

58V 入力、6A CVCC 降圧 μModule レギュレータ

特長

- 完全な降圧スイッチモード電源
- CVCC: 定電圧、定電流
- 2 象限: 出力電流をソース/シンク両方向に供給
- 並列接続により出力電流の増加が可能、電源が異なる場合でも同様
- 調整可能な出力電流:
ソース電流時は最大 7A、シンク電流時は最大 9.1A
- 広い入力電圧範囲: 6V ~ 58V
- 出力電圧範囲: 1.2V ~ 36V
- 選択可能なスイッチング周波数: 100kHz ~ 1MHz
- (e1) RoHS 準拠のパッケージ
- プログラム可能なソフトスタート
- 小型 (16mm×11.9mm×4.92mm) の表面実装 BGA パッケージ

アプリケーション

- 短絡保護または高精度の出力電流制限
- 大出力 LED の駆動
- ペルチェ・ドライバ
- モータの駆動
- バッテリ/スーパーキャパシタの充電およびセル電圧のバランス調整

概要

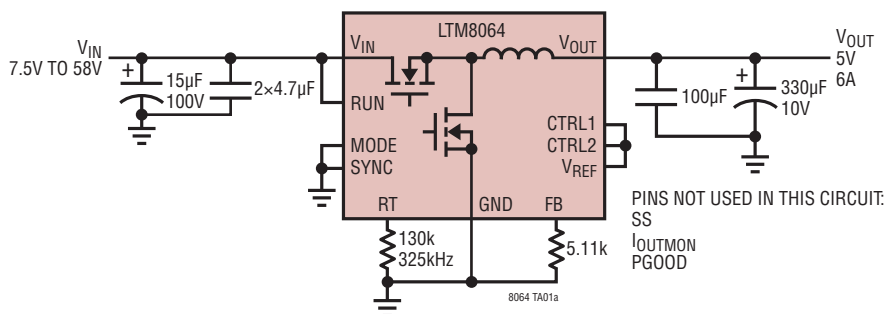
LTM[®]8064 は、入力電圧が 58V の 6A、定電圧、定電流 (CVCC) 降圧 μModule[®] (パワーモジュール) レギュレータです。スイッチング・コントローラ、パワー・スイッチ、インダクタ、および支持部品がパッケージに搭載されています。LTM8064 は 6V ~ 58V の入力電圧範囲で動作し、1.2V ~ 36V の出力電圧範囲をサポートします。LTM8064 は、CVCC 動作により、ソース電流の場合は最大 7A、シンク電流の場合は最大 9.1A の出力電流を全出力電圧範囲で高精度に安定化することができます。出力電流は、制御電圧、1 個の抵抗、またはサーミスタにより設定することができます。スイッチング周波数を設定するには、RT ピンとグラウンドの間に抵抗を単純に接続します。FB とグラウンドの間に抵抗を接続すると、出力電圧を設定することができます。設計を完了するために必要なのは、入力と出力のバルク・フィルタ・コンデンサだけです。

LTM8064 は、熱特性が改善された小型 (16mm×11.9mm×4.92mm) のオーバーモールド・ボール・グリッド・アレイ (BGA) パッケージに収容されているので、標準の表面実装装置による自動組み立てに適しています。LTM8064 は RoHS に準拠しています。

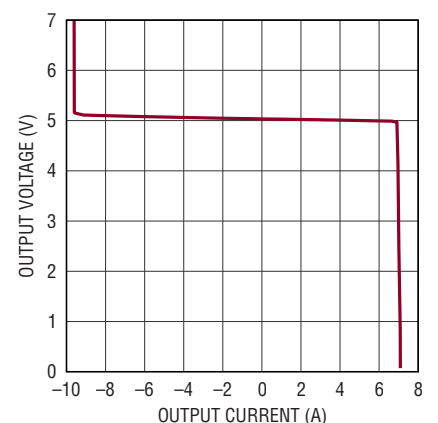
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linear のロゴおよび μModule はリニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。7199560、7321203、および出願中を含むその他の米国特許によって保護されています。

標準的応用例

$V_{IN} = 58V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ の降圧 CVCC コンバータ



出力電圧と出力電流 ($V_{IN} = 12V$)



8064fa

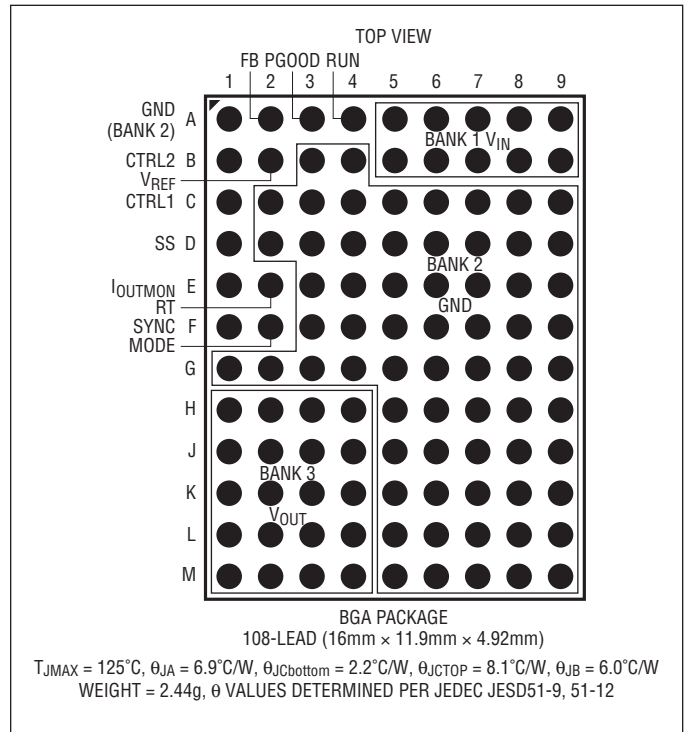
LTM8064

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN} , RUN.....	60V
FB, CTRL1, CTRL2, I_{OUTMON}	3V
V_{OUT}	40V
MODE, SYNC, PGOOD.....	6V
内部動作温度範囲.....	-40°C ~ 125°C
半田リフローのピーク温度.....	245°C
保存温度.....	-55°C ~ 125°C

ピン配置



発注情報

<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTM8064#orderinfo>

製品番号	パッド/ボール仕上げ	製品マーキング*		パッケージ・ タイプ	MSL レーティング	温度範囲 (Note 2)
		デバイス	仕上げコード			
LTM8064EY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8064Y	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8064IY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8064Y	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8064IY	SnPb (63/37)	LTM8064Y	e0	BGA	3	-40°C to 125°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。* デバイスの温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで示してあります。パッドまたはボールの仕上げコードはIPC/JEDEC J-STD-609に準拠しています。

- 無鉛仕上げおよび無鉛仕上げ以外の製品マーキング:
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の図面:
<http://www.linear-tech.co.jp/packaging>

電気的特性

● は規定動作内部温度範囲の規格値を意味する。それ以外は、注記がない限り $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $\text{RUN} = 3\text{V}$ での値 (Note 3)。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage	V_{IN} Falling	●			6	V
Output DC Voltage	R_{FB} Open $R_{\text{FB}} = 562\Omega$			1.2 36		V V
Output DC Sourcing Current	CTRL1, CTRL2 = 1.5V				6	A
Quiescent Current Into V_{IN}	$V_{\text{IN}} = 24\text{V}$, $\text{RUN} = 0\text{V}$ $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$, No Load, $\text{MODE} = 0\text{V}$			0.2 2.5	6 5	μA mA
Line Regulation	$6\text{V} < V_{\text{IN}} < 58\text{V}$, $I_{\text{OUT}} = 1\text{A}$			0.1		%
Load Regulation	$V_{\text{IN}} = 24\text{V}$, $0\text{A} < I_{\text{OUT}} < 6\text{A}$			0.5		%
Output RMS Voltage Ripple	$V_{\text{IN}} = 24\text{V}$, $I_{\text{OUT}} = 4.5\text{A}$			10		mV
Switching Frequency	$R_{\text{T}} = 40.2\text{k}$ $R_{\text{T}} = 453\text{k}$			1000 100		kHz kHz
Voltage at FB Pin		●	1.176	1.20	1.224	V
Current Out of FB Pin	$\text{FB} = 0\text{V}$, $V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$			61.75		μA
RUN Pin Current	$\text{RUN} = 1.4\text{V}$			5		μA
RUN Threshold Voltage (Falling)			1.46	1.52	1.58	V
RUN Input Hysteresis				185		mV
CTRL1 Control Range			0		1.5	V
CTRL1 Pin Current				20		nA
CTRL1 Sourcing Current Limit	CTRL1 = 1.5V CTRL1 = 0.75V		6.3 2.85	7.0 3.55	7.7 4.25	A A
CTRL1 Sinking Current Limit	CTRL1 = 1.5V CTRL1 = 0.75V		8.2 4.5	9.1 5.75	10.0 6.9	A A
CTRL2 Control Range			0		1.5	V
CTRL2 Pin Current				100		nA
CTRL2 Sourcing Current Limit	CTRL2 = 1.5V CTRL2 = 0.75V		6.3 2.85	7.0 3.55	7.7 4.25	A A
CTRL2 Sinking Current Limit	CTRL2 = 1.5V CTRL2 = 0.75V		8.2 4.5	9.1 5.75	10.0 6.9	A A
V_{REF} Voltage	0.5mA Load		1.89		2.06	V
SS Pin Current				11		μA
SYNC Input Low Threshold	$f_{\text{SYNC}} = 600\text{kHz}$				1.4	V
SYNC Input High Threshold	$f_{\text{SYNC}} = 600\text{kHz}$		2.3			V
SYNC Bias Current	SYNC = 0V SYNC = 5V				1 1	μA μA
MODE Low Threshold Voltage					2	V
MODE High Threshold Voltage			3			V
MODE Bias Current	MODE = 0V			50		μA

LTM8064

電気的特性

● は規定動作内部温度範囲の規格値を意味する。それ以外は、注記がない限り $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $\text{RUN} = 3\text{V}$ での値 (Note 3)。

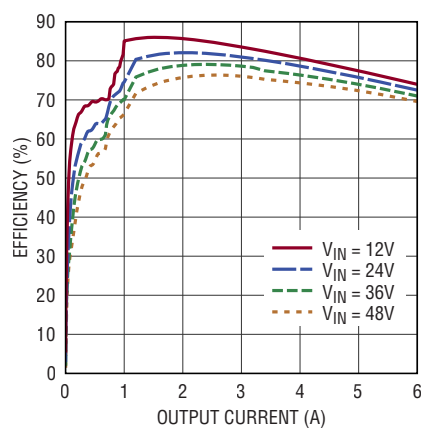
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PGOOD Upper Threshold Voltage	FB Rising		1.36		V
PGOOD Upper Threshold Hysteresis			40		mV
PGOOD Lower Threshold Voltage	FB Falling		1.06		V
PGOOD Lower Threshold Hysteresis			40		mV
PGOOD Sink Current	PGOOD = 2V		8		mA
PGOOD Leakage Current	PGOOD = 6V			1	μA
I _{OUTMON} Voltage	I _{OUT} = 7.1A	1.27		1.68	V
	I _{OUT} = 3.55A	0.57		0.96	V

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに回復不可能な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おそれがある。

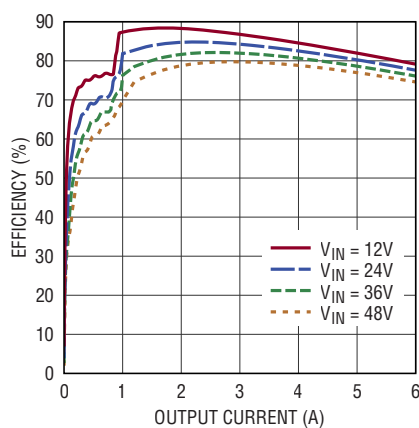
Note 2: この μModule レギュレータには短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。過温度保護機能がアクティブなとき内部温度は 125°C を超える。規定された最大内部温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

Note 3: LTM8064E は $0^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ の内部動作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学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTM8064I 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。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。

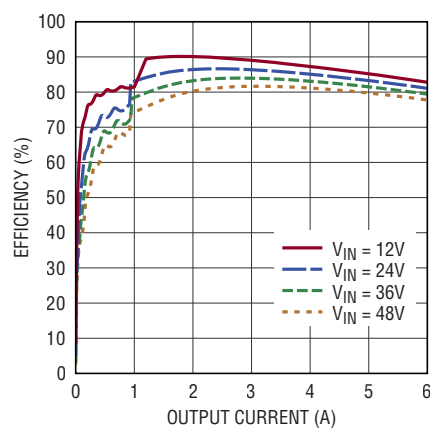
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。効率と出力電流、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 

