
3489 G01

発振器周波数



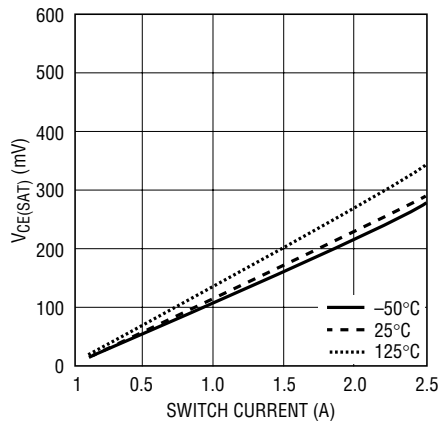
3489 G02

電流制限



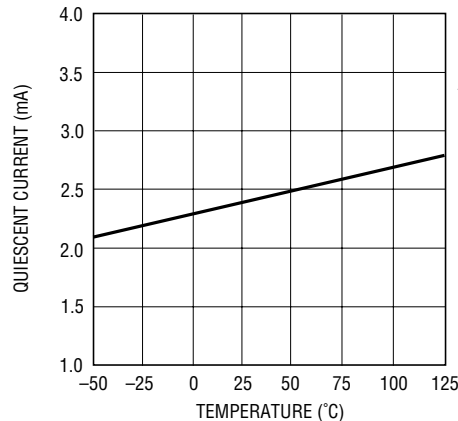
3489 G03

スイッチの $V_{CE(SAT)}$ 電圧



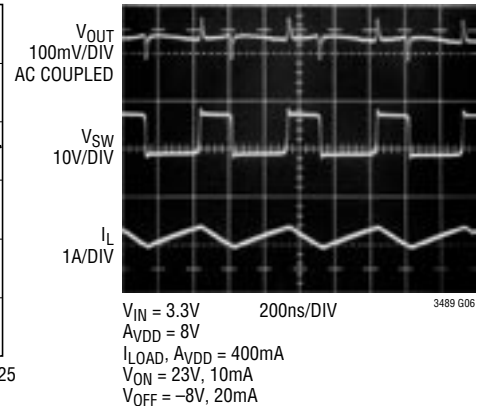
3489 G04

消費電流



3489 G05

表紙の回路のスイッチング波形



3489 G06

ピン機能

V_C (ピン1): 誤差アンプの出力ピン。外部補償ネットワークをこのピンに接続するか、または、V_CピンをCOMPピンに短絡することにより内部補償回路を使います。

FB (ピン2): 帰還ピン。基準電圧は1.235Vです。ここに抵抗分割器のタップを接続します。FBのトレース面積はできるだけ小さくします。V_{OUT} = 1.235 • (1 + R1/R2)に従ってV_{OUT}を設定します。

SHDN (ピン3): シャットダウン・ピン。デバイスをイネーブルするには2V以上の電圧に接続します。シャットダウンするにはグラウンドに接続します。このピンはフロート状態にしないでください。

GND (ピン4): グラウンド。ローカル・グラウンド・プレーンに直接接続します。

SW (ピン5): スイッチ・ピン。これは内部NPNパワー・スイッチのコレクタです。このピンに接続されるメタル・トレースの面積を小さくしてEMIを抑えます。

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

COMP (ピン7): 内部補償ピン。内部補償ネットワークを与えます。内部補償を使う場合、V_Cピンに直接接続します。使用しない場合はGNDに接続します。

SS (ピン8): ソフトスタート・ピン。ソフトスタート・コンデンサをここに接続します。起動時に、10μAの電流がコンデンサを1.8Vに充電します。起動を遅くするには大きなコンデンサを使います。使用しない場合はフロートさせたままにします。

