


# 入力電圧範囲が3.1V～31Vの 絶縁型 $\mu$ Module DC/DC コンバータ

## 特長

- AC 2kV 絶縁型  $\mu$ Module コンバータ (DC 3kV でテスト)
- UL60950 規格認定申請番号: 464570  US
- 広い入力電圧範囲: 3.1V～31V
- 出力電流: 最大 440mA ( $V_{IN} = 24V$ 、 $V_{OUT1} = 2.5V$ )、  
出力電圧可変範囲: 2.5V～12V
- 電流モード制御
- プログラム可能なソフトスタート
- ユーザー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
- テスト装置および測定装置

## 概要

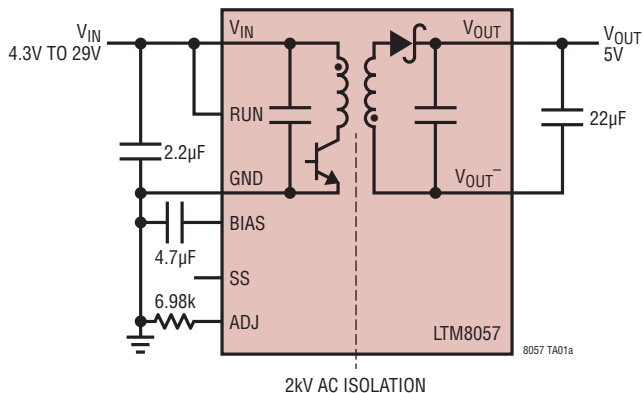
LTM<sup>®</sup>8057 は、AC 2kV 絶縁型フライバック  $\mu$ Module<sup>®</sup> (マイクロモジュール) DC/DC コンバータです。スイッチング・コントローラ、パワー・スイッチ、トランス、およびすべての支持部品がパッケージに搭載されています。LTM8057 は、3.1V～31V の入力電圧範囲で動作し、2.5V～12V の出力電圧をサポートしており、出力電圧は 1 本の抵抗で設定されます。設計を完了するために必要なのは、出力と入力のコデンサだけです。その他の部品を使用して、ソフトスタートやバイアスを制御することもできます。

LTM8057 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。LTM8057 は、SnPb または RoHS 準拠の端子仕上げで供給されます。

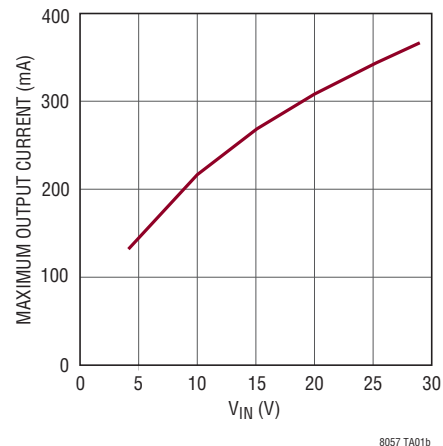
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linear のロゴおよび  $\mu$ Module は Linear Technology 社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 標準的応用例

AC 2kV 絶縁型  $\mu$ Module レギュレータ



最大出力電流と  $V_{IN}$



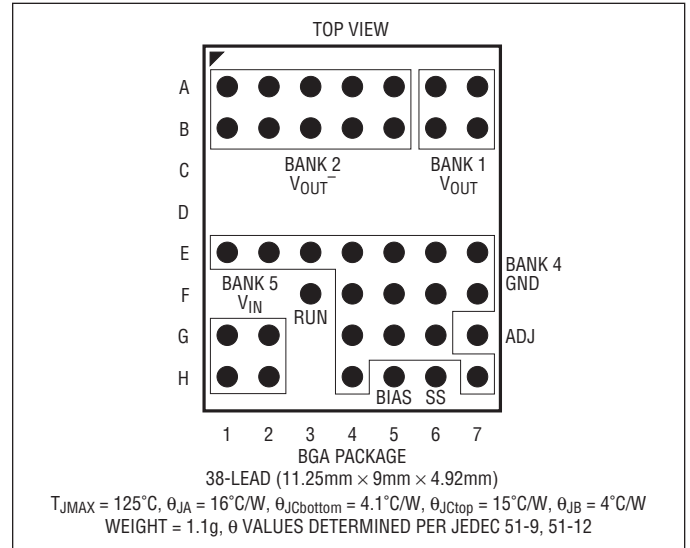
# LTM8057

## 絶対最大定格

(Note 1)

$V_{IN}$ , RUN, BIAS .....	32V
ADJ, SS .....	5V
$V_{OUT^-}$ を基準にした $V_{OUT1}$ .....	16V
$V_{IN} + V_{OUT}$ (Note 2) .....	36V
$V_{IN}$ を超える BIAS .....	0.1V
GND と $V_{OUT^-}$ 間の絶縁 (Note 3) .....	AC 2kV
最大内部温度 (Note 4) .....	125°C
半田リフローのピーク・ボディ温度 .....	245°C
保存温度 .....	-55°C ~ 125°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 レーティング	温度範囲 (Note 4 参照)
		デバイス	コード			
LTM8057EY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8057Y	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8057IY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8057Y	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8057IY	SnPb (63/37)	LTM8057Y	e0	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8057MPY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8057Y	e1	BGA	3	-55°C to 125°C
LTM8057MPY	SnPb (63/37)	LTM8057Y	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の参照先:  
[www.linear-tech.co.jp/designtools/leadfree/](http://www.linear-tech.co.jp/designtools/leadfree/)

- LGA/BGAの推奨のPCBアセンブリ手順および製造手順の参照先:  
[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の図面の参照先:  
[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で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 4)。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input DC Voltage	BIAS = $V_{\text{IN}}$ , $\text{RUN} = 2\text{V}$ BIAS Open, $\text{RUN} = 2\text{V}$			3.1	V
				4.3	V
$V_{\text{OUT}}$ DC Voltage	$R_{\text{ADJ}} = 12.4\text{k}$ $R_{\text{ADJ}} = 6.98\text{k}$ $R_{\text{ADJ}} = 3.16\text{k}$		4.75	2.5	V
				5	V
				12	V
$V_{\text{IN}}$ Quiescent Current	$V_{\text{RUN}} = 0\text{V}$ Not Switching			1	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$V_{\text{OUT}}$ Line Regulation	$6\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 31\text{V}$ , $I_{\text{OUT}} = 0.15\text{A}$ , $\text{RUN} = 2\text{V}$		1.7		%
$V_{\text{OUT}}$ Load Regulation	$0.05\text{A} \leq I_{\text{OUT}} \leq 0.2\text{A}$ , $\text{RUN} = 2\text{V}$		1.5		%
$V_{\text{OUT}}$ Ripple (RMS)	$I_{\text{OUT}} = 0.1\text{A}$ , 1MHz BW		20		mV
Isolation Test Voltage	(Note 3)	3000			V DC
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	$V_{\text{RUN}} = 1\text{V}$ $V_{\text{RUN}} = 1.3\text{V}$			2.5	$\mu\text{A}$
				0.1	$\mu\text{A}$
SS Threshold			0.7		V
SS Sourcing Current	SS = 0V		-10		$\mu\text{A}$
BIAS Current	$V_{\text{IN}} = 12\text{V}$ , BIAS = 5V, $I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$		9		mA
Minimum BIAS Voltage (Note 5)	$I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$			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:**  $V_{\text{IN}} + V_{\text{OUT}}$  は、 $(V_{\text{IN}} - \text{GND}) + (V_{\text{OUT}} - V_{\text{OUT}})$  として定義される。

