


# 入力電圧範囲が3.1V～32Vの AC2kV絶縁型μModule DC/DCコンバータ

## 特長

- AC2kV絶縁型μModuleコンバータ(DC3kVでテスト)
- UL 60950規格認定® 、ファイル番号 E464570
- 広い入力電圧範囲:3.1V～31V
- 5V/550mA出力(入力24V)
- 出力電圧範囲:1.8V～12V
- 電流モード制御
- プログラム可能なソフトスタート
- ユーザが設定可能な低電圧ロックアウト
- SnPb仕上げまたはRoHS準拠の仕上げ
- 9mm×15mm×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

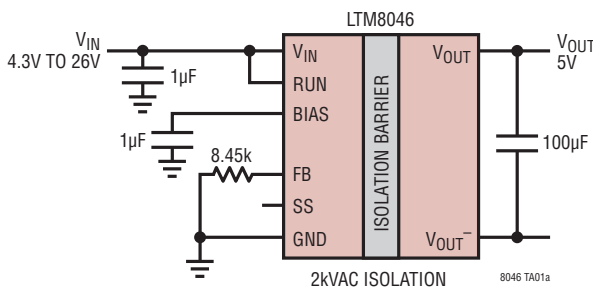
LTM<sup>®</sup>8046は、絶縁型フライバックμModule<sup>®</sup>(マイクロモジュール)DC/DCコンバータです。LTM8046の絶縁定格はAC2kVです。スイッチング・コントローラ、パワー・スイッチ、トランス、およびすべての支持部品がパッケージに搭載されています。LTM8046は3.1V～31Vの入力電圧範囲で動作し、1.8V～12Vの出力電圧範囲を抵抗で設定することができます。設計を完了するために必要なのは、出力、入力、およびバイアスのコンデンサだけです。オプションのコンデンサを使用してソフトスタート時間を設定できます。

LTM8046は、9mm×15mm×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。LTM8046は、SnPb(BGA)またはRoHS準拠の端子仕上げで供給されます。

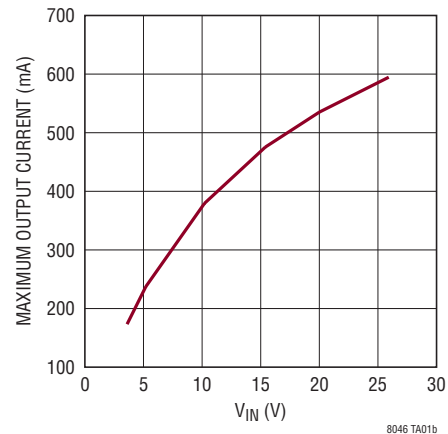
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、LinearのロゴおよびμModuleはリニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 標準的応用例

2kV絶縁型低ノイズμModuleレギュレータ



最大出力電流とVIN



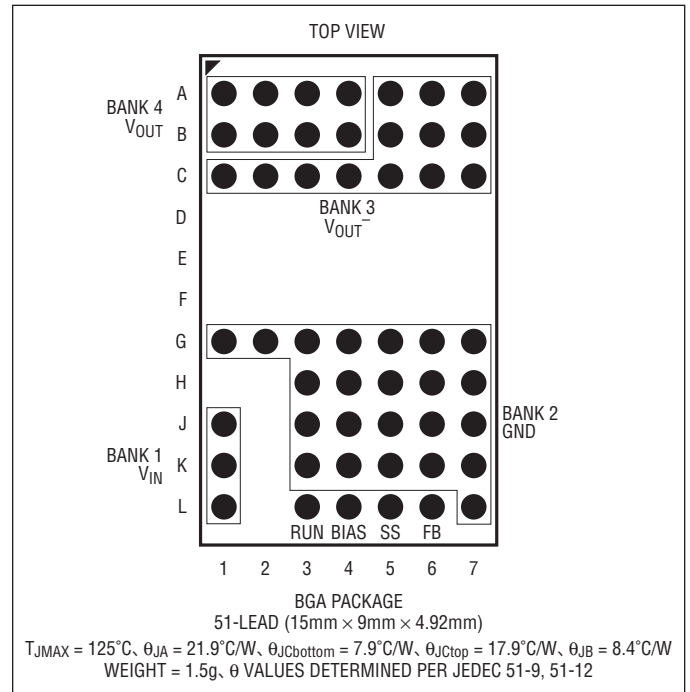
# LTM8046

## 絶対最大定格

(Note 1)

|                                      |                 |
|--------------------------------------|-----------------|
| $V_{IN}$ , RUN.....                  | 32V             |
| FB, SS.....                          | 5V              |
| $V_{OUT^-}$ を基準にした $V_{OUT}$ .....   | 16V             |
| $V_{IN} + 2V_{OUT}$ (Note 5) .....   | 36V             |
| BIAS.....                            | $V_{IN} + 0.1V$ |
| GNDと $V_{OUT^-}$ 間の絶縁 (Note 2) ..... | 2kVAC           |
| 最大内部温度 (Note 3) .....                | 125°C           |
| 半田リフローのピーク・ボディ温度 .....               | 245°C           |

## ピン配置



## 発注情報

| 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<br>レーティング | 温度範囲 (Note 3)  |
|----------------|---------------|----------|--------|-----------|---------------|----------------|
|                |               | デバイス     | 仕上げコード |           |               |                |
| LTM8046EY#PBF  | SAC305 (RoHS) | LTM8046Y | e1     | BGA       | 3             | -40°C to 125°C |
| LTM8046IY#PBF  | SAC305 (RoHS) | LTM8046Y | e1     | BGA       | 3             | -40°C to 125°C |
| LTM8046IY      | SnPb (63/37)  | LTM8046Y | e0     | BGA       | 3             | -40°C to 125°C |
| LTM8046MPY#PBF | SAC305 (RoHS) | LTM8046Y | e1     | BGA       | 3             | -55°C to 125°C |
| LTM8046MPY     | SnPb (63/37)  | LTM8046Y | e0     | BGA       | 3             | -55°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に表示されます。パッド/ボール仕上げのコードはIPC/JEDEC J-STD-609による。

- 鉛フリー仕上げおよび非鉛フリー仕上げの製品マーキング:  
[www.linear-tech.co.jp/designtools/leadfree/](http://www.linear-tech.co.jp/designtools/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](http://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](http://www.linear-tech.co.jp/packaging)

## 電气的特性

●は全内部動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $\text{RUN} = 12\text{V}$ での値 (Note 3)。

| PARAMETER                         | CONDITIONS                                                                                                  | MIN  | TYP  | MAX  | UNITS         |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|---------------|
| Minimum Input DC Voltage          | BIAS = $V_{\text{IN}}$ , $\text{RUN} = 2\text{V}$<br>BIAS Open, $\text{RUN} = 2\text{V}$                    | ●    | ●    | 3.1  | V             |
|                                   |                                                                                                             |      |      | 4.3  | V             |
| $V_{\text{OUT}}$ DC Voltage       | $R_{\text{FB}} = 14.7\text{k}$<br>$R_{\text{FB}} = 8.45\text{k}$<br>$R_{\text{FB}} = 3.83\text{k}$          | ●    | 4.75 | 2.5  | V             |
|                                   |                                                                                                             |      |      | 5    | V             |
|                                   |                                                                                                             |      |      | 12   | V             |
| $V_{\text{IN}}$ Quiescent Current | $V_{\text{RUN}} = 0\text{V}$                                                                                |      |      | 1    | $\mu\text{A}$ |
| $V_{\text{OUT}}$ Line Regulation  | $6\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 31\text{V}$ , $I_{\text{OUT}} = 0.15\text{A}$ , $\text{RUN} = 2\text{V}$ |      | 1    |      | %             |
| $V_{\text{OUT}}$ Load Regulation  | $0.05\text{A} \leq I_{\text{OUT}} \leq 0.4\text{A}$ , $\text{RUN} = 2\text{V}$                              |      | 1.5  |      | %             |
| $V_{\text{OUT}}$ Ripple (RMS)     | $I_{\text{OUT}} = 0.1\text{A}$ , $\text{BW} = 1\text{MHz}$                                                  |      | 20   |      | mV            |
| Isolation Test Voltage            | (Note 2)                                                                                                    | 3000 |      |      | VDC           |
| Input Short Circuit Current       | $V_{\text{OUT}}$ Shorted                                                                                    |      | 30   |      | mA            |
| RUN Pin Input Threshold           | RUN Pin Rising                                                                                              | 1.18 | 1.24 | 1.30 | V             |
| RUN Pin Current                   | $V_{\text{RUN}} = 1\text{V}$<br>$V_{\text{RUN}} = 1.3\text{V}$                                              |      | 2.5  |      | $\mu\text{A}$ |
|                                   |                                                                                                             |      | 0.1  |      | $\mu\text{A}$ |
| SS Threshold                      |                                                                                                             |      | 0.7  |      | V             |
| SS Sourcing Current               | $\text{SS} = 0\text{V}$                                                                                     |      | -8   |      | $\mu\text{A}$ |
| BIAS Current                      | $V_{\text{IN}} = 12\text{V}$ , $\text{BIAS} = 5\text{V}$ , $I_{\text{LOAD1}} = 100\text{mA}$                |      | 10   |      | mA            |
| Minimum BIAS Voltage (Note 4)     | $I_{\text{LOAD1}} = 100\text{mA}$                                                                           |      |      | 3.1  | V             |