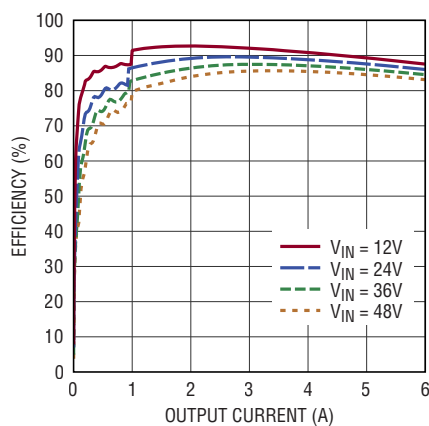
8064 G01

効率と出力電流、 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ 

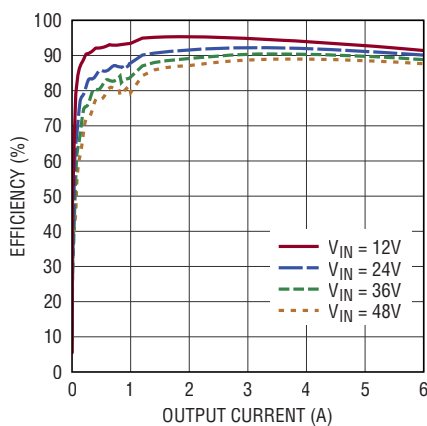
8064 G02

効率と出力電流、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 

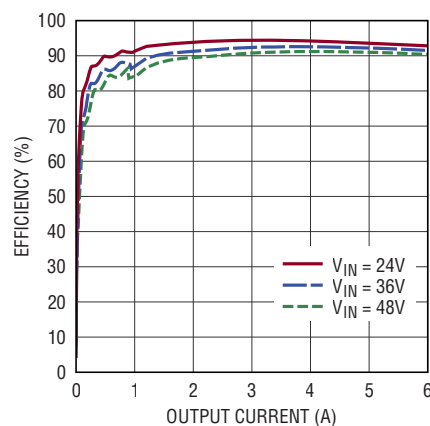
8064 G03

効率と出力電流、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 

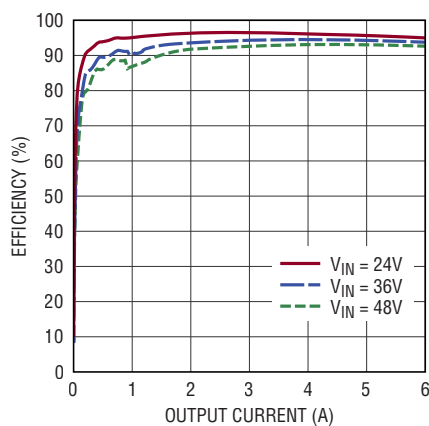
8064 G04

効率と出力電流、 $V_{OUT} = 8\text{V}$ 

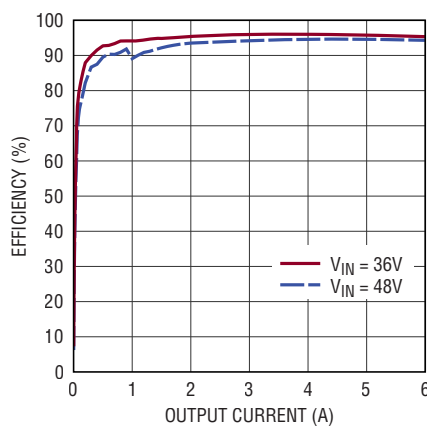
8064 G05

効率と出力電流、 $V_{OUT} = 12\text{V}$ 

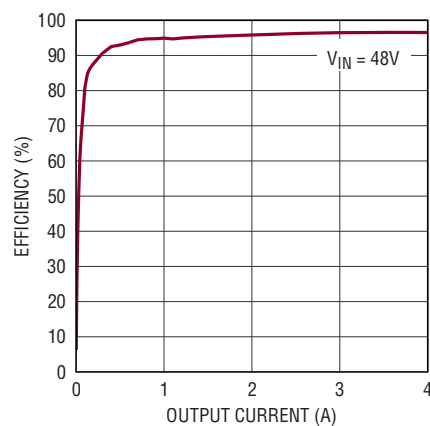
8064 G06

効率と出力電流、 $V_{OUT} = 18\text{V}$ 

8064 G07

効率と出力電流、 $V_{OUT} = 24\text{V}$ 

8064 G08

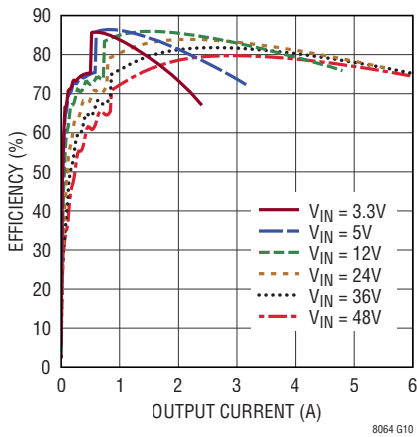
効率と出力電流、 $V_{OUT} = 36\text{V}$ 

8064 G09

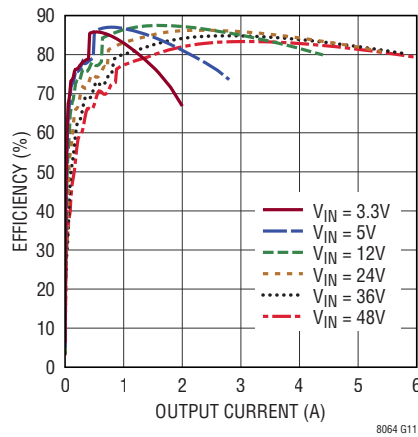
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

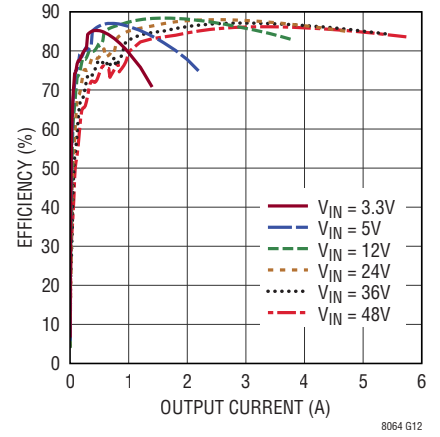
効率と出力電流、 $V_{OUT} = -3.3\text{V}$



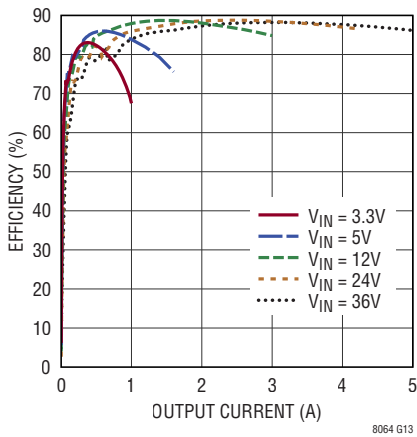
効率と出力電流、 $V_{OUT} = -5\text{V}$



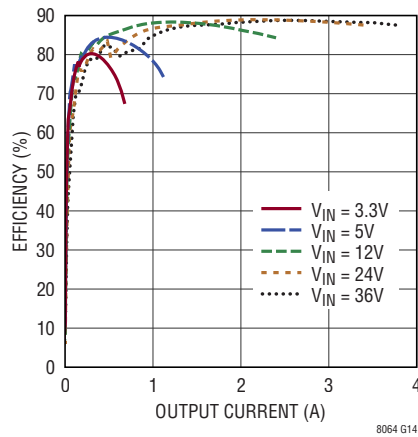
効率と出力電流、 $V_{OUT} = -8\text{V}$



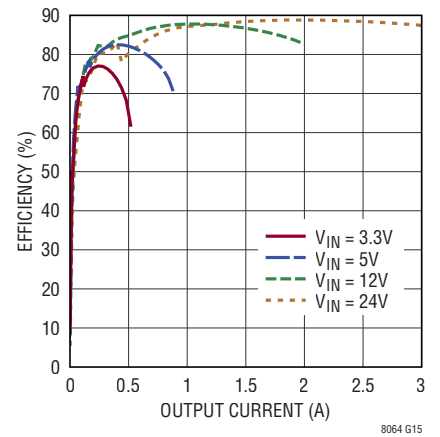
効率と出力電流、 $V_{OUT} = -12\text{V}$



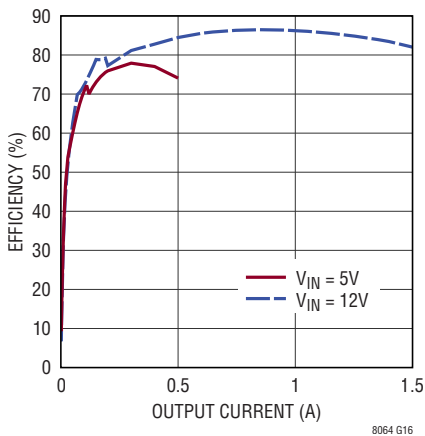
効率と出力電流、 $V_{OUT} = -18\text{V}$



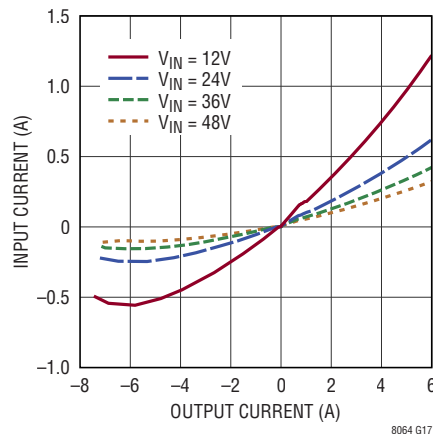
効率と出力電流、 $V_{OUT} = -24\text{V}$



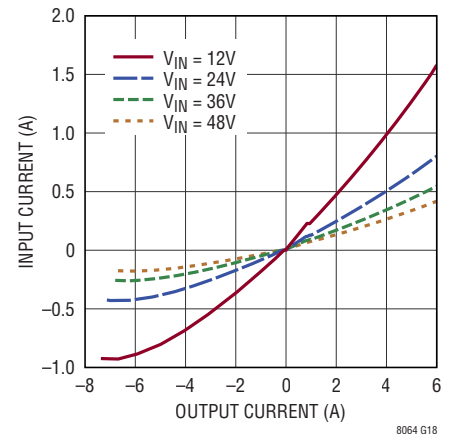
効率と出力電流、 $V_{OUT} = -36\text{V}$



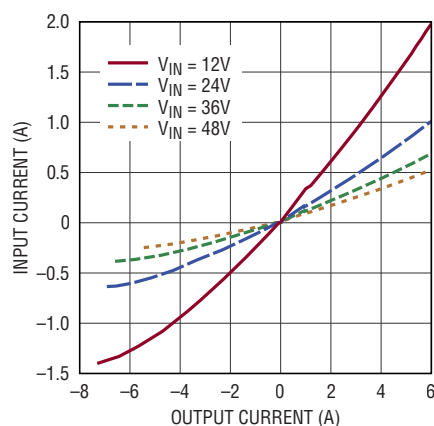
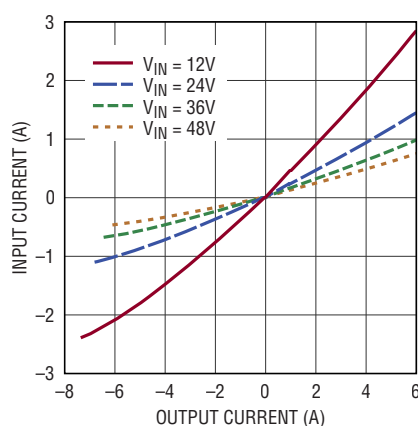
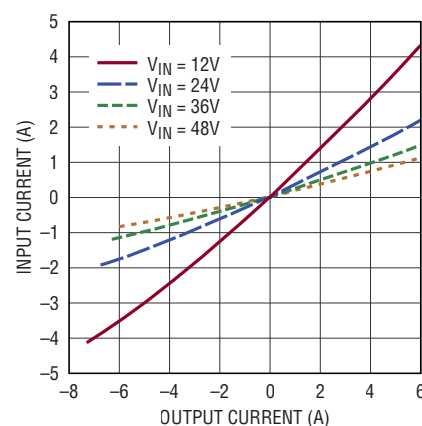
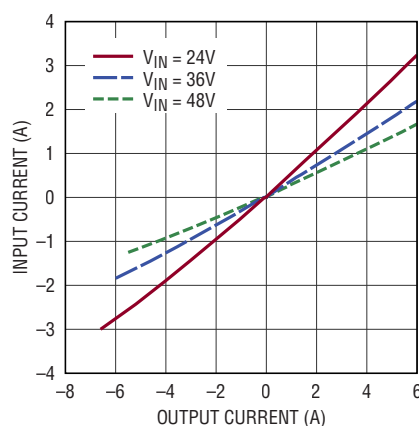
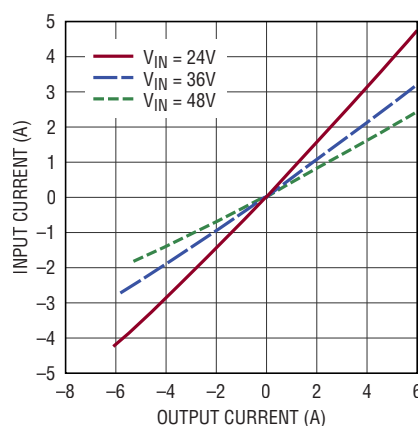
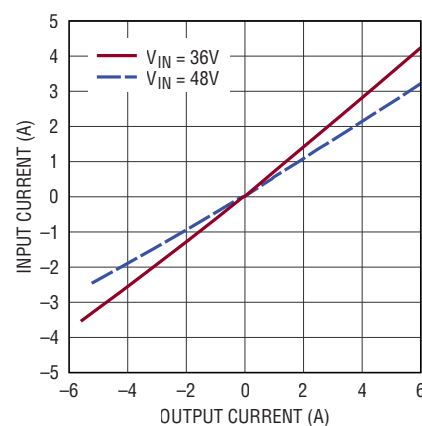
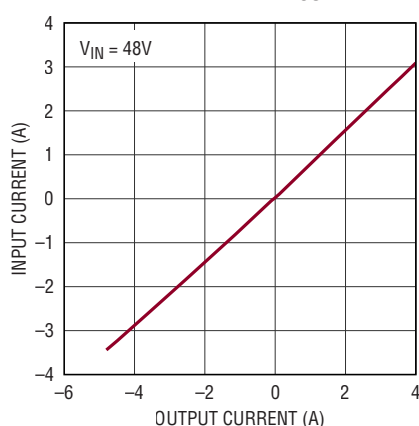
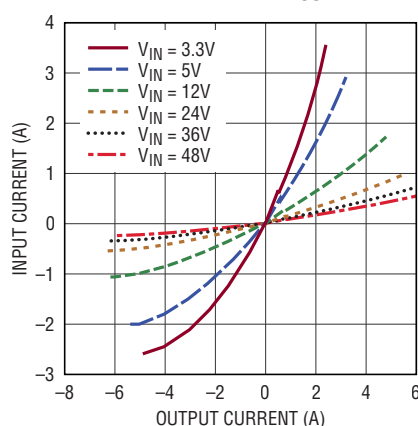
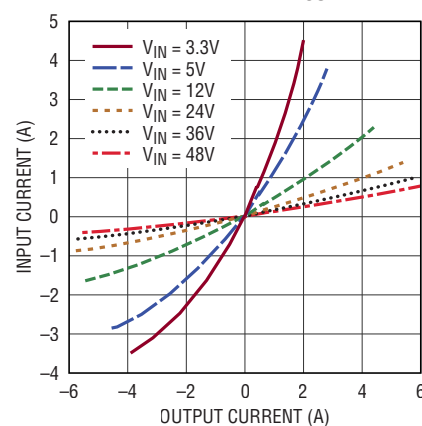
入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = 1.8\text{V}$)



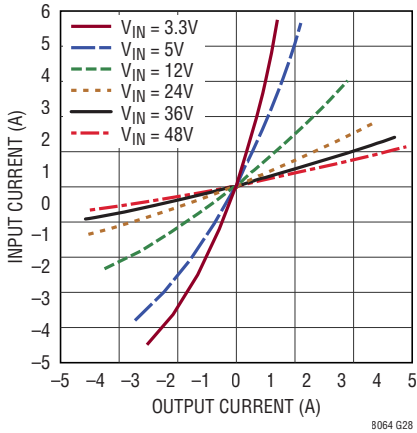
入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = 2.5\text{V}$)



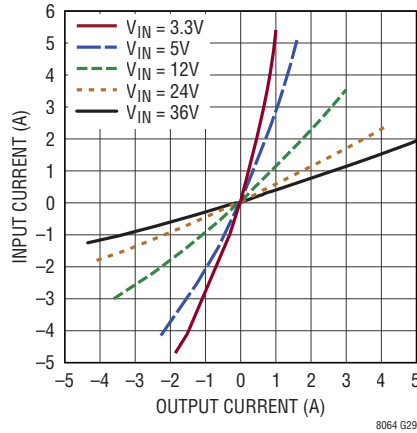
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = 3.3\text{V}$)入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = 5\text{V}$)入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = 8\text{V}$)入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = 12\text{V}$)入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = 18\text{V}$)入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = 24\text{V}$)入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = 36\text{V}$)入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = -3.3\text{V}$)入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = -5\text{V}$)

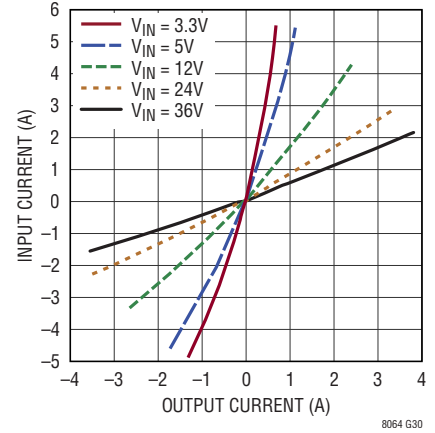
入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = -8\text{V}$)



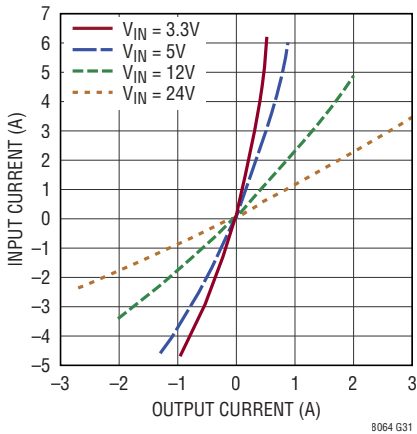
入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = -12\text{V}$)



