LDOポスト・レギュレータ内蔵で入力電圧範囲が2.8V～40Vの絶縁型µModule DC/DCコンバータ

特長

- **2kV AC絶縁型µModuleコンバータ**
- **UL60950規格認定申請番号：E464570**
- **広い入力電圧範囲：2.8V～40V**
- **V_{OUT1}出力：**
  最大450mA（V_{IN} = 24V、V_{OUT1} = 5V）
  出力電圧範囲：2.5V～18V
- **V_{OUT2}低ノイズ・リニア・ポスト・レギュレータ：**
  最大300mA
  出力電圧範囲：1.2V～18V
- 電流モード制御
- ユーザーが設定可能な低電圧ロックアウト
- 高さの低い（9mm×11.25mm×4.92mm）BGAパッケージ

アプリケーション

- 産業用センサ
- 産業用スイッチ
- グランドループの緩和

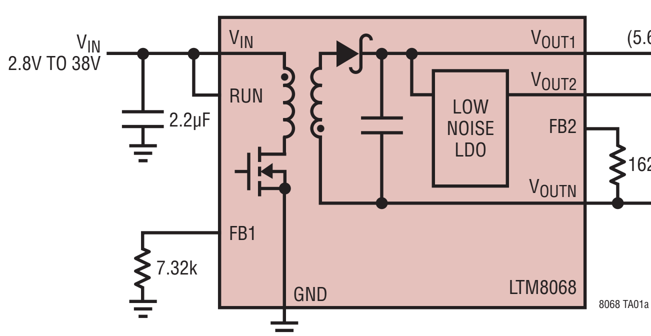
概要

LTM®8068は、LDOポスト・レギュレータを内蔵した2kV AC絶縁型フライバックµModule®（電源モジュール）DC/DCコンバータです。スイッチング・コントローラ、パワー・スイッチ、トランス、LDO、およびすべての支持部品がパッケージに搭載されています。LTM8068は、2.8V～40Vの入力電圧範囲で動作し、2.5V～18Vの出力電圧をサポートしており、出力電圧は1本の抵抗で設定されます。また、出力電圧を1本の抵抗で設定して1.2V～18Vの範囲内で調整可能なリニア・ポスト・レギュレータも内蔵しています。設計を完了するために必要なのは、出力と入力のコンデンサだけです。

LTM8068は、熱特性が改善された小型（9mm×11.25mm×4.92mm）のオーバーモールド・ボール・グリッド・アレイ（BGA）パッケージに収容されているので、標準の表面実装装置による自動組み立てに適しています。LTM8068は、SnPbまたはRoHS準拠の端子仕上げで供給されます。

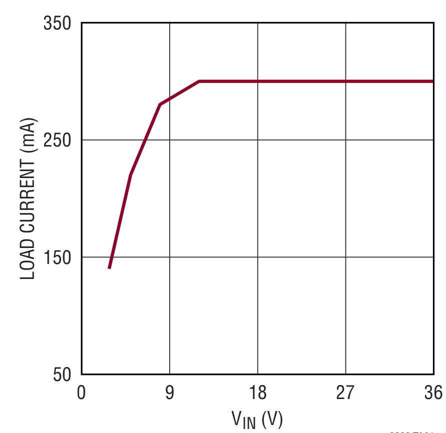
標準的応用例

2kV AC絶縁型低ノイズµModuleレギュレータ



PIN BYP IS NOT USED IN THIS SCHEMATIC

総出力電流とV_{IN}

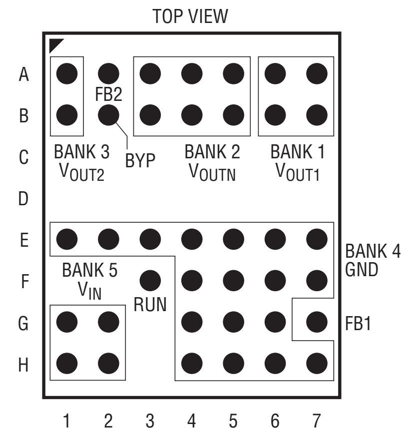


絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN}、RUN 42V
V_{OUTN}を基準にしたV_{OUT1} 25V
V_{IN}＋V_{OUT1}（Note 2） 45V
V_{OUTN}を基準にしたV_{OUT2} .... +20V
V_{OUTN}を基準にしたFB2 .... +7V
GNDとV_{OUTN}間の絶縁（Note 3） .... 2kV AC
最大内部温度（Note 4） .... 125°C
最大ピーク・ボディ・リフロー温度 .... 245°C
保存温度 .... –55°C～125°C

ピン配置



BGA PACKAGE
38-LEAD (11.25mm × 9mm × 4.92mm)
T_{JMAX} = 125°C, θ_{JA} = 18.2°C/W, $\theta_{JCbottom}$ = 4.8°C/W, θ_{JCtop} = 18.1°C/W, θ_{JB} = 4.8°C/W
WEIGHT = 1.1g, θ VALUES DETERMINED PER JEDEC 51-9, 51-12

発注情報

http://www.linear-tech.co.jp/product/LTM8068#orderinfo

製品番号	パッド/ボール仕上げ	製品マーキング*		パッケージ・タイプ	MSL レーティング	温度範囲（Note 4）
		デバイス	仕上げコード			
LTM8068EY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8068Y	e1	BGA	3	–40°C to 125°C
LTM8068IY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8068Y	e1	BGA	3	–40°C to 125°C
LTM8068IY	SnPb (63/37)	LTM8068Y	e0	BGA	3	–40°C to 125°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。* デバイスの温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで示してあります。パッドまたはボールの仕上げコードはIPC/JEDEC J-STD-609に準拠しています。

- 端子仕上げの製品マーキング：www.linear-tech.co.jp/leadfree
- 推奨されるLGA/BGAのPCBアセンブリおよび製造方法：www.linear-tech.co.jp/umodule/pcbassembly
- LGA/BGAパッケージおよびトレイ図面：www.linear-tech.co.jp/packaging

電気的特性

●は全内部動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT_A = 25°C、RUN = 2Vでの値(Note 4)。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input DC Voltage	RUN = 2V	●			2.8	V
V_{OUT1} DC Voltage	R_{FB1} = 15.4k R_{FB1} = 8.25k R_{FB1} = 2.37k	●	 4.75	2.5 5 18	 5.25	V V V
V_{IN} Quiescent Current	V_{RUN} = 0V Not Switching			 7	3	µA mA
V_{OUT1} Line Regulation	3V ≤ V_{IN} ≤ 40V, I_{OUT} = 0.1A, RUN = 2V			1		%
V_{OUT1} Load Regulation	0.05A ≤ I_{OUT} ≤ 0.3A, RUN = 2V			1		%
V_{OUT1} Ripple (RMS)	I_{OUT} = 0.1A, 1MHz BW			30		mV
Isolation Voltage	(Note 3)			2		kV
Input Short-Circuit Current	V_{OUT1} Shorted			80		mA
RUN Pin Input Threshold	RUN Pin Falling		1.18	1.214	1.25	V
RUN Pin Current	V_{RUN} = 1V V_{RUN} = 1.3V			2.5	 0.1	µA µA
LDO (V_{OUT2}) Minimum Input DC Voltage	(Note 5)			1.5	2.3	V
V_{OUT2} Voltage Range	V_{OUT1} = 16V, R_{FB2} Open, No Load (Note 5) V_{OUT1} = 16V, R_{FB2} = 41.2k, No Load (Note 5)			1.22 17.7		V V
FB2 Pin Voltage	V_{OUT1} = 2V, I_{OUT2} = 1mA (Note 5) V_{OUT1} = 2V, I_{OUT2} = 1mA (Note 5)	 ●	 1.19	1.22	 1.25	V V
V_{OUT2} Line Regulation	2V < V_{OUT1} < 16V, I_{OUT2} = 1mA (Note 5)			1	5	mV
V_{OUT2} Load Regulation	V_{OUT1} = 5V, 10mA ≤ I_{OUT2} ≤ 300mA (Note 5)			2	10	mV
LDO Dropout Voltage	I_{OUT2} = 10mA (Note 5) I_{OUT2} = 100mA (Note 5) I_{OUT2} = 300mA (Note 5)				0.25 0.34 0.43	V V V
V_{OUT2} Ripple (RMS)	C_{BYP} = 0.01µF, I_{OUT2} = 300mA, BW = 100Hz to 100kHz (Note 5)			20		$µV_{RMS}$

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回復不可能な損傷を与える可能性がある。また、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おそれがある。

Note 2: V_{IN}＋V_{OUT1}は、次の合計として定義される:

(V_{IN} – GND)＋(V_{OUT1} – V_{OUTN})

Note 3: LTM8068の絶縁テストでは、2kVACまたはこれに相当する2.83kVDCの電圧が1秒間印加されています。

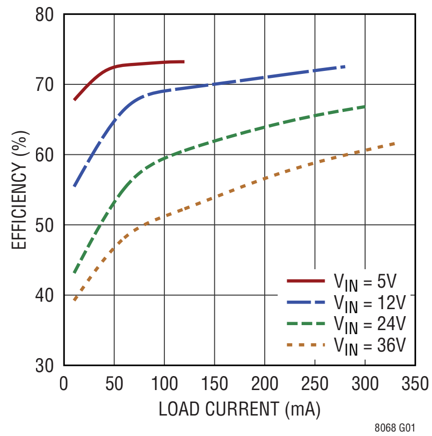
Note 4: LTM8068Eは0°C～125°Cの温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。–40°C～125°Cの内部温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTM8068Iは–40°C～125°Cの内部動作温度範囲で動作することが保証されている。最大内部温度は、基板レイアウト、パッケージの定格熱抵抗および他の環境要因と関連した特定の動作条件によって決まることに注意。

