




36V 入力、超高速、 低出力ノイズの 5A μModule レギュレータ

特長

- 5A の高性能リニア・レギュレータとスイッチング降圧コンバータによる高効率化 
- デジタル式にプログラム可能な出力電圧: 0.8V ~ 1.8V
- 入力電圧範囲: 6V ~ 36V
- 温度、入力、負荷、トランジェント応答の全範囲での非常に狭い許容範囲 
- 低出力ノイズ: 40μVRMS (10Hz ~ 100kHz) 
- 複数のデバイスの並列接続により 10A 以上供給可能
- 高精度のプログラム可能な電流制限により非対称の電力分担が可能
- アナログ出力のマージニング: ±10% の範囲
- 同期入力
- 低 ESR の出力セラミック・コンデンサで安定
- 15mm×15mm×4.92mm の表面実装型 BGA パッケージ
- SnPb 仕上げまたは RoHS 準拠の仕上げ

アプリケーション


- FPGA および DSP の電源
- 高速 I/O
- ASIC およびマイクロプロセッサの電源
- サーバおよび記憶装置

概要

LTM[®]8028 は 36V 入力の 5A μModule[®]レギュレータで、5A の UltraFast[™]リニア・レギュレータと、その前段の高効率スイッチング・レギュレータで構成されています。リニア・レギュレータは、高精度の出力レギュレーションを実現する以外に、スイッチング・レギュレータの出力電圧を自動的に制御して、最適な効率と動的な応答の最適なヘッドルームを確保します。

出力電圧は 0.8V ~ 1.8V の範囲にわたり 50mV 刻みでデジタル式に選択可能です。アナログ・マージニング機能により、ユーザはシステムの出力電圧を ±10% の連続範囲にわたって調整できます。また、シングルエンドの帰還検出ラインを使用して寄生抵抗に起因する IR 電圧降下を減らすことができます。

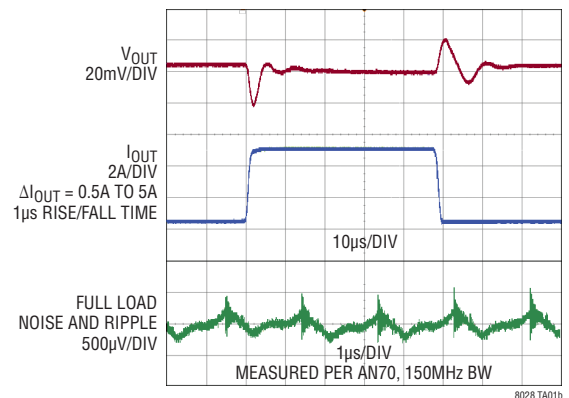
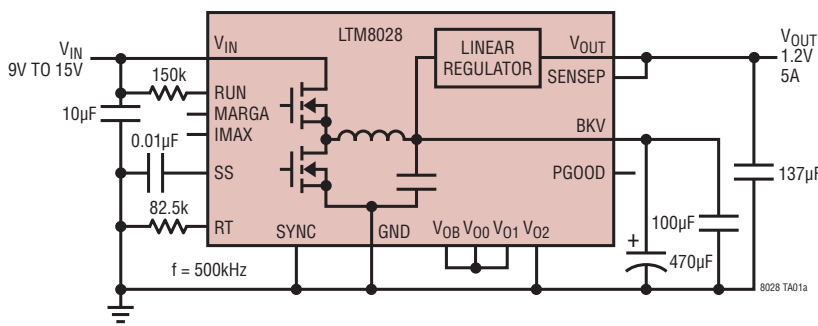
LTM8028 は、小型 (15mm×15mm×4.92mm) のオーバーモールド・ボール・グリッド・アレイ (BGA) パッケージに收容されているので、標準の表面実装装置による自動組み立てに適しています。LTM8028 は、SnPb (BGA) または RoHS 準拠の端子仕上げで供給されます。

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

 クリックすると、関連する TechClip ビデオが表示されます。

標準的応用例

低出力ノイズ、1.2V、5A μModule レギュレータ



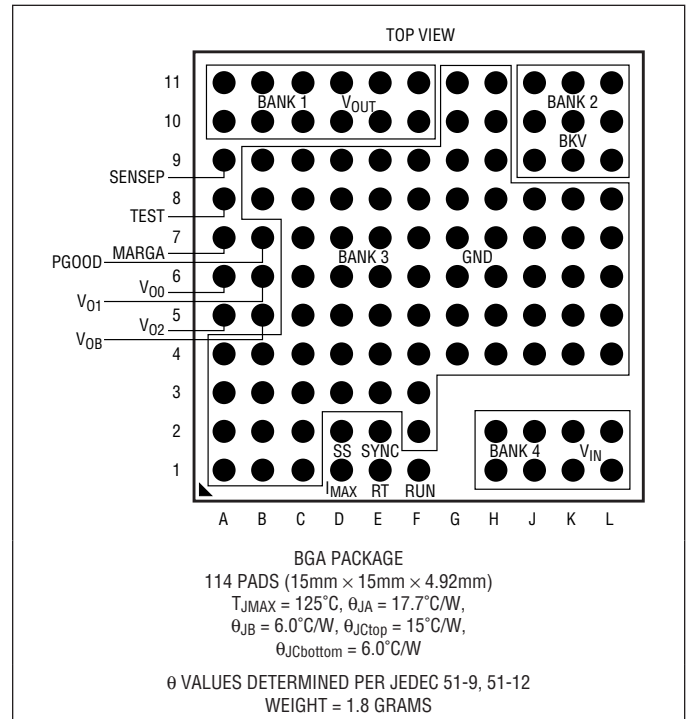
LTM8028

絶対最大定格

(Note 1, 4)

V_{IN}	40V
V_{OUT}	3V
RUN、SS、SYNC	6V
RUNへの流入電流	100 μ A
V_{OB} 、 V_{O0} 、 V_{O1} 、 V_{O2} 、TEST、 PGOOD、SENSEP、MARGA	4V
RT、BKV、 I_{MAX}	3V
最大動作接合部温度 (Note 2)	125°C
最大ボディ・リフロー温度	240°C
最大保存温度	125°C

ピン配置



発注情報

製品番号	パッド/ボール仕上げ	製品マーキング*		パッケージ	MSL レーティング	温度範囲 (Note 2)
		デバイス	コード			
LTM8028EY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8028Y	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8028IY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8028Y	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8028IY	SnPb (63/37)	LTM8028Y	e0	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8028MPY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8028Y	e1	BGA	3	-55°C to 125°C
LTM8028MPY	SnPb (63/37)	LTM8028Y	e0	BGA	3	-55°C to 125°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。パッド/ボール仕上げのコードは、IPC/JEDEC J-STD-609による。

• 無鉛仕上げおよび非無鉛仕上げの製品マーキング:
www.linear-tech.co.jp/leadfree

• 推奨されるLGA/BGAのPCBアセンブリおよび製造方法:

www.linear-tech.co.jp/umodule/pcbassembly

• LGA/BGAパッケージおよびトレイ図面:

www.linear-tech.co.jp/packaging

電気的特性

● は全内部動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $\text{RUN} = 3\text{V}$ 。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage				6	V
Output DC Voltage		● 0.788	0.8	0.812	V
		● 0.985	1.0	1.015	V
		● 1.182	1.2	1.218	V
		● 1.477	1.5	1.523	V
		● 1.773	1.8	1.827	V
Output DC Current	$V_{OUT} = 1.8\text{V}$			5	A

8028fb

電气的特性

●は全内部動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $\text{RUN} = 3\text{V}$ 。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Quiescent Current Into V_{IN}	$\text{RUN} = 0\text{V}$ No load		1 35		μA mA	
Line Regulation	$6\text{V} < V_{IN} < 36\text{V}$, $I_{OUT} = 10\text{mA}$	●		1	mV	
Load Regulation	$0.01\text{A} < I_{OUT} < 5\text{A}$, $V_{OUT} = 0.8\text{V}$, $\text{BKV} = 1.05\text{V}$, $\text{RUN} = 0\text{V}$	●	-1.5	-3 -5.5	mV mV	
	$0.01\text{A} < I_{OUT} < 5\text{A}$, $V_{OUT} = 1.0\text{V}$, $\text{BKV} = 1.25\text{V}$, $\text{RUN} = 0\text{V}$	●	-2	-4 -7.5	mV mV	
	$0.01\text{A} < I_{OUT} < 5\text{A}$, $V_{OUT} = 1.2\text{V}$, $\text{BKV} = 1.45\text{V}$, $\text{RUN} = 0\text{V}$	●	-2	-4 -7.5	mV mV	
	$0.01\text{A} < I_{OUT} < 5\text{A}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $\text{BKV} = 1.75\text{V}$, $\text{RUN} = 0\text{V}$	●	-2.5	-5 -9	mV mV	
	$0.01\text{A} < I_{OUT} < 5\text{A}$, $V_{OUT} = 1.8\text{V}$, $\text{BKV} = 2.05\text{V}$, $\text{RUN} = 0\text{V}$	●	-3	-7 -13	mV mV	
Sense Pin Current	$V_{OUT} = 0.8\text{V}$		50		μA	
	$V_{OUT} = 1.8\text{V}$		300		μA	
Switching Frequency	$R_T = 40.2\text{k}$		1000		kHz	
	$R_T = 200\text{k}$		200		kHz	
RUN Pin Current	$\text{RUN} = 1.45\text{V}$		5.5		μA	
RUN Threshold Voltage (Falling)		●	1.49	1.55	1.61	V
RUN Input Hysteresis			130		mV	
I_{MAX} Pin Current	$I_{MAX} = 0.75\text{V}$		125		μA	
I_{MAX} Current Limit Accuracy	$I_{MAX} = 1.5\text{V}$		5.0	6.1	A	
	$I_{MAX} = 0.75\text{V}$		2.20	3.6	A	
SS Pin Current			11		μA	
SYNC Input Threshold	$f_{\text{SYNC}} = 500\text{kHz}$		0.6	1.3	V	
SYNC Bias Current	$\text{SYNC} = 0\text{V}$			1	μA	
V_{OB} Voltage			3.3		V	
V_{OX} Input Low Threshold	$V_{OB} = 3.3\text{V}$	●		0.25	V	
V_{OX} Input High Threshold	$V_{OB} = 3.3\text{V}$	●	3.05		V	
V_{OX} Input Z Range	$V_{OB} = 3.3\text{V}$	●	0.75	2.4	V	
V_{OX} Input Current High				40	μA	
V_{OX} Input Current Low				40	μA	
MARGA Pin Current	$\text{MARGA} = 0\text{V}$		3.5		μA	
PGOOD Theshold	$V_{OUT(\text{NOMINAL})} = 1.0\text{V}$, V_{OUT} Rising		0.9		V	
	$V_{OUT(\text{NOMINAL})} = 1.0\text{V}$, V_{OUT} Falling		0.85		V	
Output Voltage Noise (Note 3)	$V_{OUT} = 1.8\text{V}$, $C_{OUT} = 137\mu\text{F}$, 5A Load, $\text{BW} = 10\text{Hz}$ to 100kHz		40		μVRMS	

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ります。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: LTM8028E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保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 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的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTM8028Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全内部動作温度範囲

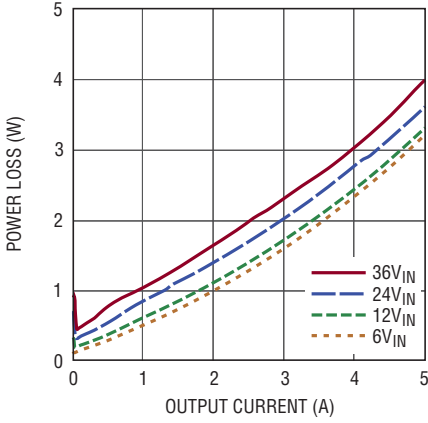
で仕様に適合することが保証されている。LTM8028MPは $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全内部動作温度範囲で仕様に適合することが保証されている。最大内部温度は、基板レイアウト、パッケージの定格熱抵抗および他の環境要因と関連した特定の動作条件によって決まることに注意。