**Note 3:** LTM8057 は DC 3kV で 1 秒間テストされる。

**Note 4:** LTM8057E 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。LTM8057I 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。LTM8057MP 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。

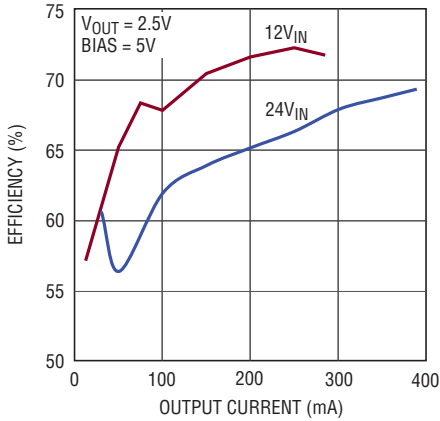
テスト・フローチャートは次の場所に公開されている。

[www.linear-tech.co.jp/quality](http://www.linear-tech.co.jp/quality)

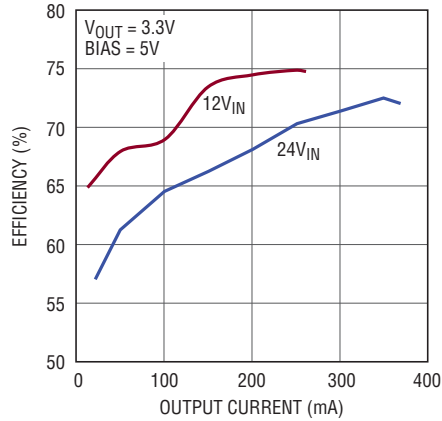
**Note 5:** これは BIAS ピンの電圧であり、この電圧で、(内蔵レギュレータではなく) BIAS ピンを介して内部回路が給電される。詳細については、「BIAS ピンに関する検討事項」を参照。

## 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 ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )。

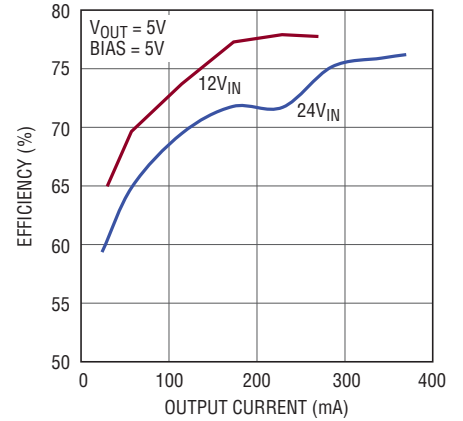
効率と出力電流



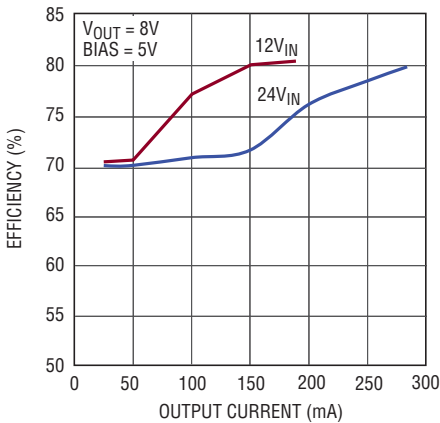
効率と出力電流



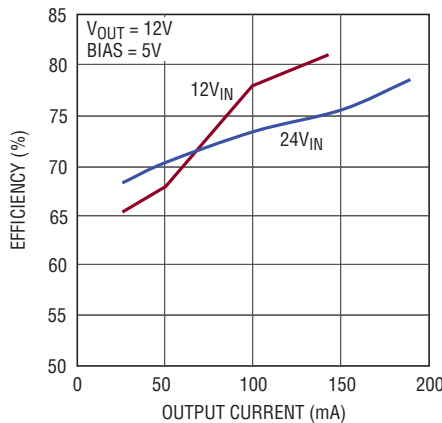
効率と出力電流



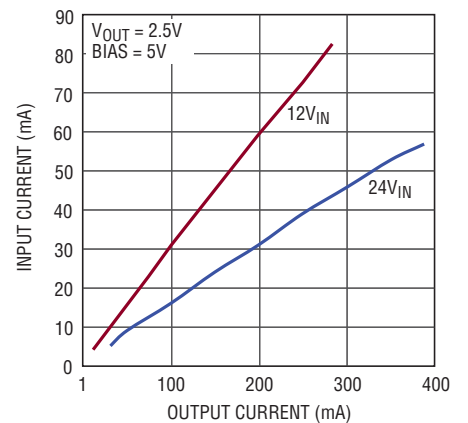
効率と出力電流



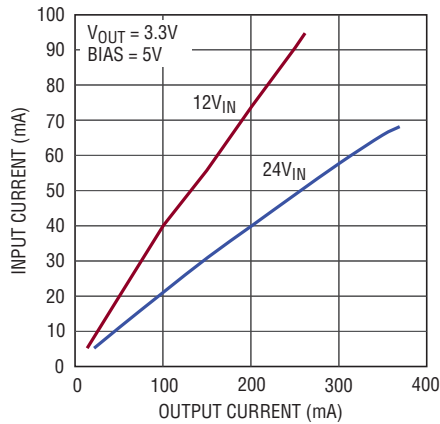
効率と出力電流



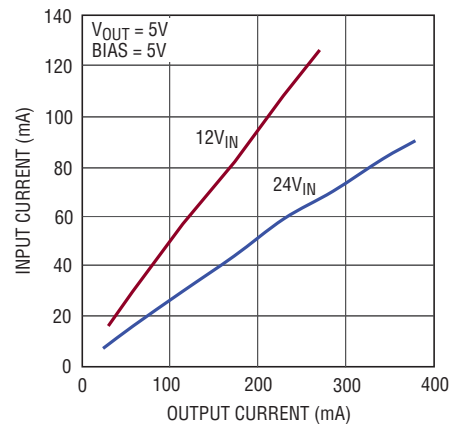
入力電流と出力電流



入力電流と出力電流

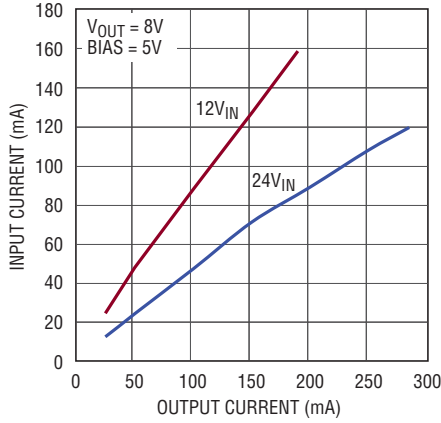


入力電流と出力電流



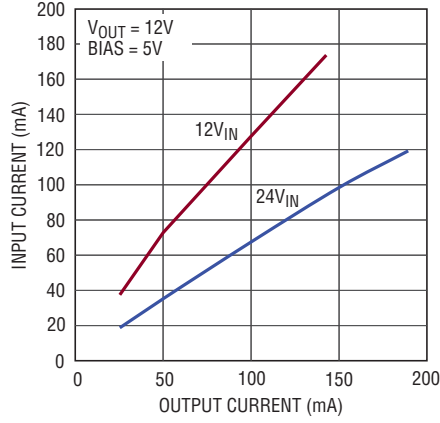
標準的性能特性 注記がない限り、動作条件は表1のとおり ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )。

