

構成可能な 1.2A 出力アレイを備えたクワッド 40V 入力 Silent Switcher μModule レギュレータ

特長

- 4つのフル機能降圧スイッチング電源
- 低ノイズ Silent Switcher® (サイレント・スイッチャ) アーキテクチャ
- CISPR22 クラス B 準拠
- CISPR25 クラス 5 準拠
- 広い入力電圧範囲: 3V ~ 40V
- 広い出力電圧範囲: 0.8V ~ 8V
- 12V 入力、3.3V 出力、 $T_A = 85^\circ\text{C}$ での連続出力電流 / チャンネル: 1.2A
- 12V 入力、3.3V 出力、 $T_A = 60^\circ\text{C}$ での連続出力電流 / チャンネル: 1.5A
- 多相または複数の μModule の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: 300kHz ~ 3MHz
- 小型 (6.25mm × 11.25mm × 2.22mm) の表面実装 BGA パッケージ

アプリケーション

- ATE (自動試験装置)
- 分散型電源のレギュレーション
- 産業用電源
- 医療機器

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。

📺 クリックすると、関連する製品紹介のビデオが表示されます。

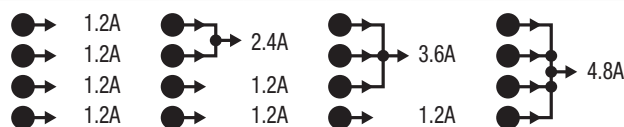
概要

LTM8051 は、クワッド 40V 入力、1.2A 降圧 Silent Switcher μModule® 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 3MHz の周波数で高い効率を実現します。コントローラ、パワー・スイッチ、インダクタ、および周辺部品がパッケージに搭載されています。LTM8051 は、広い入力電圧範囲で動作し、0.8V ~ 8V の出力電圧範囲、300kHz ~ 3MHz のスイッチング周波数範囲に対応しており、それぞれ 1 本の抵抗で設定します。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バルク・コンデンサのみです。LTM8051 の製品ビデオを Web サイトで公開しています。📺

LTM8051 は、小型 (6.25mm × 11.25mm × 2.22mm) オーバーモールド BGA (Ball Grid Array) パッケージに搭載されており、標準的な表面実装機による自動アセンブリに適しています。LTM8051 は、SnPb (BGA) または RoHS 準拠で供給されます。

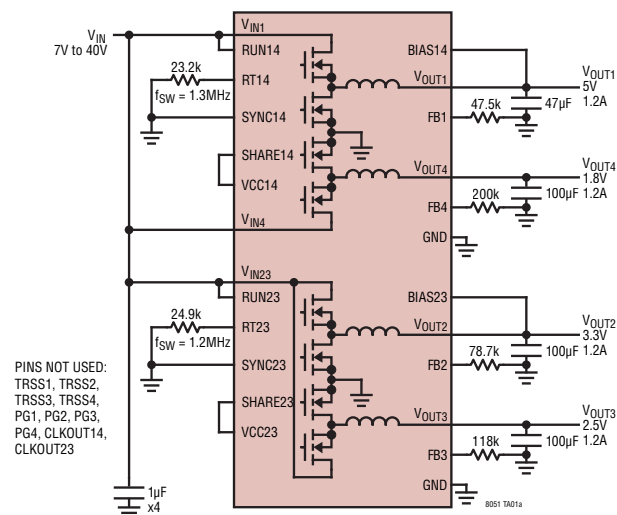
構成可能な出力アレイ

LTM8051 の出力はアレイ状に並列接続して、最大 4.8A に対応できます。

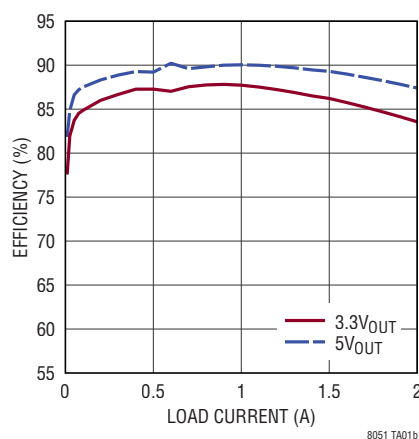


標準的応用例

$V_{IN} = 7 \sim 40\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 1.8 \sim 5\text{V}$ のクワッド降圧コンバータ



効率、 $V_{IN} = 24\text{V}$ 、BIAS = 5V

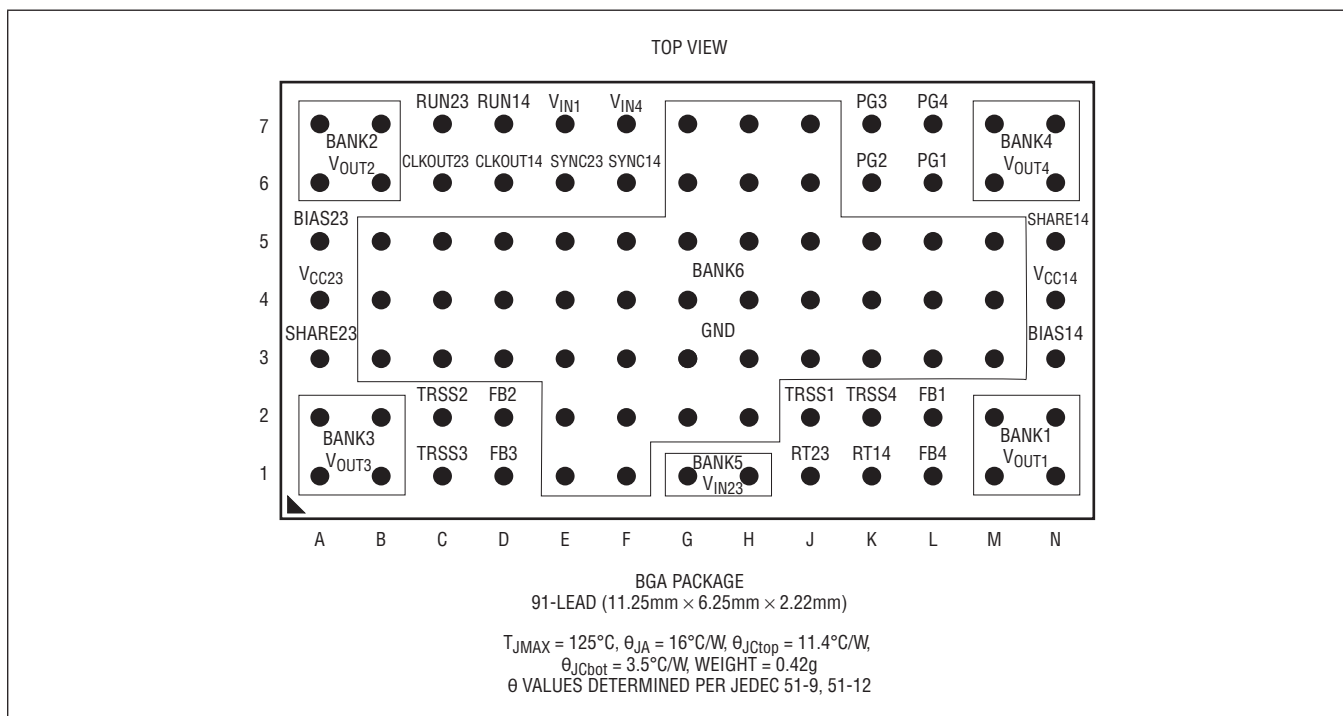


絶対最大定格

(Note 1)

V_{INn} , $RUNn$, PGn	42V	$SYNCn$	6V
V_{OUTn} , $BIASn$	10V	最大内部温度 (Note 2)	125°C
FBn , $TRSSn$, $SHAREn$, RTn , $VCCn$	4V	保存温度	-55°C ~ 125°C
		パッケージ本体のハンダ・リフロー・ピーク温度	260°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 定格	温度範囲 (Note 2 参照)
		デバイス	仕上げコード			
LTM8051EY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8051Y	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8051IY#PBF						
LTM8051IY	SnPb (63/37)		e0			

- 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。
- [BGAパッケージおよびトレイの図面](#)
- この製品では、第2面のリフローは推奨していません。
この製品は水分の影響を受けやすくなっています。詳細については、[推奨のBGA PCBアセンブリ手順および製造手順](#)を参照してください。

電氣的特性

●は規定の内部動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{IN1n} = 12\text{V}$ 、 $\text{RUN}n = 2\text{V}$ (Note 2)。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum V_{IN1} Input Voltage		●			3.0	V
Minimum V_{IN23} Input Voltage		●			3.0	V
Minimum V_{IN4} Input Voltage	$V_{IN1} = 3\text{V}$	●			2.0	V
Output DC Voltage	$\text{FB}n$ open $\text{FB}n = 27.4\text{k}\Omega$			0.8 8		V V
Maximum Output DC Current	(Note 3)				2.5	A
Quiescent Current into V_{INn}	$\text{RUN}n = 0$ $\text{BIAS}n = 5\text{V}$, $\text{SYNC}n = 0\text{V}$, No load $\text{BIAS}n = 5\text{V}$, $\text{SYNC}n = 3.3\text{V}$, No load			2 60 10	4	μA μA mA
Current into $\text{BIAS}n$	$\text{RUN}n = 0$, $\text{BIAS}n = 5\text{V}$ $\text{BIAS}n = 5\text{V}$, $\text{SYNC}n = 3.3\text{V}$, No load			7	1	μA mA
Line Regulation	$5\text{V} < V_{INn} < 40\text{V}$			0.1		%
Load Regulation	12V_{INn} , $0.1\text{A} < I_{OUTn} < 2\text{A}$			0.2		%
Output RMS Ripple	$3.3V_{OUTn}$			10		mV
$\text{FB}n$ Voltage		●	792 784	800 800	808 816	mV mV
Current out of $\text{FB}n$	$V_{OUTn} = 1\text{V}$, $\text{FB}n = 0\text{V}$			4		μA
Minimum $\text{BIAS}n$ for Proper Operation					3.2	V
Switching Frequency	$\text{RT}n = 113\text{k}\Omega$ $\text{RT}n = 30.9\text{k}\Omega$ $\text{RT}n = 7.15\text{k}\Omega$			300 1 3		KHz MHz MHz
$\text{RUN}n$ Threshold				0.74		V
$\text{RUN}n$ Input Current	$\text{RUN}n = 0\text{V}$				1	μA
$\text{PG}n$ Threshold at $\text{FB}n$	$\text{FB}n$ Rising $\text{FB}n$ Falling			740 860		mV mV
$\text{PG}n$ Output Sink Current	$\text{PG}n = 0.1\text{V}$		100			μA
$\text{CLKOUT}n V_{OL}$				0		V
$\text{CLKOUT}n V_{OH}$				3.3		V
$\text{SYNC}n$ Input High Threshold			1.5			V
$\text{SYNC}n$ Input Low Threshold					0.8	V
$\text{SYNC}n$ Threshold to Enable Spread Spectrum			2.8		4	V
$\text{SYNC}n$ Current	$\text{SYNC}n = 6\text{V}$			65		μA
$\text{TRSS}n$ Source Current	$\text{TRSS}n = 0\text{V}$			2		μA
$\text{TRSS}n$ Pull-Down Resistance	Fault Condition, $\text{TRSS}n = 0.1\text{V}$			230		Ω