**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恐れがある。

**Note 2:** LTM8046の絶縁は、1秒間3kVDCでテストされる。

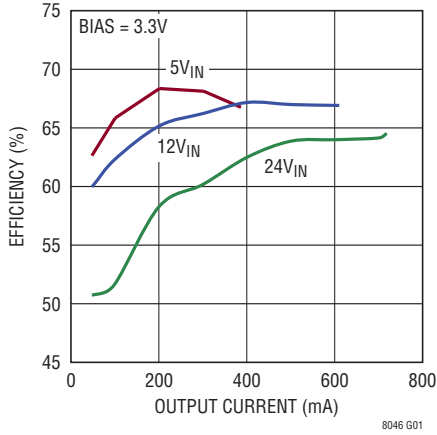
**Note 3:** LTM8046Eは $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の内部温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTM8046Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の内部動作温度範囲で動作することが保証されている。LTM8046MPは $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全内部動作温度範囲で仕様に適合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 4:** これはBIASピンの電圧であり、この電圧で、(内蔵レギュレータではなく)BIASピンを介して内部回路が給電される。詳細については、「BIASピンに関する検討事項」を参照。

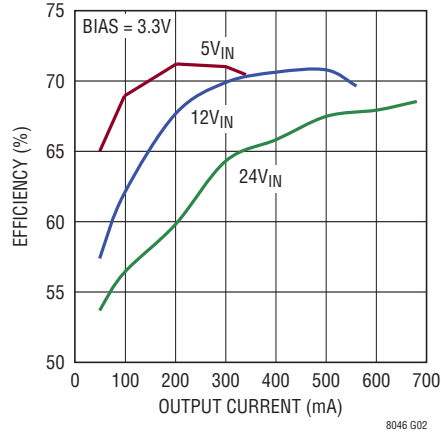
**Note 5:**  $V_{\text{IN}} + 2V_{\text{OUT}}$ は、 $(V_{\text{OUT}} - V_{\text{OUT}})$ 間の電圧の2倍に $(V_{\text{IN}} - \text{GND})$ 間の電圧を加えた値と定義する。

