

# 60V 入力、5A Silent Switcher $\mu$ Module レギュレータ

## 特長

- 完全な降圧スイッチ・モード電源
- 低ノイズ Silent Switcher<sup>®</sup>アーキテクチャ
- CISPR22 クラス B 準拠
- 広い入力電圧範囲: 3.6V~60V
- 広い出力電圧範囲: 0.97V~15V
- 24V 入力、3.3V 出力時の連続出力電流: 5A、 $T_A = 85^\circ\text{C}$
- 12V 入力、3.3V 出力時のピーク電流: 7.25A
- 並列接続により出力電流の増加に対応
- 選択可能なスイッチング周波数: 200kHz~2.2MHz
- プログラマブルなソフトスタート
- 9mm x 11.25mm x 3.32mm RoHS 準拠の BGA パッケージ

## アプリケーション

- 試験装置および計測装置
- 航空機
- 分散型電源のレギュレーション
- 産業用電源
- AC 電源アダプタのレギュレーション

## 概要

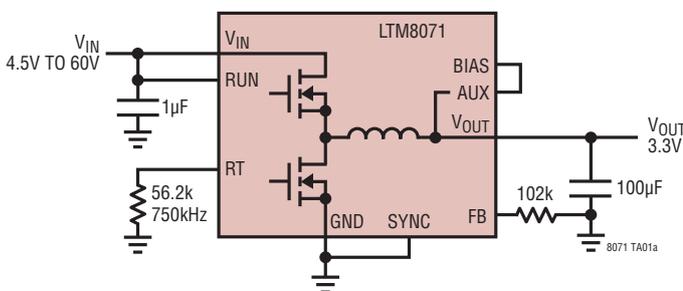
LTM<sup>®</sup>8071 は、60V 入力の 5A (連続) 降圧 Silent Switcher (サイレント・スイッチャ)  $\mu$ Module<sup>®</sup> (パワー・モジュール) レギュレータです。Silent Switcher アーキテクチャにより、EMI を最小限に抑えつつ、最大 2.2MHz の周波数で高い効率を実現します。スイッチング・コントローラ、パワー・スイッチ、インダクタ、および全ての周辺部品がパッケージに搭載されています。LTM8071 は、3.6V~60V の入力電圧範囲で動作します。また、0.97V~15V の出力電圧範囲、200kHz~2.2MHz の範囲のスイッチング周波数に対応しており、それぞれ 1 本の抵抗で設定できます。設計を完成させるのに必要なものは、入力および出力フィルタのコンデンサのみです。

LTM8071 は、標準的な表面実装機による自動化アセンブリに適した小型オーバーモールド BGA (Ball Grid Array) パッケージに搭載されています。LTM8071 は、SnPb (BGA) または RoHS 準拠の端子仕上げで供給されます。

全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

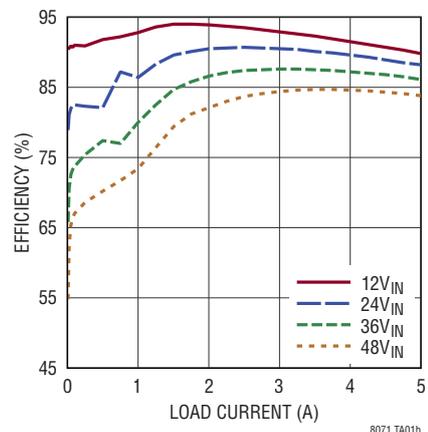
## 標準的応用例

4.5V~60V の入力から 3.3V を出力する降圧コンバータ



PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG, SHARE

効率、 $V_{OUT} = 3.3V$ 、BIAS = 5V



8071 TA01b

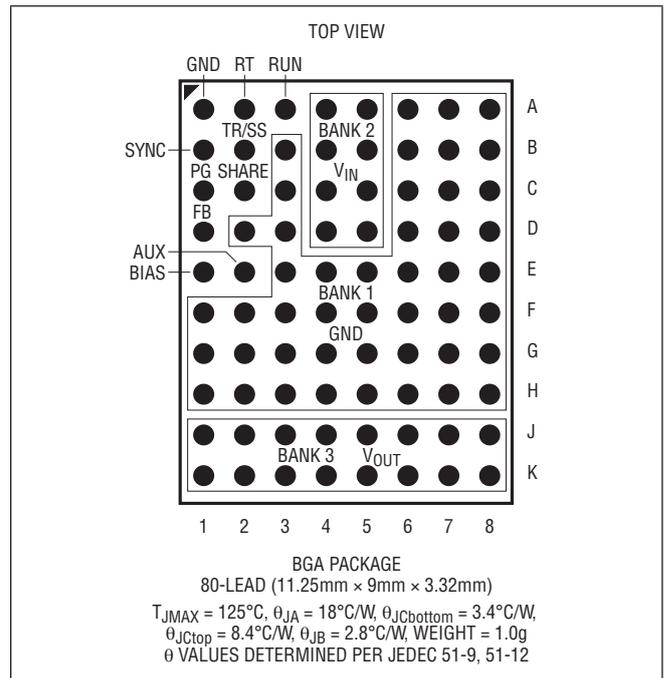
# LTM8071

## 絶対最大定格

(Note 1, 2, 4)

$V_{IN}$ 、RUNの電圧	65V
PGの電圧	42V
AUX、 $V_{OUT}$ 、BIASの電圧	19V
FB、TR/SSの電圧	4V
SYNCの電圧	6V
最大内部温度	125°C
保存温度	-50°C~125°C
ハンダ・リフローのピーク・ボディ温度	250°C

## ピン配置



## 発注情報

製品番号	端子仕上げ	製品マーキング*		パッケージ・タイプ	MSL 定格	温度範囲 (Note 3, 4)
		デバイス	仕上げコード			
LTM8071EY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8071	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8071IY#PBF			e0			
LTM8071IY	SnPb (63/37)					

• 更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。

- [推奨されるLGA/BGAのPCBアセンブリおよび製造方法](#)
- [LGA/BGAパッケージおよびトレイの図面](#)

## 電気的特性

●は規定された動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_J = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $\text{RUN} = 2\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Minimum Input Voltage	$V_{IN}$ Rising	●		3.6	V	
Output DC Voltage	$R_{FB}$ Open $R_{FB} = 17.2\text{k}\Omega$		0.97 15		V V	
Peak Output DC Current	$V_{OUT} = 3.3\text{V}$ , $f_{SW} = 1\text{MHz}$	7.25			A	
Quiescent Current Into $V_{IN}$	$\text{RUN} = 0\text{V}$ $\text{BIAS} = 0\text{V}$ , No Load, $\text{SYNC} = 0\text{V}$ , Not Switching			3 300	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$	
Quiescent Current Into BIAS	$\text{BIAS} = 5\text{V}$ , $\text{RUN} = 0\text{V}$ $\text{BIAS} = 5\text{V}$ , No Load, $\text{SYNC} = 0\text{V}$ , Not Switching $\text{BIAS} = 5\text{V}$ , $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ , $I_{OUT} = 3.5\text{A}$ , $f_{SW} = 1\text{MHz}$			1 275 25	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ mA	
Line Regulation	$5.5\text{V} < V_{IN} < 36\text{V}$ , $I_{OUT} = 1\text{A}$		0.5		%	
Load Regulation	$0.1\text{A} < I_{OUT} < 3.5\text{A}$		0.5		%	
Output Voltage Ripple	$I_{OUT} = 3.5\text{A}$		10		mV	
Switching Frequency	$R_T = 232\text{k}\Omega$ $R_T = 41.2\text{k}\Omega$ $R_T = 15.8\text{k}\Omega$		200 1 2.2		kHz MHz MHz	
Voltage at FB		●	955	970	985	mV
Minimum BIAS Voltage	(Note 5)			3.2	V	
RUN Threshold Voltage	Run Rising	0.9		1.06	V	
Run Leakage Current				1	$\mu\text{A}$	
TR/SS Current	$\text{TR/SS} = 0\text{V}$		2		$\mu\text{A}$	
TR/SS Pull-Down	$\text{TR/SS} = 0.1\text{V}$		200		$\Omega$	
PG Threshold Voltage at FB (Upper)	FB Falling (Note 6)		1.05		V	
PG Threshold Voltage at FB (Lower)	FB Rising (Note 6)		0.89		V	
PG Leakage Current	$\text{PG} = 42\text{V}$			1	$\mu\text{A}$	
PG Sink Current	$\text{PG} = 0.1\text{V}$		150		$\mu\text{A}$	
SYNC Threshold Voltage	Synchronization	0.4		1.5	V	
SYNC Voltage	To Enable Spread Spectrum	2.9		4.2	V	
SYNC Current	$\text{SYNC} = 0\text{V}$			35	$\mu\text{A}$	

**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。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恐れがある。

**Note 2:** 注記がない限り、絶対最小電圧はゼロである。

**Note 3:** LTM8071Eは、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の内部温度で性能仕様に適合することが確認されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全内部動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTM8071Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全内部動作温度範囲で仕様に適合することが確認されている。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:** LTM8071は、瞬間的な過負荷状態時にデバイスを保護するための過熱保護機能を備えている。過熱保護が動作しているとき、内部温度は最大動作ジャンクション温度を超える。規定された最大動作ジャンクション温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

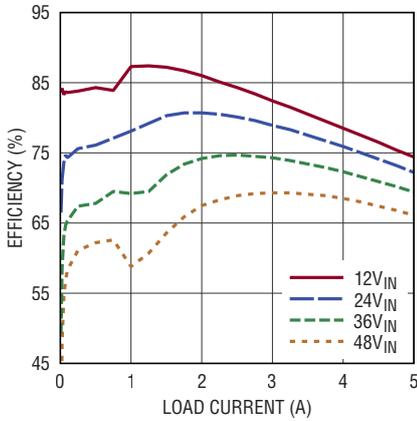
**Note 5:** この規定された電圧未満の場合、内部回路は $V_{IN}$ から電力を供給される。

**Note 6:** PGはローからハイに遷移する。

## 代表的な性能特性

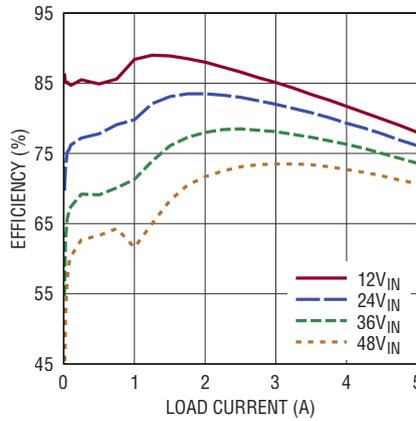
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

効率と負荷電流  
 $V_{OUT} = 0.97\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$



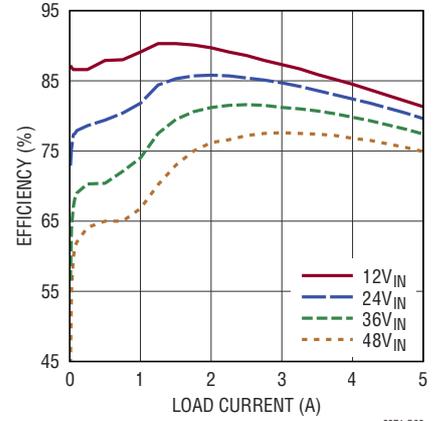
8071 G01

効率と負荷電流  
 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$



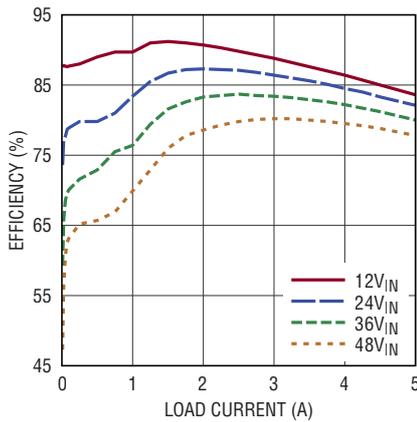
8071 G02

効率と負荷電流  
 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$



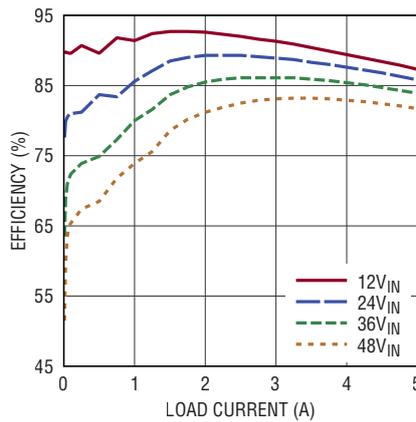
8071 G03

効率と負荷電流  
 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$



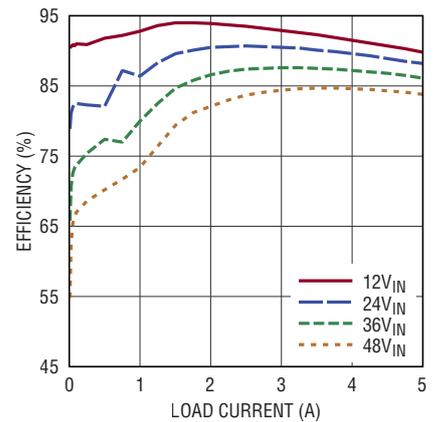
8071 G04

効率と負荷電流  
 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$



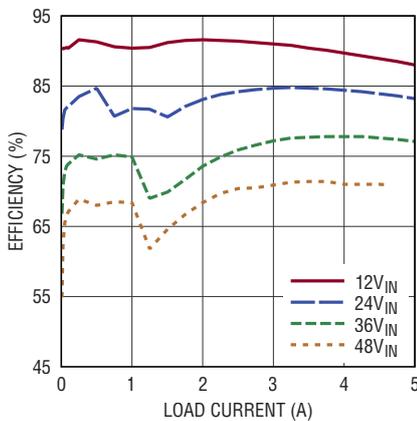
8071 G05

効率と負荷電流  
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$



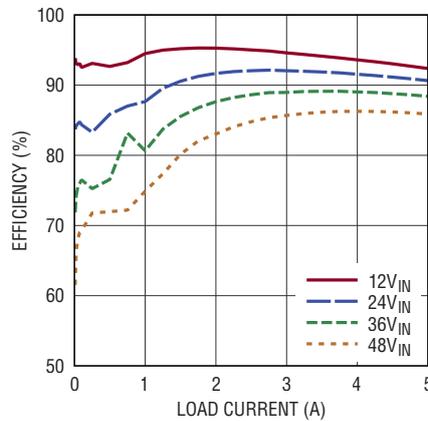
8071 G06

効率と負荷電流  
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$   
 $f_{SW} = 2\text{MHz}$



