

40V 入力、2.5A Silent Switcher μModule 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[®]アーキテクチャ
- 広い入力電圧範囲: 3.4V~40V
- 広い出力電圧範囲: 0.97V~18V
- 広い動作温度範囲: -40°C~150°C (Hグレード)
- 連続出力電流: 2.8A ($V_{OUT} = 5V$, $V_{IN} = 12V$, 2MHz, 105°C, Hグレード)
- ピーク出力電流: 3.5A
- FMEAに対応するピン配置
隣接ピンを短絡した場合、またはピンをフロート状態にした場合でも、出力をレギュレーション電圧以下に維持します。
- 選択可能なスイッチング周波数: 200kHz~3MHz
- 外部同期
- 低自己消費電流: 25μA ($V_{OUT} = 5V$)
- プログラマブルなソフトスタート
- ごく小さな低背型 6.25mm×6.25mm×2.22mm BGA パッケージ

アプリケーション

- 自動車のバッテリー・レギュレーション
- ポータブル機器の電源
- 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

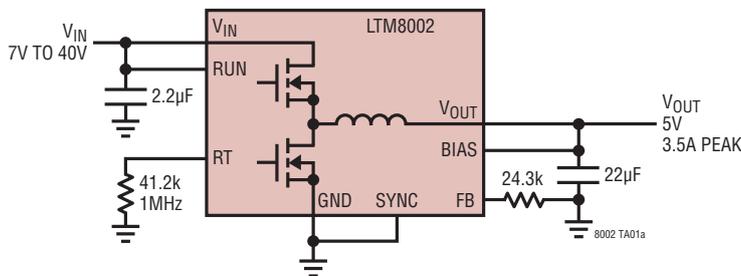
LTM[®]8002は、入力40Vの2.5A降圧μModule[®](パワー・モジュール)レギュレータです。スイッチング・コントローラ、パワー・スイッチ、インダクタ、および全ての周辺部品がパッケージに搭載されています。LTM8002は、3.4V~40Vの入力電圧範囲で動作します。また、0.97V~18Vの出力電圧範囲、200kHz~3MHzの範囲のスイッチング周波数に対応しており、それぞれ1本の抵抗で設定できます。設計を完成させるのに必要なものは、入力および出力フィルタのコンデンサのみです。

低背型パッケージを採用しているため、プリント回路基板裏面の未使用スペースを活用して高密度負荷点レギュレーションを実現できます。LTM8002は、標準的な表面実装機による自動化アセンブリに適し熱特性に優れ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。LTM8002は、SnPb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。

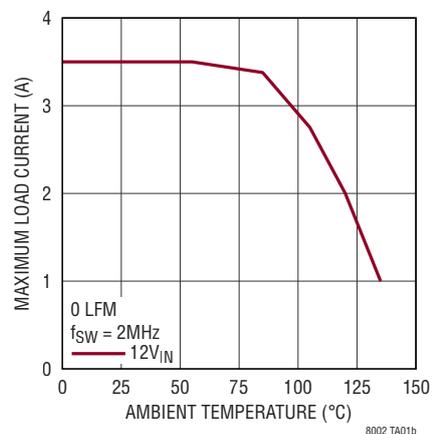
標準的応用例

7V~40Vの入力から5Vを出力する降圧コンバータ



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

ディレーティング曲線、Hグレード、BIAS = 5V、DC2501A デモ・ボード



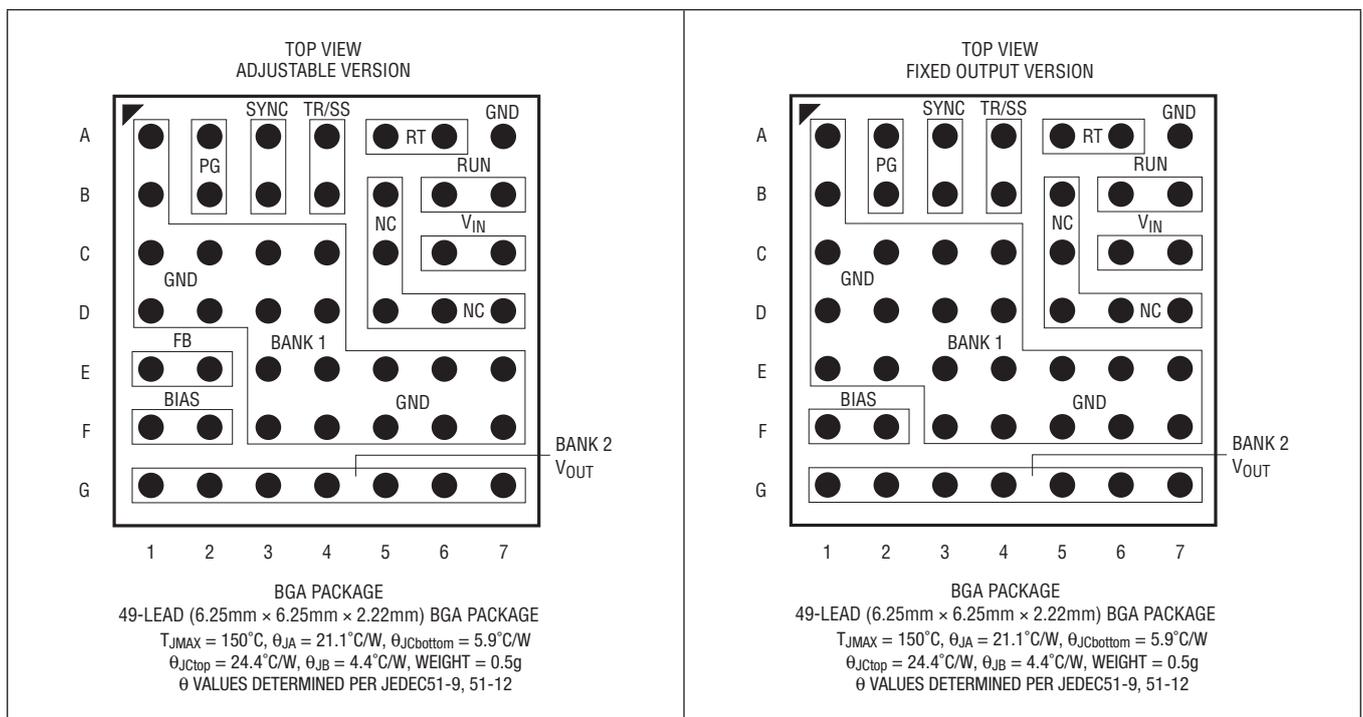
LTM8002

絶対最大定格

(Note 1, 2)

V_{IN} 、RUN、PGの電圧	42V	最大内部温度 (Iグレード)	125°C
V_{OUT} 、BIASの電圧	19V	最大内部温度 (Hグレード)	150°C
FB、TR/SSの電圧	4V	保存温度 (Iグレード)	-55°C ~ 125°C
SYNCの電圧	6V	保存温度 (Hグレード)	-55°C ~ 150°C
		ハンダリフローのピーク・ボディ温度	260°C

ピン配置



発注情報

<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTM8002#orderinfo>

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
		デバイス	仕上げコード			
LTM8002IY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8002	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8002HY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8002	e1	BGA	3	-40°C to 150°C
LTM8002HY	SnPb (63/37)	LTM8002	e0	BGA	3	-40°C to 150°C
LTM8002IY-3.3#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8002-3.3	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8002HY-3.3#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8002-3.3	e1	BGA	3	-40°C to 150°C

- 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。
- 推奨の BGA PCB アセンブリ手順および製造手順についての参照先: www.linear-tech.co.jp/umodule/pcbassembly
- BGA パッケージおよびトレイの図面の参照先: www.linear-tech.co.jp/packaging
- 端子仕上げの製品マーキングの参照先: www.linear-tech.co.jp/leadfree

電氣的特性

● 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	●		3.4	V	
Output DC Voltage	LTM8002, R_{FB} Open		0.97		V	
	LTM8002, $R_{FB} = 5.62\text{k}\Omega$, $V_{IN} = 40\text{V}$		18		V	
	LTM8002-3.3		3.3			
Peak Output DC Current	$V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $f_{SW} = 1\text{MHz}$	3.5			A	
Quiescent Current into V_{IN}	$\text{RUN} = 0\text{V}$			3	μA	
	$\text{BIAS} = 0\text{V}$, No Load, $\text{SYNC} = 0\text{V}$, Not Switching			8	μA	
Quiescent Current into BIAS	$\text{BIAS} = 5\text{V}$, $\text{RUN} = 0\text{V}$			1	μA	
	$\text{BIAS} = 5\text{V}$, No Load, $\text{SYNC} = 0\text{V}$, Not Switching			5	μA	
	$\text{BIAS} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $I_{OUT} = 2.5\text{A}$, $f_{SW} = 1\text{MHz}$			12	mA	
Line Regulation	$5.5\text{V} < V_{IN} < 36\text{V}$, $I_{OUT} = 1\text{A}$		0.5		%	
Load Regulation	$0.1\text{A} < I_{OUT} < 2.5\text{A}$		0.5		%	
Output Voltage Ripple	$I_{OUT} = 2.5\text{A}$		10		mV	
Switching Frequency	$R_T = 232\text{k}\Omega$		200		kHz	
	$R_T = 41.2\text{k}\Omega$		1		MHz	
	$R_T = 10.7\text{k}\Omega$		3		MHz	
Voltage at FB	LTM8002	●	950	970	980	mV
Minimum BIAS Voltage	(Note 5)			3.2	V	
RUN Threshold Voltage			0.9	1.06	V	
RUN Current				1	μA	
TR/SS Current	$\text{TR/SS} = 0\text{V}$		2		μA	
TR/SS Pull Down	$\text{TR/SS} = 0.1\text{V}$		200		Ω	
PG Threshold Voltage at FB (Upper)	FB Falling (Note 6, LTM8002)		1.05		V	
PG Threshold Voltage at FB (Lower)	FB Rising (Note 6, LTM8002)		0.89		V	
PG Threshold Voltage at V_{OUT} (Upper)	V_{OUT} Falling (Note 6, LTM8002-3.3)		3.57		V	
PG Threshold Voltage at V_{OUT} (Lower)	V_{OUT} Rising (Note 6, LTM8002-3.3)		3.03		V	
PG Leakage Current	$\text{PG} = 42\text{V}$			1	μA	
PG Sink Current	$\text{PG} = 0.1\text{V}$		150		μA	
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	μA	

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: LTM8002Iは -40°C ~ 125°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。LTM8002Hは -40°C ~ 150°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。ジャンクション温度が高いと、動作寿命は短くなる。 125°C を超えるジャンクション温度では動作寿命がデレーティングされる。

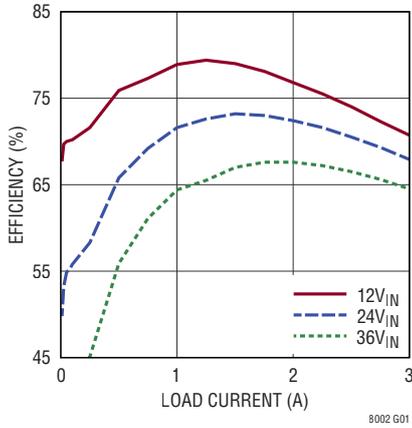
Note 4: LTM8002は、瞬間的な過負荷状態時にデバイスを保護するための過熱保護機能を備えている。過熱保護が動作しているとき、内部温度は最大動作ジャンクション温度を超える。規定された最大動作ジャンクション温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

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。

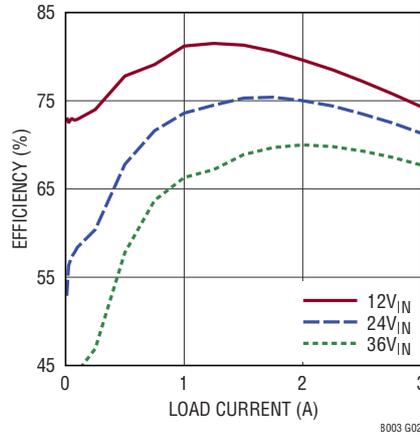
Note 6: PGは「L」から「H」に遷移する。

代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

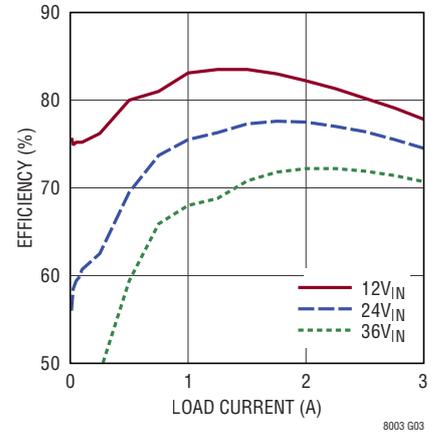
効率、 $V_{OUT} = 0.97\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$



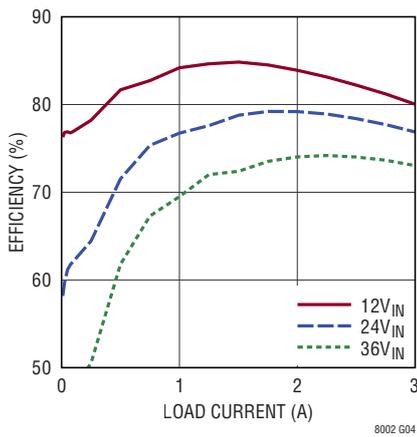
効率、 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$