## 標準的性能特性

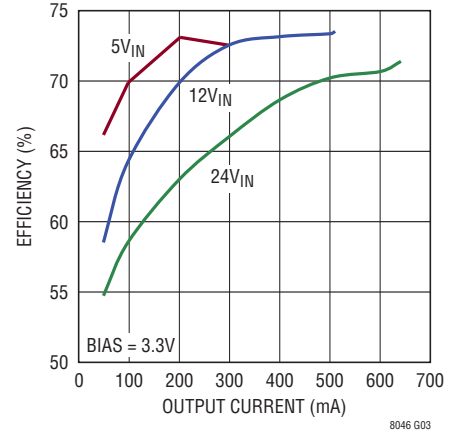
1.8V<sub>OUT</sub>の効率と出力電流



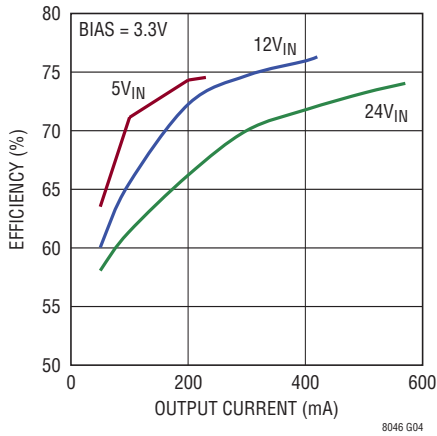
2.5V<sub>OUT</sub>の効率と出力電流



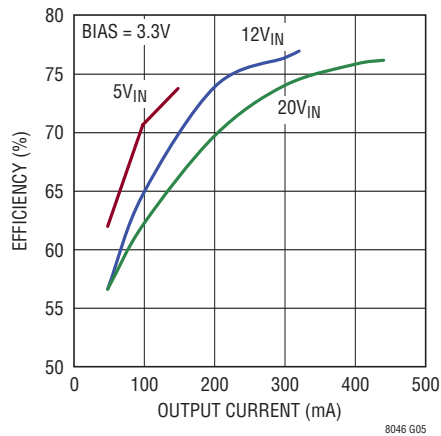
3.3V<sub>OUT</sub>の効率と出力電流



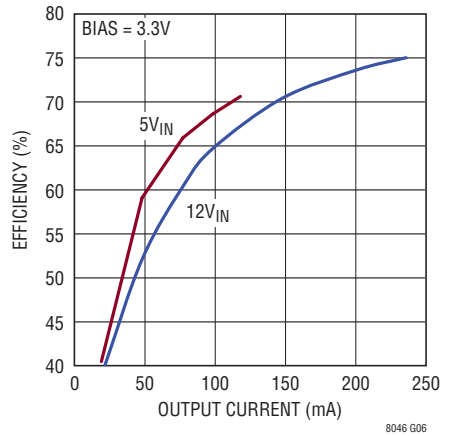
5V<sub>OUT</sub>の効率と出力電流



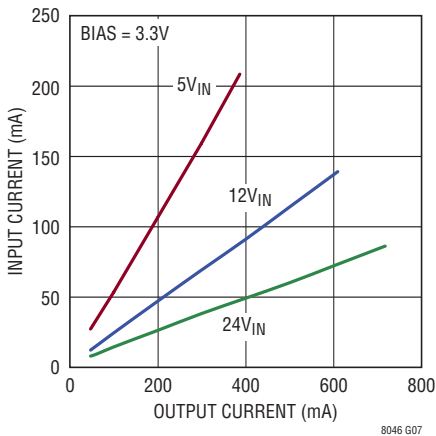
8V<sub>OUT</sub>の効率と出力電流



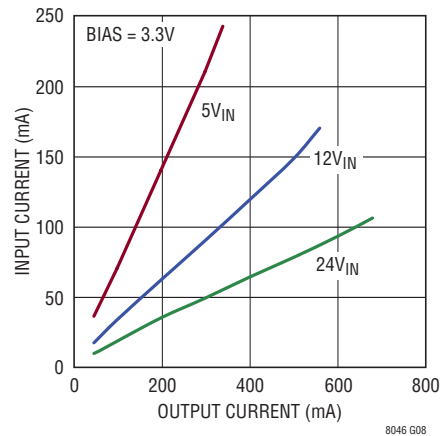
12V<sub>OUT</sub>の効率と出力電流



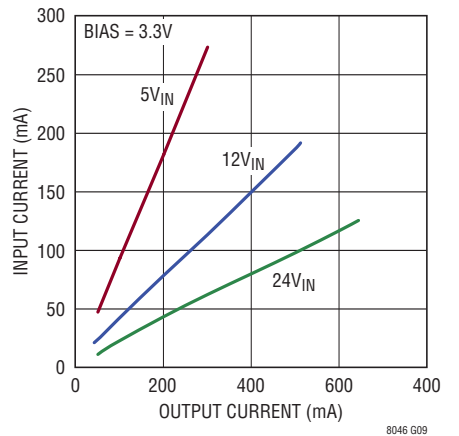
1.8V<sub>OUT</sub>の入力電流と出力電流



2.5V<sub>OUT</sub>の入力電流と出力電流

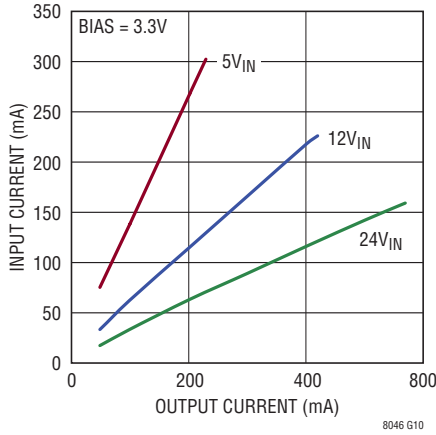


3.3V<sub>OUT</sub>の入力電流と出力電流

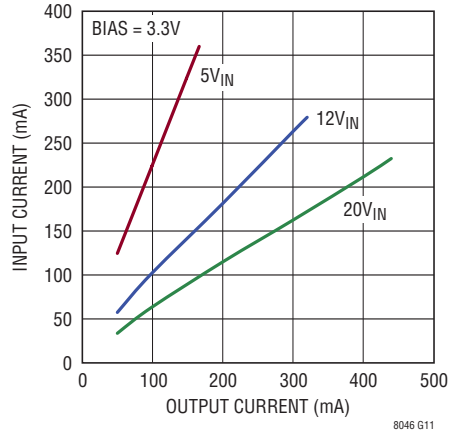


標準的性能特性

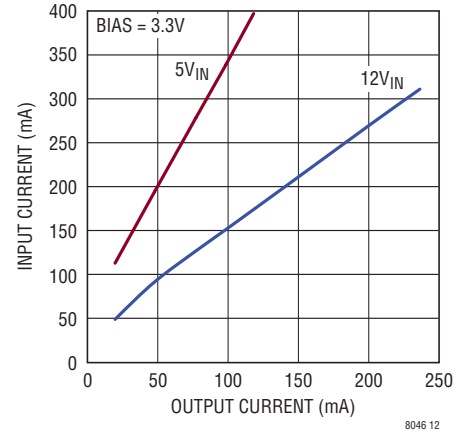
5V<sub>OUT</sub>の入力電流と出力電流



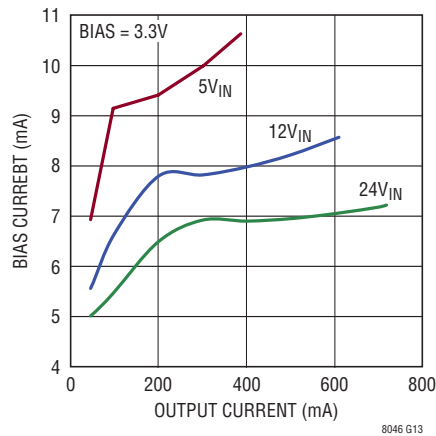
8V<sub>OUT</sub>の入力電流と出力電流



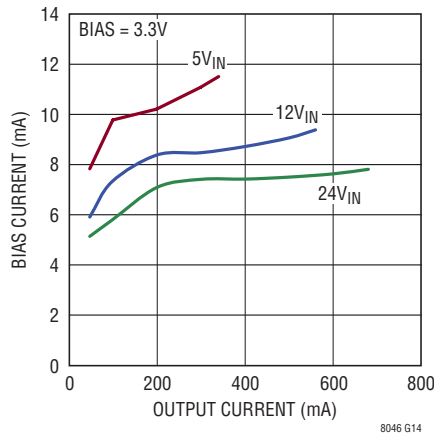
12V<sub>OUT</sub>の入力電流と出力電流



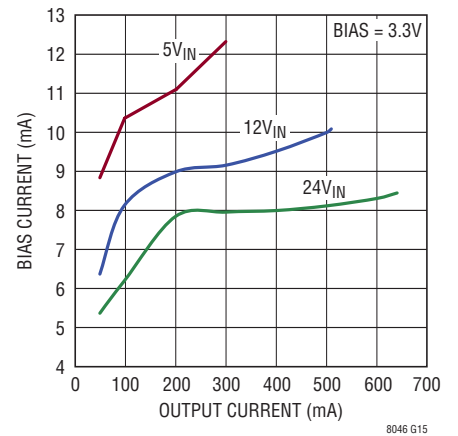
1.8V<sub>OUT</sub>のバイアス電流と出力電流



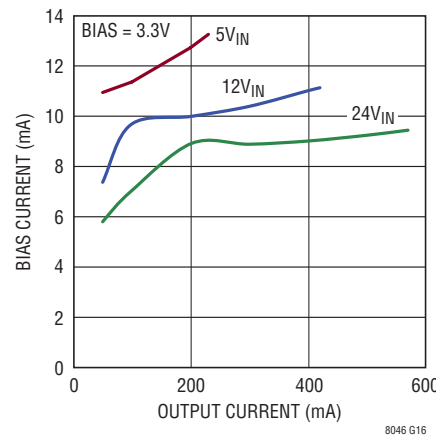
2.5V<sub>OUT</sub>のバイアス電流と出力電流



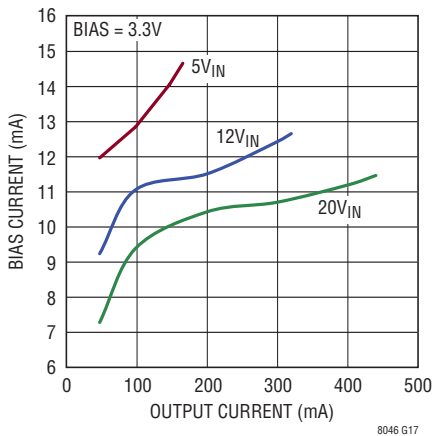
3.3V<sub>OUT</sub>のバイアス電流と出力電流



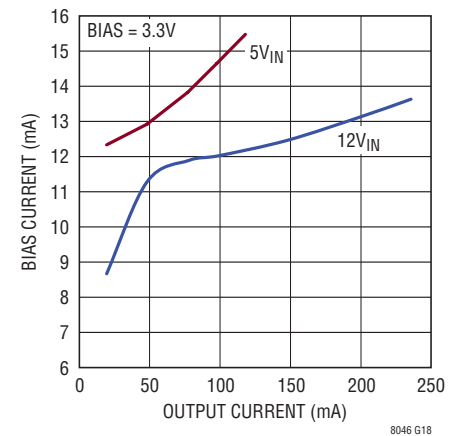
5V<sub>OUT</sub>のバイアス電流と出力電流



8V<sub>OUT</sub>のバイアス電流と出力電流

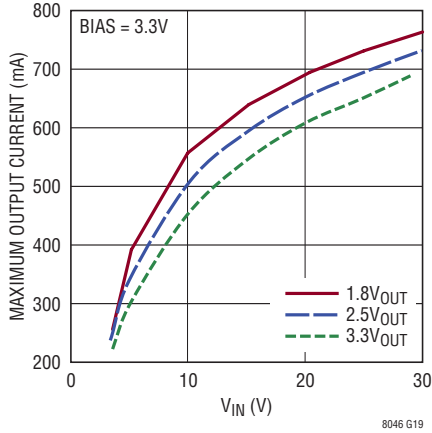


12V<sub>OUT</sub>のバイアス電流と出力電流

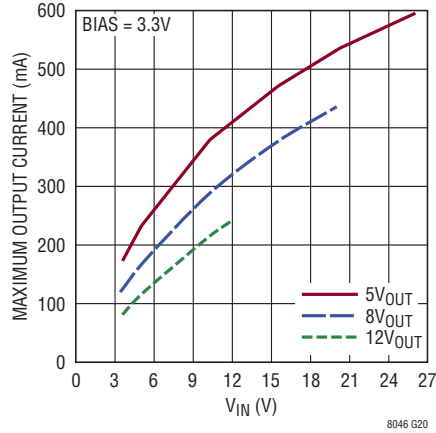


## 標準的性能特性

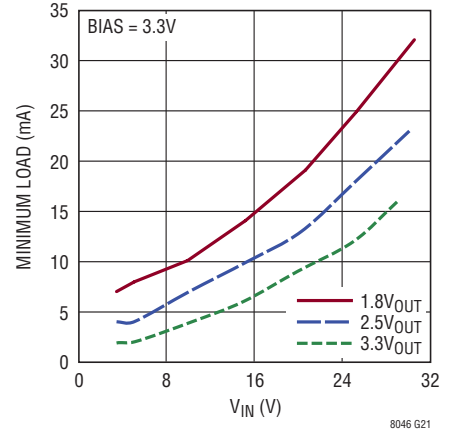
最大出力電流と  $V_{IN}$



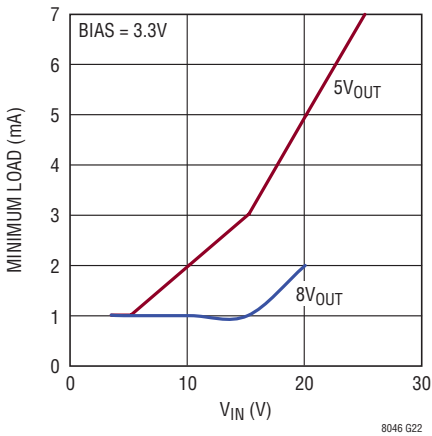
最大出力電流と  $V_{IN}$



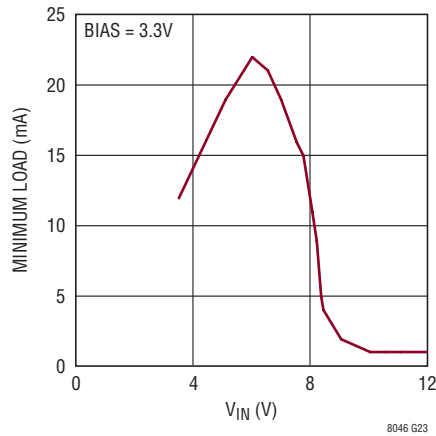
最小負荷と  $V_{IN}$



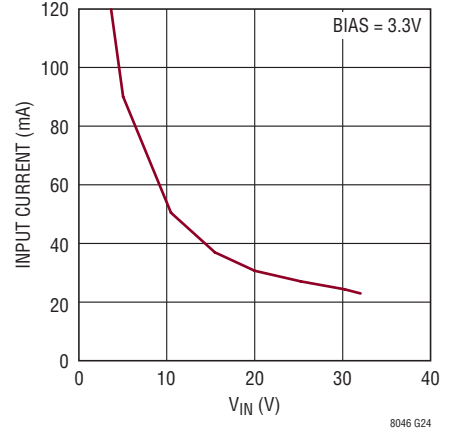
最小負荷と  $V_{IN}$



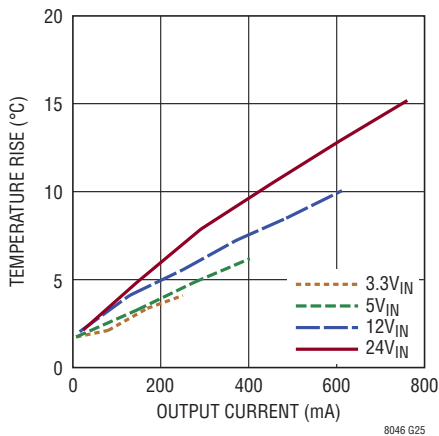
12V\_OUTの最小負荷と  $V_{IN}$



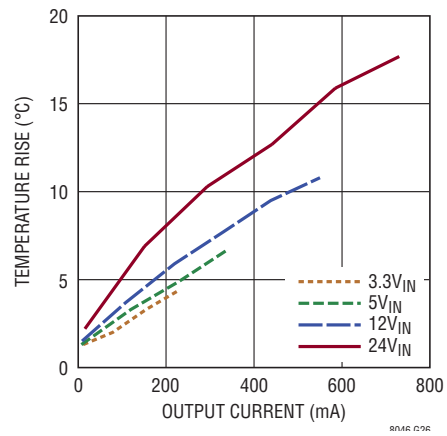
入力電流と  $V_{IN}$ 、出力を短絡



温度上昇と出力電流、 $V_{OUT} = 2.5V$

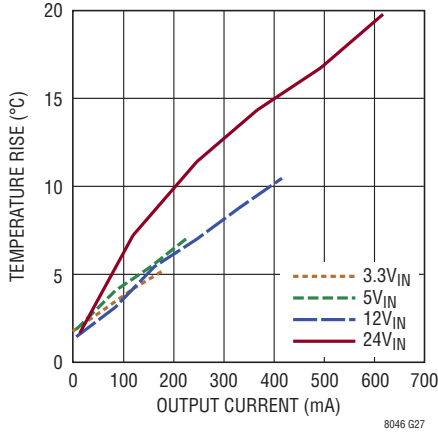