Note 3: 設計、特性評価および統計的プロセス制御との相関によって保証されている。

Note 4: 注記がない限り、絶対最小電圧は0。

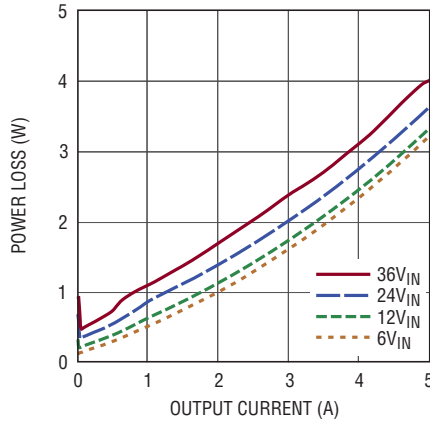
標準的性能特性

電力損失と出力電流、 $V_{OUT} = 0.8V$



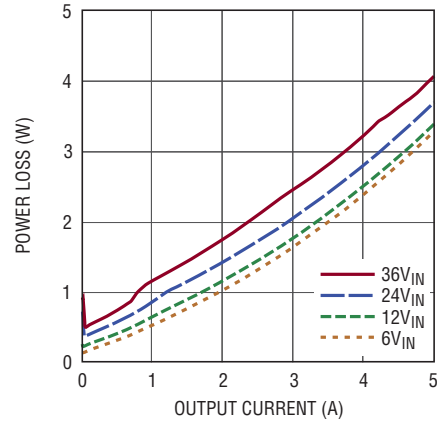
8028 G01

電力損失と出力電流、 $V_{OUT} = 1V$



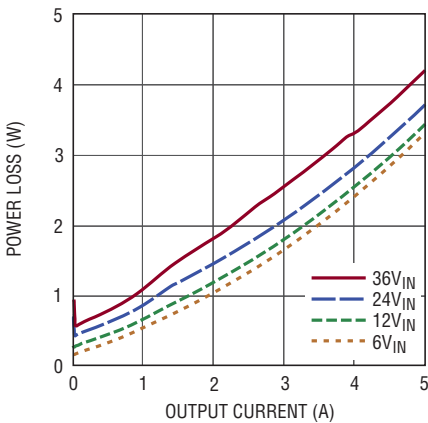
8028 G02

電力損失と出力電流、 $V_{OUT} = 1.2V$



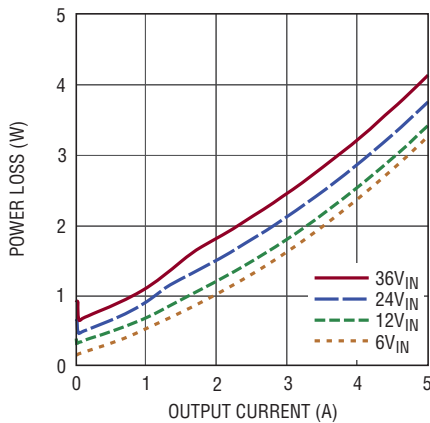
8028 G03

電力損失と出力電流、 $V_{OUT} = 1.5V$



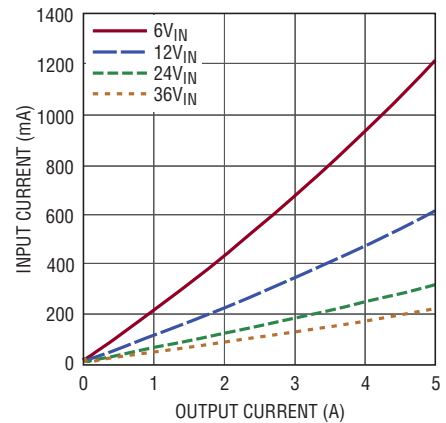
8028 G04

電力損失と出力電流、 $V_{OUT} = 1.8V$



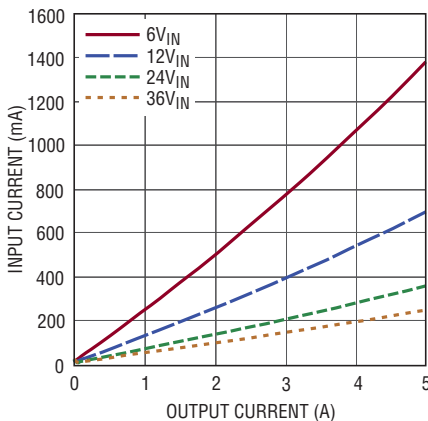
8028 G05

入力電流と出力電流、 $V_{OUT} = 0.8V$



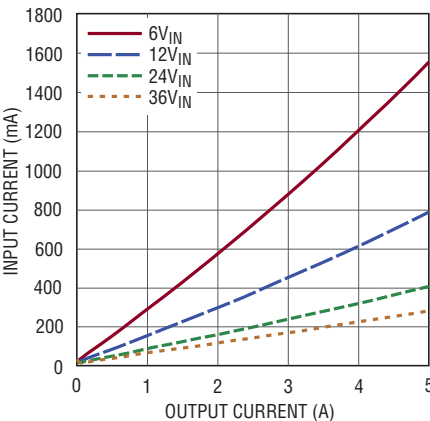
8026 G06

入力電流と出力電流、 $V_{OUT} = 1V$



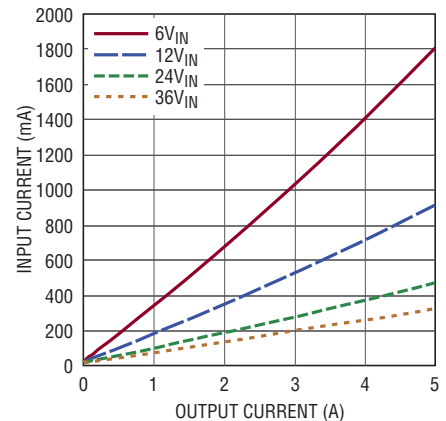
8028 G07

入力電流と出力電流、 $V_{OUT} = 1.2V$



8028 G08

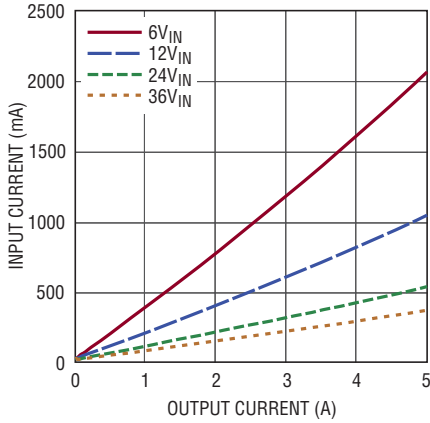
入力電流と出力電流、 $V_{OUT} = 1.5V$



8028 G09

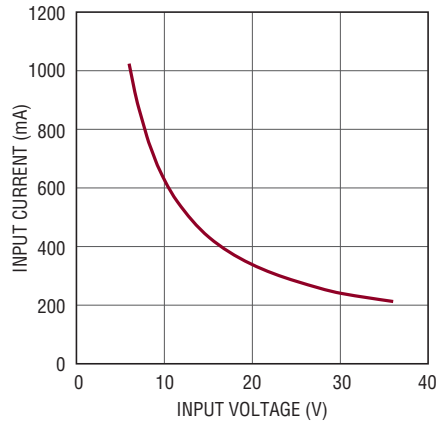
標準的性能特性

入力電流と出力電流、 $V_{OUT} = 1.8V$



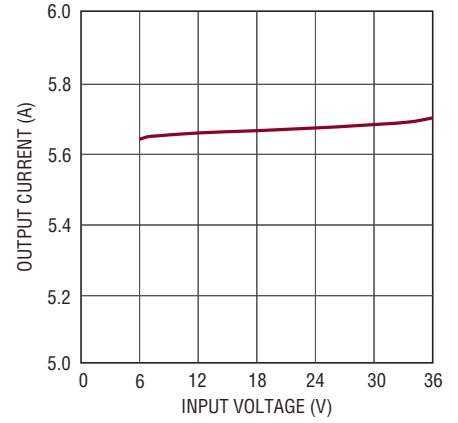
8028 G10

入力電流と入力電圧、出力短絡



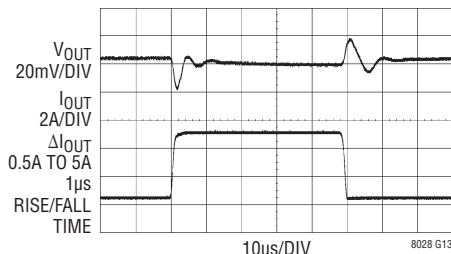
8028 G11

出力電流と入力電圧、出力短絡



8028 G12

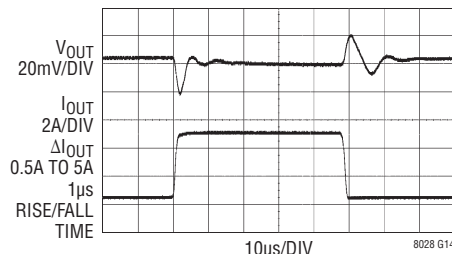
トランジェント応答、
デモボード、1V



8028 G13

$C_{OUT} = 100\mu F + 22\mu F + 10\mu F + 4.7\mu F$

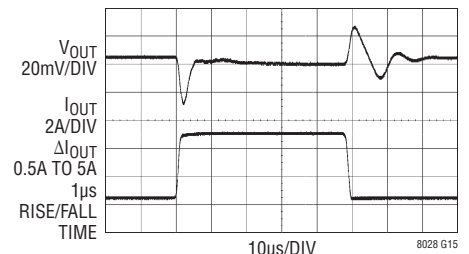
トランジェント応答、
デモボード、1.2V



8028 G14

$C_{OUT} = 100\mu F + 22\mu F + 10\mu F + 4.7\mu F$

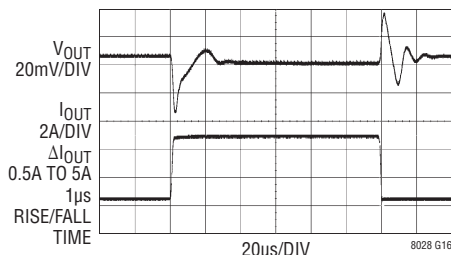
トランジェント応答、
デモボード、1.5V



8028 G15

$C_{OUT} = 100\mu F + 22\mu F + 10\mu F + 4.7\mu F$

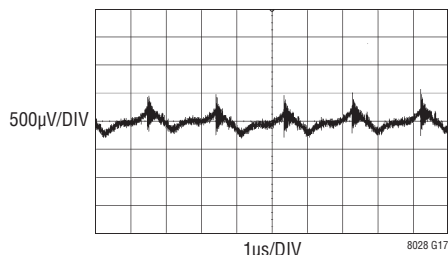
トランジェント応答、
デモボード、1.8V



8028 G16

$C_{OUT} = 100\mu F + 22\mu F + 10\mu F + 4.7\mu F$

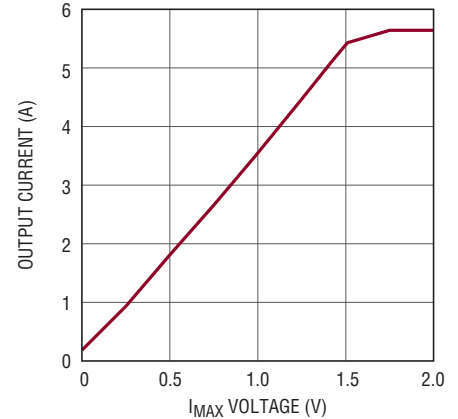
出力ノイズ、 $V_{OUT} = 1.8V$



8028 G17

MEASURED WITH HP461A AMPLIFIER
(150MHz BW) AT J5 BNC CONNECTOR
ON DC1738 DEMO BOARD
 $f_{SW} = 500kHz$
 $C_{OUT} = 137\mu F$
5A LOAD