Note 5: V_{RUN} = 0Vだが(フライバックは動作していない)、V_{OUT1}に電圧を印加することにより、V_{OUT2}ポスト・レギュレータは給電される。

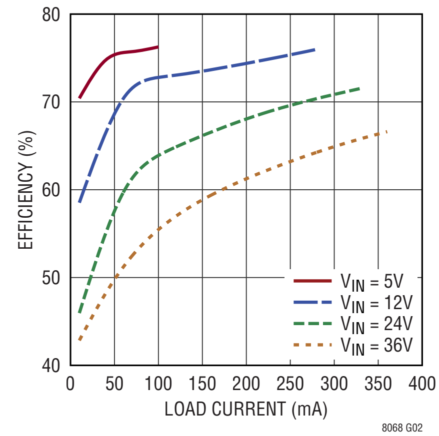
標準的性能特性

注記がない限り、動作条件は表1のとおり（T_A = 25°C）。

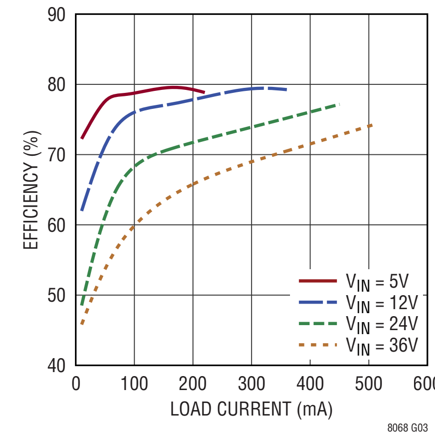
効率と負荷電流、V_{OUT1} = 2.5V



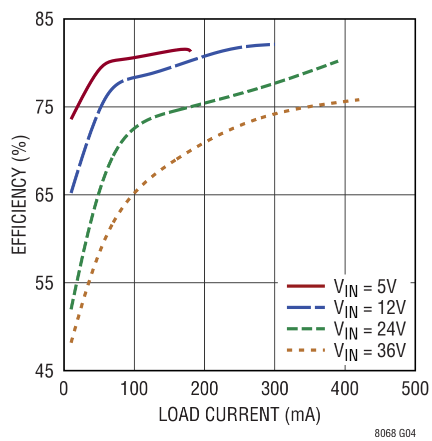
効率と負荷電流、V_{OUT1} = 3.3V



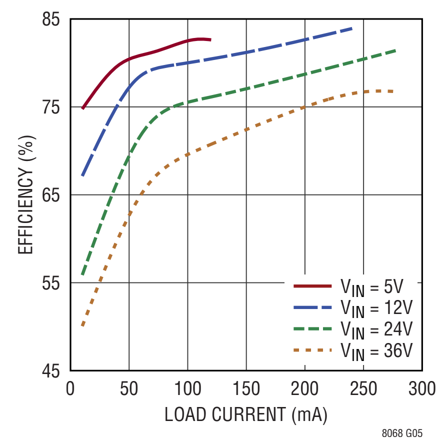
効率と負荷電流、V_{OUT1} = 5V



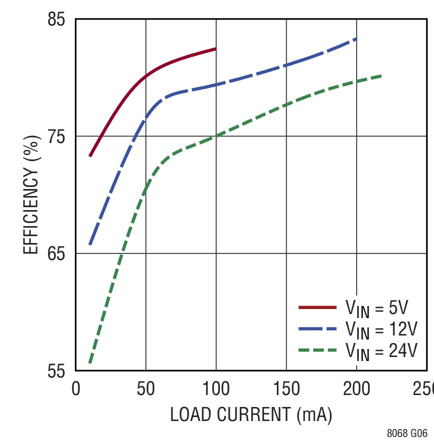
効率と負荷電流、V_{OUT1} = 8V



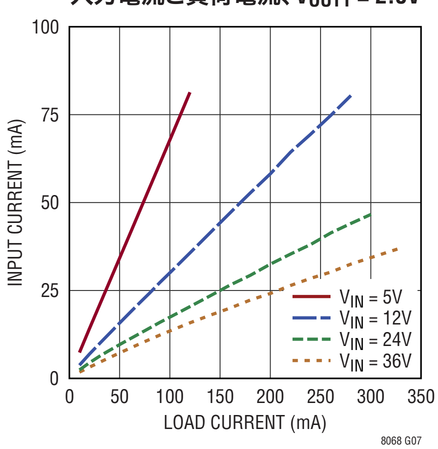
効率と負荷電流、V_{OUT1} = 12V



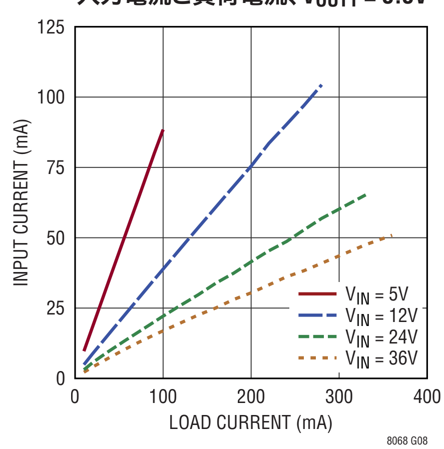
入力電流と負荷電流、V_{OUT1} = 15V



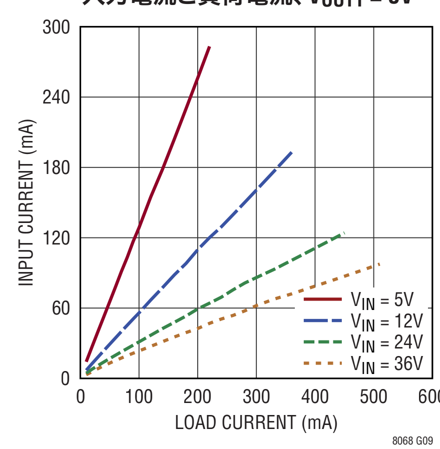
入力電流と負荷電流、V_{OUT1} = 2.5V



入力電流と負荷電流、V_{OUT1} = 3.3V



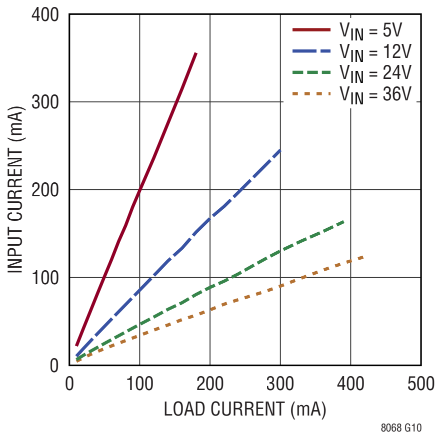
入力電流と負荷電流、V_{OUT1} = 5V



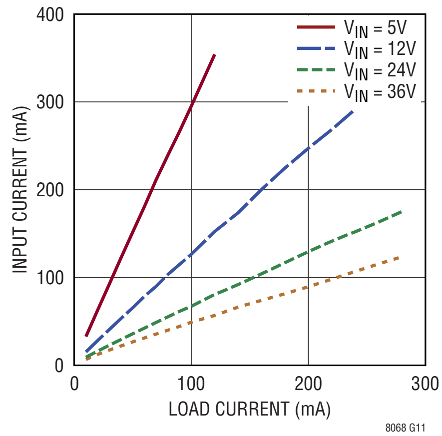
標準的性能特性

注記がない限り、動作条件は表1のとおり（T_A = 25°C）。

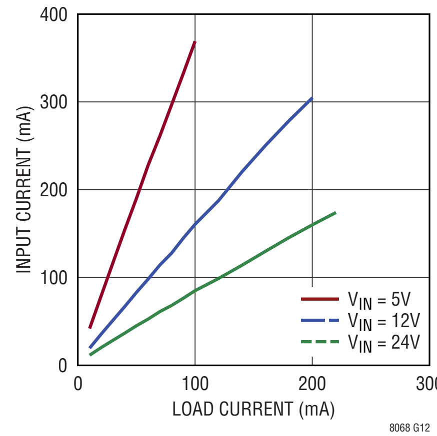
入力電流と負荷電流、V_{OUT1} = 8V



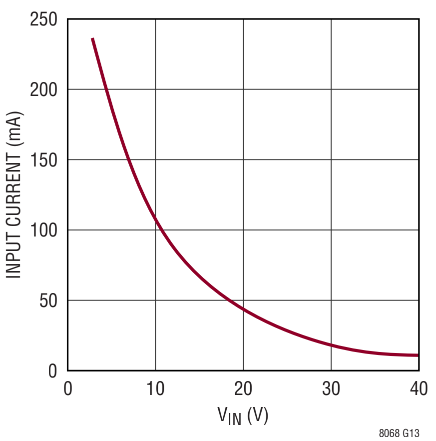
入力電流と負荷電流、V_{OUT1} = 12V



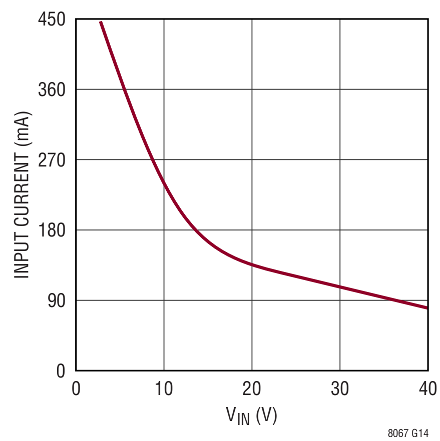
入力電流と負荷電流、V_{OUT1} = 15V



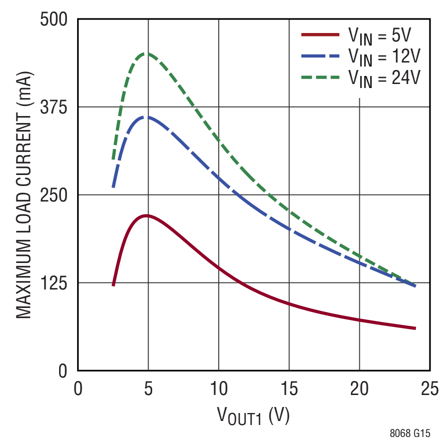
入力電流とV_{IN}、V_{OUT1}は短絡、V_{OUT2}は開放



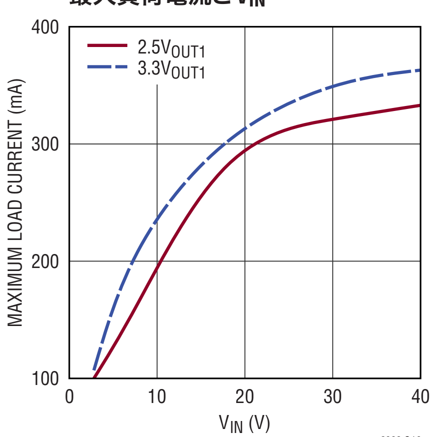
入力電流とV_{IN}、V_{OUT2}は短絡



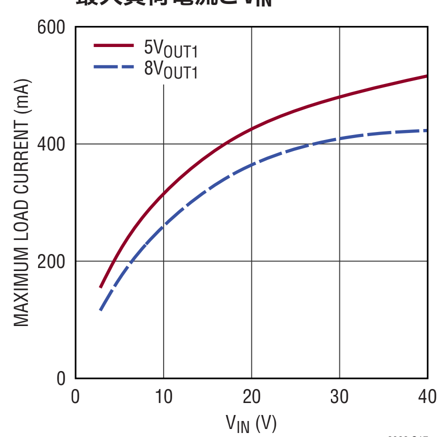
最大負荷電流とV_{OUT1}



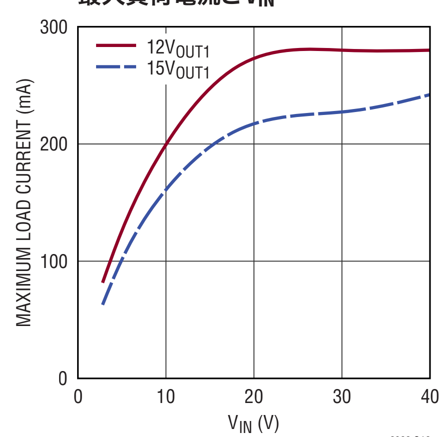
最大負荷電流とV_{IN}



最大負荷電流とV_{IN}



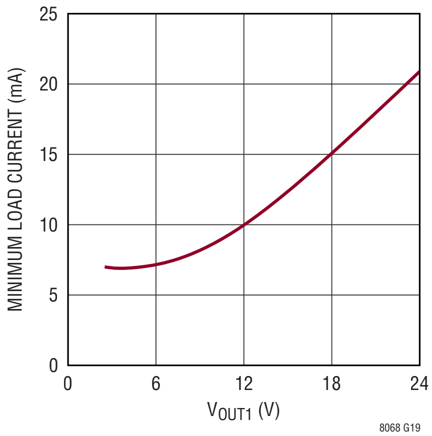
最大負荷電流とV_{IN}



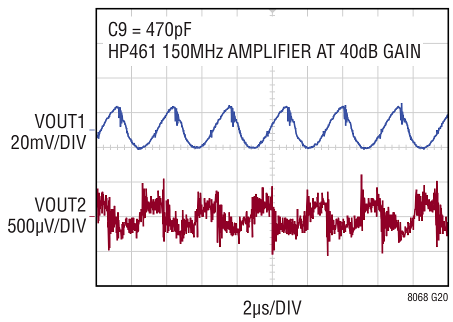