温度上昇と出力電流、 $V_{OUT} = 3.3V$



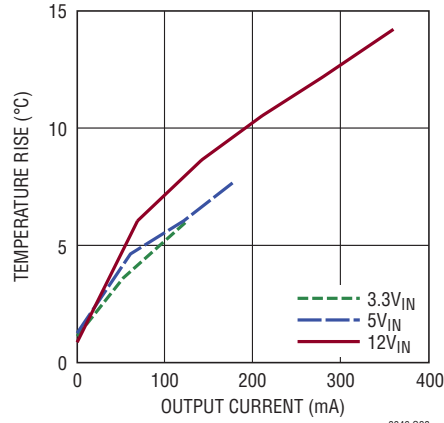
標準的性能特性

温度上昇と出力電流、 $V_{OUT} = 5V$



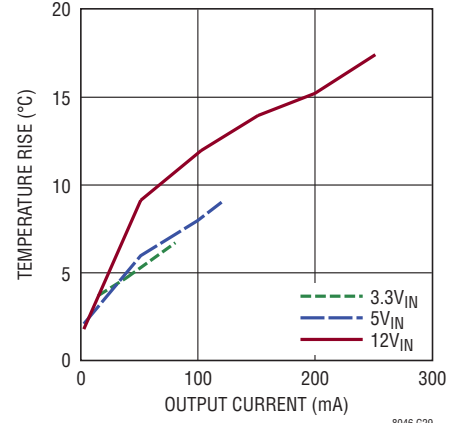
8046 G27

温度上昇と出力電流、 $V_{OUT} = 8V$



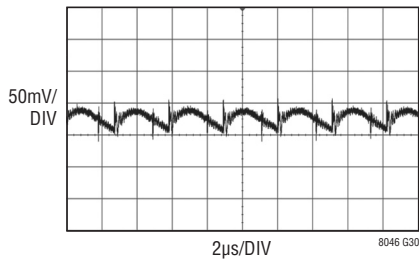
8046 G28

温度上昇と出力電流、 $V_{OUT} = 12V$



8046 G29

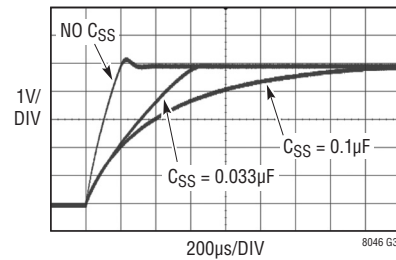
出力リップル



8046 G30

24VIN, 5VOUT  
570mA LOAD  
DC1559A DEMO BOARD  
UNMODIFIED  
150MHz BW

ステップ入力起動波形



8046 G31

24VIN, 5VOUT  
20Ω RESISTIVE LOAD

## ピン機能

**V<sub>IN</sub> (バンク1) :** V<sub>IN</sub> ピンは LTM8046 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。

**GND (バンク2) :** これは、LTM8046 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、LTM8046 からの熱流の大半は GND パッドと V<sub>OUT</sub><sup>-</sup> 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「PCB 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<sub>OUT</sub><sup>-</sup> (バンク3) :** V<sub>OUT</sub><sup>-</sup> は V<sub>OUT</sub> のリターンです。V<sub>OUT</sub> と V<sub>OUT</sub><sup>-</sup> は、LTM8046 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、LTM8046 からの熱流の大半は GND パッドと V<sub>OUT</sub><sup>-</sup> 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「PCB 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<sub>OUT</sub> と V<sub>OUT</sub><sup>-</sup> の間に外部コンデンサを接続します。

**V<sub>OUT</sub> (バンク4) :** V<sub>OUT</sub> と V<sub>OUT</sub><sup>-</sup> は、LTM8046 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<sub>OUT</sub> と V<sub>OUT</sub><sup>-</sup> の間に外部コンデンサを接続します。V<sub>OUT</sub><sup>-</sup> が V<sub>OUT</sub> を超えることがないようにしてください。

**RUN (ピン L3) :** V<sub>IN</sub> とこのピンに接続された抵抗分割器は、LTM8046 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、LTM8046 は 2 次側に電力を供給しません。1.24V より上では、2 次側に電力が供給され、SS ピンに 8μA が供給されます。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。