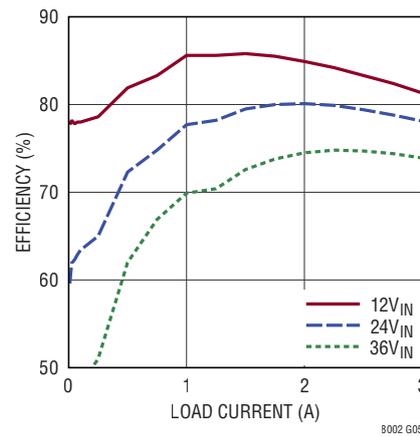
効率、 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$



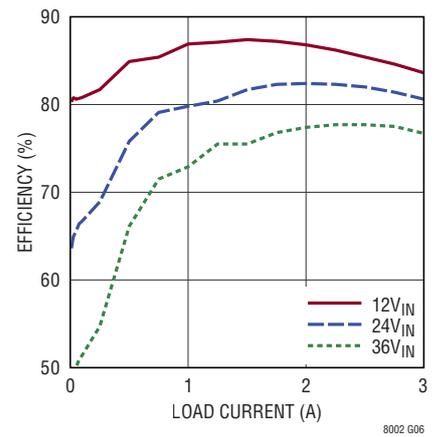
効率、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$



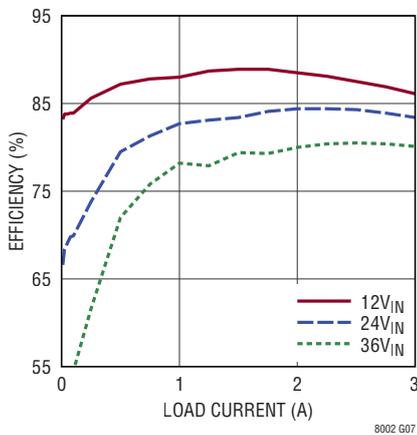
効率、 $V_{OUT} = 2\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$



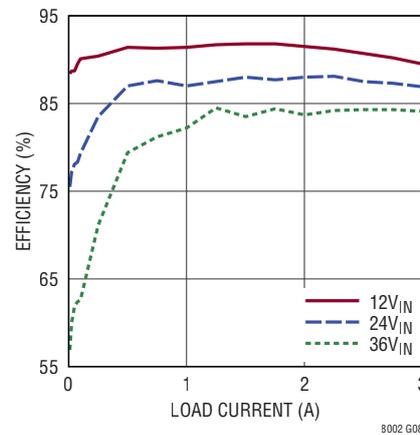
効率、 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$



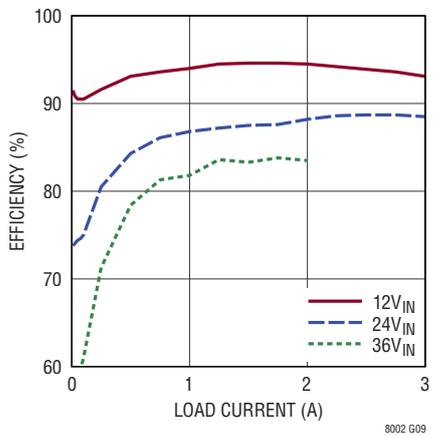
効率、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$



効率、 $V_{OUT} = 5\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$

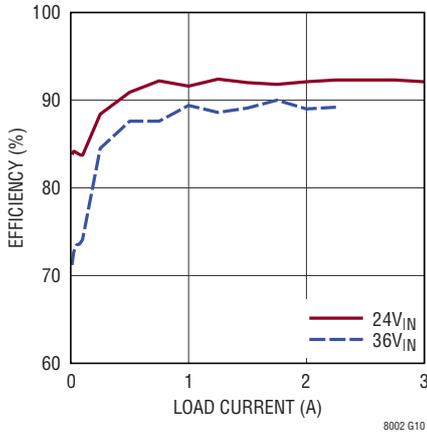


効率、 $V_{OUT} = 8\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$

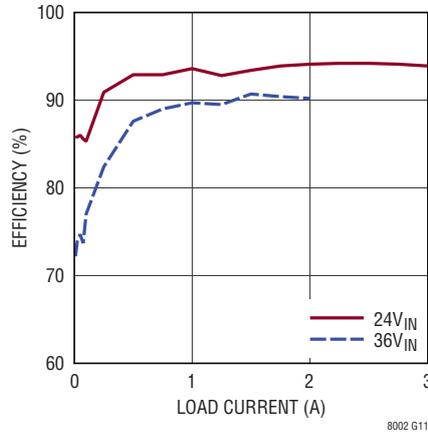


代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

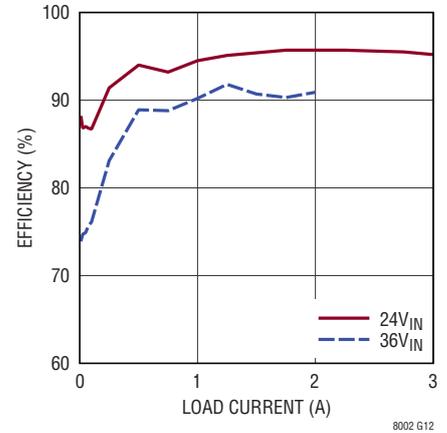
効率、 $V_{OUT} = 12\text{V}$ 、BIAS = 5V



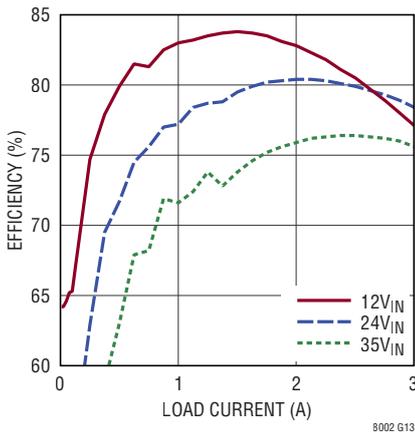
効率、 $V_{OUT} = 15\text{V}$ 、BIAS = 5V



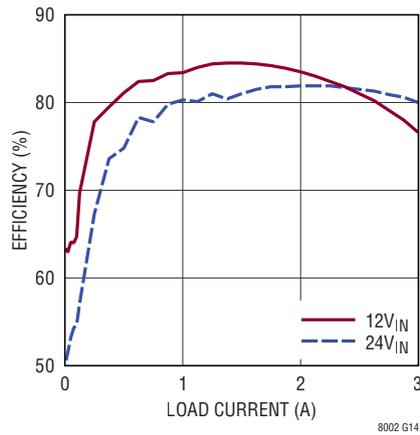
効率、 $V_{OUT} = 18\text{V}$ 、BIAS = 5V



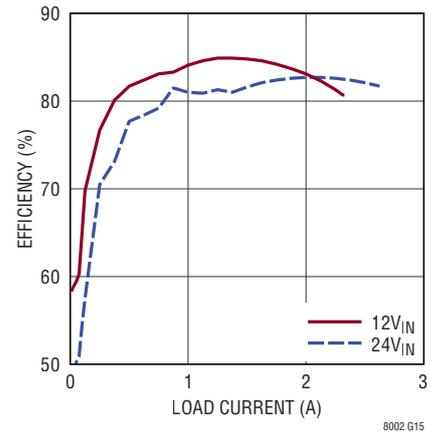
効率、 $V_{OUT} = -3.3\text{V}$ 、BIAS は LTM8002 の GND に接続



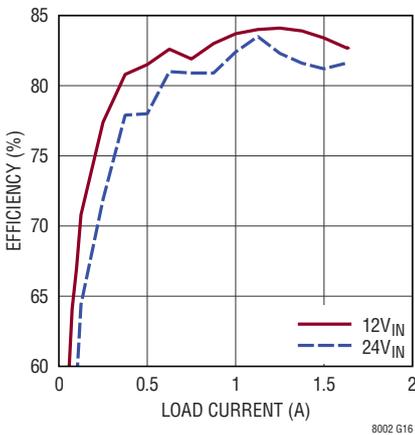
効率、 $V_{OUT} = -5\text{V}$ 、BIAS は LTM8002 の GND に接続



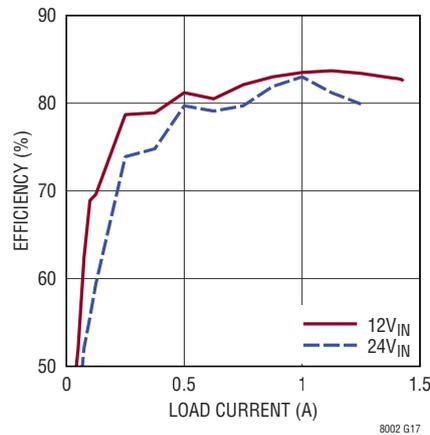
効率、 $V_{OUT} = -8\text{V}$ 、BIAS は LTM8002 の GND に接続



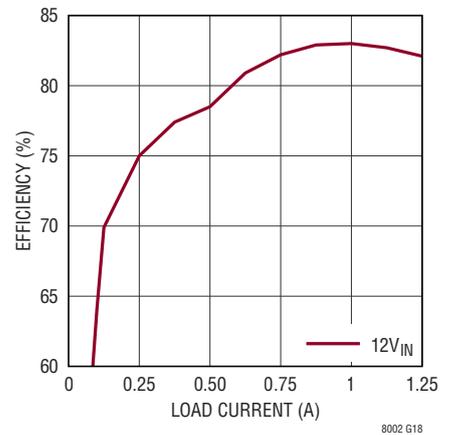
効率、 $V_{OUT} = -12\text{V}$ 、BIAS は LTM8002 の GND に接続



効率、 $V_{OUT} = -15\text{V}$ 、BIAS は LTM8002 の GND に接続

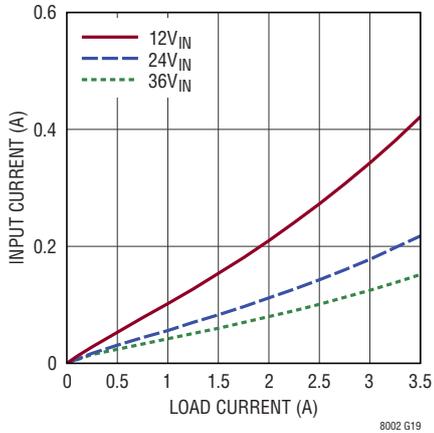


効率、 $V_{OUT} = -18\text{V}$ 、BIAS は LTM8002 の GND に接続



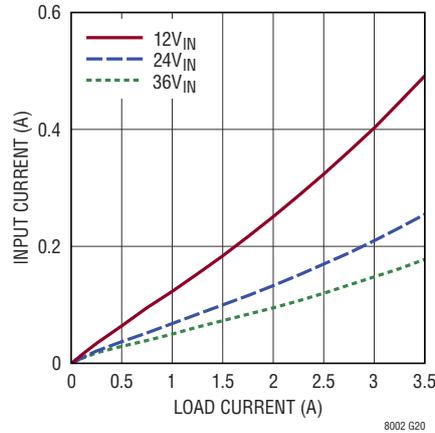
代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 0.97\text{V}$