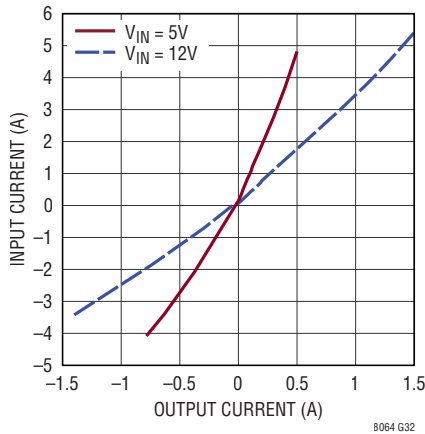
入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = -18\text{V}$)



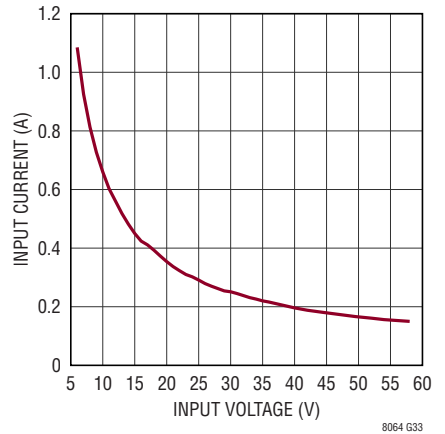
入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = -24\text{V}$)



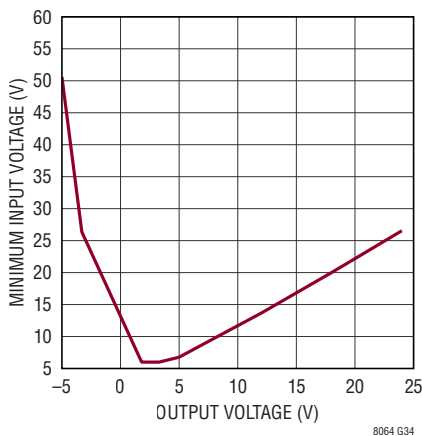
入力電流と出力電流 ($V_{OUT} = -36\text{V}$)



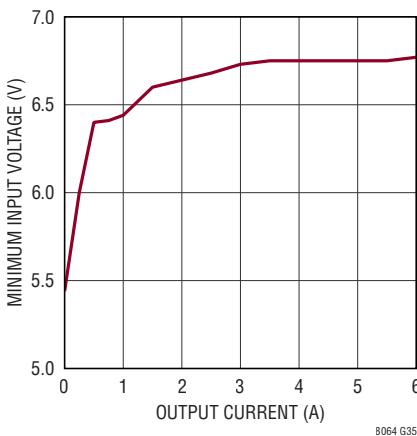
入力電流と入力電圧、出力を短絡



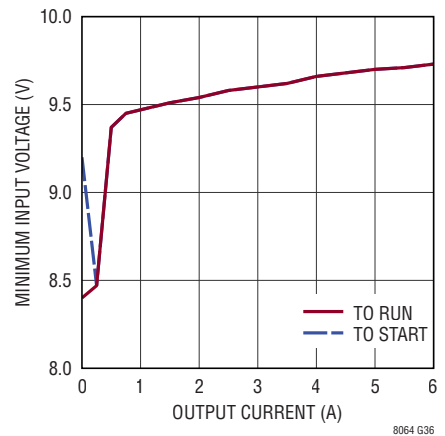
最小入力電圧と出力電圧、 $I_{OUT} = 6\text{A}$



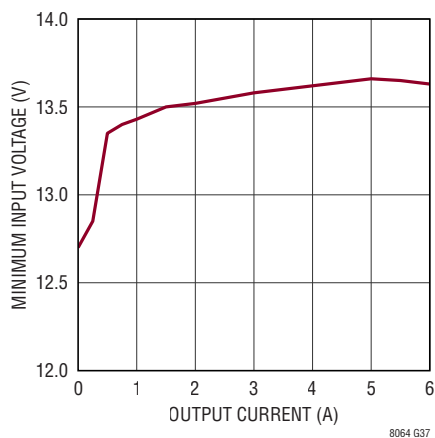
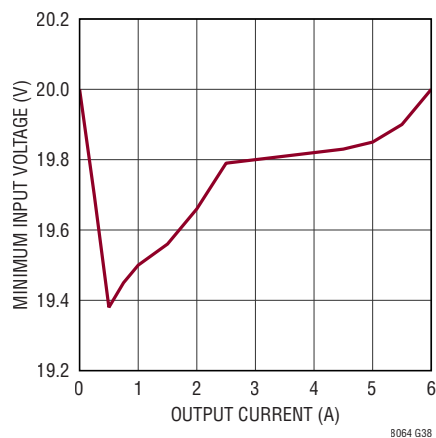
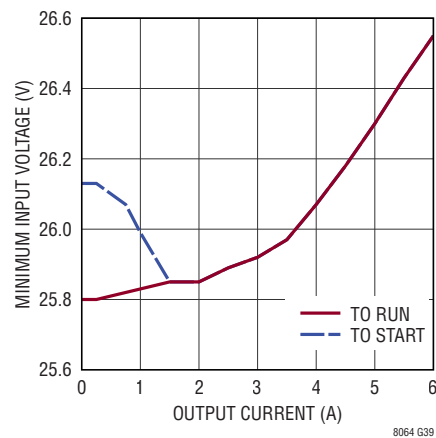
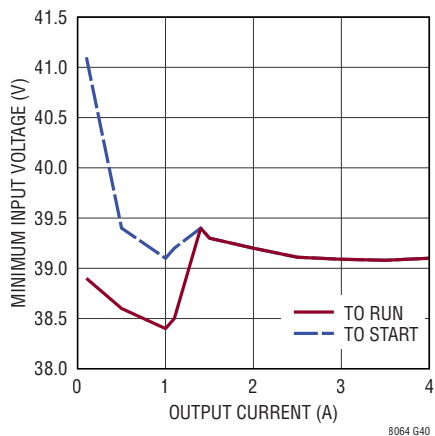
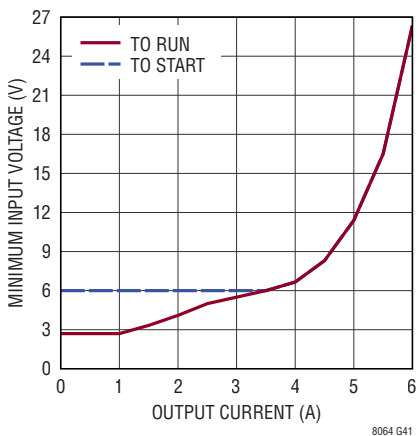
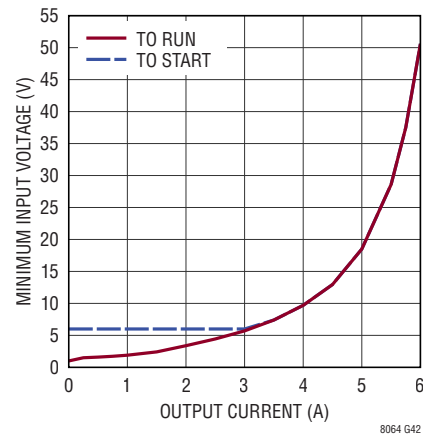
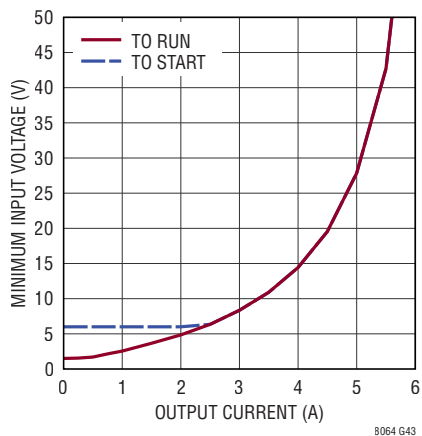
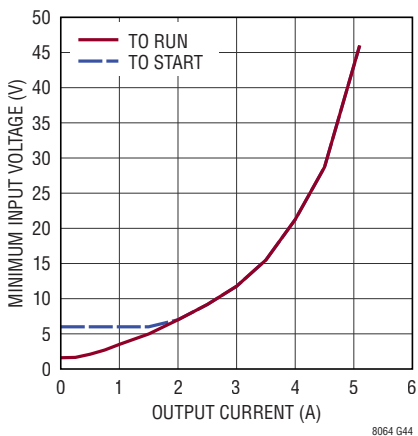
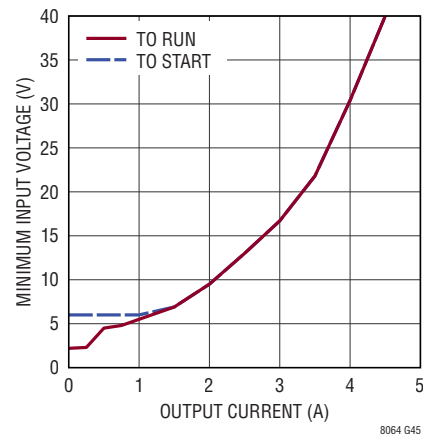
最小入力電圧と出力電圧 ($V_{OUT} = 5\text{V}$)



最小入力電圧と出力電流 ($V_{OUT} = 8\text{V}$)



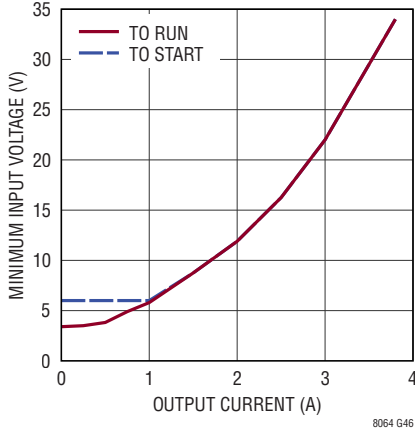
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = 12\text{V}$)最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = 18\text{V}$)最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = 24\text{V}$)最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = 36\text{V}$)最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = -3.3\text{V}$)最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = -5\text{V}$)最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = -8\text{V}$)最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = -12\text{V}$)最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = -18\text{V}$)

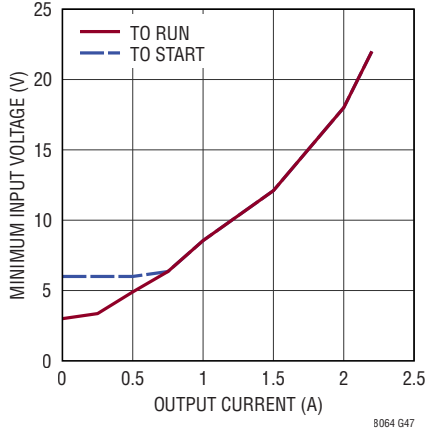
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

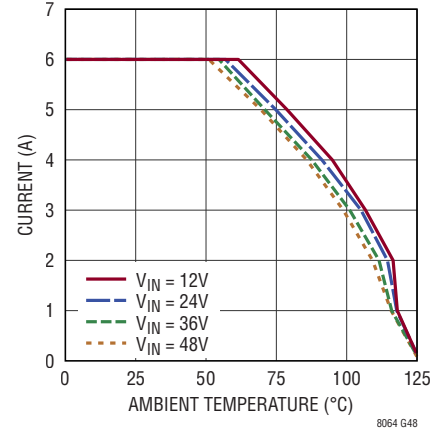
最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = -24\text{V}$)



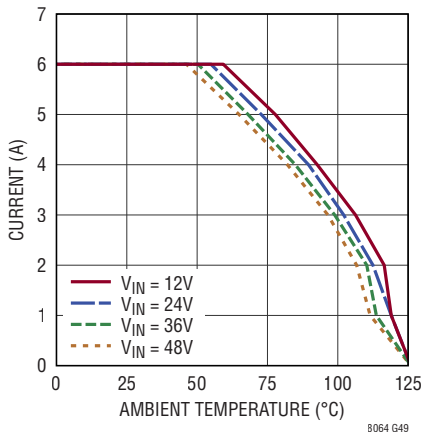
最小入力電圧と出力電流
($V_{OUT} = -36\text{V}$)



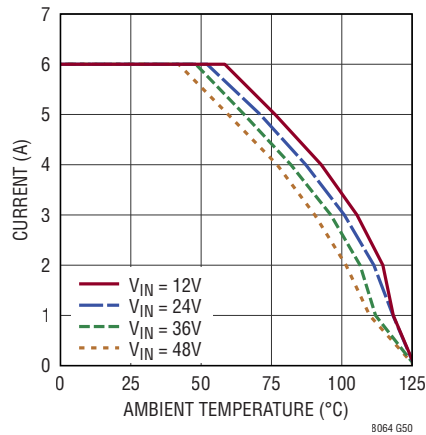
ディレーティング曲線
 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$



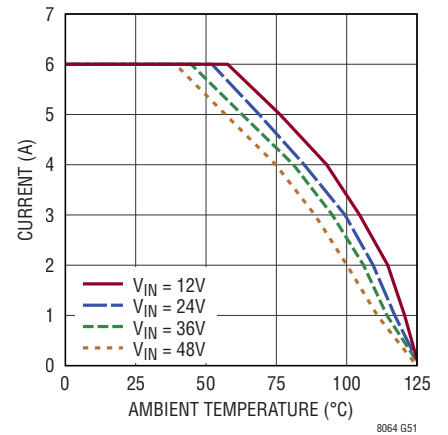
ディレーティング曲線
 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$



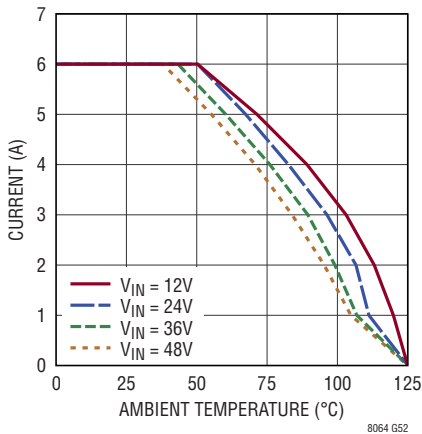
ディレーティング曲線
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$



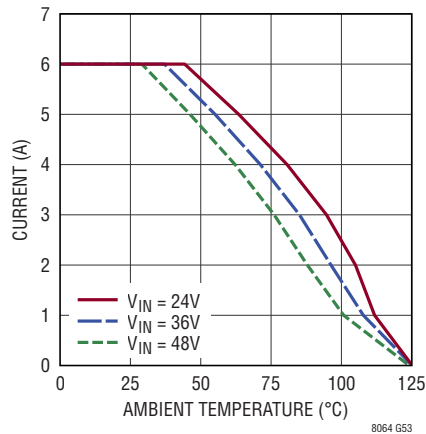
ディレーティング曲線
 $V_{OUT} = 5\text{V}$



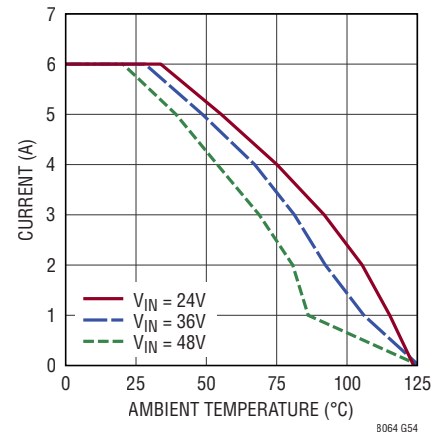
ディレーティング曲線
 $V_{OUT} = 8\text{V}$



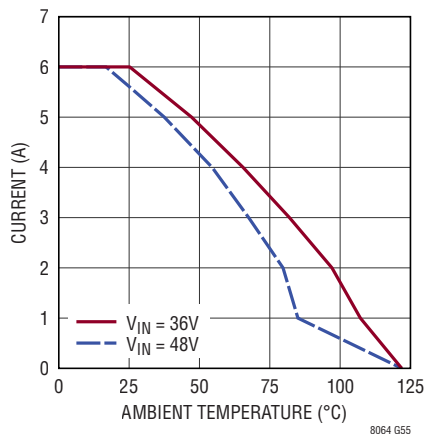
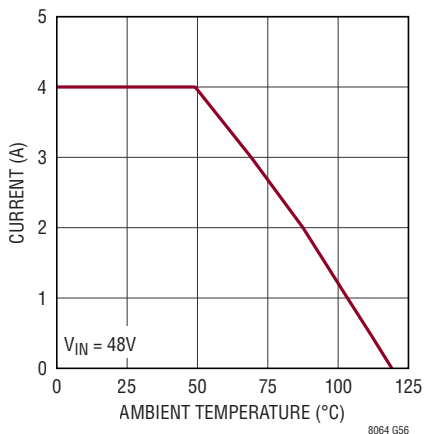
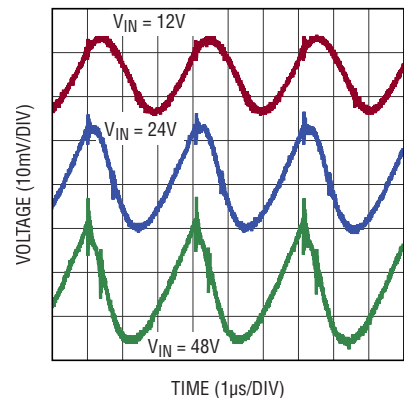
ディレーティング曲線
 $V_{OUT} = 12\text{V}$