**BIAS (ピン L4) :** このピンは、LTM8046 の動作に必要な電力を供給します。少なくとも 1μF 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。このピンの電圧は V<sub>IN</sub> より高くしないでください。

**SS (ピン L5) :** ソフトスタート・コンデンサをここに接続すると、突入電流と出力電圧のランプ・レートを制限します。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。

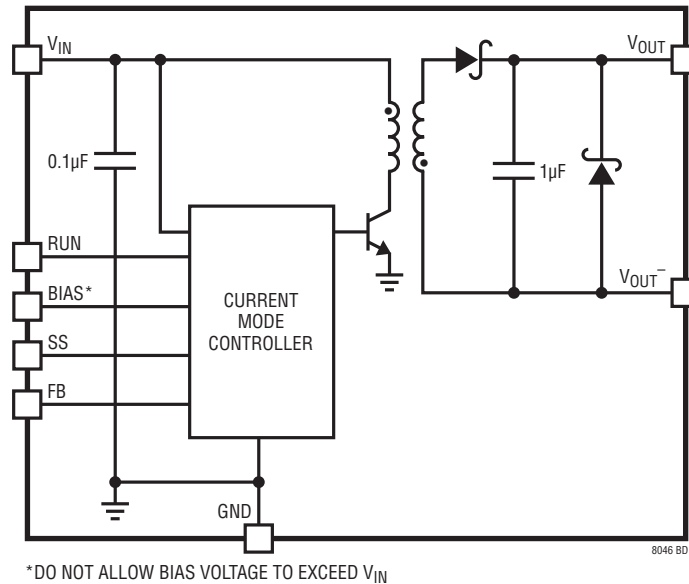
**FB (ピン L6) :** 表 1 に与えられている推奨値を使って、このピンから GND に抵抗を接続して、出力電圧を設定します。必要な V<sub>OUT</sub> の値が表 1 に記載されていない場合、次式

$$R_{FB} = 31.6 \left( V_{OUT}^{-0.84} \right) k\Omega$$

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。この式は、出力のレギュレーションの温度補償に使われる電流源が非線形であるため、指数になっています。



## ブロック図



## 動作

LTM8046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  $\mu$ Moduleコンバータで、700mAを超える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1.8V～12Vの精密に安定化された出力電圧を供給します。LTM8046の入力電圧範囲は3.1V～31Vです。LTM8046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。LTM8046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・ダイオードおよびいくらかの入力容量と出力容量が備わっています。

LTM8046は、1次側と2次側の間に、定格2kVACの電氣的絶縁性能があります。これは、1次側と2次側の間に3kVDCを1秒間印加することによって検証します。ここで、2kVACの絶縁検証を3kVDCでテストすることに注意して

ださい。これは、2kVAC波形のピーク電圧が2kVの1.414倍(2.83kVDC)であるためです。LTM8046では、少なくとも3kVDCを印加します。詳細については、「絶縁と動作電圧」のセクションを参照してください。

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 $V_{IN}$ ピンから電力供給を受けますが、3.1Vを超える外部電圧にBIASピンを接続すると、バイアス電力が外部ソースから供給され、効率が改善されます。 $V_{BIAS}$ は $V_{IN}$ を超えてはいけません。RUNピンはLTM8046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1 $\mu$ A以下に減少します。

LTM8046は可変周波数デバイスです。入力電圧と出力電圧が固定されている場合、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が不連続になるため、周波数が低下するように見ることがあります。出力電圧のレギュレーションを保つには、最小負荷が必要です。「標準的性能特性」のセクションを参照してください。

## 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1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.  $C_{IN}$ 、 $C_{OUT}$ 、および $R_{FB}$ の推奨値を適用します。
3. 示されているようにBIASを接続するか、あるいは、15Vまでの外部電源または $V_{IN}$ のどちらか低い方に接続します。

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 $C_{IN}$ コンデンサと $C_{OUT}$ コンデンサの値は、該当する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、すべてのセラミック・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可能性があります。

セラミック・コンデンサに関する最後の注意点はLTM8046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、高Q(減衰しにくい)タンク回路を形成します。LTM8046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グングが生じて、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。

表1. 推奨部品と構成 ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

| $V_{IN}$    | $V_{OUT}$ | $C_{IN}$                 | $C_{OUT}$                              | $R_{FB}$ |
|-------------|-----------|--------------------------|----------------------------------------|----------|
| 3.2V ~ 32V  | 1.8V      | 1 $\mu$ F, 50V, 0805 X5R | 2 $\times$ 100 $\mu$ F, 6.3V, 1206 X5R | 18.7k    |
| 3.2V to 31V | 2.5V      | 1 $\mu$ F, 50V, 0805 X5R | 2 $\times$ 100 $\mu$ F, 6.3V, 1206 X5R | 14.7k    |
| 3.2V to 29V | 3.3V      | 1 $\mu$ F, 50V, 0805 X5R | 100 $\mu$ F, 6.3V, 1206 X5R            | 11.8k    |
| 3.2V to 26V | 5V        | 1 $\mu$ F, 25V, 0603 X5R | 100 $\mu$ F, 6.3V, 1206 X5R            | 8.45k    |
| 3.2V to 20V | 8V        | 1 $\mu$ F, 25V, 0603 X5R | 47 $\mu$ F, 10V, 1206 X5R              | 5.49k    |
| 3.2V to 12V | 12V       | 1 $\mu$ F, 25V, 0603 X5R | 2 $\times$ 10 $\mu$ F, 16V, 1210 X5R   | 3.83k    |
| 3.2V to 25V | 2.5V      | 1 $\mu$ F, 25V, 0603 X5R | 2 $\times$ 100 $\mu$ F, 6.3V, 1206 X5R | 14.7k    |
| 3.2V to 25V | 3.3V      | 1 $\mu$ F, 25V, 0603 X5R | 100 $\mu$ F, 6.3V, 1206 X5R            | 11.8k    |

CBIAS = 1 $\mu$ F 10V 0402 X5R

$V_{IN} \geq 3.3\text{V}$ でBIAS = 3.3V、 $V_{IN} < 3.3\text{V}$ でBIAS =  $V_{IN}$ 。BIAS =  $V_{IN}$ の場合、再省入力電圧は4.3V。

## アプリケーション情報

### BIASピンに関する検討事項

BIASピンは、LTM8046の内部回路に給電する内部リニア・レギュレータの出力です。これは3Vに設定されており、少なくとも1 $\mu$ Fの低ESRコンデンサを使ってデカップリングする必要があります。このピンに電圧を与えなくてもLTM8046は適切に動作しますが、3.1Vを超える電圧を与えると効率がさらに上り、消費電力が減少します。低い $V_{IN}$ で、BIASが3.1V以上であれば、LTM8046はさらに多くの電流を供給することができます。最大31Vまでこのピンに印加することができますが、BIAS電圧が高いと、内部回路で余分の電力が消費されます。入力電圧が15Vより低いアプリケーションでは、BIASピンは一般に直接 $V_{IN}$ ピンに接続します。入力電圧が15Vより高い場合は、むしろBIASピンを $V_{IN}$ に接続しないで、別の電圧源または内部レギュレータから給電します。こうすると、BIASコンデンサの物理的サイズを小さくできるという利点もあります。BIASは $V_{IN}$ より高くしないでください。

### ソフトスタート

多くのアプリケーションで、起動時の突入電流を最小に抑える必要があります。SSからGNDにコンデンサを接続すると、内蔵ソフトスタート回路が、起動時の電流スパイクと出力電圧のオーバーシュートを大幅に減らします。LTM8046がイネーブルされているとき、 $V_{IN}$ が十分高い電圧に達するか、またはRUNを"H"に引き上げると、LTM8046はSSピンから約8 $\mu$ Aをソースします。この電流がSSからGNDに接続されたコンデンサを徐々に充電するにつれ、それに応じてLTM8046が出力に供給する電力が増えるので、起動時に滑らかにランプさせることができます。

### 絶縁動作電圧と安全性

LTM8046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3kVDCの電圧差を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、LTM8046の部品としての絶縁電圧定格が確認されます。

LTM8046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、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。許容動作電圧を最大にするため、LTM8046は3列の半田ボールを取り去って、プリント回路基板の設計をやすくしています。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。取り去られた列とボールの直径を計算に入れて、メタル間、間隔を最大4.3mmとつて、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、許容誤差を許すために、いくらか小さくする必要があります。