標準的性能特性

注記がない限り、動作条件は表1のとおり(T_A = 25°C)。

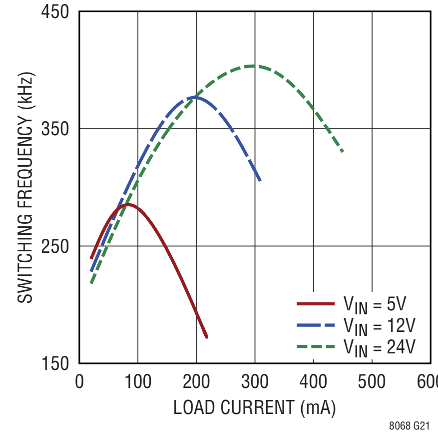
全入力電圧範囲での
最小負荷電流と V_{OUT1}



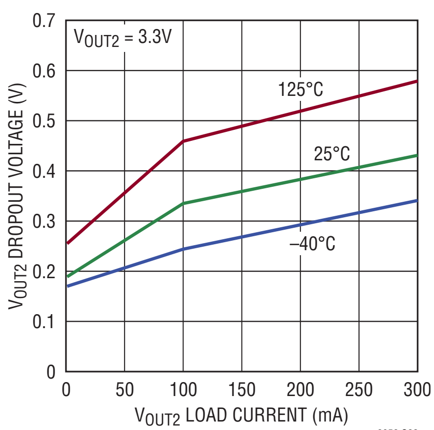
出力ノイズとリップル
DC2358A、200mA負荷電流



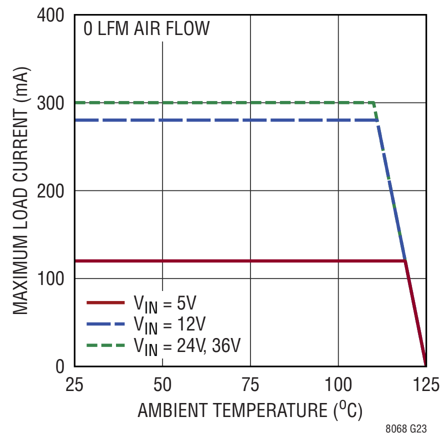
周波数と V_{OUT1} 負荷電流、
ストックDC2358Aデモボード



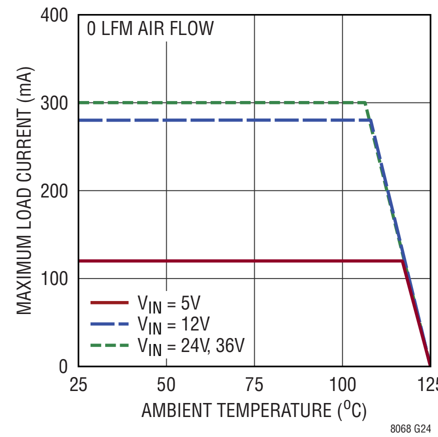
V_{OUT2} のドロップアウト



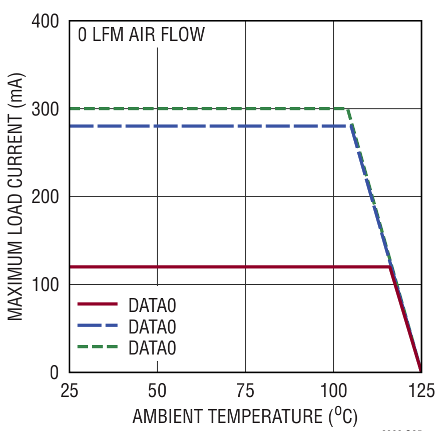
ディレーティング、1.2V_{OUT2}



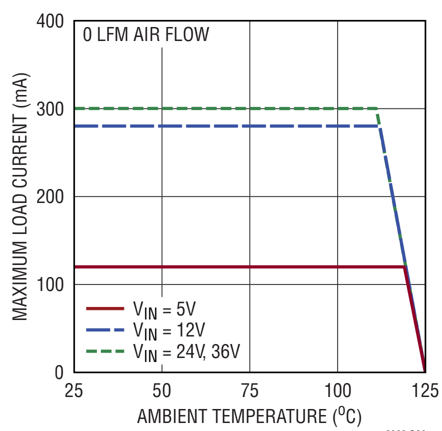
ディレーティング、1.5V_{OUT2}



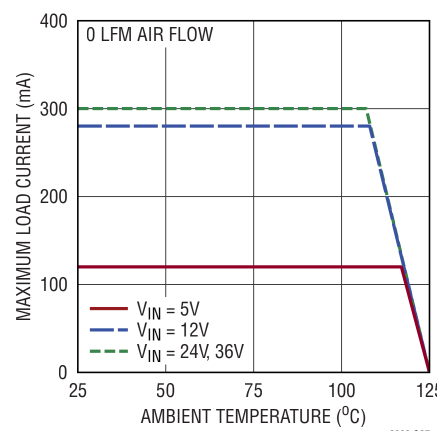
ディレーティング、1.8V_{OUT2}



ディレーティング、2.5V_{OUT2}



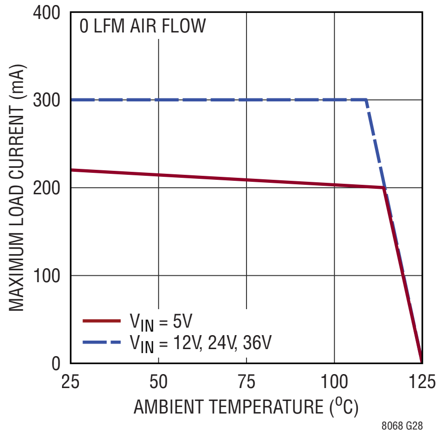
ディレーティング、3.3V_{OUT2}



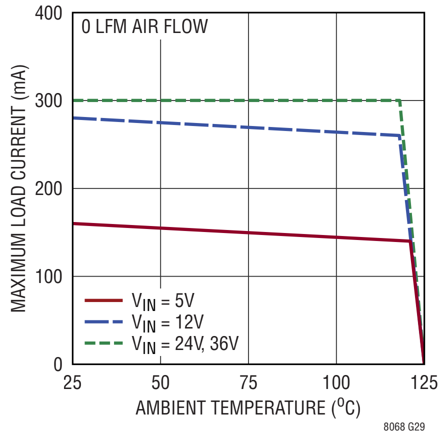
標準的性能特性

注記がない限り、動作条件は表1のとおり（T_A = 25°C）。

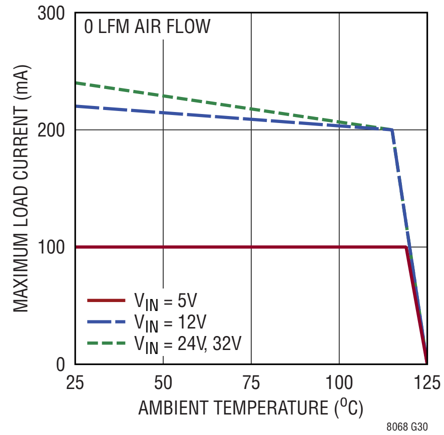
ディレーティング、$5V_{OUT2}$



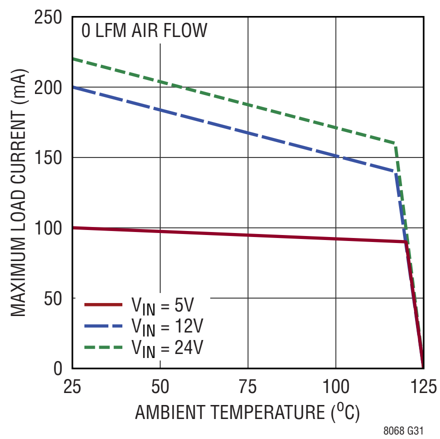
ディレーティング、$8V_{OUT2}$



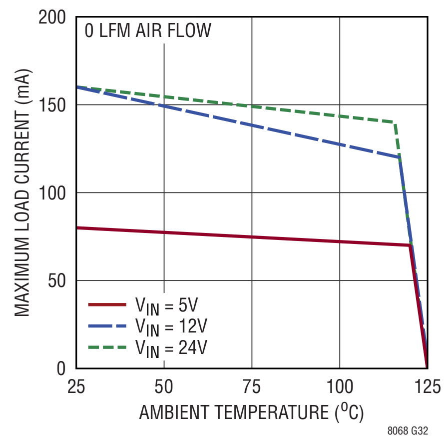
ディレーティング、$12V_{OUT2}$



ディレーティング、$15V_{OUT2}$



ディレーティング、$18V_{OUT2}$



ピン機能

V_{OUT1}（バンク1）： V_{OUT1}とV_{OUTN}は、LTM8068のフライバック段の絶縁された出力を構成しています。V_{OUT1}とV_{OUTN}の間に外部コンデンサを接続します。V_{OUTN}がV_{OUT1}を超えることがないようにしてください。

V_{OUTN}（バンク2）： V_{OUTN}はV_{OUT1}とV_{OUT2}の両方のリターンです。V_{OUT1}とV_{OUTN}は、LTM8068の絶縁された出力を構成しています。ほとんどのアプリケーションでは、LTM8068からの熱流の大半はGNDパッドとV_{OUTN}パッドを通るので、プリント回路のデザインがデバイスの熱性能に大きな影響を与えます。詳細については「プリント回路基板のレイアウト」と「熱に関する検討事項」のセクションを参照してください。V_{OUT1}とV_{OUTN}の間に外部コンデンサを接続します。