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可能性がある。

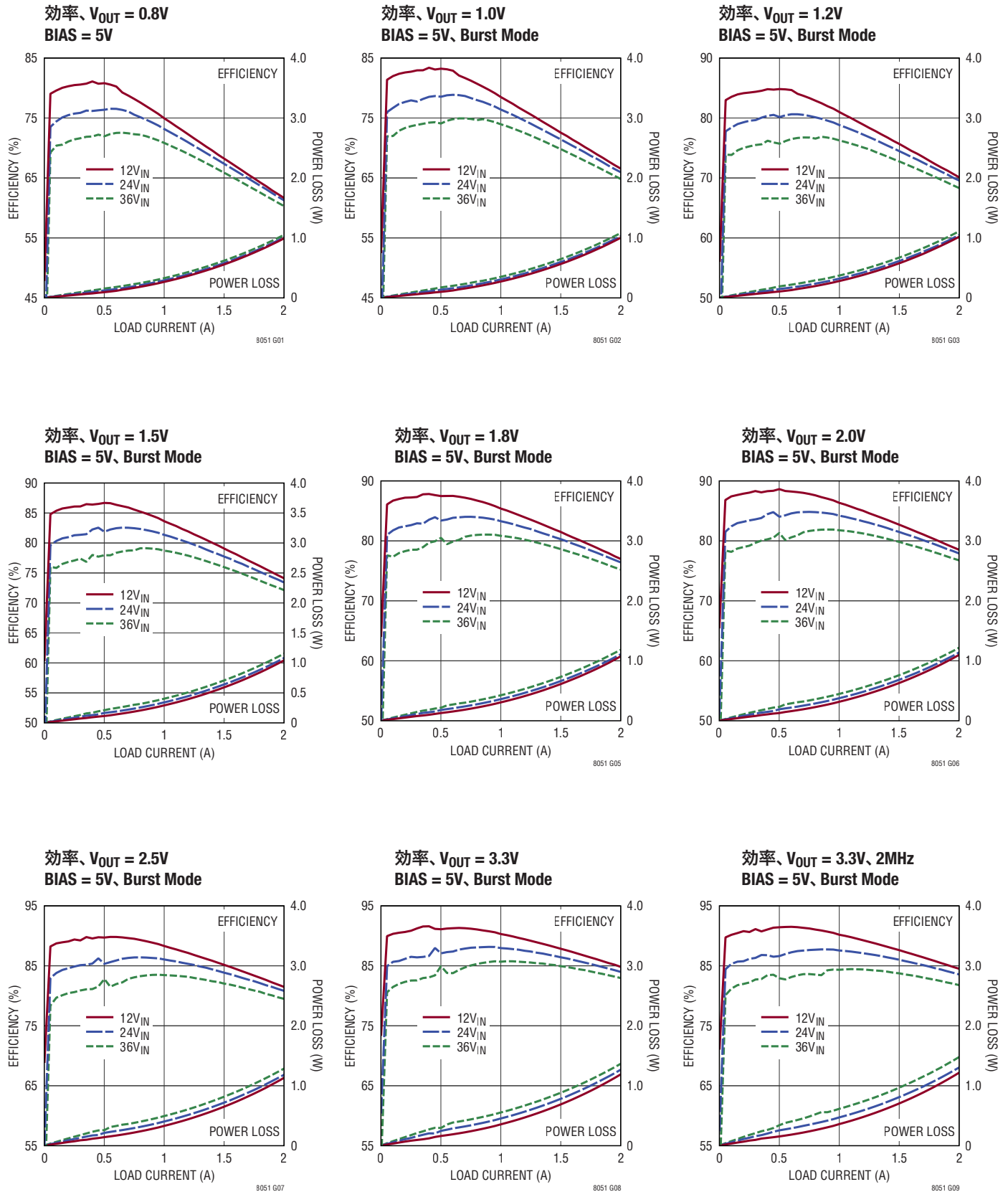
Note 2: LTM8051Eは、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の内部温度で性能仕様に適合することが確認されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全内部動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTM8051Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全内部動作

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 3: いずれのチャンネルから流れ出る最大電流もLTM8051の内部温度によって制限される可能性がある。様々な V_{IN} 、 V_{OUT} 、および T_A については出力電流のディレーティング曲線を参照。

代表的な性能特性

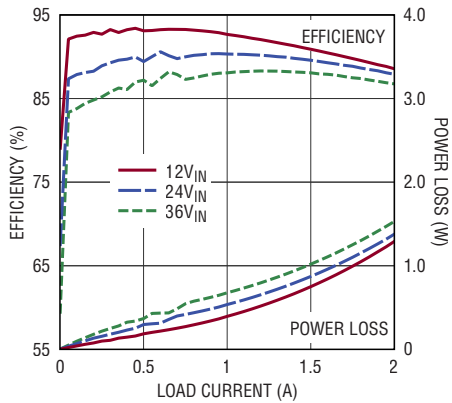
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、表1に従って動作。



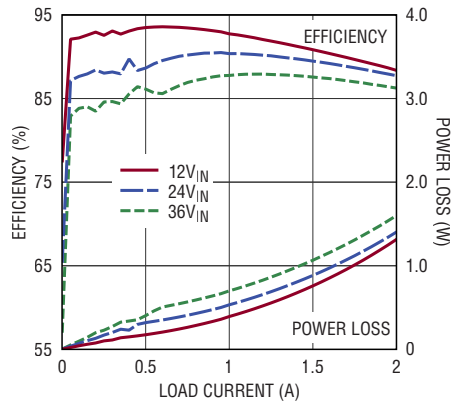
代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、表1に従って動作。

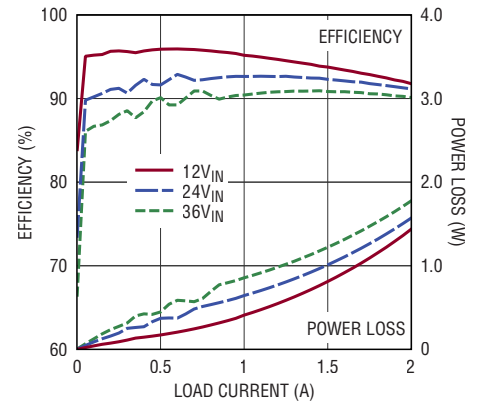
効率、 $V_{OUT} = 5.0\text{V}$
BIAS = 5V、Burst Mode



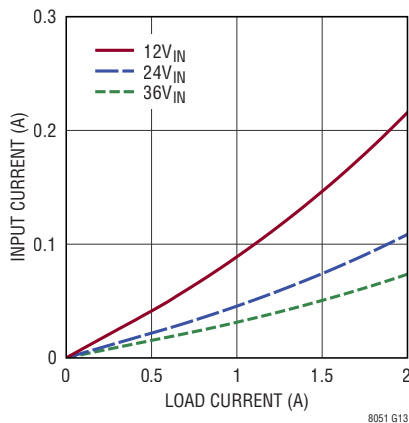
効率、 $V_{OUT} = 5.0\text{V}$ 、2MHz
BIAS = 5V、Burst Mode



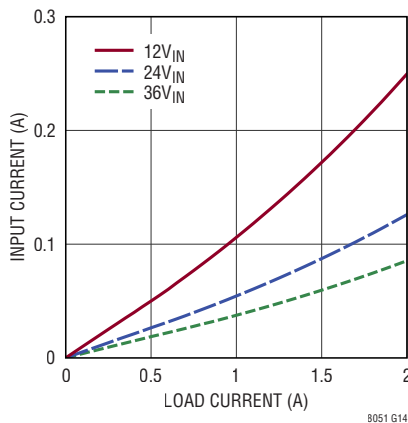
効率、 $V_{OUT} = 8.0\text{V}$
BIAS = 5V、Burst Mode



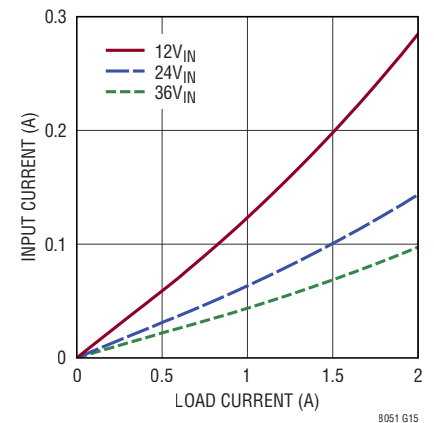
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 0.8\text{V}$ 、BIAS = 5V、Burst Mode



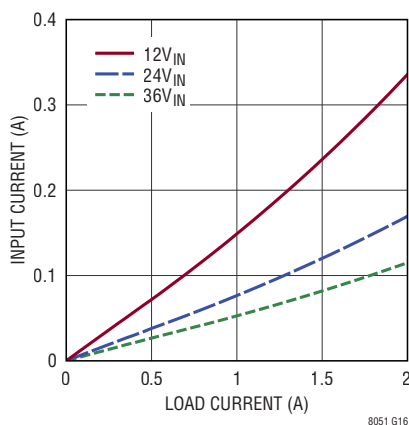
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 1.0\text{V}$ 、BIAS = 5V、Burst Mode



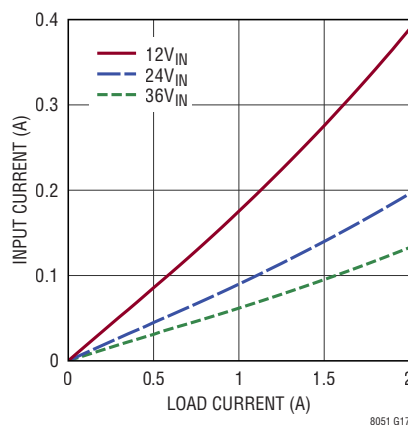
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ 、BIAS = 5V、Burst Mode



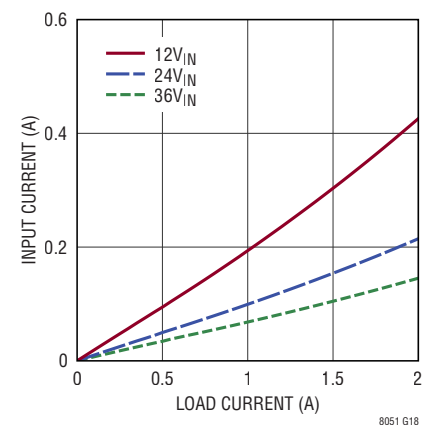
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ 、BIAS = 5V、Burst Mode



入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、BIAS = 5V、Burst Mode



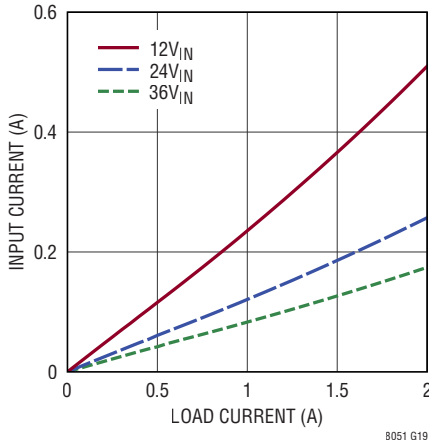
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 2.0\text{V}$ 、BIAS = 5V、Burst Mode



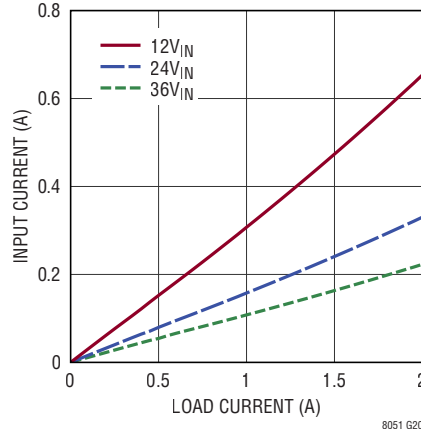
代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、表1に従って動作。

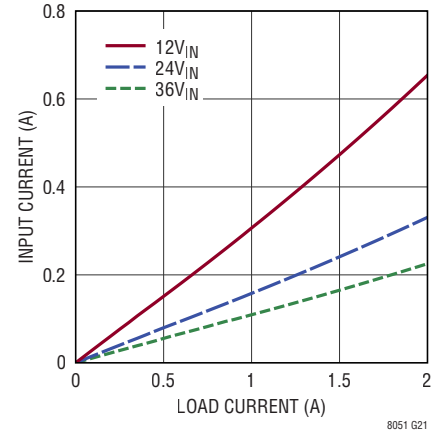
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ 、BIAS = 5V、Burst Mode



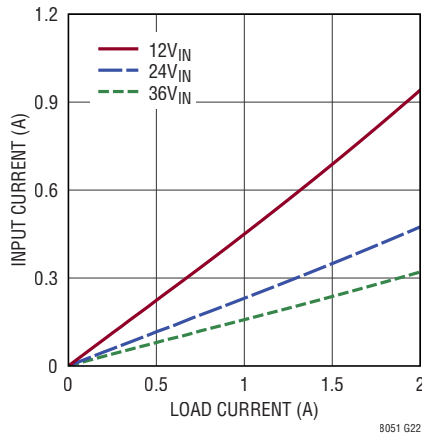
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、BIAS = 5V、Burst Mode



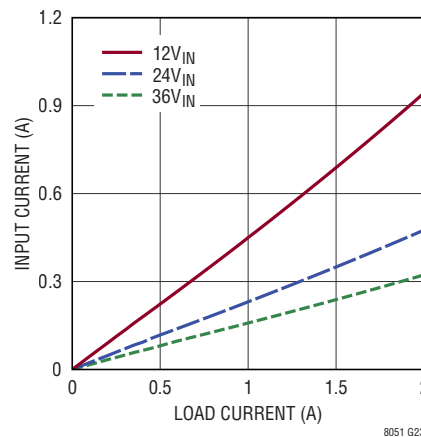
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、2MHz、BIAS = 5V、Burst Mode



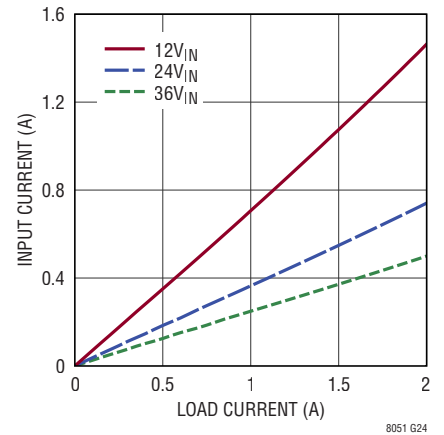
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、BIAS = 5V、Burst Mode



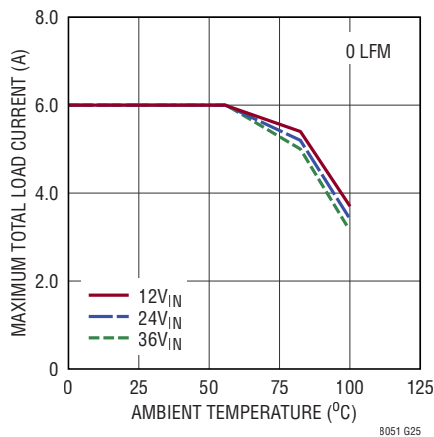
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、2MHz、BIAS = 5V、Burst Mode



