

# SOT-23、600mA、1.4MHz降圧 スイッチング・レギュレータ

## 特長

- 広い入力範囲：3.6V～25V
- 7V～25V入力から5V/400mAを出力
- 4.7V～25V入力から3.3V/400mAを出力
- 1.4MHz固定周波数動作
- 小型のコンデンサとインダクタを使用
- 内部補償
- 低シャットダウン電流：< 1 $\mu$ A
- 低 $V_{CESAT}$ スイッチ：300mA時に220mV
- 小型6ピンSOT-23パッケージ

## アプリケーション

- ACアダプタ・トランス出力の安定化
- ローカル・ロジック電源変換：
  - 12Vから5V
  - 12Vまたは5Vから3.3V、2.5V、または1.8V
- 分配電源
- デジタル・カメラ
- バッテリ駆動機器

## 概要

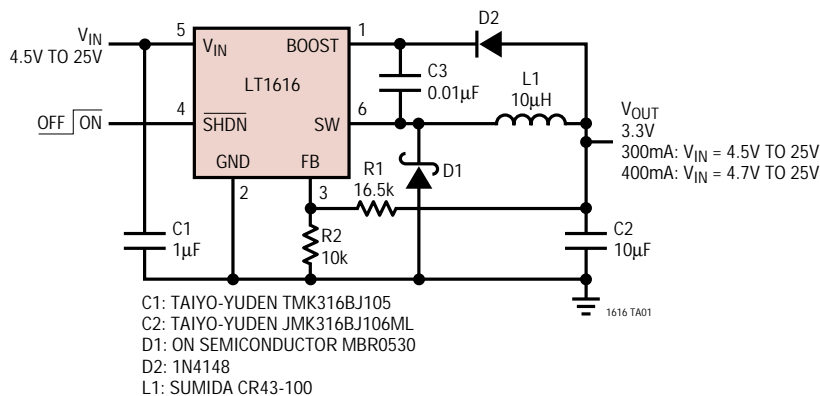
LT<sup>®</sup>1616は0.6Aパワー・スイッチを内蔵した電流モードPWM降圧DC/DCコンバータで、小型6ピンSOT-23パッケージで供給されます。LT1616は入力範囲が3.6V～25Vと広く、4セルのバッテリーや5Vロジック電源から安定化されていないACアダプタのトランス出力や鉛蓄電池まで、多様な電源の安定化に適しています。動作周波数が高いため、小型で低コストのインダクタやセラミック・コンデンサを使用することができます。内部補償を備えているため、追加部品が必要なく、400mA降圧レギュレータの全回路がPCボード上に占める面積は0.968cm<sup>2</sup> (0.15inch<sup>2</sup>)です。

固定周波数電流モードPWMアーキテクチャおよびセラミック・コンデンサによる安定動作により、出力リップルは低く予測可能です。電流制限によって、短絡出力からデバイスを保護します。低電流(<1 $\mu$ A)シャットダウンによって出力が完全に切り離されるため、バッテリー動作システムで容易に電源管理を行うことができます。

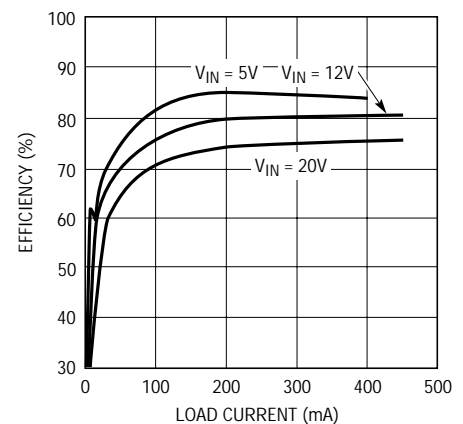
$\Delta$ 、LTC、LTはリアテクノロジー社の登録商標です。

## 標準的応用例

3.3V降圧コンバータ



効率



1616 G02

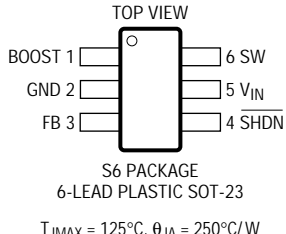
# LT1616

## 絶対最大定格

(Note 1)

入力電圧 ( $V_{IN}$ ).....	25V
BOOSTピン電圧.....	35V
BOOSTピン電圧 (SWピン基準).....	25V
SHDNピン.....	25V
FB電圧.....	6V
FBピンに流入する電流.....	$\pm 1\text{mA}$
動作温度範囲( Note 2 ).....	- 40 ~ 85
最大接合部温度.....	125
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
	LT1616ES6
	S6 PART MARKING
	LTNB

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 $T_A = 25$  °Cでの値。  
 注記がない限り、 $V_{IN} = 10\text{V}$ 、 $V_{BOOST} = 15\text{V}$ 。(Note 2)

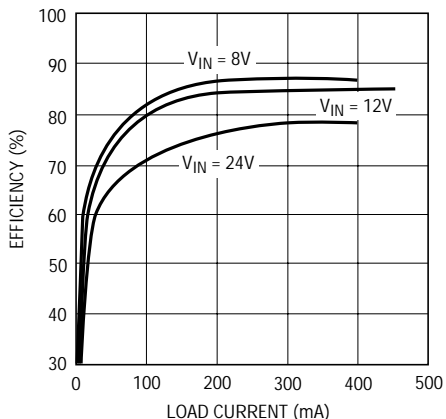
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Undervoltage Lockout			3.35	3.6	V
Feedback Voltage		● 1.225	1.25	1.275	V
FB Pin Bias Current	$V_{FB} = \text{Measured } V_{REF} + 10\text{mV}$	●	150	600	nA
Quiescent Current	Not Switching		1.9	2.5	mA
Quiescent Current in Shutdown	$V_{SHDN} = 0\text{V}$		0.01	2	$\mu\text{A}$
Reference Line Regulation	$V_{IN} = 5\text{V to } 25\text{V}$		0.005		%/V
Switching Frequency	$V_{FB} = 1.1\text{V}$	● 1	1.4	1.8	MHz
Frequency Shift Threshold on FB Pin	$f_{SW} = 700\text{kHz}$		0.44		V
Maximum Duty Cycle		● 80	87		%
Switch Current Limit	(Note 3)	630	850		mA
Switch $V_{CESAT}$	$I_{SW} = 300\text{mA}$		220	350	mV
Switch Leakage Current				10	$\mu\text{A}$
Minimum Boost Voltage Above Switch	$I_{SW} = 300\text{mA}$		1.6	2.5	V
BOOST Pin Current	$I_{SW} = 300\text{mA}$		7	12	mA
SHDN Input Voltage High		1.8			V
SHDN Input Voltage Low				0.4	V
SHDN Bias Current	$V_{SHDN} = 3\text{V}$ $V_{SHDN} = 0\text{V}$		8 0.01	15 0.1	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$

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 : LT1616Eは0 ~ 70 °Cの温度範囲で仕様性能に適合することが保証されている。- 40 ~ 85 °Cの動作温度範囲での規格は設計、特性評価および統計プロセス・コントロールとの関連で保証されている。

Note 3 : 電流制限は設計およびスタティック試験との相関、または設計がスタティック試験との相関で保証されている。スロープ補償によって、高デューティ・サイクルで電流制限が低減される。