出力電流と I_{MAX} 電圧、 $V_{IN} = 12V$

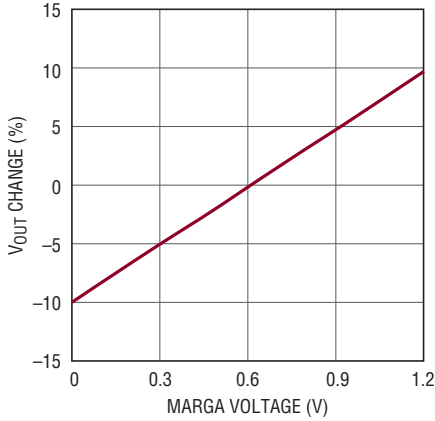


8028 G18

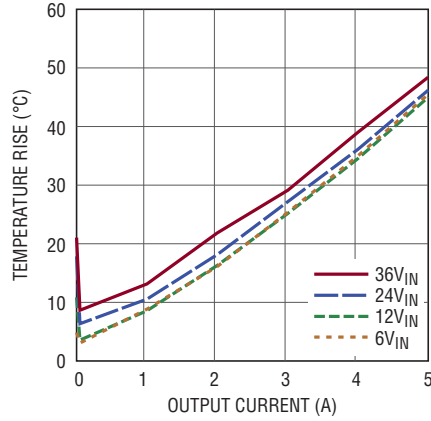
LTM8028

標準的性能特性

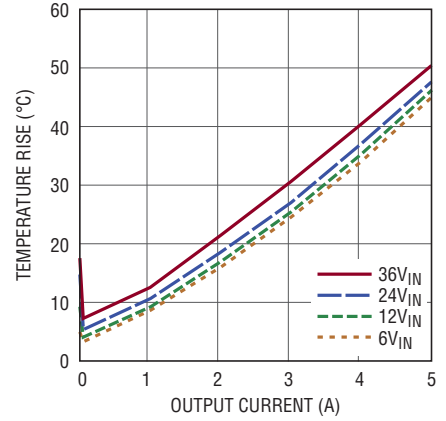
出力電圧の変化とMARGA電圧、
 $V_{OUT} = 1V$



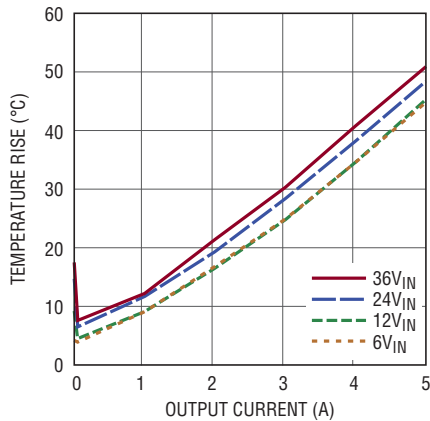
温度上昇と出力電流、 $V_{OUT} = 0.8V$



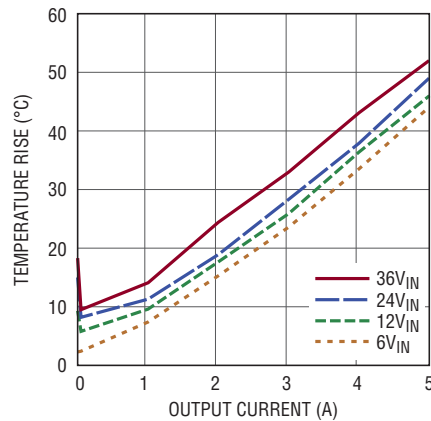
温度上昇と出力電流、 $V_{OUT} = 1V$



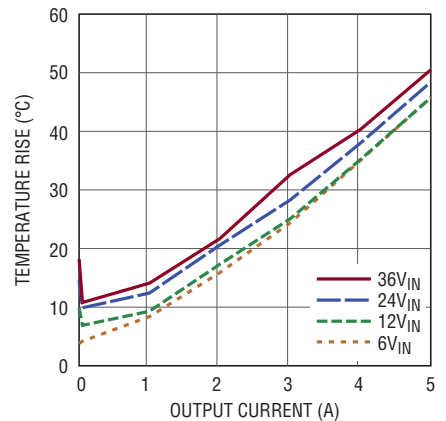
温度上昇と出力電流、 $V_{OUT} = 1.2V$



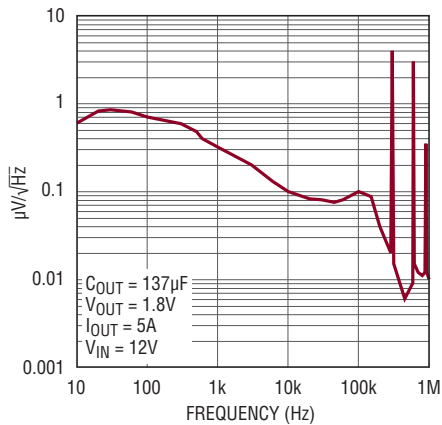
温度上昇と出力電流、 $V_{OUT} = 1.5V$



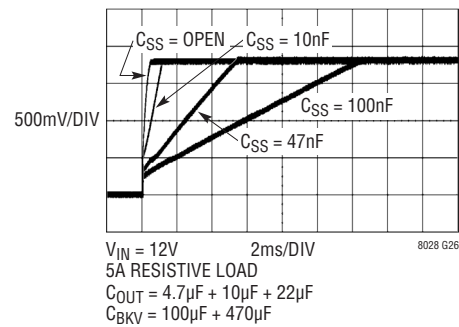
温度上昇と出力電流、 $V_{OUT} = 1.8V$



出力ノイズ・スペクトラム密度



ソフトスタート波形と C_{SS}



ピン機能

V_{OUT} (バンク1)：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。

BKV (バンク2)：降圧レギュレータの出力。ここに降圧レギュレータのバルク容量を接続します(表1を参照)。負荷には接続しないでください。電圧をBKV内にドライブしないでください。

GND (バンク3)：これらのGNDピンはLTM8028および回路部品の下にある近くのグランド・プレーンに接続します。ほとんどのアプリケーションでは、LTM8028からの熱流の大半がこれらのパッドを通るので、プリント回路の設計がデバイスの熱性能に大きく影響します。詳細については「PCBレイアウト」と「熱に関する検討事項」のセクションを参照してください。

V_{IN} (バンク4)：V_{IN}ピンは、LTM8028の内部レギュレータと内蔵のパワー・スイッチに電流を供給します。このピンは低ESRの外部コンデンサを使ってローカルにバイパスする必要があります(推奨値については、表1を参照)。

V₀₀、V₀₁、V₀₂ (ピンA6、ピンB6、ピンA5)：出力電圧の選択。これらのスリーステート・ピンを組み合わせ、0.8V～1.8Vの公称出力電圧を50mV刻みで選択します。V₀₂、V₀₁、V₀₀の設定値とV_{OUT}の関係を示す「アプリケーション情報」セクションの表2を参照してください。

MARGA (ピンA7)：アナログのマーギング。このピンは、±10%の連続アナログ範囲にわたり、出力電圧のマーギングをします。このピンをGNDに接続すると、出力電圧を-10%分調整します。このピンを1.2Vにドライブすると、出力電圧を10%分調整します。このピンをドライブするには、電圧源または電圧出力DACが最適です。MARGA機能を使用しない場合、このピンをフロート状態にするか、GNDへの1nFのコンデンサを使用して終端させます。

TEST (ピンA8)：工場テスト。このピンは開放状態のままにします。

SENSEP (ピンA9)：V_{OUT}への4端子検出。SENSEPピンは、エラーアンプの反転入力です。SENSEPピンをレギュレータのV_{OUT}ピンに接続すると、最適なレギュレーションが得られます。クリティカルなアプリケーションでは、レギュレータと負荷の間のPCBトレース抵抗によって電圧がわずかに低下し、負

荷ポイントで負荷レギュレーションに誤差が生じることがあります。SENSEPピンをV_{OUT}に直接接続する代わりに負荷に接続することで、この電圧誤差を解消できます。SENSEPピンの入力バイアス電流は選択された出力電圧に左右されます。SENSEPピンの入力電流は、V_{OUT} = 0.8Vで50μA(標準)からV_{OUT} = 1.8Vで300μA(標準)にわたります。SENSEPは、ローカルもしくはリモートでV_{OUT}に接続する必要があります。

V_{0B} (ピンB5)：V₀₀、V₀₁、V₀₂のバイアス。これは、V₀₀、V₀₁、V₀₂ピンを必要に応じて引き上げるのに便利な3.3V電源です。使用しない場合、このピンはフロート状態のままにします。

PGOOD (ピンB7)：パワーグッド。次の場合に高インピーダンスになるオープン・ドレイン信号。

- 出力電圧が上昇して目標電圧の90%を超える
- 出力電圧が目標電圧の85%より高い状態を維持する
- 出力リニアレギュレータが過熱状態にならない

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。使用しない場合はPGOODをGNDに接続してください。

I_{MAX} (ピンD1)：最大出力電流を設定します。抵抗/NTCサーミスタ回路網をI_{MAX}ピンに接続して、LTM8028の最大安定化出力電流を温度に応じて低減します。このピンは、10kの抵抗を介して2Vの電圧に引き上げられ、制御電圧範囲は0V～1.5Vです。

SS (ピンD2)：ソフトスタート・ピン。外付けコンデンサをグランドに接続して、起動状態の間、安定化電流を制限します。ソフトスタート・ピンには11μAの充電電流が流れます。

RT (ピンE1)：RTピンは、RTピンとグランドの間に抵抗を接続することによってLTM8028の降圧レギュレータのスイッチング周波数を設定するために使用します。このデータシートの「アプリケーション情報」のセクションには、目的の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が含まれています。SYNC機能を使用する場合は、周波数をSYNCのパルス周波数より20%低い値に設定します。このピンは開放のままにしないでください。