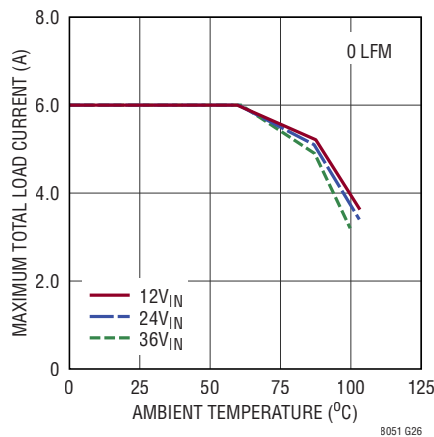
入力電流と負荷電流
 $V_{OUT} = 8\text{V}$ 、BIAS = 5V、Burst Mode



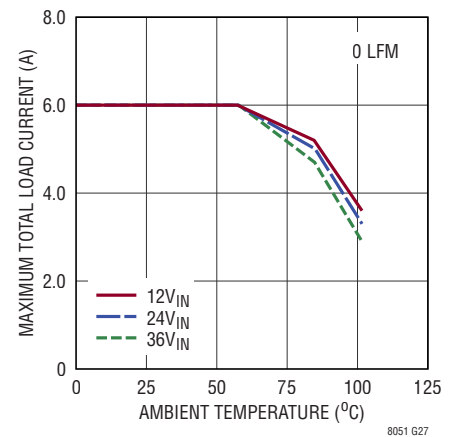
ディレーティング、 $V_{OUT} = 0.8\text{V}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



ディレーティング、 $V_{OUT} = 1\text{V}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



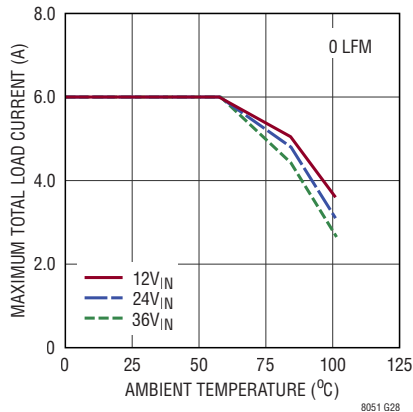
ディレーティング、 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



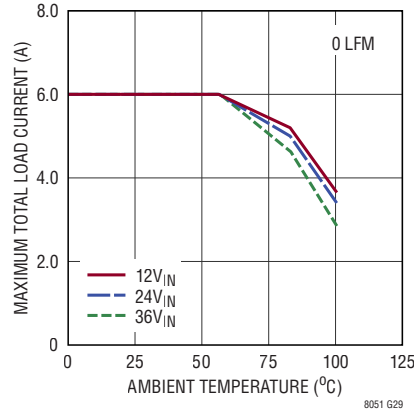
代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、表1に従って動作。

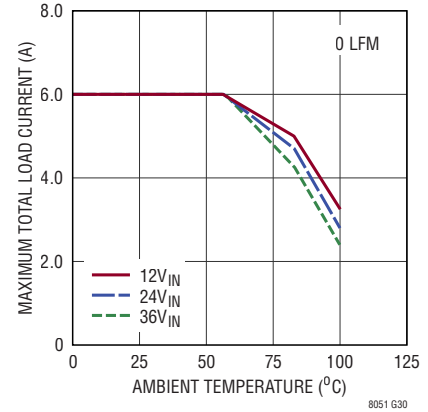
ディレーティング、 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



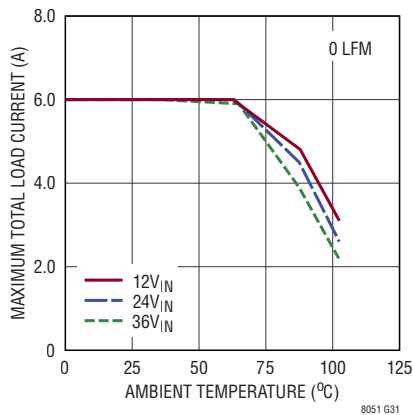
ディレーティング、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



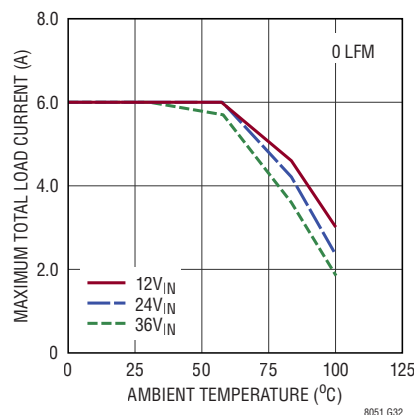
ディレーティング、 $V_{OUT} = 2\text{V}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



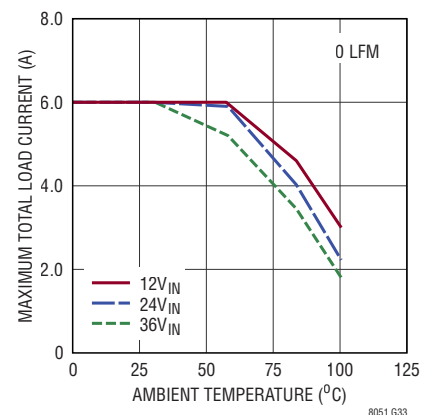
ディレーティング、 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



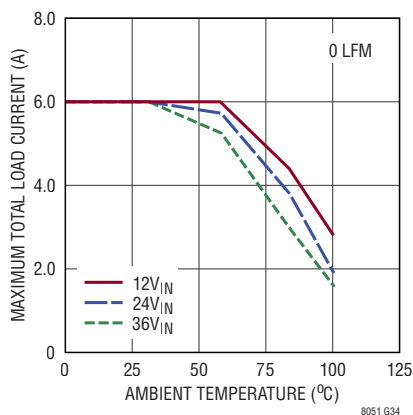
ディレーティング、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



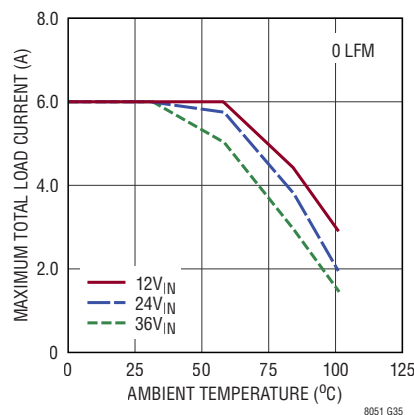
ディレーティング、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、 $F_{SW} = 2\text{MHz}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



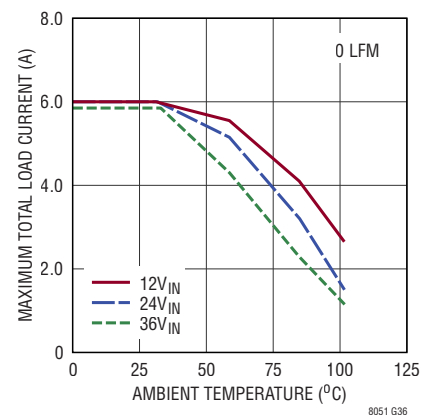
ディレーティング、 $V_{OUT} = 5\text{V}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



ディレーティング、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 $F_{SW} = 2\text{MHz}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



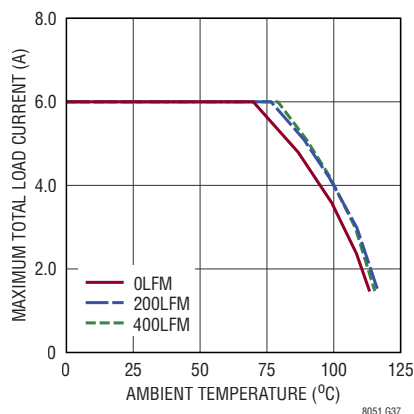
ディレーティング、 $V_{OUT} = 8\text{V}$
BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode
全チャンネルが同じ負荷



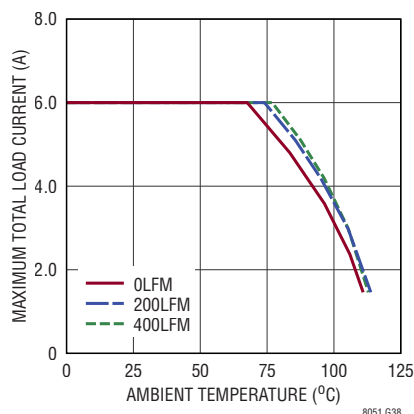
代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、表1に従って動作。

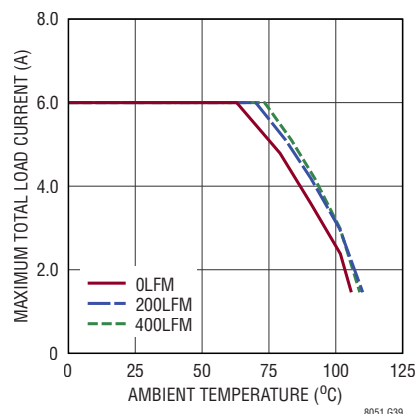
空気流がある場合のディレーティング、
 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ 、 $T_J = 120^\circ\text{C}$
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード、
 強制連続モード
 全チャンネルが同じ負荷



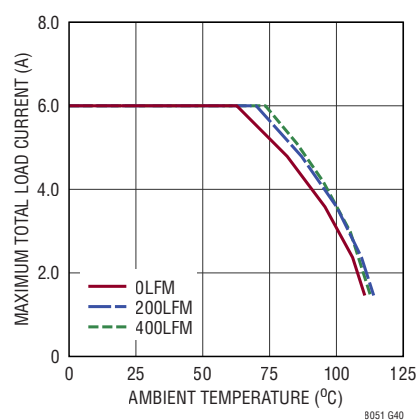
空気流がある場合のディレーティング、
 $V_{IN} = 24\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ 、 $T_J = 120^\circ\text{C}$
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード、
 強制連続モード
 全チャンネルが同じ負荷



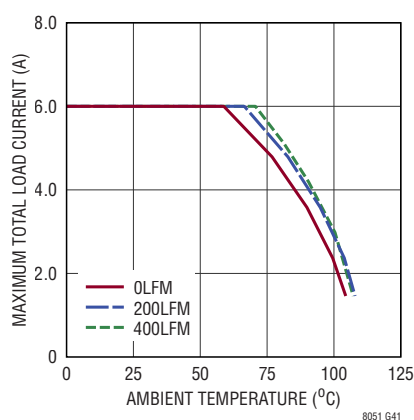
空気流がある場合のディレーティング、
 $V_{IN} = 36\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ 、 $T_J = 120^\circ\text{C}$
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード、
 強制連続モード
 全チャンネルが同じ負荷



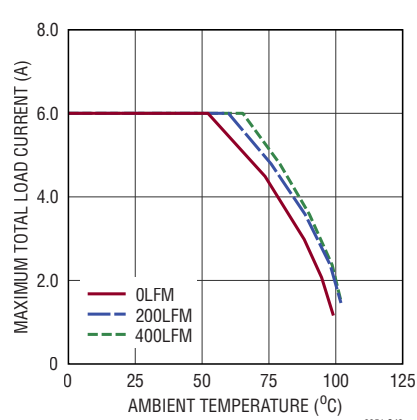
空気流がある場合のディレーティング、
 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、 $T_J = 120^\circ\text{C}$
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード、
 強制連続モード
 全チャンネルが同じ負荷



空気流がある場合のディレーティング、
 $V_{IN} = 24\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、 $T_J = 120^\circ\text{C}$
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード、
 強制連続モード
 全チャンネルが同じ負荷



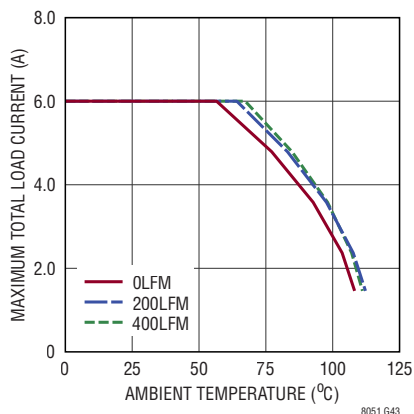
空気流がある場合のディレーティング、
 $V_{IN} = 36\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、 $T_J = 120^\circ\text{C}$
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード、
 強制連続モード
 全チャンネルが同じ負荷



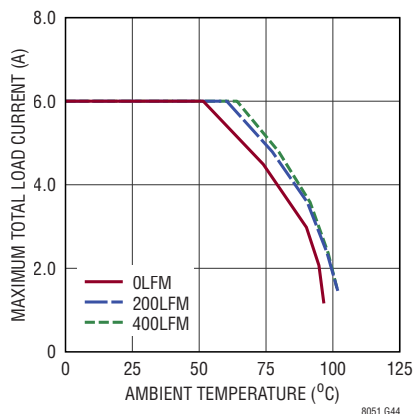
代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、表1に従って動作。