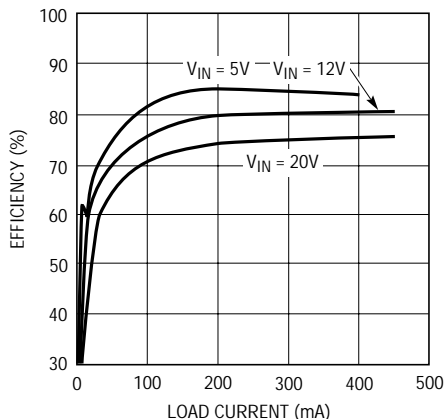
標準的性能特性

効率 ( $V_{OUT} = 5V$ )



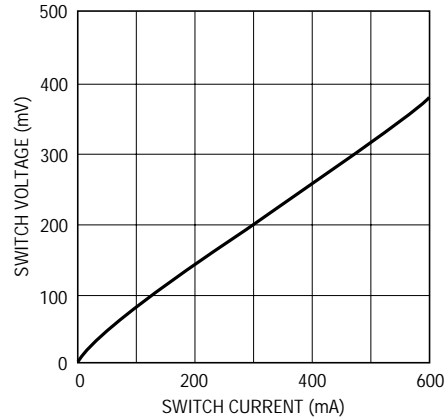
1616 G01

効率 ( $V_{OUT} = 3.3V$ )