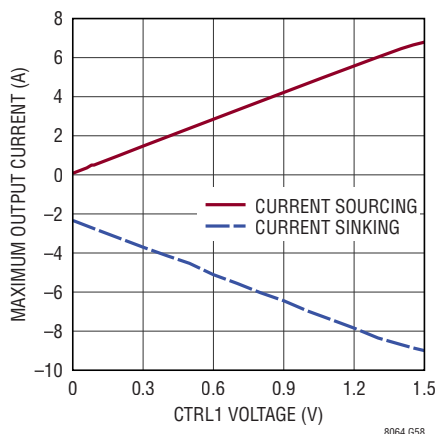
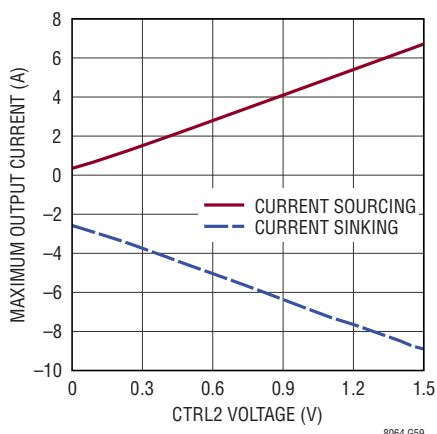
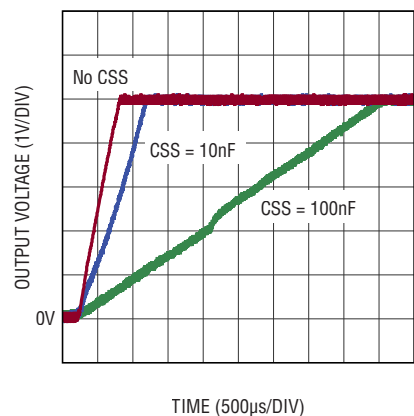
ディレーティング曲線
 $V_{OUT} = 18\text{V}$



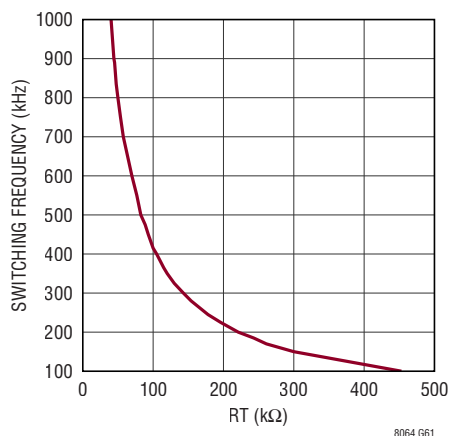
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。ディレーティング曲線
 $V_{OUT} = 24\text{V}$ ディレーティング曲線
 $V_{OUT} = 36\text{V}$ 出力電圧リップル
 $V_{OUT} = 5\text{V}$, $I_{OUT} = 6\text{A}$ 

MEASURED WITH HP461N, 150MHz AMPLIFIER

最大出力電流とCTRL1の電圧
(CTRL2 = 2V)最大出力電流とCTRL2の電圧
(CTRL1 = 2V)各種SSコンデンサを使用した場合
の起動時波形、 $V_{IN} = 12\text{V}$, $I_{OUT} = 2\text{A}$ 

スイッチング周波数とRTの値



ピン機能

V_{IN} (バンク1) : V_{IN} ピンは、LTM8064 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)。

GND (バンク2) : これらの GND ピンは LTM8064 および回路部品の下にある近くのグラウンド・プレーンに接続します。ほとんどのアプリケーションでは、LTM8064 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「プリント回路基板のレイアウト」と「熱に関する検討事項」のセクションを参照してください。帰還抵抗分割器 (R_{FB}) はこのネットに戻してください。

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

FB (ピンA2) : LTM8064 は FB ピンを 1.2V (標準値) に安定化します。このピンとグラウンドの間に帰還抵抗を接続します。R_{FB} の値は次式により与えられます。

$$R_{FB} = \frac{19.44}{(V_{OUT} - 1.2)}$$

ここで、R_{FB} の単位は kΩ です。

PGOOD (ピンA3) : パワーグッド・ピン。PGOOD ピンは内部コンパレータのオープンドレイン出力です。FB ピンの電圧が電気的特性の表に示す範囲内でない場合、PGOOD は“L”に保持されます。この機能を使用しない場合、このピンをフロート状態にします。

RUN (ピンA4) : RUN ピンはイネーブル・ピンとして機能し、1.705V (標準値) で内部回路をオンにします。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。約 0.5V 未満で完全にシャットダウンします。使用しない場合、RUN ピンは V_{IN} に接続できます。インピーダンスが 20Ω を上回るソースで駆動します。

CTRL2 (ピンB1) : 抵抗/NTC サーミスタを CTRL2 ピンから GND に接続して、LTM8064 の最大安定化出力電流を温度に応じて低減します。最大制御電圧は 1.5V (標準値) です。この機能を使用しない場合は、V_{REF} に接続します。

V_{REF} (ピンB2) : 0.5mA の駆動能力を持つ、バッファされた 2V のリファレンス。この機能を使用しない場合、このピンをフロート状態にします。このピンは外部ソースで駆動しないでください。

CTRL1 (ピンC1) : CTRL1 ピンは、LTM8064 の最大レギュレーション出力電流を低減します。最大制御電圧は 1.5V (標準値) です。この機能を使用しない場合は、V_{REF} に接続します。

SS (ピンD1) : ソフトスタート・ピン。外付けコンデンサをグラウンドに接続して、起動状態の間、レギュレーション電流を制限します。ソフトスタート・ピンには 11μA (標準値) の充電電流が流れます。このピンの電圧が CTRL1 と CTRL2 の電圧より低いと、両方の信号を無効にして安定化電流を決定します。詳細については、「アプリケーション情報」の「ソフトスタート」のセクションを参照してください。このピンは外部ソースで駆動しないでください。この機能を使用しない場合、このピンをフロート状態にします。

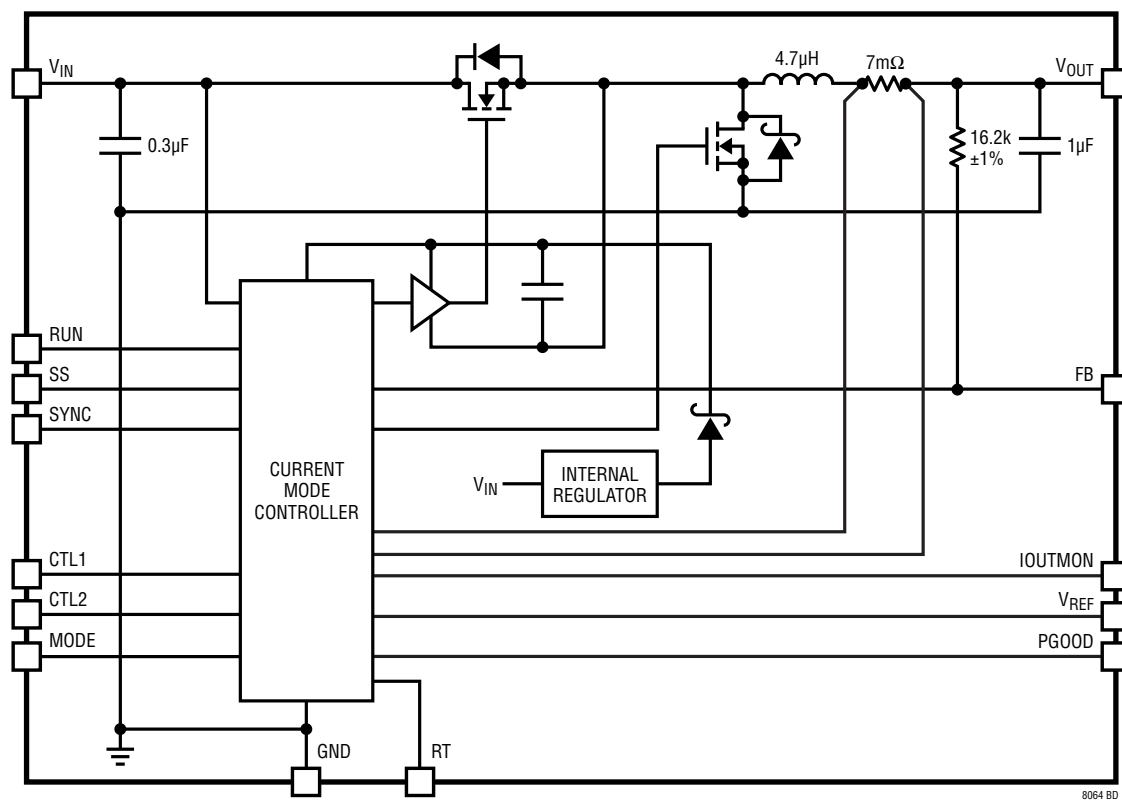
I_{OUTMON} (ピンE1) : I_{OUTMON} は出力電流検出アンプのバッファ付き出力です。この電圧出力は、25°C で V_{IOUTMON} = 0.211 • I_{LOAD} の電圧で、負荷の平均化された出力電流のモニタリングをイネーブルします。このピンの静電容量負荷が 1nF 未満になるようにしてください。デバイスが電流をシンクするために使用されている場合、この機能はディスエーブルされます。この機能を使用しない場合、このピンをフロート状態にします。

RT (ピンE2) : RT ピンの使用目的は、RT ピンとグラウンドの間に抵抗を接続することによって LTM8064 のスイッチング周波数を設定することです。スイッチング周波数は 100kHz ~ 1MHz にプログラムすることができます。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 (表 2) 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少なくとも 20% 低い値に設定します。このピンを解放したり、外部ソースで駆動したりしないでください。

SYNC (ピンF1) : 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。SYNC パルス周波数より 20% 低い周波数で内部クロックが動作するように R_T 抵抗を選択します。このピンを使用しない場合は接地します。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。

MODE (ピンF2) : μModule を強制連続モード (FCM) で動作させるには、MODE ピンをフロート状態にします。不連続モード (DCM) で動作させるには、MODE ピンを接地します。デフォルトでは、MODE ピンは内部の 100k 抵抗によって約 5V にプルアップされています。各種のスイッチング・モードについては、「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。

ブロック図



動作

LTM8064は、最大6Aの出力電流を供給できる独立型で非絶縁の定電圧/定電流降圧スイッチングDC/DC電源です。この μ Moduleレギュレータは、1個の外付け抵抗によってプログラム可能な1.21V～36Vの高精度安定化出力電圧を供給します。入力電圧範囲は6V～58Vです。入力電圧が動作範囲および環境で目的の出力電圧をサポートするのに十分な高さになるようにしてください。

「ブロック図」に示すように、LTM8064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、および少量の入力容量と出力容量を備えています。堅調な動作を達成するためには、表1に従って外付け部品を追加します。

LTM8064は固定周波数の平均電流モード制御を使って、出力電圧とは別に、出力電流を正確に安定化します。安定化した電流源が必要なアプリケーションにとっては、これは理想的なソリューションです。FBピンとグラウンドの間の抵抗によって決まるレギュレーション電圧に出力が達すると、出力電流は電圧レギュレーション・ループによって減少します。

LTM8064は2象限デバイスとしての動作が可能なので、MODEピンがフロート状態になっている場合、出力電圧を安定化するために電流をソースまたはシンクのどちらの方向にも供給できます。MODEピンが接地されている場合、 μ Moduleは1象限デバイスとして動作するので、供給できるのはソース電流のみです。

1象限モード時に、負荷により強制的にLTM8064に電流が供給されると、出力電圧が上昇します。2象限モードのとき、LTM8064は出力電圧を安定化状態に保つため、電流をシンクします。

負荷からの電流がシンキング電流の制限(標準値9.1A)を超えない限り、LTM8064は目標のレギュレーション点に出力電圧を維持できます。この電流制限を超えると、出力電圧が上昇します。LTM8064の出力電圧が入力電圧を超えて上昇すると、電流が内部パワー・ダイオードを通り、入力電圧を超える出力電圧がクランプされてダイオード電圧降下が生じます。

LTM8064が電流をシンクしている場合、出力電圧レギュレーションは電力損失ではなく、電力変換によって維持されます。つまり、LTM8064に供給されるエネルギーは入力電源バスに供給されます。電源バスがこのエネルギーを消費するか、または受け入れることができない場合、電源バスの電圧が上昇します。この場合、LTM8064の入力電圧が絶対最大電圧を上回る可能性があります。詳しくは、「入力に関する注意事項」のセクションを参照してください。

MODEピンをフロート状態にするか、あるいは接地することで、LTM8064はそれぞれFCM(強制連続モード)またはDCM(不連続導通モード)で動作できます。FCMでは、負荷が0Aに近づくとデバイスはサイクルをスキップしません。これは、同期機能が使用されているアプリケーションや断続的なスイッチングが望ましくないアプリケーションで特に役立ちます。FCMのみで動作している全てのデバイスで負荷電流分担することは避けてください。このデバイスは電流分担するためにマスタ/スレーブ関係を使用しており、マスタはFCMで動作し、各スレーブはDCMで動作します。DCMでは、軽負荷時にデバイスがサイクルをスキップする場合があります。この動作モードでは、別のLTM8064 μ Module(またはスレーブとしてのLTM8026)と負荷電流分担することができます。

動作

電流制御ループには、アナログ制御ピンCTRL1およびCTRL2の電圧によって決まる2つのリファレンス入力があります。CTRL1は、通常、LTM8064の最大許容電流出力を設定するために使用しますが、CTRL2は、通常、NTCサーミスタと組み合わせて、温度に応じて出力電流を減少させるために使用します。CTRL1とCTRL2の2つのアナログ電圧の低い方が、安定化出力電流を決定します。CTRL1ピンとCTRL2ピンのアナログ制御範囲は、両方とも0V～1.5Vです。「標準的性能特性」のセクションに示したとおり、ソース電流とシンク電流は対称ではありません。

RUNピンは高精度のイネーブル・ピンとして機能します。RUNピンの電圧が1.52V（標準値）より低くなると、スイッチングは終了します。ターンオンしきい値より低い場合、RUNピンに5 μ A（標準値）が流れ込みます。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。

起動時は、11 μ A（標準値）の電流源がソフトスタート・ピンに接続されたコンデンサの充電を完了してデバイスがイネーブルされるまで、SSピンは“L”に保持されます。詳細については、「アプリケーション情報」の「ソフトスタート」のセクションを参照してください。

LTM8064は、FBピンがレギュレーションの範囲から外れるとトリップするパワーグッド・コンパレータを搭載しています。PGOOD出力はオープンドレイン・トランジスタであり、出力が安定化しているときはオフしているので、外付け抵抗によりPGOODピンを“H”に引き上げることができます。パワーグッドが有効なのは、LTM8064がイネーブルされていてV_{IN}が6Vを超えているときです。