入力電流と出力電流



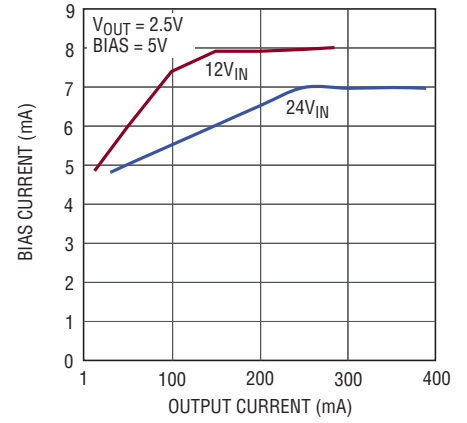
8057 G09

入力電流と出力電流



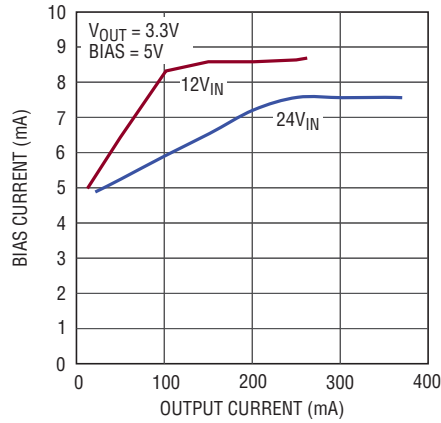
8057 G10

バイアス電流と出力電流



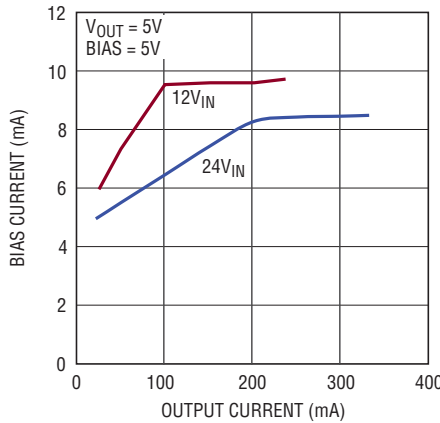
8057 G11

バイアス電流と出力電流



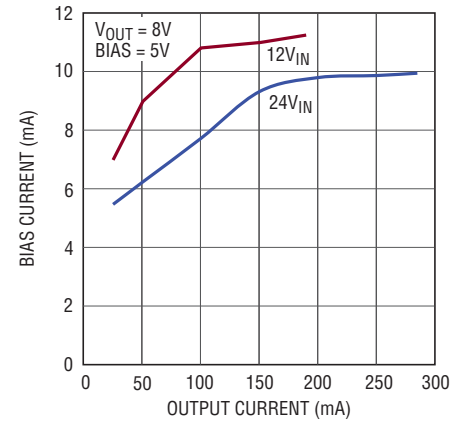
8057 G12

バイアス電流と出力電流



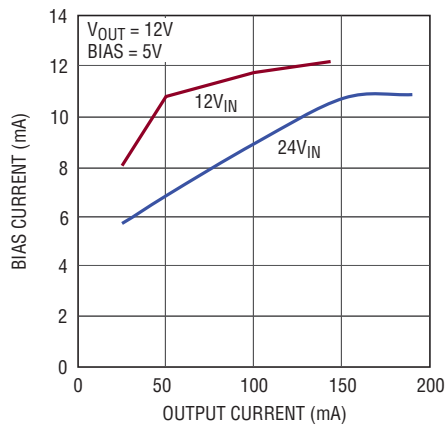
8057 G13

バイアス電流と出力電流



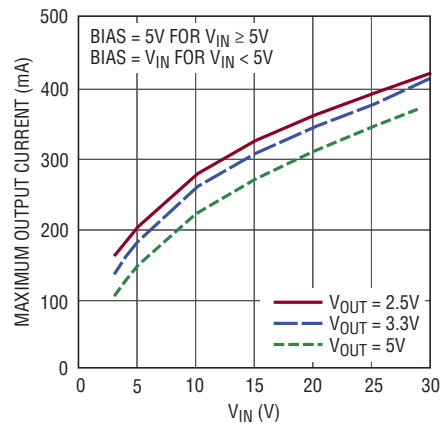
8057 G14

バイアス電流と出力電流



8057 G15

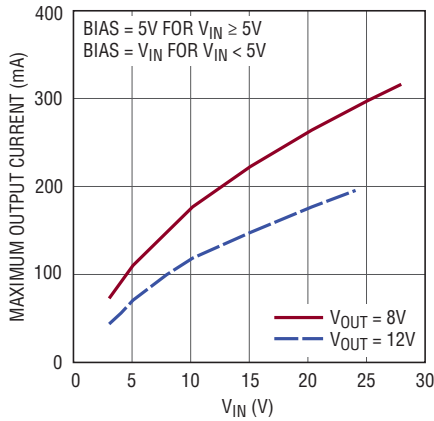
最大出力電流とVIN



8057 G16

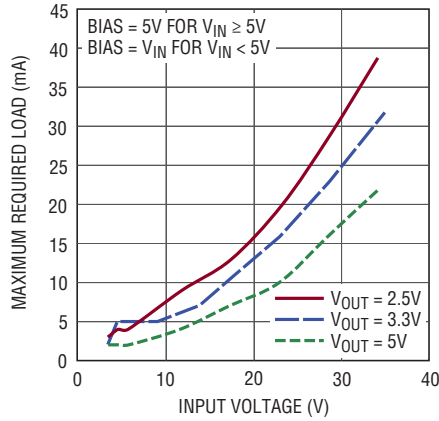
## 標準的性能特性 注記がない限り、動作条件は表1のとおり ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )。