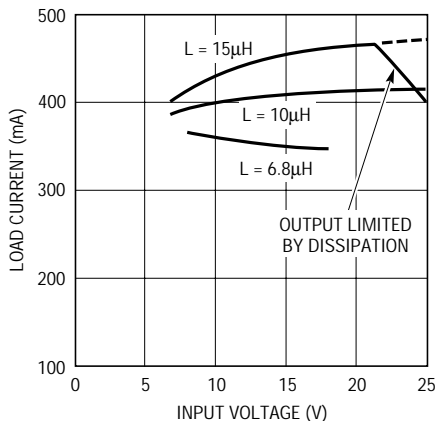
1616 G02

スイッチ電圧の降下



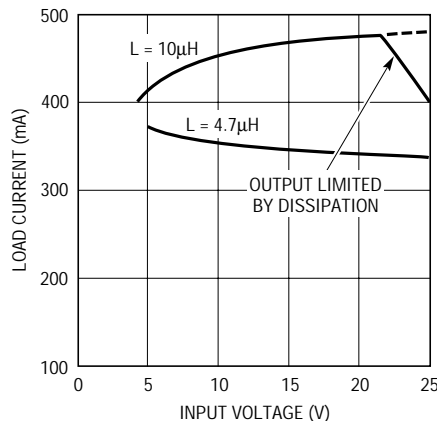
1616 G03

$V_{OUT} = 5V$ での最大負荷電流



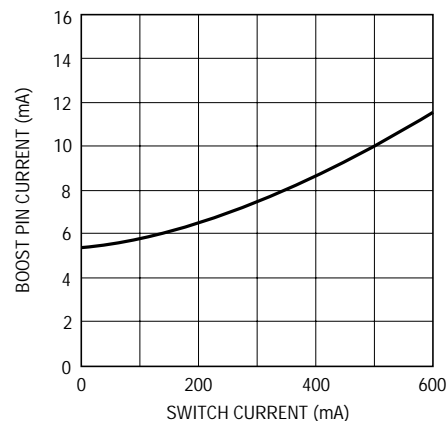
1616 G04

$V_{OUT} = 3.3V$ での最大負荷電流



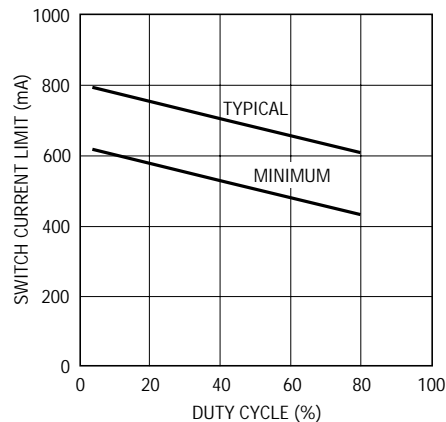
1616 G05

BOOSTピン電流



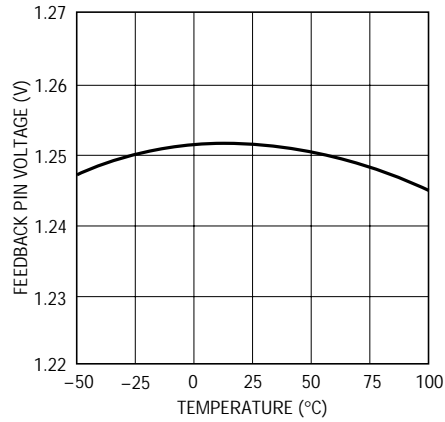
1616 G06

スイッチ電流制限



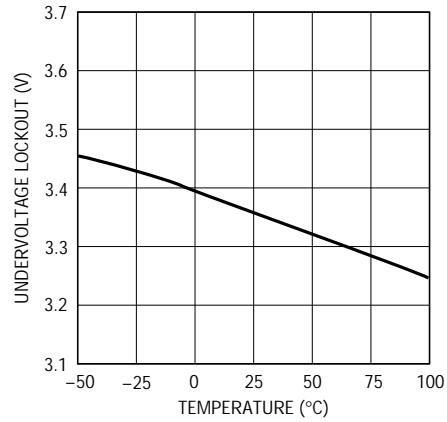
1616 G07

帰還ピン電圧



1616 G08

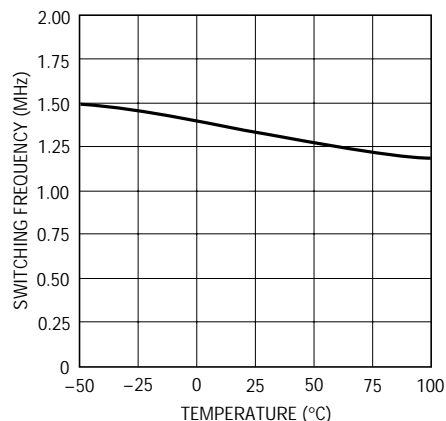
低電圧ロックアウト



1616 G11

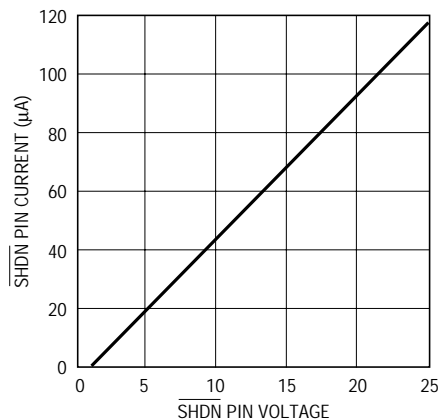
## 標準的性能特性

発振器周波数



1616 G09

SHDNピン電流



1616 G10

## ピン機能

**BOOST (ピン1):** BOOSTピンを使用して、入力電圧より高いドライブ電圧を内部バイポーラNPNパワー・スイッチに供給します。

**GND (ピン2):** GNDピンは、LT1616および回路部品の下のローカル・グランド・プレーンに接続します。帰還分割器は、このピンにリターンしてください。

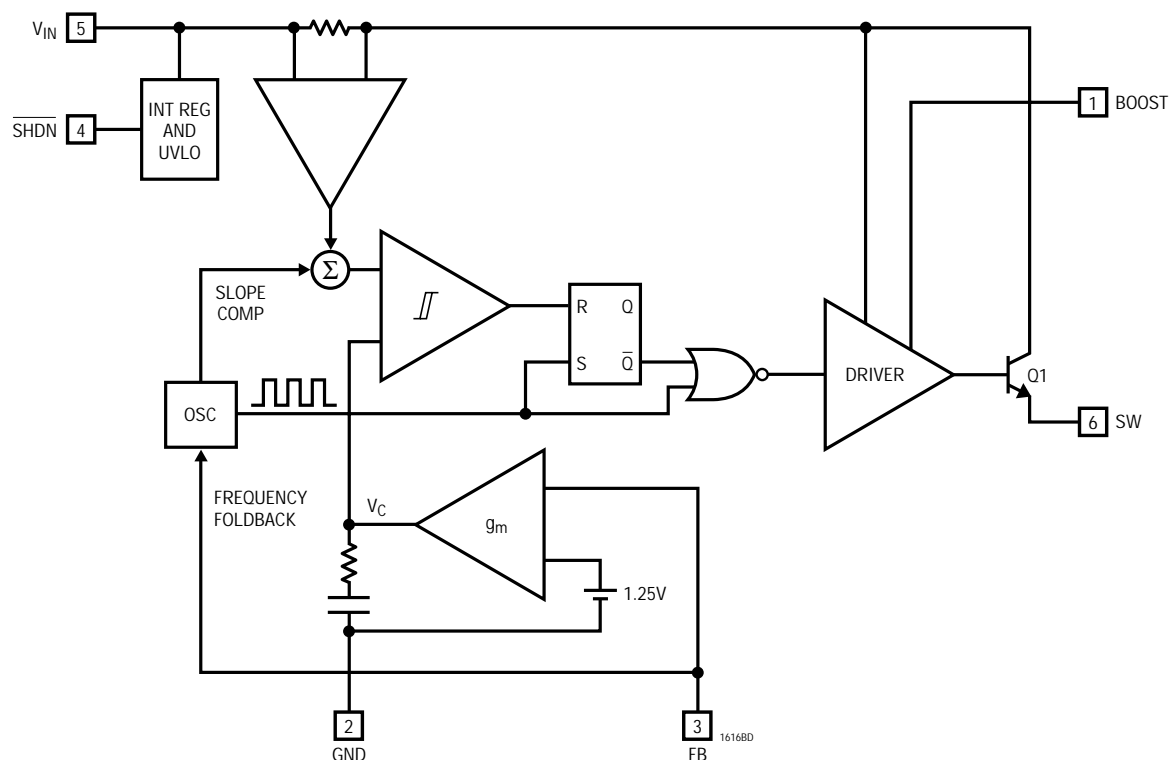
**FB (ピン3):** LT1616は帰還ピンを1.25Vに安定化します。帰還抵抗分割器のタップは、このピンに接続します。 $V_{OUT} = 1.25V(1 + R1/R2)$ に従って出力電圧を設定します。R2の値は10k が適切です。

**SHDN (ピン4):** SHDNピンは、LT1616をシャットダウン・モードにするのに使用します。グランドに接続すると、LT1616がシャットダウンします。通常動作時は2V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 $V_{IN}$ に接続してください。

**$V_{IN}$  (ピン5):**  $V_{IN}$ ピンは、LT1616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しなければなりません。

**SW (ピン6):** 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、およびブースト・コンデンサに接続します。

## ブロック図



## 動作 (ブロック図を参照)

LT1616は、固定周波数、電流モード降圧(バック)レギュレータです。1.4MHz発振器がRSフリップフロップをイネーブルし、内部600mAパワー・スイッチQ1をターンオンします。アンプおよびコンパレータは $V_{IN}$ ピンとSWピン間を流れる電流をセンスし、この電流が $V_C$ の電圧によって決まるレベルに達すると、スイッチをターンオフします。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、出力電圧を測定します。このアンプは、スイッチ電流をサーボ制御して、FBピン電圧を1.25Vに安定化します。 $V_C$ ノードのアクティブ・クランプによって電流制限がおこなわれます。

内部レギュレータによって制御回路に電力が供給されます。このレギュレータは、 $V_{IN}$ が $\sim 3.5V$ より低くなるとスイッチングを禁止する低電圧ロックアウトを備えてい

ます。 $\overline{SHDN}$ ピンは、LT1616をシャットダウン状態にして出力を止し、入力電流を $1\mu A$ 未満に低減するのに使用します。

スイッチ・ドライバは、入力またはBOOSTピンのいずれかで動作します。外部コンデンサおよびダイオードを使用して、入力電源より高い電圧をBOOSTピンに与えます。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ることができ、効率的な動作を実現することができます。

FBピンの電圧が低くなると、発振器はLT1616の動作周波数を低くします。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。

## アプリケーション情報

LT1616は、インダクタを使用してエネルギーを蓄積し、入力電圧源の電力を効率的に低出力電圧に変換します。LT1616は、内部パワー・スイッチおよび外部キャッチ・ダイオード（本データシートの最初のページに示されているアプリケーション回路のD1）を使用して、パルス幅が変調された方形波を生成します。インダクタL1および出力コンデンサC2はこの方形波をフィルタしてDC出力電圧を生成します。誤差アンプは、（帰還抵抗ストリングR1およびR2によって分割された）出力を内部リファレンスと比較することにより出力を安定化します。LT1616は電流モード制御を使用しています。つまり、パルス幅を直接変調するのでは電流モード制御には、簡略化されたループ補償およびサイクル単位の電流制限といった利点があります。

図1に本データシートの最初のページに示されているアプリケーション回路の波形をいくつか示します。この回路は、12V入力を3.3V/300mAに変換します。一番上のトレースはSWピンの電圧です。内部スイッチがオンのとき、SWピンの電圧は12V入力付近にあります。これにより、インダクタL1両端に電圧が印加され、スイッチ（2番目のトレース）およびインダクタ（3番目トレース）を流れる電流が増加します。スイッチがターンオフすると、すぐにスイッチ電流がゼロに