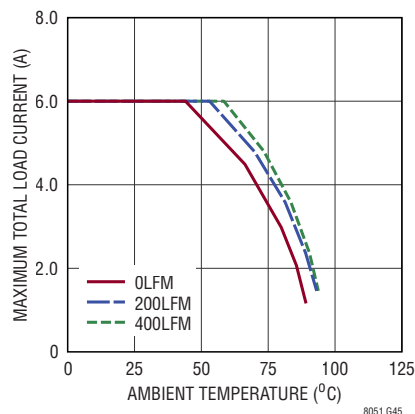
空気流がある場合のディレーティング、
 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 $T_J = 120^\circ\text{C}$
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード、
 強制連続モード
 全チャンネルが同じ負荷



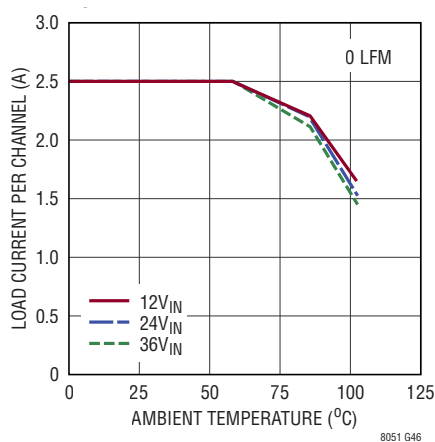
空気流がある場合のディレーティング、
 $V_{IN} = 24\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 $T_J = 120^\circ\text{C}$
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード、
 強制連続モード
 全チャンネルが同じ負荷



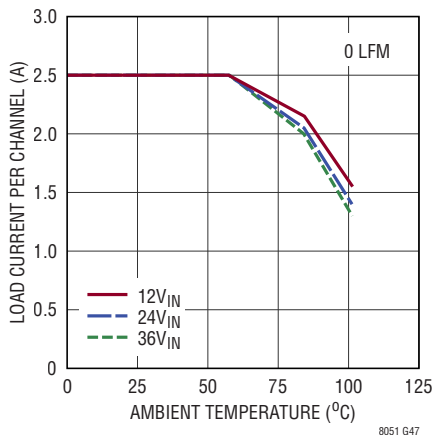
空気流がある場合のディレーティング、
 $V_{IN} = 36\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 $T_J = 120^\circ\text{C}$
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード、
 強制連続モード
 全チャンネルが同じ負荷



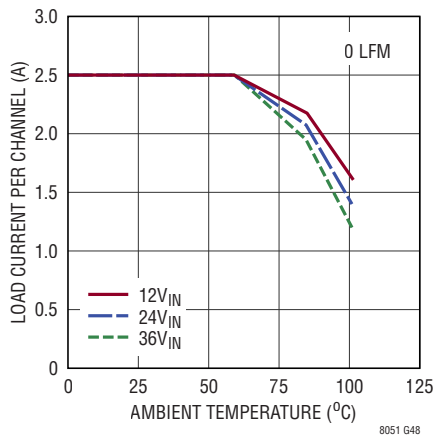
1チャンネルのディレーティング、
 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$
 CH1 : オン、 CH2/CH3/CH4 : オフ
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode



1チャンネルのディレーティング、
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
 CH1 : オン、 CH2/CH3/CH4 : オフ
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode

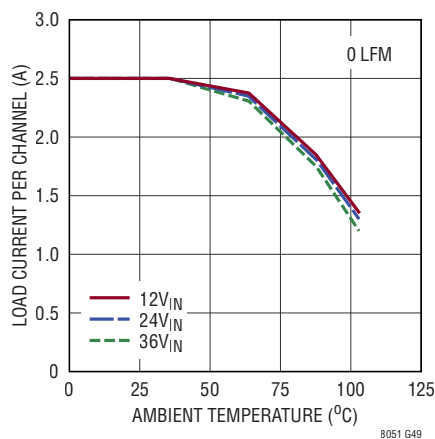


1チャンネルのディレーティング、
 $V_{OUT} = 5\text{V}$
 CH1 : オン、 CH2/CH3/CH4 : オフ
 $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode

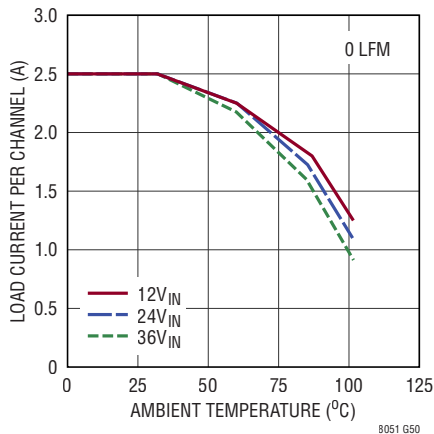


代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、表1に従って動作。

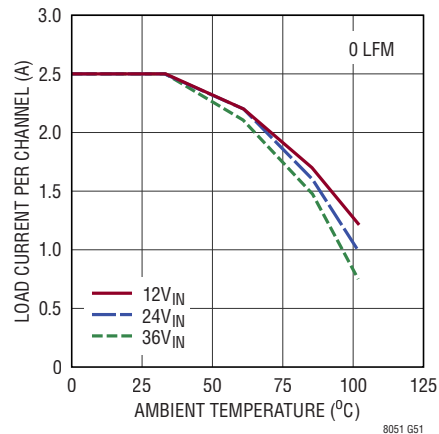
2チャンネルのディレーティング、
 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$
 CH1/CH2: オン、CH3/CH4: オフ
 BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode



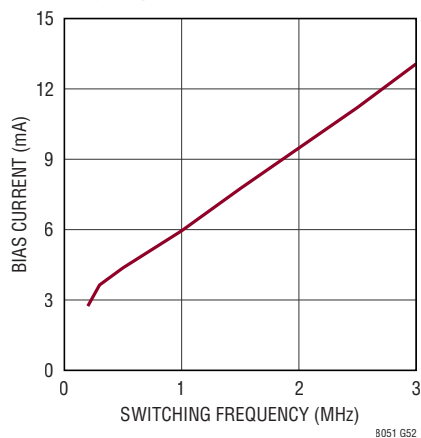
2チャンネルのディレーティング、
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
 CH1/CH2: オン、CH3/CH4: オフ
 BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode



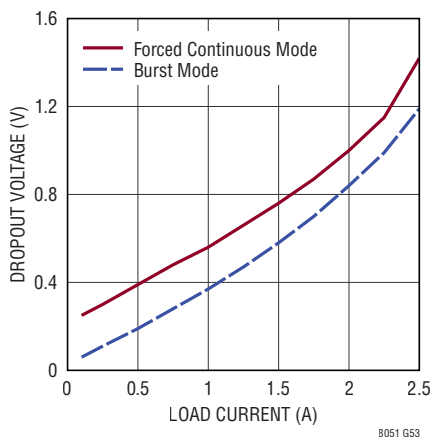
2チャンネルのディレーティング、
 $V_{OUT} = 5\text{V}$
 CH1/CH2: オン、CH3/CH4: オフ
 BIAS = 5V、DC2860A デモ・ボード
 $T_J = 120^\circ\text{C}$ 、Burst Mode



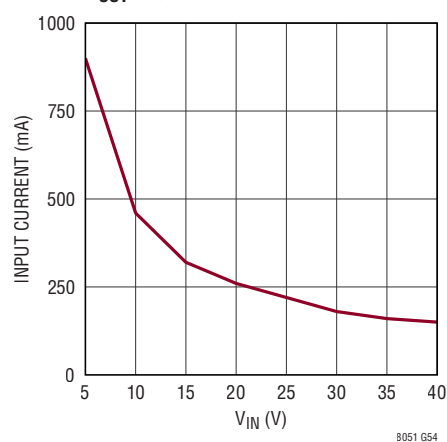
BIAS 電流と周波数、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
 強制連続モード



ドロップアウト電圧と負荷電流



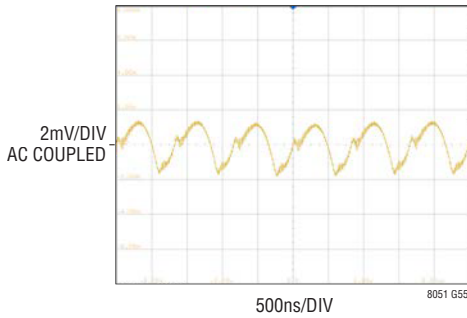
入力電流と V_{IN}
 V_{OUT} 短絡時



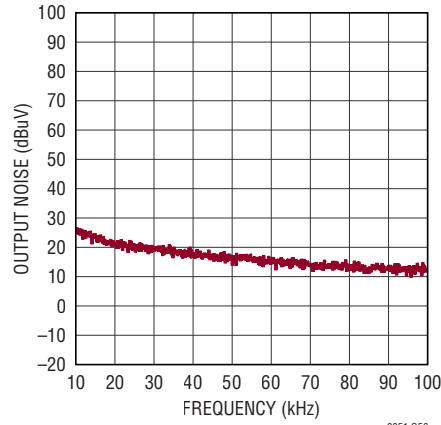
代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、表1に従って動作。

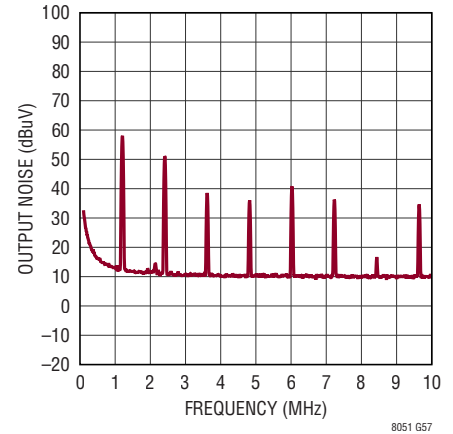
出力電圧のリップル
DC2860A デモ・ボード
 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$



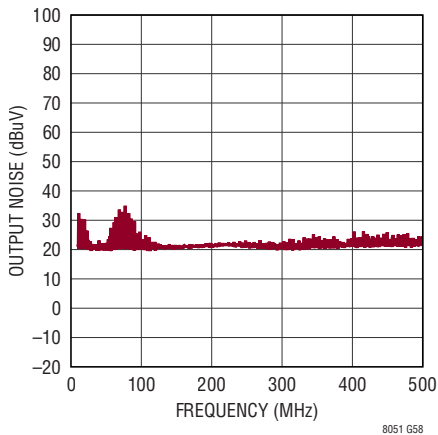
出力ノイズ・スペクトラム
DC2860A、100kHz スパン
 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
 $I_{OUT} = 1.2\text{A}$ 、 $f_{SW} = 1.2\text{MHz}$



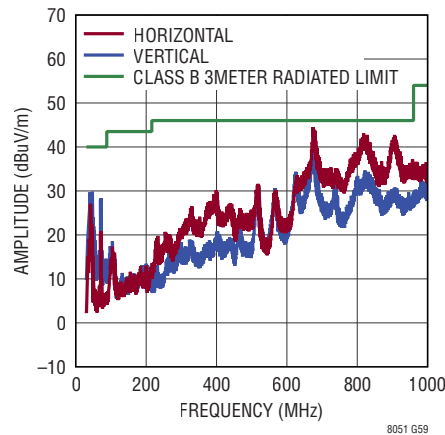
出力ノイズ・スペクトラム
DC2860A、100MHz スパン
 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
 $I_{OUT} = 1.2\text{A}$ 、 $f_{SW} = 1.2\text{MHz}$



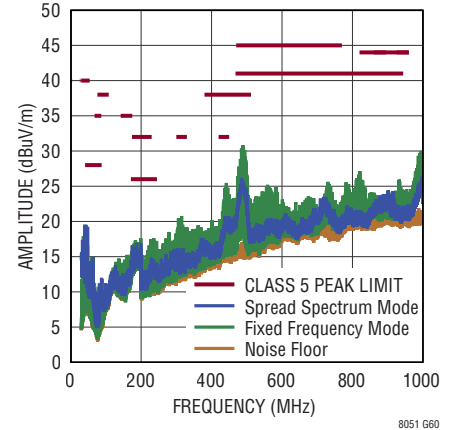
出力ノイズ・スペクトラム
DC2860A、500MHz スパン
 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
 $I_{OUT} = 1.2\text{A}$ 、 $f_{SW} = 1.2\text{MHz}$



CISPR22 クラス B 放射
DC2860A デモ・ボード
 $V_{INn} = 12\text{V}$ 、 $I_{OUTn} = 1.2\text{A}$
 $V_{OUT1} = 5\text{V}$ 、 $V_{OUT2} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{OUT3} = 2.5\text{V}$ 、 $V_{OUT4} = 1.8\text{V}$
スペクトラム拡散オン、EMI フィルタなし



CISPR25 放射とクラス 5 のピーク制限値
DC2860A デモ・ボード、
 $V_{IN} = 14\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
4チャンネルを並列接続、
 $I_{OUT} = 4.8\text{A}$ 、 $f_{SW} = 2\text{MHz}$



ピン機能

V_{IN1} (ピンE7) : チャンネル1レギュレータの入力電源。V_{IN1} は、チャンネル1/4の内部制御回路に電力を供給し、また低電圧ロックアウト回路によってモニタされます。LTM8051のチャンネル1/4のどちらを動作させる場合もV_{IN1}の電圧を3.0Vより高くする必要があります。外部の低ESRのコンデンサを使用してV_{IN1}をグラウンドにデカップリングします。推奨値については、表1を参照してください。