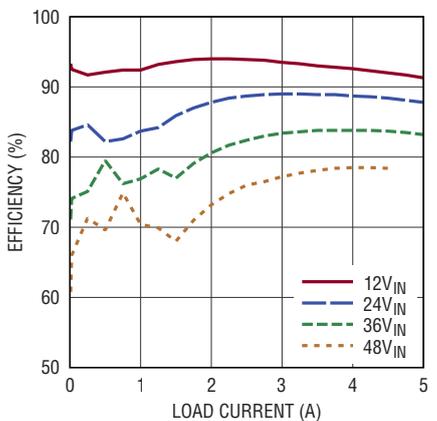
8071 G07

効率と負荷電流  
 $V_{OUT} = 5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$



8071 G08

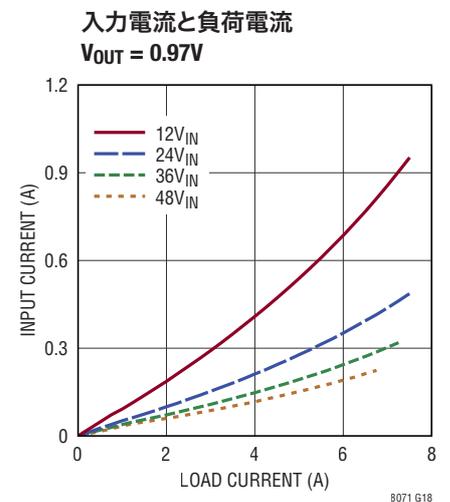
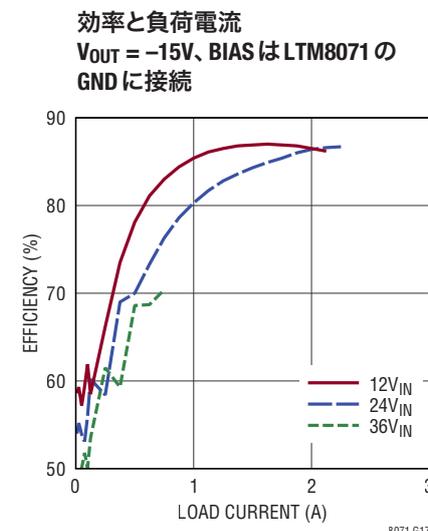
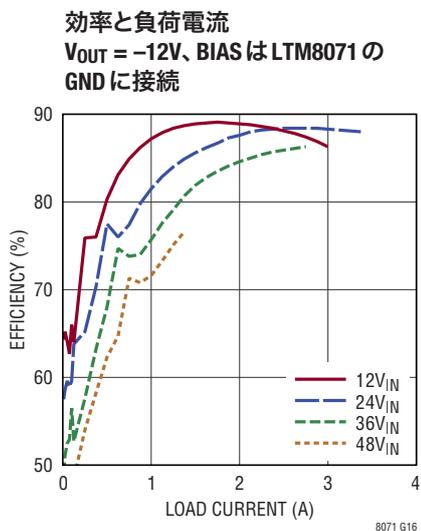
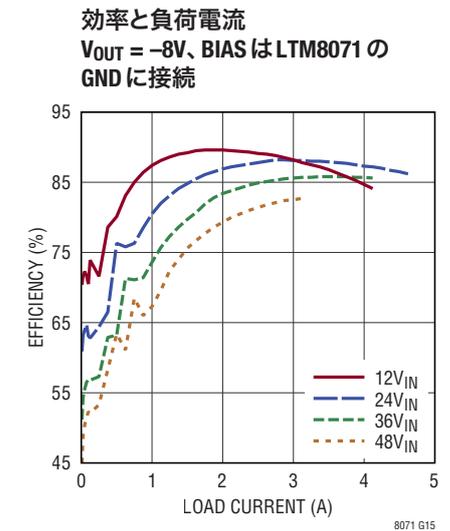
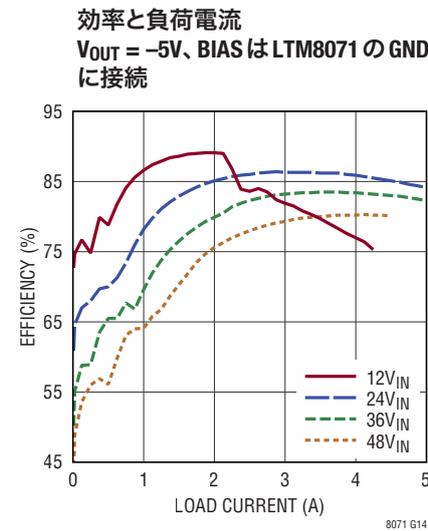
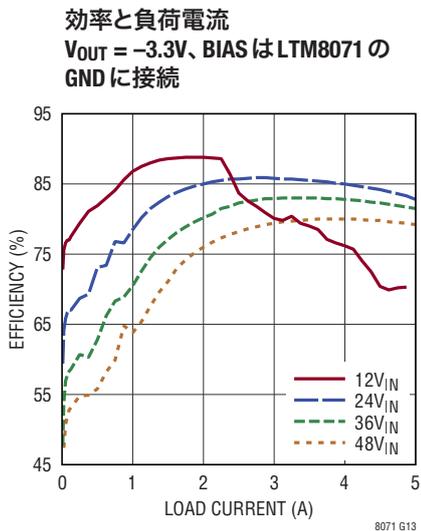
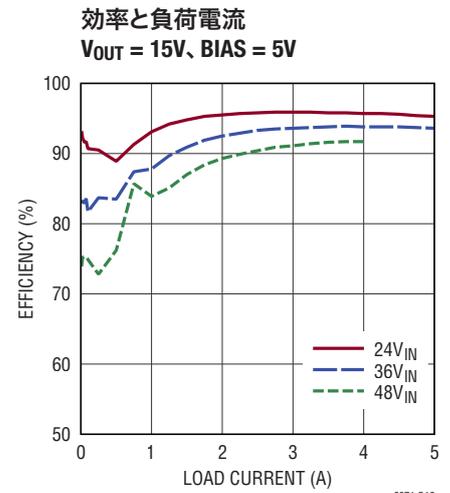
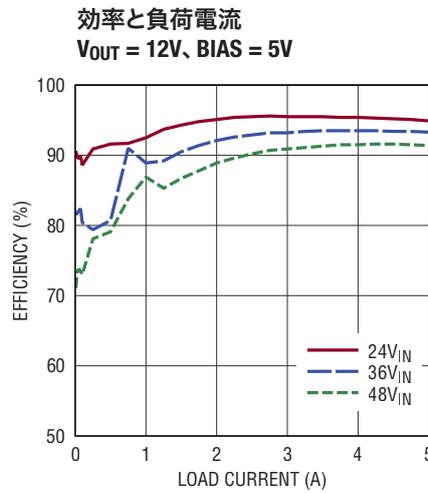
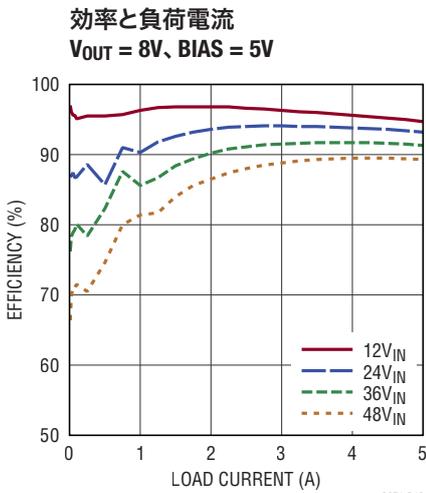
効率と負荷電流  
 $V_{OUT} = 5\text{V}$ ,  $\text{BIAS} = 5\text{V}$   
 $f_{SW} = 2\text{MHz}$



8071 G09

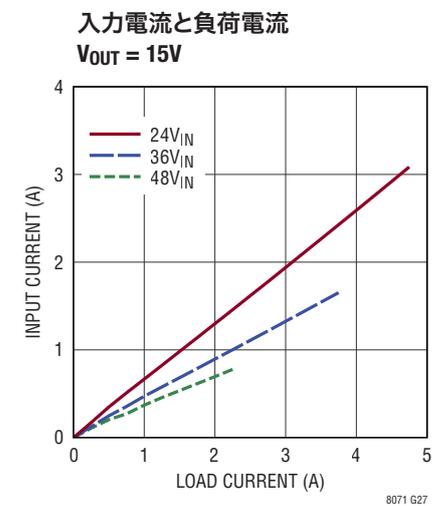
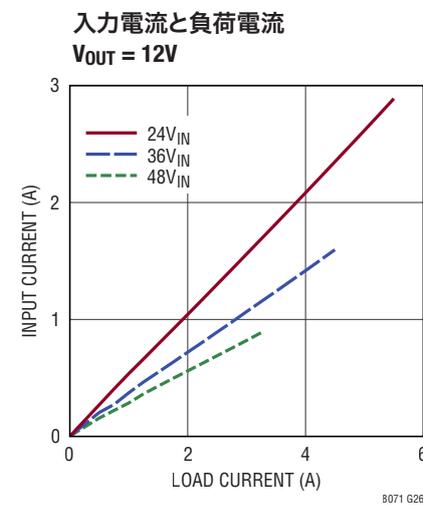
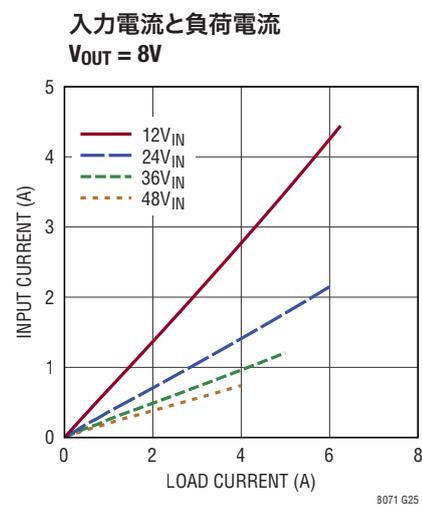
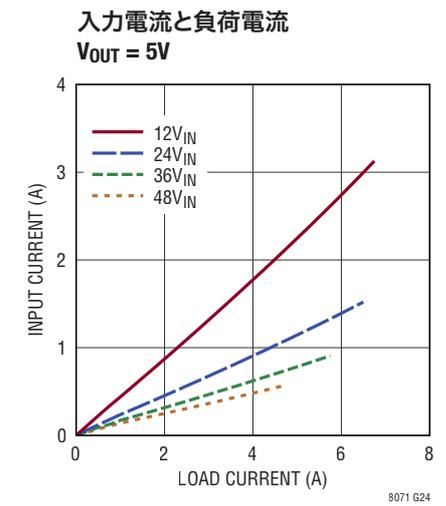
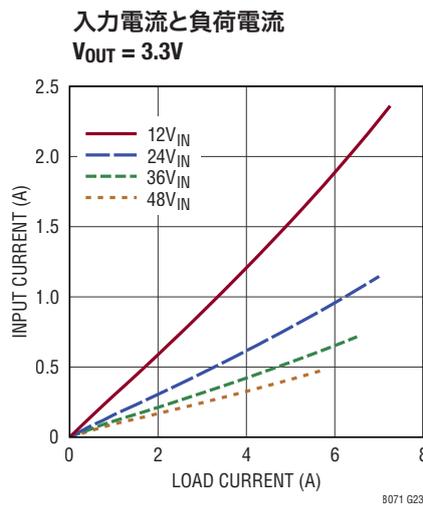
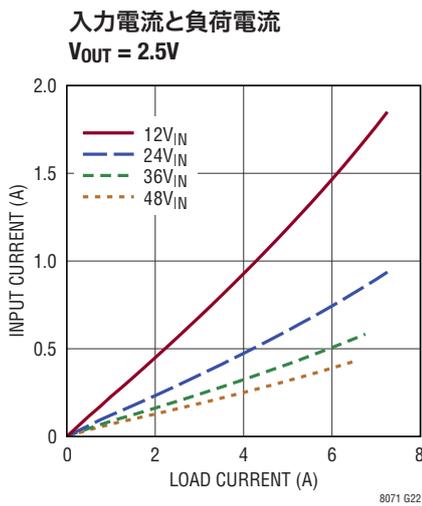
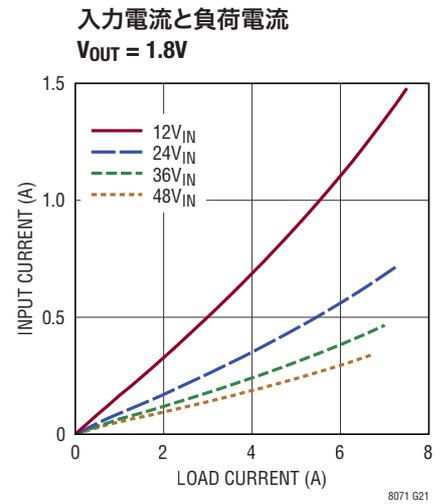
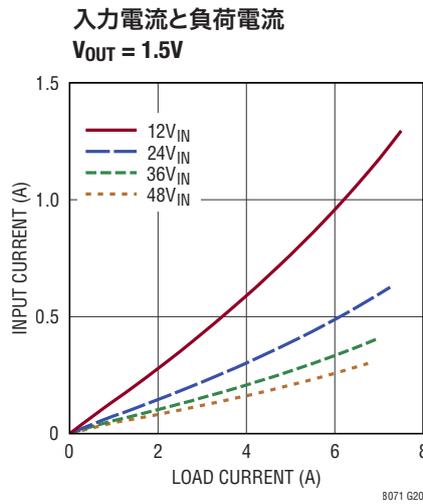
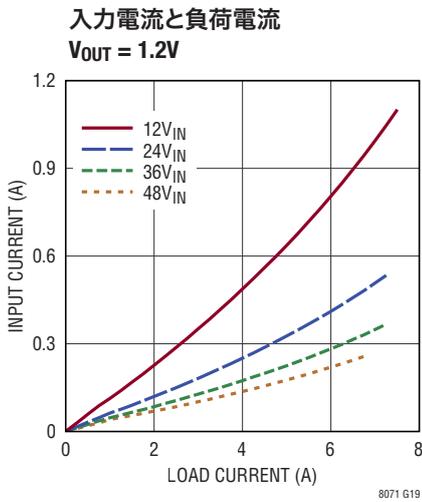
代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。