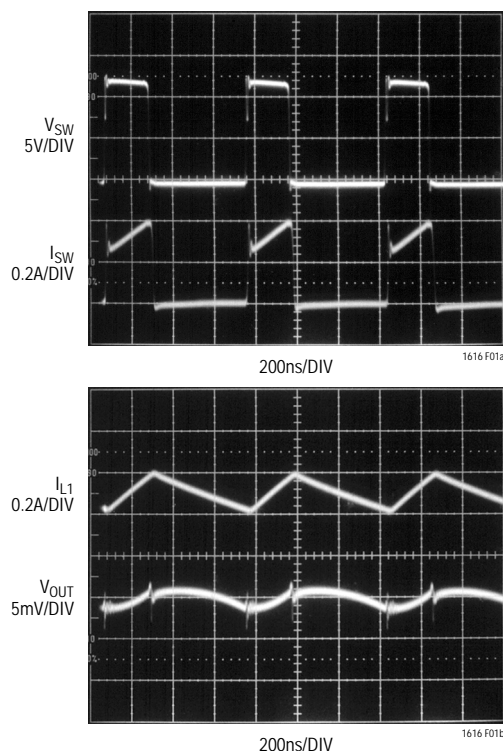


図1. 12Vを3.3V/300mAに変換するLT1616の動作波形

低下し、インダクタ電流がキャッチ・ダイオードD1を流れ、スイッチ・ノードがグランドより0.4V低い電圧にクランプされます。この状態でのインダクタ両端の電圧は、方向が反転し、出力電圧+キャッチ・ダイオードの電圧降下に等しいため、インダクタ電流が低下し始めます。一番下のトレースは出力電圧リップルを示します。

軽負荷時には、インダクタ電流が各パルスごとにゼロに達することもあります。ダイオードがターンオフし、図2に示すとおり、スイッチ電圧がリングングします。これは不連続モード動作であり、スイッチング・レギュレータの正常な動作です。また、負荷が軽いとき、LT1616はパルスをスキップします。

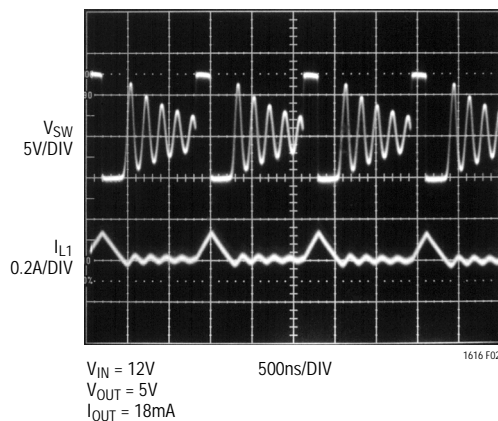


図2. 不連続モード動作

出力がグランドに短絡した場合、出力電圧が低下し、インダクタの電流をリセットする電圧がほとんどなくなります。LT1616はFBピンでこの状態をセンシングすることができます。LT1616は電流を制御するために、動作周波数を下げ、キャッチ・ダイオードがインダクタ電流をリセットするための時間を長くします。

入力電圧および出力電圧によって、スイッチのデューティ・サイクルが決まります。インダクタ値とこれらの電圧が組み合わせられて、インダクタのリップル電流を決定します。スイッチ電流制限に加え、インダクタ・リップル電流によって、回路が供給できる最大負荷電流が決まります。安定に動作するために、最低でも入力コンデンサと出力コンデンサが必要です。許容するリップルおよび所要の過渡性能に基づいて、具体的な値を選択します。このアプリケーション情報の残りの部分では、主にこれらの部品の選択方法およびLT1616アプリケーションに含まれるその他の部品について述べます。

## アプリケーション情報

### インダクタの選択と最大出力電流

内部スイッチのデューティ・サイクルは、次式のとおりです。

$$DC = (V_{OUT} + V_D) / (V_{IN} - V_{SW} + V_D)$$

ここで、 $V_D$ はキャッチ・ダイオード(D1)の順方向電圧降下、 $V_{SW}$ は内部スイッチの電圧降下です。一般に、ユーザは最大負荷電流でのデューティ・サイクルに関心があるので、 $V_D = V_{SW} = 0.4V$ を使用できます。LT1616の最大保証デューティ・サイクルは0.8であることに注意してください。これにより、特定の出力電圧に対する最小入力電圧が制限されます。

スイッチがオフのとき、インダクタには出力電圧 + キャッチ・ダイオードの電圧降下が印加されます。これにより、インダクタを流れるピーク・ツー・ピーク・リップル電流が得られます。

$$\Delta I_L = (1 - DC)(V_{OUT} + V_D) / (L \cdot f)$$

ここで、 $f$ はLT1616のスイッチング周波数、 $L$ はインダクタの値です。平均インダクタ電流は出力電流と等しいので、ピーク・インダクタ電流は出力電流 + 1/2リップル電流となります。

$$I_{LPK} = I_{OUT} + \Delta I_L / 2$$

出力を安定化された状態に保つには、このピーク電流はLT1616のスイッチ電流制限 $I_{LIM}$ より低くなければなりません。 $I_{LIM}$ は低デューティ・サイクルでは630mA以上ありますが、80%デューティ・サイクルでは430mAに低下します。最大出力電流は、選択したインダクタ値によって決まります。

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

リップル電流が小さくなるようにインダクタ値を選択した場合、供給可能な出力電流はスイッチ電流制限に近くなります。ピーク・ツー・ピーク・インダクタ・リップルがスイッチ電流制限の1/3と等しくなるようにインダクタを選択するのが、良い方法といえます。これにより、次式が導かれます。

$$L = 3(1 - DC)(V_{OUT} + V_D) / (I_{LIM} \cdot f)$$

および

$$I_{OUT(MAX)} = (5/6)I_{LIM}$$

これらの式はデューティ・サイクル、すなわち入力電圧に依存します。標準入力電圧を選択して $L$ を計算し、次に最小および最大入力電圧で供給可能な最大出力電流をチェックします。

アプリケーションが必要とする出力電流が400mA未満であれば、インダクタ値の条件を軽減し、高いリップル電流で動作させることができます。これによって、物理的にサイズの小さなインダクタまたはDC抵抗の低いインダクタを選択できるようになる場合があります。これらの式は、連続インダクタ電流を仮定していることに注意してください。インダクタ値が小さい、あるいは負荷電流が低い場合、インダクタ電流が不連続になることがあります。 $\Delta I_L = 2I_{OUT}$ のとき、これが発生します。不連続モード動作についての詳細は、リニアテクノロジーのアプリケーション・ノートAN44を参照してください。また、高デューティ・サイクルで動作させるときは、場合によっては低調波発振を防ぐためにインダクタ値を多少高くする必要があります。AN19を参照してください。本データシートの標準性能特性セクションでは、最大負荷電流を入力電圧の関数としてプロットしています。3.3Vおよび5V出力に対する最大負荷電流が、いくつかの $L$ 値に対して示されています。最大入力電圧では、負荷電流はLT1616の消費電力によって制限されます。

電源アプリケーション用のインダクタを選択してください。製造業者およびインダクタ・シリーズのリストを表1に示します。インダクタの飽和電流は0.5Aを超えていなければなりません。RMS電流定格は出力電流以上でなければなりません。無期限に短絡状態に入る可能性がある場合、RMS電流定格は0.7A以上でなければなりません。回路の効率を維持するには、DC抵抗は0.5 未満でなければなりません。

### コンデンサの選択

スイッチ電流制限と同じ大きさのピーク・ツー・ピーク振幅を持つ方形波の電流が、入力からバック・レギュレータに流れます。入力コンデンサ(C1)はこの電流のAC成分を供給しなければなりません。250mAのRMS電流定格は、LT1616回路にとって十分なものです。入力コンデンサは、LT1616の内部制御回路、および入力ソースで動作する他のすべての回路をバイパスしなければなりません。1 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサは、これらの要求条件のどちらも満足します。入力ソースのインピーダンスが高い(長い配線やフィルタ部品に起因)場合、追加のバルク入力容量が必要になることがあります。高デューティ・サイクル・アプリケーション(たとえば、5V入力から3.3V出力)では、入力コンデンサを2.2 $\mu$ Fに増加してください。電解コンデンサ(タンタルまたはアルミニウム)と0.1 $\mu$ Fのセラミック・コ

