

最大出力電流が700mAで反転 またはSEPIC構成のμModule DC/DCコンバータ

特長

- SEPIC 構成または反転構成
- 広い入力電圧範囲: 2.8V ~ 18V
- $V_{IN} = 12V$ 、 $V_{OUT} = 2.5V$ または $-2.5V$ での最大出力電流: 700mA
- $V_{IN} = 12V$ 、 $V_{OUT} = 15V$ または $-15V$ での最大出力電流: 375mA
- 出力電圧範囲: 2.5V ~ 15V または $-2.5V$ ~ $-15V$
- 選択可能なスイッチング周波数: 200kHz ~ 2MHz
- プログラム可能なソフトスタート
- ユーザーが設定可能な低電圧ロックアウト
- 6.25mm×11.25mm×4.92mm BGA パッケージ

アプリケーション

- バッテリ駆動のレギュレータ
- ローカルの負電圧レギュレータ
- 低ノイズ・アンプの電源

概要

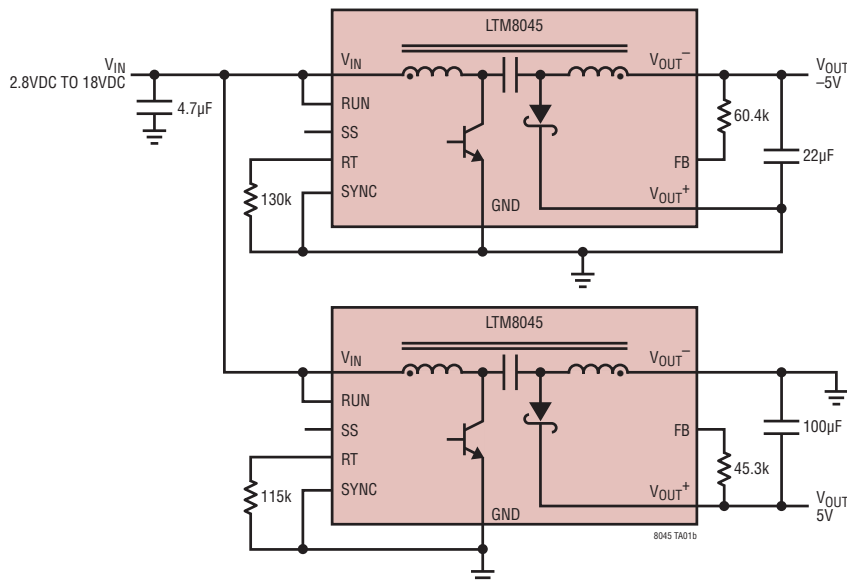
LTM[®]8045 は、該当する出力レールを接地するだけでSEPICコンバータまたは反転コンバータとして構成できるμModule[®] (マイクロモジュール) DC/DCコンバータです。SEPIC構成では、安定化出力電圧を入力電圧より高く、低く、または等しくすることができます。LTM8045は、パワー・デバイス、インダクタ、制御回路、および受動部品を内蔵しています。設計を完了するために必要なのは、入力コンデンサ、出力コンデンサ、出力電圧設定用の小さな抵抗、およびスイッチング周波数だけです。その他の部品を使用して、ソフトスタートや低電圧ロックアウトを制御することもできます。

LTM8045は、小型(6.25mm×11.25mm)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。LTM8045は、SnPb(BGA)またはRoHS準拠の端子仕上げで供給されます。

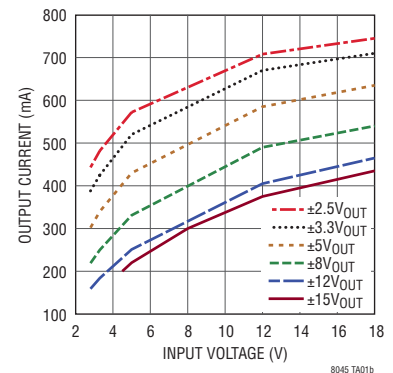
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、リニアのロゴ、μModuleおよびPolyPhaseはリニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

2個のLTM8045を使って±5Vを発生



最大出力電流と入力電圧

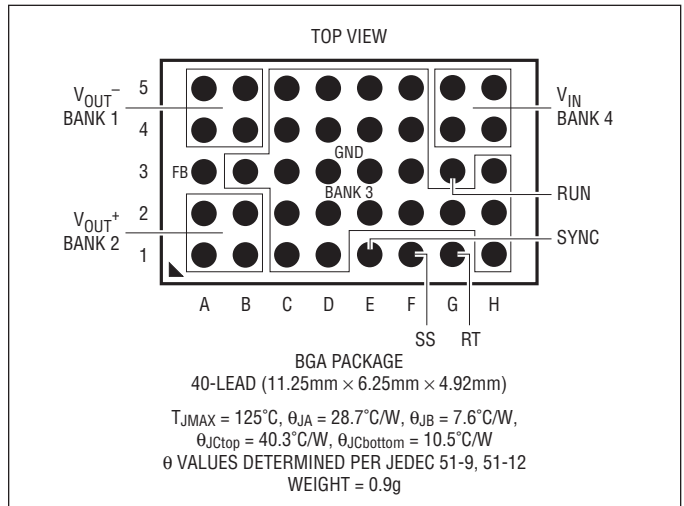


LTM8045

絶対最大定格 (Note 1)

V_{IN} , RUN.....	20V
RT, SYNC	5V
SS, FB.....	2.5V
V_{OUT}^+ ($V_{OUT}^- = 0V$)	16V
V_{OUT}^- ($V_{OUT}^+ = 0V$)	-16V
最大内部温度.....	125°C
最大半田付け温度.....	250°C
保存温度.....	-55°C ~ 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			
LTM8045EY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8045Y	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8045IY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8045Y	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8045IY	SnPb (63/37)	LTM8045Y	e0	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8045MPY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8045Y	e1	BGA	3	-55°C to 125°C
LTM8045MPY	SnPb (63/37)	LTM8045Y	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。