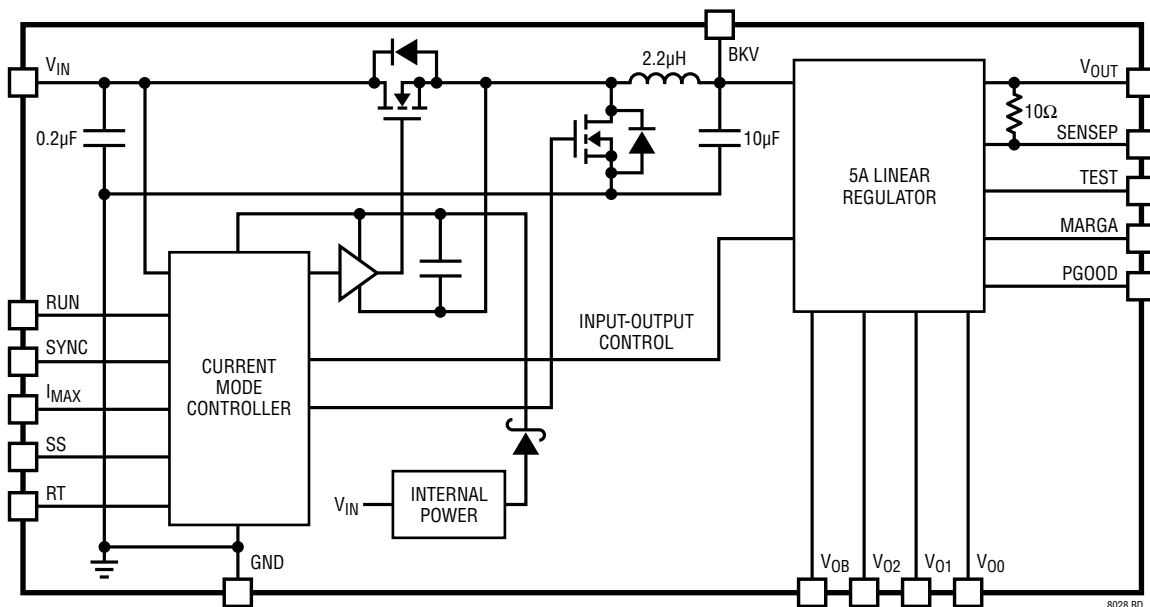
LTM8028

ピン機能

SYNC (ピンE2) : 周波数同期ピン。このピンにより、スイッチング周波数を外部クロックに同期させることができます。RT 抵抗は、内部クロックが SYNC のパルス周波数より 20% 低い周波数で動作するように選択します。このピンを使用しない場合は接地します。このピンはフロート状態のままにしないでください。基板のレイアウトを行うときは、SYNC トレースとの間でノイズが結合しないようにしてください。「アプリケーション情報」のセクションの「同期」のセクションを参照してください。

RUN (ピンF1) : RUN ピンはイネーブル・ピンとして機能し、1.55V で内部回路をオフにします。このピンはプルアップもプルダウンもされていないので、通常のデバイス動作をさせるには電圧バイアスが必要です。RUN ピンは内部でクランプされているので、RUN ピンの電流が 100 μ A を超えない限り、絶対最大定格電圧である 6V より電圧の高い電圧源に引き上げることができます。

ブロック図



動作

電流生成FPGAプロセッサおよびASICプロセッサは、コア、I/O、およびトランシーバ・チャンネルに電力を供給する電源について、厳しい要件を持ちます。これらのプロセッサに電力を供給する電源には、厳密な出力電圧仕様が求められます。特に低電圧においては、ビット誤り率を最小限に抑えるため、厳しい許容誤差、トランジェント応答の逸脱の少なさ、低ノイズおよび高帯域幅が求められます。これは、一部の高性能なリニア・レギュレータで実現可能ですが、高電流および高降圧比の場合、効率的でない場合があります。

LTM8028は、5Aの高効率なUltraFastトランジェント応答リニア・レギュレータです。降圧レギュレータと高性能なリニア・レギュレータの特性を合わせ持ち、0.8V～1.8Vでデジタル設定可能な高精度に安定化された出力電圧を提供します。「ブロック図」に示すように、LTM8028は、電流モード・コントローラ、パワー・スイッチ、パワー・インダクタ、リニア・レギュレータ、および少量の容量を内蔵しています。高効率を実現するため、内蔵された降圧レギュレータは自動制御され（「ブロック図」の「Input-Output Control（入出力制御）」）、リニア・レギュレータの出力において効率、厳密なレギュレーション、およびトランジェント応答のバランスの取れた、最適な電圧ヘッドルームを提供します。

図1は、LTM8028の電力損失と、従来のリニア・レギュレータの理論上の電力損失を合わせて比較したグラフです。電力損

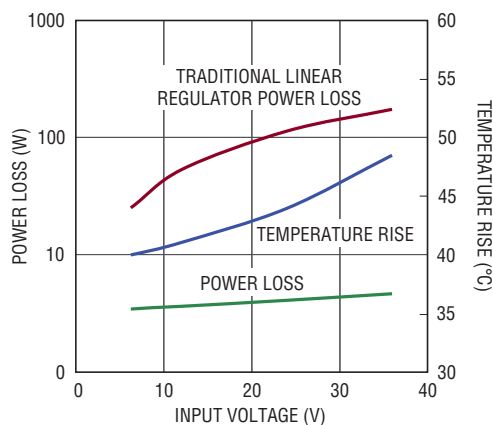


図1. このグラフは、LTM8028の入力電圧範囲全体における全負荷電力損失と温度上昇を示します。これらの数値を、同じ負荷および動作条件を持つ従来のリニア・レギュレータと比較してください。電力損失は、対数目盛りであることに注意してください。

失(左側のY軸)は対数目盛りであることに注意してください。5Aおよび24V_{IN}の1.2V_{OUT}において、LTM8028の電力損失はわずかに4Wであるのに対して、従来のリニア・レギュレータでは理論上110Wを超える電力損失が生じます。

LTM8028のスイッチング降圧コンバータは、固定周波数の強制連続電流モードを使用して、その出力電圧を安定化します。つまり、LTM8028の出力電流が0になっても、スイッチング・レギュレータは固定周波数動作を続けます。LTM8028のアナログ制御ピンI_{MAX}は、LTM8028の最大許容電流出力を設定します。I_{MAX}のアナログ制御範囲は、0V～1.5Vです。RUNピンは高精度のシャットダウン・ピンとして機能します。RUNピンの電圧が1.55Vより低くなると、スイッチングは終了します。このしきい値より低い場合、RUNピンは5.5μAを流し込みます。この電流は、RUNとV_{IN}の間に抵抗を接続してヒステリシスを設定するのに使用できます。起動時に、SSピンはデバイスがイネーブルされるまで“L”に保持され、その後、ソフトスタート・ピンのコンデンサは11μAの電流源で充電されます。スイッチング周波数はRTピンの抵抗によって決まります。LTM8028はSYNCピンを使って外部クロックに同期させることもできます。

この出力リニア・レギュレータは85mVの標準的ドロップアウト電圧で最大5Aの出力電流を供給します。帯域幅が広いため、低ESRのセラミック出力コンデンサを使用してUltraFastなトランジェント応答を提供し、バルク容量、PCB面積、およびコストを節減できます。LTM8028の出力電圧は0.8V～1.8Vの範囲で50mV刻みでデジタル的に選択可能で、アナログ・マージニング機能を使用することで、システム出力電圧を連続的な±10%の範囲で調整可能です。また、負荷における高精度なレギュレーションを可能にするリモート検出ピン、出力がレギュレーション内かレギュレーション外か、内部フォルトが発生しているかを示すPGOOD回路を備えています。

LTM8028は、瞬時の過負荷状態の間デバイスを保護するためにサーマル・シャットダウン機能を備えています。サーマル・シャットダウン温度は、通常の規定動作に支障がないように、内部温度の絶対最大定格である125°Cより高い温度に設定されているので、過熱保護が作動すると、内部デバイスの温度は絶対最大定格を超えます。したがって、サーマル・シャットダウンが連続的にまたは繰り返し作動すると、デバイスの信頼性を低下させる可能性があります。サーマル・シャットダウン時は、すべてのスイッチングが停止し、SSピンは“L”になります。

アプリケーション情報

ほとんどのアプリケーションでは、設計手順は簡単であり、以下のようにまとめられます。

1. 表1を参照し、望みの入力範囲と出力電圧に該当する行を見つけます。
2. V_{IN} に10 μ Fを適用し、推奨される R_T の値(表1の $R_{T(OPTIMAL)}$)を適用します。 R_T の値を下げる(つまり動作周波数が増える)ことで、出力リップルを低減できる場合があります。 $R_{T(MIN)}$ より低い値は使用しないでください。
3. 100 μ Fセラミック・コンデンサおよび470 μ F電解コンデンサの並列の組み合わせをBKVに適用します。電解コンデンサにはSanyo OS-CON 6SEPC470MまたはUnited Chemi-Con APXF6R3ARA471MH80Gがうまく動作しますが、約10m Ω のESRを持つその他のデバイスも使用できます。
4. 最小値の37 μ Fを V_{OUT} に適用します。表1に示すように、通常、これは4.7 μ F、10 μ F、22 μ Fのコンデンサの並列の組み合わせになります。
5. 非常に小さい(2%)トランジェント応答が要求される場合、追加で100 μ Fのコンデンサを V_{OUT} に適用します。

これらの部品の組み合わせは正しく動作するかテストされていますが、目的のシステムの電源ライン、負荷および環境条件で

正しく動作することをユーザの側で検証してください。最大出力電流は、接合部温度、入力電圧と出力電圧の大きさおよび極性の関係、その他の要因によって制限されることに注意してください。手引きとして、「標準的性能特性」のセクションのグラフを参照してください。

LTM8028がスイッチング可能な最大の周波数(および付随する R_T の値)は表1の f_{MAX} の列に示されていますが、これに対して与えられた入力条件にわたって最適な効率を得るための推奨の周波数(および R_T の値)は $f_{OPTIMAL}$ の列に記載されています。同期機能を使う場合、満たす必要のある追加条件があります。詳細については、「同期」のセクションを参照してください。

出力電圧の設定

3つのトライレベル入力ピン(V_{O2} 、 V_{O1} 、 V_{O0})を使用して出力電圧の値を選択します。表2は、これらのピンを“H”、“L”またはフロート状態にすることで3ビット・デジタル・ワードから得られる出力電圧を示しています。これらのピンは、 V_{OB} にピンストラップするか、またはデジタル・ポートを使用してドライブすることによって“H”または“L”に接続できます。フロート状態にするピンは実際にフロートさせることができます。または高い

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

V_{IN}	V_{OUT}	$f_{OPTIMAL}$	$R_{T(OPTIMAL)}$	f_{MAX}	$R_{T(MIN)}$
6V to 36V	0.8V	200kHz	200k	250kHz	165k
6V to 36V	1.0V	250kHz	165k	280kHz	150k
6V to 36V	1.2V	250kHz	165k	315kHz	133k
6V to 36V	1.5V	250kHz	165k	333kHz	127k
6V to 36V	1.8V	315kHz	133k	385kHz	107k
9V to 15V	0.8V	250kHz	165k	650kHz	61.9k
9V to 15V	1.0V	280kHz	150k	750kHz	53.6k
9V to 15V	1.2V	300kHz	143k	800kHz	49.9k
9V to 15V	1.5V	315kHz	133k	1MHz	40.2k
9V to 15V	1.8V	350kHz	118k	1MHz	40.2k
18V to 36V	0.8V	200kHz	200k	250kHz	165k
18V to 36V	1.0V	250kHz	165k	280kHz	150k
18V to 36V	1.2V	250kHz	165k	315kHz	133k
18V to 36V	1.5V	250kHz	165k	333kHz	127k
18V to 36V	1.8V	315kHz	133k	385kHz	107k
C_{IN} :	10 μ F, 50V, 1210				
C_{BKV} :	100 μ F, 6.3V, 1210 + 470 μ F, 6.3V Low ESR Electrolytic				
C_{OUT} :	4.7 μ F, 4V, 0603 + 10 μ F, 10V, 0805 + 22 μ F, 10V, 0805				
C_{OUT} (Optional):	100 μ F, 6.3V, 1210				

Note: 大容量の入力コンデンサが必要。

アプリケーション情報

インピーダンス出力が可能なロジックが必要です。これにより、出力電圧を必要に応じてダイナミックに変化させることができます。出力電圧は、最小0.8Vから最大1.8Vまで50mV刻みで選択可能です。