V_{OUT2}（バンク3）： 2次側のリニア・ポスト・レギュレータの出力。V_{OUT2}とV_{OUTN}の間に負荷と出力コンデンサを接続します。出力容量と逆出力特性の詳細については、「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。

GND（バンク4）： これは、LTM8068の1次側ローカルグランドです。ほとんどのアプリケーションでは、LTM8068からの熱流の大半はGNDパッドとV_{OUTN}パッドを通るので、プリント回路のデザインがデバイスの熱性能に大きな影響を与えます。詳細については「プリント回路基板のレイアウト」と「熱に関する検討事項」のセクションを参照してください。

V_{IN}（バンク5）： V_{IN}ピンはLTM8068の内部レギュレータおよび内蔵パワー・スイッチに電流を供給します。これらのピンは、外部の低ESRコンデンサを使って、ローカルにバイパスする必要があります。

FB2（ピンA2）： これは、2次側LDOポスト・レギュレータのエラーアンプの入力です。このピンは内部で±7Vにクランプされています。FB2ピンの電圧はV_{OUTN}を基準にして1.22V、出力電圧の範囲は1.22V～12Vです。$R_{FB2} = 608.78/(V_{OUT2} - 1.22)k\Omega$の式を使って、抵抗をこのピンから$V_{OUTN}$に接続します。ポスト・レギュレータを使用しない場合、このピンをフロートさせたままにします。

BYP（ピンB2）： BYPピンを使ってLDOのリファレンスをバイパスして、リニア・ポスト・レギュレータの低ノイズ性能を達成します。BYPピンは内部でV_{OUTN}を基準にして±0.6Vにクランプされます。V_{OUT2}からこのピンに小さなコンデンサを接続すると、リファレンスをバイパスして出力電圧ノイズを下げます。0.01µFの最大値を使って、出力電圧ノイズを100Hz～100kHzの帯域幅で標準20µV_{RMS}に下げることができます。このピンを使用しない場合は未接続のままにしておく必要があります。

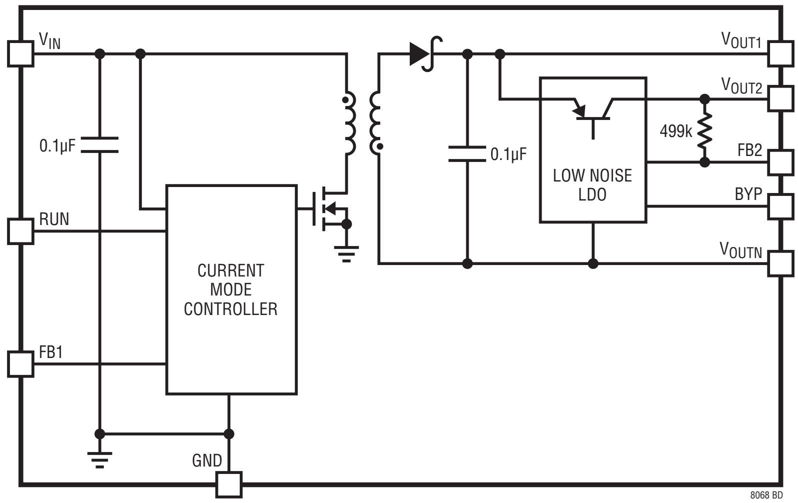
RUN（ピンF3）： V_{IN}とこのピンに接続された抵抗分割器は、LTM8068が動作する最小電圧をプログラムします。1.24Vより下では、LTM8068は2次側に電力を供給しません。RUNが1.24Vより低いと、ピンに2.5µAが流れるので、ヒステリシスをプログラムすることができます。このピンには、（グランドを基準にして）負電圧を加えないでください。

FB1（ピンG7）： 表1に示す推奨値を使用して、このピンとGNDの間に抵抗を接続し、出力電圧V_{OUT1}をV_{OUTN}を基準にして設定します。表1に目的のV_{OUT1}の値が記載されていない場合、次式を用いて値を近似できます。

$$R_{FB1} = 37.415\left(V_{OUT1}^{-0.955}\right)k\Omega$$

を使って値を近似することができます。経験を積んだ設計者には、この指数を含む式は奇異に見えるかもしれません。この式が指数になっているのは、レギュレーションの温度補償に非線形の電流源を使用するからです。このピンは駆動しないでください。