V_{IN4} (ピンF7) : チャンネル4レギュレータの入力電源。外部の低ESRのコンデンサを使用してV_{IN4}をグラウンドにデカップリングします。推奨値については、表1を参照してください。

V_{IN23} (バンク5) : チャンネル2/3レギュレータの入力電源。V_{IN23} バンクは、チャンネル2/3両方の内部制御回路に電力を供給し、また低電圧ロックアウト回路によってモニタされます。LTM8051のチャンネル2/3のどちらを動作させる場合もV_{IN23}の電圧を3.0Vより高くする必要があります。外部の低ESRのコンデンサを使用してV_{IN23}をグラウンドにデカップリングします。推奨値については、表1を参照してください。

V_{OUT1/2/3/4} (バンク1/2/3/4) : それぞれチャンネル1/2/3/4の電源出力。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。

GND (バンク6) : これらのGNDピンは、LTM8051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、LTM8051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。帰還分圧器(RFB)はこの回路網に戻します。

BIAS14/23 (ピンN3/A5) : BIAS_nが3.2Vより高い電圧に接続されていると、内部レギュレータにはV_{IN1} またはV_{IN23} からではなくBIAS_nから電流が流れます。出力電圧が3.3V以上の場合、このピンはV_{OUTn}に接続してください。このピンをV_{OUTn}以外の電源に接続する場合は、このピンの近くにバイパス・コンデンサを使用してください。

CLKOUT14/23 (ピンD6/C6) : 同期出力。SYNC14/23 > 2.8Vの場合、CLKOUT14/23ピンからチャンネル1/2との位相差がそれぞれ約90度の波形が出力されます。これにより、最大4相まで他のレギュレータと同期することができます。SYNCピンに外部クロックを入力すると、CLKOUTピンはSYNC波形とほぼ同じ位相、ほぼ同じデューティ・サイクル、ほぼ同じ周波数の波形を出力します。Burst Mode動作では、CLKOUTピンが内部で接地されます。CLKOUT機能を使用しない場

合は、このピンをフロート状態にします。このピンは駆動しないでください。

FB1/2/3/4 (ピンL2/D2/D1/L1) : LTM8051はFB_nピンの電圧を800mVに安定化します。帰還抵抗をこのピンに接続して、出力電圧を設定します。

PG1/2/3/4 (ピンL6/K6/K7/L7) : PG_nピンは内部コンパレータのオープンドレイン出力です。PG_nはFB_nピンが最終レギュレーション電圧の±7.5%以内になるまでローのままであり、障害状態にはなりません。PG_nがローになるのは、V_{INn}がUVLOのとき、サーマル・シャットダウン時、またはRUN_nピンがローのときです。

RT14/23 (ピンK1/J1) : RT_nとグラウンドの間に抵抗を接続して、スイッチング周波数を設定します。このピンは駆動しないでください。

RUN14/23 (ピンD7/C7) : LTM8051の対応するチャンネルは、このピンがローのときシャットダウン状態になり、このピンがハイのときアクティブになります。シャットダウン機能を使用しない場合は、V_{INn}に接続します。V_{INn}からの外付け抵抗分圧器を使用して、特定の値より低くなるとLTM8051の対応チャンネルがシャットダウンするV_{INn}閾値を設定できます。このピンはフロート状態にしないでください。

SHARE14/23 (ピンN5/A3) : 負荷分担の制御。V_{OUT1}とV_{OUT4}が負荷を分担する場合は、SHARE14をフロート状態にします。V_{OUT1}とV_{OUT4}が無関係の場合は、SHARE14をV_{CC14}に接続します。V_{OUT2}とV_{OUT3}が負荷を分担する場合は、SHARE23をフロート状態にします。V_{OUT2}とV_{OUT3}が無関係の場合は、SHARE23をV_{CC23}に接続します。4チャンネル全てを並列接続する場合は、SHARE14とSHARE23を接続します。他のLTM8051と負荷を分担する場合は、このピンを他のLTM8051のSHARE_nピンに接続します。

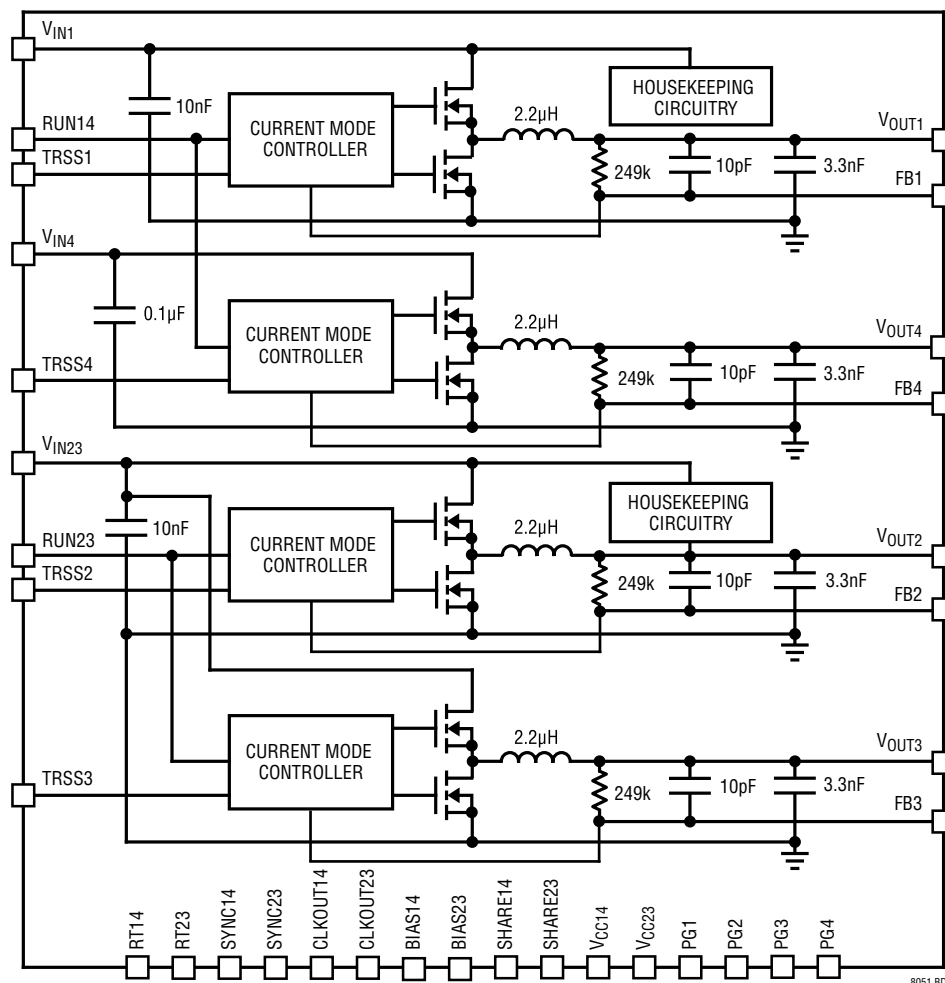
V_{CC14/23} (ピンN4/A4) : 内部レギュレータのバイパス・ピン。内部パワー・ドライバおよび制御回路はこの電圧から電力を供給されます。V_{CCn}の電流は、V_{BIASn} > 3.2Vの場合はBIAS_nピンから供給され、そうでない場合はV_{INn}ピンから供給されます。V_{OUT1}とV_{OUT4}が負荷を分担する場合は、V_{CC14}をフロート状態のままにします。V_{OUT2}とV_{OUT3}が負荷を分担する場合は、V_{CC23}をフロート状態のままにします。V_{OUT1}とV_{OUT4}が無関係の場合は、SHARE14をV_{CC14}に接続します。V_{OUT2}とV_{OUT3}が無関係の場合は、SHARE23をV_{CC23}に接続します。そうしないと、LTM8051は正常に安定化できません。V_{CCn}ピンには外部回路による負荷をかけないでください。

ピン機能

TRSS1/2/3/4 (ピン J2/C2/C1/K2) : 出力トラッキングおよびソフトスタート・ピン。このピンを使用して、起動時の出力電圧の上昇率を制御できます。TRSS n ピンの電圧が0.8Vより低くなると、LTM8051はFB n ピンの電圧を安定化してTRSS n ピンの電圧と等しくなるようにします。TRSS n ピンの電圧が0.8Vより高くなると、トラッキング機能はディスエーブルされ、内部リファレンスによるエラーアンプの制御が再開されます。このピンには2 μ Aの内部プルアップ電流が流れるので、コンデンサで出力電圧のスルー・レートを設定できます。このピンは、シャットダウン時および障害発生時には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。ソフトスタート機能を使わない場合は、この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。

SYNC14/23 (ピン F6/E6) : 外部クロックの同期入力。低出力負荷での低リップルBurst Mode動作では、このピンを接地します。また、このピンはCLKOUT機能も無効にします。スペクトラム拡散変調機能ありの強制連続モード動作にする場合は、2.8V～4.2VのDC電圧を印加します。スペクトラム拡散変調機能なしの強制連続モード動作にする場合は、SYNC n ピンをフロート状態にします。外部周波数と同期させるには、SYNC n ピンにクロック源を入力します。外部周波数を入力すると、LTM8051は強制連続モードになります。

ブロック図



動作

LTM8051は、チャンネルあたり最大2.5Aのピーク電流を供給できる独立した非絶縁型クワッド降圧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(0.8V～8V)を出力します。 V_{IN1} 、 V_{IN23} の入力電圧範囲は3V～40Vであるのに対して、 V_{IN4} の入力電圧範囲は2V～40Vです。

LTM8051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。簡略ブロック図を参照してください。

LTM8051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、適度な容量の入力および出力コンデンサを内蔵しています。LTM8051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、 RTn 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。

内部レギュレータは制御回路に電力を供給します。バイアス・レギュレータは、通常は V_{INn} ピンから電力を供給しますが、 $BIASn$ 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。 $BIASn$ ピンを使用しない場合は、GNDに接続します。

効率を向上させるため、軽負荷または無負荷状態ではLTM8051は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、入力電源電流がわずかに数 μ Aに減少します。

$TRSSn$ ノードはエラーアンプの補助入力として機能します。 FBn の電圧は、 $TRSSn$ の電圧が0.8Vを超えるまで、 $TRSSn$ の電圧に応じてサーボ制御されます。ソフトスタートは、2 μ Aの内部定電流で充電される外付けコンデンサを使用して、 $TRSSn$ ピンにランプ電圧を発生させることによって実装されます。また、 $TRSSn$ 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。 $TRSSn$ 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。

LTM8051は、 FBn ピンの電圧が安定値の約92%～108%に入ると作動するパワーグッド・コンパレータを備えています。 PGn 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 PGn ピンをハイにすることができます。

LTM8051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最大温度定格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失墜を引き起こす可能性があります。

アプリケーション情報

出力電圧の設定

出力電圧は、下の図に示すようにFBピンの抵抗によって設定します。抵抗値は次式に従って選択します。

$$R_{FB} = \frac{249k\Omega}{\frac{V_{OUT}}{0.8V} - 1}$$

出力電圧の精度を保つため、誤差1%の抵抗を推奨します。

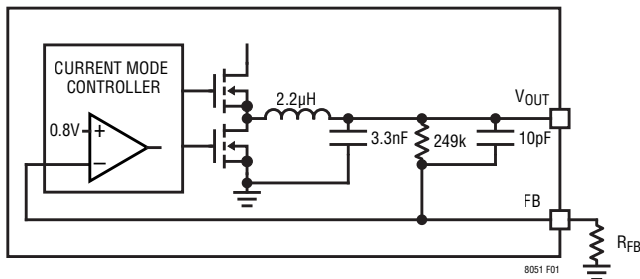


図1. FBピンの抵抗による出力電圧の設定

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、目的の入力レンジ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。

LTM8051を異なる出力電圧で使用する場合は、表1で推奨されている高い周波数の方が、通常は最適な動作が得られます。これらの部品を組み合わせで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確認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大きさの関係、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。

LTM8051がスイッチングできる最大周波数(とそれに伴う R_T 値)は表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 値)は 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。

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、各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を使うことは推奨しません。そのような値を使った場合、誤動作する可能性があります。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、LTM8051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。LTM8051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、LTM8051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。LTM8051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倍のリンギングが生じて、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。

表 1. 推奨する部品の値と構成 (T_A = 25°C)