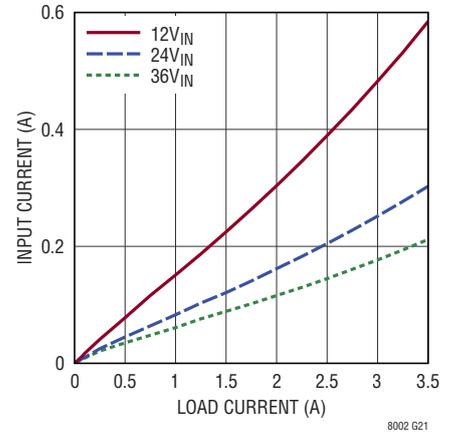
8002 G19

入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$



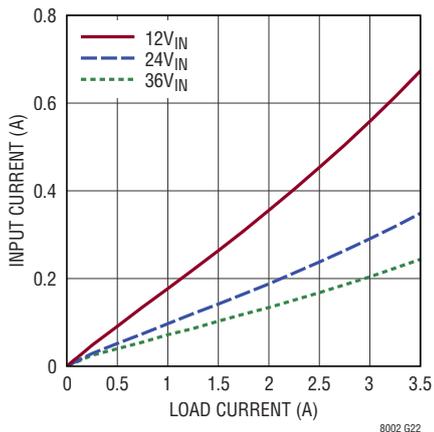
8002 G20

入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$



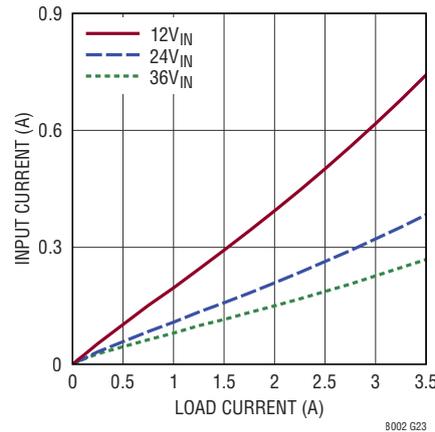
8002 G21

入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$



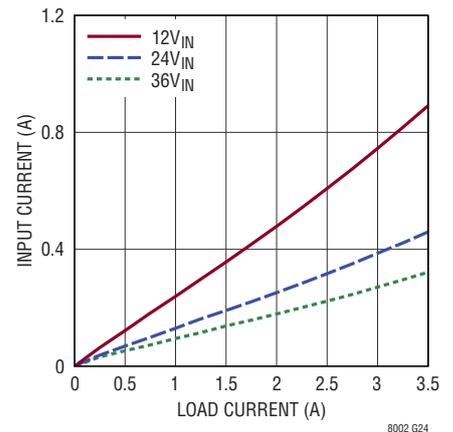
8002 G22

入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 2\text{V}$



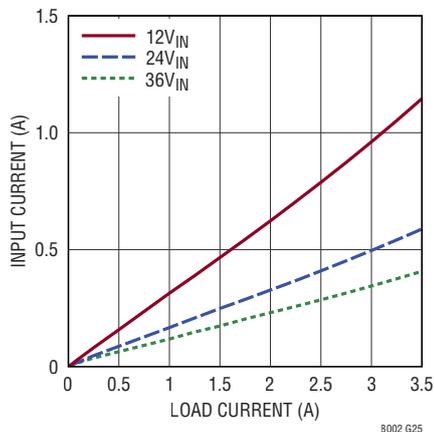
8002 G23

入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$



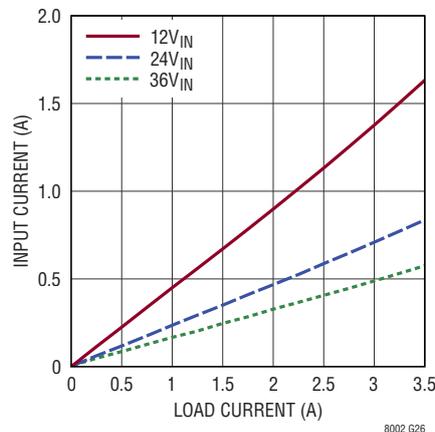
8002 G24

入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$



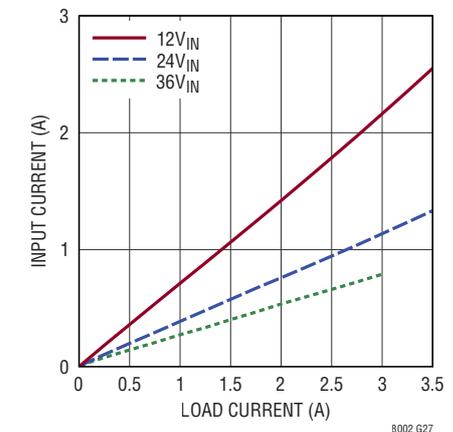
8002 G25

入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 5\text{V}$



8002 G26

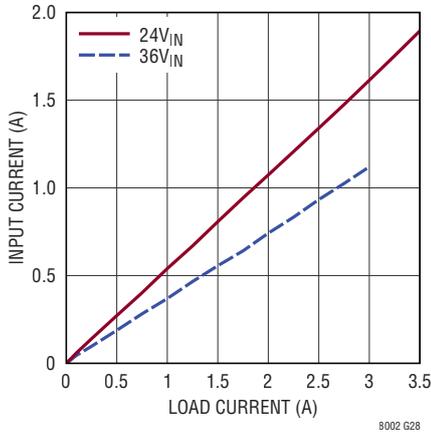
入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 8\text{V}$



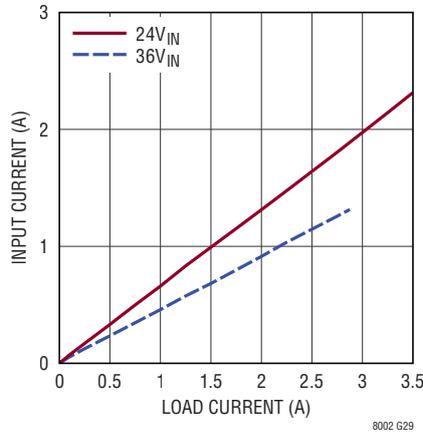
8002 G27

代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

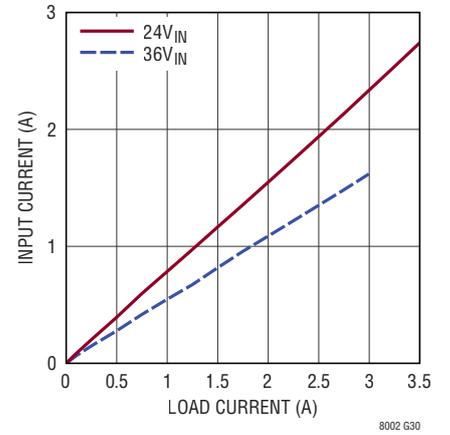
入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 12\text{V}$



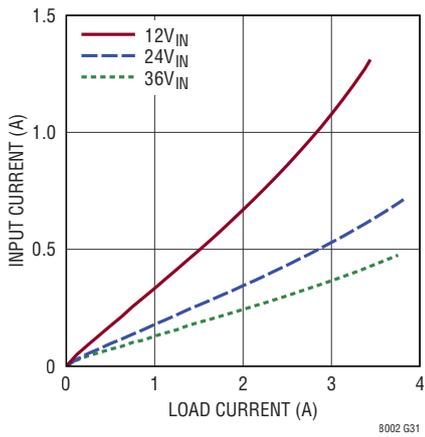
入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 15\text{V}$



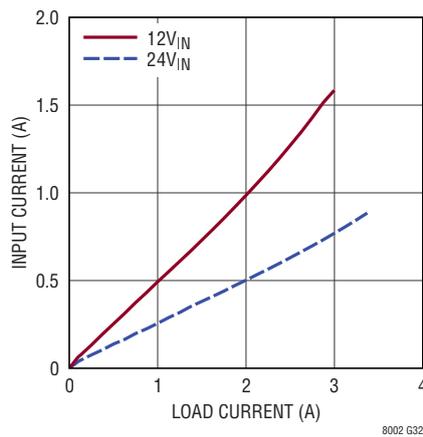
入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = 18\text{V}$



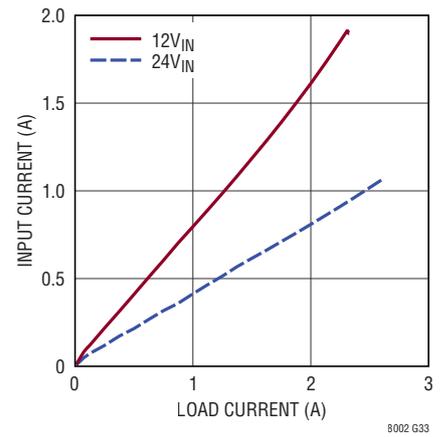
入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = -3.3\text{V}$



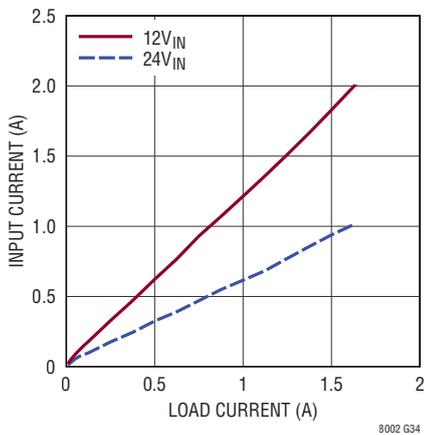
入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = -5\text{V}$



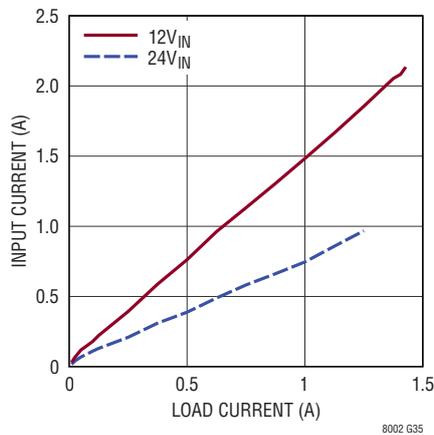
入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = -8\text{V}$



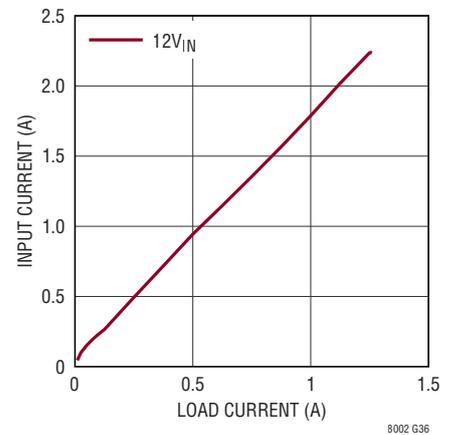
入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = -12\text{V}$



入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = -15\text{V}$



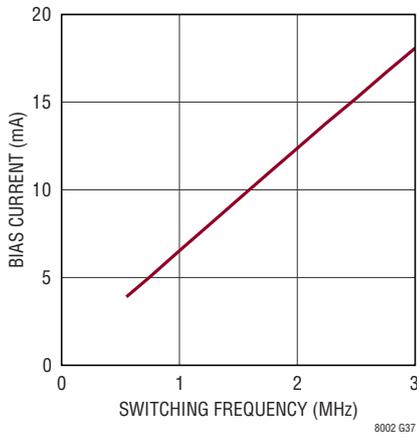
入力電流と負荷電流、 $V_{OUT} = -18\text{V}$



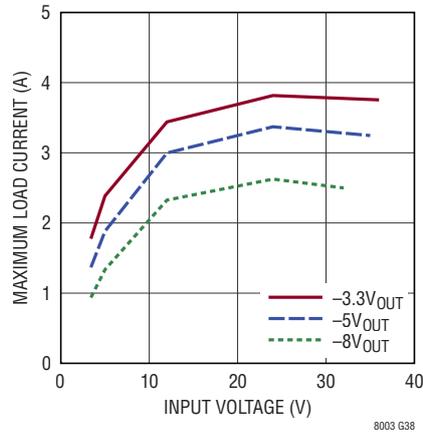
LTM8002

代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

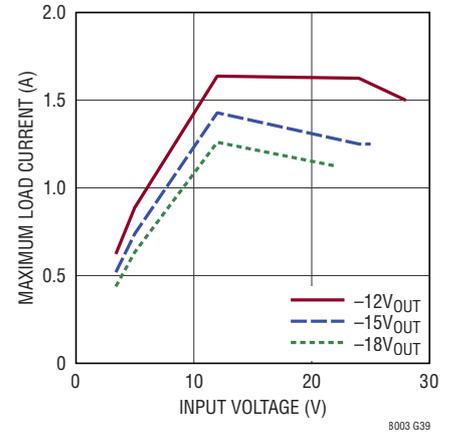
BIAS 電流と周波数、12V 入力、5V 出力、
2.5A 負荷、SYNC はフロート状態



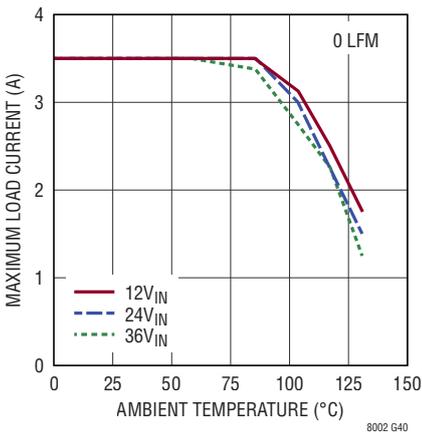
最大負荷電流と入力電圧、
BIAS は LTM8002 の GND に接続



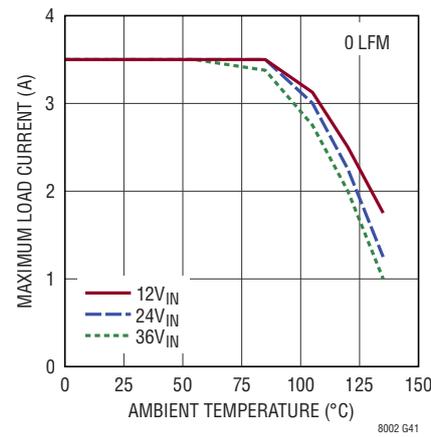
最大負荷電流と入力電圧、
BIAS は LTM8002 の GND に接続



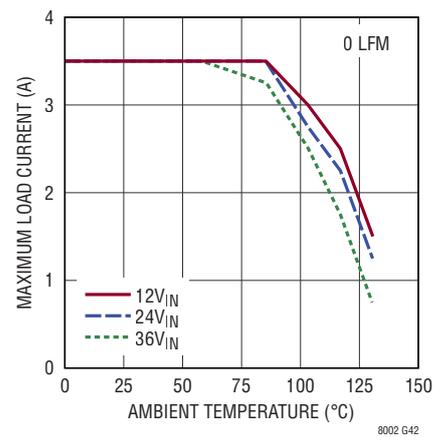
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 0.97\text{V}$ 、BIAS = 5V、DC2501A デモ・ボード