露出パッド (ピン9): グラウンド。PCBに半田付けします。

ブロック図

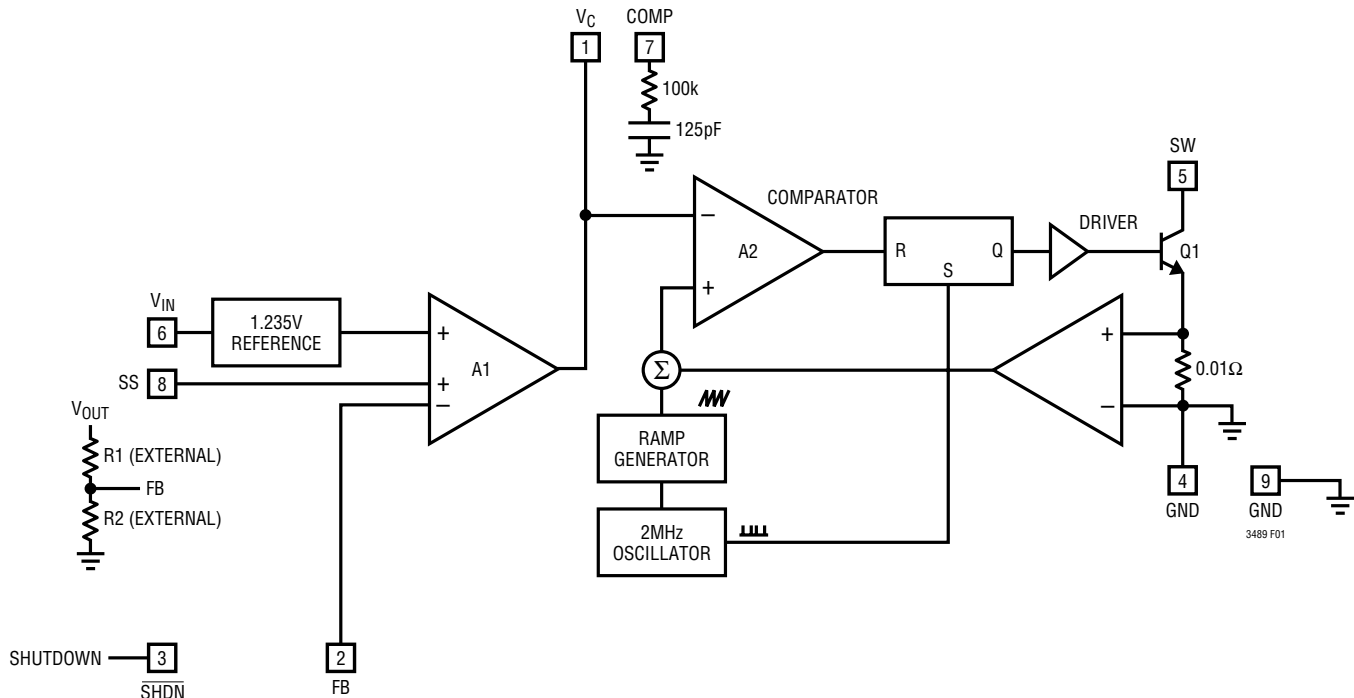


図1. ブロック図

動作

LT3489は固定周波数の電流モード制御方式を使って、すぐれたライン・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。デバイスの動作の以下の説明に関しては、図1を参照してください。発振器の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をオンします。スイッチ電流が内部電流センス抵抗を流れて、電圧を発生します。この電圧が安定化ランプへ加算され、その和がPWMコンパレータA2の正端子に与えられます。この電圧がA2の負入力レベルを超えると、SRラッチはリセットされ、パワー・スイッチをオフします。A2(V_C ピン)の負入力レベルは誤差アンプ(g_m)によって設定され、帰還電圧と1.235V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。

LT3489のクリーンな起動を可能にするため、ソフトスタート機能が備わっています。デバイスがシャットダウンから抜け出るとき、10 μ Aの電流がSSピンからソースされます。外部コンデンサをSSピンに接続することにより、このピンの電圧の立ち上がる速度が設定されます。ソフトスタート・コンデンサの標準値は10nF~200nFの範囲です。SSピンは V_C ピンの上昇率を間接的に制限し、 V_C ピンはピーク・スイッチ電流を制限します。電流制限は図1に示されていません。スイッチ電流は常にモニタされ、公称2.5Aを超えることはありません。スイッチ電流が2.5Aに達すると、コンパレータA2の出力に関係なく、SRラッチはリセットされます。この電流制限は、パワー・スイッチとLT3489に接続されている外部部品を保護するのに役立ちます。