• 端子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 $V_{\text{RUN}} = 12\text{V}$ 。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Input DC Voltage		●	2.8		18	V
Positive Output DC Voltage	$I_{\text{OUT}} = 0.7\text{A}$, $R_{\text{FB}} = 15.4\text{k}\Omega$, V_{OUT^-} Grounded $I_{\text{OUT}} = 0.375\text{A}$, $R_{\text{FB}} = 165\text{k}\Omega$, V_{OUT^-} Grounded			2.5 15		V V
Negative Output DC Voltage	$I_{\text{OUT}} = 0.7\text{A}$, $R_{\text{FB}} = 30.0\text{k}\Omega$, V_{OUT^+} Grounded $I_{\text{OUT}} = 0.375\text{A}$, $R_{\text{FB}} = 178\text{k}\Omega$, V_{OUT^+} Grounded			-2.5 -15		V V
Continuous Output DC Current	$V_{\text{IN}} = 12\text{V}$, $V_{\text{OUT}} = 2.5\text{V}$ or -2.5V $V_{\text{IN}} = 12\text{V}$, $V_{\text{OUT}} = 15\text{V}$ or -15V				0.7 0.375	A A
V_{IN} Quiescent Current	$V_{\text{RUN}} = 0\text{V}$ Not Switching			0 10	1	μA mA
Line Regulation	$4\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 18\text{V}$, $I_{\text{OUT}} = 0.2\text{A}$			0.6		%
Load Regulation	$0.01\text{A} \leq I_{\text{OUT}} \leq 0.58\text{A}$			0.2		%
Output RMS Voltage Ripple	$V_{\text{IN}} = 12\text{V}$, $V_{\text{OUT}} = 5\text{V}$, $I_{\text{OUT}} = 580\text{mA}$, 100kHz to 4MHz			4		mV
Input Short-Circuit Current	$V_{\text{OUT}^+} = V_{\text{OUT}^-} = 0\text{V}$, $V_{\text{IN}} = 12\text{V}$			200		mA
Switching Frequency	$R_{\text{T}} = 45.3\text{k}$ $R_{\text{T}} = 464\text{k}$	● ●	1800 180	2000 200	2200 220	kHz kHz
Voltage at FB Pin (Positive Output)		●	1.195	1.215	1.235	V
Voltage at FB Pin (Negative Output)		●	0	5	12	mV
Current into FB Pin (Positive Output)		●	81	83.3	86	μA
Current into FB Pin (Negative Output)		●	81	83.3	86.5	μA
RUN Pin Threshold Voltage	RUN Pin Rising RUN Pin Falling			1.32 1.29	1.385	V V
RUN Pin Current	$V_{\text{RUN}} = 3\text{V}$ $V_{\text{RUN}} = 1.3\text{V}$ $V_{\text{RUN}} = 0\text{V}$		9.7	40 11.6 0	60 13.4 0.1	μA μA μA
SS Sourcing Current	SS = 0V		5	8	13	μA
Synchronization Frequency Range			200		2000	kHz
Synchronization Duty Cycle			35		65	%
SYNC Input Low Threshold			0.4			V
SYNC Input High Threshold					1.3	V

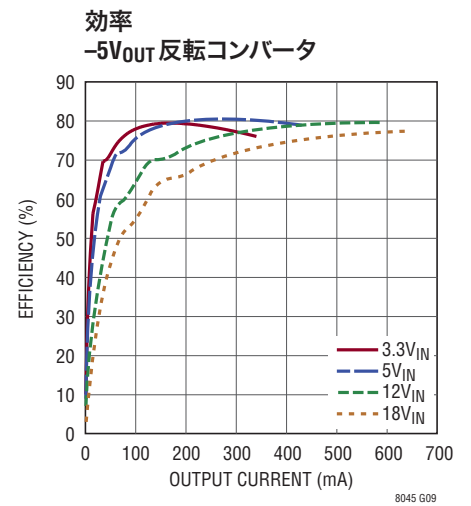
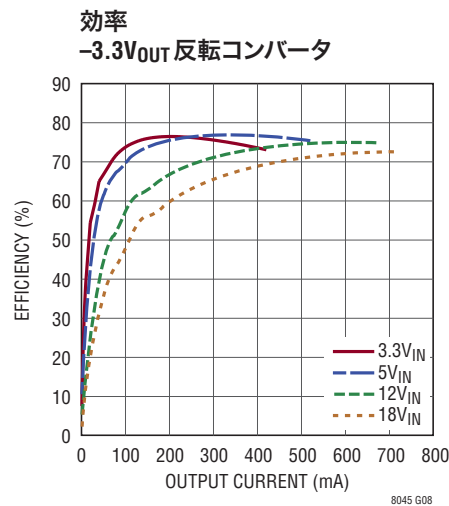
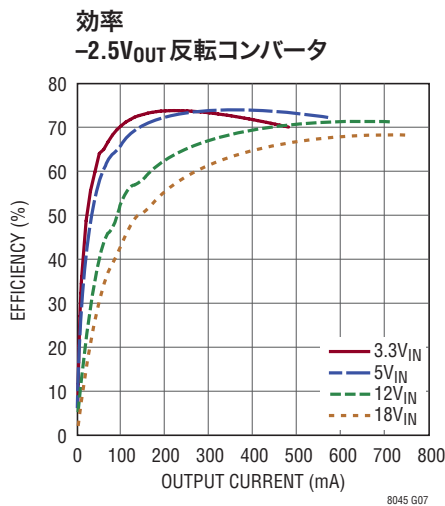
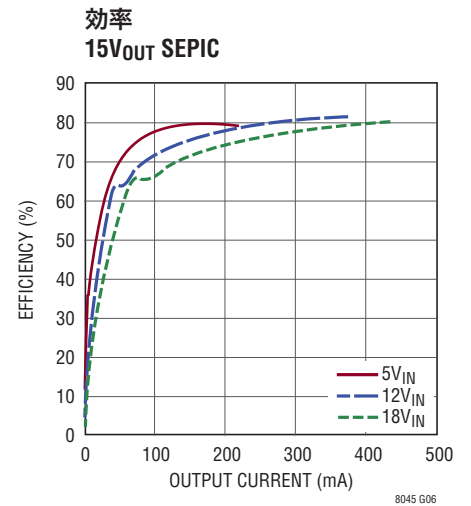
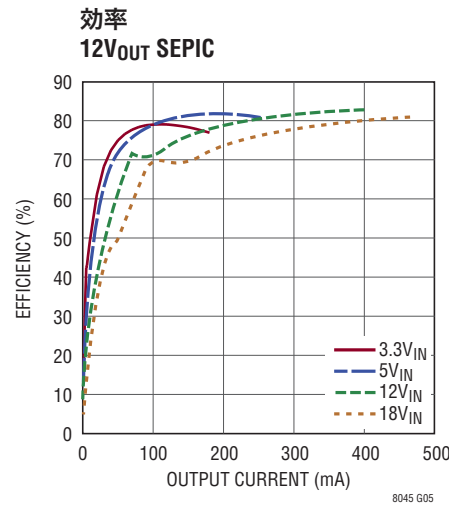
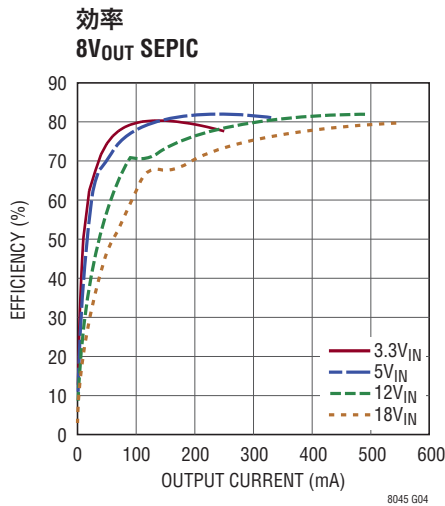
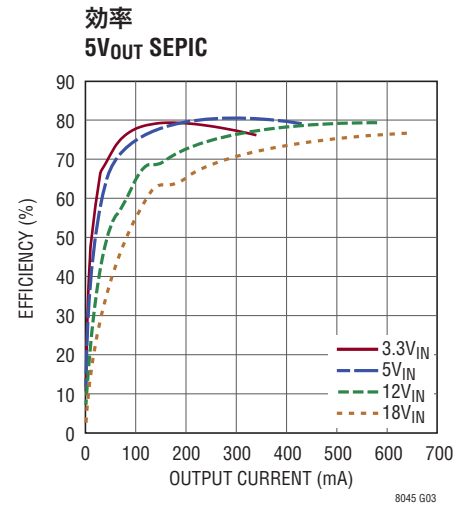
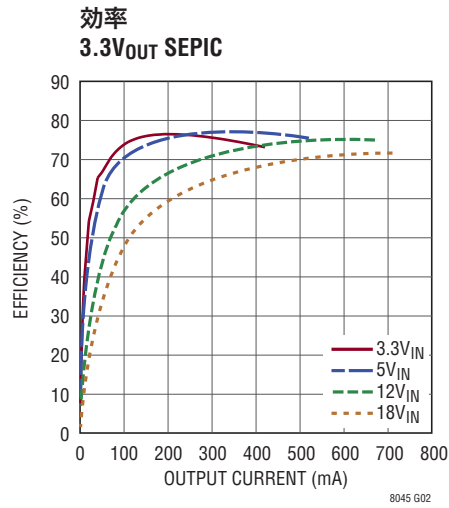
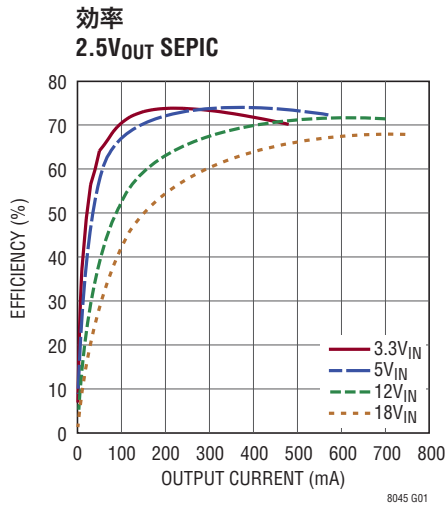
Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長年にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