## 代表的な性能特性

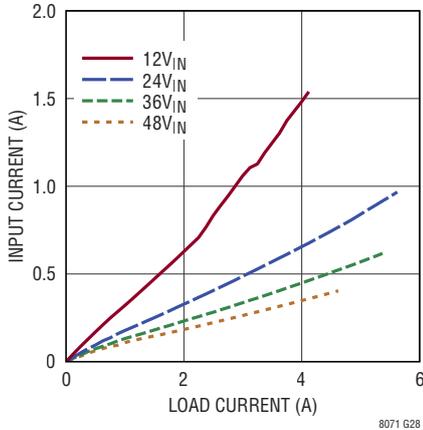
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。



代表的な性能特性

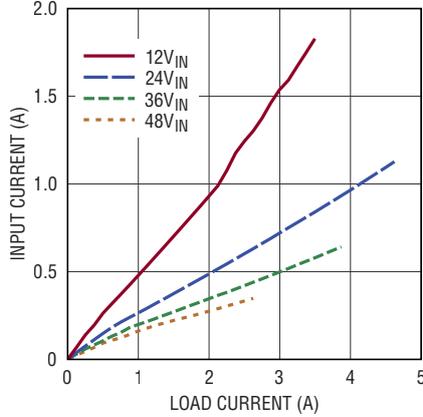
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

入力電流と負荷電流  
 $V_{OUT} = -3.3\text{V}$   
 BIASはLTM8071のGNDに接続



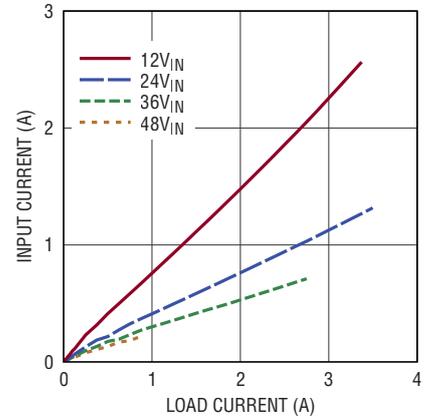
8071 G28

入力電流と負荷電流  
 $V_{OUT} = -5\text{V}$   
 BIASはLTM8071のGNDに接続



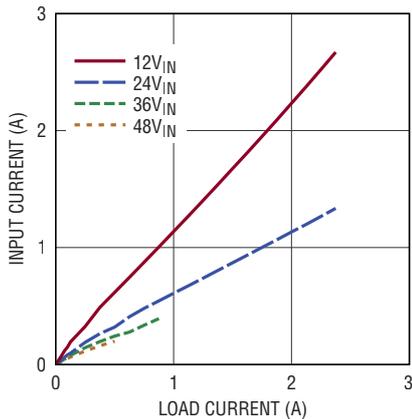
8071 G29

入力電流と負荷電流  
 $V_{OUT} = -8\text{V}$   
 BIASはLTM8071のGNDに接続



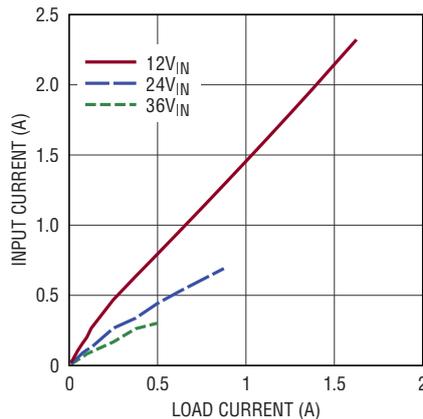
8071 G30

入力電流と負荷電流  
 $V_{OUT} = -12\text{V}$   
 BIASはLTM8071のGNDに接続



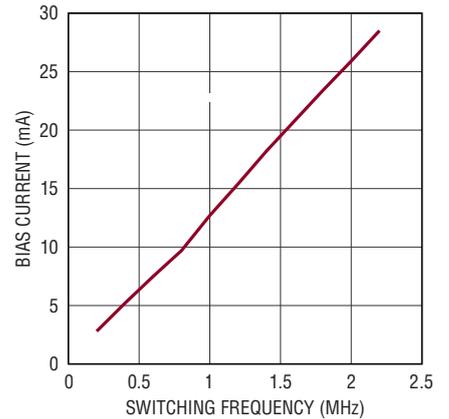
8071 G31

入力電流と負荷電流  
 $V_{OUT} = -15\text{V}$   
 BIASはLTM8071のGNDに接続



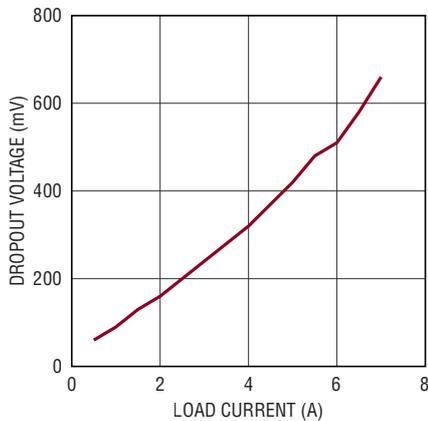
8071 G32

IBIASとスイッチング周波数  
 $V_{BIAS} = 5\text{V}$ ,  $V_{IN} = 24\text{V}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{V}$



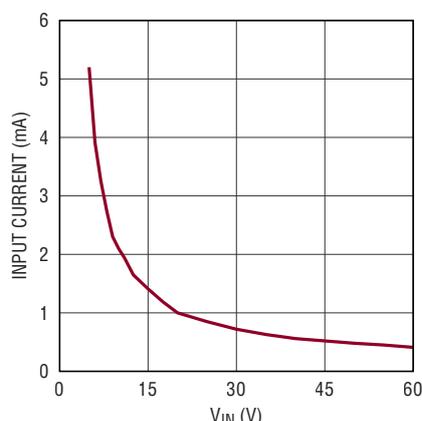
8071 G33

ドロップアウト電圧と負荷電流  
 $V_{OUT} = 5\text{V}$ ,  $BIAS = 5\text{V}$



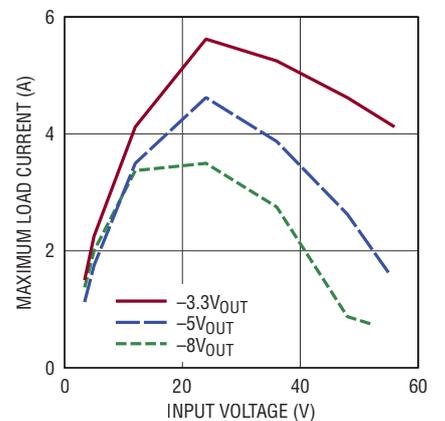
8071 G34

負荷電流とVIN/VOUT短絡時



8071 G35

最大負荷電流とVIN BIASはLTM8071のGNDに接続



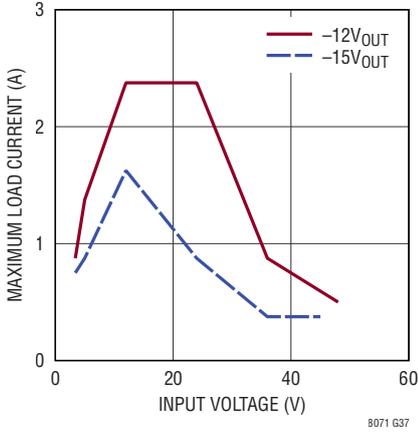
8071 G36

# LTM8071

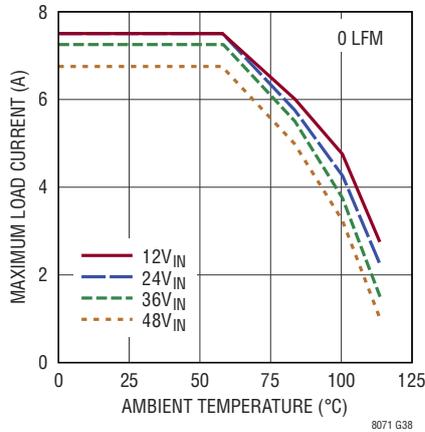
## 代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

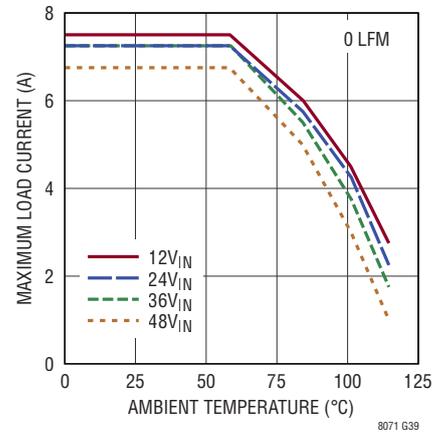
最大負荷電流と  $V_{IN}$  BIAS は  
LTM8071 の GND に接続



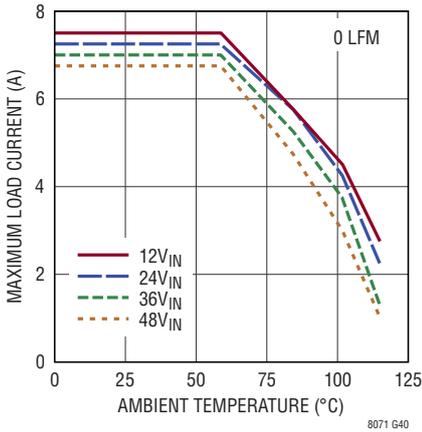
ディレーティング、 $V_{OUT} = 0.97\text{V}$ 、  
BIAS = 5V、DC2387A 評価用ボード



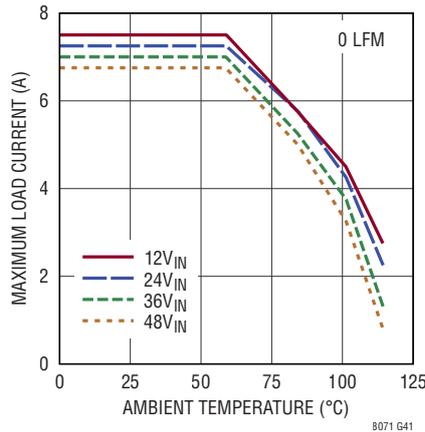
ディレーティング、 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ 、  
BIAS = 5V、DC2387A 評価用ボード



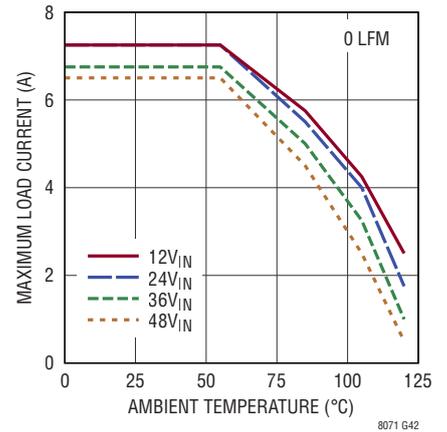
ディレーティング、 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ 、  
BIAS = 5V、DC2387A 評価用ボード



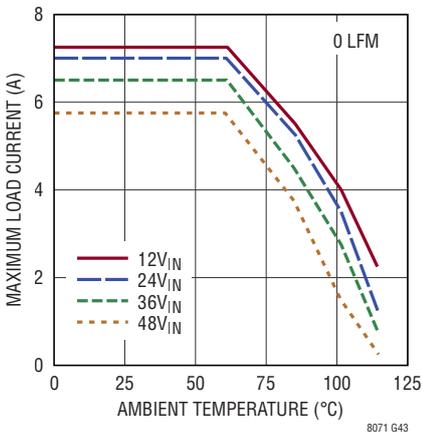
ディレーティング、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、  
BIAS = 5V、DC2387A 評価用ボード