LTM8064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。規定された通常動作に影響しないように、このデバイスには125°Cを上回る絶対最大内部温度定格が設定されています。過熱保護がアクティブなとき、内部デバイス温度は絶対最大定格を超えます。サーマル・シャットダウンが連続的にまたは繰り返して作動すると、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、全てのスイッチングが停止し、SSピンは“L”になります。

スイッチング周波数はRTピンとGNDの間の抵抗によって決まります。LTM8064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。

アプリケーション情報

設計手順は以下のようにまとめられます。

1. 表1を参照し、目的の入力範囲と出力電圧に該当する行を見つけます。
2. C_{IN} 、 C_{OUT} 、 R_{FB} 、および R_T の推奨値を適用します。

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、目的のシステムの入力電圧、負荷および環境条件で正しく動作することをユーザーの側で検証してください。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ます。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。

LTM8064がスイッチング可能な最大周波数(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。一方、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。同期機能を使用する場合は、その他の条件も満たす必要があります。詳細については、「同期」のセクションを参照してください。

コンデンサの選択に関する検討事項

表1の C_{IN} および C_{OUT} コンデンサの値は、該当する動作条件に対する最小推奨値です。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。大きな値を使うとダイナミック応答を改善できる場合がありますが、過度に大きい値を使用した場合も望ましくない動作を引き起こす可能性があります。

セラミック・コンデンサは小さく堅牢で、ESRが非常に小さいコンデンサです。ただし、全てのセラミック・コンデンサが適している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、電圧リップルが予期したよりもはるかに大きくなる可能性があります。

アプリケーション情報

表 1. 推奨される部品値と構成 ($T_A = 25^\circ\text{C}$ 。負荷条件については、「標準的性能特性」を参照)

VIN の範囲 (V)	VOUT (V)	C _{IN} * (μF)	C _{OUT} * (μF)	R _{FB} (Ω)	f _{OPTIMAL} (kHz)	R _T _{OPTIMAL} (k Ω)	f _{MAX} (kHz)	R _T _{MIN} (k Ω)
6V to 36V	1.2	2x10 μF , 1210, 50V	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	Open	170	261	200	221
6V to 36V	1.5	2x10 μF , 1210, 50V	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	64.9k	175	255	245	178
6V to 36V	1.8	2x10 μF , 1210, 50V	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	32.4k	180	249	300	143
6V to 36V	2.2	2x10 μF , 1210, 50V	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	19.1k	200	221	365	115
6V to 36V	2.5	2x10 μF , 1210, 50V	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	15.0k	225	196	415	100
6V to 36V	3.3	2x10 μF , 1210, 50V	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	9.31k	300	143	550	76.8
7.5V to 36V	5	2x10 μF , 1210, 50V	330 μF , 10V, 35m Ω , Tantalum 100 μF , 1210, 6.3V, X5R, Ceramic	5.11k	325	130	835	47.5
10.5V to 36V	8	2x10 μF , 1210, 50V	150 μF , 16V, 30m Ω , Tantalum 100 μF , 1210, 10V, X5R, Ceramic	2.87k	350	124	1000	40.2
14.5V to 36V	12	2x10 μF , 1210, 50V	150 μF , 16V, 30m Ω , Tantalum 47 μF , 1210, 16V, X5R, Ceramic	1.78k	415	100	1000	40.2
21V to 36V	18	2x10 μF , 1210, 50V	100 μF , 25V, 100m Ω , Tantalum 22 μF , 1210, 25V, X5R, Ceramic	1.15k	450	95.3	1000	40.2
27V to 36V	24	2x10 μF , 1210, 50V	47 μF , 35V, 200m Ω , Tantalum 22 μF , 1210, 25V, X5R, Ceramic	845	475	88.7	1000	40.2
6V to 58V	1.2	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	open	170	261	180	249
6V to 58V	1.5	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	64.9k	175	255	185	243
6V to 58V	1.8	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	32.4k	180	249	200	221
6V to 58V	2.2	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	19.1k	200	221	245	178
6V to 58V	2.5	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	15.0k	225	196	280	154
6V to 58V	3.3	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	470 μF , 6.3V, 45m Ω , Tantalum 220 μF , 1206, 4V, X5R, Ceramic	9.31k	300	143	365	115
7.5V to 58V	5	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	330 μF , 10V, 35m Ω , Tantalum 100 μF , 1210, 6.3V, X5R, Ceramic	5.11k	325	130	550	76.8
10.5V to 58V	8	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	150 μF , 16V, 30m Ω , Tantalum 100 μF , 1210, 10V, X5R, Ceramic	2.87k	350	124	890	45.2
14.5V to 58V	12	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	150 μF , 16V, 30m Ω , Tantalum 47 μF , 1210, 16V, X5R, Ceramic	1.78k	415	100	1000	40.2
21V to 58V	18	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	100 μF , 25V, 100m Ω , Tantalum 22 μF , 1210, 25V, X5R, Ceramic	1.15k	450	95.3	1000	40.2
27V to 58V	24	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	47 μF , 35V, 200m Ω , Tantalum 22 μF , 1210, 25V, X5R, Ceramic	845	475	88.7	1000	40.2
40V to 58V	36	15 μF , 100V, OS-CON 2x4.7 μF , 1206, 100V, X7S, Ceramic	10 μF , 50V, 400m Ω , Tantalum 2x10 μF , 1210, 50V, X7R, Ceramic	562	525	80.6	1000	40.2

Note: 入力バルク・コンデンサが必要。* アプリケーションごとに全てのコンデンサが必要。

アプリケーション情報

表1では出力容量の多くに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。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、コンデンサを追加することが必要です。より詳しい説明については、「アプリケーションノート104」を参照してください。

LTM8064の入力に接続されたセラミック・コンデンサは、入力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(減衰にくい)タンク回路を形成することができます。LTM8064の回路を電源に活線挿入すると、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。

スイッチング周波数の設定

LTM8064の動作スイッチング周波数範囲は100kHz～1MHzです。この周波数は、RTピンからグランドに接続された外付け抵抗によって設定されます。このピンは開放のままにしないでください。抵抗値と対応するスイッチング周波数については、表2を参照してください。

「標準的性能特性」のセクションには「スイッチング周波数と R_T の値」を示します。

表2. 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 (kHz)	R_T (k Ω)
100	453
200	221
300	143
400	105
500	82.5
600	69.8
700	57.6
800	49.9
900	44.2
1000	40.2

スイッチング周波数のトレードオフ

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。LTM8064には十分な柔軟性があり、広範囲の動作周波数に対応しますが、過度に高い周波数は効率を低下させ、過度の熱を生じる可能性があるだけでなく、特定のフォルト条件でLTM8064に損傷を与える場合があります。周波数が低すぎると出力リップルが大きくなりすぎたり、出力容量が大きくなりすぎることがあります。

スイッチング周波数の同期

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1.4Vより低く、ロジック“H”は2.3Vより高くする必要があります。入力周波数は、 R_T ピンの抵抗によって決まる周波数より約20%高く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ていると、スイッチング動作が不安定になり、低調波発振が生じることがあります。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が接地されていれば、スイッチング周波数が R_T ピンの抵抗によって決まります。

ソフトスタート

LTM8064はソフトスタート機能を使用し、出力電圧ではなく安定化出力電流を制御します。出力電流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、スルーレートが設定されます。充電電流は11 μ Aで、SSピンの電圧がCTRL1とCTRL2の電圧より低い限り、設定電流が減少します。各種SSコンデンサを使用した場合の起動時波形の例が、「標準的性能特性」のセクションに示されています。

パワーグッド

PGOODピンは内部コンパレータのオープンドレイン出力です。FBピンの電圧が $\pm 12.5\%$ の範囲内にある限り、PGOODは“L”に保持されます。FBピンの電圧がこの範囲内にある場合、PGOOD MOSFETがオフするので、外部抵抗を使って、

アプリケーション情報

6Vを超えない電源にこのピンをプルアップすることができません。10k以上の抵抗がプルアップとして使用されている場合、V_{REF}ピンをこのソースとして使用できます。PGOOD出力が有効なのは、V_{IN}が6V（標準値）より高くRUNが“H”のときです。この機能を使用しない場合、このピンをフロート状態にします。

スイッチング・モード

LTM8064はデフォルトでFCMで動作します。つまり、負荷が0Aに近づくときデバイスがサイクルをスキップしません。これは、同期機能が使用されているアプリケーションや断続的なスイッチングが望ましくないアプリケーションで特に役立ちます。入力UVLOまたは最低デューティ・サイクル違反が発生すると、LTM8064はFCMで動作しません。

また、FCMで動作中、LTM8064は2象限デバイスとして機能できるので、ソース電流とシンク電流の両方を供給できます。詳しくは、「入力に関する注意事項」のセクションを参照してください。

軽負荷時の効率向上や負荷電流分担のためにDCMが望まれる場合、MODEピンの電圧を接地する必要があります。DCMで動作中に負荷が極端に軽くなると、パルス・スキップが発生することで、出力電圧リップルが目的よりも高くなる可能性があります。この挙動が許容されない場合、デバイスをFCMで動作させるか、または約100mAの最小負荷を使用します。詳細は「負荷シェアリング」のセクションを参照してください。

最大出力電流の調整

安定化負荷電流を調整するため、CTRL1ピンまたはCTRL2ピンにアナログ電圧を印加します。電圧を0V～1.5Vの間で変動させると、デバイスの出力電流が最大値（標準値でソース電流の場合は7A、シンク電流の場合は9.1A）よりも低下します。1.5Vよりも大きな制御電圧は、出力電流に何の影響も与えません。出力電流とCTRL1およびCTRL2の電圧のグラフを「標準的性能特性」のセクションに示します。LTM8064には、抵抗分割器を使って出力電流制限値を設定するための2V（標準値）のリファレンス電圧があります。次式を使って電流制限値を計算することができます。

$$I_{MAX} = \frac{9.31 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \text{ Amps (Sourcing Current)}$$

$$I_{MAX} = \frac{9.31 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + 2.1A \text{ (Sinking Current)}$$

ここで、R1とR2の単位はkΩです。

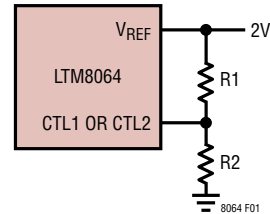


図1. 出力電流制限値の設定

CTRL2ピンを使った負荷電流のディレーティング

大電流アプリケーションでは、動作温度に基づいて最大電流をディレーティングすることにより、負荷の損傷を防ぎます。さらに、多くのアプリケーションには熱制限機能があり、負荷や基板の温度に基づいて安定化電流を低減する必要があります。これを実現するため、LTM8064ではCTRL2ピンを使用して負荷の実効レギュレーション電流を低減します。CTRL1が負荷の安定化電流を設定するのに対して、CTRL2は、CTRL2ピンのアナログ電圧に基づいてこの安定化電流を減らすように設定することができます。負荷や基板の温度によるディレーティングは、温度依存性のある抵抗で構成された抵抗分割器を使って設定されます（図2）。負荷や基板の温度が上昇するとCTRL2の電圧が下がります。安定化電流を減らすには、CTRL2の電圧をCTRL1ピンの電圧より低くする必要があります。CTRL2の電圧はCTRL1の電圧より高い場合がありますが、その場合には効果はありません。

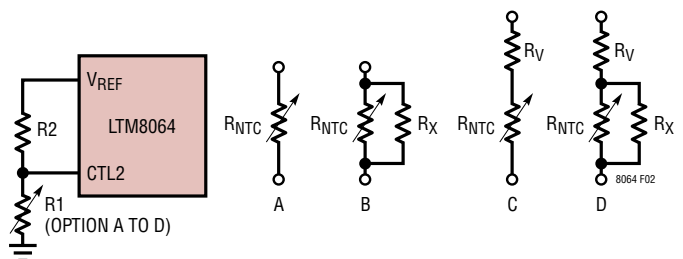


図2. NTC抵抗を使った負荷電流のディレーティングと温度

アプリケーション情報

電圧レギュレーション

LTM8064の出力が電流をシンクする必要がある(負荷によりLTM8064の出力に電流が流される)場合、シンク電流制限を超えない限り、μModuleレギュレータは電圧レギュレーションを維持します。電流制限を超えると、出力電圧が上昇し始めます。

LTM8064は出力過電圧保護を備えていないため、出力電流が反転しても電流の安定化状態を保つ必要のあるアプリケーションにとって理想的です。例えば、熱電冷却器(TEC)アプリケーションで電圧は特に重要ではなく、出力過電圧のカットオフ機能はメリットよりもデメリットが大きいため、LTM8064が賢明な選択になります。

LTM8064の出力電圧が入力を超えて上昇すると、電流が内部パワー・ダイオードを通り入力バスに流れます。入力電圧を超える出力がクランプされてダイオード電圧降下が生じ、電圧レギュレーションは失われます。

負の出力

V_{OUT} をシステムのGNDに接続し、LTM8064のGNDを負電圧レールに接続することで、LTM8064は負の出力電圧を発生させることができます。この一例は「標準的応用例」のセクションに記載されています。負の出力を発生させるための最も汎用的な方法は、負電圧の生成専用で設計されたレギュレータを使用することですが、LTM8064などの降圧レギュレータを使用した負電圧の生成は、特定の設計上の検討事項を考慮に入れる限り、簡単で費用効果の高いソリューションになります。

図3aに、標準的な負出力電圧アプリケーションを示します。LTM8064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LTM8064の V_{OUT} に供給されていることに注意してください。結果として、LTM8064は実際の降圧レギュレータとしては動作せず、最大出力電流は入力電圧によって異なります。「標準的応用例」のセクションに示した例の補助グラフでは、特定の入力電圧に対してLTM8064が供給する電流の大きさが示されています。

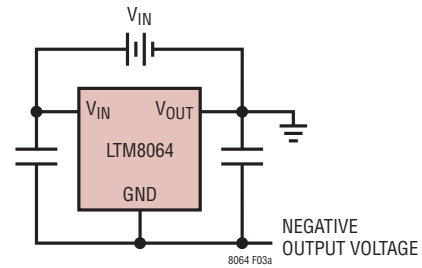


図3a. LTM8064を使用した負電圧の生成

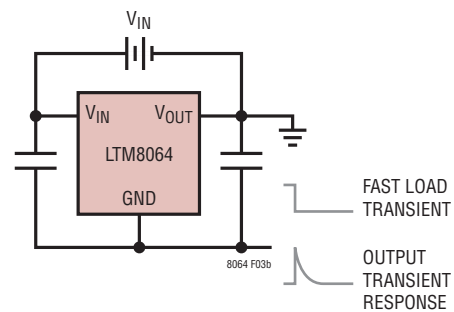


図3b. LTM8064のGNDに生じる出力電圧トランジェント

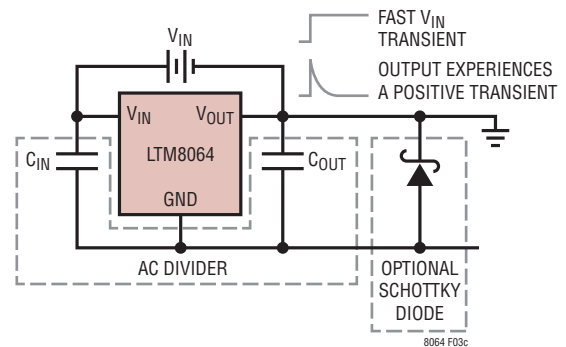


図3c. V_{IN} の急速な上昇で生じるトランジェントをショットキ・ダイオードにより安全なレベルに制限

この構成では、任意の負荷電流トランジェントによりLTM8064のGNDにトランジェント電圧が直接印加されるため(図3b)、高速負荷トランジェントによってLTM8064の動作が中断するか、または損傷が及ぶ可能性があります。負の降圧構成がアプリケーションに適しているかどうかを注意深く評価してください。