Note 2: LTM8045Eは $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の内部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。LTM8045Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の内部動作温度範囲で動作することが保証されている。LTM8045MP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。

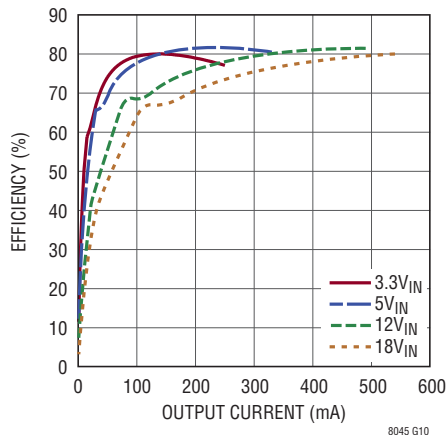
Note 3: この μModule コンバータには短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。過温度保護機能がアクティブなとき内部温度は 125°C を超える。規定された最大内部動作接合部温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

標準的性能特性



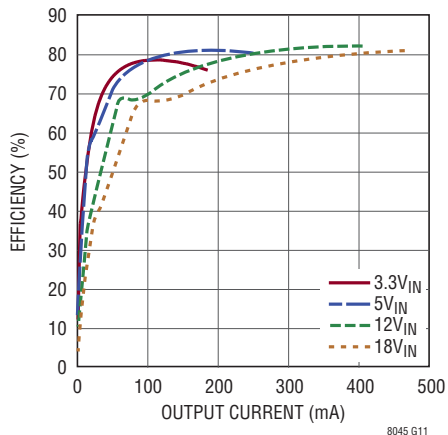
標準的性能特性

効率
-8V_{OUT} 反転コンバータ



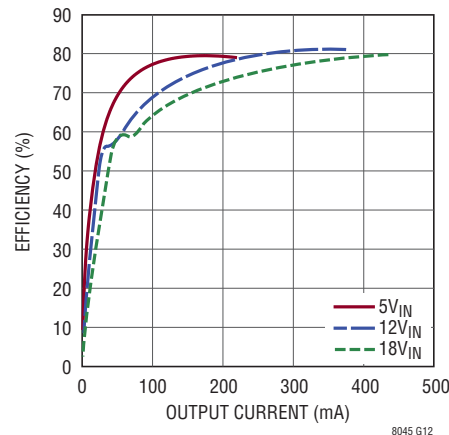
8045 G10

効率
-12V_{OUT} 反転コンバータ



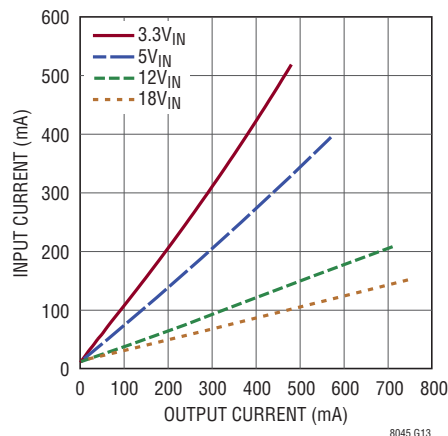
8045 G11

効率
-15V_{OUT} 反転コンバータ



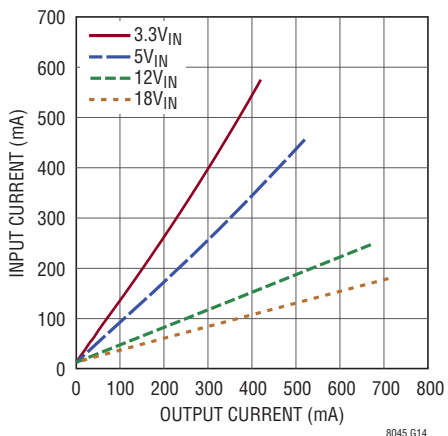
8045 G12

入力電流と出力電流、
2.5V_{OUT} SEPIC



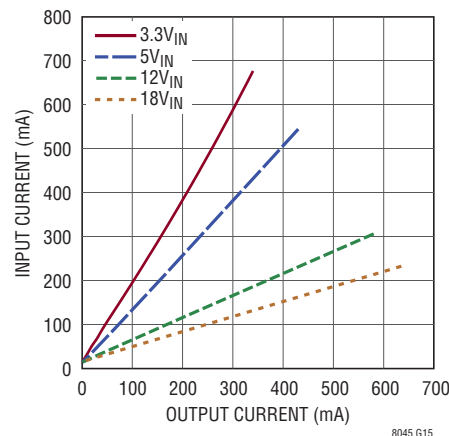
8045 G13

入力電流と出力電流、