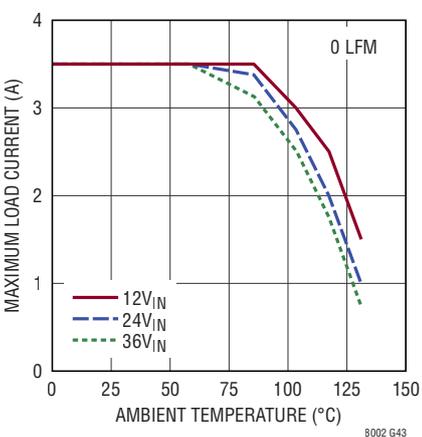
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ 、BIAS = 5V、DC2501A デモ・ボード



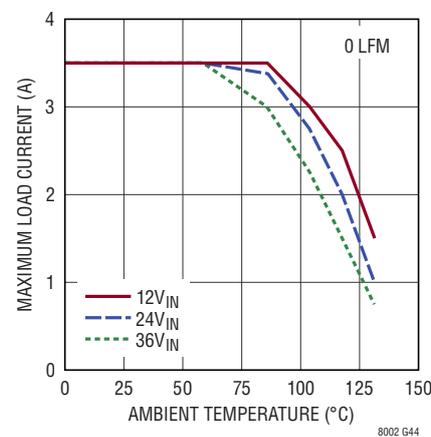
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ 、BIAS = 5V、DC2501A デモ・ボード



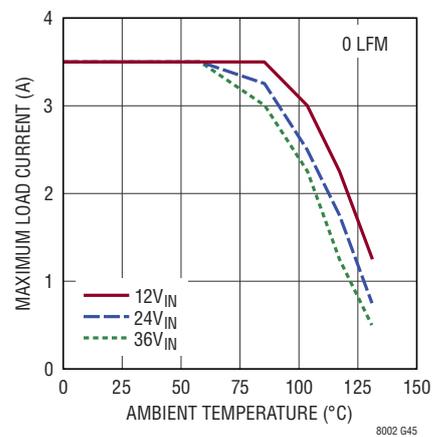
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、BIAS = 5V、DC2501A デモ・ボード



ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 2\text{V}$ 、BIAS = 5V、DC2501A デモ・ボード

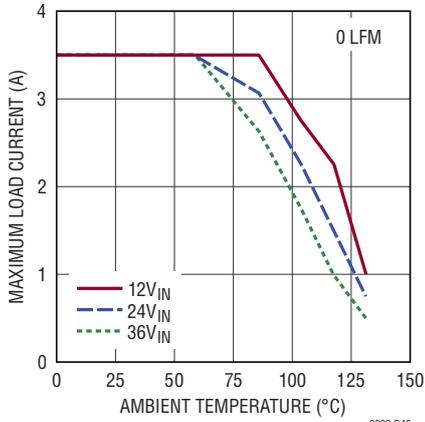


ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ 、BIAS = 5V、DC2501A デモ・ボード

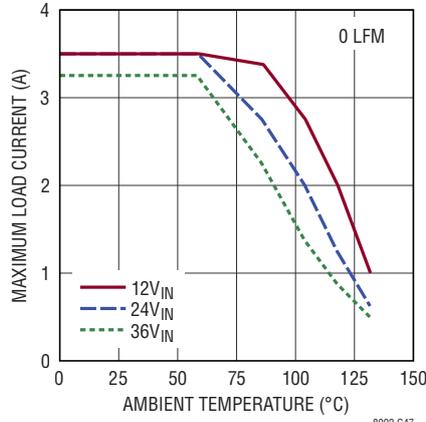


代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

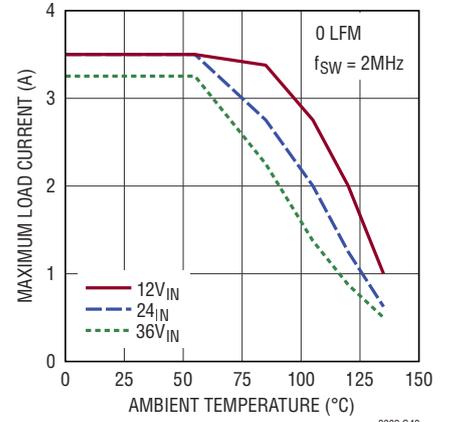
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, BIAS = 5V, DC2501A デモ・ボード



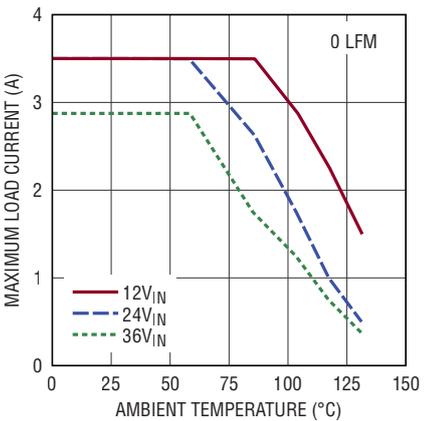
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 5\text{V}$, BIAS = 5V, DC2501A デモ・ボード



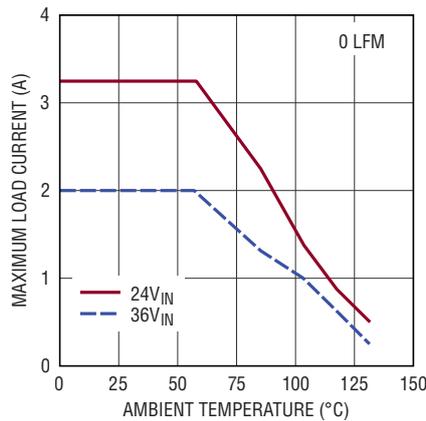
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 5\text{V}$, BIAS = 5V, DC2501A デモ・ボード



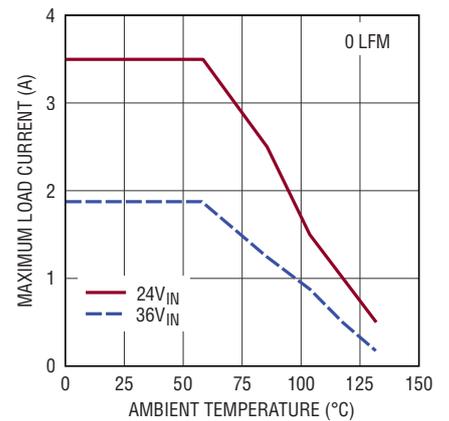
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 8\text{V}$, BIAS = 5V, DC2501A デモ・ボード



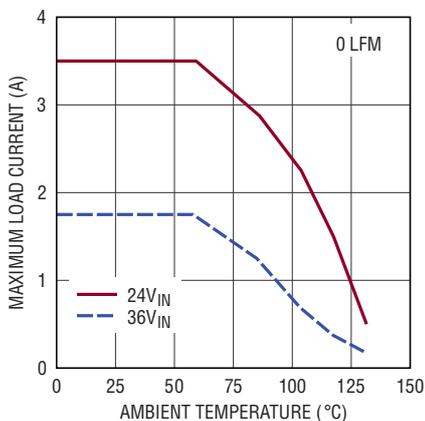
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 12\text{V}$, BIAS = 5V, DC2501A デモ・ボード



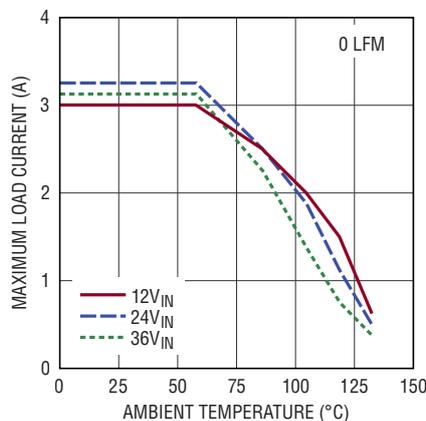
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 15\text{V}$, BIAS = 5V, DC2501A デモ・ボード



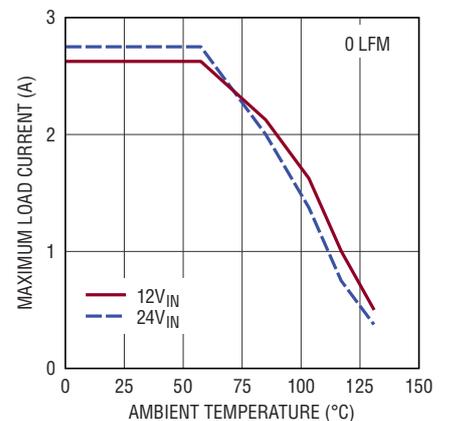
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = 18\text{V}$, BIAS = 5V, DC2501A デモ・ボード



ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = -3.3\text{V}$, BIAS は LTM8002 の
GND に接続, DC2501A デモ・ボード

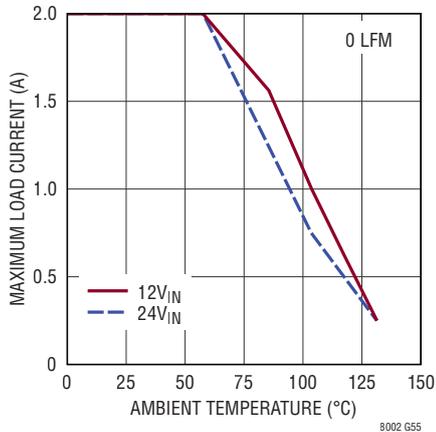


ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = -5\text{V}$, BIAS は LTM8002 の
GND に接続, DC2501A デモ・ボード

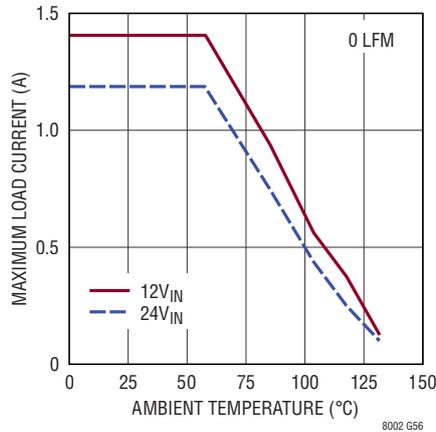


代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

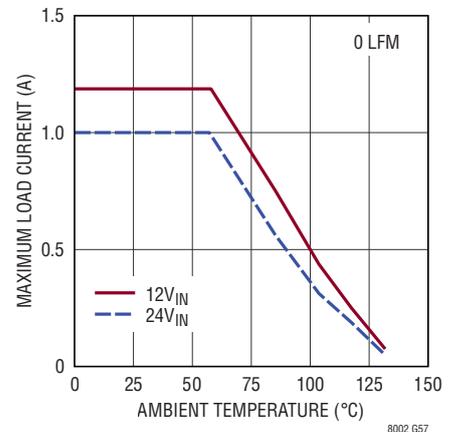
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = -8\text{V}$ 、BIASはLTM8002の
GNDに接続、DC2501Aデモ・ボード



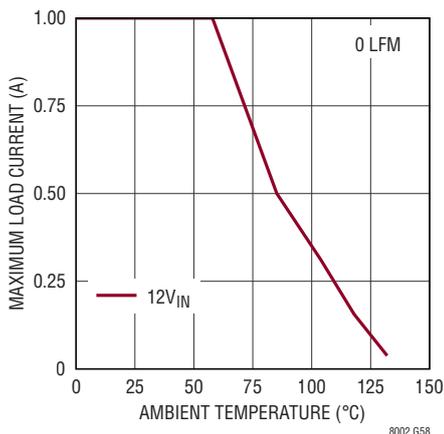
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = -12\text{V}$ 、BIASはLTM8002の
GNDに接続、DC2501Aデモ・ボード



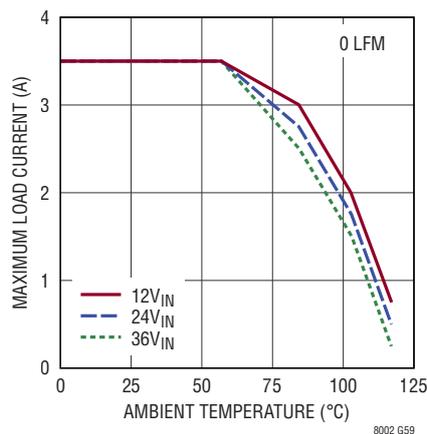
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = -15\text{V}$ 、BIASはLTM8002の
GNDに接続、DC2501Aデモ・ボード



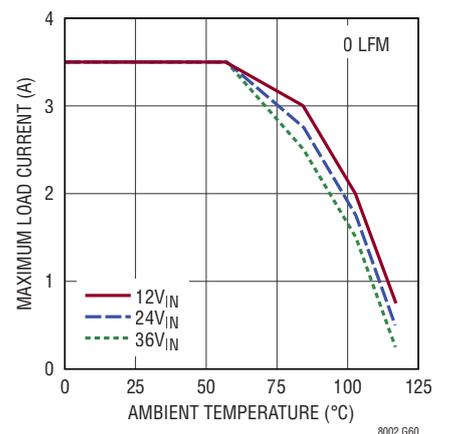
ディレーティング曲線、Hグレード、
 $V_{OUT} = -18\text{V}$ 、BIASはLTM8002の
GNDに接続、DC2501Aデモ・ボード