アプリケーション情報

インダクタの選択

LT3489に使えるインダクタをいくつか表1に示します。ただし、この表は他のものを排除するわけではありません。他にも多くのメーカーや使えるインダクタがあります。異なった寸法や形状のものがたくさんありますので、詳しい情報や全関連製品については、各製造元にお問い合わせください。安価な鉄粉コアの場合よりもフェライト・コアの場合は2MHzでのコア損失がはるかに小さいので、最高の効率を得るにはフェライト・コア・インダクタを使うべきです。飽和せずに少なくとも2.5Aを扱えるインダクタを選び、 I^2R 電力損失を低く抑えるため、そのインダクタのDCR（銅線抵抗）が低いことを確認します。ほとんどのLT3489のデザインでは、2.2 μ H～5 μ Hのインダクタが最適でしょう。各インダクタが全スイッチ電流の半分しか流さないSEPICトポロジーのようなアプリケーションでは、インダクタに要求される処理電流は大きくないことに注意してください。表1に示されているインダクタはサイズが小さいので選択されました。効率を上げるには、値が同じ程度でサイズが大きいインダクタを使います。

コンデンサの選択

出力リップル電圧を下げるため、出力には低ESR（等価直列抵抗）のコンデンサを使います。多層セラミック・コンデンサはESRが非常に低く、小型パッケージのものが入手できるので最適です。X5RやX7Rの誘電体は広い電圧範囲と温度範囲にわたって容量を保持するので最も好まれます。4.7 μ F～20 μ Fの出力コンデンサはほとんどのアプリケーションに十分ですが、出力電流が非常に低いシステムには1 μ Fまたは2.2 μ Fの出力コンデンサしか必要ないかもしれません。固体タンタル・コンデンサあるいはOS-CONコンデンサを使うこともできますが、セラミック・コンデンサよりも大きなボード面積を占め、ESRが大きくなります。必ず電圧定格が十分大きなコンデンサを使ってください。

セラミック・コンデンサは入力デカップリング用コンデンサとしても最適で、LT3489にできるだけ近づけて配置します。ほとんどのアプリケーションでは2.2 μ F～4.7 μ Fの入力コンデンサで十分です。セラミック・コンデンサの製造元をいくつか表2に示します。セラミック部品の全製品の詳細については製造元へお問い合わせください。

表1. 推奨インダクタ

PART	L (μ H)	TYPICAL DCR ($m\Omega$)	SIZE L x W x H (mm)	VENDOR
SD25-2R2	2.2	31	5.45 x 5.45 x 2.7	CooperBussmann (888) 414-2645 www.cooperet.com
SD25-3R3	3.3	38		
SD25-4R7	4.7	47		
A916CY-2R7M	2.7	18.3	6 x 6 x 3.5	Toko www.toko.com
A916CY-3R3M	3.3	21.4		
A916CY-4R7M	4.7	26.3		
LQH55DN2R2M03	2.2	29	5.7 x 5 x 4.7	Murata (770) 436-1300 www.murata.com
LQH55DN3R3M03	3.3	36		
LQH55DN4R7M03	4.7	41		

表2. セラミック・コンデンサの製造元

Taiyo Yuden	(408) 573-4150 www.t-yuden.com
AVX	(843) 448-9411 www.avxcorp.com
Murata	(770) 436-1300 www.murata.com

アプリケーション情報

ダイオードの選択

順方向電圧降下が小さく、スイッチング速度が速いショットキー・ダイオードはLT3489のアプリケーションに最適です。LT3489に使用するのに適したいくつかのショットキー・ダイオードを表3に示します。ダイオードの平均電流定格は平均出力電流を超えている必要があります。ダイオードの最大逆電圧は出力電圧を超えている必要があります。ダイオードにはパワー・スイッチがオフしているとき(一般に50%より小さいデューティ・サイクル)だけ電流が流れるので、ほとんどのデザインでは3Aのダイオードで十分です。下に示す会社は高い電圧定格と電流定格のショットキー・ダイオードも供給しています。

表3. 推奨ダイオード

製造元の製品番号	最大電流 (A)	最大逆電圧 (V)	製造元
UPS340	3	40	Microsemi
UPS315	3	15	www.microsemi.com
B220	2	20	Diodes, Inc www.diodes.com
B230	2	30	
B240	2	40	
B320	3	20	
B330	3	30	
B340	3	40	
SBM340	3	40	

周波数補償

LT3489の帰還ループを補償するには、直列RCネットワークをCOMPピンからGNDに接続します。ほとんどのアプリケーションでは、220pF~680pFの範囲のコンデンサで十分です。補償コンデンサ(C_C)の出発点の値としては470pFが良いでしょう。補償抵抗(R_C)は通常20k~100kの範囲です。スイッチング・レギュレータの制御ループの完全な解析はこのデータシートの範囲を超えますので、ここでは取り上げませんが、多くのデザインで20kΩと680nFの値を選択するとよいでしょう。