### 最大出力電流と $V_{IN}$



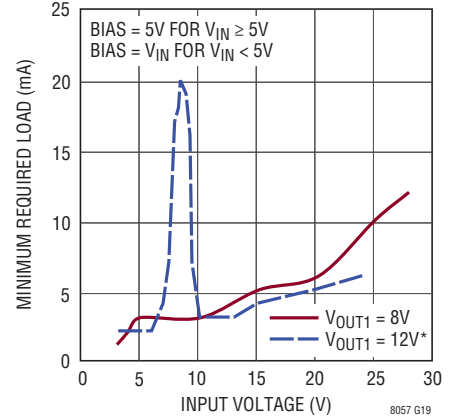
8057 G17

### 必要最小負荷と入力電圧



8057 G18

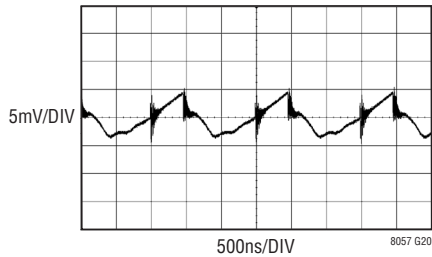
### 必要最小負荷と入力電圧



8057 G19

\*SEE APPLICATIONS INFORMATION SECTION FOR DISCUSSION OF 12V<sub>OUT</sub> MINIMUM LOAD

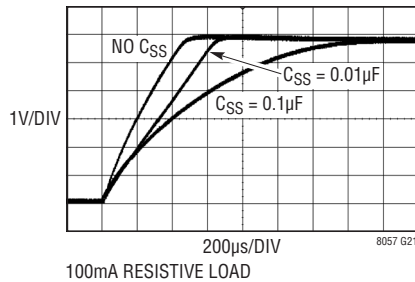
### 標準的な出力リップル、 出力電流: 100mA、 $V_{IN} = 12\text{V}$



8057 G20

MEASURED ON DC1987 WITH ADDITIONAL 1 $\mu\text{F}$  AND BNC ATTACHED TO OUTPUT TERMINALS. C7 = 0.1 $\mu\text{F}$  USED HP461A 150MHz AMPLIFIER, SET TO 40dB GAIN.

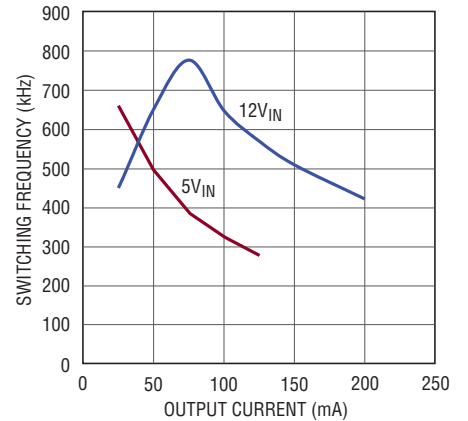
### さまざまな $C_{SS}$ の値に対する DC1988 での $V_{OUT1}$ の起動動作



8057 G21

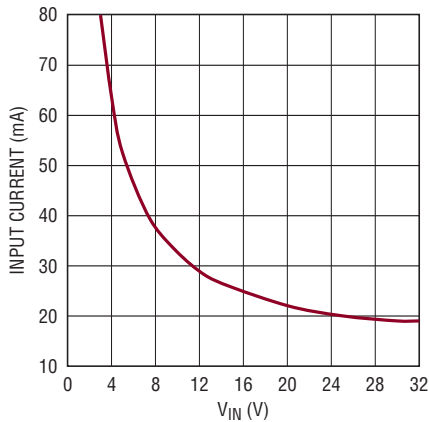
100mA RESISTIVE LOAD

### 標準的なスイッチング周波数と 出力電流、DC1988A 在庫品



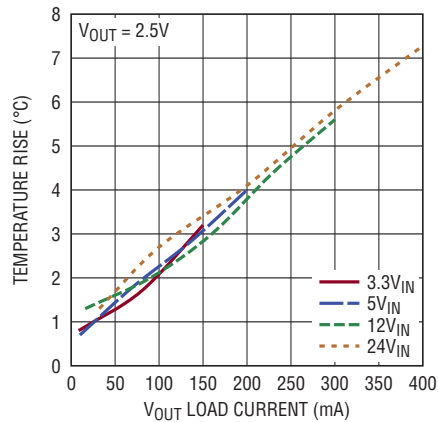
8057 G22

### 入力電流と $V_{IN}$ 、 $V_{OUT}$ を 短絡した場合



8057 G23

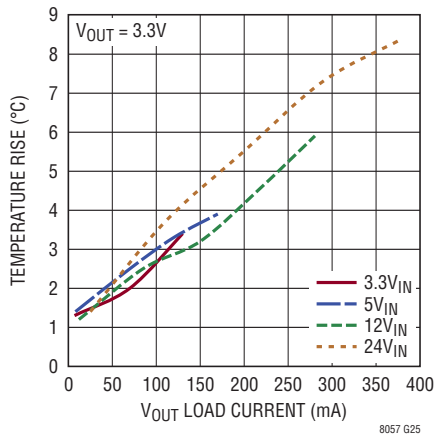
### 接合部温度の上昇と負荷電流



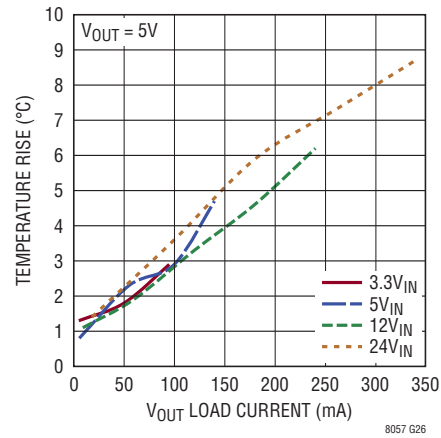
8057 G24

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 ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )。

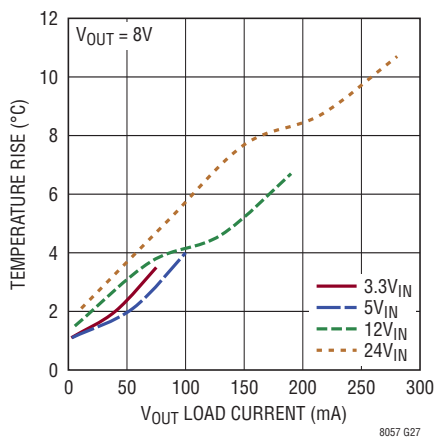
接合部温度の上昇と負荷電流



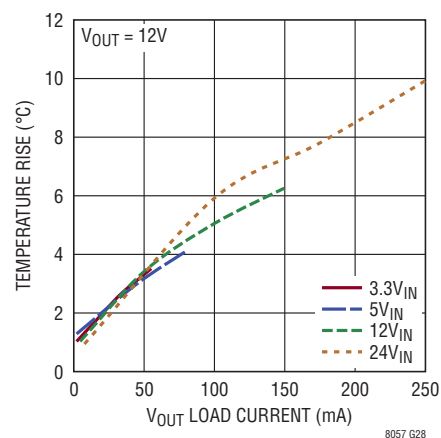
接合部温度の上昇と負荷電流



接合部温度の上昇と負荷電流



接合部温度の上昇と負荷電流



## ピン機能



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よく確認してください。

**V<sub>OUT</sub> (バンク1) :** V<sub>OUT</sub>とV<sub>OUT</sub><sup>-</sup>は、LTM8057のフライバック段の絶縁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。