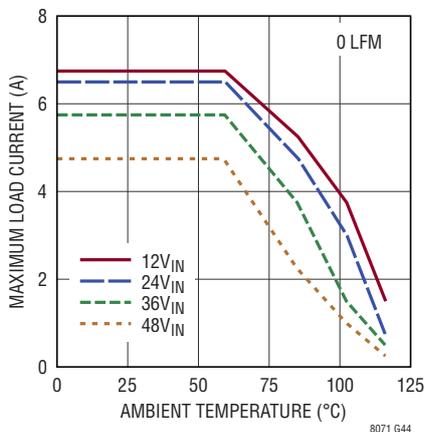
ディレーティング、 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ 、  
BIAS = 5V、DC2387A 評価用ボード



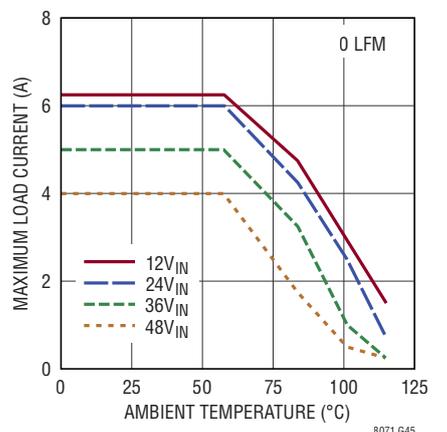
ディレーティング、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、  
BIAS = 5V、DC2387A 評価用ボード



ディレーティング、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、  
BIAS = 5V、DC2387A 評価用ボード



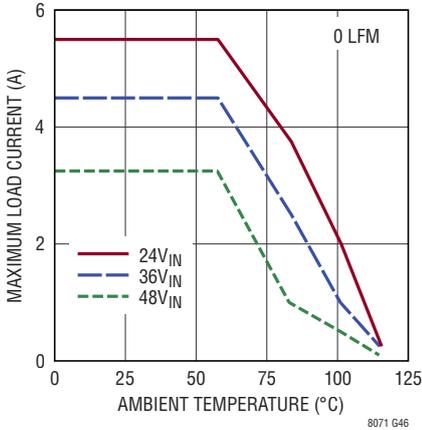
ディレーティング、 $V_{OUT} = 8\text{V}$ 、  
BIAS = 5V、DC2387A 評価用ボード



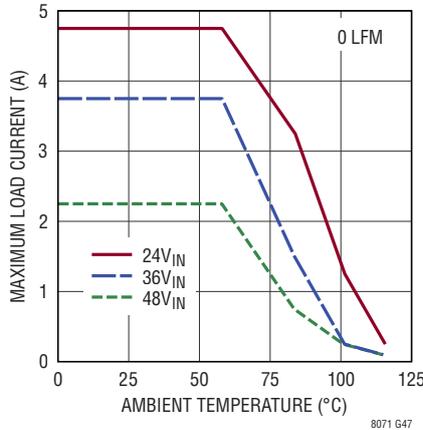
代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

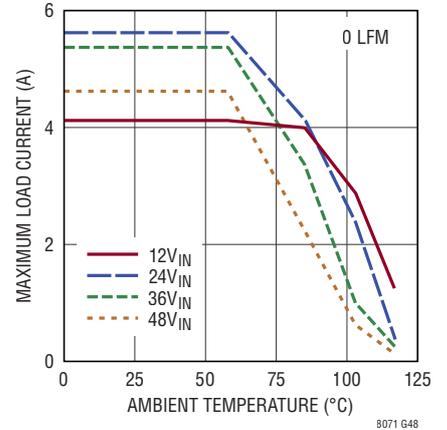
ディレーティング、 $V_{OUT} = 12\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2387A 評価用ボード



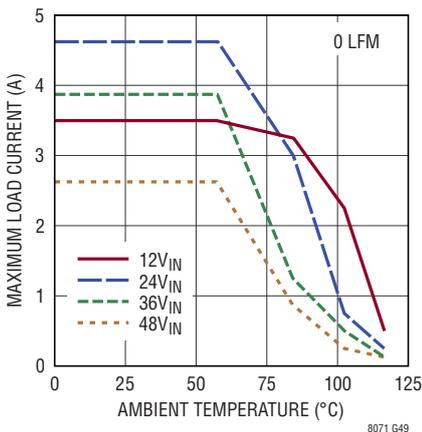
ディレーティング、 $V_{OUT} = 15\text{V}$ 、 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2387A 評価用ボード



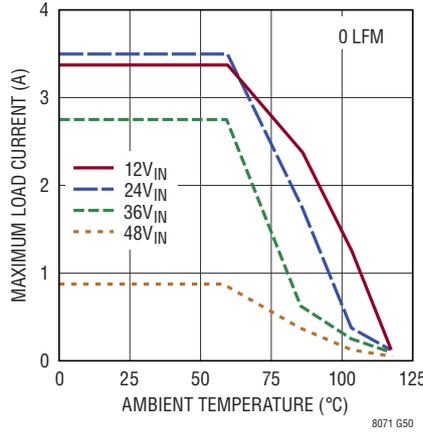
ディレーティング、 $V_{OUT} = -3.3\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$ はLTM8071のGNDに接続、DC2387A 評価用ボード



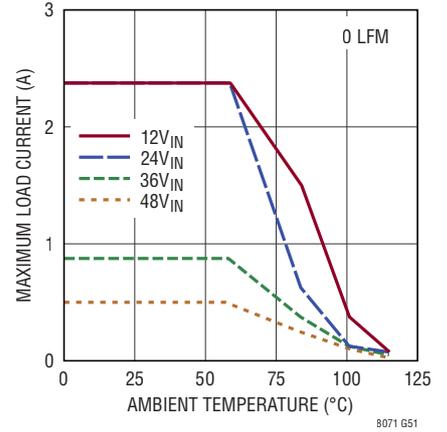
ディレーティング、 $V_{OUT} = -5\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$ はLTM8071のGNDに接続、DC2387A 評価用ボード



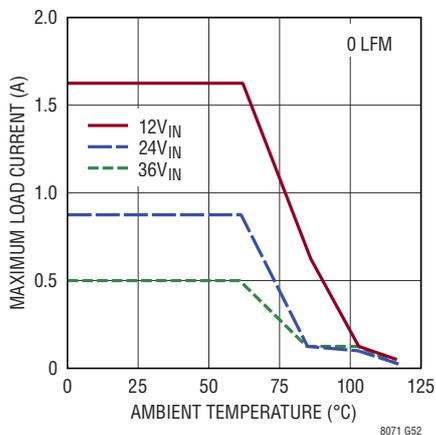
ディレーティング、 $V_{OUT} = -8\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$ はLTM8071のGNDに接続、DC2387A 評価用ボード



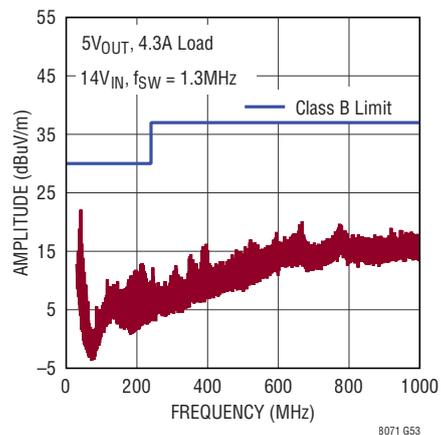
ディレーティング、 $V_{OUT} = -12\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$ はLTM8071のGNDに接続、DC2387A 評価用ボード



ディレーティング、 $V_{OUT} = -15\text{V}$ 、 $\text{BIAS}$ はLTM8071のGNDに接続、DC2387A 評価用ボード



CISPR22 クラス B 放射特性、DC2387A 評価用ボード、EMI フィルタなし (FB1 は短絡、C5、C6 はオープン)



## ピン機能

**GND (バンク1, A1) :** これらのGNDピンは、LTM8071 や回路部品の下のローカル・グラウンド・プレーンに接続します。ほとんどのアプリケーションで、LTM8071 から流出する熱の大半がこれらのパッドを通ります。そのため、プリント回路基板設計は本デバイスの熱特性に大きな影響を与えます。詳細については、PCBレイアウトのセクション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2) :** V<sub>IN</sub> からLTM8071の内部レギュレータと内蔵パワー・スイッチに電流が供給されます。これらのピンは、低ESRの外付けコンデンサを使って短い距離でバイパスする必要があります。推奨値については表1を参照してください。

**V<sub>OUT</sub> (バンク3) :** 電源の出力ピン。これらのピンとGNDピンの間に出力フィルタ・コンデンサと出力負荷を接続します。

**BIAS (ピンE1) :** BIASピンは内部の電源バスに接続しています。3.2Vより高い電源に接続してください。V<sub>OUT</sub>が3.2Vより高い場合は、このピンをAUXに接続します。BIAS用電圧源が遠距離にある場合、BIASピンを1μF以上でデカップリングします。

**PG (ピンC1) :** PGピンは内部コンパレータのオープンコレクタ出力です。FBピンの電圧が0.89V~1.05V (代表値)の範囲に入るまでPGはローのままです。V<sub>IN</sub>が3.6Vより高い場合、PG信号は有効です。V<sub>IN</sub>が3.6Vより高くRUNがローの場合、PGはローになります。この機能を使用しない場合は、PGピンをフロート状態のままにします。

**SHARE (ピンC2) :** このピンは、負荷を分担する別のLTM8071のSHAREピンに接続します。それ以外の場合は、フロート状態のままにします。このピンは駆動しないでください。

**RT (ピンA2) :** RTピンは、抵抗をRTピンからグラウンドに接続することでLTM8071のスイッチング周波数を設定するために使います。本データシートアプリケーション情報のセクションに、目標スイッチング周波数に基づいて抵抗値を決めるための表を示します。RTピンの容量は最小限にしてください。このピンは駆動しないでください。

**FB (ピンD1) :** LTM8071はFBピンを0.97Vに安定化します。FBピンからグラウンドに調整用抵抗を接続します。R<sub>FB</sub>の値は、 $R_{FB} = 241.5 / (V_{OUT} - 0.97)$ で与えられます。ここで、R<sub>FB</sub>の単位はkΩです。

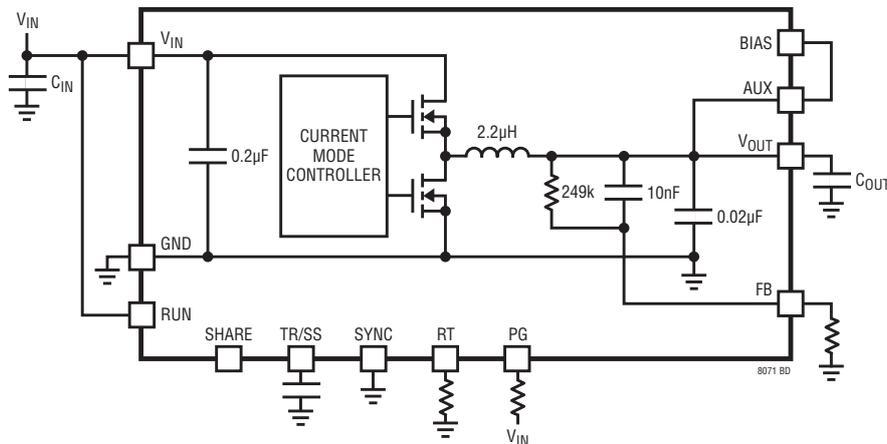
**AUX (ピンE2) :** BIASの低電流電圧源。多くの設計では、BIASピンはそのままV<sub>OUT</sub>に接続します。AUXピンはV<sub>OUT</sub>に内部で接続されており、プリント基板の配線が容易になるようにBIASピンの近くに配置されています。また、アプリケーションによってはフィードフォワード・コンデンサが必要ですが、プリント基板の配線に便利のようにAUXとFBの間に接続できます。このピンは内部でV<sub>OUT</sub>に接続されていますが、大電流を供給する目的ではないので、このピンから負荷へは電流を流さないでください。

**SYNC (ピンB1) :** 外部クロック同期入力と動作モード。SYNCピンを使って次の4種類の動作モードを設定します。1) Burst Mode<sup>®</sup>。低出力負荷でのBurst Mode動作の場合、このピンを接地します。これによって、低自己消費電流が得られます。2) パルススキップ・モード。SYNCピンをフロート状態にすると、パルススキップ・モードになります。このモードでは、パルススキップ・モードになる前の低出力負荷まで最大周波数で動作します。3) スペクトラム拡散モード。SYNCピンをハイ(2.9V~4.2V)にすると、スペクトラム拡散変調機能付きのパルススキップ・モードになります。4) 同期モード。外部周波数に同期させるには、このピンをクロック信号源で駆動します。同期中、デバイスはパルススキップ・モードで動作します。

**TR/SS (ピンB2) :** TR/SSピンは、ソフトスタートまたはトラッキング機能のために使います。外付けコンデンサをTR/SSピンに接続し、内部の2μAプルアップ電流源と組み合わせることでランプ電圧を生成できます。出力電圧はこの電圧に従って制御されます。トラッキング機能を使うには、トラッキングする出力とTR/SSピンの間に抵抗分圧器を接続します。TR/SSピンは、シャットダウン時および障害発生時には内部のMOSFETによってグラウンド電位になるので、低インピーダンス出力で駆動する場合は直列抵抗を使用してください。トラッキング機能が必要ない場合は、TR/SSピンをフロート状態のままにしておいてもかまいません。比較的小容量のコンデンサをTR/SSに接続している場合は、起動時に、出力電圧がレギュレーション状態に達するまで予想より時間がかかることがあります。起動のタイミング精度を高めることが要求される場合は、LTM8071のシミュレーション・モデルをLTspiceで参照して、適切なソフトスタート・コンデンサの選択に役立ててください。