アプリケーション情報

図3cに示したC_{IN}コンデンサとC_{OUT}コンデンサは、負の出力電圧ノードでAC分割器を形成します。V_{IN}が活線挿入されるか、または急速に上昇した場合、結果のV_{OUT}が正のトランジェントになるため、アプリケーション負荷に危険がもたらされる可能性があります。アンチパラレル・ショットキ・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場合があります。このショットキ・ダイオードの位置が重要です。例えば、LTM8064が負荷から遠く離れているシステムでは、最も影響を受けやすい負荷部品の一番近くにショットキ・ダイオードを配置することが設計上最適な選択です。負の降圧構成がアプリケーションに適しているかどうかを注意深く評価してください。

サーマル・シャットダウン

LTM8064は、過熱状態になるとサーマル・シャットダウンが動作し、スイッチングが停止してソフトスタート・コンデンサを放電します。このサーマル・シャットダウンしきい値は、125°Cの絶対最大定格よりも高くなります。したがって、サーマル・シャットダウンが作動している間は内部温度が125°Cの絶対最大定格を超え、デバイスの信頼性に影響を及ぼす可能性があります。デバイスは、冷却されると自動的に再起動します。

UVLOとシャットダウン

LTM8064はUVLO機能を備えており、入力電圧が4Vを下回った場合にスイッチングを停止し、すべての同期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。LTM8064は、RUNピンの電圧が1.705V（標準値）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1.52V（標準値）まで下がるとLTM8064をシャットダウンする高精度RUN機能も備えています。5μA（標準値）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 = 1.705Vとなるまで5μAをシンクし、その後電流源はオフになります。RUNピンの電圧が下降している場合、RUN = 1.52Vとなるまで電流源はオフであり、その後5μAをシンクします。以下の式により、図4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。

$$R1 = \frac{1.52V \cdot R2}{UVLO - 1.52V}$$

$$R2 = \frac{V_{ENA} - 1.122 \cdot UVLO}{5\mu A}$$

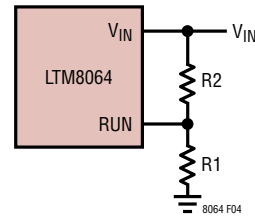


図4. UVLOの構成

負荷シェアリング

2個以上のLTM8064を以下のように接続すると、負荷電流を均等に分担することができます。

1. マスタのI_{OUTMON}を各スレーブのCTRL1ピンに接続します。
2. マスタのV_{OUT}、SS、RUNピンをスレーブの対応するピンに接続します。
3. 全てのスレーブ・デバイスのMODEピンを接地します。
4. マスタ・デバイスのMODEピンをフロート状態にします。
5. マスタのFB抵抗の値は、「ピン機能」のセクションに示した式を使って求められます。
6. 各スレーブのFB抵抗の値は、マスタのFB抵抗より小さい標準1%抵抗値(EIA, E96)か、または概算で0.98 • R_{FB_MASTER}にする必要があります。

LTM8064の正確な電流制限値とCVCC動作を前提にすると、並列に接続した各部分は、CTRL1ピンおよびCTRL2ピンによって決まる大きさまで出力電流の一部に寄与します。この一例は「標準的応用例」のセクションに記載されています。

アプリケーション情報

複数入力レールを使用した負荷シェアリング中の入力電流トラッキング

複数の固定入力レールを使用した負荷シェアリング中に、各 LTM8064 の入力電流が強制的に相互トラッキングするようにシステムを構成できます。この例は「標準的応用例」のセクションに示します。この説明をお読みになるときは、「標準的応用例」の図を参照してください。

アプリケーションの出力電力は 12A で 3.3V であり、検討中のシステムには、電力要件の制約なしで 24V および 12V の安定化入力電源が供給されているとします。それぞれのスレーブ μ Module を 12V 入力レールに接続し、マスタを 24V 入力レールに接続します。

入力および出力セラミック・コンデンサとマスタの R_T および FB 抵抗については、表 1 内の該当する行を参照します。また、入力および出力セラミック・コンデンサとスレーブ・デバイスの R_T 抵抗についても、表 1 内の該当する行を参照します。スレーブ・デバイスの FB 抵抗は、マスタの FB 抵抗より小さい標準 1% 抵抗値か、または概算で $0.98 \cdot R_{FB_MASTER}$ にする必要があります。場合によってはスレーブの FB 抵抗の最終値を調整して、レイアウトの違いや寄生素子を補償する必要があります。

スレーブ・デバイスの入力レール電圧はマスタの入力レール電圧のちょうど半分なので、負荷に供給されるスレーブ・デバイスの電流が、負荷に対するマスタの出力電流の半分に制限されている場合、スレーブ・デバイスが消費する入力電流はマスタ μ Module が消費する入力電流と同じになります。したがって、スレーブ・デバイスの CTRL1 ピンの電圧は、マスタ・デバイスの I_{OUTMON} の電圧の半分にする必要があります。マスタの I_{OUTMON} ピンとグラウンドの間に 100k/100k 抵抗分割器を使用して、両方のスレーブ μ Module によって負荷に供給される電流を設定します。

前述の考察は特定のアプリケーション向けのものですが、マスタの入力レールがスレーブ・デバイスの入力レールよりも大きい限り、その他の固定入力レールにも同じプロセスを使用できます。

プリント回路基板のレイアウト

プリント回路基板のレイアウトに関連した困難な問題のほとんどは、LTM8064 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、LTM8064 はスイッチング電源なので、EMI を最小限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適切だったりすると、規定された動作を実現できないことがあります。推奨レイアウトについては図 5 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てください。

注意すべきいくつかのルールがあります。

1. R_{FB} と R_T の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 LTM8064 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 LTM8064 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} および C_{OUT} の各コンデンサのグラウンド電流が LTM8064 の近くまたは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 LTM8064 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 5 のサーマル・ビアの位置と密度に注意してください。図の位置に置かれた内部 GND プレーンへのビアが LTM8064 の放熱に有利であるのは、デバイス内部の電力を処理する部分がこの場所の近くに配置されているためです。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。

アプリケーション情報

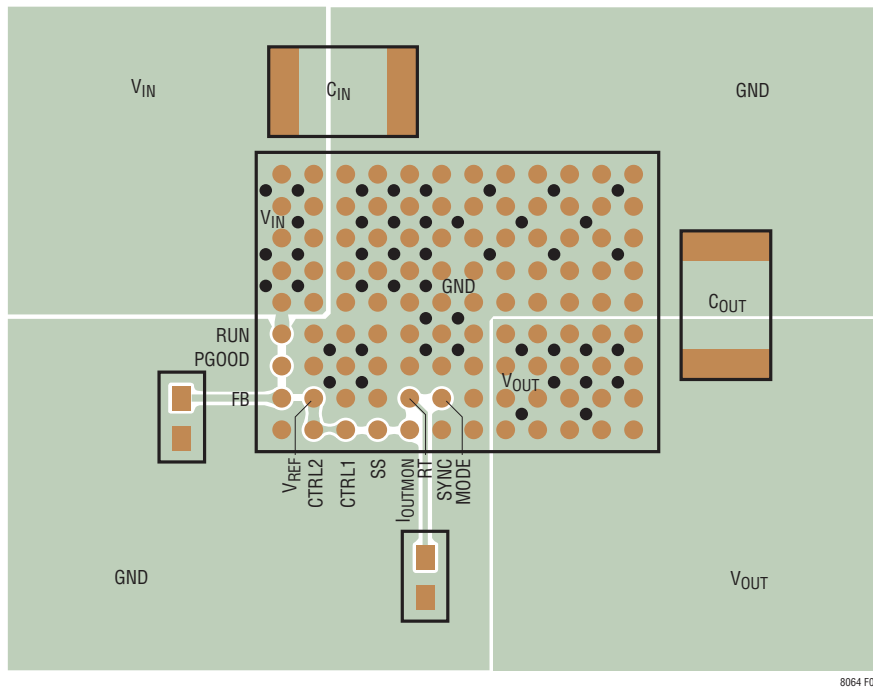


図5. 推奨の外付け部品、GNDプレーンおよびサーマル・ビアを示すレイアウト

入力に関する注意事項

LTM8064が電流をシンクしている場合、出力電圧レギュレーションは電力損失ではなく、電力変換によって維持されます。つまり、LTM8064に供給されるエネルギーは入力電源バスに供給されます。電源バスがこのエネルギーを消費するか、または受け入れることができない場合、電源バスの電圧が上昇します。この場合、LTM8064の入力電圧が絶対最大電圧を上回る可能性があります。

多くの場合、LTM8064の入力バスに接続されたシステム負荷だけで、 μ Moduleレギュレータによって供給されるエネルギーは十分に吸収できます。しかし、LTM8064が最大または唯一の電源コンバータである場合には、この条件があてはまらない可能性があるため、LTM8064の入力電圧が過度に上昇しないように何らかの措置を講じる必要があります。図6aに、短期間の入力過電圧状態においてエネルギーを消費する、受動クローバ回路を示します。ツェナー・ダイオードの耐圧と抵抗Rの組み合わせを選定して、回路のトリップ・ポイントを設

定します。トリップ・ポイントは通常動作条件における最大 V_{IN} 電圧よりも十分に高い値に設定するのが一般的です。この回路は、高精度のしきい値を与えるものではなく、部品間ばらつきおよび温度の両方によって変動します。このため、高い精度が求められるアプリケーションや、電圧マージンを大きく取れないアプリケーションには適していません。

図6bも、短期間の過電圧状態においてエネルギーを消費する回路ですが、図6aの回路に比べて精度が高められています。安価なコンパレータとLTM8064の V_{REF} 出力を使ってリファレンス電圧を決定しています。必要に応じて、コンパレータ回路にヒステリシス抵抗を追加すれば、MOSFETのチャタリングを防止できます。図6cは、過電圧が発生した場合にオン状態にラッチし、入力を短絡(クローバ)する回路です。入力電圧しきい値を超えるとSCRがラッチするため、図に示したヒューズか、負荷からの電流を遮断する他の何らかの手段が必要です。

アプリケーション情報

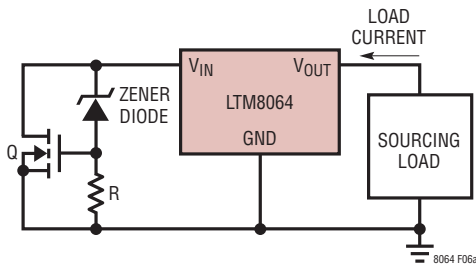


図 6a. MOSFET Q が瞬時エネルギーを GND へと逃がす。ツェナー・ダイオードと抵抗の値は、MOSFET が必ず通常動作時の最大 V_{IN} より高い電圧でターンオンするように選定する。

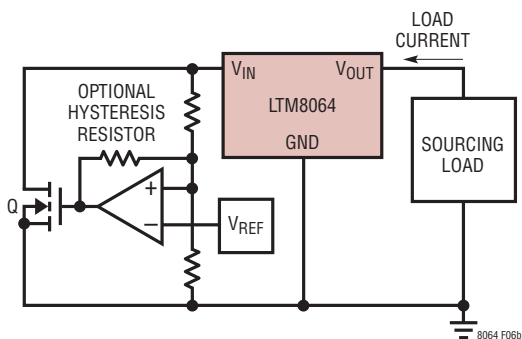


図 6b. この回路のコンパレータは図 5a に示した回路よりも高精度の電圧で MOSFET Q をアクティブにする。

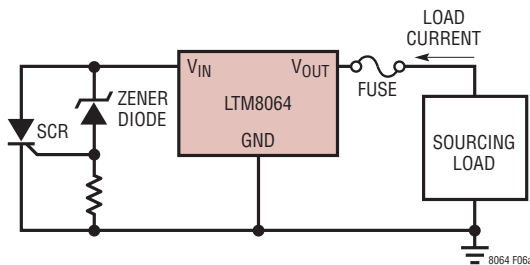


図 6c. 作動しきい値に達すると SCR がオン状態にラッチするため、負荷を切り離すヒューズその他の手段の適用が必要。

前述のとおり、LTM8064 はエネルギー損失ではなくエネルギー変換によって電流をシンクします。したがって、どのような保護回路を使う場合であれ、それが吸収すべきエネルギーは入力に供給される電力量によって決まります。例えば、出力電圧が 2.5V で 5A をシンクできる電源の入力保護回路は、7.5W 以上を吸収できるように設計する必要があります。図 6a と 6b において、保護回路の作動しきい値が 50V であるとし、この場合、7.5W を消費でき、 $7.5W/50V = 150mA$ を流し込める設計の保護回路が必要です。

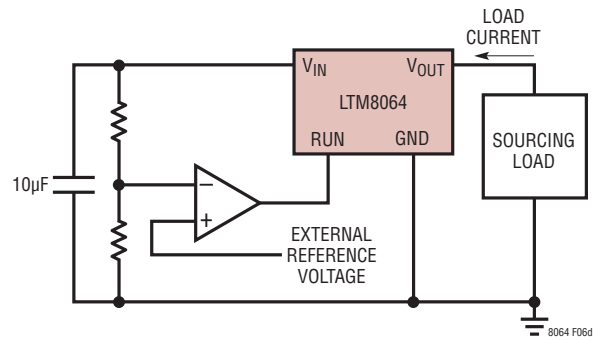


図 6d. このコンパレータ回路は、入力電圧が所定のしきい値を超えると LTM8064 をオフする。LTM8064 がオフすると、内部インダクタに蓄えられていたエネルギーによって、 V_{IN} がしきい値よりも若干高くなる。

図 6a～6c はクローバ回路です。これは、パワー・デバイスを介して入力を GND にクランプすることで、入力電圧が一定のレベルを超えて上昇するのを防ぎます。入力電圧が一定のしきい値を超えたときに単に LTM8064 をオフするだけでよい場合もあります。これは、 V_{OUT} に電流を流し込む電源の電圧が、決して V_{IN} を超えない場合に適用できる方法です。この回路の例を図 6d に示します。出力に接続された電源が所定のしきい値を超えて V_{IN} を駆動すると、コンパレータが RUN ピンの電圧を低下させ、LTM8064 はディスエーブルされます。その場合、LTM8064 内部のインダクタに蓄えられたエネルギーを入力コンデンサが吸収する必要があり、その結果更に電圧が上昇します。ブロック図に示したとおり、内部インダクタの値は $4.7\mu H$ です。LTM8064 のシンク電流制限が例えば 6A に設定されている場合に入力コンデンサが吸収しなければならないエネルギーは、 $1/2 LI^2 = 58.75\mu J$ です。図 6d のコンパレータ回路が、 $V_{TRIP} = 15V$ で RUN ピンをプルダウンするように設定されているとします。その場合の入力電圧は、次のコンデンサのエネルギーの式に従って上昇します。

$$1/2 \cdot C(V_{IN}^2 - V_{TRIP}^2) = 58.75\mu J$$

総入力容量が $10\mu F$ の場合、入力電圧は次の値まで上昇します。

$$58.75\mu J = 1/2 \cdot 10\mu F(V_{IN}^2 - 15V^2)$$

$$V_{IN} = 15.39V$$

アプリケーション情報

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、LTM8064の回路の入力バイパス・コンデンサに最適です。ただし、LTM8064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、LTM8064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、このリングングがLTM8064の定格を超えてデバイスを損傷する恐れがあります。入力電源の制御が十分でない場合や、ユーザーがLTM8064を通電中の電源に差し込む場合、このようなオーバーシュートを防ぐように入力回路網を設計する必要があります。これは、小さな抵抗を V_{IN} と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トランジェント応答が減衰し、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。