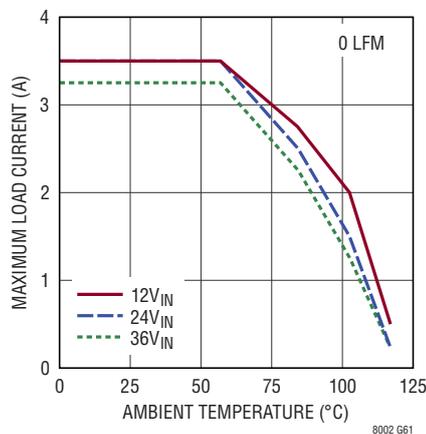
ディレーティング曲線、Iグレード、
 $V_{OUT} = 0.97\text{V}$ 、BIAS = 5V、
DC2501Aデモ・ボード



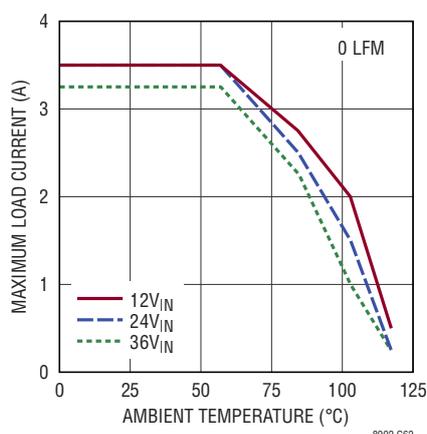
ディレーティング曲線、Iグレード、
 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ 、BIAS = 5V、
DC2501Aデモ・ボード



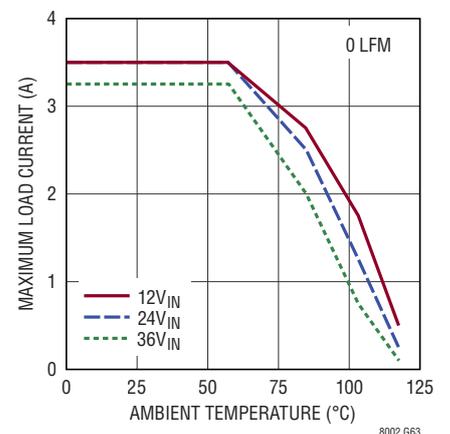
ディレーティング曲線、Iグレード、
 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ 、BIAS = 5V、DC2501Aデモ・ボード



ディレーティング曲線、Iグレード、
 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、BIAS = 5V、DC2501Aデモ・ボード

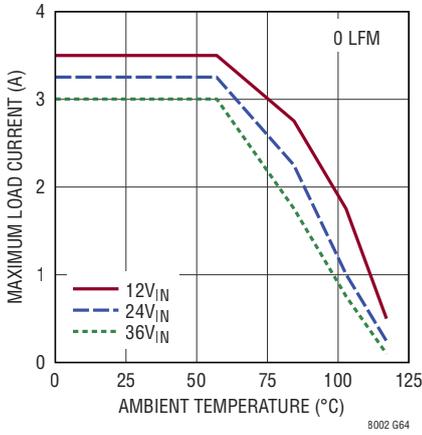


ディレーティング曲線、Iグレード、
 $V_{OUT} = 2\text{V}$ 、BIAS = 5V、DC2501Aデモ・ボード

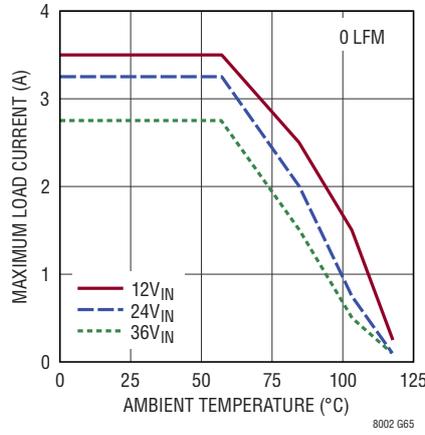


代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

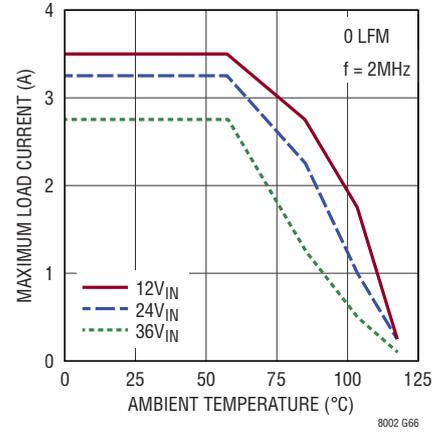
ディレーティング曲線、1グレード、
 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$, DC2501A デモ・ボード



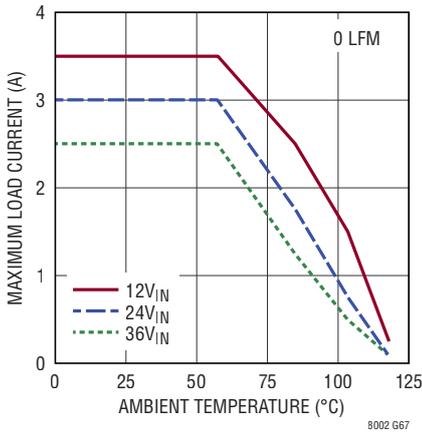
ディレーティング曲線、1グレード、
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$, DC2501A デモ・ボード



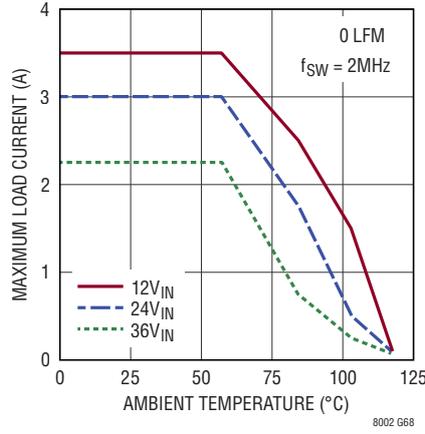
ディレーティング曲線、1グレード、
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$, DC2501A デモ・ボード



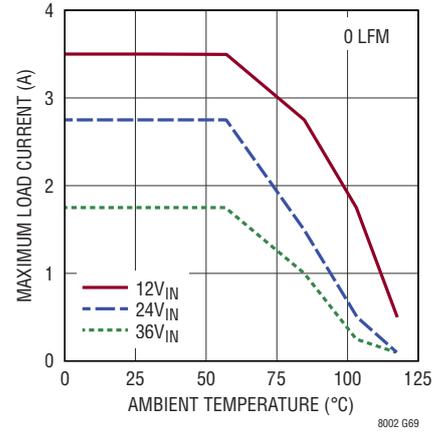
ディレーティング曲線、1グレード、
 $V_{OUT} = 5\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$, DC2501A デモ・ボード



ディレーティング曲線、1グレード、
 $V_{OUT} = 5\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$, DC2501A デモ・ボード

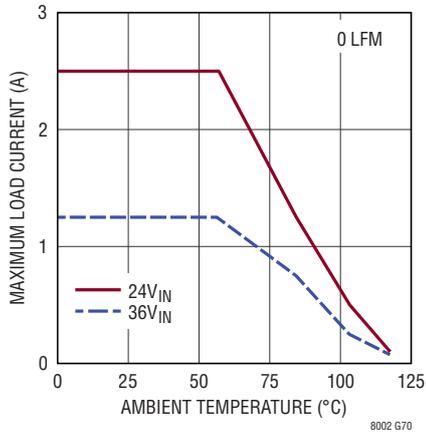


ディレーティング曲線、1グレード、
 $V_{OUT} = 8\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$, DC2501A デモ・ボード

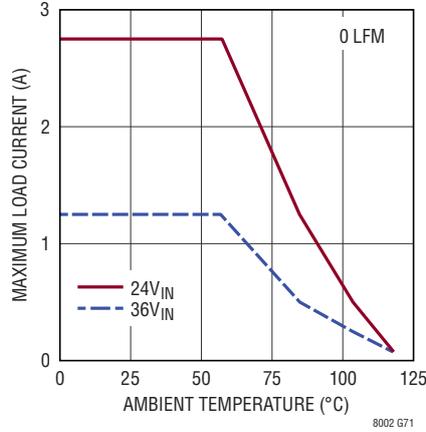


代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

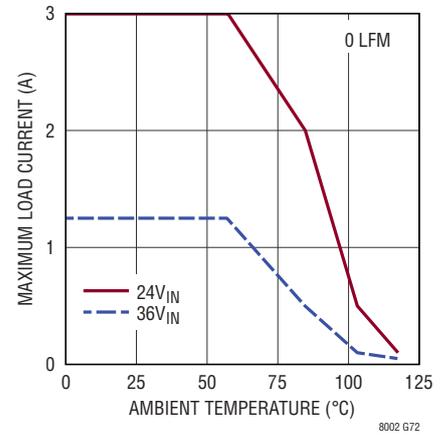
ディレーティング曲線、1グレード、 $V_{OUT} = 12\text{V}$ 、 $BIAS = 5\text{V}$ 、DC2501A デモ・ボード



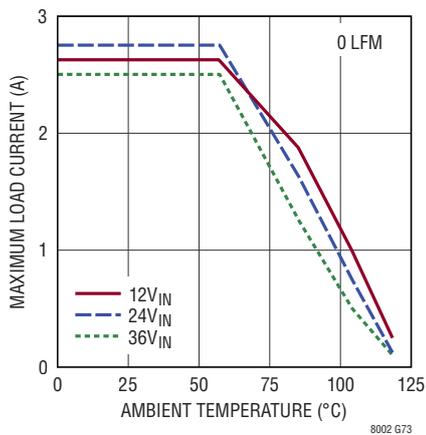
ディレーティング曲線、1グレード、 $V_{OUT} = 15\text{V}$ 、 $BIAS = 5\text{V}$ 、DC2501A デモ・ボード



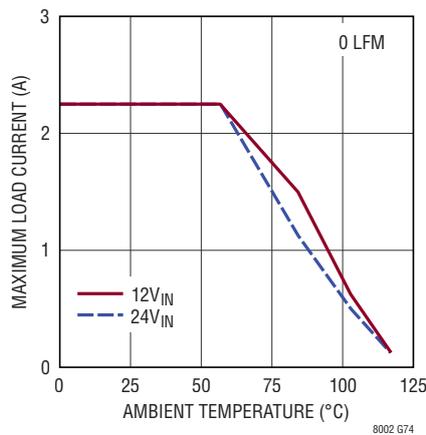
ディレーティング曲線、1グレード、 $V_{OUT} = 18\text{V}$ 、 $BIAS = 5\text{V}$ 、DC2501A デモ・ボード



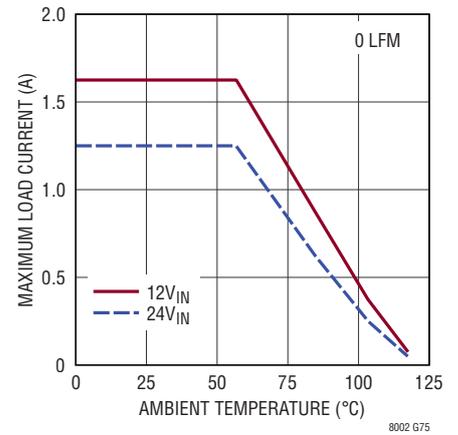
ディレーティング曲線、1グレード、 $V_{OUT} = -3.3\text{V}$ 、BIAS は LTM8002 の GND に接続、DC2501A デモ・ボード



ディレーティング曲線、1グレード、 $V_{OUT} = -5\text{V}$ 、BIAS は LTM8002 の GND に接続、DC2501A デモ・ボード

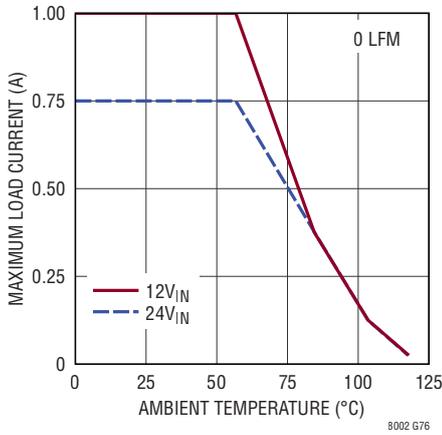


ディレーティング曲線、1グレード、 $V_{OUT} = -8\text{V}$ 、BIAS は LTM8002 の GND に接続、DC2501A デモ・ボード