**V<sub>OUT</sub><sup>-</sup> (バンク2) :** V<sub>OUT</sub><sup>-</sup>はV<sub>OUT1</sub>とV<sub>OUT2</sub>の両方のリターンです。V<sub>OUT1</sub>とV<sub>OUT</sub><sup>-</sup>は、LTM8057の絶縁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、LTM8057からの熱流の大半がGNDパッドとV<sub>OUT</sub><sup>-</sup>パッドを通るので、プリント回路の設計がデバイスの熱性能に大きく影響します。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<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。

**GND (バンク4) :** これは、LTM8057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、LTM8057からの熱流の大半がGNDパッドとV<sub>OUT</sub><sup>-</sup>パッドを通るので、プリント回路の設計がデバイスの熱性能に大きく影響します。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<sub>IN</sub> (バンク5) :** V<sub>IN</sub>ピンは、LTM8057の内部レギュレータと内蔵のパワー・スイッチに電流を供給します。これらのピンは、外付けの低ESRコンデンサを使用して短距離でバイパスする必要があります。

**RUN (ピンF3) :** V<sub>IN</sub>とこのピンの間に抵抗分割器を接続することにより、LTM8057が動作する最小電圧を設定します。1.24Vより低い電圧では、LTM8057は2次側に電力を供給しません。1.24Vより高い電圧では、2次側に電力が供給され、SSピンに10μA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。このピンを使用しない場合は、V<sub>IN</sub>に接続します。

**ADJ (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<sub>OUT1</sub>をV<sub>OUT</sub><sup>-</sup>を基準にして設定します。目的のV<sub>OUT</sub>値が表1に示されていない場合は、次式

$$R_{ADJ} = 28.4 \left( V_{OUT1}^{-0.879} \right) k\Omega$$

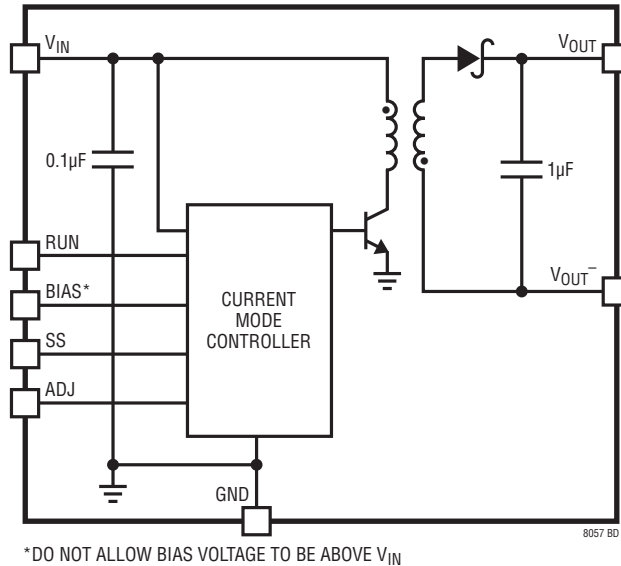
を使用して値を概算できます。経験を積んだ設計者には、この指数を含む式は奇異に見えるかもしれません。この式が指数になっているのは、レギュレーションの温度補償に非線形の電流源を使用するからです。

**BIAS (ピンH5) :** このピンは、LTM8057の動作に必要な電力を供給します。4.7μF以上の低ESRコンデンサを使用して短距離で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H6) :** 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。



## ブロック図



## 動作

LTM8057は、最大440mAの出力電流を供給できる独立した絶縁型フライバック・スイッチングDC/DC電源です。このモジュールは、1本の外付け抵抗でプログラム可能な2.5V～12Vの安定化出力電圧を供給します。LTM8057の入力電圧範囲は3.1V～31Vです。LTM8057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、入力電圧が目的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なるようにしてください。「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 $V_{IN}$ のグラフを示します。

簡略ブロック図を示します。LTM8057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・ダイオードおよび小さめの入力容量と出力容量を内蔵しています。

LTM8057は、1次側と2次側の間に、AC 2kV定格の電氣的絶縁性能を備えています。この性能は、1次側と2次側の間にDC 3kVを1秒間印加することによって検査します。AC 2kVの絶縁を3kVのDCテストで検査していることに注意し

てください。2kVのAC波形のピーク電圧はDC換算で2.83kVなので、DC 3kVを印加しています。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。LTM8057は、UL60950認定部品です。

内部レギュレータが制御回路に電力を供給します。このバイアス・レギュレータは通常 $V_{IN}$ 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LTM8057をオン/オフするのに使用され、オフすると出力が切断されて入力電流が1µA以下に減少します。

LTM8057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増加します。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。

## 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 を参照し、目的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、 $C_{IN}$ 、 $C_{OUT}$ 、および  $R_{ADJ}$  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が検証してください。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、出力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 LTM8057 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。LTM8057 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、このデバイスの定格を超える恐れがあります。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。

LTM8057 表 1a. 特定の  $V_{OUT}$  電圧に対する推奨部品値と構成 ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

$V_{IN}$	$V_{OUT}$	$V_{BIAS}$	$C_{IN}$	$C_{OUT}$	$R_{ADJ}$
3.1V~31V	2.5V	3.1V to 15V or Open	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	100 $\mu\text{F}$ , 6.3V, 1210	12.4k
3.1V~31V	3.3V	3.1V to 15V or Open	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	100 $\mu\text{F}$ , 6.3V, 1210	10k
3.1V~29V	5V	3.1V to 15V or Open	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	22 $\mu\text{F}$ , 16V, 1210	6.98k
3.1V~26V	8V	3.1V to 15V or Open	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	22 $\mu\text{F}$ , 10V, 1206	4.53k
3.1V~24V	12V	3.1V to 15V or Open	2.2 $\mu\text{F}$ , 25V, 0805	10 $\mu\text{F}$ , 16V, 1210	3.16k/8.2pF*
9V~15V	2.5V	$V_{IN}$	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	100 $\mu\text{F}$ , 6.3V, 1210	12.4k
9V~15V	3.3V	$V_{IN}$	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	47 $\mu\text{F}$ , 6.3V, 1210	10k
9V~15V	5V	$V_{IN}$	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	22 $\mu\text{F}$ , 16V, 1210	6.98k
9V~15V	8V	$V_{IN}$	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	22 $\mu\text{F}$ , 10V, 1206	4.53k
9V~15V	12V	$V_{IN}$	2.2 $\mu\text{F}$ , 25V, 0805	10 $\mu\text{F}$ , 16V, 1210	3.16k
18V~31V	2.5V	3.1V to 15V or Open	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	100 $\mu\text{F}$ , 6.3V, 1210	12.4k
18V~31V	3.3V	3.1V to 15V or Open	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	47 $\mu\text{F}$ , 6.3V, 1210	10k
18V~29V	5V	3.1V to 15V or Open	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	22 $\mu\text{F}$ , 16V, 1210	6.98k
18V~26V	8V	3.1V to 15V or Open	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	22 $\mu\text{F}$ , 10V, 1206	4.53k
18V~24V	12V	3.1V to 15V or Open	2.2 $\mu\text{F}$ , 50V, 1206	10 $\mu\text{F}$ , 16V, 1210	3.16k/8.2pF*