熱に関する検討事項

LTM8064を高い周囲温度で動作させることが必要な場合は、LTM8058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 79cm^2 の4層FR4プリント回路基板に実装したLTM8064によって得られました。寸法や層数の異なる基板では異なった熱的挙動を示すことがあるので、目的のシステムの電源ライン、負荷および環境動作条件で正しく動作することをユーザーが検証してください。

実際のアプリケーションに対する精度と忠実性を向上させるため、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2ページ目には通常4種類の熱係数を示しています。

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理解できそうですが、JEDECでは混乱や不整合を防ぐために、それぞれを定義しています。これらの定義はJESD 51-12に記載されています。以下に引用または言い換えた文を掲載します。

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 μModule 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ー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 μModule の電氣的接続はパッケージの底部なので、接合部からデバイスの頂部に熱の大半が流れるようにアプリケーションが動作することは稀です。 $\theta_{JCbottm}$ 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ー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 μModule 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置いて測定されます。この基板はJESD 51-9に記述されています。

アプリケーション情報

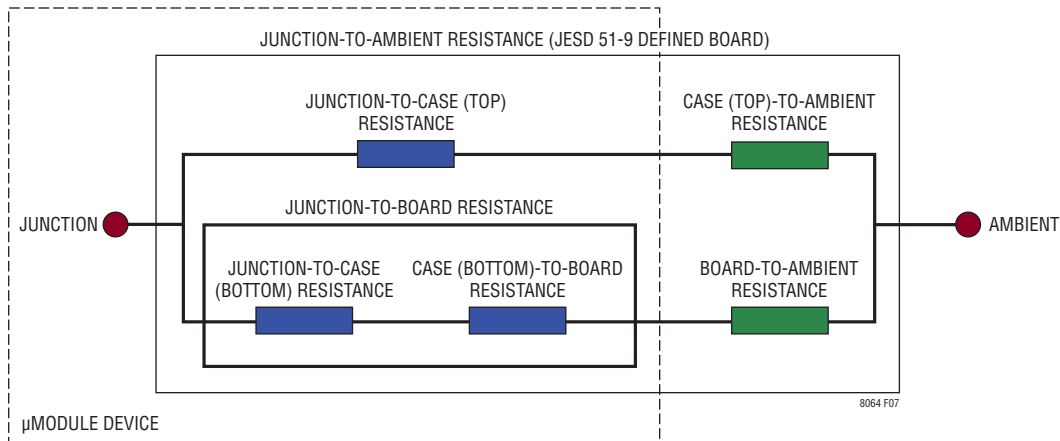


図7. μModule デバイス、プリント回路基板、環境の間の熱抵抗

これらの定義を見れば、これらの熱係数がμModule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。

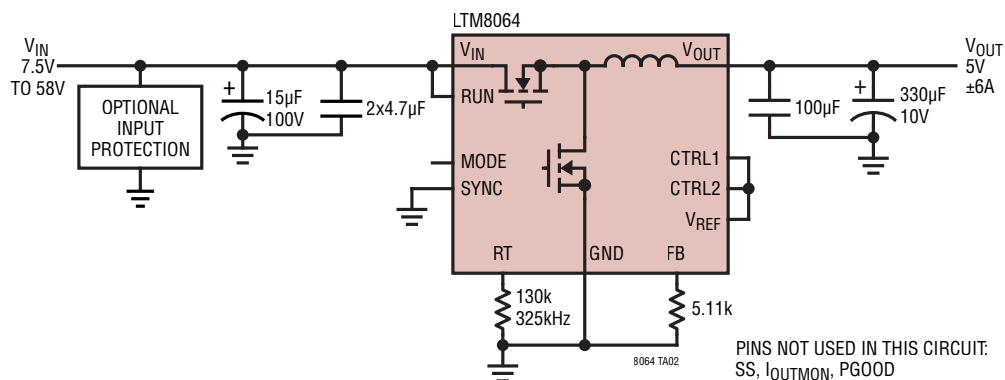
これらの熱抵抗をグラフで表したものを図7に示します。

青色の熱抵抗はμModule内部に含まれ、緑色の熱抵抗は外部にあります。

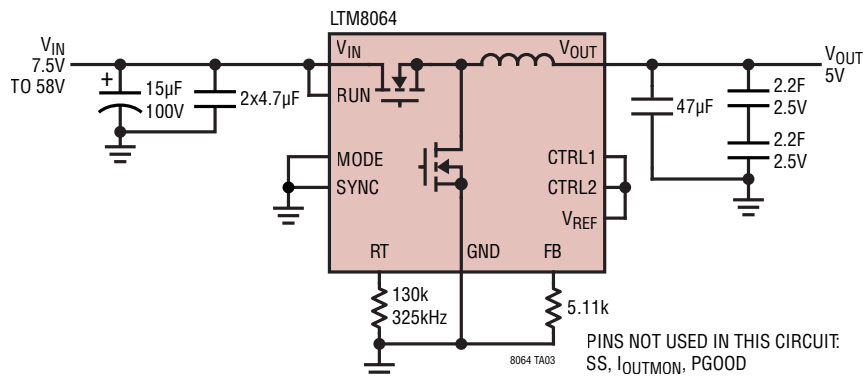
LTM8064のダイ温度は125°Cの最大定格より低くなければならないので、回路のレイアウトに注意してLTM8064の十分な放熱を確保します。LTM8064からの熱流の大半はモジュールの底部およびLGAパッドを通してプリント回路基板に達します。したがって、プリント回路基板の設計が適切でないと過度の熱が生じ、性能や信頼性が損なわれることがあります。プリント回路基板設計の推奨事項については、「PCBレイアウト」のセクションを参照してください。

標準的応用例

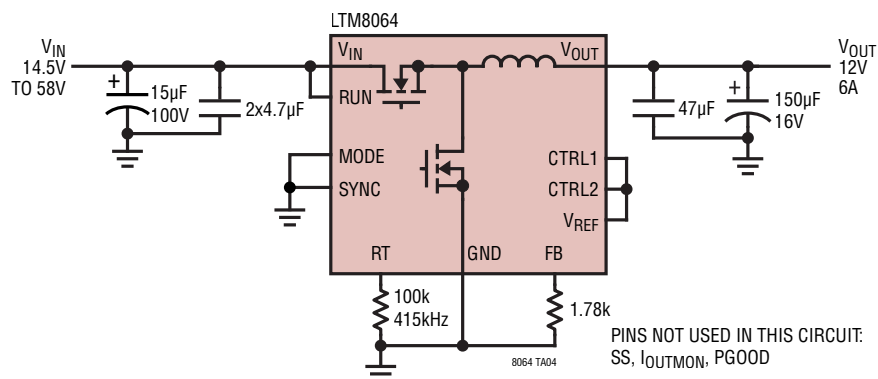
±6A、5V(2象限)μModuleの電圧レギュレータ



58VIN、7Aで2個の2.5V直列スーパーキャパシタを充電するLTM8064



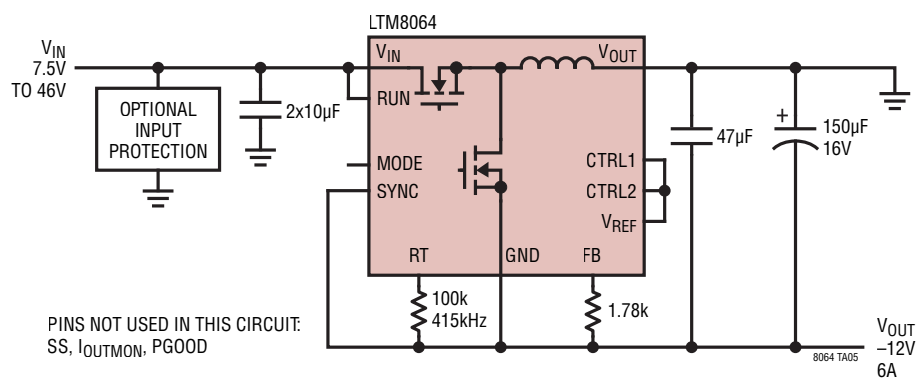
VIN = 58V、VOUT = 12Vの降圧CVCCコンバータ



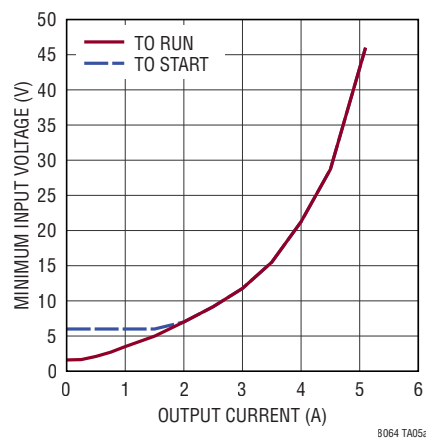
LTM8064

標準的応用例

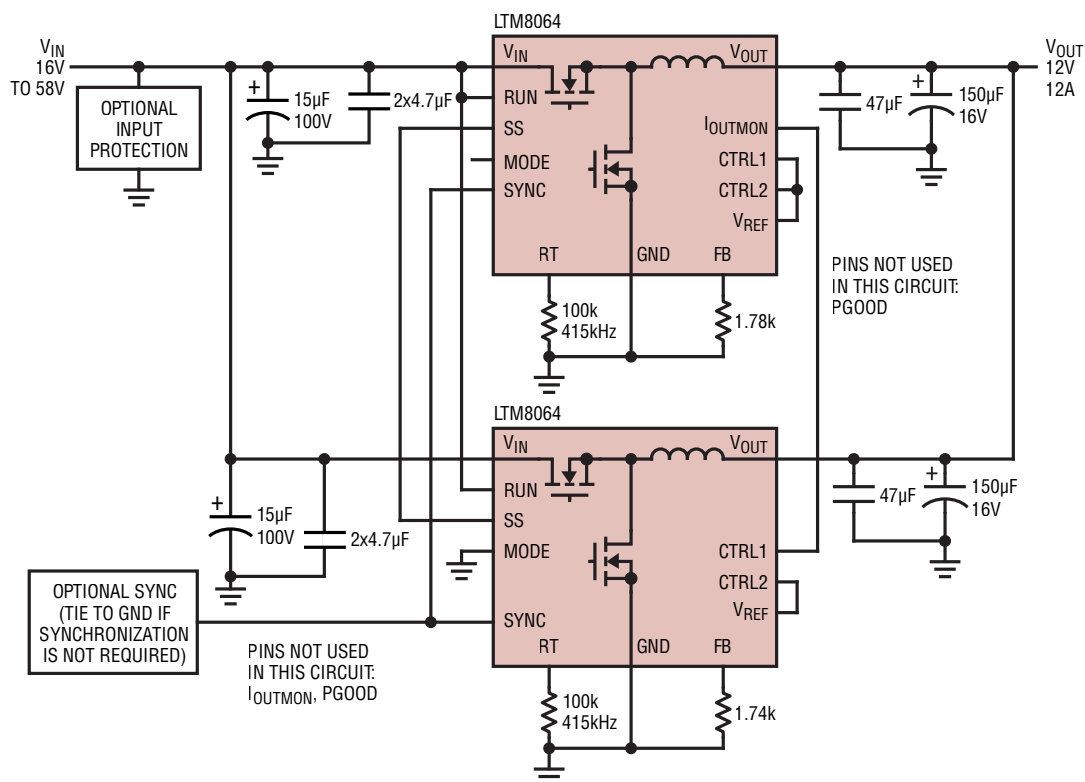
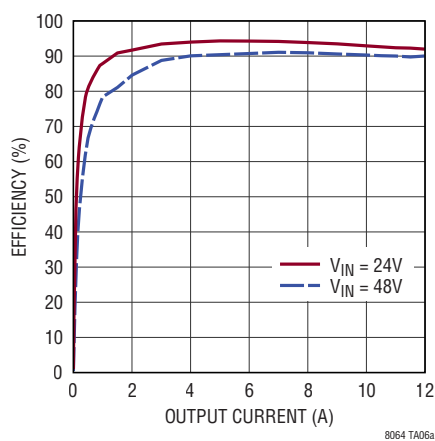
$V_{IN} = 46V$ 、 $V_{OUT} = -12V$ の負コンバータ



最小入力電圧と出力電流 ($V_{OUT} = -12V$)

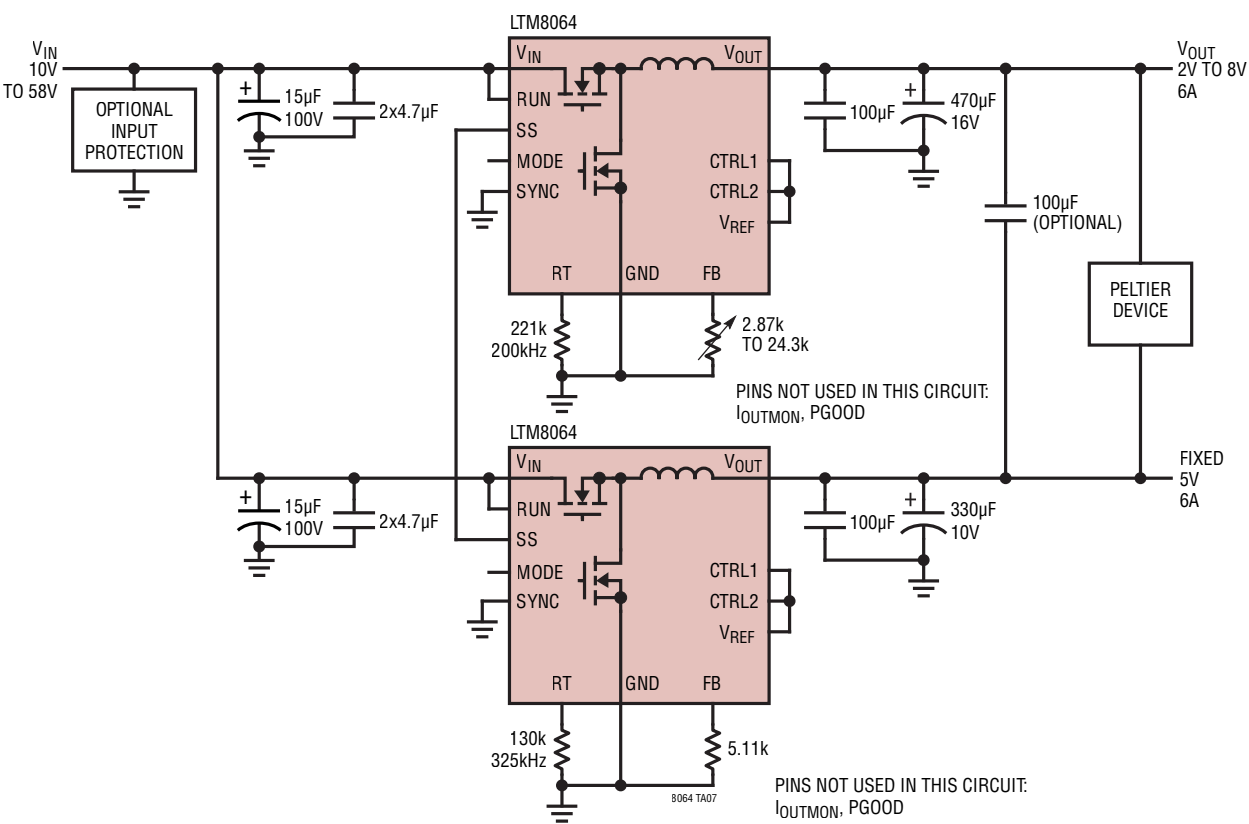


標準的応用例

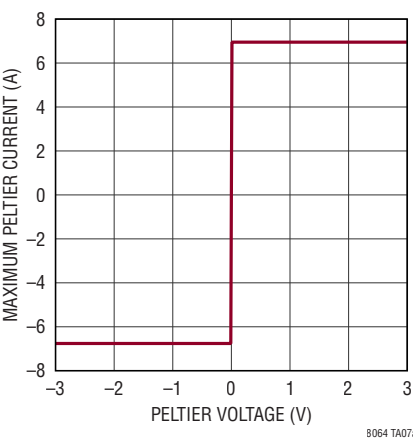
並列に動作させた2つのLTM8064により $V_{OUT} = 12V$ 、12Aを生成効率と出力電流
 $V_{OUT} = 12V$ 