V _{IN}	V _{OUT} (V)	R _{FB} (kΩ)	C _{IN} ²	C _{OUT}	BIAS	C _{FF}	f _{sw} (kHz)	R _T (kΩ)	MAX f _{SW} (kHz)	MIN _{RT} (kΩ)
3V to 40V ¹	0.8	Open	1μF 50V X5R 0805	2 x 100uF 4V X5R 0805	3.2V to 10V	47pF	450	75	1200	24.9
3V to 40V ¹	1	1000	1μF 50V X5R 0805	2 x 100uF 4V X5R 0805	3.2V to 10V	33pF	550	60.4	1400	21
3V to 40V ¹	1.2	499	1μF 50V X5R 0805	2 x 100uF 4V X5R 0805	3.2V to 10V	22pF	650	49.9	1400	21
3V to 40V ¹	1.5	287	1μF 50V X5R 0805	2 x 100uF 4V X5R 0805	3.2V to 10V	22pF	800	40.2	1400	21
3.2V to 40V ¹	1.8	200	1μF 50V X5R 0805	100uF 4V X5R 0805	3.2V to 10V	-	800	40.2	1800	15
3.5V to 40V ¹	2	165	1μF 50V X5R 0805	100uF 4V X5R 0805	3.2V to 10V	-	900	34.8	1800	15
4.2V to 40V ¹	2.5	118	1μF 50V X5R 0805	100uF 4V X5R 0805	3.2V to 10V	-	1100	27.4	2000	13.3
5V to 40V ¹	3.3	78.7	1μF 50V X5R 0805	100uF 4V X5R 0805	3.2V to 10V	-	1200	24.9	2800	8.06
7V to 40V ¹	5	47.5	1μF 50V X5R 0805	47uF 6.3V X5R 0805	3.2V to 10V	-	1300	22.1	3000	7.15
10.5V to 40V ¹	8	27.4	1μF 50V X5R 0805	22uF 10V X5R 0805	3.2V to 10V	-	1700	16.5	3000	7.15

Note 1: LTM8051はこれより低い入力電圧でも動作できるが、スイッチング・サイクルをスキップすることがある。

Note 2: バルク入力コンデンサが必要になる。

アプリケーション情報

周波数の選択

LTM8051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、300kHz～3MHz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。表に示す抵抗は標準の許容誤差1% E96系列の値です。

動作周波数の妥協点

入力および出力条件に対して最適な R_T 値(表1参照)を使うことを推奨します。LTM8051を異なる出力電圧で使用する場合は、表1で推奨されている高い周波数の方が、通常は最適な動作が得られます。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。LTM8051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LTM8051が損傷することさえあります。周波数が低すぎる場合、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。

BIASnピンに関する検討事項

BIASnピンを使用する目的は、内部パワー・スイッチング段に駆動電力を供給することと、他の内部回路を動作させることです。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、BIASnピンをそのまま V_{OUTn} に接続してもかまいません。 V_{OUTn} が3.2Vより低い場合は、BIASnピンを V_{INn} またはその他の電圧源に接続することもできます。BIASnピンの電圧が高すぎると、LTM8051の効率が低下することがあります。BIASnの最適な電圧値は、負荷電流、入力電圧、出力電圧、スイッチング周波数など、多くの要因に依存します。いかなる場合にも、BIASnピンの最大電圧が確実に10V未満になるようにします。BIASnの電力が遠距離の電圧源またはノイズを含む電圧源から供給されている場合は、必要に応じてこのピンの近くにデカップリング・コンデンサを追加します。1 μ Fのセラミック・コンデンサがうまく機能します。また、BIASnピンをGNDに接続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。

最大負荷

LTM8051がチャンネルごとに駆動できる最大連続負荷電流は、定格では1.2A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LTM8051が損傷しないようにするためのものです。LTM8051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、LTM8051の V_{OUT1} を1Vで安定化するように設定し、その他の3つのチャンネルをオフにして、周囲温度を60°C未満に制御した場合、 V_{OUT1} は24Vの V_{IN} から連続的に3Aを供給できます。これは、連続定格の1.2Aよりかなり大きな値です。代表的な性能特性セクションのグラフを参照してください。同様に、LTM8051の4つ全てのチャンネルが8Vの出力電圧を供給していて周囲温度が100°Cの場合、各チャンネルが24Vの入力から供給できるのは最大でも0.6Aであり、これは連続定格の1.2Aより小さな値です。

表2. スwitchング周波数と R_T の値

f_{sw} (MHz)	R_T (k Ω)
0.3	113
0.4	86.6
0.5	68.1
0.6	54.9
0.7	46.4
0.8	40.2
0.9	34.8
1.0	30.9
1.2	24.9
1.4	21.0
1.6	17.8
1.8	15.0
2.0	13.3
2.2	11.5
2.4	10.2
2.6	9.09
2.8	8.06
3.0	7.15

アプリケーション情報

電力ディレーティング

$V_{IN} = 12V$ 、 $V_{IN} = 24V$ 、および $V_{IN} = 36V$ の電力損失曲線を負荷電流ディレーティング曲線と組み合わせて使用することにより、LTM8051の空気流ありの条件での概略の θ_{JA} 熱抵抗を計算できます。電力損失曲線を室温で測定し、その値を125°Cでは倍率1.35～1.4で増加させます。この値の増加は、レギュレータの電力損失が25°Cから150°Cで約45%増加することが原因です。45%の変化を温度差125°Cに均等に振り分ければ、損失の増加は約0.35%/°Cになります。最大ジャンクション温度の125°Cから室温の25°Cを引くと、温度増は100°Cです。この100°Cの温度増に0.35%/°Cを掛けると、125°Cの接合部では損失が35%増大することになり、ここから倍率の1.35が得られます。

ディレーティング曲線は、全負荷電流の6Aと低い周囲温度を初期条件とする同じ動作条件で、4つの V_{OUTn} を使用してプロットされています。空気流ありのディレーティング曲線は、出力電圧が1.5V、3.3V、および5Vのときに測定します。これらの数値が選ばれたのは、低めおよび高めの出力電圧範囲を含むようにして、熱抵抗の相関をとるためです。熱モデルは、恒温槽での数回の温度計測と熱FEAモデリングから得られます。

空気流ありと空気流なしの条件で周囲温度を上げながらジャンクション温度をモニタします。ディレーティング曲線には、周囲温度の変化に応じた電力損失の増加が加味されます。周囲温度の上昇に合わせて出力電流つまり電力が減少するので、ジャンクション温度は最大で約120°Cに維持されます。出力電流が減少することにより、周囲温度が上昇するにつれて内部モジュールの損失は減少します。

表3～表5で得られる様々な条件での熱抵抗に、周囲温度の関数として算出した電力損失を掛けると、周囲温度からの温度上昇値が得られ、この値から最大ジャンクション温度が得られます。室温での電力損失を電力損失曲線から求めて、前述の周囲温度の倍率で調整することができます。プリント回路基板は1.6mm厚の4層基板で、全ての層を2オンスの銅箔(70μm)で覆っています。

表 3. 1.5V 出力

DERATING CURVE	V_{IN} (V)	POWER LOSS CURVE	AIRFLOW (LFM)	HEAT SINK	θ_{JA} (°C/W)
Graph 37-39	12, 24, 36	Graph 04	0	None	16
Graph 37-39	12, 24, 36	Graph 04	200	None	13.5
Graph 37-39	12, 24, 36	Graph 04	400	None	12.5

表 4. 3.3V 出力

DERATING CURVE	V_{IN} (V)	POWER LOSS CURVE	AIRFLOW (LFM)	HEAT SINK	θ_{JA} (°C/W)
Graph 40-42	12, 24, 36	Graph 08	0	None	16
Graph 40-42	12, 24, 36	Graph 08	200	None	13.5
Graph 40-42	12, 24, 36	Graph 08	400	None	12.5

表 5. 5V 出力

DERATING CURVE	V_{IN} (V)	POWER LOSS CURVE	AIRFLOW (LFM)	HEAT SINK	θ_{JA} (°C/W)
Graph 43-45	12, 24, 36	Graph 10	0	None	16
Graph 43-45	12, 24, 36	Graph 10	200	None	13.5
Graph 43-45	12, 24, 36	Graph 10	400	None	12.5

アプリケーション情報

負荷分担

LTM8051の4つのチャンネルを並列に接続して、供給電流量を増やすことができます。2つ以上のLTM8051で行うには、並列接続した全てのチャンネル／モジュールの V_{INn} 、 V_{OUTn} 、 FBn 、および $SHAREn$ ピンを互いに接続します(図7を参照)。並列接続したチャンネルを同時に起動するには、 $TRSSn$ ピンも同様に互いに接続します。 $TRSSn$ ピンを互いに接続するのが不都合な場合は、それぞれの μ Module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。 n 個のデバイス間で負荷を分担し、1個の R_{FB} 抵抗を使用する場合、抵抗の値は次のとおりです。

$$R_{FB} = \frac{199.2}{n(V_{OUT} - 0.8)}, \text{ where } R_{FB} \text{ is in k}\Omega$$

図6～図8に、負荷分担アプリケーションの例を示します。

Burst Mode動作

軽負荷での効率を向上させるため、LTM8051は自動的にBurst Mode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。LTM8051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_{INn} と $BIASn$ の自己消費電流は大幅に低下します。そのため、負荷電流が減少して無負荷の条件に近づくほど、LTM8051はスリープ・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て、軽負荷での効率が高くなります。

Burst Mode動作は、SYNCをGNDに接続することで有効になります。

最小入力電圧

LTM8051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3V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3Vを下回ると、LTM8051はオフになることがあります。

チャンネル1とチャンネル4を動作させる場合は、 V_{IN1} を3Vより高くする必要があります。 V_{IN1} が3Vより高い場合は、 V_{IN4} が2Vより高い限り、チャンネル4は動作します。

チャンネル2とチャンネル3を動作させる場合は、 V_{IN23} を3Vより高くする必要があります。

出力電圧トラッキングとソフトスタート

LTM8051では、 $TRSSn$ ピンによって出力電圧のランプ・レートを調整できます。内蔵の2 μ A電流源により、 $TRSSn$ ピンの電圧は約2.4Vになります。外付けコンデンサを $TRSSn$ 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 $TRSSn$ 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 $TRSSn$ ピンを外部から駆動できます。0V～0.8Vの範囲では、エラーアンプに入力される0.8Vの内部リファレンスより $TRSSn$ ピンの電圧の方が優先されるので、 FBn ピンの電圧は $TRSSn$ ピンの電圧に安定化されます。 $TRSSn$ ピンの電圧が0.8V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。この機能が必要な場合は、 $TRSSn$ 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。

$TRSSn$ 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、障害状態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、障害状態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、 $RUNn$ ピンがローへ遷移した場合、 V_{INn} 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。

アプリケーション情報

プリバイアスされた出力

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、LTM8051は、 $TRSS_n$ ピンが0.8V未満の場合は必ず、 $TRSS_n$ ピンで決まる FB_n の電圧と等しくなるように出力を制御します。LTM8051の出力が目標出力電圧より高くなり、 $SYNC_n$ の電圧が0.8V未満に保持されなくなると、LTM8051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LTM8051の絶対最大定格を上回らないように注意します。 $SYNC$ を接地すると、LTM8051は電流を入力に戻さなくなります。

同期

低リップルのBurst Mode動作を選択するには、 $SYNC$ ピンを約0.8V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)。LTM8051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 $SYNC_n$ ピンに接続します。方形波の振幅には、0.8Vより低い谷と1.5Vより高い山が必要です。

LTM8051は300kHz～3MHzの範囲にわたって同期することができます。LTM8051は、外部クロックに同期しているときは軽出力負荷時にBurst Mode動作になりません。 R_T 抵抗は、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以下になるように R_T を選択します。

LTM8051はEMI/EMC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2.8V～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7kHzです。例えば、LTM8051を2MHzに設定した場合、周波数は7kHz刻みで2MHz～2.4MHz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動作はデイスエーブルされ、デバイスは不連続モードで動作することがあります。

入力短絡保護

LTM8051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LTM8051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_{INn} ピンをフロート状態にすることができる場合で、 RUN_n ピンが(ロジック信号によって、あるいは V_{INn} 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LTM8051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問題ありません。 RUN_n ピンを接地すると、内部電流は基本的にゼロまで減少します。ただし、出力を高く保持した状態で V_{INn} ピンを接地すると、出力から V_{INn} ピンを通して、LTM8051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5に、入力電圧が印加されている場合にのみ動作し、短絡入力や逆入力に対しては保護する回路を示します。

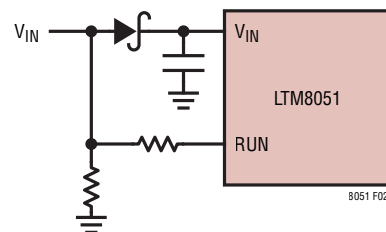


図2. 入力ダイオードは、出力に接続されたバックアップ・バッテリーが、入力の短絡によって放電するのを防止。また、逆入力からも回路を保護(LTM8051は、入力電圧が印加されている場合にのみ動作)

PCBレイアウト

PCBレイアウトに関連する問題の多くは、LTM8051の高度の集積化によって軽減または解消されました。LTM8051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。デバイスが高いレベルで集積化されていても、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。

アプリケーション情報

考慮すべきルールを以下に示します。

1. R_{FB} および R_T 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_{IN} コンデンサは、LTM8051 の V_{IN} および GND 接続のできるだけ近くに配置します。
3. C_{OUT} コンデンサは、LTM8051 の V_{OUT} 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 LTM8051 のすぐ近くまたは直下を流れるように C_{IN} と C_{OUT} 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 LTM8051 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。LTM8051 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。

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、LTM8051 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、LTM8051 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、LTM8051 の V_{IN} ピンの電圧に公称入力電圧の2倍を