3.3V_{OUT} SEPIC



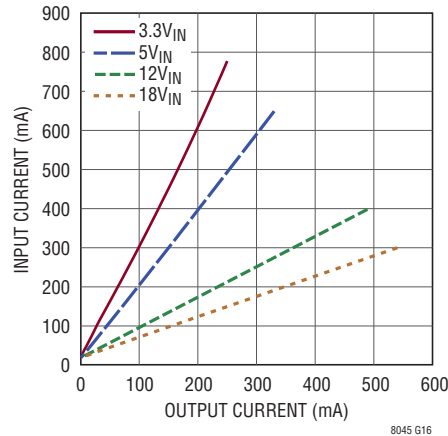
8045 G14

入力電流と出力電流、
5V_{OUT} SEPIC



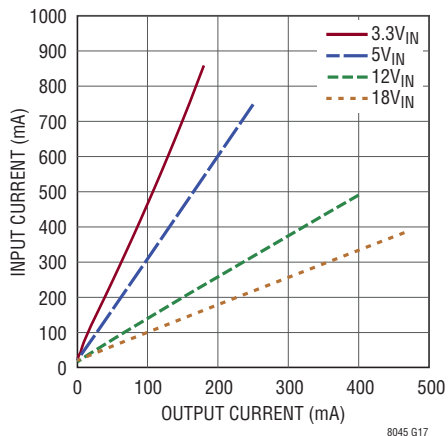
8045 G15

入力電流と出力電流、
8V_{OUT} SEPIC



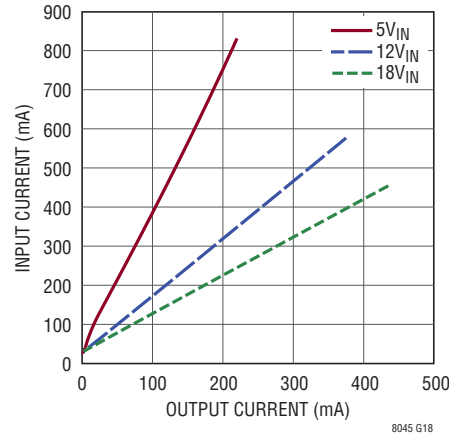
8045 G16

入力電流と出力電流、
12V_{OUT} SEPIC



8045 G17

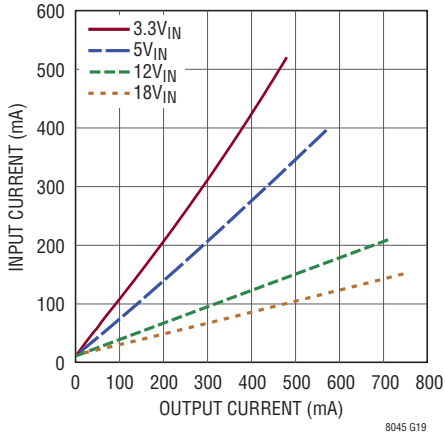
入力電流と出力電流、
15V_{OUT} SEPIC



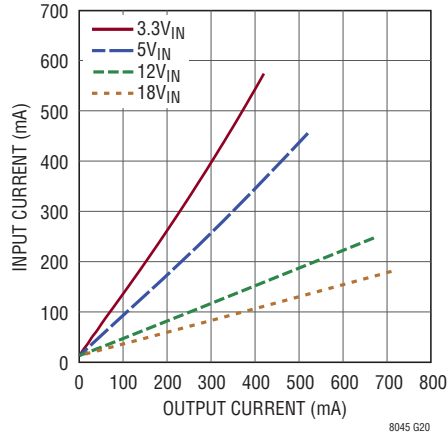
8045 G18

標準的性能特性

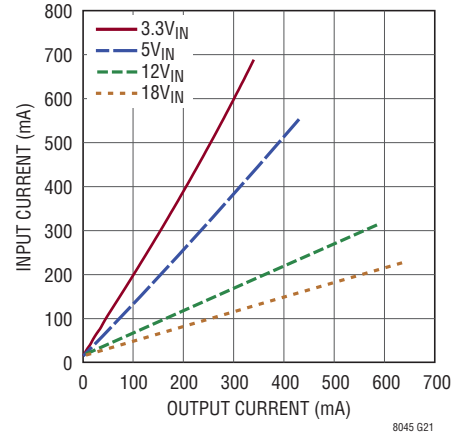
入力電流と出力電流、
-2.5V_{OUT} 反転コンバータ



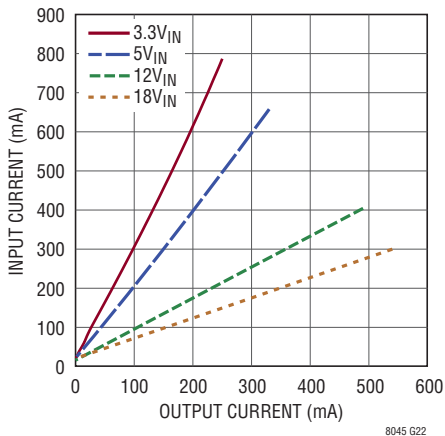
入力電流と出力電流、
-3.3V_{OUT} 反転コンバータ



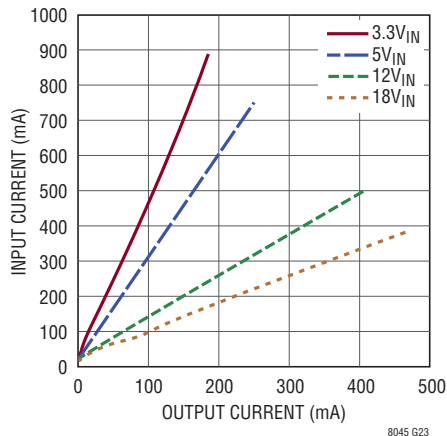
入力電流と出力電流、
-5V_{OUT} 反転コンバータ



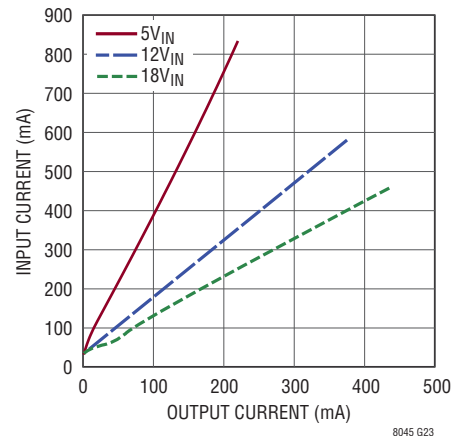
入力電流と出力電流、
-8V_{OUT} 反転コンバータ



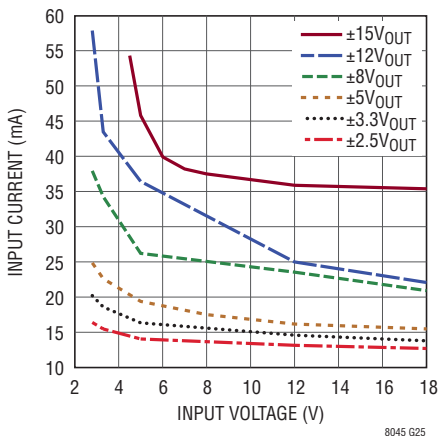
入力電流と出力電流、
-12V_{OUT} 反転コンバータ



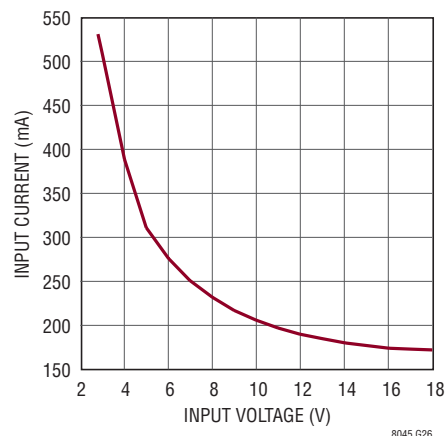
入力電流と出力電流、
-15V_{OUT} 反転コンバータ



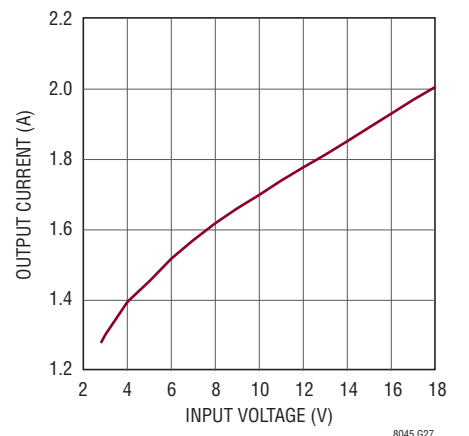