**RUN (ピンA3) :** RUNピンの電圧を0.9Vより低くすると、LTM8071はシャットダウンします。通常動作させる場合、1.06V以上に接続します。シャットダウン機能を使用しない場合は、RUNピンをV<sub>IN</sub>ピンに接続します。

## ブロック図



## 動作

LTM8071は、 $V_{OUT}$ が3.3Vのとき7.25Aを供給できる独立した非絶縁型降圧DC/DCスイッチング電源です。連続出力電流は内部動作温度で決まります。本デバイスは、1本の外付け抵抗で設定できる精密な安定化電圧(0.97V~15V)を出力します。入力電圧範囲は3.6V~60Vです。LTM8071を降圧コンバータとして動作させる場合、目標の出力電圧と負荷電流を十分サポートできる高さに入力電圧を設定します。簡略ブロック図を上を示します。

LTM8071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・インダクタ、適度の量の入力および出力コンデンサを内蔵しています。LTM8071は固定周波数のPWMレギュレータです。スイッチング周波数は、RTピンとグラウンドの間に適切な値の抵抗を接続するだけで設定できます。

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、通常は $V_{IN}$ ピンから電力が供給されますが、BIASピンを3.2Vより高い外部電圧に接続している場合、バイアス電力は外部電圧源(通常は安定化された出力電圧)から供給されます。これにより、効率が向上します。RUNピンを使ってLTM8071をシャットダウンさせると、出力が切り離され、入力電流は数 $\mu$ Aに減少します。

SYNCの電圧が約0.4V未満の場合、軽負荷または無負荷の状態では、LTM8071は効率を向上させるため、Burst Mode動作に自動的に切り替わります。バーストとバーストの間は、出力スイッチの制御に関連した全ての回路がシャットダウンし、入力電源電流が減少します。

FBピンの電圧が低いと、発振器はLTM8071の動作周波数を低下させます。この周波数フォールドバックは起動時および過負荷時の出力電流を制御するのに役立ちます。

TR/SSはエラーアンプへの補助入力として機能します。FBの電圧は、TR/SSの電圧が約1.6Vを超えるまで、TR/SSの電圧にサーボ制御されます。ソフトスタートは、内部定電流で充電される外付けコンデンサを使用して、TR/SSピンにランプ電圧を発生させることによって実施されます。また、TR/SSピンを信号源または抵抗ネットワークで駆動することで、トラッキング機能を実現できます。TR/SSピンを低インピーダンスの電圧源で駆動しないでください。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。

LTM8071は、FBピンの電圧が0.89V~1.05V(代表値)の範囲に入ると作動するパワーグッド・コンパレータを内蔵しています。PG出力は、出力が安定化されているとオフするオープンドレインのトランジスタなので、外付け抵抗によってPGピンをハイにすることができます。 $V_{IN}$ が3.6Vより高い場合、PG信号は有効です。 $V_{IN}$ が3.6Vより高くRUNがローの場合、PGはローになります。

LTM8071は、ジャンクション温度が規定値より高くなるとパワー・スイッチングを止めるサーマル・シャットダウン機能を備えています。この機能が作動する閾値は、通常動作を妨げないように125°Cより高く設定されています。そのため、サーマル・シャットダウンが作動する条件下で長期的または反復的に動作させると、デバイスの損傷またはデバイスの信頼性の低下を引き起こす可能性があります。

## アプリケーション情報

ほとんどのアプリケーションにおいて、設計プロセスは単純であり、以下のようにまとめることができます。

1. 表1を参照し、目的の入力範囲と出力電圧に当てはまる行を見つけます。
2.  $C_{IN}$ 、 $C_{OUT}$ 、 $R_{FB}$ 、および $R_T$ の推奨値を適用します。
3. 表に示すようにBIASを接続します。

これらの部品を組み合わせて正常に動作することはテスト済みですが、意図したシステムの電源ライン、負荷、および環境条件で正常に動作することを検証するのはお客様の責任

となります。ジャンクション温度、入力電圧と出力電圧の関係（絶対値と極性）、およびその他の要因によって、最大出力電流が制限されることに注意します。指針として代表的な性能特性のセクションのグラフを参照してください。

LTM8071がスイッチングできる最大周波数(とそれに伴う $R_T$ の値)を表1の最大 $f_{SW}$ の列に示します。一方、与えられた入力条件で最適な効率を得るための推奨周波数(とそれに伴う $R_T$ の値)を $f_{SW}$ の列に示します。同期機能を使う場合、満たすべき追加の条件があります。詳細については、同期のセクションを参照してください。

表1. 推奨する部品の値と構成( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

$V_{IN}$	$V_{OUT}$	$R_{FB}$	$C_{IN}^2$	$C_{OUT}$	BIAS	$f_{SW}$	$R_T$	最大の $f_{SW}$	最小の $R_T$
3.6V to 60V	0.97	Open	1 $\mu$ F 100V 1206 X7R	2x 100 $\mu$ F 4V 0805 X5R	3.2V to 19V	400kHz	110k	500kHz	88.7k
3.6V to 60V	1.2	1.05M	1 $\mu$ F 100V 1206 X7R	2x 100 $\mu$ F 4V 0805 X5R	3.2V to 19V	400kHz	110k	550kHz	73.2k
3.6V to 60V	1.5	442k	1 $\mu$ F 100V 1206 X7R	100 $\mu$ F 4V 0805 X5R	3.2V to 19V	400kHz	110k	700kHz	60.4k
3.6V to 60V	1.8	287k	1 $\mu$ F 100V 1206 X7R	100 $\mu$ F 4V 0805 X5R	3.2V to 19V	400kHz	110k	850kHz	47.5k
3.6V to 60V	2.5	154k	1 $\mu$ F 100V 1206 X7R	2x 100 $\mu$ F 4V 0805 X5R	3.2V to 19V	500kHz	88.7k	1MHz	41.2k
4.5V to 60V1	3.3	102k	1 $\mu$ F 100V 1206 X7R	100 $\mu$ F 4V 0805 X5R	3.2V to 19V	750kHz	56.2k	1.4MHz	28k
7V to 60V1	5	59k	1 $\mu$ F 100V 1206 X7R	100 $\mu$ F 6.3V 1206 X5R	3.2V to 19V	1MHz	41.2k	2.2MHz	15.8k
11V to 60V1	8	34k	1 $\mu$ F 100V 1210 X7R	3x 47 $\mu$ F 10V 1206 X5R	3.2V to 19V	1.2MHz	33.2k	2.2MHz	15.8k
16V to 60V1	12	21.5k	1 $\mu$ F 100V 1210 X7R	2x 47 $\mu$ F 16V 1210 X5R	3.2V to 19V	1.4MHz	28k	2.2MHz	15.8k
20V to 60V1	15	16.9k	1 $\mu$ F 100V 1210 X7R	2x 47 $\mu$ F 16V 1210 X5R	3.2V to 19V	1.8MHz	20.5k	2.2MHz	15.8k
3.6V to 56V	-3.3	102k	1 $\mu$ F 100V 1206 X7R	100 $\mu$ F 4V 0805 X5R	LTM8071 GND	750kHz	56.2k	1.4MHz	28k
3.6V to 55V	-5	59k	1 $\mu$ F 100V 1206 X7R	100 $\mu$ F 6.3V 1206 X5R	LTM8071 GND	1MHz	41.2k	2.2MHz	15.8k
3.6V to 52V	-8	34k	1 $\mu$ F 100V 1210 X7R	3x 47 $\mu$ F 10V 1206 X5R	LTM8071 GND	1.2MHz	33.2k	2.2MHz	15.8k
3.6V to 48V	-12	21.5k	1 $\mu$ F 100V 1210 X7R	2x 47 $\mu$ F 16V 1210 X5R	LTM8071 GND	1.4MHz	28k	2.2MHz	15.8k
3.6V to 45V	-15	16.9k	1 $\mu$ F 100V 1210 X7R	2x 47 $\mu$ F 16V 1210 X5R	LTM8071 GND	1.8MHz	20.5k	2.2MHz	15.8k

Note 1: LTM8071はこれより低い入力電圧でも動作しますが、オフのサイクルをスキップすることがあります。

Note 2: 入力バルク・コンデンサが必要です。

## アプリケーション情報

### コンデンサの選択に関する検討事項

表1の $C_{IN}$ および $C_{OUT}$ コンデンサの値は、該当する動作条件に対する推奨最小値です。表1に示す値未満の容量値にすることは推奨しません。そのような値にすると、望ましくない動作を引き起こす可能性があります。表1に示す値より大きな値を使うことは、通常は許容されます。必要な場合、大きな値を使うことで動的応答性を改善できることがあります。繰り返しになりますが、意図したシステムの電源ライン、負荷、および環境条件で正常に動作することを検証するのはお客様の責任となります。

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とは限りません。X5RとX7Rは、温度と印加電圧に関して安定であり、高い信頼性を備えています。Y5VとZ5Uを含むその他のタイプは、容量の温度および電圧係数が非常に大きな値を示します。応用回路で、容量値が公称容量値よりはるかに小さくなり、出力電圧リップルが期待値より大幅に増加することがあります。

セラミック・コンデンサは圧電性も持っています。Burst Mode動作中、LTM8071のスイッチング周波数は負荷電流に依存するため、セラミック・コンデンサを可聴周波数で励磁し、可聴ノイズを発生することがあります。LTM8071はBurst Mode動作では低い電流制限値で動作するので、通常は非常に静かでノイズが気になることはありません。

この可聴ノイズが許容できない場合は、高性能の電解コンデンサを出力に使用してください。このコンデンサは、セラミック・コンデンサまたは低コストの電解コンデンサと並列に接続することもできます。

セラミック・コンデンサに関する最後の注意点は、LTM8071の最大入力電圧定格に関することです。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。LTM8071の回路を通電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値の2倍のリングングが生じて、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。

### 周波数の選択

LTM8071には固定周波数PWMアーキテクチャが使われており、RTピンから接地した抵抗を使って、200kHz~2.2MHzの範囲でスイッチングするように設定することができます。表2に、 $R_T$ の抵抗値とその結果として得られる周波数を示します。

表2. スwitchング周波数と $R_T$ の値

f <sub>sw</sub> (MHz)	R <sub>T</sub> (kΩ)
0.2	232
0.3	150
0.4	110
0.5	88.7
0.6	73.2
0.7	60.4
0.8	52.3
1.0	41.2
1.2	33.2
1.4	28.0
1.6	23.7
1.8	20.5
2.0	18.2
2.2	15.8

### 動作周波数の妥協点

入力と出力の動作条件に対して最適な $R_T$ の値(表1参照)にすることを推奨します。しかし、システム・レベルまたはその他の検討の結果、他の動作周波数が必要になる場合があります。LTM8071は、広い動作周波数範囲に対応する柔軟性を備えていますが、動作周波数を不用意に選択すると特定の動作条件または障害発生時に誤動作することがあります。周波数が高すぎると、効率が低下する他に、出力が過負荷状態になったり短絡したりした場合に過剰な熱が発生してLTM8071が損傷することさえあります。周波数が低すぎると、最終設計の出力リップルが大きくなりすぎることや、出力コンデンサが大きくなりすぎることがあります。

## 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、内部パワー・スイッチング段に駆動電力を提供するため、またはその他の内部回路を作動させるために使います。正常に動作させるには、BIASピンに3.2V以上の電圧を印加する必要があります。出力電圧を3.2V以上に設定している場合は、BIASピンをAUXにそのまま接続することもできます。V<sub>OUT</sub>が3.2Vより低い場合、BIASピンをV<sub>IN</sub>またはその他の電圧源に接続できます。BIASピンの電圧が高すぎると、LTM8071の効率が低下することがあります。BIAS電圧の最適値は、負荷電流、入力電圧、出力電圧、およびスイッチング周波数などの多くの要因に依存します。全ての場合に、BIASピンの最大電圧が確実に19V未満になるようにします。BIAS電力が、遠距離またはノイズを含む電圧源から供給されている場合、必要に応じてBIASピンの近くにデカップリング・コンデンサを追加します。1μFのセラミック・コンデンサがうまく機能します。また、BIASピンをオープンのままにしてもかまいませんが、代償として効率がわずかに低下します。

LTM8071が負の出力電圧を供給するよう設定している場合は、BIASをV<sub>OUT</sub>にもAUXにも接続しないでください。代わりに、BIASをLTM8071のGNDに接続します。これが負出力となります。

### 最大負荷

LTM8071が駆動できる最大連続負荷電流は、定格では5Aですが、実際は内部電流制限機能と内部温度に依存します。内部電流制限機能は、過負荷または短絡の際にLTM8071が損傷しないようにするためのものです。LTM8071の内部温度は、周囲温度、供給電力、システムの放熱性能などの動作条件に依存します。例えば、LTM8071を1.2Vで安定化するように設定し、かつ周囲温度を55°C未満に制御した場合、12Vの入力から7Aを連続的に供給できます。これは、連続電流定格の5Aより大きな値です。代表的な性能特性のセクションで、デイレートイング、V<sub>OUT</sub> = 1.2Vの曲線を参照してください。同様に、出力電圧が15Vで周囲温度が100°Cの場合、LTM8071は48Vの入力から0.25Aしか供給できません。これは、連続定格の5Aより小さな値です。