表2. $V_{O2} \sim V_{O0}$ の設定値と出力電圧

V_{O2}	V_{O1}	V_{O0}	$V_{OUT(NOM)}$	V_{O2}	V_{O1}	V_{O0}	$V_{OUT(NOM)}$
0	0	0	0.80V	Z	0	1	1.35V
0	0	Z	0.85V	Z	Z	0	1.40V
0	0	1	0.90V	Z	Z	Z	1.45V
0	Z	0	0.95V	Z	Z	1	1.50V
0	Z	Z	1.00V	Z	1	0	1.55V
0	Z	1	1.05V	Z	1	Z	1.60V
0	1	0	1.10V	Z	1	1	1.65V
0	1	Z	1.15V	1	X	0	1.70V
0	1	1	1.20V	1	X	Z	1.75V
Z	0	0	1.25V	1	X	1	1.80V
Z	0	Z	1.30V				

X = ドントケア, 0 = "L", Z = フロート, 1 = "H"

コンデンサの選択に関する検討事項

表1の C_{IN} 、 C_{BKV} 、 C_{OUT} の各コンデンサの値は、関連した動作条件に対する最小推奨値です。表1に示されているコンデンサ値より小さな値を適用することは推奨されておらず、望ましくない動作を引き起こす可能性があります。大きな値を使うことは一般に問題なく、必要に応じてダイナミック応答を改善することができます。ここでも、目的のシステムの電源ライン、負荷および環境条件で正しく動作することをユーザの側で検証してください。

セラミック・コンデンサは小さく堅牢で、ESRが非常に小さいコンデンサです。ただし、すべてのセラミック・コンデンサが適しているわけではありません。X5RとX7Rのタイプは全温度範囲と印加電圧で安定しており、安心して使えます。Y5VやZ5Uなど他のタイプは容量の温度係数と電圧係数が非常に大きくなります。アプリケーション回路ではそれらの容量が公称値の数分の1に減少することがあるため、出力電圧リップルが予期したよりもはるかに大きくなる場合があります。

表1に示すBKVの出力容量には、電解コンデンサが指定されています。アプリケーションにはセラミック・コンデンサも使用できますが、使用するコンデンサの数を多くすることが必要になる場合があります。値の大きいセラミック・コンデンサの多くは電圧係数が大きいので、目的の動作電圧での部品の実際の容量は、規定値のわずか数分の1になることがあります。また、セラミック・コンデンサのESRは非常に小さいので、十分な安定性の余裕を得るには、コンデンサを1つ追加することが必要です。

セラミック・コンデンサに関する最後の注意点はLTM8028の最大入力電圧定格に関係します。入力セラミック・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の高い（減衰の小さな）共振タンク回路を形成します。LTM8028の回路を給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、LTM8028の定格を超えるおそれがあります。この状況は容易に避けられます。「安全な活線挿入」のセクションを参照してください。

複数の小さな値の出力コンデンサの並列接続が有効な理由

コンデンサの寄生直列インダクタンス(ESL)および抵抗(ESR)は、リニア・レギュレータのトランジエント応答およびリップル/ノイズ応答に悪影響を及ぼす可能性があります。多数の並列接続されたコンデンサを採用することで、この寄生インピーダンスが低減され、リニア・レギュレータの性能が向上します。また、PCBのビアによって大きなインダクタンスが加わる可能性があるため、基本的なデカップリング・コンデンサはLTM8028と同じプレーンに実装する必要があります。

並列コンデンサの最も面積効率の良い組み合わせは、同じケース寸法の容量を4/2/1の段階的な大きさにすることです。たとえば、表1の37 μ Fの組み合わせでは、22 μ F、10 μ F、4.7 μ Fのコンデンサを並列に構成しています。ケース寸法の小さいコンデンサはESRが大きく、ケース寸法の大きいコンデンサはESLが大きくなります。表1に示すように、最適なケース寸法は0805で、その次はそれより大きい、ケース寸法が1210の第4バルク・エネルギー・コンデンサです。一般的に、大きな第4コンデンサは、極めて厳しいトランジエント応答が求められる場合にのみ要求されます。

アプリケーション情報

出力電圧のマージニング

LTM8028のアナログ・マージニング・ピン(MARGA)は、 $\pm 10\%$ の連続的出力電圧調整範囲を提供します。内部の600mVリファレンス電圧を上下に調整することで、 V_{OUT} をマージニングします。MARGAを600mVから1.2Vにドライブすると、0%~10%の調整が可能です。MARGAを600mVから0Vにドライブすると、0%~-10%の調整が可能です。使用しない場合、MARGAピンはフロート状態にするか、1nFのコンデンサを使用してGNDにバイパスします。アナログ・マージニング機能は、PGOODのしきい値を調整しないことに注意してください。そのため、負のアナログ・マージンを使用すると、PGOODコンパレータがトリップし、PGOODフラグがトグルされることがあります。

パワーグッド

PGOODピンはオープンドレインのNMOS デジタル出力で、以下のフォルト・モードのいずれか1つが検出されるとアクティブに“L”になります。

- V_{OUT} の立ち上がりエッジで V_{OUT} が $V_{OUT(NOMINAL)}$ の90%を下回る。
- V_{OUT} が $V_{OUT(NOMINAL)}$ の85%を下回る状態が25 μ sを超えて続く。
- 内部ハウスキープ電圧レギュレーションの喪失、パワー・スイッチの逆電流、過温度などの内部フォルト

SENSEPと負荷レギュレーション

LTM8028は、 V_{OUT} への4端子検出を提供しており、アプリケーションは、寄生パッケージおよびPCB IR電圧低下を修正できます。負荷がLTM8028から離れた場所にある場合、SENSEPからその離れた負荷に独立した配線を設けることで、IR電圧低下を修正し、負荷レギュレーションを向上できます。SENSEPは、LTM8028が出力を安定化するために使用する唯一の電圧帰還です。そのため、SENSEPはローカルもしくは

負荷のいずれかにおいて V_{OUT} に接続する必要があります。一部のシステムでは、帰還信号が失われると出力制御が失われ、負荷に損傷を与える可能性があります。LTM8028の内部安全回路は、不注意でSENSEP信号が負荷から切断された場合に、出力の暴走を防止します。また、これにより、修正量が0.2Vに制限されます。

LTM8028のリニア・レギュレータは、高帯域のパワー・デバイスであることに注意してください。負荷がLTM8028からかなり離れた場所にある場合、そのリモート接続の寄生インピーダンスが、内部制御ループに干渉し、安定性に悪影響を及ぼす恐れがあります。SENSEPを離れた場所の負荷に接続する場合、ユーザはLTM8028の負荷レギュレーションと動的な負荷応答を評価する必要があります。

短絡および過負荷からの回復

多くのICパワー・レギュレータと同様、内部リニア・レギュレータは安全動作領域(SOA)の保護機能を備えています。安全領域保護機能により、入出力間の電圧差が増加するにつれて電流制限値が減少し、パワー・トランジスタは、入出力間電圧のすべての値について絶対最大電圧定格まで安全動作領域内に保たれます。

最大 I_{LOAD} および最大 $V_{IN}-V_{OUT}$ 間電圧の状態では、内部リニア・レギュレータの電力損失は約1.5Wのピークに達します。周囲温度が十分に高い場合、ダイの接合部温度は125°Cの最大動作温度を超えることとなります。これが生じると、LTM8028はさらに2つの熱的安全機能に依存します。約145°Cで、PGOOD出力が“L”になり、サーマル・シャットダウン状態が間近に迫っていることを早期警告します。標準165°Cで、LTM8028のサーマル・シャットダウンが開始され、デバイスの温度がサーマル・ヒステリシス・リミットを下回るまで出力がシャットダウンされます。入出力間電圧が増加するに従ってSOA保護が電流制限を低減し、入出力間電圧のすべての値で電力損失を安全なレベルに保ちます。

アプリケーション情報

逆電圧

LTM8028には、BKVが V_{OUT} を下回るかどうかを検出する回路が搭載されています。この電圧条件が検出された場合、内部回路は内部リニア・レギュレータのパス・トランジスタのドライブをオフするので、出力がオフになります。この回路の目的は、フォルトや過負荷状態によって入力電圧が急落したときに、 V_{OUT} から V_{IN} への逆電流を制限し、防止することです。BKVに電圧をかけないでください。

スイッチング周波数の設定

LTM8028の動作スイッチング周波数範囲は200kHz～1MHzです。この周波数は、RTピンからグラウンドに接続された外付け抵抗によって設定されます。このピンはどのような場合でも開放のままにしないでください。また、RTピンは60 μ Aに電流制限されています。抵抗値と対応するスイッチング周波数については、表3を参照してください。

表3.R_Tの抵抗値と得られるスイッチング周波数

スイッチング周波数 (MHz)	R _T (k Ω)
1	40.2
0.750	53.6
0.5	82.5
0.3	143
0.2	200

スイッチング周波数の妥協点

入力と出力の動作条件に合わせて、表1に示す最適なR_T値を適用することを推奨します。ただし、システム・レベルや他の検討事項により、別の動作周波数が必要になることがあります。たとえば、スイッチング周波数が高いと出力リップルが小さくなり、スイッチング周波数が低いと電力損失が低減されます。ただし、スイッチングがあまりに高速な場合、過剰な熱が生じて、フォルト条件でLTM8028に損傷を与えるおそれがあります。また、スイッチングがあまりに遅い場合、最終デザインの出力容量または分数調波振動が大きくなりすぎ、リップルが過剰になる場合があります。いかなる場合においても、表1

で規定された最大周波数(f_{MAX})未満を維持する必要があります。

スイッチング周波数の同期化

LTM8028の公称スイッチング周波数はRTピンからGNDに接続した抵抗によって決まり、200kHz～1MHzに設定することができます。内部発振器はSYNCピンを使って外部クロックに同期させることもできます。SYNCピンに入力する外部クロックのロジック“L”は0.25Vより低く、ロジック“H”は1.25Vより高くする必要があります。入力周波数は、RTピンの抵抗によって決まる周波数より20%高くしなければなりません。入力信号のデューティ・サイクルは10%より大きく、90%より小さくしなければなりません。入力信号がこれらの規定されたパラメータから外れると、異常なスイッチング動作や分数調波振動を生じます。外部クロックに同期させるときには、入力クロックのエッジからスイッチのエッジまでに一定の遅延がある点に注意してください。外部クロックへの同期が不要の場合は、SYNCピンを接地する必要があります。SYNCが接地されていると、スイッチング周波数はRTピンの抵抗によって決まります。

ソフトスタート

ソフトスタート機能は、起動時に電源の出力電圧のスループレートを制御します。出力電圧の上昇が制御されているので、出力電圧のオーバーシュートが最小に抑えられ、 V_{IN} 電源からの突入電流が減少し、電源のシーケンス制御が簡単になります。SSピンからGNDに接続されたコンデンサにより、スループレートが設定されます。このコンデンサは内部の11 μ A電流源から充電され、上昇する出力電圧を生成します。

最大出力電流の調整

安定化負荷電流を調整するため、I_{MAX}ピンにアナログ電圧を印加します。この電圧を0V～1.5Vの間で変化させると、最大電流が最小電流と最大電流の間で調整されます(標準5.6A)。1.5Vより上の電圧では、制御電圧は安定化されたインダクタ電流にあまり影響を与えません。出力電流とI_{MAX}電圧