ブロック図



VIN
0.1μF
RUN
FB1
CURRENT
MODE
CONTROLLER
GND
0.1μF
LOW NOISE
LDO
499k
VOUT1
VOUT2
FB2
BYP
VOUTN
8068 BD

動作

LTM8068はスタンドアロンの絶縁型フライバック・スイッチングDC/DC電源で、$5V_{OUT1}$、$24V_{IN}$で最大450mAの出力電流を供給することができます。このモジュールは、1個の外付け抵抗によってプログラム可能な2.5V～18Vの精密に安定化された出力電圧を供給します。高性能リニア・ポスト・レギュレータも備えています。LTM8068の入力電圧範囲は2.8V～40Vです。LTM8068はフライバック・コンバータであり、出力電流は入力電圧と出力電圧に依存するので、必ず入力電圧を望みの出力電圧と負荷電流をサポートするのに十分な高さにしてください。「標準的性能特性」のセクションに、いくつかの出力電圧に対する最大負荷とV_{IN}のグラフが与えられています。

簡略ブロック図が与えられています。LTM8068には、電流モード・コントローラ、パワースイッチング素子、パワートランス、パワー・ショットキー・ダイオード、いくらかの入力容量と出力容量、さらに高性能リニア・ポスト・レギュレータが備わっています。

LTM8068は、1次側と2次側の間に、AC 2kV定格の電気的絶縁性能を備えています。詳細については、「絶縁、使用電圧、および安全規定の順守」のセクションを参照してください。LTM8068は、UL 60950企画認定部品です。

RUNピンはLTM8068をオン/オフするのに使われ、オフすると出力が切断され、入力電流は1µA以下に減少します。

LTM8068は可変周波数デバイスです。特定の入力電圧と出力電圧では、負荷が増加するにつれ周波数が低下します。軽負荷では、内部トランスを流れる電流は不連続になります。

ポスト・レギュレータは高性能300mA低ドロップアウト・レギュレータで、消費電流とシャットダウン電流はマイクロパワーです。このデバイスは430mVのドロップアウト電圧で300mAを供給できます。出力電圧ノイズは、0.01µFのリファレンス・バイパス・コンデンサを追加して、100Hz～100kHzの帯域幅で$20µV_{RMS}$に下げることができます。さらに、このリファレンス・バイパス・コンデンサはレギュレータのトランジェント応答を改善し、負荷のトランジェント状態のセトリング時間を短くします。リニア・レギュレータは逆入力電圧と逆出力電圧の両方に対して保護されています。

アプリケーション情報

ほとんどのアプリケーションでは、設計手順は簡単であり、以下のようにまとめられます。

1. 表1a(または、ポスト・リニア・レギュレータを使う場合は表1b)を参照し、望みの入力範囲と出力電圧に該当する行を見つけます。
2. 必要に応じて、C_{IN}、C_{OUT1}、C_{OUT2}、R_{FB1}、R_{FB2}の推奨値を適用します。

これらの部品の組み合わせは正しく動作するかテストされていますが、目的のシステムの電源ライン、負荷および環境条件で正しく動作することをユーザーの側で検証してください。最大出力電流は、接合部温度、入力電圧と出力電圧の大きさおよび極性の関係、その他の要因によって制限される可能性があることに注意してください。手引きとして、「標準的性能特性」のセクションのグラフを参照してください。

コンデンサの選択に関する検討事項

表1のC_{IN}、C_{OUT1}およびC_{OUT2}の各コンデンサの値は、関連した動作条件に対する最小推奨値です。表1に示されているコンデンサ値より小さな値を適用することは推奨されておらず、望ましくない動作を引き起こす可能性があります。大きな値を使うことは一般に問題なく、必要に応じてダイナミック応答を改善することができます。ここでも、目的のシステムの電源ライン、負荷および環境条件で正しく動作することをユーザーの側で検証してください。

セラミック・コンデンサは小さく堅牢で、ESRが非常に小さいコンデンサです。ただし、全てのセラミック・コンデンサが適しているわけではありません。X5RとX7Rのタイプは全温度範囲と印加電圧で安定しており、安心して使えます。Y5VやZ5Uなど他のタイプは容量の温度係数と電圧係数が非常に大きくなります。アプリケーション回路ではそれらの容量が公称値の数分の1に減少することがあるため、電圧リップルが予期したよりもはるかに大きくなることがあります。

セラミック・コンデンサに関する最後の注意点は、LTM8068の最大入力電圧定格に関係します。セラミックの入力コンデンサは、トレースやケーブルのインダクタンスと結合して、Q値の高い(減衰しにくい)タンク回路を形成します。LTM8068の回路を給電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値よりはるかに高いリンギングが生じて、デバイス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してください。

LTM8068 表1a. 特定のV_{OUT1}電圧に対する推奨部品値と構成 (T_A = 25°C)

V_{IN}	V_{OUT1}	C_{IN}	C_{OUT1}	R_{FB1}
2.8V to 40V	2.5V	2.2µF, 50V, 1206	100µF, 6.3V, 1210	15.4k
2.8V to 40V	3.3V	2.2µF, 50V, 1206	47µF, 6.3V, 1210	11.8k
2.8V to 40V	5V	2.2µF, 50V, 1206	22µF, 16V, 1210	8.25k
2.8V to 37V	8V	2.2µF, 50V, 1206	22µF, 16V, 1210	5.23k
2.8V to 33V	12V	4.7µF, 50V, 1206	10µF, 50V, 1210	3.48k
2.8V to 30V	15V	4.7µF, 50V, 1206	4.7µF, 25V, 1210	2.8k
2.8V to 27V	18V	4.7µF, 50V, 1206	4.7µF, 25V, 1210	2.37k

Note:入力バルク・コンデンサが必要。

アプリケーション情報

LTM8068 表1b. 特定のV_{OUT2}電圧に対する推奨部品値と構成(T_A = 25°C)

V_{IN}	V_{OUT1}	V_{OUT2}	C_{IN}	C_{OUT1}	C_{OUT2}	R_{FB1}	R_{FB2}
2.8V to 40V	1.7V	1.2V	2.2µF, 50V, 1206	100µF, 6.3V, 1210	10µF, 6.3V, 1206	20.5k	open
2.8V to 40V	2V	1.5V	2.2µF, 50V, 1206	100µF, 6.3V, 1210	10µF, 6.3V, 1206	18.2k	2.32M
2.8V to 40V	2.4V	1.8V	2.2µF, 50V, 1206	100µF, 6.3V, 1210	10µF, 6.3V, 1206	15.8k	1.07M
2.8V to 40V	3.1V	2.5V	2.2µF, 50V, 1206	100µF, 6.3V, 1210	10µF, 6.3V, 1206	12.7k	487k
2.8V to 40V	3.9V	3.3V	2.2µF, 50V, 1206	47µF, 6.3V, 1210	10µF, 6.3V, 1206	10.5k	294k
2.8V to 38V	5.6V	5V	2.2µF, 50V, 1206	22µF, 16V, 1210	10µF, 6.3V, 1206	7.32k	162k
2.8V to 36V	8.6V	8V	2.2µF, 50V, 1206	22µF, 16V, 1210	10µF, 10V, 1206	4.89k	88.7k
2.8V to 32V	12.7V	12V	4.7µF, 50V, 1206	10µF, 50V, 1210	22µF, 16V, 1206	3.32k	56.2k
2.8V to 29V	15.8V	15V	4.7µF, 50V, 1206	4.7µF, 25V, 1210	22µF, 16V, 1206	2.67k	44.2k
2.8V to 26V	18.8V	18V	4.7µF, 50V, 1206	4.7µF, 25V, 1210	22µF, 25V, 1206	2.26k	36.5k

Note:入力バルク・コンデンサが必要。

絶縁、使用電圧、および安全規定の順守

LTM8068の絶縁については、1次側の全ピンを相互に接続し、2次側の全ピンを相互に接続し、それらに高電圧差を1秒間印加することにより、全数ハイポットテストが行われています。これにより、LTM8068の部品としての絶縁電圧定格が確認されます。

LTM8068の絶縁定格は、アプリケーションで使われる動作電圧と同じではありません。これは、アプリケーションの電源、動作条件、最終製品が使用される産業分野に依存し、さらに、プリント回路基板上の銅プレーン間、トレース間、部品のピン間の間隔や、使用されるコネクタの種類など、設計要件を支配する他の要因に依存します。許容使用電圧を最大にするため、LTM8068では半田ボールを2列除去して、プリント回路基板を設計しやすくしています。ボール間のピッチは1.27mmで、ボールの直径は標準0.78mmです。除去した列とボールの直径を考慮すると、メタル間の間隔を最大3.03mmとって、プリント回路基板を設計することができます。これは、半田マスクや他のプリント回路基板の設計ルールの許容誤差を許すために、いくらか小さくする必要があるかもしれません。LTM8068の内部回路のスペースに関する情報が必要な場合、1次側と2次側のメタル間の最小間隔は0.75mmです。

繰り返しますが、メーカーの絶縁電圧定格と、必要な使用電圧または動作電圧は、多くの場合値が異なります。LTM8068の場合、絶縁電圧定格は全数ハイポットテストによって確認されます。動作電圧は、最終製品およびそのシステムレベルの仕様に依存します。実際に必要な動作電圧は、メーカーの絶縁定格より多くの場合低くなります。

LTM8068は、UL 60950、申請番号E464570でのUL規格認定部品です。LTM8068のトランスのUL60950絶縁分類は「Functional(機能)」です。UL60950のTable 2Nと前述の間隔(外部:3.03mm、内部:0.75mm)を考慮すると、LTM8068は、汚染度2の環境で最大250Vの使用電圧で動作する可能性があります。特定の目的のアプリケーションの実際の動作電圧、絶縁カテゴリー、汚染度、および他の重要なパラメータは、実際の環境、アプリケーション、および安全性コンプライアンスの各要件によって変わります。したがって、ユーザー側で安全性とコンプライアンスのレビューを行い、LTM8068が目的のアプリケーションに適していることを確認してください。