入力電流と入力電圧、
5mA 負荷



入力電流と入力電圧、
出力を短絡

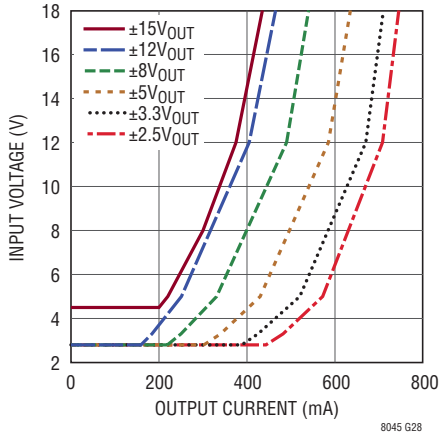


出力電流と入力電圧、
出力を短絡

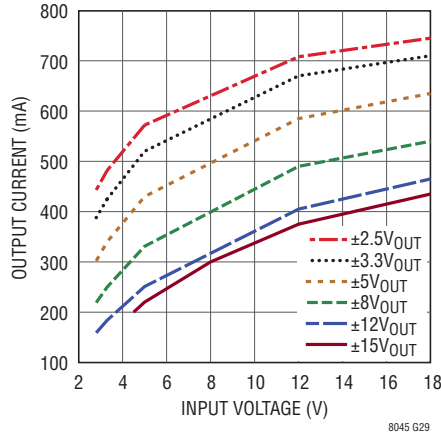


標準的性能特性

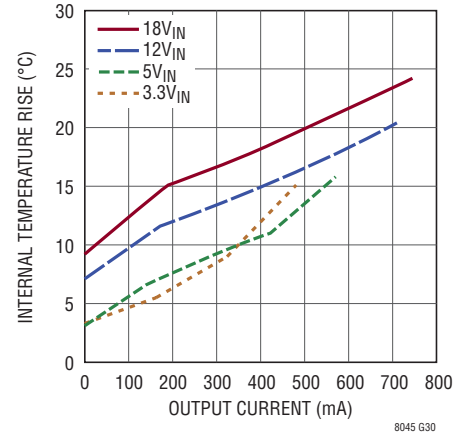
必要な最小入力電圧と出力電流



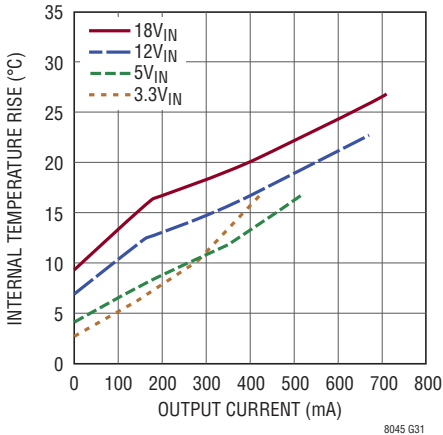
最大出力電流と入力電圧



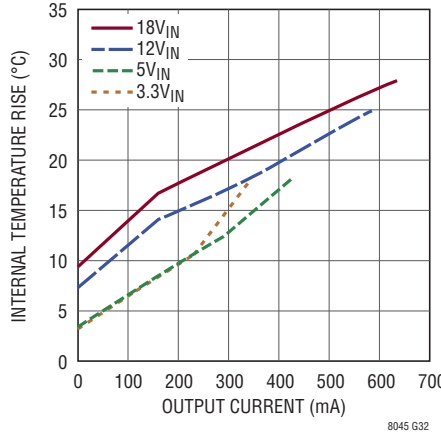
内部温度上昇と出力電流、
2.5V_{OUT} SEPIC



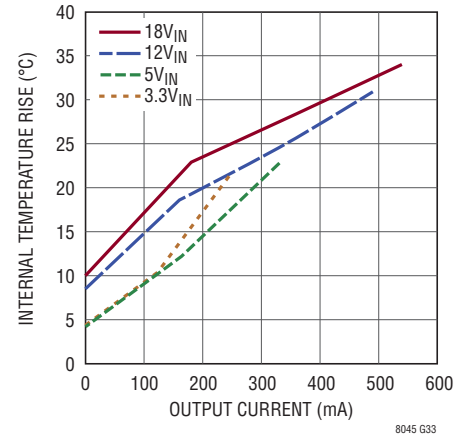
内部温度上昇と出力電流、
3.3V_{OUT} SEPIC



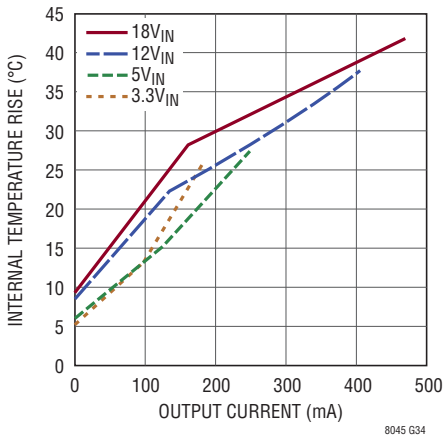
内部温度上昇と出力電流、
5V_{OUT} SEPIC



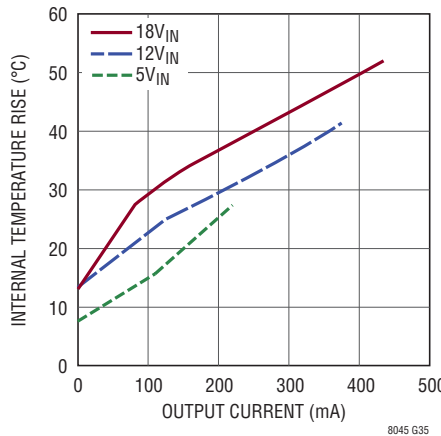
内部温度上昇と出力電流、
8V_{OUT} SEPIC



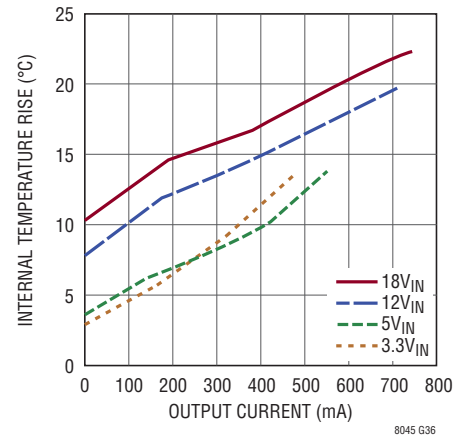
内部温度上昇と出力電流、
12V_{OUT} SEPIC



内部温度上昇と出力電流、
15V_{OUT} SEPIC

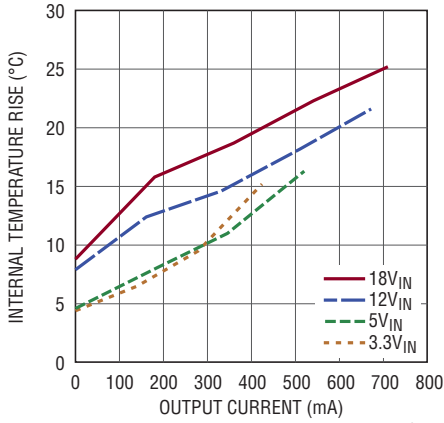


内部温度上昇と出力電流、
-2.5V_{OUT} 反転コンバータ



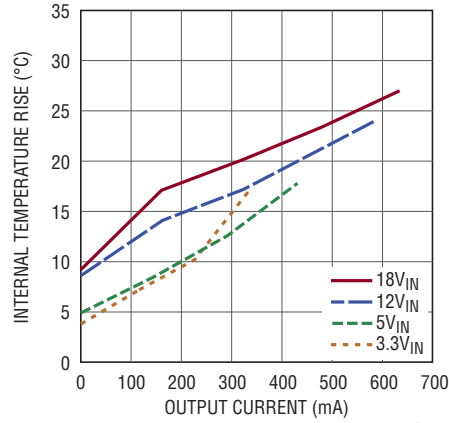
標準的性能特性

内部温度上昇と出力電流、
-3.3V_{OUT} 反転コンバータ



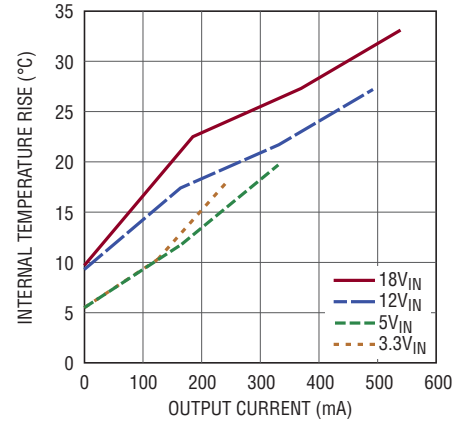
8045 G37