アプリケーション情報

のグラフを「標準的性能特性」のセクションに示します。2Vのリファレンスから I_{MAX} ピンに内部的に接続された 10k 抵抗があり、電流制限を次式によって図2に示すように設定できます。

$$R_{I_{MAX}} = \frac{10 \cdot I_{MAX}}{7.467 - I_{MAX}} \text{ k}\Omega$$

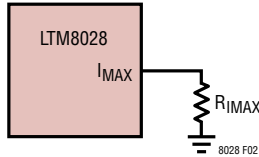


図2. 出力電流制限値 (I_{MAX}) の設定

サーマル・シャットダウン

LTM8028では、約 145°C で PGOOD 出力が“L”になり、サーマル・シャットダウン状態が間近に迫っていることを早期警告します。標準 165°C で、LTM8028 のサーマル・シャットダウンが開始され、ソフトスタート・コンデンサが放電され、内部温度がサーマル・ヒステリシス・リミットを下回るまで出力がシャットダウンされます。デバイスは、冷却されると自動的に再起動します。このサーマル・シャットダウンは内部動作の絶対最大定格である 125°C より高い温度で作動し、規定の動作範囲内では機能に支障がないようになっていることに注意してください。このことは、過熱保護が作動すると内部温度が 125°C の絶対最大定格を超えて、これらの条件下で繰り返し、もしくは長時間動作させると、デバイスの信頼性に影響を及ぼす可能性があることを意味しています。

UVLO とシャットダウン

LTM8028 は UVLO 機能を備えており、入力電圧が 4.2V を下回った場合にスイッチングを停止し、すべてのロジックをリセットし、ソフトスタート・コンデンサを放電します。LTM8028 は、RUN ピンの電圧が 1.68V まで上がるとスイッチングをイネーブルし、RUN ピンの電圧が 1.55V まで下がると LTM8028 をシャットダウンする RUN 機能も備えています。5.5μA のプルダ

ウン電流を供給して追加の UVLO ヒステリシスを設定する内部電流源もあります。RUN ピンの電圧が上昇している場合、電流源は RUN = 1.68V となるまで 5.5μA を流し込んでおり、その後オフになります。RUN ピンの電圧が下降している場合、RUN = 1.55V となるまで電流源はオフであり、その後 5.5μA を流し込みます。以下の式により、図3のように構成された、下降 UVLO 電圧と上昇イネーブル電圧 (V_{ENA}) を設定する分圧器の抵抗が求められます。

$$R1 = \left(\frac{1.55 \cdot R2}{UVLO - 1.55} \right)$$

$$R2 = \frac{V_{ENA} - 1.084 \cdot UVLO}{5.5\mu A}$$

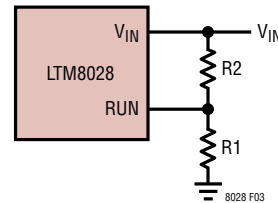


図3. UVLO の構成

RUN ピンの絶対最大電圧は 6V です。最大範囲のアプリケーションに対応するため、このピンをクランプするツェナー・ダイオードが内蔵されています。これにより、このピンは電流を 100μA 未満に制限する抵抗を介して 6V より高い電圧まで引き上げることができます。電源範囲が 4:1 を超えるアプリケーションでは、R2 を 375k より大きくします。

PCB レイアウト

プリント回路基板のレイアウトに関連した困難な問題のほとんどは、LTM8028 による高度の集積化によって軽減されるか、解消されました。とはいえ、LTM8028 がスイッチング電源であるので、EMI を最小に抑えて正しい動作を保証するには注意を払う必要があります。高度に集積化されていても、レイアウトが無計画だったり不出来だったりすると、規定された動作

アプリケーション情報

を実現できないことがあります。推奨レイアウトについては図4を参照してください。接地とヒートシンクに問題がないことを確認します。

注意すべきいくつかのルールがあります。

1. R_T 抵抗をそれぞれのピンのできるだけ近くに配置します。
2. C_{IN} コンデンサをLTM8028の V_{IN} およびGND接続箇所のできるだけ近くに配置します。
3. C_{OUT} コンデンサをLTM8028の V_{OUT} およびGND接続箇所のできるだけ近くに配置します。
4. C_{IN} 、 C_{BKV} 、および C_{OUT} の各コンデンサのグラウンド電流がLTM8028のすぐ近くか下を流れるようにこれらのコンデンサを配置します。

5. 全てのGND接続をトップ層のできるだけ大きな銅領域またはプレーン領域に接続します。外付け部品とLTM8028の間でグラウンド接続を切り離さないようにします。
6. ビアを使って、GND銅領域をボードの内部グラウンド・プレーンに接続します。これらのGNDビアを多数分散配置して、プリント回路基板の内部プレーンへの十分なグラウンド接続と熱経路の両方を与えます。図4のサーマル・ビアの位置と密度に注意してください。サーマル・ビアは内部の電力処理部品に近接しているので、これらの位置で内部のGNDプレーンに接続するビアによって提供される放熱効果により、LTM8028はメリットを受けることができます。サーマル・ビアの最適個数はプリント回路基板の設計に依存します。たとえば、ある基板では非常に小さなビア孔を使うことがあります。この場合、大きな孔を使う基板に比べて多くのサーマル・ビアを採用します。

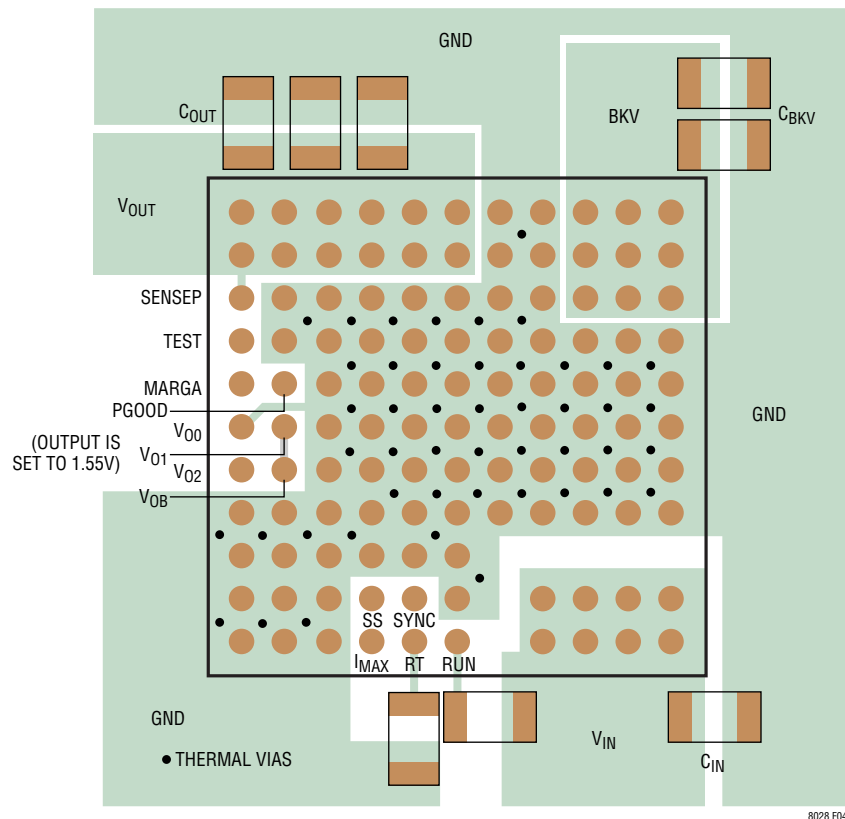


図4. 推奨の外付け部品、GNDプレーンおよびサーマル・ビアを示すレイアウト

アプリケーション情報

負荷の分担

各LTM8028は、複数のデバイスで5Aより大きい負荷に給電することを可能にする高精度な電流制限を備えています。これは、単純にLTM8028のV_{OUT}の端子同士をつなぎ、並列接続したユニットの各出力を同じ電圧に設定するだけで可能です。μModuleレギュレータを同一の電源から給電する必要はありません。つまり、アプリケーションでは、別々の入力電圧レールによって給電される複数のLTM8028を使用して、設定された電流制限に従って、それぞれ異なる容量の電流を負荷に提供することができます。並列接続した複数のLTM8028は、電流を均等に分担しないことに注意してください。ほとんどの場合、1つのLTM8028がその電流制限に達するまで、ほぼすべての負荷を供給し、電流制限に達したら、他の1つまたは複数のユニットが電流供給を開始します。これは、他のパワー・レギュレータでは許容されない可能性のある動作条件ですが、LTM8028の高精度な制御ループによって、それぞれのμModuleレギュレータの電気的および熱的な性能を制御できます。これにより、他のレギュレータで発生する可能性のある発振、熱暴走、およびその他の問題が回避できます。異なる2つの電源で給電される2つのLTM8028を並列に接続して1.8V/10Aを供給する例を「標準的応用例」のセクションに示します。各μModuleレギュレータから供給される出力電流のグラフを以下の図5に示します。

安全な活線挿入

セラミック・コンデンサはサイズが小さく、堅牢でインピーダンスが低いので、LTM8028の回路の入力バイパス・コンデンサに最適です。ただし、LTM8028が給電中の入力電源に挿入されると、これらのコンデンサは問題を生じることがあります(詳細については「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、LTM8028のV_{IN}ピンの電圧に公称入力電圧の2倍を超えるリングングを生じる可能性があります。このリングングがLTM8028の定格を超えてデバイスに損傷を与えるおそれがあります。入力電源の制御が十分でなかったり、ユーザがLTM8028を給電中の電源に差し込むことがある場合、このようなオーバーシュートを防ぐように入力回路網を設計する必要があります。これは、小さな抵抗をV_{IN}に直列に接続することによって実現できますが、入力電圧のオーバーシュートを抑える最も一般的な方法は、V_{IN}の回路網に大容量の電解コンデンサを追加することです。このコンデンサは等価直列抵抗が比較的大きいので回路の過渡応答が減衰し、電圧オーバーシュートが抑えられます。追加コンデンサにより低周波リップルのフィルタ機能が改善され、回路の効率がわずかに向上しますが、このコンデンサは物理的に大きくなります。

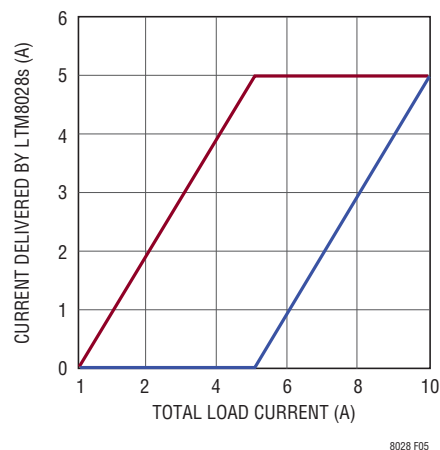


図5. 並列接続のLTM8028を使用する多くのケースでは、1つのμModuleがその電流制限に達するまで、すべての負荷電流を供給します。電流制限に達すると、他のユニットが電流を供給します。厳密に制御された出力電流により、その他のタイプのレギュレータで見られるような発振や熱暴走が防止されます。

アプリケーション情報

熱に関する検討事項

LTM8028は、2つの熱的安全機能に依存します。約145°Cで、PGOOD出力が“L”になり、サーマル・シャットダウン状態が間近に迫っていることを早期警告します。標準165°Cで、LTM8028のサーマル・シャットダウンが開始され、デバイスの温度がサーマル・ヒステリシス・リミットを下回るまで出力がシャットダウンされます。これらの温度しきい値は、通常の規定動作に支障がないよう、絶対最大定格の125°Cより高いことに注意してください。したがって、サーマル・シャットダウンが作動する条件で長時間または繰り返し動作させると、デバイスの信頼性を損なうか低下させる可能性があります。

LTM8028を高い周囲温度で動作させることが必要な場合は、LTM8028の出力電流を軽減することが必要な場合があります。電流軽減の程度は、入力電圧、出力電力および周囲温度に依存します。「標準的性能特性」のセクションに与えられている温度上昇曲線を目安として使うことができます。これらの曲線は58cm²の4層FR4プリント回路基板に実装したLTM8028によって得られました。寸法や層数の異なる基板では異なった熱的振る舞いを示すことがあるので、目的のシステムの電源ライン、負荷および環境動作条件で正しく動作することをユーザの側で検証してください。