注意:  $BIAS$  が  $V_{IN}$  を超えないようにします。パルク入力コンデンサが必要です。 $BIAS$  を開放状態にした場合、 $V_{IN}$  の最小値は 4.3V です。

\* $ADJ$  と  $GND$  の間に 3.16k と 8.2pF を並列に接続

## 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、LTM8057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4.7 $\mu$ 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。このピンに電圧を加えなくてもLTM8057は適切に動作しますが、3.1V～ $V_{IN}$ の間の電圧を与えると効率がさらに向上して消費電力が減少します。 $V_{IN}$ が低い場合、BIASピンの電圧を3.1V以上にすると、LTM8057は出力電流の供給量を増加できます。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。LTM8057がイネーブルされている場合、 $V_{IN}$ が十分高い電圧に達するか、またはRUNピンが“H”になると、LTM8057はSSピンから約10 $\mu$ Aを供給します。この電流がSSとGNDの間に接続されたコンデンサを徐々に充電するのに応じて、LTM8057が出力に供給する電力が増えるので、起動時の電圧上昇を緩やかにすることができます。

### 絶縁、使用電圧、および安全規定の順守

LTM8057の絶縁は、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て、両者間にDC 3kVの電圧差を1秒間印加することにより、高電圧で全数テストされています。これにより、LTM8057の部品としての絶縁電圧定格が確認されます。

LTM8057の絶縁定格は、アプリケーションでの使用電圧や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、LTM8057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ります。LTM8057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。LTM8057の場合、絶縁電圧定格は高電圧テストによって全数確認されます。使用電圧または動作電圧は、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、メーカの絶縁定格より多くの場合低くなります。

LTM8057は、UL60950、申請番号464570でのUL認定部品です。LTM8057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、LTM8057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での実際の使用電圧、絶縁分類、汚染度、およびその他の重要パラメータは、実際の環境、アプリケーション、安全規定の順守といった要件により異なります。したがって、安全性と適合性について検討し、LTM8057が目的のアプリケーションに適していることを確認するのはユーザーの責任です。

## アプリケーション情報

## ADJと入力レギュレーション

$V_{OUT}$ が8Vを超える場合、トランスの寄生素子がコントローラと互いに影響し合うことにより、最小負荷が局部的に増加します。ADJとGNDの間に小容量のコンデンサを取り付けて、適正な入力レギュレーションを確保することが必要な場合があります。このコンデンサの値を選択するときには注意が必要です。コンデンサが小さすぎるかコンデンサを接続しない場合は、入力レギュレーションが不十分になります。一般的には、 $V_{OUT}$ が高いほど大容量のコンデンサが必要です。容量が大きすぎるとレギュレーションを維持するために必要な最小負荷が極端に大きくなります。

図1のプロットは、値が異なる3種類のコンデンサをADJとGNDの間に接続した場合のLTM8057の入力レギュレーションを示しています。

図2のプロットは、図1と同じ3種類のコンデンサに対する最小負荷要件を示しています。

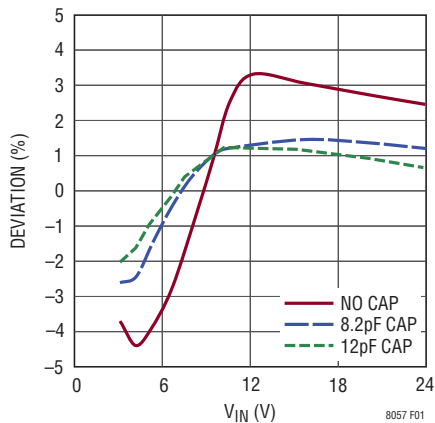


図1.  $V_{OUT}$ の入力レギュレーションと $V_{IN}$

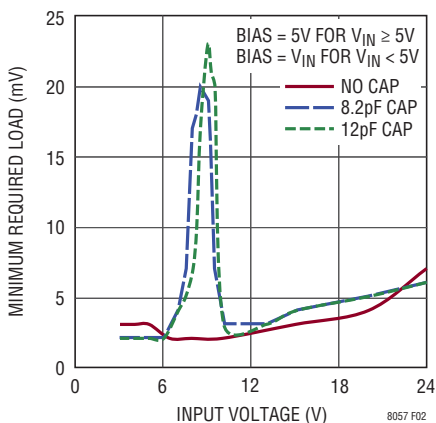


図2. 必要最小負荷と入力電圧

目的とするアプリケーションに合致するコンデンサの値を慎重に選択してください。

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

LTM8057は動作中、 $V_{OUT}$ から $V_{OUT}^-$ の方向の逆電圧を許容できません。動作中に $V_{OUT}^-$ が $V_{OUT}$ より高くなると、LTM8057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、LTM8057には、順方向電圧降下が小さなパワー・ショットキ・ダイオードが内蔵されており、 $V_{OUT}/V_{OUT}^-$ に対して逆並列に接続されています。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、給電状態のLTM8057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、 $V_{OUT}$ 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 $V_{OUT}$ の容量がLCタンク回路を形成し、 $V_{OUT}$ を負にドライブします。これらの条件を避けてください。

## 安全性定格コンデンサ

一部のアプリケーションでは、安全性定格コンデンサが必要です。これらは、特にAC動作と高電圧サージ向けに設計され、定格が規定されている高電圧コンデンサです。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。LTM8057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 $V_{OUT}^-$ の間に接続することです。最大限の柔軟性を得るため、LTM8057のGNDと $V_{OUT}^-$ 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、LTM8057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 $V_{OUT}^-$ 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。

## アプリケーション情報

表2. 安全性定格コンデンサ

メーカー	製品番号	説明
村田製作所	GA343DR7GD472KW01L	4700pF、AC 250V、X7R、 4.5mm×3.2mmのコンデンサ
Johanson Dielectrics	302R29W471KV3E-****-SC	470pF、AC 250V、X7R、 4.5mm×2mmのコンデンサ
Syfer Technology	1808JA250102JCTSP	100pF、AC 250V、COG、 1808のコンデンサ

## プリント回路基板のレイアウト

プリント回路基板のレイアウトに関連した困難な問題のほとんどは、LTM8057による高度の集積化によって軽減されるか、解消されました。とはいえ、LTM8057はスイッチング電源なので、電氣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3を参照してください。接地と放熱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.  $R_{ADJ}$ 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LTM8057の $V_{IN}$ およびGND接続箇所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 $V_{OUT}$ と $V_{OUT^-}$ 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ウンド電流が、LTM8057のすぐ近く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LTM8057の間でグラウンド接続を切り離さないようにします。