### 負荷共有

2つ以上のLTM8071を並列に接続して、供給電流量を増やすことができます。そのためには、並列接続した全てのLTM8071のV<sub>IN</sub>、V<sub>OUT</sub>、SHAREピンを互いに接続します。

並列接続モジュールを同時に起動するには、TR/SSピンも同様に互いに接続します。TR/SSピンを互いに接続するのが不都合な場合は、それぞれのμModuleレギュレータに同じ値のソフトスタート・コンデンサを使用するようにしてください。負荷分担に合わせて構成された2つのLTM8071の例を代表的なアプリケーションのセクションに示します。

負荷分担量をより近づけるには、LTM8071を外部クロック源と同期させます。n個のデバイス間で負荷を分担し、1個のR<sub>FB</sub>抵抗を使用する場合、抵抗の値は次のとおりです。

$$R_{FB} = \frac{241.5}{n(V_{OUT} - 0.97)}$$

ここで、R<sub>FB</sub>の単位はkΩです。

### Burst Mode動作

SYNCの電圧が約0.4Vより低い場合、LTM8071はBurst Modeに自動的に切り替わり、入力自己消費電流を最小に抑えながら、出力コンデンサを適切に充電された状態に保ちます。LTM8071はBurst Mode動作の間1サイクルのバーストで電流を出力コンデンサに供給し、それに続くスリープ期間にはほとんどの内部回路がオフになり、出力コンデンサからエネルギーが負荷に供給されます。スリープ期間中、V<sub>IN</sub>とBIAS自己消費電流は大幅に低下します。そのため、無負荷に近い条件に負荷電流が減少すればするほど、LTM8071がスリープ・モードで動作する時間の割合が高まり、平均入力電流が大幅に減少し、結果として軽負荷での効率が高くなります。

### 最小入力電圧

LTM8071は降圧コンバータであるため、出力を安定化させた状態を保つには入力電圧に最小限の余裕が必要です。正常に動作させるには、入力を3.6Vより高い電圧に保ちます。過渡電圧またはリップルの谷によって入力が3.6Vを下回ると、LTM8071はオフになることがあります。

### 出力電圧トラッキングとソフトスタート

LTM8071では、TR/SSピンによって出力電圧のランプ・レートを設定できます。内蔵の2μA電流源により、TR/SSピンの電圧は約2.4Vになります。外付けコンデンサをTR/SSに接続すると、出力をソフトスタートさせて入力電源のサージ電流を低減できます。ソフトスタート・ランプの間、出力電圧はTR/SSピンの電圧に比例して追従します。出力トラッキング・アプリケーションでは、別の電圧源によってTR/SSピンを外

## アプリケーション情報

部から駆動することができます。0V～1.6Vの範囲では、エラーアンプに入力される0.97Vの内部リファレンスよりTR/SSピンの電圧の方が優先されるので、FBピンの電圧はTR/SSピンの電圧に安定化されます。TR/SSピンの電圧が1.6Vより高くなるとトラッキングはディスエーブルされ、帰還電圧は内部リファレンス電圧に安定化されるようになります。この機能が不要な場合は、TR/SSピンをフロート状態のままにしておいてもかまいません。

比較的小容量のコンデンサをTR/SSに接続している場合は、起動時に、出力電圧がレギュレーション状態に達するまで予想より時間がかかることがあります。起動のタイミング精度を高めることが要求される場合は、LTM8071のシミュレーション・モデルをLTspiceで参照して、適切なソフトスタート・コンデンサの選択に役立ててください。

TR/SSピンにはアクティブなプルダウン回路が接続されています。この回路は、障害が発生すると外付けのソフトスタート・コンデンサを放電し、障害が解消すると電圧の上昇を再開します。ソフトスタート・コンデンサを放電させる障害が発生するのは、RUNピンがローへ遷移した場合、 $V_{IN}$ の電圧が低下しすぎた場合、またはサーマル・シャットダウンが発生した場合です。

### プリバイアス出力

出力電圧トラッキングとソフトスタートのセクションで説明したように、LTM8071は、TR/SSピンが1.6V未満の場合常に、TR/SSピンで決まるFB電圧と等しくなるように出力を制御します。LTM8071の出力が目標出力電圧より高くなると、LTM8071は、少量のエネルギーを入力電源に戻すことで出力を目標出力電圧と等しくなるように制御します。入力電源の負荷がない場合、入力電圧が上がる場合があります。入力電圧が上がってもLTM8071の絶対最大定格を上回らないように注意します。

### 周波数フォールドバック

LTM8071は周波数フォールドバック機能を備えています。これは、短絡状態または出力過負荷状態での熱またはエネルギーによる内部パワー素子へのストレスを軽減する機能です。出力が低下して安定化されなくなったことをLTM8071が検出した場合、目標電圧に対する出力電圧の不足分に応じてスイッチング周波数は減少します。これにより、障害発生時の負荷に供給できるエネルギー量を制限します。起動中も周波数フォールドバック機能は有効であり、負荷に大きな出力容量が接続されていても、供給するエネルギーを制限

できます。SYNCピンにクロックを入力するか、SYNCピンをフロート状態にするか、ハイに保持すると、周波数フォールドバックはディスエーブルされ、スイッチング周波数は過電流状態のときにのみ低下するようになります。

### 同期

低リップルのBurst Mode動作を選択するには、SYNCピンを約0.4Vより低い電圧に接続します(これはグラウンドまたはロジックローの出力のいずれでもかまいません)。LTM8071の発振器を外部周波数に同期させるには、(デューティ・サイクルが約20%～80%)の方形波をSYNCピンに接続します。方形波の振幅には、0.4Vより低い谷と1.5Vより高い山が必要です。

LTM8071は外部クロックに同期しているときは低出力負荷でBurst Mode動作にならず、代わりにパルスをスキップしてレギュレーションを維持します。LTM8071は200kHz～2.2MHzの範囲にわたって同期させることができます。 $R_T$ 抵抗は、LTM8071のスイッチング周波数を最低同期入力以下に設定するように選択します。例えば、同期信号が500kHz以上になる場合は、(スイッチング周波数が)500kHzになるように $R_T$ を選択します。

アプリケーションによっては、LTM8071がパルススキップ・モードで動作することが望ましいことがあります。Burst Mode動作と大きく異なる点が2つあるからです。1つ目は、クロックが常時動作していて、全てのスイッチング・サイクルがクロックに同期していることです。2つ目は、Burst Mode動作よりも軽い出力負荷で最大スイッチング周波数に達することです。これら2つの違いが生じる代償として、自己消費電流が増加します。パルススキップ・モードをイネーブルするには、SYNCピンをフロート状態にします。

LTM8071はEMI放射を更に削減するため、スペクトラム拡散動作をサポートしています。スペクトラム拡散動作をイネーブルするには、SYNCピンに2.9V～4.2Vを印加します。このモードでは、三角波周波数変調が使用され、スイッチング周波数が、 $R_T$ で設定された値と、この値より約20%高い値との間で変化します。変調周波数は、約3kHzです。例えば、LTM8071を1MHzに設定した場合、周波数は3kHz刻みで1MHz～1.2MHzの範囲で変化します。スペクトラム拡散動作が選択されている場合、Burst Mode動作はディスエーブルされ、デバイスはパルススキップ・モードで動作します。

LTM8071は、SYNCピンの信号には関係なく、強制連続モードでは動作しません。

## アプリケーション情報

### 負出力

$V_{OUT}$ をシステムのGNDに接続し、かつLTM8071のGNDを負電圧レールに接続することで、LTM8071は負の出力電圧を生成できます。その例を代表的なアプリケーションのセクションに示します。負の出力を生成する最も万能な方法は、負電圧生成用の専用レギュレータを使うことです。しかし、LTM8071のような降圧レギュレータを使って負電圧を生成することは、一定の制約を考慮する限り、簡単で低コストなソリューションになります。

図1aに、代表的な負出力電圧アプリケーションを示します。LTM8071の $V_{OUT}$ はシステムのGNDに接続されており、入力電力は $V_{IN}$ からLTM8071の $V_{OUT}$ に供給されることに注意します。その結果、LTM8071は真の降圧レギュレータとしては振る舞わず、最大出力電流は入力電圧に依存します。代表的なアプリケーションのセクションに示す例に、与えられた入力電圧に対してLTM8071が供給する電流値を示すグラフを記載しています。

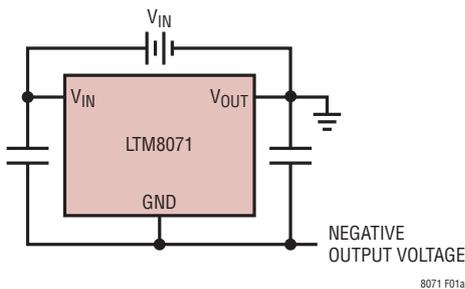


図1a. LTM8071を使った負電圧生成

この構成では、負荷電流トランジェントによって過渡電圧がLTM8071のGNDに直接印加される可能性があることに注意します(図1b参照)。この構成により、高速の負荷過渡応答がLTM8071の動作を中断させることがあり、損傷の原因となることさえあります。負の降圧構成がそのアプリケーションに適しているかどうかを慎重に評価してください。

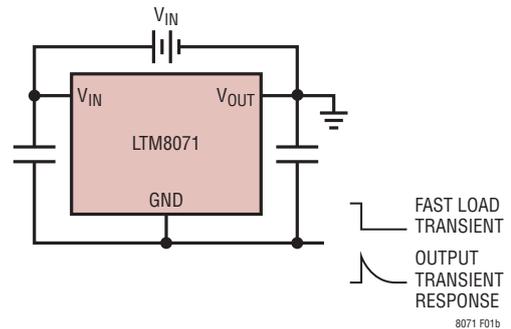


図1b. LTM8071のGNDに現れる可能性がある出力電圧トランジェント

図1cの $C_{IN}$ と $C_{OUT}$ のコンデンサは、負出力電圧ノードでAC分圧器を形成しています。 $V_{IN}$ が活線挿入された場合や急速に立ち上がった場合は、 $V_{OUT}$ に正のトランジェントが生じて、アプリケーションの負荷に悪影響を及ぼす可能性があります。逆並列ショットキー・ダイオードにより、この正のトランジェントによる負荷の損傷を防止できる可能性があります。このショットキー・ダイオードの位置は重要です。例えば、LTM8071が負荷から遠距離にあるシステムでは、最も敏感な負荷部品のすぐ近くにこのショットキー・ダイオードを配置することは設計上最良の選択です。負の降圧構成がそのアプリケーションに適しているかどうかを慎重に評価してください。

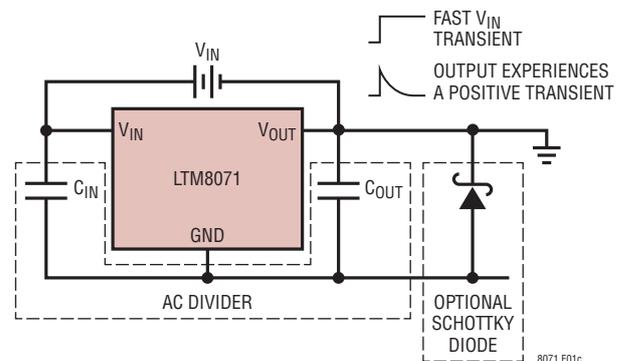


図1c.  $V_{IN}$ の急増によるトランジェントを安全なレベルに制限できるショットキー・ダイオード

LTM8071が負の出力電圧を供給するよう設定している場合は、BIASを $V_{OUT}$ にもAUXにも接続しないでください。代わりに、BIASをLTM8071のGNDに接続します。これが負出力となります。

## アプリケーション情報

### 入力短絡保護

LTM8071に入力が加わっていても出力が高い電圧に保たれるシステムでは、注意が必要です。その状況が発生する可能性があるのは、バッテリーや他の電源がLTM8071の出力とダイオードOR接続されている、バッテリー充電アプリケーションやバッテリー・バックアップ・システムです。V<sub>IN</sub>ピンをフロート状態にすることができる場合で、RUNピンが(ロジック信号によって、あるいはV<sub>IN</sub>に接続されているために)ハイに保持されていると、内部パワー・スイッチを介してLTM8071の内部回路に自己消費電流が流れます。このことは、システムがこの状態で数ミリアンペアの電流に耐えられる場合は許容できます。RUNピンを接地すると、内部電流は基本的にゼロに下がります。ただし、出力を高く保持した状態でV<sub>IN</sub>ピンを接地すると、出力からV<sub>IN</sub>ピンを通して、LTM8071内部の寄生ダイオードに大電流が流れる可能性があります。図2に、入力電圧が印加されている場合のみ動作し、短絡入力や逆入力に対しては保護する回路を示します。

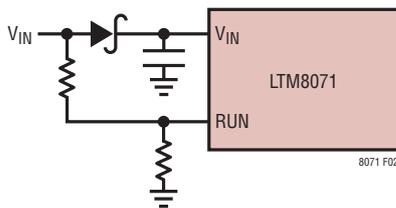


図2. 入力ダイオードは、出力に接続されたバックアップ・バッテリーが、入力の短絡によって放電するのを防止。また、逆入力からも回路を保護。LTM8071は、入力電圧が印加されている場合にのみ動作する。