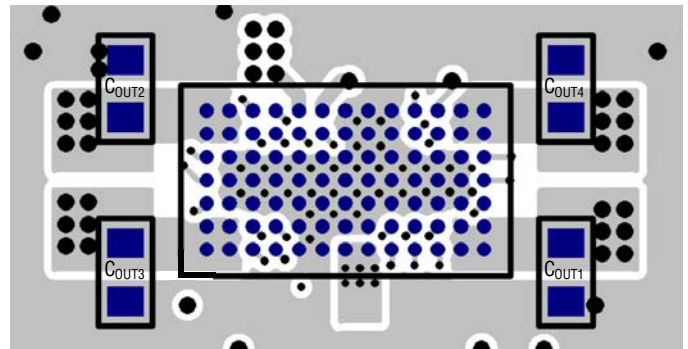


図3. 外付け部品、GND プレーン、およびビアの推奨レイアウト

を超えるリンギングが生じる可能性があります。LTM8051 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、LTM8051 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 LTM8051 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、74cm²の4層

アプリケーション情報

FR4 プリント回路基板に実装した LTM8051 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) または計算流体力学 (CFD) を利用して熱性能を予測します。このため、[ピン配置](#)には、以下の3つの主要な熱係数を通常記載しています。

1. θ_{JA} – 接合部から周囲までの熱抵抗
2. θ_{JCbot} – 接合部から製品のケースの底面までの熱抵抗
3. θ_{JCTop} – 接合部から製品のケースの上面までの熱抵抗

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。

1. θ_{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との間の熱抵抗です。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。
2. θ_{JCbot} は、部品の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 μ 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。

3. θ_{JCTop} 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 μ Module レギュレータの電氣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。 θ_{JCbot} 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。

これらの定義から、これらの熱係数がいずれも μ 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。

これらの主要な熱抵抗の模式図を [図4](#) に示します。パッケージの側面から流出する熱など、一部の熱抵抗要素は JEDEC 規格に定義されておらず、図示していません。青色の抵抗は μ Module レギュレータの内部に含まれ、緑色の抵抗は μ Module レギュレータの外部です。

LTM8051 のダイ温度は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、LTM8051 が十分放熱できるようにします。LTM8051 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。

アプリケーション情報

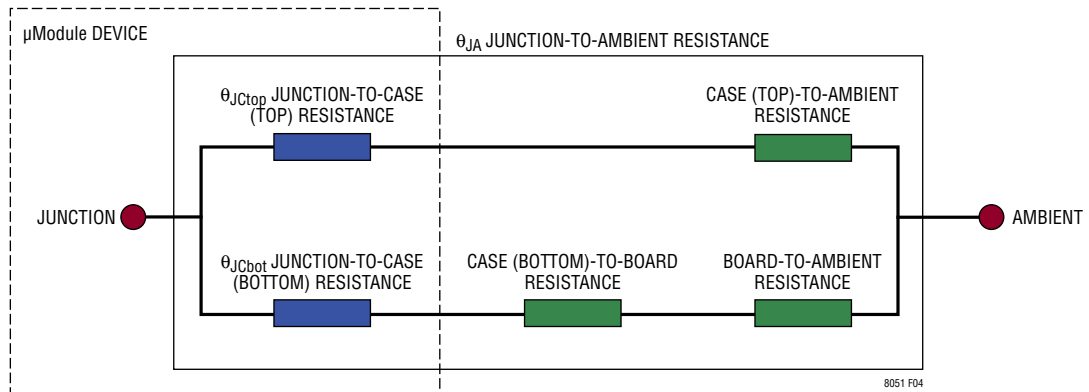
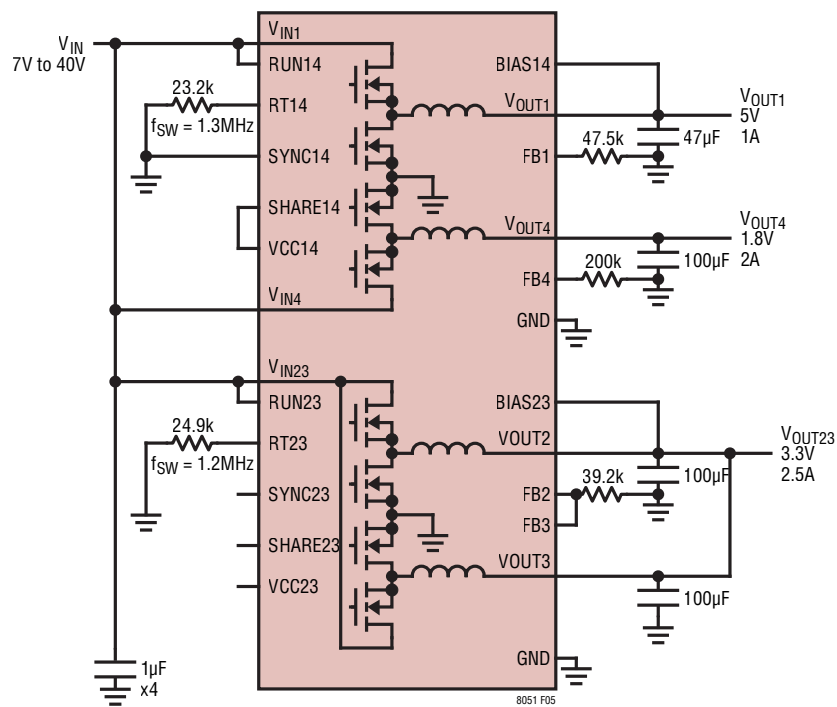


図4. 熱係数の模式図、JESD51-12の熱係数を含む



PINS NOT USED: TRSS1, TRSS2, TRSS3, TRSS4, PG1, PG2, PG3, PG4, CLKOUT14, CLKOUT23

図5. 入力: 7V~40V、出力: 5V/1A、1.8V/2A、および並列接続の3.3V/2.5A

標準的応用例

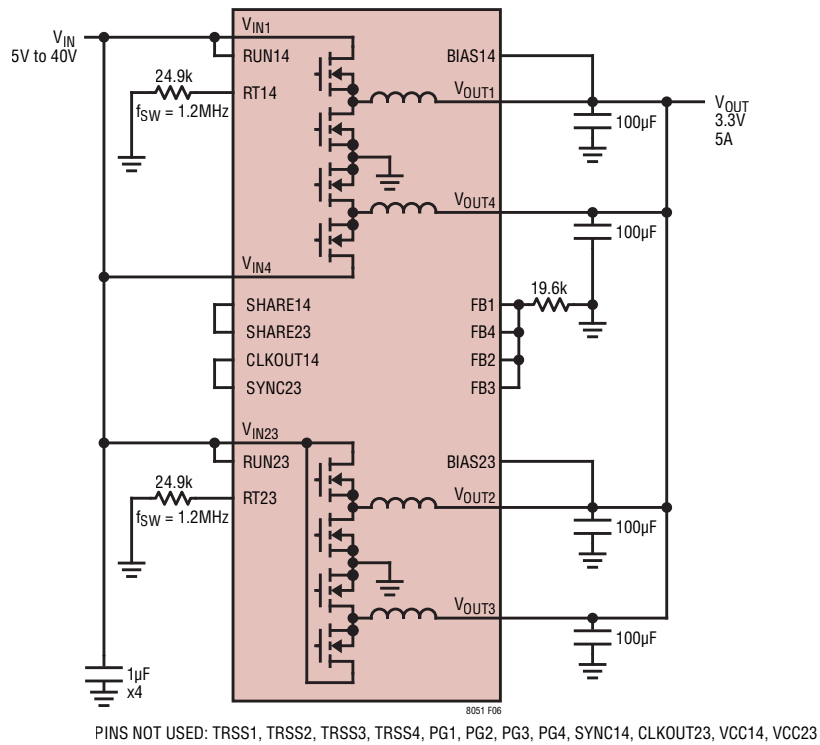


図6. 入力: 5V ~ 40V、出力: 並列接続の 3.3V/5A、周波数を同期

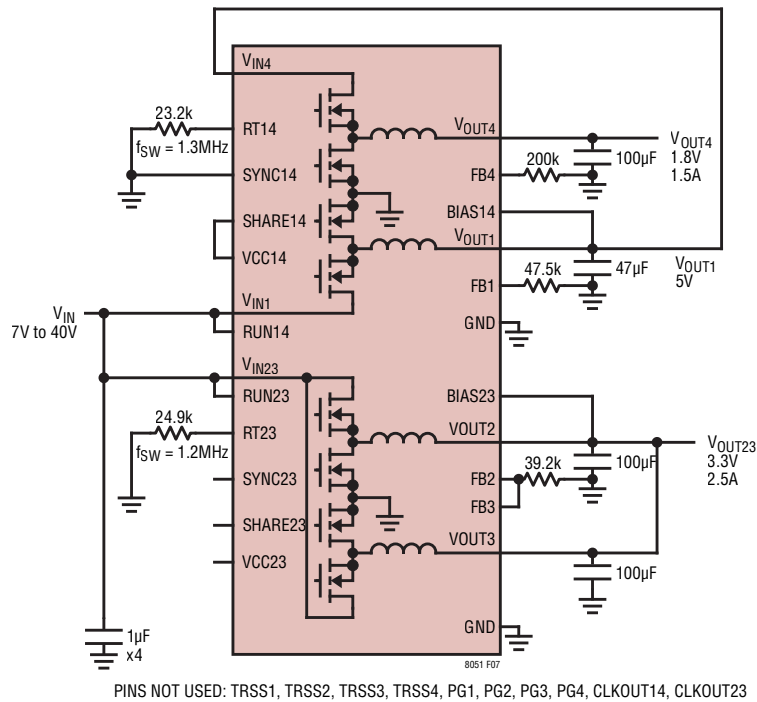
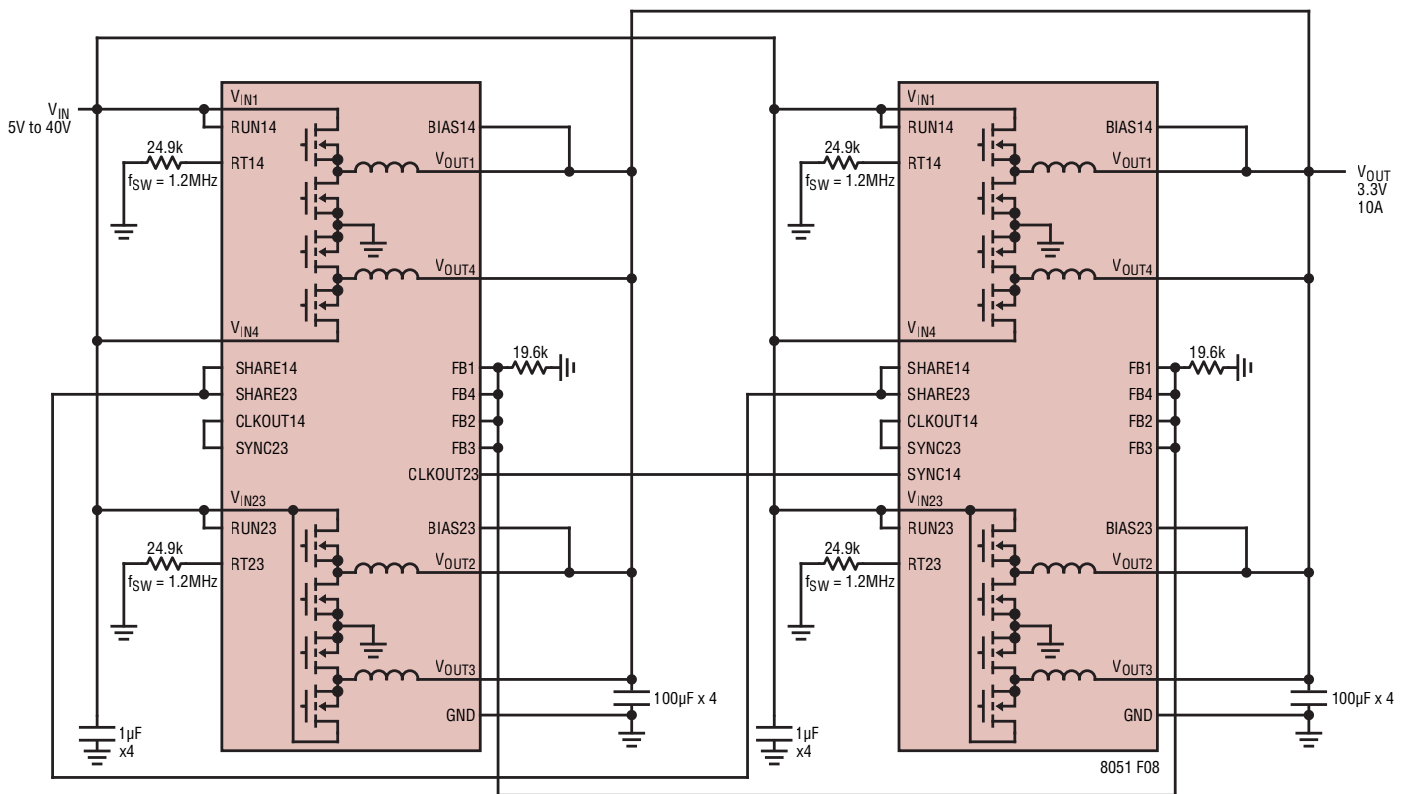