繰り返しますが、メーカーの絶縁電圧定格と、必要な動作電圧は多くの場合値が異なります。LTM8046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。

LTM8046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1.9mmです。LTM8046は、UL 60950-1、申請番号E464570でのUL規格認定部品です。LTM8046トランスのUL 60950-1絶縁カテゴリーは、「機能的」です。UL 60950-1の表2Nと上で述べた間隙距離(外部4.3mm、内部1.9mm)を考慮して、LTM8046は汚染度2の環境で最大400Vの動作電圧で動作できます。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、LTM8046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。

# LTM8046

## アプリケーション情報

### V<sub>OUT</sub>からV<sub>OUT</sub><sup>-</sup>への逆電圧

LTM8046は動作中、V<sub>OUT</sub>からV<sub>OUT</sub><sup>-</sup>への逆電圧を許容できません。動作中にV<sub>OUT</sub><sup>-</sup>がV<sub>OUT</sub>より上になると、LTM8046は損傷を受ける可能性があります。この状態に対して保護するため、順方向電圧降下が小さなパワー・ショットキー・ダイオードが、V<sub>OUT</sub>/V<sub>OUT</sub><sup>-</sup>に対して反並列に、LTM8046に内蔵されています。これにより、多くの逆電圧フォルトに対して出力を保護することができます。定常状態とトランジェントの両方の逆電圧フォルトに対して対応可能です。定常状態の逆電圧の一例は、給電されているLTM8046を負電圧源に誤って接続した場合です。トランジェント逆電圧の一例は、負電圧へ瞬間的に接続した場合です。長いケーブルで負荷が短絡された場合も、V<sub>OUT</sub>の反転が生じる可能性があります。長いケーブルのインダクタンスとV<sub>OUT</sub>の容量がLCタンク回路を形成し、V<sub>OUT</sub>を負にドライブします。これらの条件を避けてください。

### 最小負荷

LTM8046は、レギュレーションを維持するために最小負荷を必要とします。最小負荷より負荷が小さい場合、出力電圧が所定の値を超えて暴走し、LTM8046やアプリケーション・システムを損傷する恐れがあります。そのような事態は避けてください。「標準的性能特性」セクションに、室温におけるいくつかの入力および出力条件に対する最小要求負荷のグラフを示します。

LTM8046は、レギュレーションを維持するため、必要な場合、スイッチング・サイクルをスキップするよう設計されています。サイクル・スキッピング中、LTM8046がサイクル・スキッピングしてないときより出力リップルが大きくなる場合があります。ユーザーは、適切な温度、ライン、負荷、およびその他の動作条件にわたってLTM8046アプリケーションの性能を検証する必要があります。

### 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LTM8046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、LTM8046がスイッチング電源であることに変わりはないので、電氣的ノイズを最小に抑えて正しい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出来だったりすると、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。

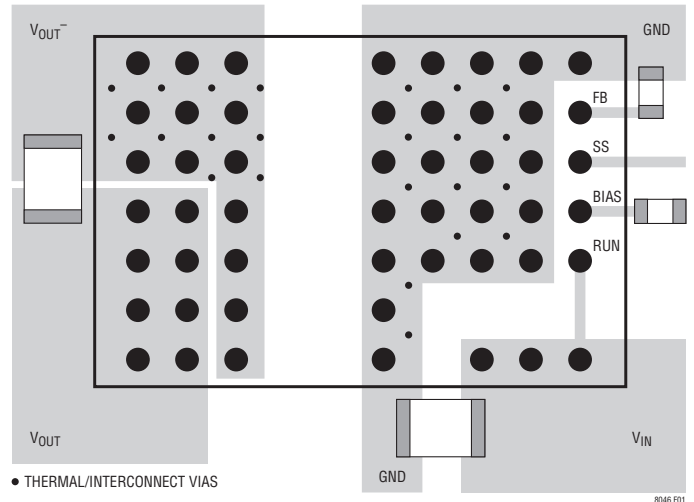


図1. 推奨外部部品、プレーン、およびサーマル・ビアを示すレイアウト

注意すべきいくつかのルールがあります。

1. R<sub>ADJ</sub>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<sub>IN</sub>コンデンサをLTM8046のV<sub>IN</sub>およびGND接続のできるだけ近くに配置します。
3. C<sub>OUT</sub>コンデンサはできるだけV<sub>OUT</sub>とV<sub>OUT</sub><sup>-</sup>の近くに配置します。
4. C<sub>IN</sub>およびC<sub>OUT</sub>の各コンデンサのグラウンド電流がLTM8046のすぐ近くか下を流れるようにこれらのコンデンサを配置します。
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LTM8046の間でグラウ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ウンド・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ウ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。これらの位置で内部GNDプレーンに接続されているビアは内部の電力を処理する部品に近接しているので、それらのビアによって与えられるヒートシンク機能から、LTM8046は恩恵を得ることができます。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

## アプリケーション情報

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。

プリント回路基板の構造が最終製品の絶縁性能に影響を与えます。たとえば、トレースやレイヤ相互の間隔を大きくすると、また(ポリミドの使用対FR4のような)コア材やプリプレグ材の選択により、最終製品の絶縁耐性が大きく影響を受けることがあります。

### 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、LTM8046の回路の入力バイパス・コンデンサに最適です。ただし、LTM8046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しにくいタンク回路を形成し、LTM8046の $V_{IN}$ ピンの電圧に公称入力電圧の2倍を超えるリングングを生じる可能性があり、このリングングがLTM8046の定格を超えてデバイスに損傷を与え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LTM8046を給電中の電源に差し込むことがある場合、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。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、 $V_{IN}$ にバルク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

LTM8046を高い周囲温度で動作させることが必要な場合は、LTM8046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」のセクションに記載さ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 $58\text{cm}^2$ の4層FR4プリント回路基板に実装したLTM8046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振る舞い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の側で検証してください。

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。

$\theta_{JA}$ : 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。

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

$\theta_{JB}$ : 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、または言い換えられます。

$\theta_{JA}$ 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。

$\theta_{JCbottom}$ 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し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 $\mu$ Module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。

$\theta_{JCtop}$ 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して流れる状態で決定されます。標準的 $\mu$ Moduleコンバータの電氣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。

$\theta_{JB}$ は、熱の大部分が $\mu$ Moduleコンバータの底部を通し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に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。

## アプリケーション情報

これらの定義によれば、これらの熱係数のいずれも $\mu$ Moduleコンバータの実際の物理的動作条件を反映しては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 $\mu$ Module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。

LTM8046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LTM8046に十分なヒートシンクを与えます。LTM8046からの熱流の大半は、モジュールの底部およびBGAパッドを通し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良く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、「プリント回路基板のレイアウト」のセクションを参照してください。

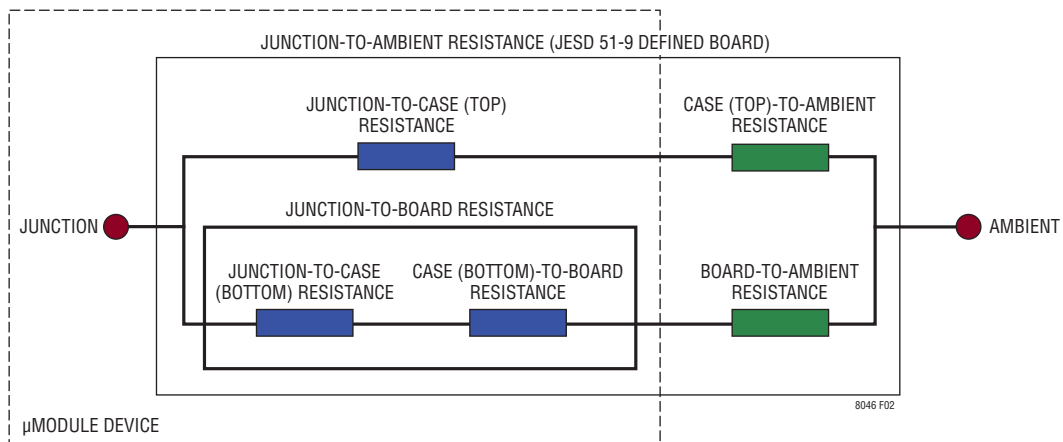
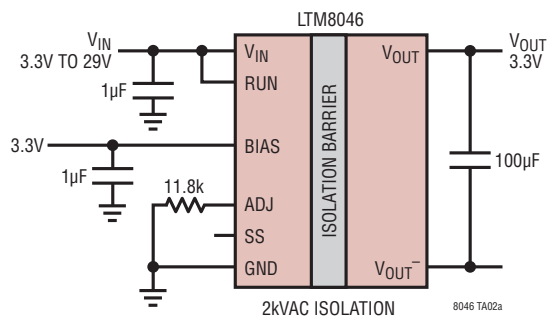
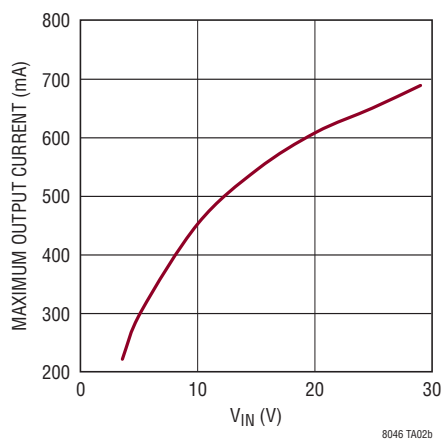


図2.