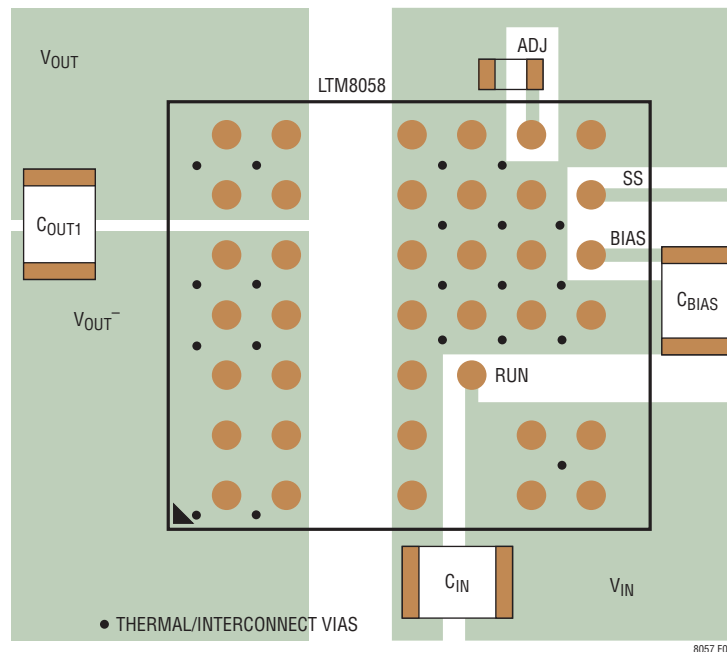


図3. 推奨外部部品、プレーン、およびサーマル・ピアを示すレイアウト

## アプリケーション情報

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3のサーマル・ビアの位置と密度に注意してください。サーマル・ビアは内部の電力処理部品に近接しているので、これらの位置で内部のGNDプレーンに接続するビアによってもたらされる放熱効果により、LTM8057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、LTM8057の回路の入力バイパス・コンデンサに最適です。ただし、LTM8057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、LTM8057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を生じる可能性があり、このリンギングがLTM8057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LTM8057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過渡応答が減衰し、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

高い周囲温度で動作する必要がある場合、LTM8057の出力電流のデレーティングが必要になることがあります。電流のデレーティングの程度は、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LTM8057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。

$\theta_{JA}$ : 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。

$\theta_{JcBoard}$ : 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、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。

## アプリケーション情報

$\theta_{JCTop}$  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。

$\theta_{JCboard}$  は、熱の大部分が  $\mu$ Module コンバータの底部を流れ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。

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、いづれ

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4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。

LTM8057 のダイ温度は  $125^{\circ}\text{C}$  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 LTM8057 の十分な放熱を確保します。LTM8057 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適切でない場合と過度の熱が生じ、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。

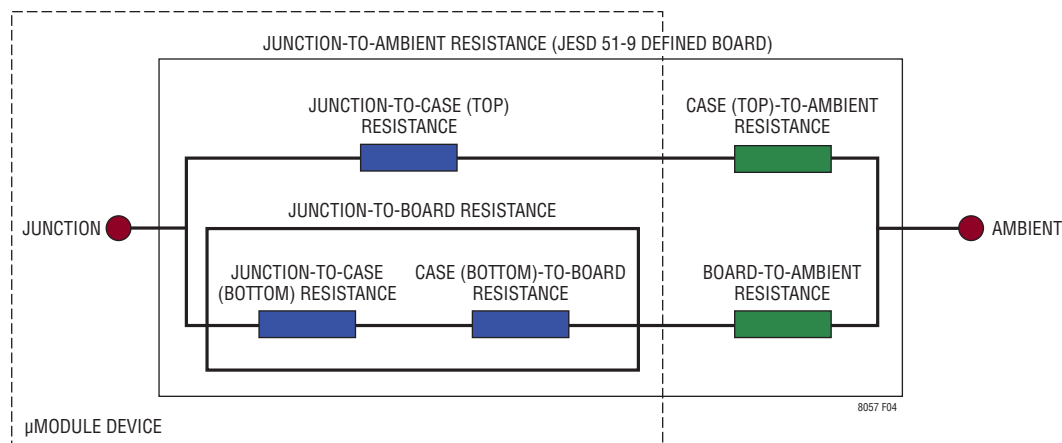
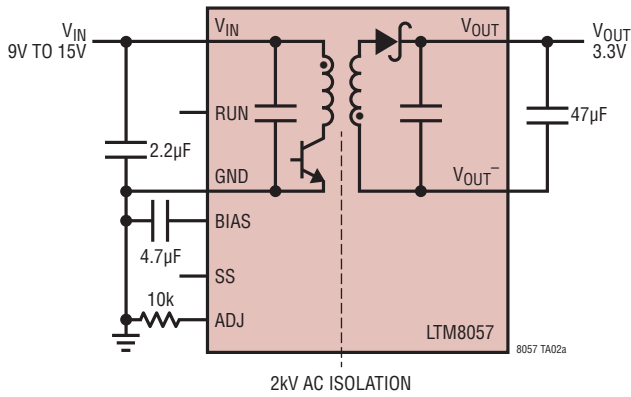