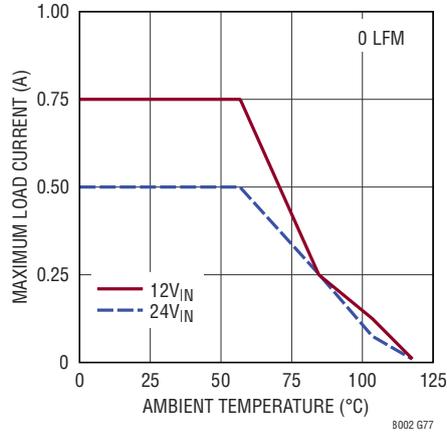


代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

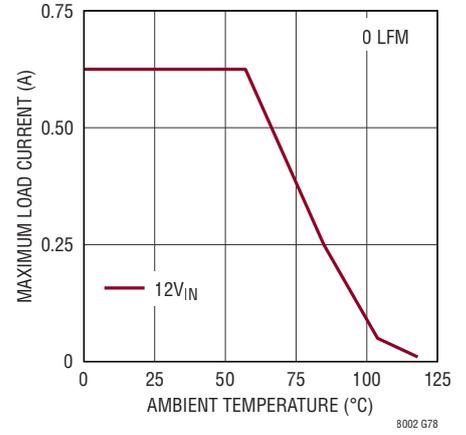
ディレーティング曲線、1グレード、 $V_{OUT} = -12\text{V}$ 、BIASはLTM8002のGNDに接続、DC2501Aデモ・ボード



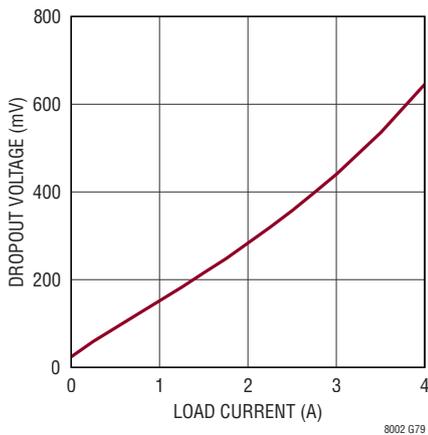
ディレーティング曲線、1グレード、 $V_{OUT} = -15\text{V}$ 、BIASはLTM8002のGNDに接続、DC2501Aデモ・ボード



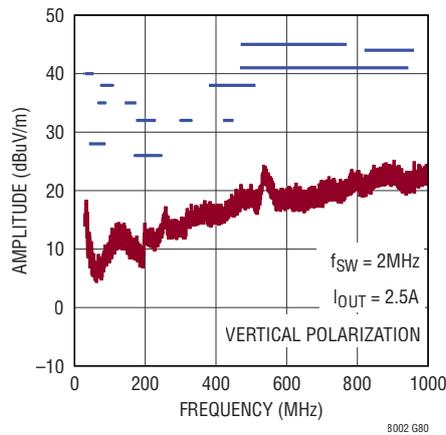
ディレーティング曲線、1グレード、 $V_{OUT} = -18\text{V}$ 、BIASはLTC8002のGNDに接続、DC2501Aデモ・ボード



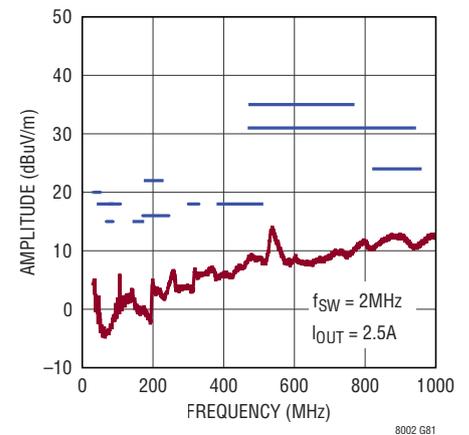
ドロップアウト電圧と負荷電流、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、BIAS = 5V



CISPR25クラス5ピーク放射、DC2501Aデモ・ボード、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、スペクトラム拡散有効



CISPR25クラス5平均放射、DC2501Aデモ・ボード、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、スペクトラム拡散有効



ピン機能

GND (BANK 1, A7) : これらのGNDピンは、LTM8002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、LTM8002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_{IN} (C6, C7) : V_{IN}からLTM8002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_{OUT} (BANK 2) : 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F1およびF2) : BIASピンは内部パワー・バスに接続しています。3.2Vより高く18Vより低い電源に接続してください。V_{OUT}が3.2Vより高い場合、BIASピンをV_{OUT}に接続します。出力電圧V_{OUT}が3.2Vより低い場合、BIASピンを3.2V~18Vの電圧源に接続します。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。使用しない場合、BIASピンはGNDに接続します。

RUN (ピンB6およびB7) : RUNピンの電圧を0.9Vより低くすると、LTM8002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_{IN}ピンに接続します。

RT (ピンA5およびA6) : 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LTM8002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。RTピンは駆動しないでください。

SYNC (ピンA3およびB3) : 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® :** 低出力負荷でのBurst Mode(バーストモード)動作の場合、SYNCピンを接地します。これによって、超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・スキップが発生する軽い出力負荷までは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「H」(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、SYNC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。

PG (ピンA2およびB2) : 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。PGは、FBピンの電圧が最終レギュレーション電圧の約±10%以内に入るまで「L」のままです。V_{IN}が3.4Vより高い場合、PG信号は有効です。V_{IN}が3.4Vより高くRUNが「L」の場合、PGは「L」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。

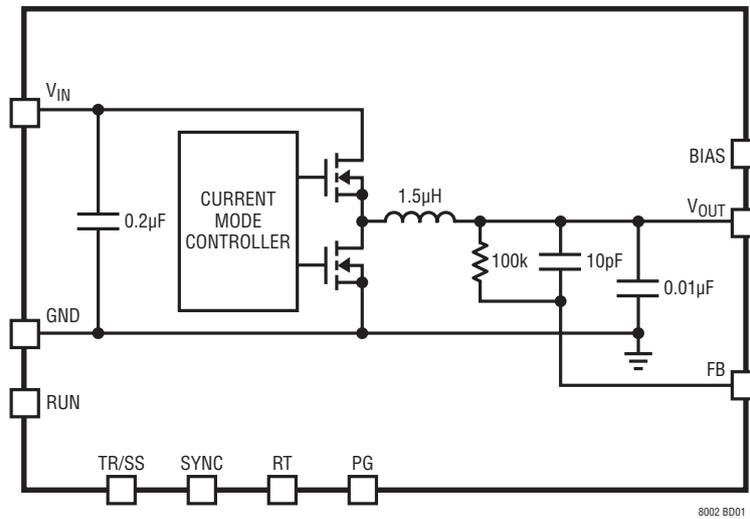
FB (ピンE1およびE2、調整可能バージョンのみ) : LTM8002はFBピンを0.97Vに安定化します。FBピンからグラウンドに調整用抵抗を接続します。R_{FB}の値は、次の式で与えられます。R_{FB} = 97/(V_{OUT} - 0.97)。ここで、R_{FB}の単位はkΩです。

TR/SS (ピンA4およびB4) : 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。

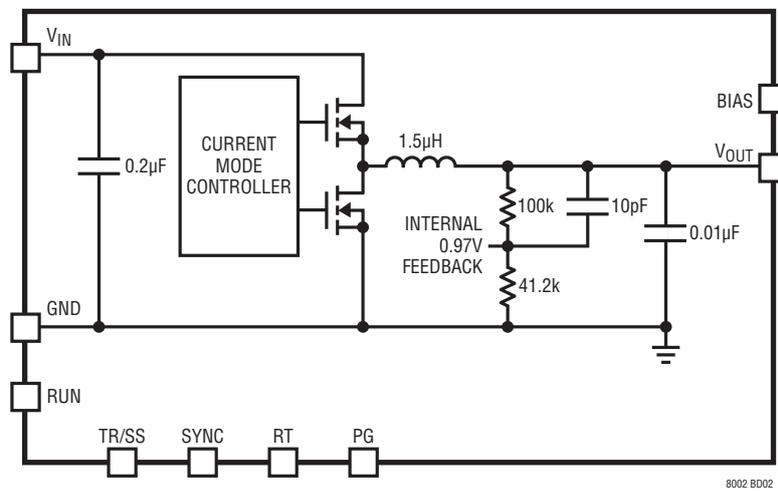
NC (ピンB5、C5、D5、D6、D7) : これらのピンは、その他のノードとも互いにも接続しません。

ブロック図

LTM8002のブロック図



LTM8002-3.3のブロック図



動作

LTM8002は、最大3.5Aを出力できるスタンドアロンの非絶縁型降圧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~18V)を出力します。入力電圧範囲は3.4V~40Vです。LTM8002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。前のページに簡略ブロック図を示します。

LTM8002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。LTM8002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。しかし、BIASピンが2.9Vより高い外部電圧に接続されている場合、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LTM8002をシャットダウンさせると、出力が切り離され、入力電流が数 μ Aに低減します。

効率を向上させるため、軽負荷または無負荷状態ではLTM8002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。

FBピンの電圧が低いと、発振器はLTM8002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が0.97Vを超えるまで、TR/SS電圧に従って自動制御されます。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。

LTM8002は、FBピンが安定値の約90%~110%に入るとトリップするパワーグッド・コンパレータを備えています。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「H」にすることができます。 V_{IN} が3.4Vより高い場合、PG信号は有効です。 V_{IN} が3.4Vより高くRUNが「L」の場合、PGは「L」になります。

LTM8002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

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 の推奨値を使います。
3. 必要に応じて C_{FF} を (V_{OUT} から F_B の間に) 使います。
4. 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ると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。

LTM8002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。

キャパシタ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。繰り返しのようになりますが、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。

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

V_{IN}	V_{OUT} (V)	R_{FB} (k Ω)	C_{IN}^2	C_{OUT}	C_{FF} (pF)	$BIAS$ (V)	f_{SW}	R_T (k Ω)	Maximum f_{SW}	Minimum R_T (k Ω)
3.4V to 40V	0.97	Open	2.2 μ F 50V 0805	100 μ F 4V 0805	47	5	450kHz	100	700kHz	61.9
3.4V to 40V	1.2	402	2.2 μ F 50V 0805	100 μ F 4V 0805	47	5	550kHz	78.7	850kHz	48.7
3.4V to 40V	1.5	178	2.2 μ F 50V 0805	100 μ F 4V 0805	27	5	650kHz	66.5	1MHz	41.2
3.4V to 40V	1.8	115	2.2 μ F 50V 0805	100 μ F 4V 0805	10	5	700kHz	61.9	1.2MHz	33.2
3.4V to 40V	2	90.9	2.2 μ F 50V 0805	100 μ F 4V 0805		5	850kHz	48.7	1.4MHz	28.0
3.5V to 40V ¹	2.5	63.4	2.2 μ F 50V 0805	47 μ F 4V 0805		5	900kHz	46.4	1.7MHz	21.5
4.5V to 40V ¹	3.3	41.2	2.2 μ F 50V 0805	47 μ F 4V 0805		5	900kHz	46.4	2.2MHz	15.4
6.5V to 40V ¹	5	24.3	2.2 μ F 50V 0805	22 μ F 6.3V 0805		5	1MHz	41.2	3MHz	10.5
10V to 40V ¹	8	13.7	2.2 μ F 50V 0805	22 μ F 10V 1206		5	1.3MHz	30.1	3MHz	10.5
14.5V to 40V ¹	12	8.87	4.7 μ F 50V 0805	10 μ F 16V 0805		5	1.3MHz	30.1	3MHz	10.5
19.5V to 40V ¹	15	6.98	4.7 μ F 50V 0805	10 μ F 16V 0805		5	1.5MHz	25.5	3MHz	10.5
23V to 40V ¹	18	5.76	4.7 μ F 50V 0805	10 μ F 25V 1206		5	1.8MHz	20.0	3MHz	10.5
3.4V to 36V	-3.3	41.2	2.2 μ F 50V 0805	47 μ F 4V 0805		(Note 3)	900kHz	46.4	2.2MHz	15.4
3.4V to 35V	-5	24.3	2.2 μ F 50V 0805	22 μ F 6.3V 0805		(Note 3)	1MHz	41.2	3MHz	10.5
3.4V to 32V	-8	13.7	2.2 μ F 50V 0805	22 μ F 10V 1206		(Note 3)	1.3MHz	30.1	3MHz	10.5
3.4V to 28V	-12	8.97	4.7 μ F 50V 0805	10 μ F 16V 0805		(Note 3)	1.3MHz	30.1	3MHz	10.5
3.4V to 25V	-15	6.98	4.7 μ F 50V 0805	10 μ F 16V 0805		(Note 3)	1.5MHz	25.5	3MHz	10.5
3.4V to 22V	-18	5.76	4.7 μ F 50V 0805	10 μ F 25V 1206		(Note 3)	1.8MHz	20.0	3MHz	10.5

1. LTM8002は低い入力電圧でも使えますが、サイクルをスキップすることがあります。

2. 入力パルック・コンデンサが必要です。

3. $BIAS$ はLTM8002のGNDに接続します。

アプリケーション情報

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、LTM8002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。LTM8002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、LTM8002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。LTM8002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

LTM8002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~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. スwitchング周波数とRTの値に、RT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RTの値

f _{sw} (MHz)	R _T (kΩ)
0.2	232
0.3	150
0.4	110
0.5	88.7
0.6	73.2
0.7	61.9
0.8	52.3
1.0	41.2
1.2	33.2
1.4	28.0
1.6	23.7
1.8	20.0
2.0	18.2
2.2	15.4
3.0	10.5

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。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。LTM8002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LTM8002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。

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2.9V以上の電圧を印加する必要があります。出力電圧を2.9V以上に設定している場合、BIASピンを単にV_{OUT}に接続することもできます。V_{OUT}が2.9Vより低い場合、BIASピンをV_{IN}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、LTM8002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