出力電圧の設定

出力電圧を設定するには、次式に従ってR1とR2の値を選択します(図1を参照)。

$$R1 = R2 \cdot \left(\frac{V_{OUT}}{1.235V} - 1 \right)$$

R2の適切な範囲は5k~30kです。

基板のレイアウト

LT3489は高速で動作するので、ボードのレイアウトに細心の注意が必要です。LT3489のような高電流スイッチング・レギュレータの場合、基板のレイアウトの熱性能が良くなければなりません。デバイスの下に位置するビアを内部グランド・プレーンに接続して、LT3489からPCBボードへの熱の移動を良くする必要があります。レイアウトに注意を払わないと記載されているとおりの性能を得られません。熱とノイズを考慮に入れる必要があります。昇圧コンバータの推奨部品配置を図2に示します。

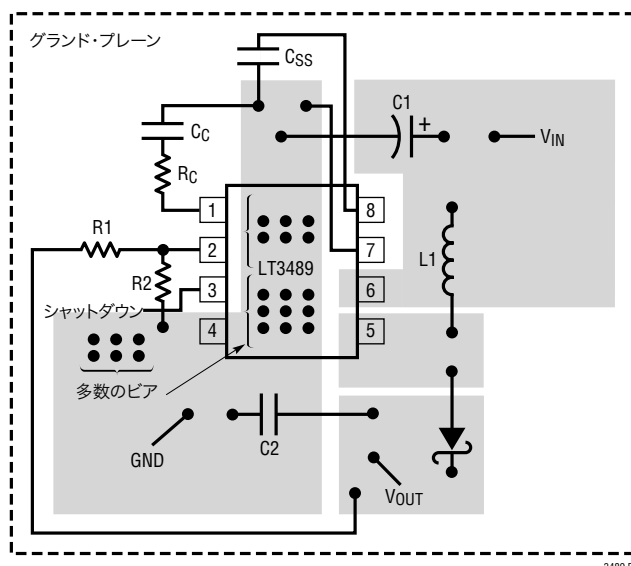
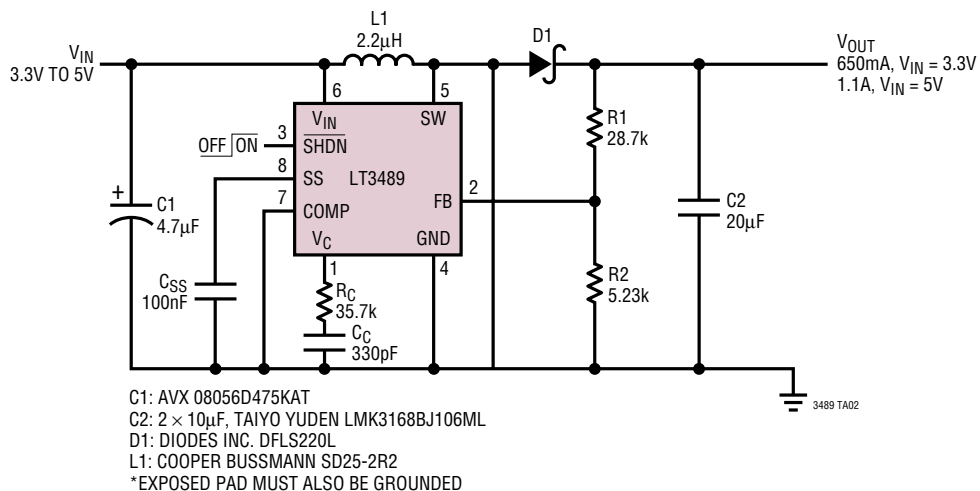