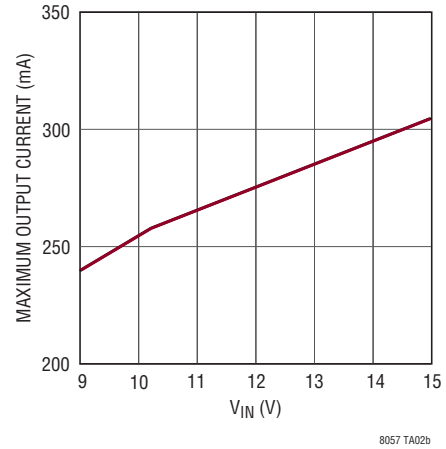
図4

## アプリケーション情報

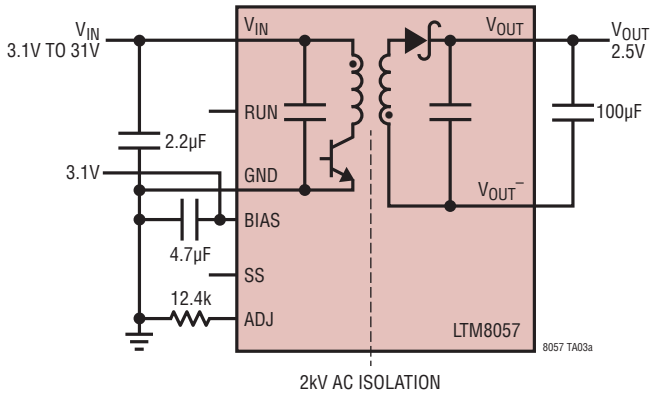
### 3.3Vフライバック・コンバータ



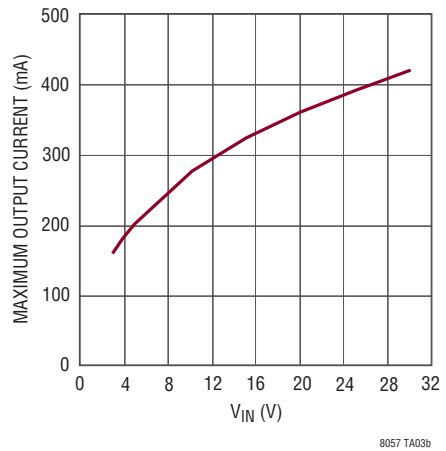
### 最大出力電流とVIN



### 2.5Vフライバック・コンバータ



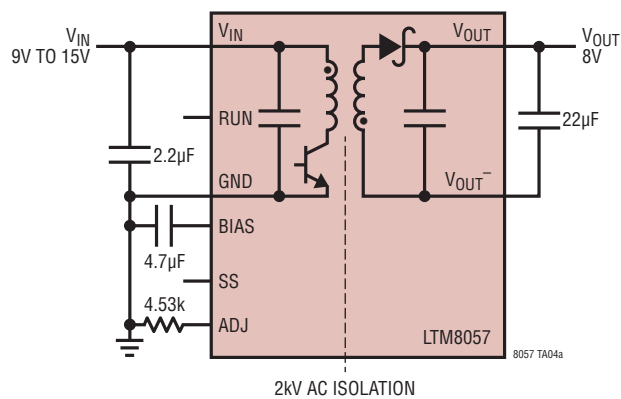
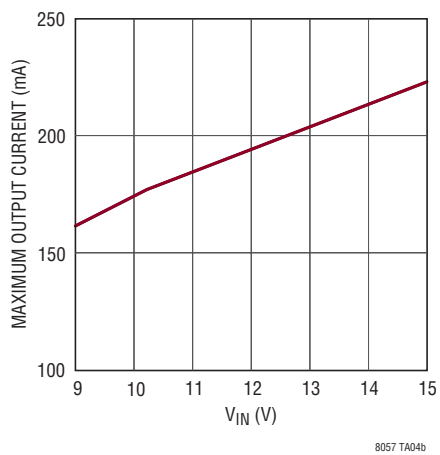
### 最大出力電流とVIN





## 標準的応用例

## 8Vフライバック・コンバータ

最大出力電流と  $V_{IN}$ 

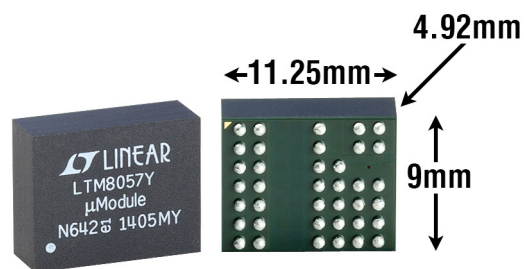
# LTM8057

## パッケージ

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		
A1	V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup>	B1	V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup>	C1	-	D1	-	E1	GND	F1	-	G1	V <sub>IN</sub>	H1	V <sub>IN</sub>
A2	V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup>	B2	V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup>	C2	-	D2	-	E2	GND	F2	-	G2	V <sub>IN</sub>	H2	V <sub>IN</sub>
A3	V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup>	B3	V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup>	C3	-	D3	-	E3	GND	F3	RUN	G3	-	H3	-
A4	V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup>	B4	V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup>	C4	-	D4	-	E4	GND	F4	GND	G4	GND	H4	GND
A5	V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup>	B5	V <sub>OUT</sub> <sup>-</sup>	C5	-	D5	-	E5	GND	F5	GND	G5	GND	H5	BIAS
A6	V <sub>OUT</sub>	B6	V <sub>OUT</sub>	C6	-	D6	-	E6	GND	F6	GND	G6	GND	H6	SS
A7	V <sub>OUT</sub>	B7	V <sub>OUT</sub>	C7	-	D7	-	E7	GND	F7	GND	G7	ADJ	H7	GND

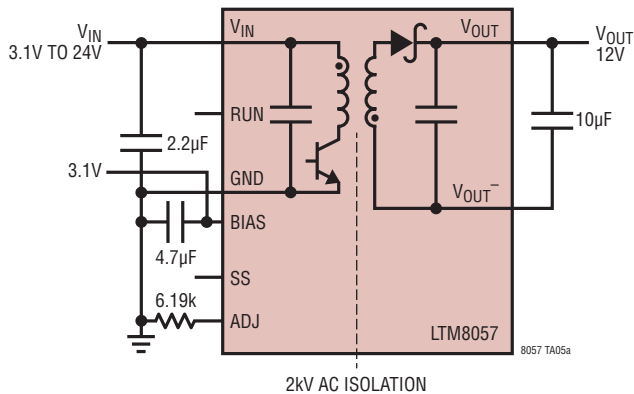
## パッケージの写真



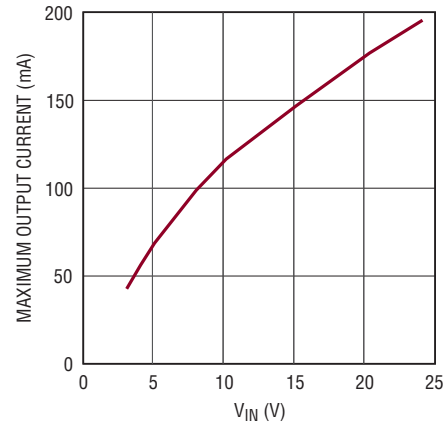


## 標準的応用例

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



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: center;"><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
<a href="#">LTM8058</a>	LDOポスト・レギュレータ内蔵のAC 2kV、1.5W絶縁型µModuleコンバータ	$3.1V \leq V_{IN} \leq 31V$ 、 $1.2V \leq V_{OUT} \leq 12V$ 、出力リップル: $20\mu V_{RMS}$
<a href="#">LTM8031</a>	超低EMI、1A µModuleレギュレータ	EN55022のクラスBに準拠、 $3.6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 10V$
<a href="#">LTM8032</a>	超低EMI、2A µModuleレギュレータ	EN55022のクラスBに準拠、 $3.6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 10V$
<a href="#">LTM8033</a>	超低EMI、3A µModuleレギュレータ	EN55022のクラスBに準拠、 $3.6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 24V$
<a href="#">LTM4612</a>	超低EMI、5A µModuleレギュレータ	EN55022のクラスBに準拠、 $5V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $3.3V \leq V_{OUT} \leq 15V$
<a href="#">LTM8061</a>	リチウムイオン/ポリマーµModuleバッテリー・チャージャ	$4.95V \leq V_{IN} \leq 32V$ 、充電電流: 2A、1セルおよび2セル、セル当たり4.1Vまたは4.2V
<a href="#">LTM4613</a>	超低EMI、8A µModuleレギュレータ	EN55022のクラスBに準拠、 $5V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $3.3V \leq V_{OUT} \leq 15V$
<a href="#">LTM8047</a>	DC 725V絶縁型µModuleコンバータ	$3.1V \leq V_{IN} \leq 32V$ 、 $2.5V \leq V_{OUT} \leq 12V$

8057f