アプリケーション情報

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。1 μ Fのセラミック・コンデンサがうまく機能します。使用しない場合、BIASピンはLTM8002のGNDに接続します。

最大負荷

LTM8002が駆動できる最大連続負荷電流は、定格では2.5A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LTM8002が損傷しないようにするためのものです。LTM8002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、LTM8002Hを1.2Vで安定化するように設定し、かつ周囲温度を85°C未満に制御した場合、12Vの入力から連続的に3.5Aを供給できます。これは、連続定格の2.5Aよりかなり大きな値です。代表的な性能特性のセクションのデレレーティング曲線、Hグレード、VOUT = 1.2V、BIAS = 5V、DC2501Aデモ・ボードのグラフを参照してください。同様に、出力電圧が18Vで周囲温度が100°Cの場合、LTM8002Hは36Vの入力から0.6Aしか供給できません。これは、連続定格の2.5Aより小さな値です。

負荷共有

LTM8002は、負荷を共有するようには設計されていません。大きな負荷電流が必要な場合、LTM8003の採用を検討してください。

Burst Mode動作

軽負荷での効率を向上させるため、LTM8002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。LTM8002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、VIN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、LTM8002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。

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

LTM8002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3.4V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3.4Vを下回ると、LTM8002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

LTM8002では、TR/SS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、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ピンを外部から駆動することができます。0V~0.97V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0.97V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。

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「L」へ遷移した場合、VIN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、LTM8002は、TR/SSピンが0.97V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。LTM8002の出力が目標出力電圧より高くなると、LTM8002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、入力電圧が上がることがあります。入力電圧が上がってもLTM8002の絶対最大定格を上回らないように注意します。

アプリケーション情報

周波数フォールドバック

LTM8002は周波数フォールドバック機能を備えています。この機能は、短絡または出力過負荷条件中の熱またはエネルギーによる内部パワー素子のストレスを低減するように働きます。出力が低下して安定化されなくなったことをLTM8002が検出した場合、目標電圧に対する出力電圧の不足分に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、「H」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「L」の出力のいずれでもかまいません）。LTM8002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%) 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。

LTM8002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。LTM8002は200kHz~3MHz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、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、LTM8002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。

LTM8002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2.9V~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、LTM8002を2MHzに設定した場合、周波数は3kHz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。

LTM8002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。

負出力

V_{OUT}をシステムのGNDに接続し、かつLTM8002のGNDを負電圧レールに接続することで、LTM8002は負の出力電圧を生成できます。その例を標準的応用例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、LTM8002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、簡単に低コストなソリューションになります。

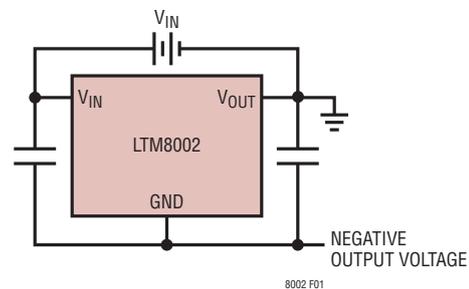


図1. LTM8002を使った負電圧生成

図1に、代表的な負出力電圧アプリケーションを示します。LTM8002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LTM8002のV_{OUT}に供給されることに注意します。その結果、LTM8002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。標準的応用例のセクションに示す例に、与えられた入力電圧に対してLTM8002が供給できる電流値を示すグラフを記載しています。

アプリケーション情報

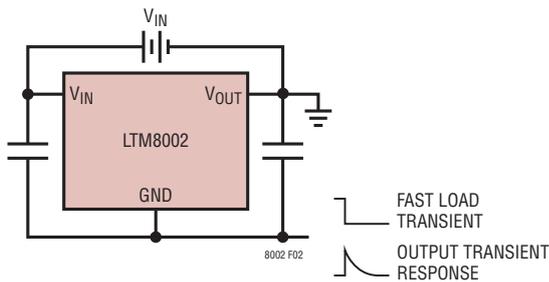


図2. LTM8002のGNDに現れる可能性がある出力電圧トランジェント

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LTM8002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2参照)。この構成により、高速の負荷過渡応答がLTM8002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。

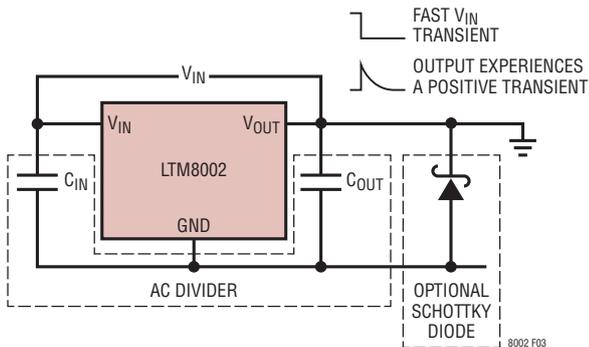


図3. V_{IN} の急増によるトランジェントを安全なレベルに制限できるショットキー・ダイオード

図3で、 C_{IN} および C_{OUT} コンデンサは負出力電圧ノードでAC分圧器を構成しています。 V_{IN} が活線挿入された場合、または高速で立ち上がった場合、 V_{OUT} に正のトランジェントが生じ、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、LTM8002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。負の出力を使う場合、BIASはLTM8002のGNDに接続します。

入力短絡保護

LTM8002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LTM8002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_{IN} 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_{IN} に接続されているために)「H」に保持されていると、内部パワー・スイッチを介してLTM8002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_{IN} ピンを接地すると、出力から V_{IN} ピンを通過して、LTM8002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4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。

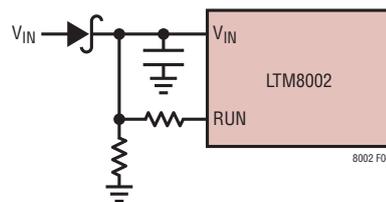


図4. 入力ダイオードは、出力に接続されたバックアップ・バッテリーが、入力の短絡によって放電するのを防止。また、逆入力からも回路を保護(LTM8002は、入力電圧が印加されている場合にのみ動作します。)

PCBレイアウト

PCBレイアウトに関連する問題の多くは、LTM8002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。LTM8002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。LTM8002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5. 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図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. C_{FF} 、 R_{FB} 、 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、LTM8002の V_{IN} およびGND接続のできるだけ近くに配置します。

アプリケーション情報

3. C_{OUT} コンデンサは、LTM8002の V_{OUT} およびGND接続のできるだけ近くに配置します。
4. C_{IN} および C_{OUT} コンデンサを、グラウンド電流がLTM8002の隣または下に直接流れるように配置します。
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LTM8002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。サーマル・ビアの位置と密度に注意を払います(図5. 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図参照)。LTM8002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。

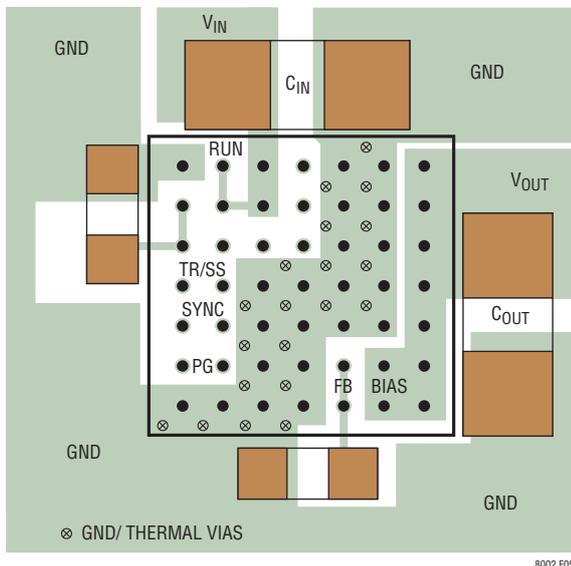


図5. 外付け部品、GNDプレーン、およびサーマル・ビアの推奨レイアウト図

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、LTM8002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、LTM8002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、LTM8002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。LTM8002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、LTM8002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LTM8002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^2 の4層FR4プリント回路基板に実装したLTM8002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への正確さと忠実度を向上させるため、多くの場合、有限要素解析(FEA)を使って熱特性を予測します。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。

θ_{JA} – 接合部から周囲までの熱抵抗

$\theta_{Jc\text{bottom}}$ – 接合部から製品のケースの底面までの熱抵抗

$\theta_{Jc\text{top}}$ – 接合部から製品のケースの上面までの熱抵抗

θ_{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。

アプリケーション情報

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。

$\theta_{JCbotttom}$ は、部品の全消費電力がパッケージの底面を流れていく状況での、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ユーザのアプリケーションに合致しません。

θ_{JCTop} は、部品のほぼ全消費電力がパッケージの上面を流れていく状態で決定されます。標準的な μ 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。 $\theta_{JCbotttom}$ の場合のように、この値はパッケージの比較には役立ちますが、このテスト条件は一般にユーザのアプリケーションに合致しません。

θ_{JB} は、熱の大部分が μ Module レギュレータの底面を流れていくときの接合部から基板までの熱抵抗であり、実際には、 $\theta_{JCbotttom}$ 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 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。

図6. デバイスの接合部と周囲の間の熱抵抗の模式図に、これらの熱抵抗の模式図を示します。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。

LTM8002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、LTM8002が十分放熱できるようにします。LTM8002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。

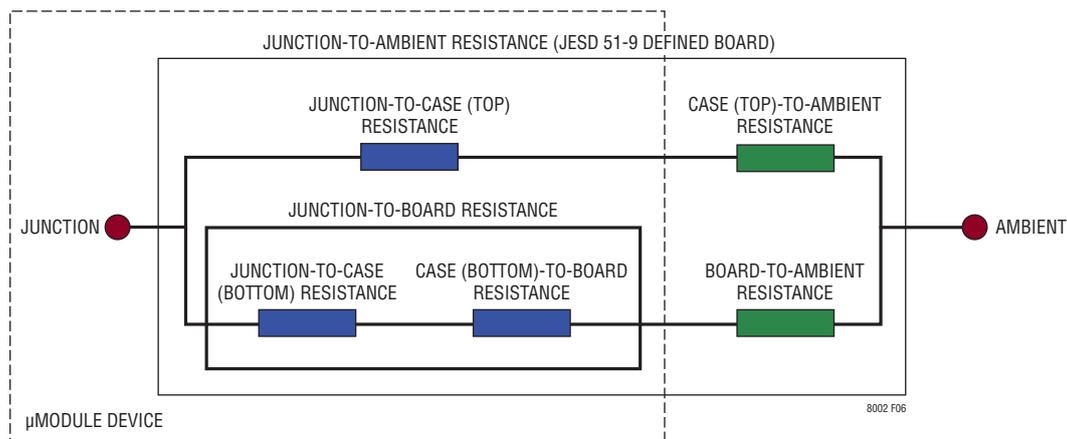


図6. デバイスの接合部と周囲の間の熱抵抗の模式図

アプリケーション情報

耐故障性

固定出力バージョンのLTM8002-3.3は、単一故障状態に耐えるように設計されています。隣接する2本のピンを短絡させても、任意のピンをGNDに短絡させても、V_{OUT}を上昇させることも、発火または発煙することはありません。

表3. FMEAのまとめに、隣接する2本のピンを短絡させる、または任意のピンをGNDに短絡させたことによる影響を示します。全てのピンは冗長である(2本以上で構成されている)ため、ピンがオープンになることは想定していないことに注意してください。耐故障性を確保するには、NCピンはフロート状態のままにする必要があります。

表3. FMEAのまとめ

隣接ピンの短絡テスト

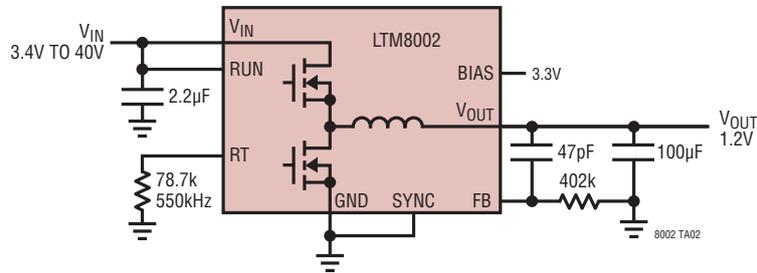
PIN NAME	HEAT	SMOKE	EFFECT
V _{IN} , NC	NO	NO	Circuit behaves normally
V _{IN} , RUN	NO	NO	Circuit behaves normally
RUN, NC	NO	NO	Circuit behaves normally
RUN, RT	NO	NO	V _{OUT} falls to 0V. Device can be damaged if RT ABS MAX is violated.
RUN, GND	NO	NO	V _{OUT} falls to 0V.
RT, GND	NO	NO	SW frequency increases. V _{OUT} may fall below regulation voltage.
RT, TRSS	NO	NO	V _{OUT} will fall below regulation voltage.
RT, NC	NO	NO	Circuit behaves normally
TRSS, SYNC	NO	NO	V _{OUT} will fall below regulation voltage.
TRSS, GND BANK1	NO	NO	V _{OUT} will fall below regulation voltage.
TRSS, NC	NO	NO	Circuit behaves normally
SYNC, PG	NO	NO	Circuit behaves normally
SYNC, GND BANK1	NO	NO	Circuit behaves normally
V _{OUT} BANK2, GND BANK1	NO	NO	V _{OUT} will fall to 0V
V _{OUT} BANK2, BIAS	NO	NO	Efficiency may drop. V _{OUT} may rise or fall if BIAS is tied to a voltage source greater than V _{OUT} .