実際のアプリケーションに対する精度と品質を向上させるため、多くの設計者は有限要素解析 (FEA) を使って熱性能を予測しています。その目的で、データシートの「ピン配置」には一般に4種類の熱係数が与えられています。

θ_{JA} : 接合部から周囲までの熱抵抗。

$\theta_{JCbottm}$: 接合部から製品のケースの底面までの熱抵抗。

θ_{JCTop} : 接合部から製品のケースの上面までの熱抵抗。

θ_{JBoard} : 接合部からプリント回路基板までの熱抵抗。

これらの係数のそれぞれの意味は直感的に分かると思えるかもしれませんが、JEDECではそれぞれを定義して混乱と不整合を防止しています。これらの定義はJESD 51-12に与えられており、以下のように引用され、または言い換えられます。

θ_{JA} は1立方フィートの密閉された筐体内で測定された、接合部から自然対流する周囲の空気までの熱抵抗です。この環境は、自然対流により空気が移動しますが、「静止空気」と呼ばれることがあります。この値は、JESD 51-9で定義されているテストボードに実装したデバイスを使って決定されます。このテストボードは実際のアプリケーションまたは実現可能な動作条件を反映するものではありません。

$\theta_{JCbottm}$ は、デバイスの電力損失による熱が全てパッケージの底部を通して流れる状態での接合部から基板までの熱抵抗です。標準的な 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、デバイスの電力損失による熱がほとんどすべてパッケージの上面を通して流れる状態で決定されます。標準的な 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。 $\theta_{JCbottm}$ 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レギュレータの底部を通して基板に流れ出すときの接合部から基板までの熱抵抗であり、実際には、 $\theta_{JCbottm}$ と、デバイスの底部から半田接合部を通り、基板の一部までの熱抵抗の和です。基板温度は、両面2層基板を使って、パッケージから規定された距離をおいて測定されます。この基板はJESD 51-9に記述されています。

LTM8028

アプリケーション情報

これらの定義を見れば、これらの熱係数が μ Moduleレギュレータの実際の物理的動作条件を反映しないことは明らかです。したがって、これらを個々に使ってデバイスの熱性能を正確に予測することはできません。同様に、いずれか1つの係数をデバイスのデータシートに記載されている「接合部温度と負荷」のグラフと関連付けようとするのは適切ではありません。これらの係数を適切に使用できるのは、全ての熱抵抗を同時に考慮する (FEAのような) 詳細な熱解析を行う場合だけです。

これらの熱抵抗をグラフで表したものを図6に示します。

青色の熱抵抗は μ Moduleレギュレータ内部に含まれ、緑色の熱抵抗は外部にあります。

LTM8028のダイ温度は125°Cの最大定格より低くなければならないので、回路のレイアウトに注意してLTM8028の十分な放熱を確保します。LTM8028からの熱流の大半はモジュールの底部およびLGAパッドを通してプリント回路基板に達します。したがって、プリント回路基板の設計が良くないと過度の熱が生じ、性能や信頼性が損なわれることがあります。プリント回路基板設計の推奨事項については、「PCBレイアウト」のセクションを参照してください。

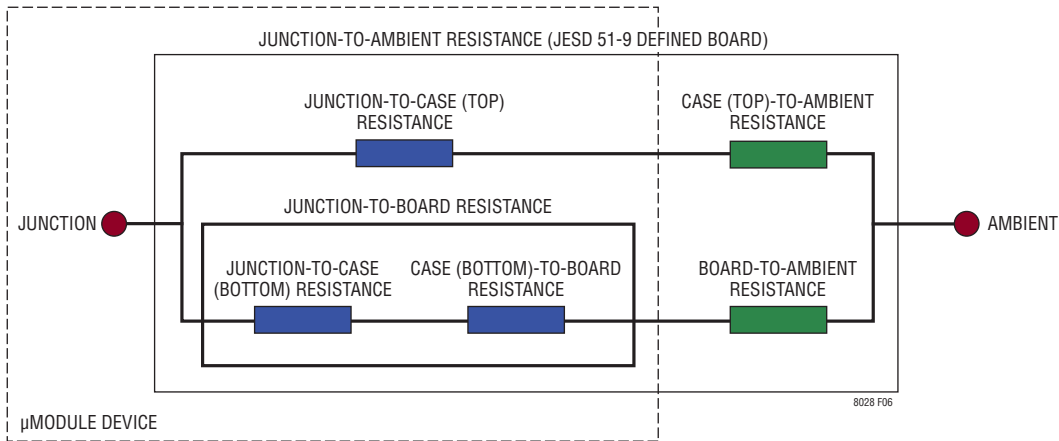
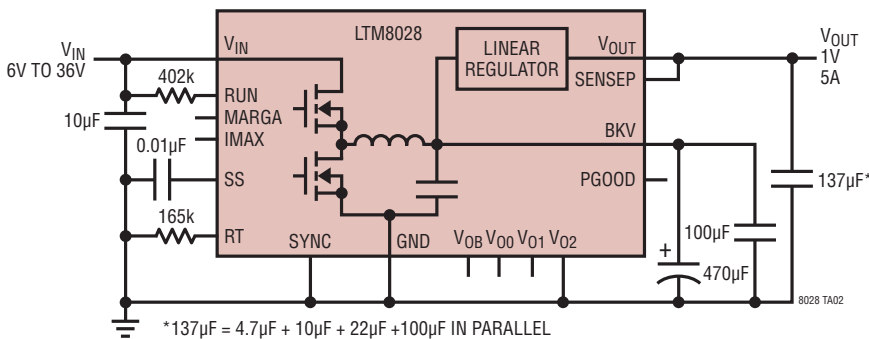


図6. μ Moduleの熱モデル

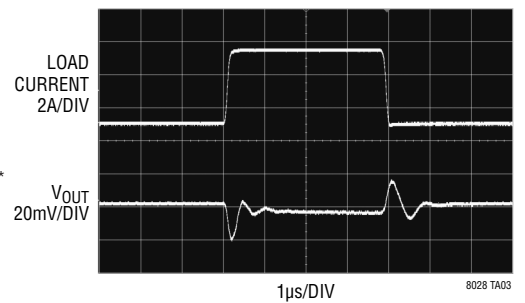
標準的応用例

トランジェント応答が2%の1V/5Aレギュレータ



*137 μ F = 4.7 μ F + 10 μ F + 22 μ F + 100 μ F IN PARALLEL

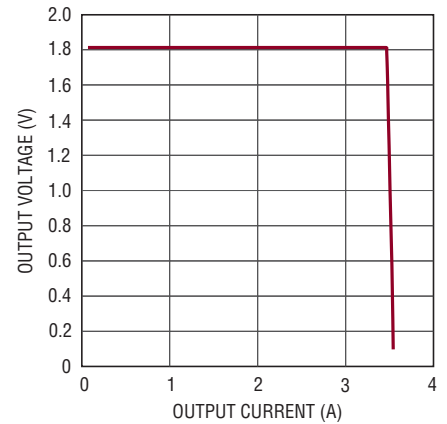
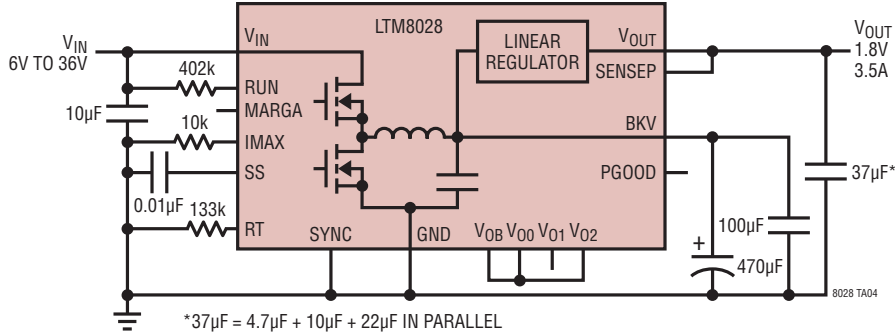
0.5A~5Aのトランジェント応答、1 μ sの負荷電流の立ち上がり時間と立ち下がり時間、12VIN