## アプリケーション情報

表1. インダクタ供給業者

供給業者	電話	URL	製品シリーズ	注釈
Murata	(404) 426-1300	www.murata.com	LQH3C	Small, Low Cost, 2mm Height
Sumida	(847) 956-0666	www.sumida.com	CR43 CLS62 CLO61	1:1 Coupled 1.5mm Height
Coilcraft	(847) 639-6400	www.coilcraft.com	D01607C D01608C DT1608C	
Coiltronics	(407) 241-7876	www.coiltronics.com	CTXxx-1 TP1	1:1 Coupled Toroid 1.8mm Height
Toko		www.tokoam.com	3DF D52LC	

表2. コンデンサ供給業者

供給業者	電話	URL	製品シリーズ	注釈
Taiyo-Yuden	(408) 573-4150	www.t-yuden.com	Ceramic Caps	X5R Dielectric
AVX	(803) 448-9411	www.avxcorp.com	Ceramic Caps Tantalum Caps	
Murata	(404) 436-1300	www.murata.com	Ceramic Caps	

ンデンサを組み合わせて使用することにより、コストを低減できる場合があります。ただし、入力電圧リップルが高くなるので、高周波リップルをフィルタするために、LT1616回路の近くに追加の0.1μFセラミック・コンデンサを接続したくなるかもしれません。この入力コンデンサは、最大入力電圧の定格を持つものにしてください。

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LT1616で生成される方形波をフィルタし、DC出力を生成します。このため、出力コンデンサによって出力リップルが決まります。第2の機能は、過渡負荷を満足させてLT1616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。

大部分のスイッチング・レギュレータでは、出力リップルは出力コンデンサの等価直列抵抗(ESR)によって決まります。LT1616の制御ループの安定動作は出力コンデンサのESRに依存しないので、非常に低い出力リップルおよび小型サイズの回路を実現するために、自由にセラミック・コンデンサを使用できます。次式を使用して、出力リップルを推定することができます。

電解コンデンサ(タンタルおよびアルミニウム)の場合、 $V_{\text{RIPPLE}} = \Delta I_L \cdot \text{ESR}$

セラミック・コンデンサの場合、 $V_{\text{RIPPLE}} = \Delta I_L / (2\pi \cdot f \cdot C_{\text{OUT}})$

出力コンデンサの別の制約は、インダクタより多くのエネルギーを蓄積できなければならないことです。インダクタに蓄えられたエネルギーが出力に転送される場合、生じる電圧ステップは安定化電圧と比較して小さいことが望まれます。要求条件が5%のオーバーシュートであれば、次式のようになります。

$$C_{\text{OUT}} > 10 \cdot L (I_{\text{LIM}} / V_{\text{OUT}})^2$$

最後に、良好な過渡性能を得るには十分な容量が必要です。最後の式によって、適当な出発点を与えられています。あるいは、本データシートに示されているいずれかの設計を出発点とし、実験することによって、所期の性能を実現することもできます。異なる出力コンデンサ間のトレードオフをいくつか図3に示します。図4にそのテスト回路を示します。一番下のトレースに、100mAから250mAにジャンプする全出力電流を示します。他のトレースには、異なる出力コンデンサでの出力電圧リップルおよび過渡応答を示しています。コンデンサ値、サイズ、および種類が示されています。タイム・スケールは50μs/DIVで、スイッチング周期よりはるかに大きいので、スイッチング周波数では出力リップルが観察できないことに注意してください。出力リップルは、トレースの垂直方向の広がりとして現れます。一番上のトレース( $C_{\text{OUT}} = 4.7\mu\text{F}$ )のピーク・ツー・ピーク出力リップルは約6mVであり、3番目のトレースのピーク・ツー・ピーク・リップルは約15mVです。



アプリケーション情報

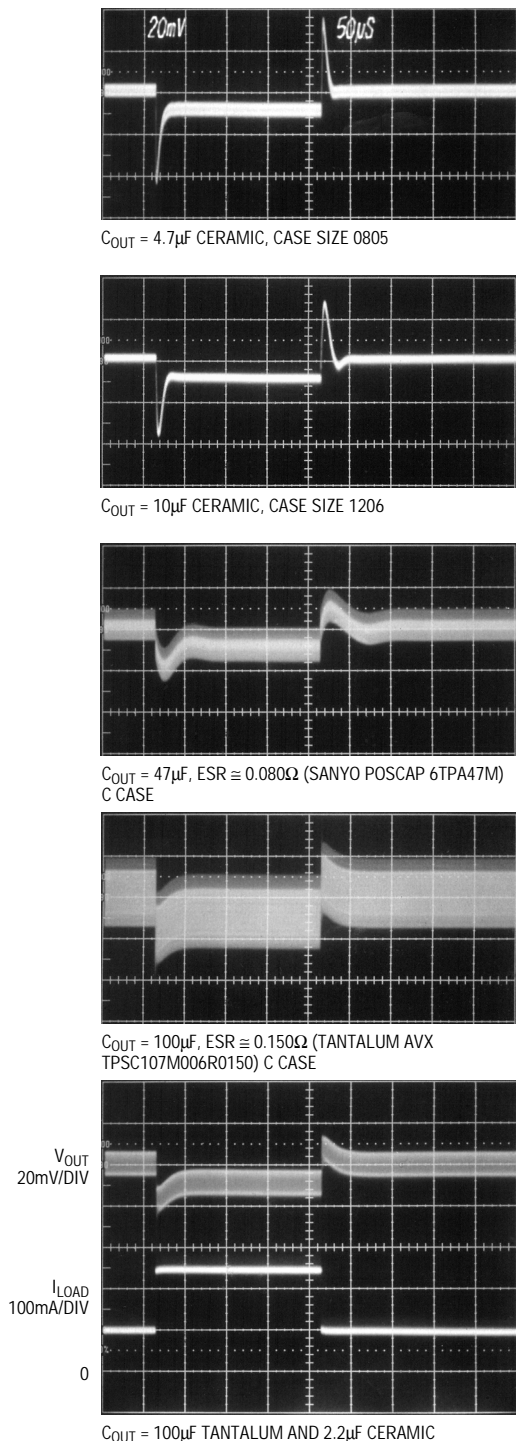


図3. LT1616の過渡負荷応答

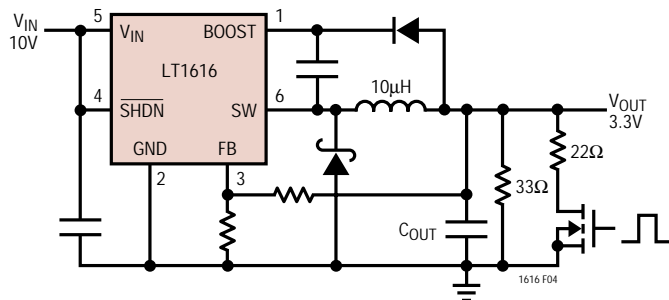


図4. 図3の過渡負荷テストで使用した回路

選択するコンデンサやコンデンサの組合せに関係なく、過渡負荷テストを行って回路の安定性を評価する必要があります。応答にリングングが生じるようなコンデンサや回路の組合せは避けてください。出力容量が非常に低い場合、あるいは高い値のインダクタと大きな値の低ESRコンデンサを組み合わせる場合は、問題が生じることがあります。