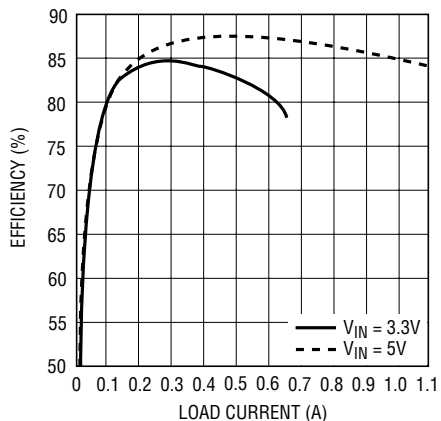
図2. 昇圧コンバータの推奨部品配置。広いPCトレースを使った直流高電流経路に注意。ピン1(V_C)とピン2(FB)のトレース面積を最小化。多数のビアを使ってピン4の銅をグランド・プレーンに接続。ビアを一箇所にだけ使ってスイッチング電流がグランド・プレーンに流れるのを防止

標準的応用例

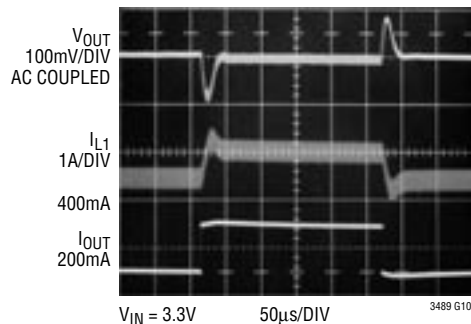
8V出力の昇圧コンバータ



効率

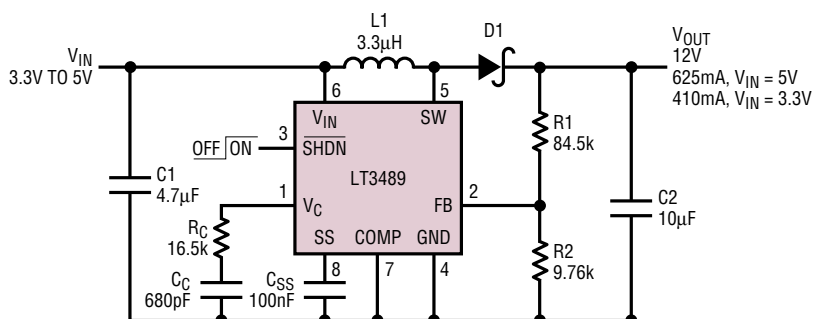


過渡応答



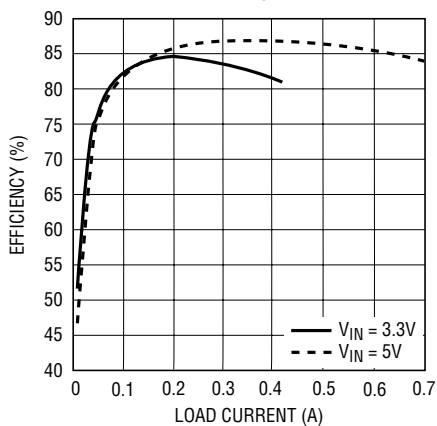
標準的応用例

12V出力の昇圧コンバータ



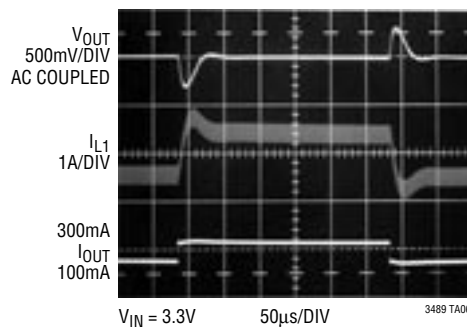
C1: Taiyo Yuden JMK212BJ475MG, 4.7µF, 6.3V
 C2: Taiyo Yuden GMK316BJ106ML, 10µF, 35V
 D1: Diodes, Inc. DF1S220
 L1: Toko A916CY-3R3M (Type D63CB)