V_{OUT2}ポスト・レギュレータ

V_{OUT2}は高性能低損失300mAレギュレータによって発生します。最大負荷では、そのドロップアウト電圧は430mV未満です。その出力は、R_{FB2}ピンからGNDに抵抗を接続することにより設定します。R_{FB2}の値は次式で計算することができます。

$$R_{FB2} = \frac{608.78}{V_{OUT2} - 1.22} k\Omega$$

アプリケーション情報

V_{OUT2}ポスト・レギュレータのバイパス容量と低ノイズ性能

0.01µFのバイパス・コンデンサをV_{OUT}からBYPピンに接続して、V_{OUT2}リニア・レギュレータの出力電圧ノイズを下げることができます。X5RやX7Rのような品質の良い低リークのセラミック・コンデンサを推奨します。このコンデンサはレギュレータのリファレンスをバイパスして、出力電圧ノイズをわずか20µV_{RMS}に下げます。バイパス・コンデンサを用いると、トランジェント応答が改善されるというもう1つの利点があります。

安全規格認定コンデンサ

アプリケーションによっては、高電圧コンデンサであり、AC動作と高電圧サージに対して特別に設計されて定格が定められた安全規格認定コンデンサが必要になります。これらのコンデンサは、多くの場合、UL60950、IEC60950などの安全基準に対して認定されます。LTM8068の場合、安全性定格コンデンサの一般的なアプリケーションは、GNDとV_{OUTN}の間に接続することです。最大限の柔軟性を得るため、LTM8068のGNDとV_{OUTN}の間には部品が組み込まれていません。安全性定格コンデンサは外付けする必要があります。

すべてのアプリケーションでの特定のコンデンサおよび回路構成は、LTM8068を設計に組み込むシステムの安全要件により異なります。考えられるコンデンサとそのメーカーの一覧を表2に示します。また、GNDとV_{OUTN}の間にコンデンサを接続すると、出力の高周波出力ノイズを低減できることがあります。

表2. 安全性定格コンデンサ

メーカ	製品番号	説明
Murata Electronics	GA343DR7GD472KW01L	4700pF, 250V AC, X7R, 4.5mm×3.2mm Capacitor
Johanson Dielectrics	302R29W471KV3E-****-SC	470pF, 250V AC, X7R, 4.5mm×2mm Capacitor
Syfer Technology	1808JA250102JCTSP	100pF, 250V AC, C0G, 1808 Capacitor

プリント回路基板のレイアウト

PCBのレイアウトに関連した困難な問題のほとんどはLTM8068による高度の集積化によって緩和ないし除去されました。とはいえ、LTM8068はスイッチング電源なので、電気的ノイズを最小限に抑えて正常な動作を保証するには、注意を払う必要があります。高度に集積化されていても、レイアウトが無計画だったり不適切だったりすると、規定された動作を実現できないことがあります。推奨レイアウトについては図1を参照してください。接地とヒートシンクに問題がないことを確認します。

注意すべきいくつかのルールがあります。

1. R_{FB1}とR_{FB2}の抵抗をそれぞれのピンのできるだけ近くに配置します。
2. C_{IN}コンデンサをLTM8068のV_{IN}およびGND接続のできるだけ近くに配置します。
3. C_{OUT1}コンデンサはできるだけV_{OUT1}とV_{OUTN}の近くに配置します。C_{OUT2}コンデンサはできるだけV_{OUT2}とV_{OUTN}の近くに配置します。
4. C_{IN}およびC_{OUT}の各コンデンサのグランド電流がLTM8068の近くまたは下を流れるようにこれらのコンデンサを配置します。

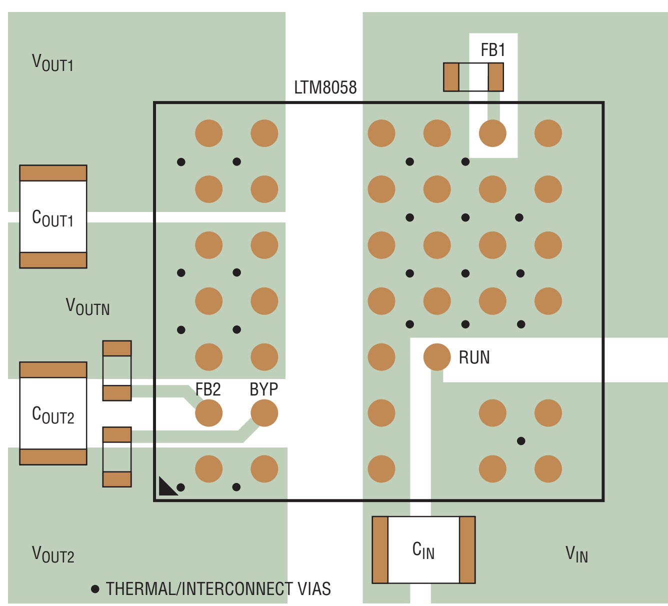


図1. 推奨外部部品、プレーン、および サーマル・ビアを示すレイアウト

アプリケーション情報

5. 全てのGND接続をトップ層のできるだけ大きな銅領域またはプレーン領域に接続します。外付け部品とLTM8068の間でグランド接続を切り離さないようにします。

6. ビアを使って、GND銅領域をボードの内部グランド・プレーンに接続します。これらのGNDビアを多数分散配置して、プリント回路基板の内部プレーンへの十分なグランド接続と熱経路の両方を与えます。図1のサーマル・ビアの位置と密度に注意してください。図の位置に置かれた内部GNDプレーンへのビアがLTM8068の放熱に有利であるのは、デバイス内部の電力を処理する部分がこの場所の近くに配置されているためです。サーマル・ビアの最適個数はプリント回路基板の設計に依存します。たとえば、ある基板では非常に小さなビア孔を使うことがあります。この場合、大きな孔を使う基板に比べて多くのサーマルビアを採用します。

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、LTM8068の回路の入力バイパス・コンデンサに最適です。ただし、LTM8068が給電中の電源に挿入されると、これらのコンデンサでは問題が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しにくいタンク回路を形成し、LTM8068のV_{IN}ピンの電圧に公称入力電圧の2倍を超えるリンギングが生じる可能性があり、このリンギングがLTM8068の定格を超えてデバイスを損傷する恐れがあります。入力電源の制御が十分でない場合や、ユーザーがLTM8068を通電中の電源に差し込む場合、このようなオーバーシュートを防ぐように入力回路網を設計する必要があります。これは、小さな抵抗をV_{IN}に直列に接続することによって実現できますが、入力電圧のオーバーシュートを抑える最も一般的な方法は、V_{IN}の回路網に大容量の電解コンデンサを追加することです。このコンデンサは等価直列抵抗が比較的大きいので回路のトランジェント応答が減衰し、電圧オーバーシュートが抑えられます。追加コンデンサにより低周波リップルのフィルタ機能が改善され、回路の効率がわずかに向上しますが、このコンデンサは回路内で大きな部品となる可能性があります。

熱に関する検討事項

LTM8068を高い周囲温度で動作させることが必要な場合は、LTM8058の出力電流を軽減することが必要な場合があります。電流軽減の程度は、入力電圧、出力電力および周囲温度に依存します。「標準的性能特性」のセクションに与えられている温度上昇曲線を目安として使うことができます。これらの曲線は58cm^{2}の4層FR4プリント回路基板に実装したLTM8068によって得られました。寸法や層数の異なる基板では異なった熱的挙動を示すことがあるので、目的のシステムの電源ライン、負荷および環境動作条件で正しく動作することをユーザーが検証してください。

実際のアプリケーションに対する精度と品質を向上させるため、多くの設計者はFEA(有限要素解析)を使って熱性能を予測します。その目的で、データシートの「ピン配置」には一般に4種類の熱係数が与えられています。

θ_{JA}:接合部から周囲までの熱抵抗。

$\theta_{JCbottom}$:接合部から製品のケースの底部までの熱抵抗。

θ_{JCtop}:接合部から製品のケースの頂部までの熱抵抗。

$\theta_{JCboard}$:接合部からプリント回路基板までの熱抵抗。

これらの係数のそれぞれの意味は直感的に理解できそうですが、JEDECでは混乱や不整合を防ぐために、それぞれを定義しています。これらの定義はJESD 51-12に与えられており、以下のように引用されるか、または言い換えられます。

θ_{JA}は1立方フィートの密閉された筐体内で測定された、接合部から自然対流する周囲の空気までの熱抵抗です。この環境は、自然対流により空気が移動しますが、「静止空気」と呼ばれることがあります。この値は、JESD 51-9で定義されているテストボードに実装したデバイスを使って決定されます。このテストボードは実際のアプリケーションまたは実現可能な動作条件を反映するものではありません。

アプリケーション情報

$\theta_{JCbottom}$は、デバイスの電力損失による熱が全てパッケージの底部を通って流れる状態での接合部から基板までの熱抵抗です。標準的μModuleコンバータでは、熱の大半がパッケージの底部から流れ出しますが、周囲の環境に流れ出す熱流も常に存在します。その結果、この熱抵抗値はパッケージの比較には役立ちますが、このテスト条件は一般にユーザーのアプリケーションに合致しません。