セラミック・コンデンサは、高性能(低ESR)、小型サイズ、および耐久性に優れているので、LT1616アプリケーションに適したタイプです。ただし、これがすべてのセラミック・コンデンサに当てはまるわけではありません。高い容量のコンデンサの多くは、温度係数および電圧係数が高い、質の悪い誘電体を使用しています。特に、Y5Vタイプは疑ってみるべきです。X7RタイプおよびX5Rタイプを使い続けてください。恐れずに定格電圧で動作させてください。コンデンサ製造業者のリストを表2に示します。

キャッチ・ダイオード

キャッチ・ダイオードD1には、0.5Aショットキ・ダイオードが推奨されます。ON SemiconductorのMBR0530は良い選択といえます。このダイオードの定格は順方向電流が0.5Aで、最大逆電圧が30Vです。入力電圧が20V以下の場合、MBR0520Lを使用できます。その他の適切なダイオードとしては、ZetexのZHCS500TRおよびZHCS750TR、そして1N5818の各種バージョンがあります。

アプリケーション情報

BOOSTピンの考慮事項

コンデンサC3およびダイオードD2を使用して、入力電圧より高いブースト電圧を生成します。ほとんどの場合、0.01μFのコンデンサと高速スイッチング・ダイオード(1N4148または1N914など)で良好に動作します。図5にブースト回路の構成方法を2つ示します。最高の効率を実現するには、BOOSTピンはSWピンより2.5V以上高くなければなりません。出力が3.3V以上の場合、標準回路(図5a)が最適です。出力が2.8V~3.3Vの間にある場合、0.033μFコンデンサと小型のショットキ・ダイオード(BAT-54など)を使用してください。出力電圧がもっと低い場合は、ブースト・ダイオードを入力に接続することができます(図5b)。BOOSTピン電流が低い電圧源から得られるため、図5aの回路の方が効率的です。BOOSTピンの最大電圧定格を超えないようにすることも忘れないでください。

先に説明したとおり、LT1616アプリケーションの最小動作電圧は低電圧ロックアウト(<3.6V)および最大デューティ・サイクルによって制限されます。適切に起動するためには、最小入力電圧はブースト回路によっても制限されます。入力電圧が徐々に上昇したり、出力がすでに安定しているときにLT1616がSHDNピンによってターンオンした場合、

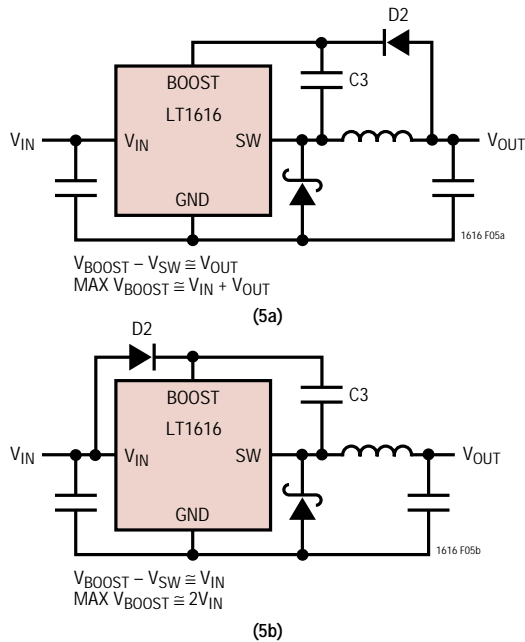
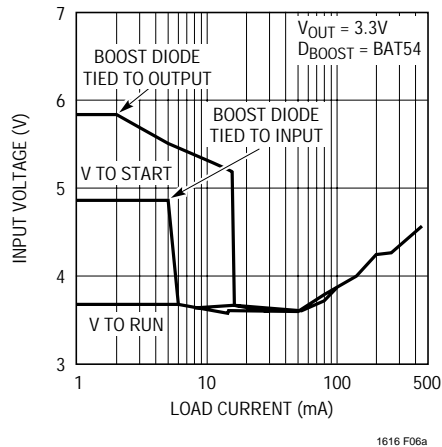


図5. ブースト電圧を生成する2つの回路

ブースト・コンデンサが完全に充電されないことがあります。ブースト・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、ブースト回路を適切に動作させるためには、回路は何らかの最小負荷電流に依存することになります。この最小負荷電流は、入力電圧、出力電圧、そしてブースト回路の構成によって決まります。最小負荷電流は通常、回路が起動するとゼロになります。図6は、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です。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り、スイッチャが起動できるようになります。このプロットは、入力電圧が非常にゆっくり上昇するワーストケースを示しています。起動電圧を最小にするには、ショットキ・ダイオード(BAT-54など)を使用してください。

最小入力電圧 (V<sub>OUT</sub> = 3.3V)



最小入力電圧 (V<sub>OUT</sub> = 5V)

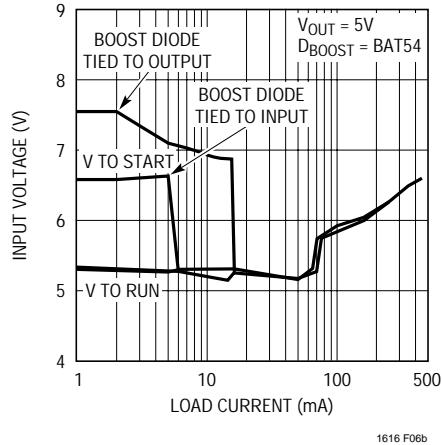


図6. 最小入力電圧は、出力電圧、負荷電流、およびブースト回路に依存

## アプリケーション情報

### 短絡入力保護

過度は飽和しないインダクタを選択すれば、LT1616バック・レギュレータは出力の短絡に耐えます。LT1616への入力がないときに、出力を高く保持するシステムでは、考慮すべき状況がもう一つあります。これは、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LT1616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、 $\overline{SHDN}$ 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)Hに保持される場合、SWピンを通してLT1616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。 $\overline{SHDN}$ 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LT1616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。入力電圧がある場合にのみ動作し、短絡した、あるいは反転した入力から保護する回路を図7に示します。

### PCBレイアウト

動作を最適化し、EMIを最小にするには、プリント回路ボード・レイアウト時に注意が必要です。バック・レギュレータ回路の高電流経路を図8に示します。パワー・スイッチ、キャッチ・ダイオード(D1)、さらに入力コンデンサ(C1)に大きなスイッチ電流が流れることに注意し