効率



3489 TA05

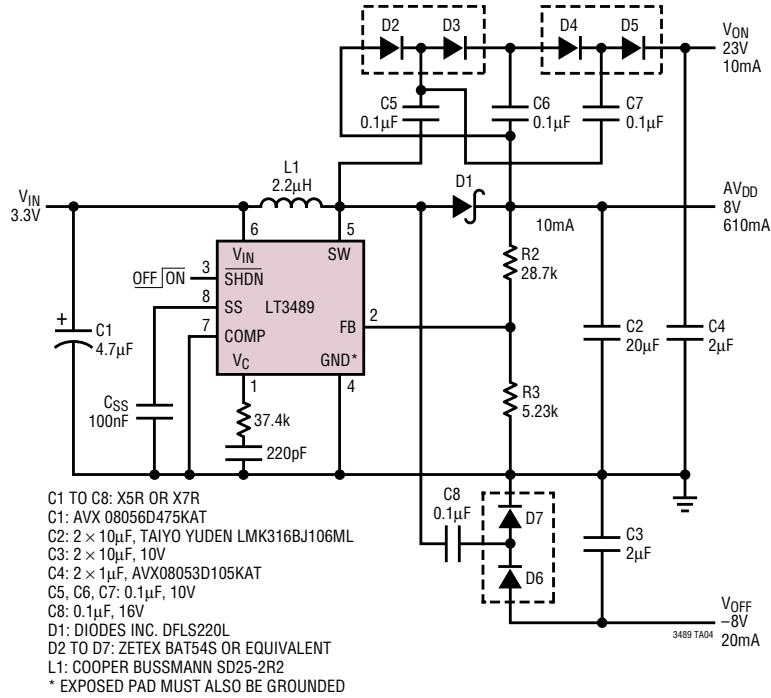
過渡応答



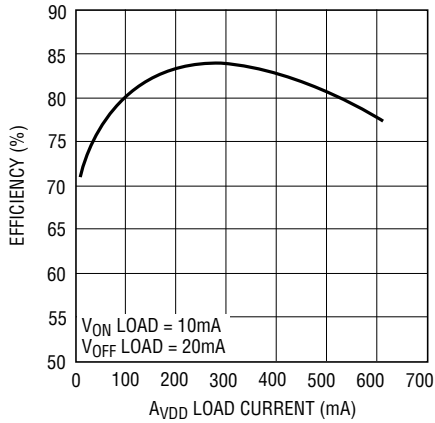
3489 TA06

LT3489

標準的応用例

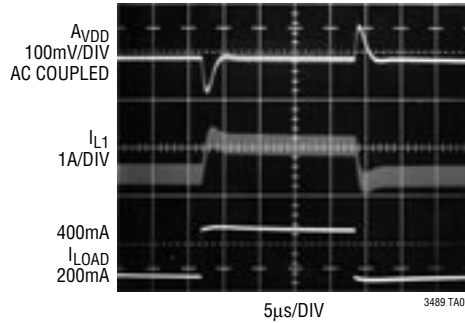


効率



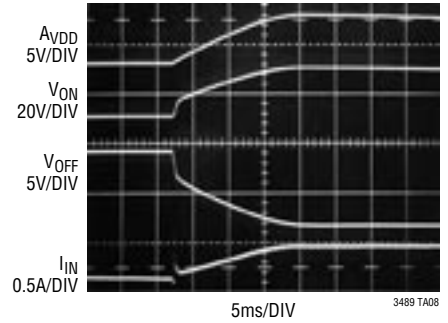
3489 TA01b

過渡応答



3489 TA07

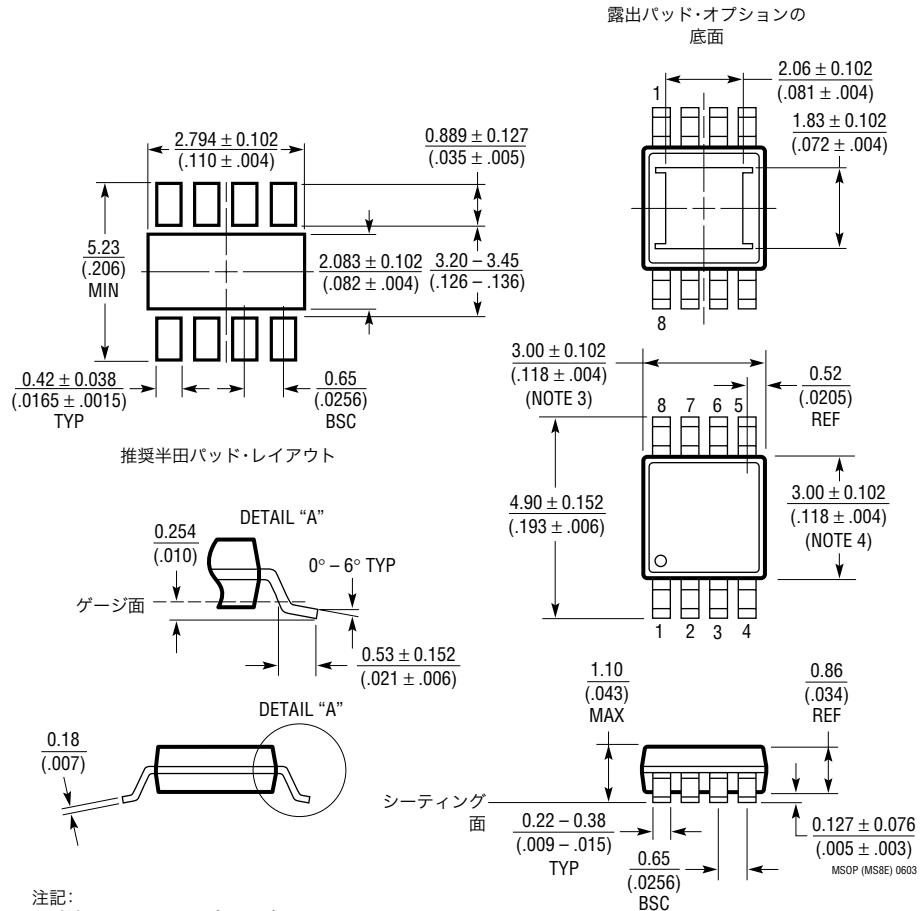
起動時の波形



3489 TA08

パッケージ寸法

MS8Eパッケージ
8ピン・プラスチックMSOP
(Reference LTC DWG # 05-08-1662)



注記:

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(整形後のリードの底面)は最大0.102mm (.004") であること

関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1613	500mA (I _{sw})、1.4MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 0.9V~10V、V _{OUT(MAX)} = 34V、I _Q = 3mA、I _{SD} = <1μA、ThinSOTパッケージ
LT1615/LT1615-1	300mA/80mA (I _{sw})、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 1V~15V、V _{OUT(MAX)} = 34V、I _Q = 20μA、I _{SD} = <1μA、ThinSOTパッケージ
LT1618	1.5A (I _{sw})、1.25MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 1.6V~18V、V _{OUT(MAX)} = 35V、I _Q = 1.8mA、I _{SD} = <1μA、MSパッケージ
LT1930/LT1930A	1A (I _{sw})、1.2MHz/2.2MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 2.6V~16V、V _{OUT(MAX)} = 34V、I _Q = 4.2mA/5.5mA、I _{SD} = <1μA、ThinSOTパッケージ
LT1935	2A (I _{sw})、1.2MHz/2.2MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 2.3V~16V、V _{OUT(MAX)} = 38V、I _Q = 3mA、I _{SD} = <1μA、ThinSOTパッケージ