内部温度上昇と出力電流、
-5V_{OUT} 反転コンバータ



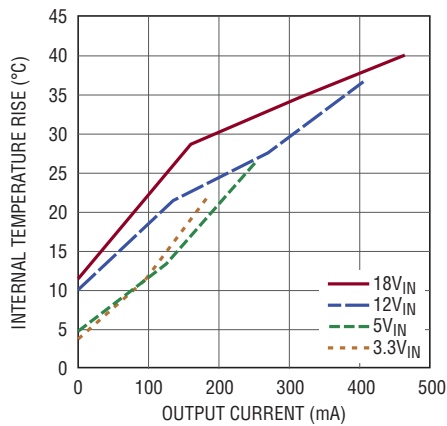
8045 G38

内部温度上昇と出力電流、
-8V_{OUT} 反転コンバータ



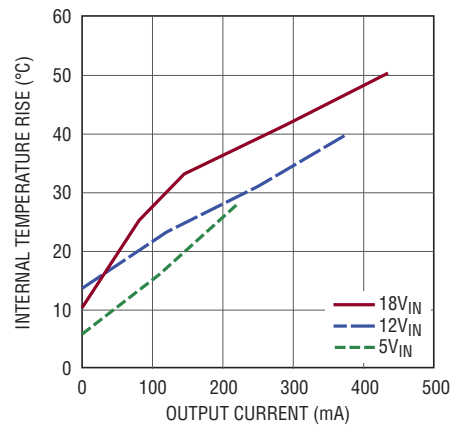
8045 G39

内部温度上昇と出力電流、
-12V_{OUT} 反転コンバータ



8045 G40

内部温度上昇と出力電流、
-15V_{OUT} 反転コンバータ



8045 G41

ピン機能

V_{OUT}⁻ (バンク1) : V_{OUT}⁻は、LTM8045の負の出力です。V_{OUT}⁺とV_{OUT}⁻の間に外付けコンデンサを接続します。LTM8045を正の出力SEPICレギュレータとして構成するには、このネットをGNDに接続します。

V_{OUT}⁺ (バンク2) : V_{OUT}⁺は、LTM8045の正の出力です。V_{OUT}⁺とV_{OUT}⁻の間に外付けコンデンサを接続します。LTM8045を負の出力反転レギュレータとして構成するには、このネットをGNDに接続します。

GND (バンク3) : これらのGNDピンはLTM8045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。正常に動作するには、GNDがV_{OUT}⁺またはV_{OUT}⁻のいずれかに接続されている必要があります。ほとんどのアプリケーションでは、LTM8045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_{IN} (バンク4) : V_{IN}ピンは、LTM8045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、外付けの低ESR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。