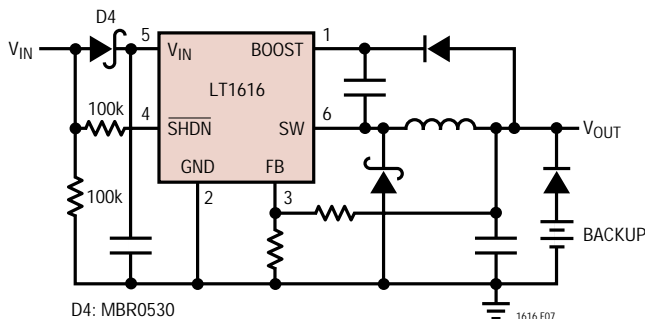


図7. ダイオードD4は出力に接続されたバックアップ・バッテリーが入力の短絡によって放電するのを防止し、極性の反転した入力からも回路を保護。LT1616は入力がある場合にのみ動作

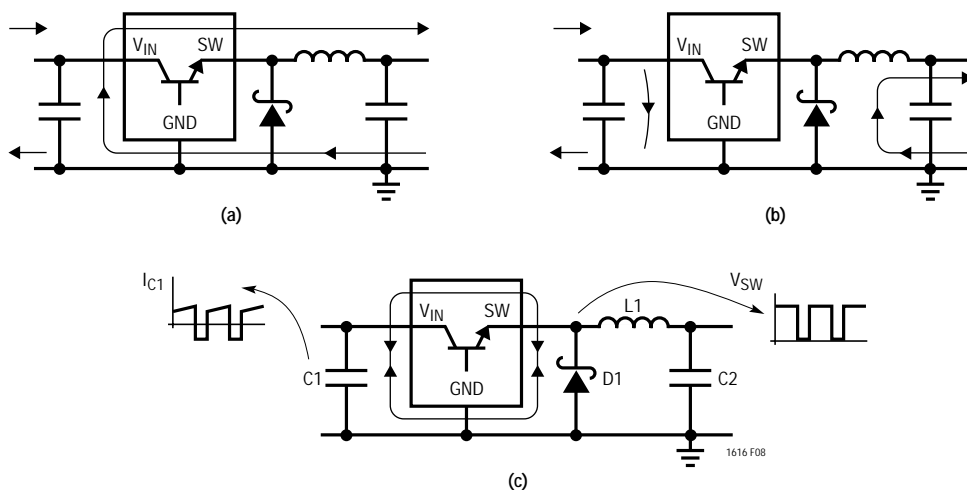


図8. スイッチ・オフ時の電流(b)からスイッチ・オン時の電流(a)を減算することにより、高周波スイッチング電流(c)の経路を明確化。このループを小さくすること。SWノードおよびBOOSTノードの電圧も切り替わるため、これらのノードはできる限り小さくする。最後に、回路がローカル・グランド・プレーンでシールドされているか確認すること。

## アプリケーション情報

てください。これらの部品で形成されるループはできる限り小さくしなければなりません。また、システム・グラウンドはレギュレータ・グラウンドに1点接続してください。これにより、スイッチ電流によってシステム・グラウンドにノイズが注入されるのを防止します。これらの部品はインダクタおよび出力コンデンサとともに、回路ボードの同じ側に配置し、同じ層で配線しなければなりません。これらの部品の下には分断されていないローカル・グラウンド・プレーンを配置し、このグラウンド・プレーンをシステム・グラウンドに1点接続(理想的には出力コンデンサC2のグラウンド端子)してください。さらに、SWノードおよびBOOSTノードは、できる限り小さくしてください。最後に、グラウンド・ピンおよびグラウンド・トレースによってFBノードがSWノードとBOOSTノードからシールドされるよう、FBノードはできる限り小さくしてくだ

さい。部品配置とトレース、グラウンド・プレーン、およびバイアスの位置を図9に示します。LT1616からグラウンド・プレーンに熱を逃がすのに役立つように、LT1616のGNDピン付近に2つのバイアスを含めてください。

### その他のリニアテクノロジーの出版物

アプリケーション・ノートAN19、AN35、およびAN44には、バック・レギュレータや他のスイッチング・レギュレータについて、さらに詳細な説明および設計情報が記載されています。LT1376のデータシートでは、出力リップル、ループ補償、および安定性試験に関して、さらに詳しく説明しています。また、デザインノートDN100では、バック・レギュレータを使用してパイボラ出力電源を生成する方法を説明しています。

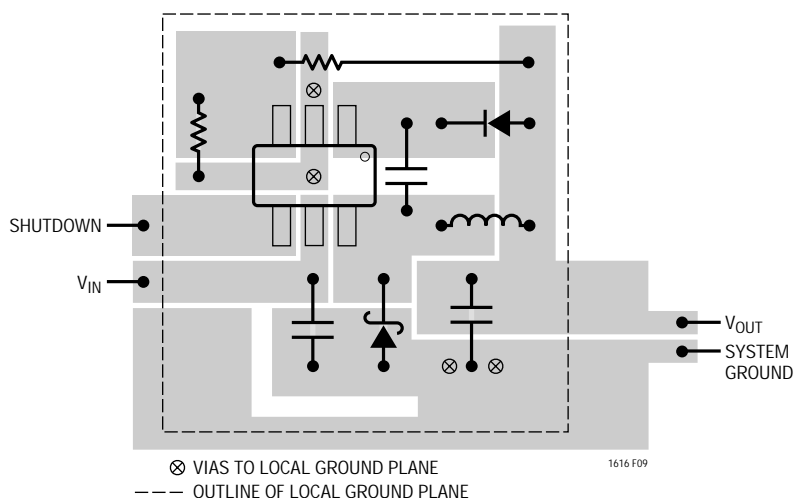
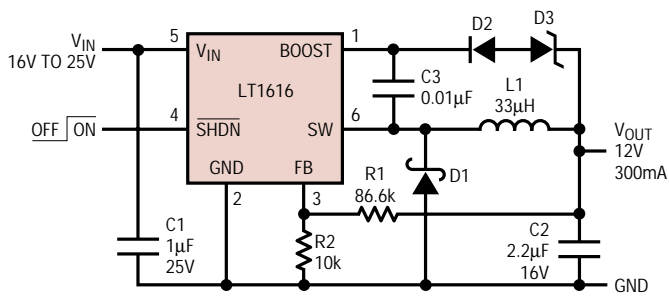


図9. 適切なPCBレイアウトにより、適切でEMIの低い動作を保証

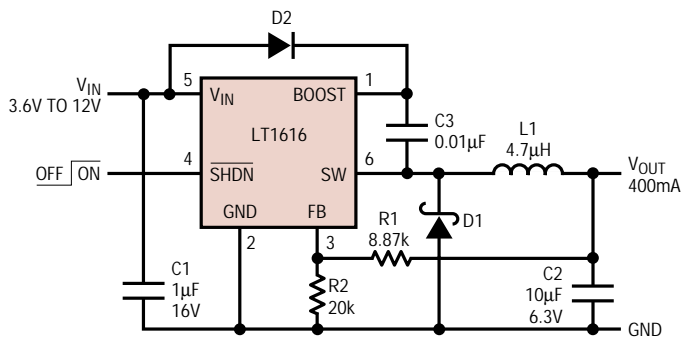
標準的應用例

12V出力



- C1: TAIYO-YUDEN TMK316BJ105ML  
 C2: TAIYO-YUDEN EMK316BJ225ML  
 D1: ON SEMICONDUCTOR MBR0530  
 D2: 1N4148  
 D3: CMPZ5234B 6.2V ZENER.  
 D3 LIMITS BOOST PIN VOLTAGE TO  $V_{IN} + 6V$   
 L1: COILCRAFT DO1608C-333