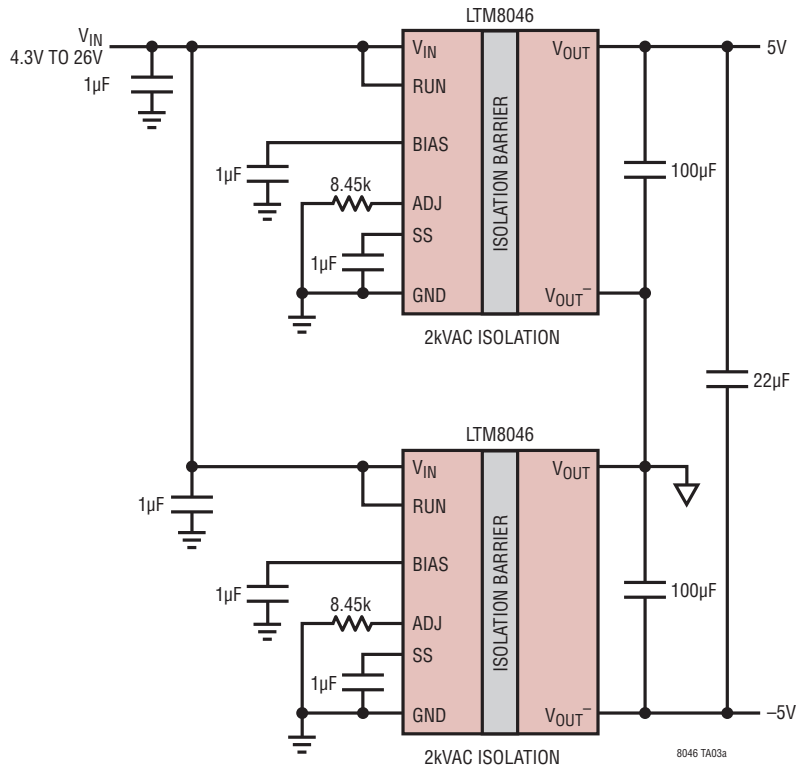
## 標準的応用例

## 3.3V 絶縁型フライバック・コンバータ

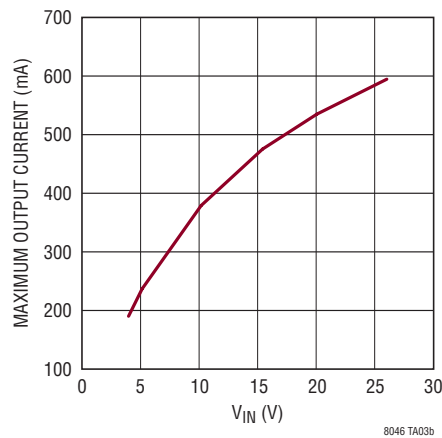
最大出力電流と  $V_{IN}$ 

## 標準的応用例

2個のLTM8046 フライバック・コンバータを使って±5Vを発生



最大出力電流と  $V_{IN}$



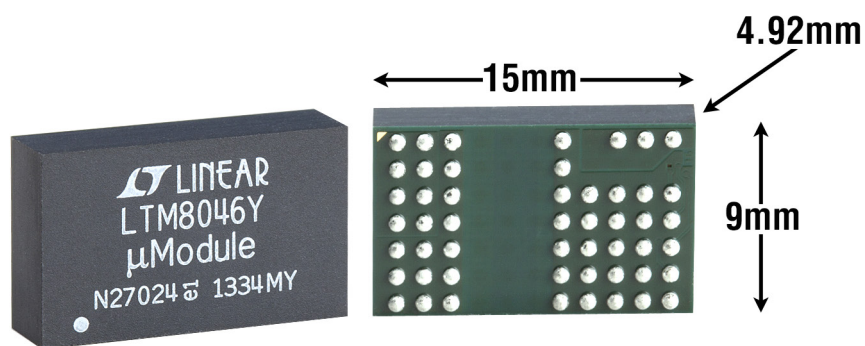


## パッケージ

ピン配置表  
(ピン番号順)

| ピン名称                             | ピン名称                             | ピン名称                             | ピン名称 | ピン名称 | ピン名称 | ピン名称   | ピン名称   | ピン名称               | ピン名称               | ピン名称               | ピン名称 |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------|------|------|--------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
| A1 V <sub>OUT</sub>              | B1 V <sub>OUT</sub>              | C1 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | D1 - | E1 - | F1 - | G1 GND | H1 -   | J1 V <sub>IN</sub> | K1 V <sub>IN</sub> | L1 V <sub>IN</sub> |      |
| A2 V <sub>OUT</sub>              | B2 V <sub>OUT</sub>              | C2 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | D2 - | E2 - | F2 - | G2 GND | H2 -   | J2 -               | K2 -               | L2 -               |      |
| A3 V <sub>OUT</sub>              | B3 V <sub>OUT</sub>              | C3 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | D3 - | E3 - | F3 - | G3 GND | H3 GND | J3 GND             | K3 GND             | L3 RUN             |      |
| A4 V <sub>OUT</sub>              | B4 V <sub>OUT</sub>              | C4 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | D4 - | E4 - | F4 - | G4 GND | H4 GND | J4 GND             | K4 GND             | L4 BIAS            |      |
| A5 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | B5 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | C5 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | D5 - | E5 - | F5 - | G5 GND | H5 GND | J5 GND             | K5 GND             | L5 SS              |      |
| A6 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | B6 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | C6 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | D6 - | E6 - | F6 - | G6 GND | H6 GND | J6 GND             | K6 GND             | L6 FB              |      |
| A7 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | B7 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | C7 V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup> | D7 - | E7 - | F7 - | G7 GND | H7 GND | J7 GND             | K7 GND             | L7 GND             |      |

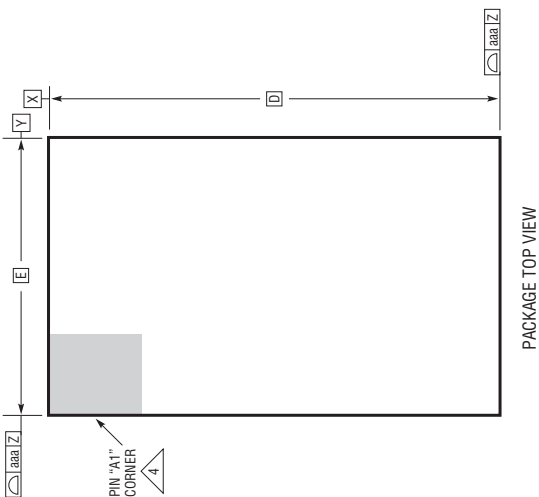
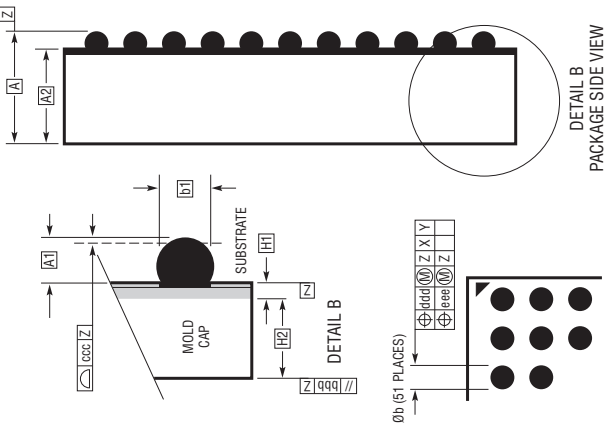
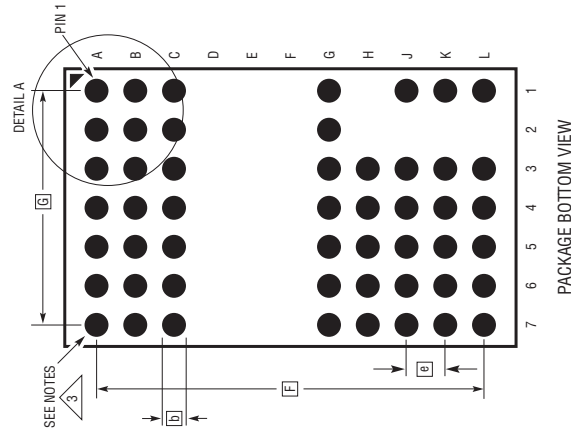
## パッケージの写真