FB (ピンA3) : SEPICとして構成した場合、LTM8045はFBピンを1.215Vに安定化します。FBとV_{OUT}⁺の間に抵抗を接続します。その値は、 $R_{FB} = [(V_{OUT} - 1.215) / 0.0833] \text{k}\Omega$ にします。LTM8045を反転コンバータとして構成した場合、LTM8045はFBピンを5mVに安定化します。FBとV_{OUT}⁻の間に抵抗を接続します。その値は、 $R_{FB} = [(|V_{OUT}| + 0.005) / 0.0833] \text{k}\Omega$ にします。

SYNC (ピンE1) : スイッチング周波数を外部クロックに同期させるには、単にこのピンをクロックでドライブします。クロックの“H”電圧レベルは1.3Vを超える必要があります、“L”電圧レベルは0.4V未満である必要があります。このピンを0.4V未満にドライブすると、内部自走クロックに戻ります。SYNC機能を使用しない場合、このピンをグラウンドに接続します。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。

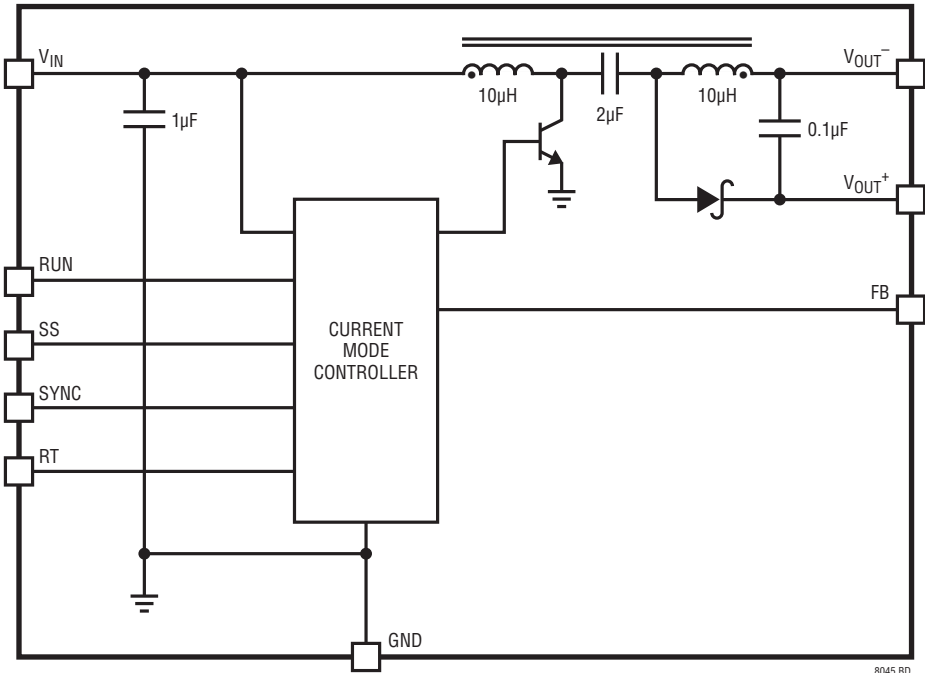
SS (ピンF1) : ソフトスタート・コンデンサをここに接続します。起動すると、SSピンは(公称) 275kの抵抗を介して約2.2Vに充電されます。

RT (ピンG1) : RTピンは、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LTM8045のスイッチング周波数を設定するために使用します。LTM8045に必要な抵抗の値は、式 $R_T = (91.9 / f_{OSC}) - 1$ によって決まります。ここで、f_{OSC}は、標準のスイッチング周波数(単位: MHz)で、R_Tの単位はkΩです。このピンはオープンのままにしないでください。

RUN (ピンG3) : このピンは、デバイスをイネーブル/ディスエーブルし、ソフトスタート・シーケンスを再開します。デバイスをディスエーブルするには、1.235Vより下にドライブします。デバイスをアクティブにしてソフトスタート・シーケンスを再開するには1.385Vより上にドライブします。このピンはフロート状態にしないでください。

LTM8045

ブロック図



動作

LTM8045は、単に V_{OUT^-} または V_{OUT^+} をGNDに接続するだけでそれぞれSEPIC (シングルエンド・プライマリ・インダクタンス・コンバータ)または反転電源として構成可能なスタンドアロン・スイッチングDC/DCコンバータです。最大18VDCの入力電圧に対応しています。出力は、SEPIC構成では2.5V～15V、反転構成では-2.5V～-15Vの間で調整可能です。LTM8045は、 $V_{OUT} = 2.5V$ または-2.5Vのとき、 $V_{IN} = 12V$ で700mAを供給できます。

「ブロック図」に示すように、LTM8045は、電流モード・コントローラ、パワー・スイッチング素子、パワー結合インダクタ、パワー・ショットキ・ダイオードおよび小さな入力容量と出力容量を内蔵しています。LTM8045は固定周波数PWMコンバータです。

LTM8045のスイッチングは、RTピンに抵抗を接続するか、200kHz～2MHzの周波数で外部ソースに同期することで自走可能です。外部ソースと同期させるには、SYNCピンに有効

な信号源をドライブします。SYNC信号を与えるかどうかに関わらず、 R_T 抵抗が必要です。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。

また、LTM8045は、デバイスの起動動作を制御するためにRUNピンとSSピンを備えています。RUNピンは、抵抗を1つか2つだけ接続して高精度な低電圧ロックアウト機能を実装するためにも使用できます。

LTM8045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。

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. 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の関係、極性、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。

LTM8045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。

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)

SEPIC Topology

V_{IN} (V)	V_{OUT} (V)	C_{IN}	C_{OUT}	R_{ADJ} (k)	$f_{OPTIMAL}$	R_T (OPTIMAL) (k)	f_{MAX} (MHz)	R_T (MIN) (k)
2.8 to 18	2.5	4.7 μF , 25V, 1206	100 μF , 6.3V, 1210	15.4	600kHz	154	1.3	69.8
2.8~18	3.3	4.7 μF , 25V, 1206	100 μF , 6.3V, 1210	24.9	700kHz	130	1.5	60.4
2.8 to 18	5	4.7 μF , 25V, 1206	100 μF , 6.3V, 1210	45.3	800kHz	115	2	45.3
2.8 to 18	8	4.7 μF , 25V, 1206	47 μF , 10V, 1210	80.6	1MHz	90.9	2	45.3
2.8 to 18	12	4.7 μF , 25V, 1206	22 μF , 16V, 1210	130	1.2MHz	75.0	2	45.3
4.5 to 18	15	4.7 μF , 25V, 1206	22 μF , 25V, 1210	165	1.5MHz	60.4	2	45.3