θ_{JCtop}は、デバイスの電力損失による熱がほとんどすべてパッケージの上面を通って流れる状態で決定されます。標準的μModuleコンバータの電気的接続はパッケージの底部なので、接合部からデバイスの頂部に熱の大半が流れるようにアプリケーションが動作することは稀です。$\theta_{JCbottom}$の場合のように、この値はパッケージの比較には役立ちますが、このテスト条件は一般にユーザーのアプリケーションに合致しません。

$\theta_{JCboard}$は、熱の大部分がμModuleコンバータの底部を通って基板に流れ出すときの接合部から基板までの熱抵抗であり、実際には、$\theta_{JCbottom}$と、デバイスの底部から半田接合部を通り、基板の一部までの熱抵抗の和です。基板温度は、両面2層基板を使って、パッケージから規定された距離をおいて測定されます。この基板はJESD 51-9に記述されています。

これらの定義によれば、これらの熱係数のいずれもμModuleコンバータの実際の物理的動作条件を反映していないことは明らかです。したがって、これらを個々に使ってデバイスの熱性能を正確に予測することはできません。同様に、いずれか1つの係数をデバイスの データシートに記載されている「接合部温度と負荷」のグラフと関連付けようとするのは適切ではありません。これらの係数を適切に使用できるのは、全ての熱抵抗を同時に考慮する（FEAのような）詳細な熱解析を行う場合だけです。

これらの熱抵抗をグラフで表したものを図2に示します。

青色の熱抵抗はμModuleコンバータ内部に含まれ、緑色の熱抵抗は外部にあります。

LTM8068のダイ温度は125°Cの最大定格より低くなければならないので、回路のレイアウトに注意してLTM8068の十分な放熱を確保します。LTM8068からの熱流の大半は、モジュールの底部およびBGAパッドを通ってプリント回路基板に達します。したがって、プリント回路基板の設計が適切でないと過度の熱が生じ、性能や信頼性が損なわれることがあります。プリント回路基板設計の推奨事項については、「PCBレイアウト」のセクションを参照してください。

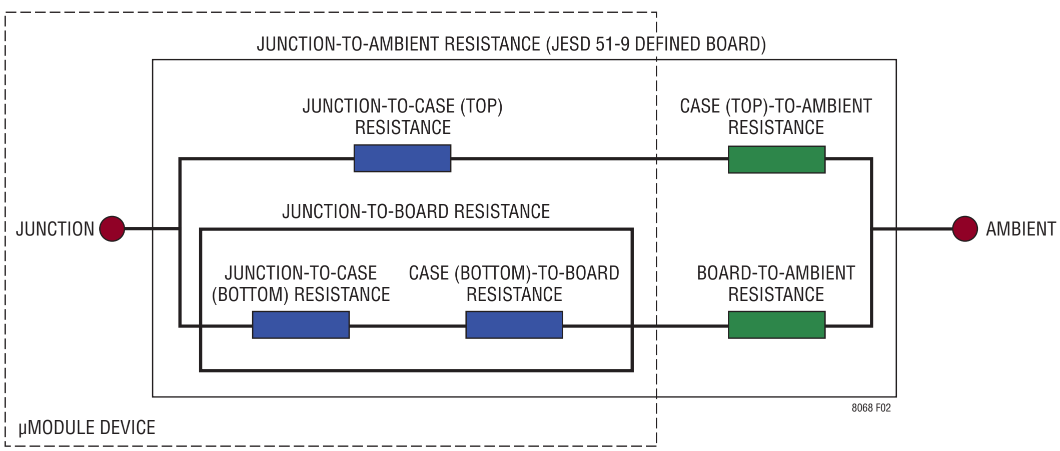
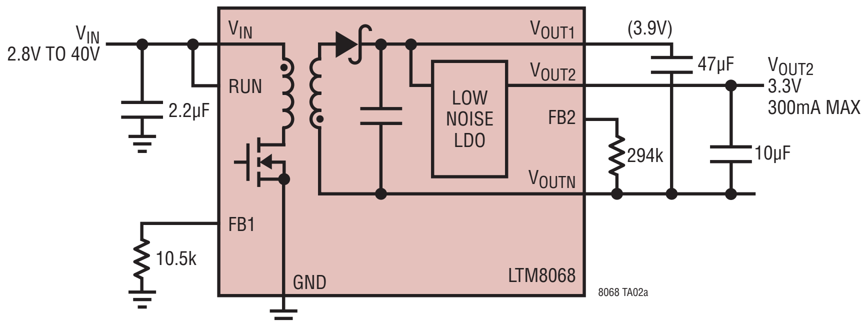


図2. LTM8068の概算熱モデル

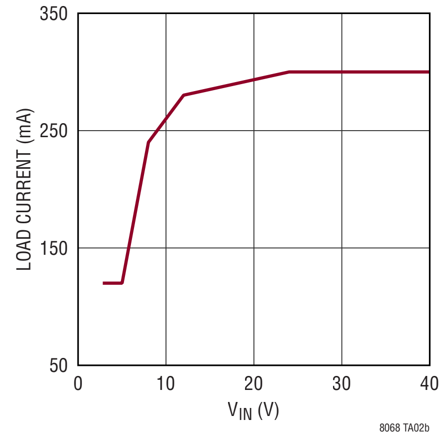
標準的応用例

3.3Vフライバック・コンバータ

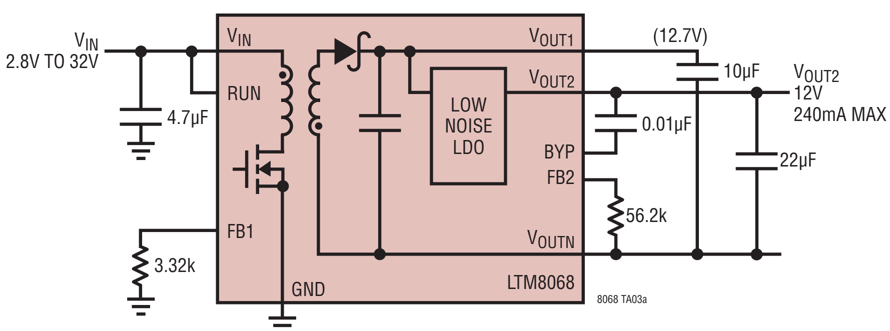


PIN BYP IS NOT USED IN THIS SCHEMATIC

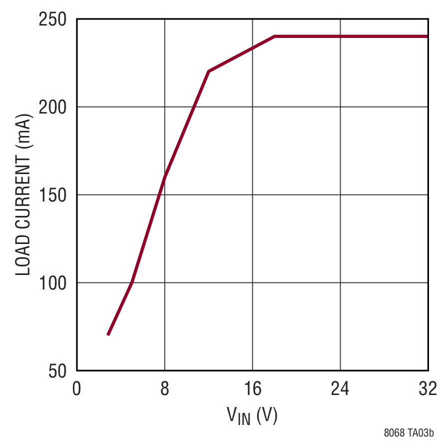
V_{OUT2}の最大負荷電流とV_{IN}



低ノイズのバイパスを備えた12Vフライバック・コンバータ



V_{OUT2}の最大負荷電流とV_{IN}

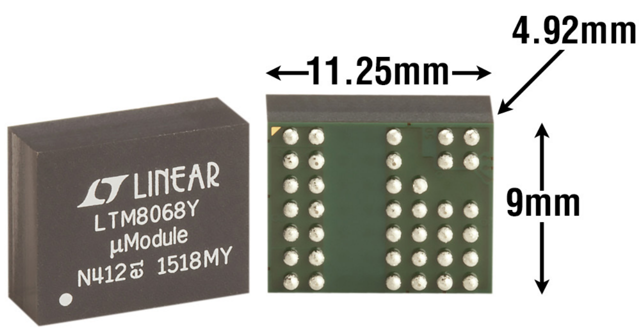


パッケージ寸法

ピン配置表
(ピン番号順)

ピン	機能	ピン	機能	ピン	機能	ピン	機能	ピン	機能	ピン	機能	ピン	機能	ピン	機能
A1	V_{OUT2}	B1	V_{OUT2}	C1	-	D1	-	E1	GND	F1	-	G1	V_{IN}	H1	V_{IN}
A2	FB2	B2	BYP	C2	-	D2	-	E2	GND	F2	-	G2	V_{IN}	H2	V_{IN}
A3	V_{OUTN}	B3	V_{OUTN}	C3	-	D3	-	E3	GND	F3	RUN	G3	-	H3	-
A4	V_{OUTN}	B4	V_{OUTN}	C4	-	D4	-	E4	GND	F4	GND	G4	GND	H4	GND
A5	V_{OUTN}	B5	V_{OUTN}	C5	-	D5	-	E5	GND	F5	GND	G5	GND	H5	GND
A6	V_{OUT1}	B6	V_{OUT1}	C6	-	D6	-	E6	GND	F6	GND	G6	GND	H6	GND
A7	V_{OUT1}	B7	V_{OUT1}	C7	-	D7	-	E7	GND	F7	GND	G7	FB1	H7	GND