標準的応用例

ペルチェ・デバイスを介した2つのLTM8064を使用した正/負の電圧(および電流)レギュレーション

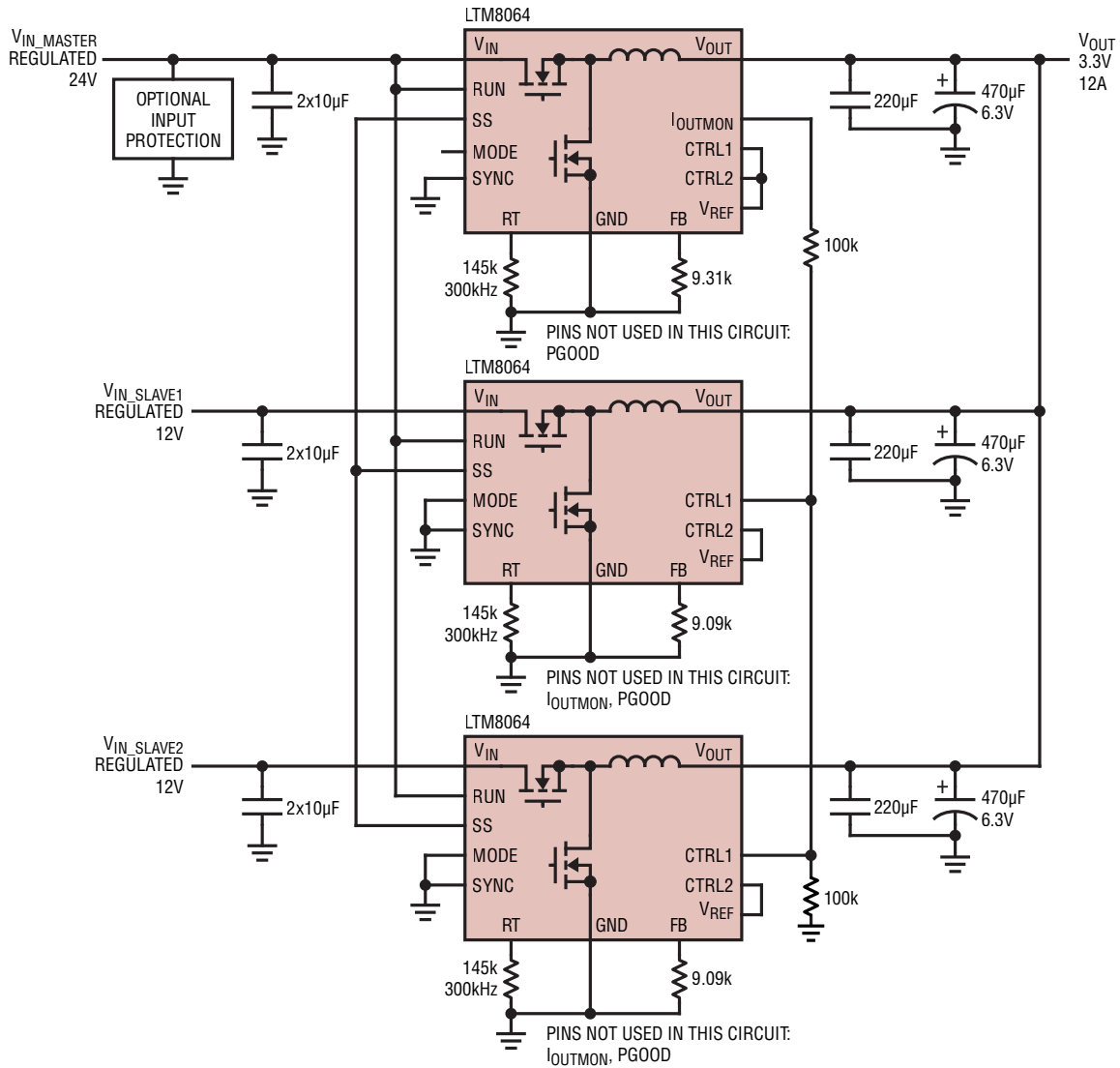


最大ペルチェ電流とペルチェ電圧

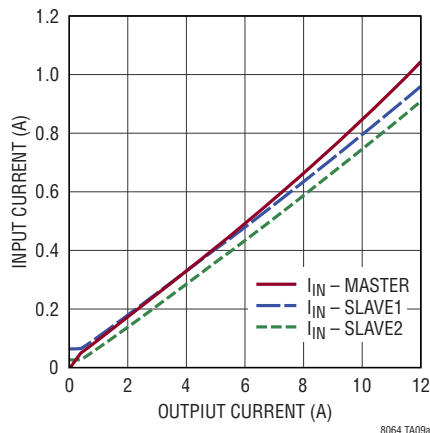


標準的応用例

複数入力レールを使用した負荷シェアリング中の入力電流トラッキング



各スレーブ電源の入力電流によるマスタの入力電流のトラッキング



8064 TA09a

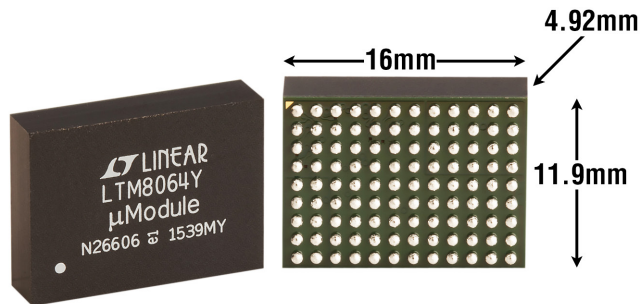
8064fa

パッケージ

表 3. ピン配置表 (ピン番号順)

ピンID	機能	ピンID	機能	ピンID	機能	ピンID	機能	ピンID	機能	ピンID	機能
A1	GND	B1	CTRL2	C1	CTRL1	D1	SS	E1	I _{OUTMON}	F1	SYNC
A2	FB	B2	V _{REF}	C2	GND	D2	GND	E2	RT	F2	MODE
A3	PGOOD	B3	GND	C3	GND	D3	GND	E3	GND	F3	GND
A4	RUN	B4	GND	C4	GND	D4	GND	E4	GND	F4	GND
A5	V _{IN}	B5	V _{IN}	C5	GND	D5	GND	E5	GND	F5	GND
A6	V _{IN}	B6	V _{IN}	C6	GND	D6	GND	E6	GND	F6	GND
A7	V _{IN}	B7	V _{IN}	C7	GND	D7	GND	E7	GND	F7	GND
A8	V _{IN}	B8	V _{IN}	C8	GND	D8	GND	E8	GND	F8	GND
A9	V _{IN}	B9	V _{IN}	C9	GND	D9	GND	E9	GND	F9	GND

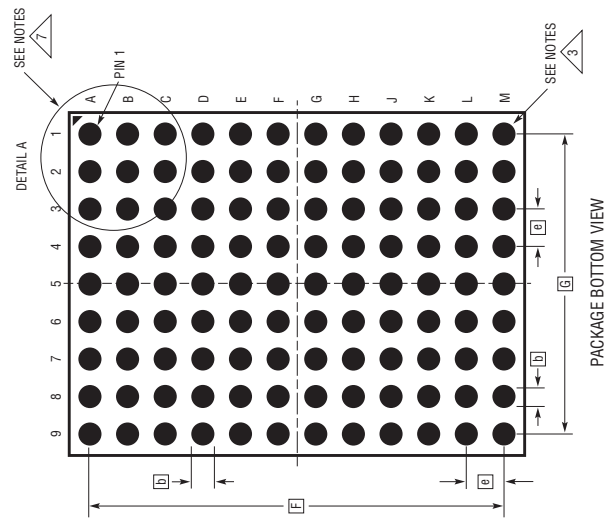
ピンID	機能	ピンID	機能	ピンID	機能	ピンID	機能	ピンID	機能	ピンID	機能
G1	GND	H1	V _{OUT}	J1	V _{OUT}	K1	V _{OUT}	L1	V _{OUT}	M1	V _{OUT}
G2	GND	H2	V _{OUT}	J2	V _{OUT}	K2	V _{OUT}	L2	V _{OUT}	M2	V _{OUT}
G3	GND	H3	V _{OUT}	J3	V _{OUT}	K3	V _{OUT}	L3	V _{OUT}	M3	V _{OUT}
G4	GND	H4	V _{OUT}	J4	V _{OUT}	K4	V _{OUT}	L4	V _{OUT}	M4	V _{OUT}
G5	GND	H5	GND	J5	GND	K5	GND	L5	GND	M5	GND
G6	GND	H6	GND	J6	GND	K6	GND	L6	GND	M6	GND
G7	GND	H7	GND	J7	GND	K7	GND	L7	GND	M7	GND
G8	GND	H8	GND	J8	GND	K8	GND	L8	GND	M8	GND
G9	GND	H9	GND	J9	GND	K9	GND	L9	GND	M9	GND



パッケージ

最新のパッケージ図は、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTM8064#packaging>を参照してください。

BGA Package
108-Lead (16mm × 11.9mm × 4.92mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1965 Rev 0)



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 JEDEC MS-028 および JEP95 による

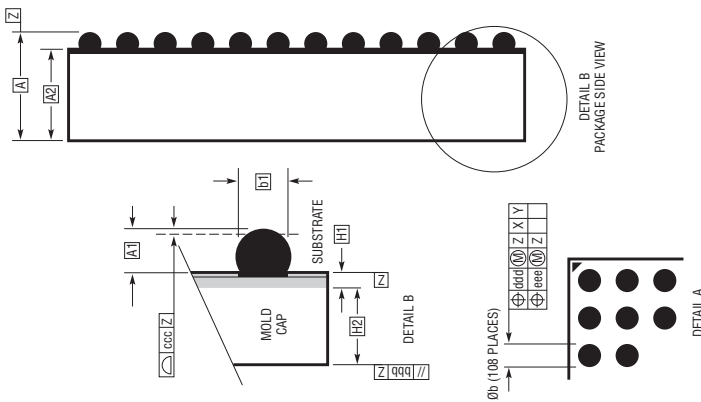
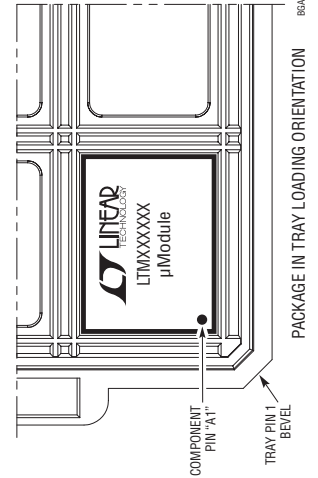
4. ピン #1 の識別マークの詳細はオプションだが、示された領域内になければならない

5. 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

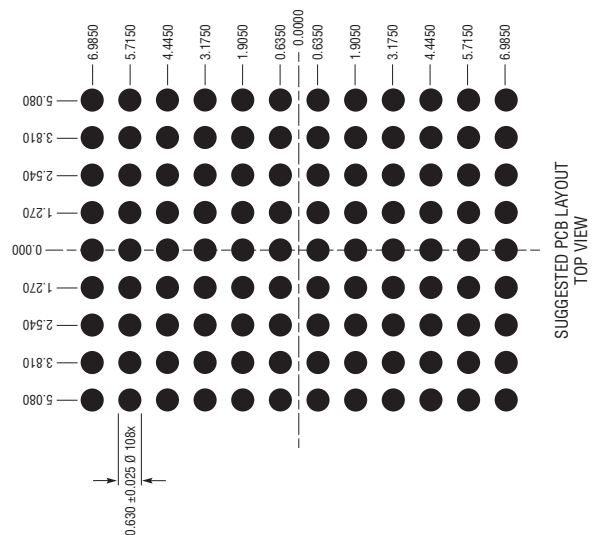
6. 主データム-Z はシーディングプレーン

7. 半田ボールは、元素構成比がスズ (Sn) 96.5%、銀 (Ag) 3.0%、銅 (Cu) 0.5% の合金とする

8. 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	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		16.00		
E		11.90		
e		1.27		
F		13.97		
G		10.16		
H1	0.27	0.32	0.37	
H2	3.95	4.00	4.05	
aaa			0.15	
bbb			0.10	
ccc			0.20	
ddd			0.30	
eee			0.15	
TOTAL NUMBER OF BALLS: 108				



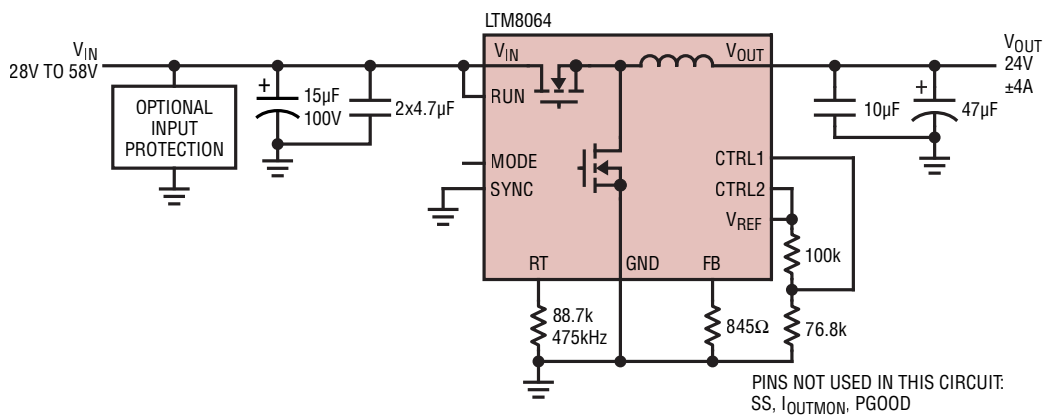
改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	07/16	標準的応用例の回路を訂正、余分なグラント記号を削除	31

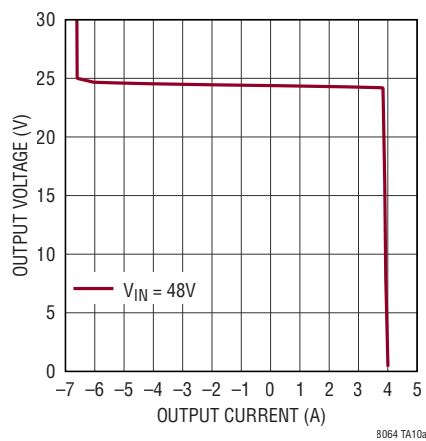
LTM8064

標準的応用例

$V_{IN} = 58V$ 、 $V_{OUT} = 24V$ の降圧コンバータ、4A高精度電流制限



出力電圧と出力電流



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTM8026	$V_{IN} = 36V$ 、5A 降圧 μ Module レギュレータ、可変電流制限機能付き	$6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $1.2V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、可変電流制限、出力の並列接続可能、CLK 入力、 $11.25mm \times 15mm \times 2.82mm$ LGA パッケージ
LTM8052/ LTM8052A	$V_{IN} = 36V$ 、 $\pm 5A$ μ Module レギュレータ、高精度可変電流制限	$6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $1.2V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、 $-5V \leq I_{OUT} \leq 5A$ 、同期可能、LTM8026 とピン互換、 $11.25mm \times 15mm \times 2.82mm$ LGA パッケージ
LTM8027	$V_{IN} = 60V$ 、4A DC/DC 降圧 μ Module レギュレータ	$4.5V \leq V_{IN} \leq 60V$ 、 $2.5V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、 $15mm \times 15mm \times 4.32mm$ LGA パッケージ
LTM8050	$V_{IN} = 60V$ 、2A DC/DC 降圧 μ Module レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 58V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、 $9mm \times 15mm \times 4.92mm$ BGA パッケージ