LT1946/LT1946A	1.5A (I _{sw})、1.2MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 2.45V~16V、V _{OUT(MAX)} = 34V、I _Q = 3.2mA、I _{SD} = <1μA、MS8パッケージ
LT1961	1.5A (I _{sw})、1.25MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 3V~25V、V _{OUT(MAX)} = 35V、I _Q = 0.9mA、I _{SD} = 6μA、MS8Eパッケージ
LT3436	3A (I _{sw})、1MHz、34V昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 3V~25V、V _{OUT(MAX)} = 34V、I _Q = 0.9mA、I _{SD} = <6μA、TSSOP-16Eパッケージ
LT3464	85mA (I _{sw})、高効率昇圧DC/DCコンバータ、内蔵ショットキー・ダイオードとPNP切断機能付き	V _{IN} : 2.3V~10V、V _{OUT(MAX)} = 34V、I _Q = 25μA、I _{SD} = <1μA、ThinSOTパッケージ
LT3467/LT3467A	1.1A (I _{sw})、1.3MHz/2.7MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 2.6V~16V、V _{OUT(MAX)} = 40V、I _Q = 1.2mA、I _{SD} = <1μA、ThinSOTパッケージ
LT3477	3A (I _{sw})、3.5MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ、デュアル・レール・トゥ・レール電流センス付き	V _{IN} : 2.5V~24V、V _{OUT(MAX)} = 40V、I _Q = 5mA、I _{SD} = <1μA、QFNパッケージ、TSSOP-20Eパッケージ
LT3479	3A (I _{sw})、3.5MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V _{IN} : 2.5V~24V、V _{OUT(MAX)} = 40V、I _Q = 5mA、I _{SD} = <1μA、DFNパッケージ、TSSOP-16Eパッケージ

ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。