PIN = 0Vの短絡テスト

PIN NAME	HEAT	SMOKE	EFFECT
V _{IN}	NO	NO	V _{OUT} falls to 0V. Input supply must be short circuit robust.
GND	NO	NO	Circuit behaves normally
GND BANK1	NO	NO	Circuit behaves normally
RUN	NO	NO	V _{OUT} falls to 0V. Input supply must be short circuit robust.
RT	NO	NO	SW frequency increases. V _{OUT} may fall below regulation voltage.
TRSS	NO	NO	V _{OUT} will fall below regulation voltage.
SYNC	NO	NO	Circuit behaves normally
PG	NO	NO	Circuit behaves normally
BIAS	NO	NO	Efficiency may drop

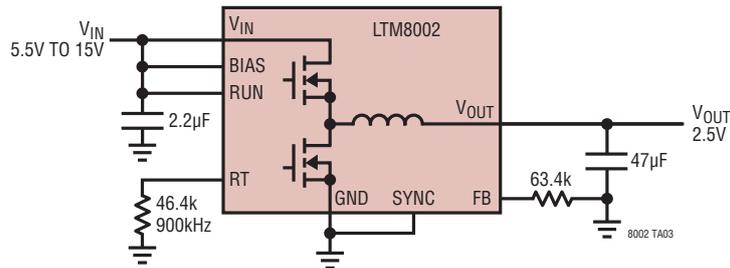
標準的応用例

3.4V~40V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



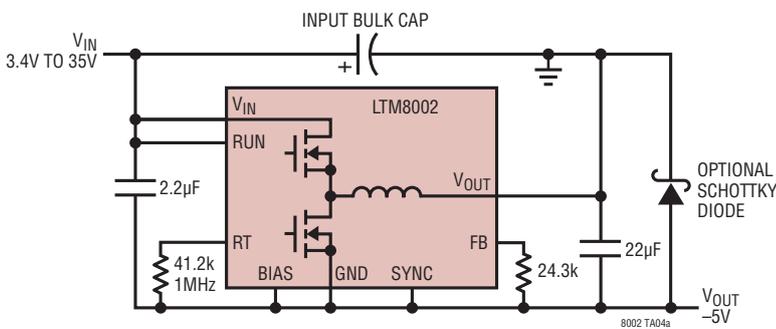
PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG

5.5V~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



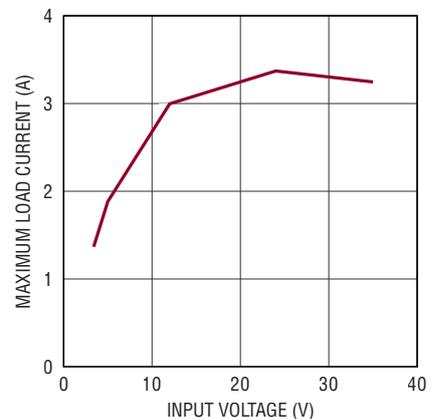
PINS NOT USED IN THIS CIRCUIT: TR/SS, PG

3.4V~35Vの入力から-5Vを出力する反転コンバータ



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

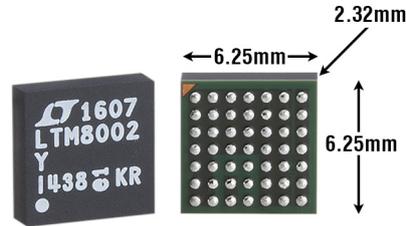
最大負荷電流と入力電圧、BIASはLTM8002のGNDに接続



8002 TA02

LTM8002

パッケージの写真



パッケージ

表1.

LTM8002のピン配置(調整可能バージョン、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
A 1	GND	B 1	GND	C 1	GND	D 1	GND	E 1	FB	F 1	BIAS	G 1	V _{OUT}
A 2	PG	B 2	PG	C 2	GND	D 2	GND	E 2	FB	F 2	BIAS	G 2	V _{OUT}
A 3	SYNC	B 3	SYNC	C 3	GND	D 3	GND	E 3	GND	F 3	GND	G 3	V _{OUT}
A 4	TRSS	B 4	TRSS	C 4	GND	D 4	GND	E 4	GND	F 4	GND	G 4	V _{OUT}
A 5	RT	B 5	NC	C 5	NC	D 5	NC	E 5	GND	F 5	GND	G 5	V _{OUT}
A 6	RT	B 6	RUN	C 6	V _{IN}	D 6	NC	E 6	GND	F 6	GND	G 6	V _{OUT}
A 7	GND	B 7	RUN	C 7	V _{IN}	D 7	NC	E 7	GND	F 7	GND	G 7	V _{OUT}

表2.

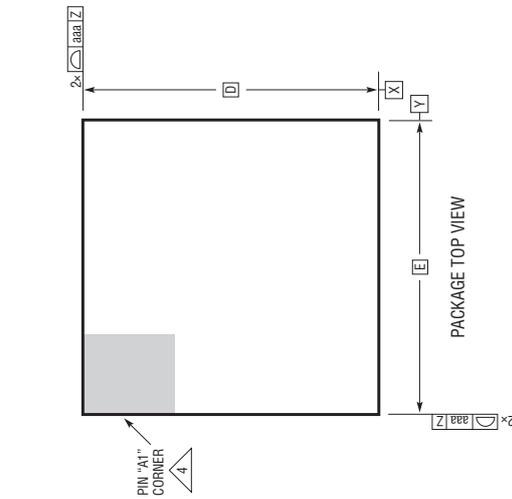
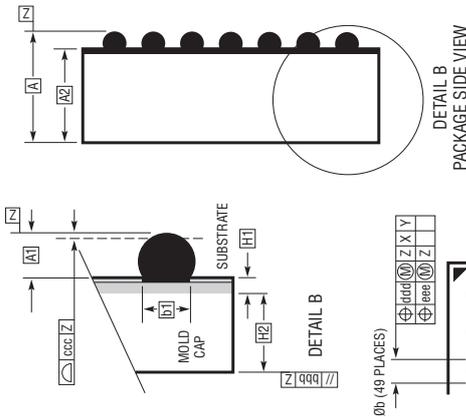
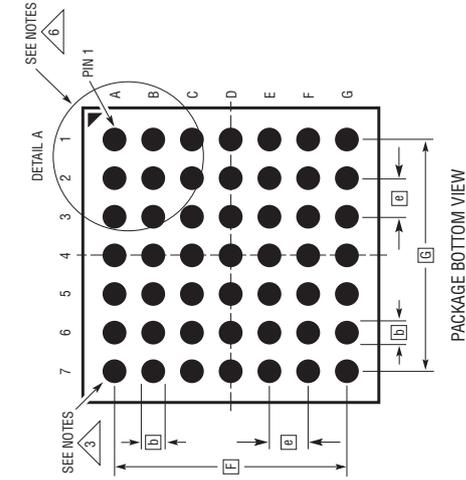
LTM8002-xxのピン配置(固定出力バージョン、ピン番号順)

PIN	PIN NAME	PIN	PIN NAME	PIN	PIN NAME	PIN	PIN NAME	PIN	PIN NAME	PIN	PIN NAME	PIN	PIN NAME
A 1	GND	B 1	GND	C 1	GND	D 1	GND	E 1	GND	F 1	BIAS	G 1	V _{OUT}
A 2	PG	B 2	PG	C 2	GND	D 2	GND	E 2	GND	F 2	BIAS	G 2	V _{OUT}
A 3	SYNC	B 3	SYNC	C 3	GND	D 3	GND	E 3	GND	F 3	GND	G 3	V _{OUT}
A 4	TRSS	B 4	TRSS	C 4	GND	D 4	GND	E 4	GND	F 4	GND	G 4	V _{OUT}
A 5	RT	B 5	NC	C 5	NC	D 5	NC	E 5	GND	F 5	GND	G 5	V _{OUT}
A 6	RT	B 6	RUN	C 6	V _{IN}	D 6	NC	E 6	GND	F 6	GND	G 6	V _{OUT}
A 7	GND	B 7	RUN	C 7	V _{IN}	D 7	NC	E 7	GND	F 7	GND	G 7	V _{OUT}

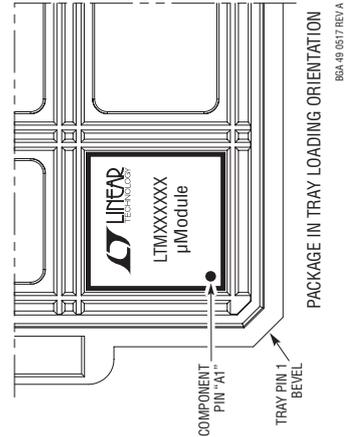
パッケージ

最新のパッケージ図は、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTM8002#packaging> を参照してください。

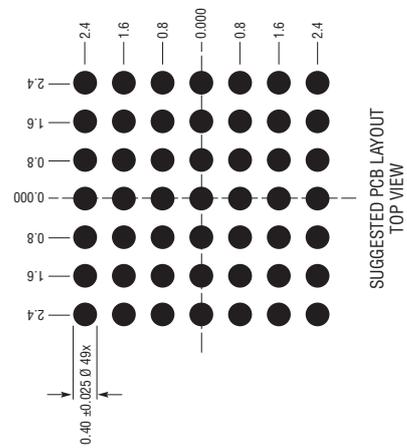
BGA Package
49-Lead (6.25mm × 6.25mm × 2.22mm)
 (Reference LTC DWG# 05-08-1518 Rev A)



- 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、示された領域内にはなければならない。ピン#1の識別マークはモールドまたはマーキングにすることができる
 5. 主データム-zはシーテイングプレーン
 6. パッケージの行と列のラベルは、μModule製品間で異なります。各パッケージのレイアウトを十分にご確認ください

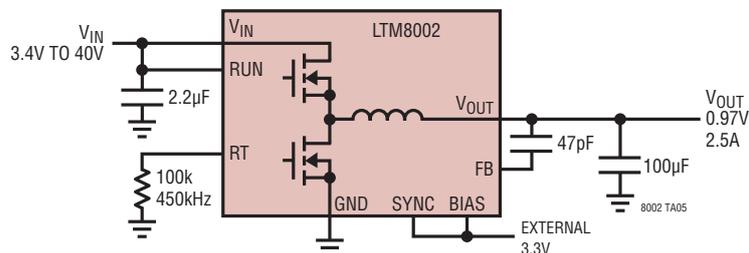


DIMENSIONS			
SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	2.02	2.22	2.42
A1	0.30	0.40	0.50
A2	1.72	1.82	1.92
b	0.45	0.50	0.55
b1	0.37	0.40	0.43
D	6.25		
E	6.25		
e	0.80		
F	4.80		
G	4.80		
H1	0.27	0.32	0.37
H2	1.45	1.50	1.55
aaa	0.15		
bbb	0.10		
ccc	0.20		
ddd	0.15		
eee	0.08		
TOTAL NUMBER OF BALLS: 49			



標準的応用例

3.4V~40V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

デザイン・リソース

主題	概要
µModule の設計 / 製造リソース	<p>設計:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 選択ガイド • デモ・ボードおよび Gerber ファイル • 無料シミュレーション・ツール <p>製造:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. 製品の表をパラメータによって並べ替え、結果をスプレッドシートとしてダウンロードする 2. Quick Power Search パラメトリック・テーブルを使って検索を実行する <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>Quick Power Search</p> <p>Input V_{in} (Min) <input type="text"/> V V_{in} (Max) <input type="text"/> V</p> <p>Output V_{out} <input type="text"/> V I_{out} <input type="text"/> A</p> <p style="text-align: right;"><input type="button" value="Search"/></p> </div>
TechClipビデオ	µModule 製品の電気的特性と熱特性のベンチマーク・テストの方法を詳しく説明した短いビデオ
デジタル・パワー・システム・マネージメント	リニアテクノロジーのデジタル電源管理デバイス・ファミリーは、電源の監視、管理、マージン制御およびシーケンス制御などの基本機能を提供する高度に集積されたソリューションであり、ユーザの構成とフォルト・ログを保存するEEPROMを搭載しています。

関連製品

製品番号	概要	注釈
LTM8003	LTM8002 の 3.5A バージョン、40V、3.5A、 $I_Q = 25\mu A$ 、FMEA 対応	$3.4V \leq V_{IN} \leq 40V$ 、 $0.97V \leq V_{OUT} \leq 18V$ 、6.25mm×9mm×3.32mm BGA パッケージ
LTM8053	40V、4A 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×9mm×3.32mm BGA パッケージ
LTM8065	40V、2.5A 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×6.25mm×2.32mm 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×6.25mm×2.22mm BGA パッケージ
LTM8032	36V、2A 低 EMI 降圧 µModule レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 10V$ 、EN55022B 準拠
LTM8033	36V、3A 低 EMI 降圧 µModule レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、EN55022B 準拠
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
LTM8073	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