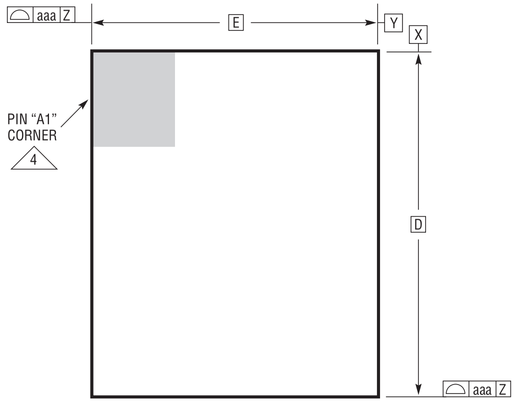
パッケージの写真



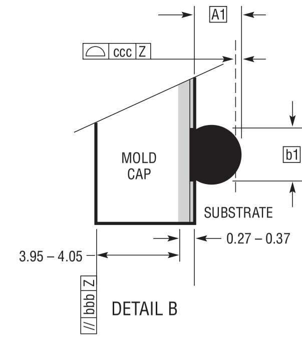
パッケージ

最新のパッケージ図は、http://www.linear-tech.co.jp/product/LTM8068#packagingを参照してください。

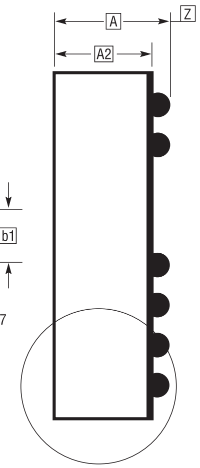
BGA Package
38-Lead (11.25mm × 9.00mm × 4.92mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1925 Rev A)



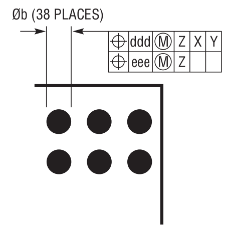
PACKAGE TOP VIEW



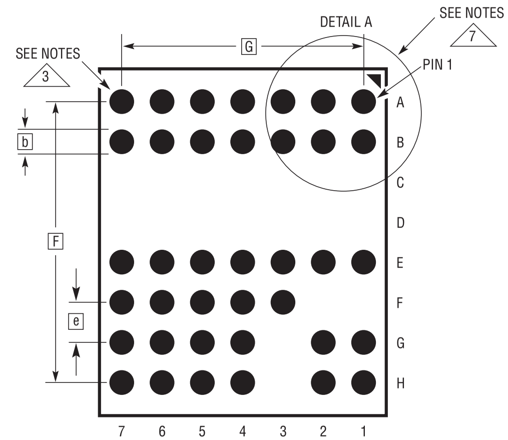
DETAIL B



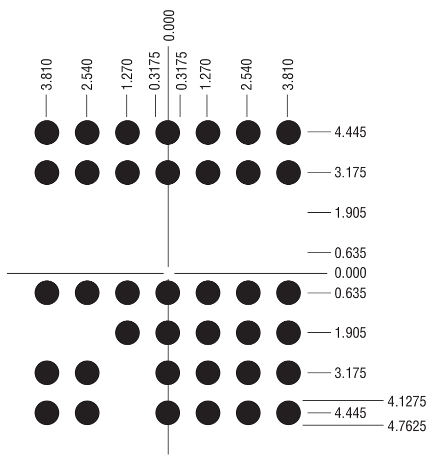
DETAIL B
PACKAGE SIDE VIEW



DETAIL A



PACKAGE BOTTOM VIEW



SUGGESTED PCB LAYOUT
TOP VIEW

DIMENSIONS				
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTES
A	4.72	4.92	5.12	
A1	0.50	0.60	0.70	
A2	4.22	4.32	4.42	
b	0.60	0.75	0.90	
b1	0.60	0.63	0.66	
D		11.25		
E		9.0		
e		1.27		
F		8.89		
G		7.62		
aaa			0.15	
bbb			0.10	
ccc			0.20	
ddd			0.30	
eee			0.15	
TOTAL NUMBER OF BALLS: 38				

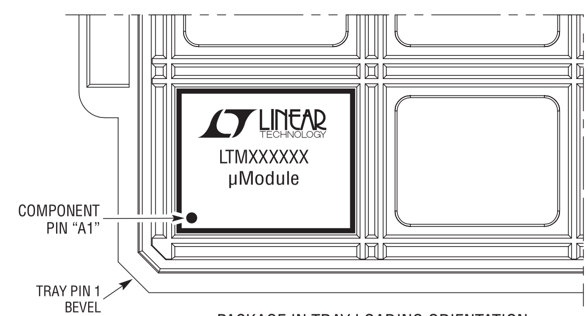
注記：
1. 寸法と許容誤差は ASME Y14.5M-1994 による
2. 全ての寸法はミリメートル

3. ボールの指定は JESD MS-028 および JEP95 による

4. ピン #1 の識別マークの詳細はオプションだが、示された領域内になければならない
ピン #1 の識別マークはモールドまたはマーキングにすることができる

5. 主データム -Z- はシーティングプレーン
6. 半田ボールは、元素構成比がスズ(Sn)96.5%、銀(Ag)3.0%、銅(Cu)0.5% の合金とする

7. ⚠ パッケージの行と列のラベルは、μModule 製品間で異なります。各パッケージのレイアウトを十分にご確認ください



PACKAGE IN TRAY LOADING ORIENTATION

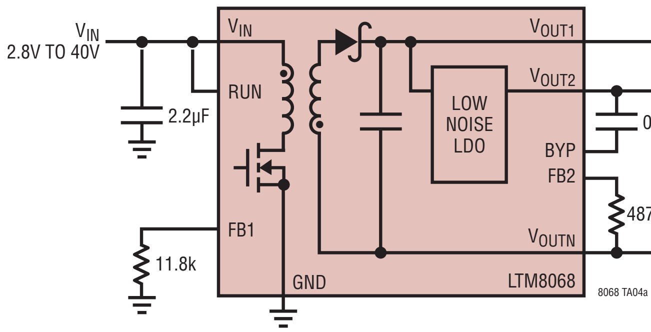
BGA 38 1212 REV A

改訂履歴

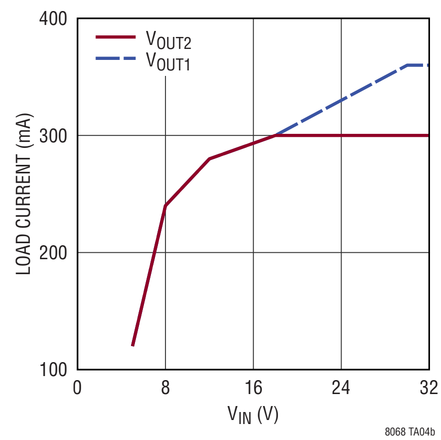
REV	日付	概要	ページ番号
A	05/16	ブロック図の内部スイッチ記号をNPNトランジスタからNチャネルMOSFETに修正	9

標準的応用例

低ノイズのバイパスを備えた3.3V、2.5Vデュアル出力コンバータ



最大負荷電流とV_{IN}



デザイン・リソース

主題	説明	
μModuleの設計/製造リソース	デザイン: • 選択ガイド • デモボードおよびGerberファイル • 無料シミュレーション・ツール	製造: • クイック・スタート・ガイド • PCBの設計、組立、および製造ガイドライン • パッケージおよびボード・レベルの信頼性
μModuleレギュレータ製品の検索	1. 製品の表をパラメータによって並べ替え、結果をスプレッドシートとしてダウンロードする 2. Quick Power Searchパラメトリック・テーブルを使って検索を実行する Quick Power Search Input V_{in} (Min) V V_{in} (Max) V Output V_{out} V I_{out} A Search	
TechClipビデオ	μModule製品の電気的特性と熱特性のベンチマーク・テストの方法を詳しく説明した短いビデオ	
デジタル・パワーシステム・マネージメント	リニアテクノロジーのデジタル電源管理デバイス・ファミリは、電源の監視、管理、マージン制御およびシーケンス制御などの基本機能を提供する高度に集積されたソリューションであり、ユーザーの構成とフォルト・ログを保存するEEPROMを搭載しています。	

関連製品

製品番号	説明	注釈
LTM8067	2kV AC絶縁型μModuleコンバータ	$2.8V \le V_{IN} \le 40V$、$2.5V \le V_{OUT} \le 24V$、UL60950規格認定
LTM8047	DC 725V、1.5W絶縁型μModuleコンバータ	$3.1V \le V_{IN} \le 32V$、$2.5V \le V_{OUT} \le 12V$
LTM8048	LDOポスト・レギュレータ内蔵のDC 725V、1.5W絶縁型μModuleコンバータ	$3.1V \le V_{IN} \le 32V$、$1.2V \le V_{OUT} \le 12V$、20μV_{RMS}出力リップル
LTM8045	反転またはSEPICのμModule DC/DCコンバータ	$2.8V \le V_{IN} \le 18V$、$2.5V \le V_{OUT} \le 15V$、または$-2.5V \le V_{OUT} \le -15V$、最大700mA
LT8300	100V_{IN}、150V/260mAパワー・スイッチ搭載の絶縁型フライバック・コンバータ	$6V \le V_{IN} \le 100V$、オプトアイソレータ不要
LT8301	65V/1.2Aパワー・スイッチ搭載の絶縁型フライバック・コンバータ	$2.7V \le V_{IN} \le 42V$、オプトアイソレータ不要
LT8302	65V/3.6Aパワー・スイッチ搭載の絶縁型フライバック・コンバータ	$2.8V \le V_{IN} \le 42V$、オプトアイソレータ不要

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 0516 REV A • PRINTED IN JAPAN