標準的応用例

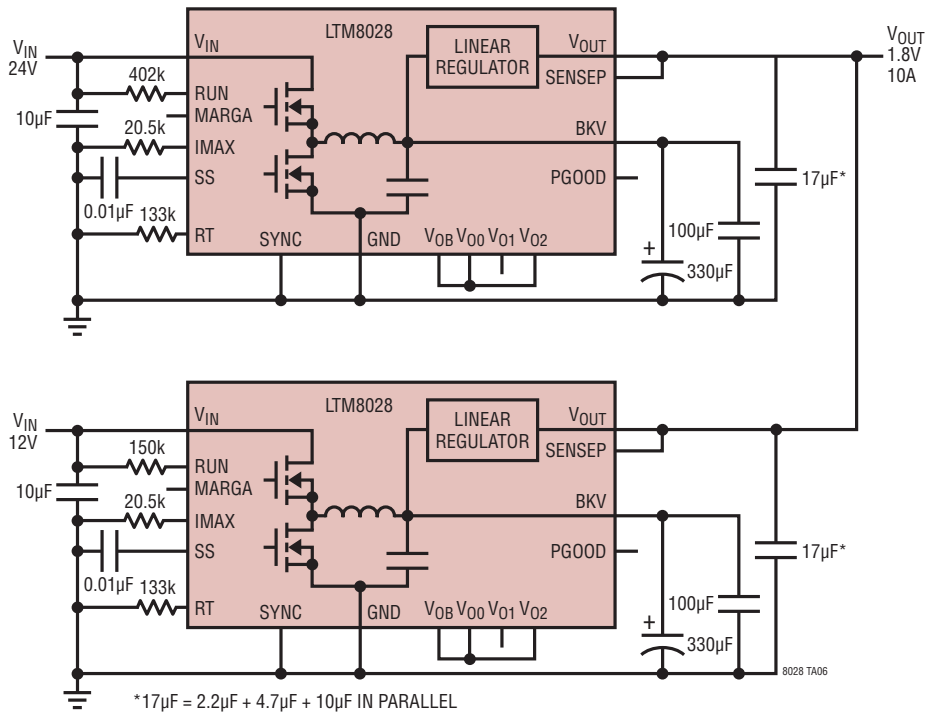
入力電流制限値が3.5Aの1.8Vレギュレータ

出力電圧と電流



8028 TA05

2つの異なる電源から給電される2つのLTM8028を使用した1.8V/10A出力。
各µModuleレギュレータの供給電流は最大5Aに制限

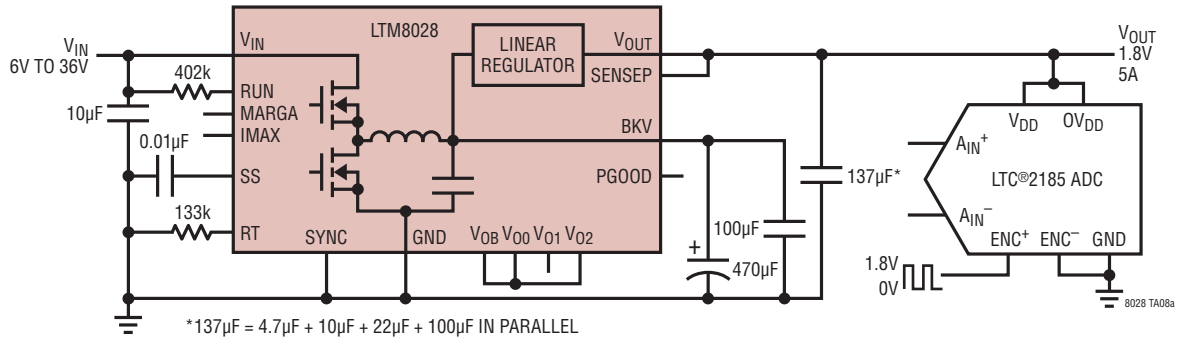


8028fb

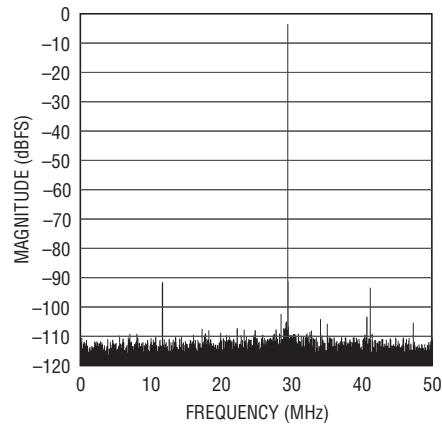
LTM8028

標準的応用例

16ビット、125Msps ADC に給電する低ノイズLTM8028



32KポイントのFFT、 $f_{IN} = 70.3\text{MHz}$ 、 -1dBFS 、 100Msps



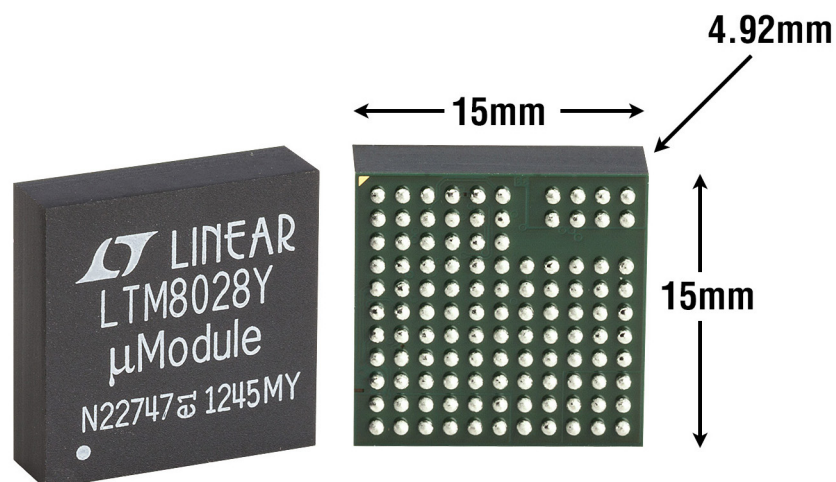
パッケージ

表3. ピン配置表(ピン番号順)

ピン	名称	ピン	名称	ピン	名称	ピン	名称	ピン	名称	ピン	名称
A1	GND	B1	GND	C1	GND	D1	I _{MAX}	E1	RT	F1	RUN
A2	GND	B2	GND	C2	GND	D2	SS	E2	SYNC	F2	GND
A3	GND	B3	GND	C3	GND	D3	GND	E3	GND	F3	GND
A4	GND	B4	GND	C4	GND	D4	GND	E4	GND	F4	GND
A5	V _{O2}	B5	V _{OB}	C5	GND	D5	GND	E5	GND	F5	GND
A6	V _{O0}	B6	V _{O1}	C6	GND	D6	GND	E6	GND	F6	GND
A7	MARGA	B7	PGOOD	C7	GND	D7	GND	E7	GND	F7	GND
A8	TEST	B8	GND	C8	GND	D8	GND	E8	GND	F8	GND
A9	SENSEP	B9	GND	C9	GND	D9	GND	E9	GND	F9	GND
A10	V _{OUT}	B10	V _{OUT}	C10	V _{OUT}	D10	V _{OUT}	E10	V _{OUT}	F10	V _{OUT}
A11	V _{OUT}	B11	V _{OUT}	C11	V _{OUT}	D11	V _{OUT}	E11	V _{OUT}	D11	V _{OUT}

ピン	名称	ピン	名称	ピン	名称	ピン	名称	ピン	名称
G1	-	H1	V _{IN}	J1	V _{IN}	K1	V _{IN}	L1	V _{IN}
G2	-	H2	V _{IN}	J2	V _{IN}	K2	V _{IN}	L2	V _{IN}
G3	-	H3	-	J3	-	K3	-	L3	-
G4	GND	H4	GND	J4	GND	K4	GND	L4	GND
G5	GND	H5	GND	J5	GND	K5	GND	L5	GND
G6	GND	H6	GND	J6	GND	K6	GND	L6	GND
G7	GND	H7	GND	J7	GND	K7	GND	L7	GND
G8	GND	H8	GND	J8	GND	K8	GND	L8	GND
G9	GND	H9	GND	J9	BKV	K9	BKV	L9	BKV
G10	GND	H10	GND	J10	BKV	K10	BKV	L10	BKV
G11	GND	H11	GND	J11	BKV	K11	BKV	L11	BKV

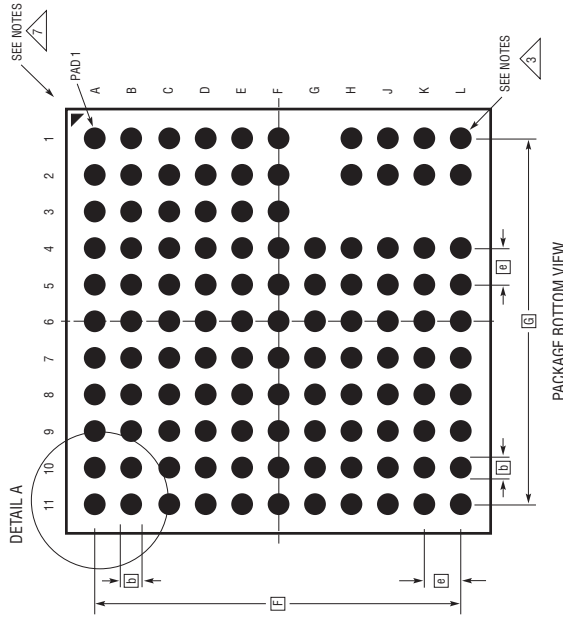
パッケージの写真



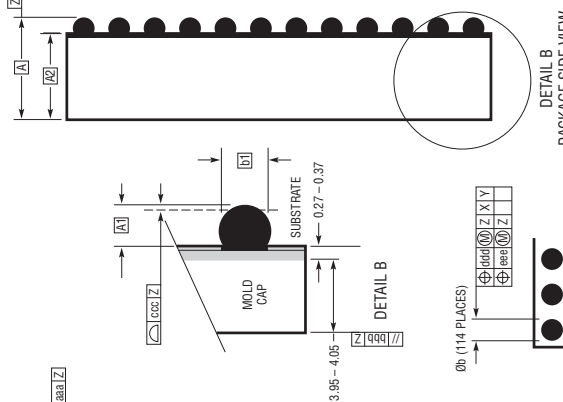
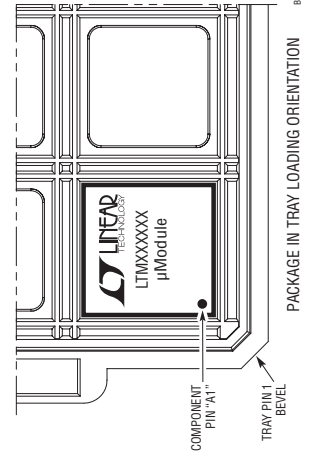
パッケージ

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

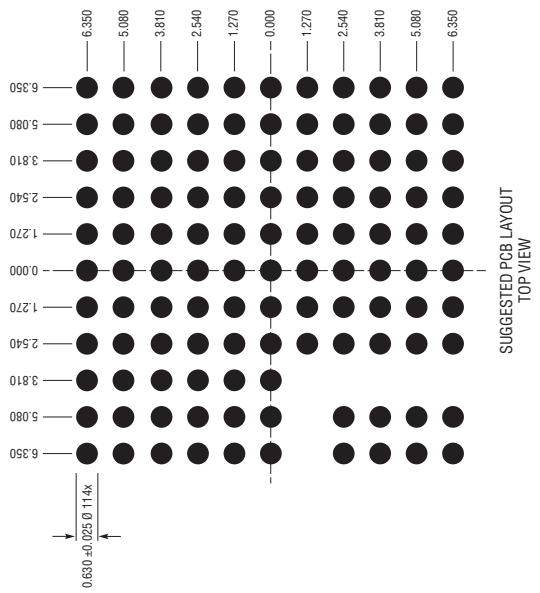
BGA Package
114-Lead (15mm × 15mm × 4.92mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1894 Rev A)



- 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 ランドの指定は JESD MO-222, SPP-010 による
 4 パッド#1の識別マークの詳細はオプションだが、示された領域内になければならない。パッド#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. 主ターム-Zはシーティングプレーン
 6. パッドの総数: 114
 7 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確認してください



DIMENSIONS				
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTES
A	4.72	4.92	5.12	
A1	0.50	0.60	0.70	
A2	4.22	4.32	4.42	
b	0.60	0.75	0.90	
b1	0.60	0.63	0.66	
D	15.0			
E	15.0			
e	1.27			
F	12.70			
G	12.70			
aaa	0.15			
bbb	0.10			
ccc	0.20			
ddd	0.30			
eee	0.15			
TOTAL NUMBER OF BALLS: 114				



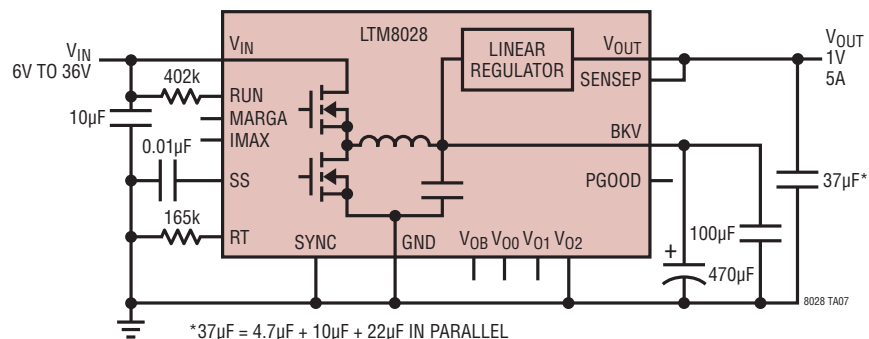
改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	2/14	SnPb BGA パッケージオプションを追加。	1、2
B	5/14	SYNC Input Threshold の MIN 値を 0.8V から 0.6V に MAX 値を 1.2V から 1.3V に変更。 PGOOD の説明を追加。	3 7

LTM8028

標準的応用例

1V/5Aレギュレータ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTM8032	EN55022B 準拠の降圧 µModule レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 36V$, $0.8V \leq V_{OUT} \leq 10V$, 2A
LTM4613	EN55022B 準拠の降圧 µModule レギュレータ	$5V \leq V_{IN} \leq 36V$, $3.3V \leq V_{OUT} \leq 15V$, 8A
LTM8027	60V、4A 降圧 µModule レギュレータ	$4.5V \leq V_{IN} \leq 60V$, $2.5V \leq V_{OUT} \leq 24V$, 4A
LTM8048	絶縁型 µModule コンバータ	725V の絶縁、 $3.1V \leq V_{IN} \leq 32V$, $1.2V \leq V_{OUT} \leq 12V$, 300mA
LTM4615	トリプル出力降圧 µModule レギュレータ	$2.375V \leq V_{IN} \leq 5.5V$, $0.8V \leq V_{OUT} \leq 5.5V$, 4A, 4A, 1.5A
LTM4620	デュアル 13A、シングル 26A 降圧 µModule レギュレータ	$4.5V \leq V_{IN} \leq 16V$, $0.6V \leq V_{OUT} \leq 2.5V$ 、最大 100A 電流分担

8028fb