## パッケージ

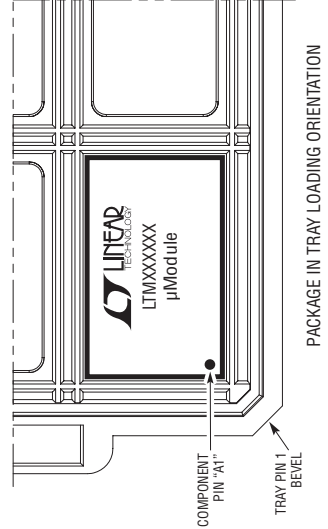
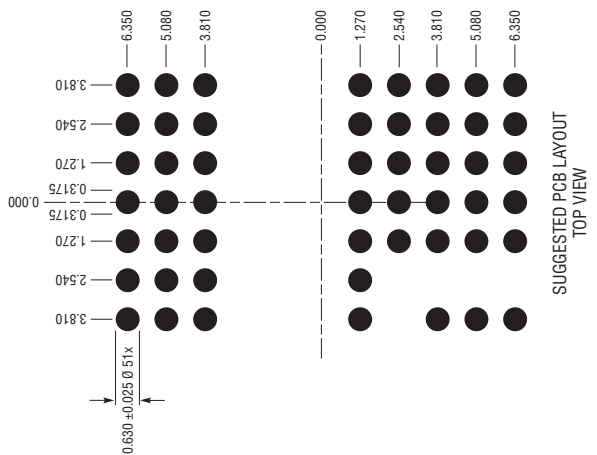
最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/>を参照してください。

### BGA Package 51-Lead (15.00mm × 9.00mm × 4.92mm) (Reference LTC DWG# 05-08-1889 Rev 0)



- 注記:
1. 寸法と許容誤差は ASME Y14.5M-1994 による
  2. すべ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 JEPC95 による
  4. ピン #1 の識別マークの詳細はオプションだが、示された領域内には付けなければならない
  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、またはスズ鉛共晶合金とできる

| 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                         | 0.71 | 0.78  | 0.85 |       |
| b1                        | 0.60 | 0.63  | 0.66 |       |
| D                         |      | 15.00 |      |       |
| E                         |      | 9.00  |      |       |
| e                         |      | 1.27  |      |       |
| F                         |      | 12.70 |      |       |
| G                         |      | 7.62  |      |       |
| H1                        | 0.27 | 0.32  | 0.37 |       |
| H2                        | 3.95 | 4.00  | 4.05 |       |
| aaa                       |      |       | 0.15 |       |
| bbb                       |      |       | 0.10 |       |
| ccc                       |      |       | 0.20 |       |
| ddd                       |      |       | 0.30 |       |
| eee                       |      |       | 0.15 |       |
| TOTAL NUMBER OF BALLS: 51 |      |       |      |       |



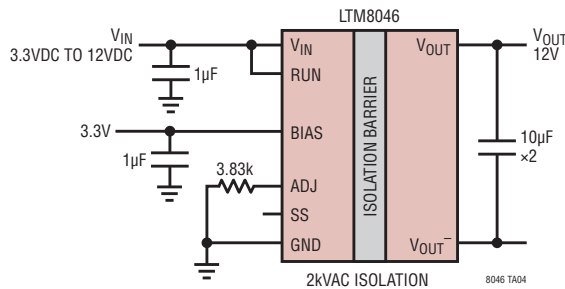
## 改訂履歴

| REV | 日付    | 概要         | ページ番号 |
|-----|-------|------------|-------|
| A   | 07/14 | MPグレードを追加。 | 2、3   |

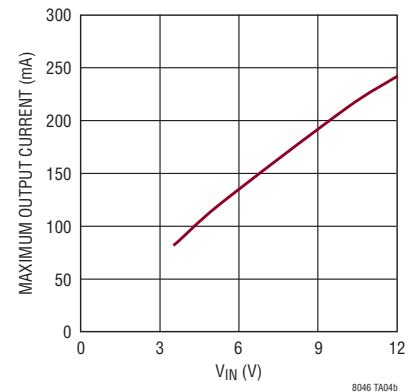
# LTM8046

## 標準的応用例

12V 絶縁型フライバック・コンバータ



最大出力電流とVIN



## デザイン・リソース

| 主題                                   | 説明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">µModule のデザイン/製造リソース</a> | <p>デザイン:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 選択ガイド</li> <li>• デモボードおよび Gerber ファイル</li> <li>• 無料シミュレーション・ツール</li> </ul> <p>製造:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• クイック・スタート・ガイド</li> <li>• PCB の設計、組立、および製造ガイドライン</li> <li>• パッケージおよびボード・レベルの信頼性</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <a href="#">µModule レギュレータ製品の検索</a>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ol> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Quick Power Search</p> <p>Input V<sub>in</sub> (Min) <input type="text"/> V V<sub>in</sub> (Max) <input type="text"/> V</p> <p>Output V<sub>out</sub> <input type="text"/> V I<sub>out</sub> <input type="text"/> A</p> <p style="text-align: right;"><input type="button" value="Search"/></p> </div> |
| <a href="#">TechClip ビデオ</a>         | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <a href="#">デジタル・パワーシステム・マネージメント</a> | 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                                                                                                                                            |
|---------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LTM8057 | UL60950 認証 1.5W、2kVAC 絶縁型 µModule コンバータ                    | 3.1V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 31V、2.5V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 12V、5% V <sub>OUT</sub> 精度、絶縁トランス内蔵、9mm×11.25mm×4.92mm BGA                             |
| LTM8058 | LDO ポスト・レギュレータを備えた UL60950 認証 1.5W、2kVAC 絶縁型 µModule コンバータ | 3.1V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 31V、1.2V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 12V、2.5% V <sub>OUT</sub> 精度、1mV <sub>P-P</sub> 出力リップル、絶縁トランス内蔵、9mm×11.25mm×4.92mm BGA |
| LTM8048 | LDO ポスト・レギュレータを備えた 1.5W、DC 725V 電気絶縁 µModule コンバータ         | 3.1V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 32V、1.2V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 12V、2.5% V <sub>OUT</sub> 精度、1mV <sub>P-P</sub> 出力リップル、絶縁トランス内蔵、9mm×11.25mm×4.92mm BGA |
| LTM8045 | 最大出力電流が 700mA で反転または SEPIC 構成の µModule DC/DC コンバータ         | 2.8V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 18V、±2.5V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ ±15V、同期可能、反転構成時にダイレーティング不要および制御入力のリジックレベル・シフト不要、6.25mm×11.25mm×4.92mm BGA             |
| LTM4609 | 36V 入力、5A DC/DC µModule 昇降圧レギュレータ                          | 4.5V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 36V、0.8V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 34V、調整可能なソフトスタート、クロック入力、15mm×15mm×2.82mm LGA および 15mm×15mm×3.42mm BGA                  |
| LTM8061 | 設定可能な入力電流制限付き、32V、2A 降圧 µModule バッテリ・チャージャ                 | シングルおよびデュアル・セルの Li-Ion または Li-Poly バッテリの充電に最適、4.95V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 32V、C/10 または 可変タイマによる充電終了、NTC 抵抗モニタ入力、9mm×15mm×4.32mm LGA             |

8046fa