図7. 入力: 7V ~ 40V、出力: カスケード接続の 1.8V/1.5A、および並列接続の 3.3V/2.5A

標準的応用例



PINS NOT USED: TRSS1, TRSS2, TRSS3, TRSS4, PG1, PG2, PG3, PG4, VCC14, VCC23

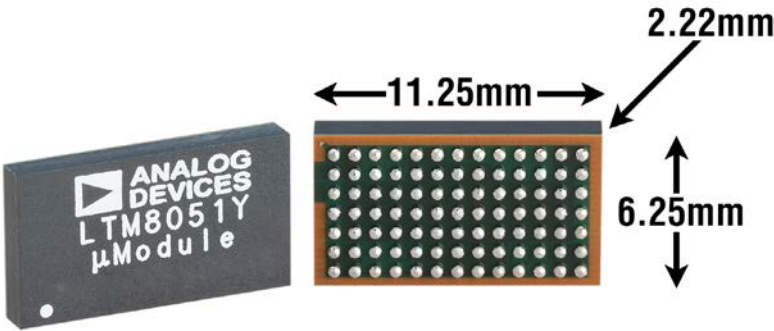
図 8. 2つのLTM8051を並列接続して3.3V/10Aを供給

パッケージ

表 6. LTM8051 のピン配置 (ピン番号順)

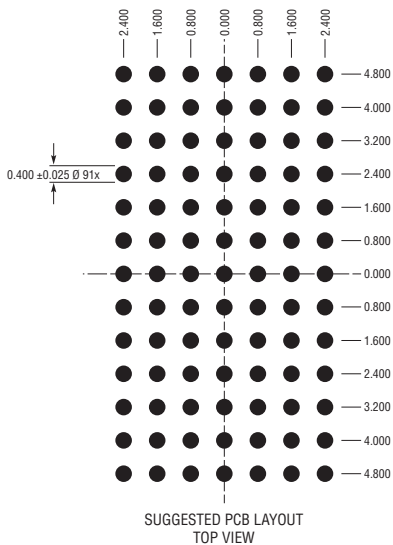
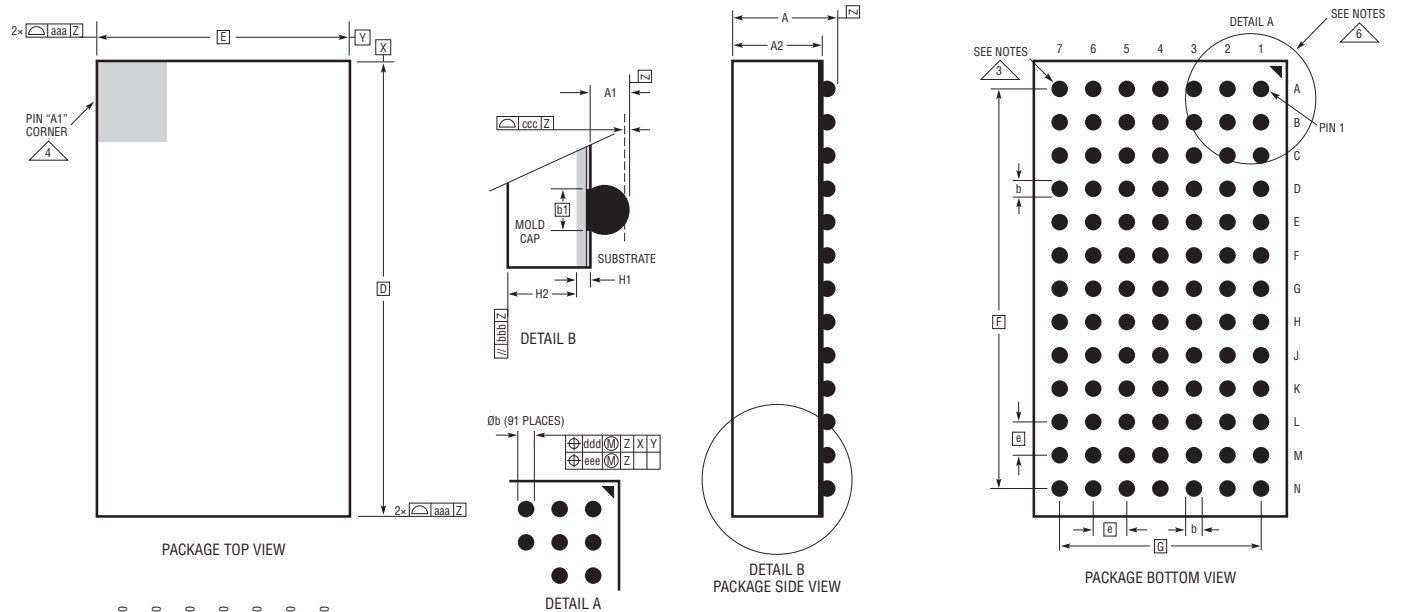
Pin	Pin Name	Pin	Pin Name	Pin	Pin Name	Pin	Pin Name	Pin	Pin Name	Pin	Pin Name	Pin	Pin Name
A1	V _{OUT3}	B1	V _{OUT3}	C1	TRSS3	D1	FB3	E1	GND	F1	GND	G1	V _{IN23}
A2	V _{OUT3}	B2	V _{OUT3}	C2	TRSS2	D2	FB2	E2	GND	F2	GND	G2	GND
A3	SHARE23	B3	GND	C3	GND	D3	GND	E3	GND	F3	GND	G3	GND
A4	V _{CC23}	B4	GND	C4	GND	D4	GND	E4	GND	F4	GND	G4	GND
A5	BIAS23	B5	GND	C5	GND	D5	GND	E5	GND	F5	GND	G5	GND
A6	V _{OUT2}	B6	V _{OUT2}	C6	CLKOUT23	D6	CLKOUT14	E6	SYNC23	F6	SYNC14	G6	GND
A7	V _{OUT2}	B7	V _{OUT2}	C7	RUN23	D7	RUN14	E7	V _{IN1}	F7	V _{IN4}	G7	GND
Pin	Pin Name	Pin	Pin Name	Pin	Pin Name	Pin	Pin Name	Pin	Pin Name	Pin	Pin Name		
H1	V _{IN23}	J1	RT23	K1	RT14	L1	FB4	M1	V _{OUT1}	N1	V _{OUT1}		
H2	GND	J2	TRSS1	K2	TRSS4	L2	FB1	M2	V _{OUT1}	N2	V _{OUT1}		
H3	GND	J3	GND	K3	GND	L3	GND	M3	GND	N3	BIAS14		
H4	GND	J4	GND	K4	GND	L4	GND	M4	GND	N4	V _{CC14}		
H5	GND	J5	GND	K5	GND	L5	GND	M5	GND	N5	SHARE14		
H6	GND	J6	GND	K6	PG2	L6	PG1	M6	V _{OUT4}	N6	V _{OUT4}		
H7	GND	J7	GND	K7	PG3	L7	PG4	M7	V _{OUT4}	N7	V _{OUT4}		

パッケージの写真



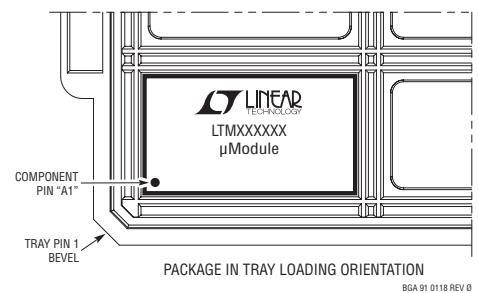
パッケージ

BGA Package
91-Lead (11.25mm × 6.25mm × 2.22mm)
 (Reference LTC DWG# 05-08-1608 Rev Ø)

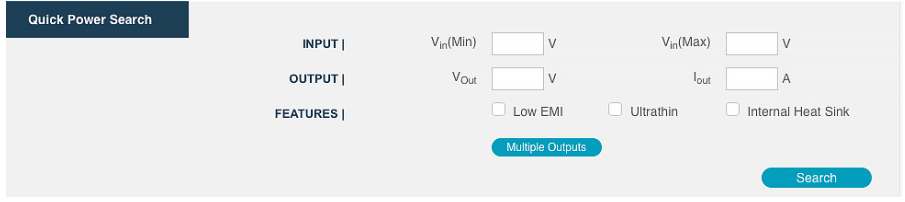


DIMENSIONS				
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTES
A	2.03	2.22	2.41	
A1	0.30	0.40	0.50	BALL HT
A2	1.73	1.82	1.91	
b	0.45	0.50	0.55	BALL DIMENSION
b1	0.37	0.40	0.43	PAD DIMENSION
D		11.25		
E		6.25		
e		0.80		
F		9.60		
G		4.80		
H1		0.32		SUBSTRATE THK
H2		1.50		MOLD CAP HT
aaa			0.15	
bbb			0.10	
ccc			0.20	
ddd			0.15	
eee			0.08	
TOTAL NUMBER OF BALLS: 91				

- 注記:
1. 寸法と許容誤差は ASME Y14.5M-1994 に従う
 2. 全ての寸法の単位はミリメートル
3. ボールの指定は JEP95 による
4. 1 番ピンの識別マークはオプションだが、表示の領域内に設けである
1 番ピンの識別マークはモールドかマーキングのどちらかである
5. 主データム -Z- はシーティング・プレーン
6.  パッケージの列と行のラベルは、μModule 製品間で異なる。
各パッケージのレイアウトを十分に確認すること



デザイン・リソース

主題	説明
μModule の設計／製造リソース	設計: - 選択ガイド - デモ・ボードおよびガーバー・ファイル - 無料シミュレーション・ツール 製造: - クイック・スタート・ガイド - PCB の設計、組立、および製造ガイドライン - パッケージおよびボード・レベルの信頼性
μModule レギュレータ製品の検索	- 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 - 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 
デジタル・パワー・システム・マネージメント	アナログ・デバイスズ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。

関連製品

製品番号	説明	注釈
LTM8074	40V、1.2A Silent Switcher μModule レギュレータ	$3.2V \leq V_{IN} \leq 40V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 12V$ 、 $4mm \times 4mm \times 1.82mm$ BGA パッケージ
LTM8063	40V、2A 降圧 Silent Switcher μModule レギュレータ	$3.2V \leq V_{IN} \leq 40V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 、 $4mm \times 6.25mm \times 2.22mm$ BGA パッケージ
LTM8065	40V、2.5A 降圧 Silent Switcher μModule レギュレータ	$3.4V \leq V_{IN} \leq 40V$ 、 $0.97V \leq V_{OUT} \leq 18V$ 、 $6.25mm \times 6.25mm \times 2.32mm$ BGA パッケージ
LTM8053	40V、3.5A 降圧 μModule レギュレータ	$3.4V \leq V_{IN} \leq 40V$ 、 $0.97V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 、 $6.25mm \times 9mm \times 3.32mm$ BGA パッケージ
LTM8003	40V、3.5A、H グレード、150°C 動作、FMEA に対応したピン配置	$3.4V \leq V_{IN} \leq 40V$ 、 $0.97V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 、 $I_{OUT} = 3.5A$ 、 $6.25mm \times 9mm \times 3.32mm$ BGA パッケージ
LTM8052	36V、5A CVCC 降圧 μModule レギュレータ	$6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $1.2V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、定電圧定電流、 $11.25mm \times 15mm \times 2.82mm$ LGA、 $11.25mm \times 15mm \times 3.42mm$ BGA パッケージ
LTM4613	36V、8A 低 EMI 降圧 μModule レギュレータ	$5V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $3.3V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 、EN55022B 準拠、 $15mm \times 15mm \times 4.32mm$ LGA、 $15mm \times 15mm \times 4.92mm$ BGA パッケージ
LTM8073	60V、3A 降圧 μModule レギュレータ	$3.4V \leq V_{IN} \leq 60V$ 、 $0.85V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 、 $6.25mm \times 9mm \times 3.32mm$ BGA パッケージ
LTM8071	60V、5A Silent Switcher μModule レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 60V$ 、 $0.97V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 、 $9mm \times 11.25mm \times 3.32mm$ BGA パッケージ
LTM4622	デュアル 20V、2.5A 降圧 μModule レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 20V$ 、 $0.6V \leq V_{OUT} \leq 5.5V$ 、 $6.25mm \times 6.25mm \times 1.82mm$ LGA、 $6.25mm \times 6.25mm \times 2.42mm$ BGA パッケージ
LTM4642	デュアル 20V、4A 降圧 μModule レギュレータ	$4.5V \leq V_{IN} \leq 20V$ 、 $0.6V \leq V_{OUT} \leq 5.5V$ 、 $9mm \times 11.25mm \times 4.92mm$ BGA パッケージ
LTM4643	クワッド 20V、3A 降圧 μModule レギュレータ	$4V \leq V_{IN} \leq 20V$ 、 $0.6V \leq V_{OUT} \leq 3.3V$ 、 $9mm \times 15mm \times 1.82mm$ LGA、 $9mm \times 15mm \times 2.42mm$ BGA パッケージ
LTM4644	クワッド 14V、4A 降圧 μModule レギュレータ	$4V \leq V_{IN} \leq 14V$ 、 $0.6V \leq V_{OUT} \leq 5.5V$ 、 $9mm \times 15mm \times 5.01mm$ BGA パッケージ