### PCBレイアウト

PCBレイアウトに関連する問題の多くは、LTM8071の高いレベルの統合によって軽減または解消されました。LTM8071はスイッチング電源であるとは言え、EMIが最小になり、確実に正常動作するように配慮する必要があります。LTM8071は高いレベルで統合されていますが、レイアウトが不適切な場合、所定の動作が得られ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。接地と放熱が必ず許容範囲になるようにします。

考慮すべきルールを以下に示します。

1. R<sub>FB</sub> および R<sub>T</sub> をそれぞれのピンにできるだけ近づけて配置します。
2. C<sub>IN</sub> コンデンサは、LTM8071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、LTM8071のV<sub>OUT</sub> およびGND接続のできるだけ近くに配置します。
4. グラウンド電流がLTM8071のすぐ近くまたは直下を流れるようにC<sub>IN</sub>とC<sub>OUT</sub>コンデンサを配置します。
5. 全てのGND接続を、最上層の銅箔のできるだけ大きなベタ・パターンまたはプレーン領域に接続します。外付け部品とLTM8071のGND接続を分割しないようにします。
6. ビアを使って、GND銅箔領域を基板の内部グラウンド・プレーンに接続します。これらのGNDビアを多く配置することで、プリント回路基板の内層への良好なグラウンド接続と熱経路の両方を確保します。図3のサーマル・ビアの位置と密度に注意してください。LTM8071は、図示の位置で内部GNDプレーンに接続したビアによって効果的に放熱されます(これらのビアは内部の電力処理部品の近くにあるためです)。サーマル・ビアの最適な数は、プリント回路基板の設計で決まります。例えば、非常に小さなビア・ホールを使う基板の場合、大きなビア・ホールを使う基板より多くのサーマル・ビアを使用する必要があります。

## アプリケーション情報

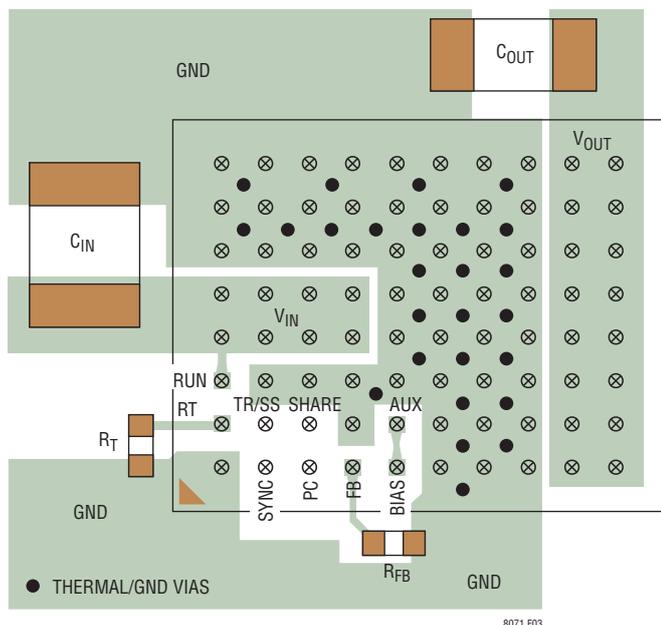


図3. 外付け部品、GNDプレーン、およびサーマル・ビアの推奨レイアウト

## 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、LTM8071の入力バイパス・コンデンサとして魅力的なオプションです。ただし、LTM8071を通電中の電源に差し込むと、これらのコンデンサが問題を引き起こすことがあります（詳細については、アナログ・デバイセズ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、LTM8071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が生じる可能性があります。入力電源の制御が十分でない場合や、LTM8071を通電中の電源に活線挿入する場合は、このようなオーバーシュートが発生しないよう入力回路ネットワークを設計する必要があります。これは、 $V_{IN}$ と直列に小さな抵抗を接続することで実現できます。しかし、入力電圧のオーバーシュートを制御する最も一般的な方法は、電解バルク・コンデンサを $V_{IN}$ ノードに追加することです。電解バルク・コンデンサは等

価直列抵抗が比較的高いため、回路の共振を抑制し電圧のオーバーシュートを防止します。追加のコンデンサは、回路の中で最も大きな部品になりがちですが、低い周波数のリップルのフィルタリングを改善し、回路の効率をわずかに改善できます。

## 熱に関する検討事項

高い周囲温度での動作が必要な場合、必要に応じてLTM8071の出力電流をデレーティングします。電流のデレーティング量は入力電圧、出力電力、周囲温度に依存します。指針として、代表的な性能特性のセクションに示すデレーティング曲線が使えます。これらの曲線は、58cm<sup>2</sup>の4層FR4プリント回路基板に実装したLTM8071を使って測定されました。他のサイズ、層数の基板では別の熱挙動を示します。そのため、意図したシステムの電源ライン、負荷、および環境条件で正常に動作することを検証するのはお客様の責任です。

実際のアプリケーションに対する精度と忠実度を向上させるため、多くの設計者は有限要素解析 (FEA) を使用して熱性能を予測します。その目的で、通常、データシートの2ページ目に以下の4つの熱係数が掲載されています。

$\theta_{JA}$  – 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面までの熱抵抗

$\theta_{Jctop}$  – 接合部から製品のケースの上表面までの熱抵抗

$\theta_{JB}$  – 接合部からプリント回路基板までの熱抵抗

これらの各係数の意味は直感的なように見えるかもしれませんが、混乱と矛盾を避けるためにJEDECは各係数を定義しています。これらはJESD 51-12に定義されており、以下のように引用または解釈されます。

$\theta_{JA}$  は、1立方フィートの密封容器内で測定された、自然対流下における接合部と周囲空気の間での熱抵抗です。この環境は、自然対流により空気が移動しますが、「自然空冷」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、部品全消費電力がパッケージの底面を通して流れ出す状況での、接合部からプリント回路基板までの熱抵抗です。標準的な  $\mu$ Module レギュレータでは、熱の大半がパッケージの底面から流出しますが、周囲の環境への熱の流出が必ず発生します。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アプリケーションに合致しません。

$\theta_{JTop}$  は、部品のほぼ全消費電力がパッケージの上面を通して流れ出す状態で決定されます。標準的な  $\mu$ Module レギュレータの電気的接続はパッケージの底面なので、接合部からデバイスの上面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 レギュレータの底面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、たいいていは、 $\theta_{JCbottom}$  と、デバイスの底面からハンダ接合部を通り、基板の一部までの熱抵抗の和です。基板の温度は、両面の 2 層基板を使って、パッケージからの規定された距離で測定されます。この基板は JESD 51-9 で説明されています。

これらの定義から、これらの熱係数がいずれも  $\mu$ Module レギュレータの実際の動作状態を反映していないことは明らかです。したがって、これらの熱係数のいずれを単独で使っても、製品の熱特性を正確には予測できません。同様に、任意の 1 つの係数を使って、製品データシートに示すジャンクション温度と負荷のグラフに関連付けることを試みるのは適切ではありません。これらの係数を使う唯一の適切な方法は、すべての熱抵抗を同時に考慮する、FEA などの詳細な熱解析を実行することです。

図 4 に、これらの熱抵抗の模式図を示します。青色の抵抗は  $\mu$ Module レギュレータの内部に含まれ、緑色の抵抗は  $\mu$ Module レギュレータの外部です。

LTM8071 のダイ温度は  $125^{\circ}\text{C}$  の最大定格より低くする必要があります。そのため、回路のレイアウトに注意を払い、LTM8071 が十分放熱できるようにします。LTM8071 から流出する熱の大半がパッケージの底面とパッドを通りプリント回路基板に流れます。そのため、プリント回路基板のレイアウト設計が不適切な場合、過剰に温度が上がり性能または信頼性が低下することがあります。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。

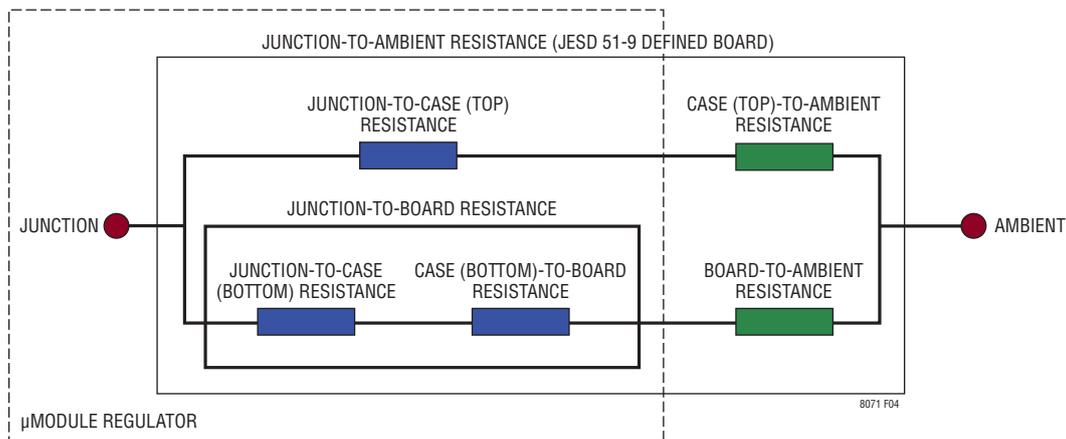
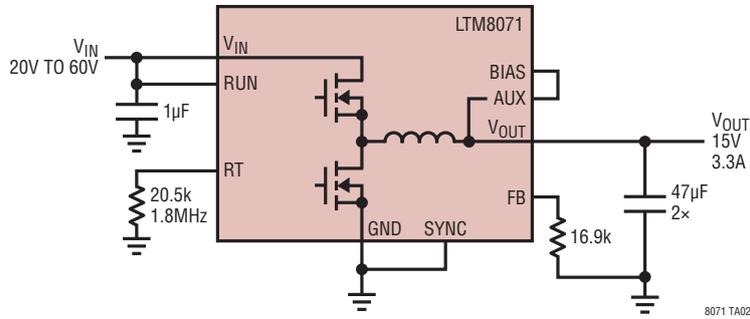


図 4. デバイスの接合部と周囲の間の熱抵抗の模式図

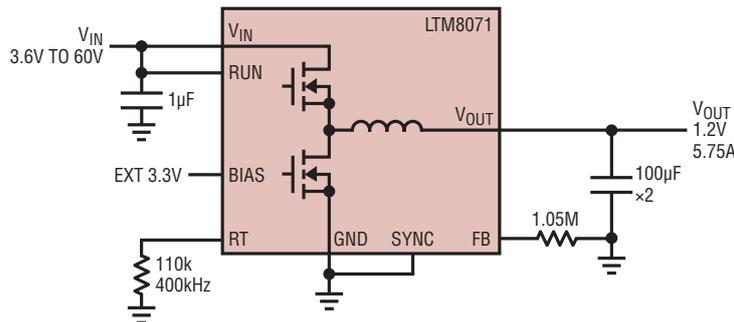
## 代表的なアプリケーション

20V~60Vの入力から15Vを出力する降圧コンバータ。BIASはAUXに接続



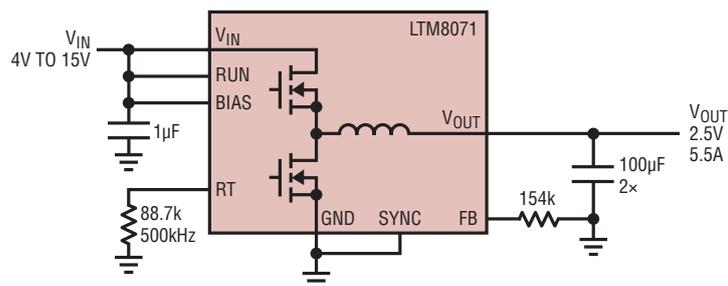
PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG, SHARE

3.6V~60Vの入力から1.2Vを出力する降圧コンバータ。BIASは外部3.3V電源に接続



PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG, SHARE, AUX

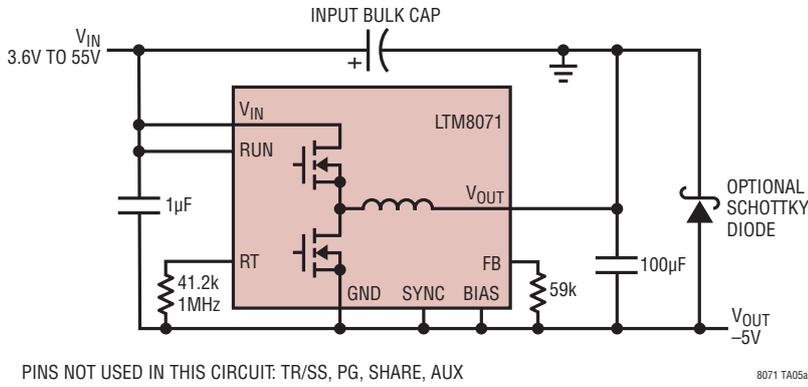
4V~15Vの入力から2.5Vを出力する降圧コンバータ。BIASはVINに接続



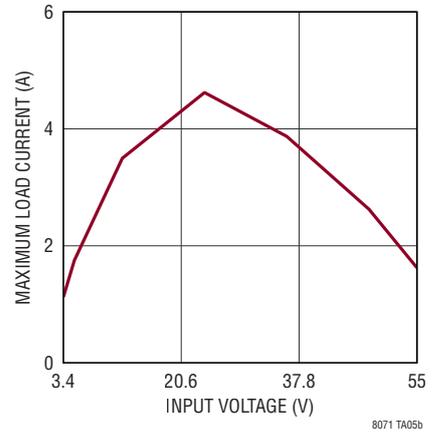
PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG, SHARE, AUX