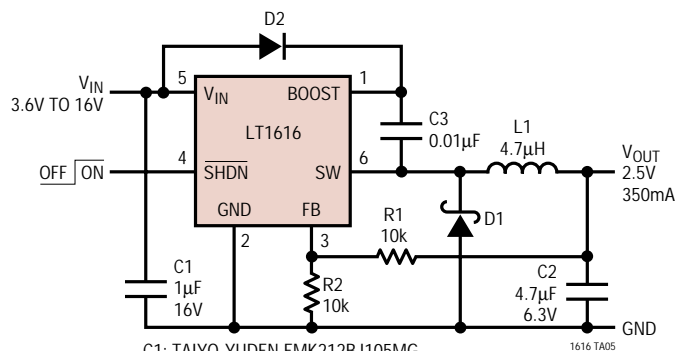
1.8V出力



- C1: TAIYO-YUDEN EMK212BJ105MG  
 C2: TAIYO-YUDEN JMK316BJ106ML  
 D1: ON SEMICONDUCTOR MBR0520L  
 D2: 1N4148 OR EQUIVALENT  
 L1: MURATA LQH3C4R7M24

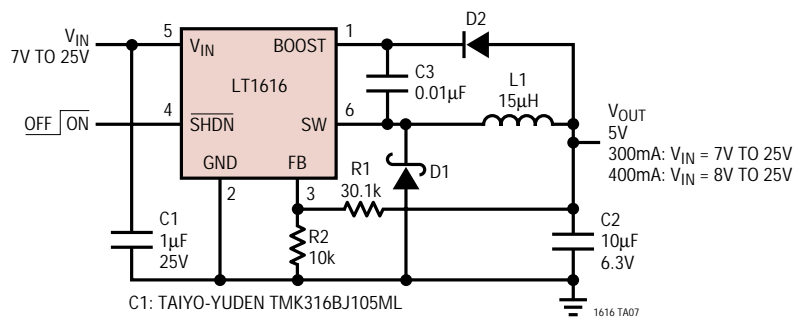
## 標準的応用例

### 2.5V出力



- C1: TAIYO-YUDEN EMK212BJ105MG  
 C2: TAIYO-YUDEN JMK212BJ475MG  
 D1: ON SEMICONDUCTOR MBR0520  
 D2: 1N4148  
 L1: MURATA LOH3C4R7M24

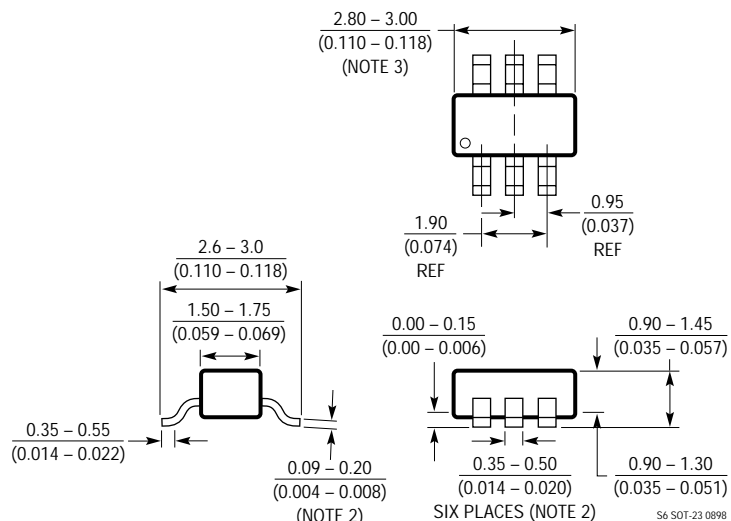
### 5V出力



- C1: TAIYO-YUDEN TMK316BJ105ML  
 C2: TAIYO-YUDEN JMK316BJ106MG  
 D1: ON SEMICONDUCTOR MBR0530  
 D2: 1N4148  
 L1: TOKO A914BYW-150M

パッケージ 注記がない限り寸法はインチ(ミリメートル)

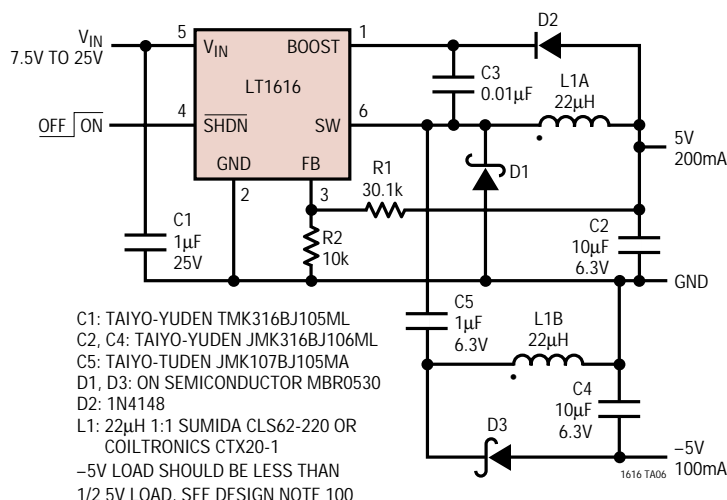
S6パッケージ  
6ピン・プラスチックSOT-23  
(LTC DWG # 05-08-1634)



- 注:
1. 寸法はミリメートル。
  2. 寸法にはメッキを含む。
  3. 寸法にはモールドのバリ、メタルのバリを含まず。
  4. モールドのバリは0.254mmを超えないこと。
  5. パッケージのEIAJリファレンスはSC-74A (EIAJ)。

## 標準的応用例

### バイポーラ出力DC/DCコンバータ



## 関連製品

製品番号	概要	注釈
LTC <sup>®</sup> 1474/LTC1475	0.5A マイクロパワー降圧レギュレータ	$I_Q = 10\mu\text{A}$ , 100%デューティ・サイクル, 8ピンMSOPパッケージ
LT1676/LT1776	広入力範囲、降圧スイッチング・レギュレータ	60V入力、0.7A内蔵スイッチ
LTC1701	0.5A マイクロパワー降圧、SOT-23	100%デューティ・サイクル、高効率:最大94%
LT1763	500mA、低ノイズ、LDOマイクロパワー・レギュレータ	$I_Q = 30\mu\text{A}$ , $20\mu\text{V}_{\text{RMS}}$ ノイズ
LT1767	1.5A、1.4MHz降圧DC/DCコンバータ	高電流、8ピンMSOPパッケージ
LTC1772	定周波数降圧コントローラ、SOT-23	高電流、高効率:最大94%
LTC1779	0.25A マイクロパワー降圧、SOT-23	低電流、100%デューティ・サイクル
LTC1877	0.6A同期式降圧レギュレータ	高効率、ダイオード不要、8ピンMSOP
LT1962	300mA、低ノイズ、LDOマイクロパワー・レギュレータ	$I_Q = 30\mu\text{A}$ , $20\mu\text{V}_{\text{RMS}}$ ノイズ, 8ピンMSOPパッケージ