代表的なアプリケーション

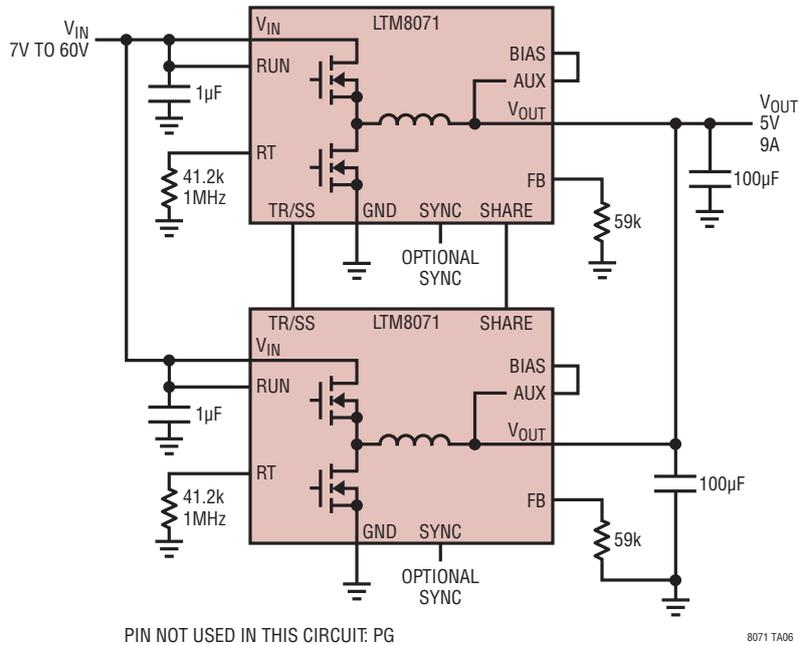
3.6V~55Vの入力から-5Vを出力する反転コンバータ。BIASはLTM8071のGNDに接続



最大負荷電流とVIN、BIASはLTM8071のGNDに接続



同じ入力を電源とする2つのLTM8071により最大9Aを供給

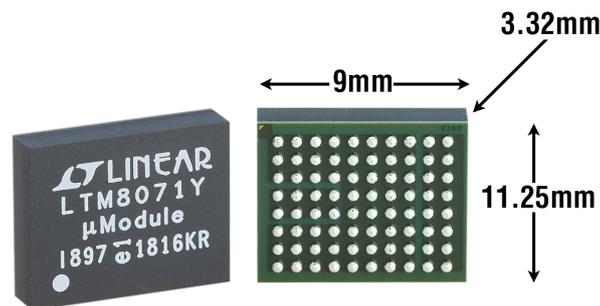


## パッケージ

表3. LTM8071のピン配置(ピン番号順)

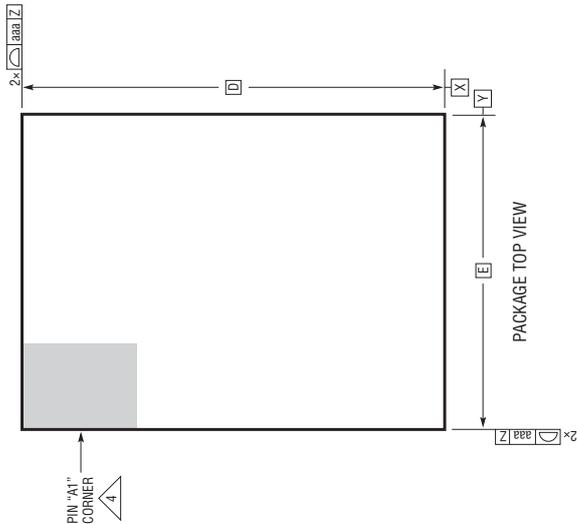
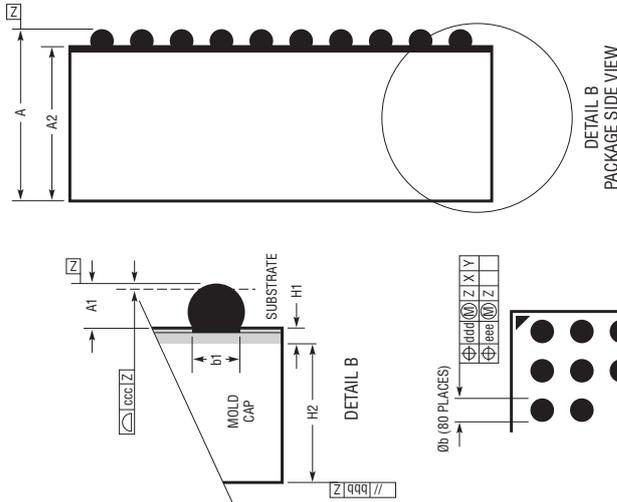
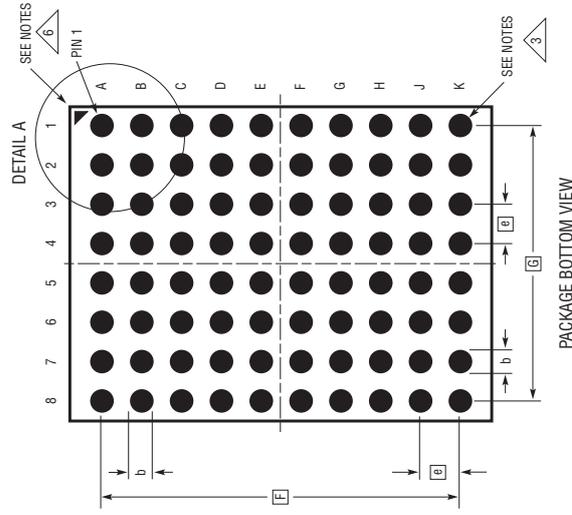
PIN	NAME	PIN	NAME	PIN	NAME	PIN	NAME	PIN	NAME
A1	GND	B1	SYNC	C1	PG	D1	FB	E1	BIAS
A2	RT	B2	TR/SS	C2	SHARE	D2	GND	E2	AUX
A3	RUN	B3	GND	C3	GND	D3	GND	E3	GND
A4	V <sub>IN</sub>	B4	V <sub>IN</sub>	C4	V <sub>IN</sub>	D4	V <sub>IN</sub>	E4	GND
A5	V <sub>IN</sub>	B5	V <sub>IN</sub>	C5	V <sub>IN</sub>	D5	V <sub>IN</sub>	E5	GND
A6	GND	B6	GND	C6	GND	D6	GND	E6	GND
A7	GND	B7	GND	C7	GND	D7	GND	E7	GND
A8	GND	B8	GND	C8	GND	D8	GND	E8	GND
PIN	NAME	PIN	NAME	PIN	NAME	PIN	NAME	PIN	NAME
F1	GND	G1	GND	H1	GND	J1	V <sub>OUT</sub>	K1	V <sub>OUT</sub>
F2	GND	G2	GND	H2	GND	J2	V <sub>OUT</sub>	K2	V <sub>OUT</sub>
F3	GND	G3	GND	H3	GND	J3	V <sub>OUT</sub>	K3	V <sub>OUT</sub>
F4	GND	G4	GND	H4	GND	J4	V <sub>OUT</sub>	K4	V <sub>OUT</sub>
F5	GND	G5	GND	H5	GND	J5	V <sub>OUT</sub>	K5	V <sub>OUT</sub>
F6	GND	G6	GND	H6	GND	J6	V <sub>OUT</sub>	K6	V <sub>OUT</sub>
F7	GND	G7	GND	H7	GND	J7	V <sub>OUT</sub>	K7	V <sub>OUT</sub>
F8	GND	G8	GND	H8	GND	J8	V <sub>OUT</sub>	K8	V <sub>OUT</sub>

## パッケージの写真

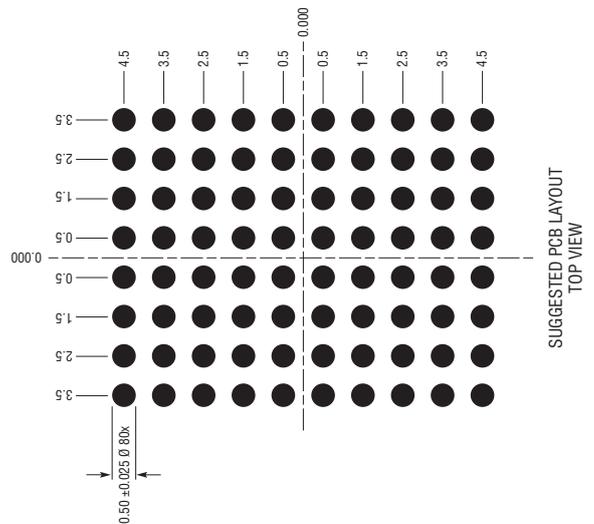


パッケージ

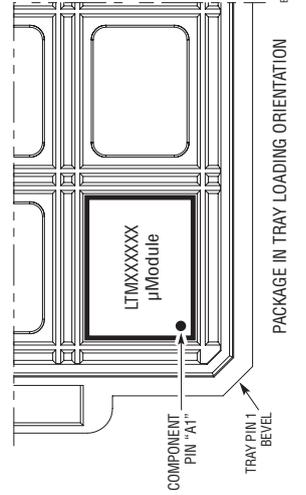
**BGA Package**  
**80-Lead (11.25mm × 9mm × 3.32mm)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1997 Rev B)



- 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 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 はシーディングプレーン
  6. パッケージの行と列のラベルは、µModule 製品間で異なる。各パッケージのレイアウトをよく確認すること



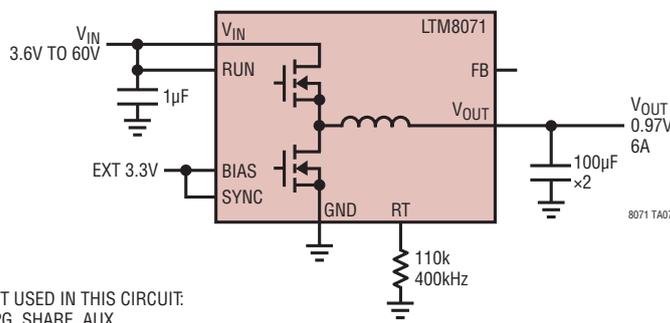
DIMENSIONS				
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTES
A	3.12	3.32	3.52	
A1	0.40	0.50	0.60	BALL HT
A2	2.72	2.82	2.92	
b	0.50	0.60	0.70	BALL DIMENSION
b1	0.47	0.50	0.53	PAD DIMENSION
D	11.25			
E	9.00			
e	1.00			
F	9.00			
G	7.00			
H1	0.32 REF			SUBSTRATE THK
H2	2.50 REF			MOLD CAP HT
aaa	0.15			
bbb	0.10			
ccc	0.20			
ddd	0.25			
eee	0.10			
TOTAL NUMBER OF BALLS: 80				



BGA 00 0118 REV B

## 代表的なアプリケーション

3.6V~60Vの入力から0.97Vを出力するスペクトラム拡散機能付き降圧コンバータ。BIASは外部3.3V電源に接続



PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT:  
TR/SS, PG, SHARE, AUX

## デザイン・リソース

主題	説明
<a href="#">µModuleの設計/製造リソース</a>	<p>設計:</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>
<a href="#">デジタル・パワー・システム・マネージメント</a>	<p>アナログ・デバイス製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、設定と障害ログを格納するEEPROMを搭載しています。</p>

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
<a href="#">LTM8050</a>	58V、2A 降圧µModuleレギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 58V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、9mm × 15mm × 4.92mm BGAパッケージ
<a href="#">LTM8073</a>	60V、3A 降圧 Silent Switcher µModuleレギュレータ	$3.4V \leq V_{IN} \leq 60V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 、6.25mm × 9mm × 3.32mm BGAパッケージ
<a href="#">LTM8064</a>	58V、±6A CVCC 降圧µModuleレギュレータ	$6V \leq V_{IN} \leq 58V$ 、 $1.2V \leq V_{OUT} \leq 36V$ 、11.9mm × 16mm × 4.92mm BGAパッケージ
<a href="#">LTM4651</a>	EN55022B 準拠、58V 入力、24W 反転出力 µModuleレギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 58V$ 、 $-26.5V \leq V_{OUT} \leq -0.5V$ 、 $I_{OUT} \leq 4A$ 、15mm × 9mm × 5.01mm BGAパッケージ
<a href="#">LTM4653</a>	EN55022B 準拠、58V 入力、4A 降圧µModuleレギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 58V$ 、 $-26.5V \leq V_{OUT} \leq -0.5V$ 、 $I_{OUT} \leq 4A$ 、15mm × 9mm × 5.01mm BGAパッケージ
<a href="#">LTM8052</a>	36V、±5A CVCC 降圧µModuleレギュレータ	$6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $1.2V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、11.25mm × 15mm × 2.82mm LGAパッケージ、11.25mm × 15mm × 3.42mm BGAパッケージ
<a href="#">LTM8053</a>	40V、3.5A 降圧 Silent Switcher µModuleレギュレータ	$3.4V \leq V_{IN} \leq 40V$ 、 $0.97V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 、6.25mm × 9mm × 3.32mm BGAパッケージ
<a href="#">LTM4613</a>	EN55022B 準拠、36V、8A 降圧µModuleレギュレータ	$5V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $3.3V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 、15mm × 15mm × 4.32mm LGAパッケージ、15mm × 15mm × 4.92mm BGAパッケージ