Inverting Topology

V_{IN} (V)	V_{OUT} (V)	C_{IN}	C_{OUT}	R_{ADJ} (k)	$f_{OPTIMAL}$	R_T (OPTIMAL) (k)	f_{MAX} (MHz)	R_T (MIN) (k)
2.8 to 18	-2.5	4.7 μF , 25V, 0805	47 μF , 6.3V, 1206	30.1	600kHz	154	1.3	69.8
2.8 to 18	-3.3	4.7 μF , 25V, 0805	47 μF , 6.3V, 1206	39.2	650kHz	140	1.5	60.4
2.8 to 18	-5	4.7 μF , 25V, 0805	22 μF , 6.3V, 1206	60.4	700kHz	130	2	45.3
2.8 to 18	-8	4.7 μF , 25V, 1206	22 μF , 10V, 1206	95.3	1MHz	90.9	2	45.3
2.8 to 18	-12	4.7 μF , 25V, 1206	10 μF , 16V, 1206	143	1.2MHz	75.0	2	45.3
4.5 to 18	-15	4.7 μF , 25V, 1206	4.7 μF , 25V, 1206	178	1.5MHz	60.4	2	45.3

アプリケーション情報

出力電圧の設定

出力電圧の設定は、抵抗(R_{FB})を、SEPICでは V_{OUT}^+ からFBピンに、反転コンバータでは V_{OUT}^- からFBピンに接続して行います。 R_{FB} は、SEPICでは式 $R_{FB} = [(V_{OUT} - 1.215) / 0.0833]k\Omega$ 、反転コンバータでは式 $R_{FB} = [(|V_{OUT}| + 0.005) / 0.0833]k\Omega$ によって決まります。

コンデンサの選択に関する検討事項

表1の C_{IN} コンデンサと 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ー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、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。

セラミック・コンデンサに関する最後の注意点はLTM8045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。LTM8045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、デバイス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。

スイッチング周波数の設定

LTM8045の動作スイッチング周波数範囲は200kHz～2MHzです。この自走周波数は、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。このピンはどのような状況でも開放のままにしないでください。SYNCピンを“L”(< 0.4V)にドライブすると、動作周波数は、RTピンからグランドに接続し

た抵抗によって設定されます。 R_T の値は次式を使って計算します。

$$R_T = \frac{91.9}{f_{OSC}} - 1$$

ここで、 f_{OSC} は標準のスイッチング周波数(単位はMHz)で、 R_T の単位はk Ω です。

スイッチング周波数の妥協点

該当する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、異なる周波数が必要になることがあります。LTM8045は十分柔軟性があり、広い範囲の動作周波数に対応しますが、無計画に周波数を選ぶと、特定の動作条件やフォルト条件で望ましくない動作になることがあります。周波数が高すぎると効率が低下し、過剰な熱が生じることがあり、一部の障害条件ではLTM8045が損傷することさえあります。周波数が低すぎると最終デザインの出力リップルが大きくなりすぎたり、出力コンデンサ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化

スイッチング周波数は外部クロック・ソースに同期させることができます。外部ソースと同期させるには、単にSYNCピンにデジタル・クロック信号を与えます。SYNCクロック周波数でスイッチングが発生します。SYNCを“L”にドライブすると、スイッチング周波数は、数クロック周期後に内部自走発振器に戻ります。

SYNCを“H”にドライブすると、スイッチングは停止します。

SYNCのデューティ・サイクルは、適切に動作させるには35%～65%でなければなりません。SYNC信号の周波数は、次の条件を満たす必要があります。

1. SYNCは、“L”で停止して自走発振器をイネーブルする場合以外、200kHz～2MHzの周波数範囲を外れてはなりません。
2. SYNC周波数は、自走発振器周波数の f_{OSC} より常に高くすることができますが、 f_{OSC} より25%下回ることはできません(f_{OSC} は R_T で設定されます)。

アプリケーション情報

ソフトスタート

LTM8045の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、スルーレートが設定されます。コマンドによるシャットダウンまたはロックアウト (RUNピン)、内部低電圧ロックアウトまたはサーマル・シャットダウンの場合、ソフトスタート・コンデンサは、充電が再開される前に自動的に放電されます。そのため、LTM8045の再起動時に必ずソフトスタートが作動します。ソフトスタート時間は次式によって与えられます。

$$t_{SS} = C_{SS}/5.45,$$

ここで、 C_{SS} の単位は μF であり、 t_{SS} の単位は秒です。

設定可能な低電圧ロックアウト

LTM8045の低電圧ロックアウト (UVLO) を設定する方法を図1に示します。UVLOは、入力電源が電流制限されているか、または入力電源のソース抵抗が比較的高いか、ゆっくりとランプアップ/ランプダウンする状況で通常使用されます。スイッチング・レギュレータは電源から一定の電力を引き出すため、電源電圧が低下するにつれて電源電流が増加します。この現象は電源からは負の抵抗負荷のように見えるため、電源電圧が低い状態では、電源が電流を制限するか、または低電圧にラッチする原因になることがあります。UVLOは、これらの問題が発生する可能性がある電源電圧でレギュレータが動作しないようにします。

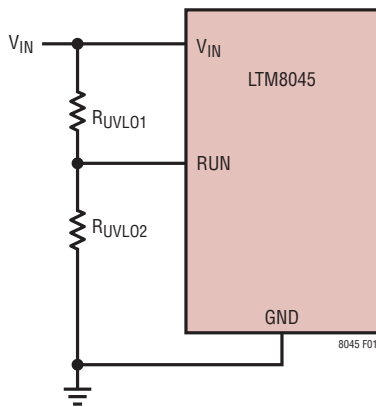


図1. RUNピンは、高精度なUVLOを実装するためにも使用可能

RUNピンの電圧ヒステリシスの標準的しきい値は1.32V (立ち上がり) および1.29V (立ち下がり) であり、内部回路では、RUNしきい値で標準11.6 μA の電流が流れます。そのため、 R_{UVLO2} が必須ではなくなり、UVLOを1つの抵抗で実装することが可能になります。抵抗 R_{UVLO2} はオプションです。 R_{UVLO2} を追加すると、RUNピンの電流の変化によって生じる全体のUVLO電圧の変動を減らすことができます (「電気的特性」を参照)。 R_{UVLO2} に適切な値は10k \pm 1% 以下です。 R_{UVLO2} の値を選択したら、 R_{UVLO1} は次のどちらかの式で求めることができます。

$$R_{UVLO1} = \frac{V_{IN(RISING)} - 1.32V}{\frac{1.32V}{R_{UVLO2}} + 11.6\mu A}$$

or

$$R_{UVLO1} = \frac{V_{IN(FALLING)} - 1.29V}{\frac{1.29V}{R_{UVLO2}} + 11.6\mu A}$$

ここで、 $V_{IN(RISING)}$ と $V_{IN(FALLING)}$ はそれぞれ、立ち上がり時と立ち下がり時の V_{IN} しきい値電圧です。

たとえば、1個の抵抗の構成を使って3.5Vより下の V_{IN} 電圧に対してLTM8045をディスエーブルするには、次のように選択します。

$$R_{UVLO1} = \frac{3.5V - 1.29V}{\frac{1.29V}{\infty} + 11.6\mu A} = 191k$$

2個の抵抗の構成を使って4.5Vより上の V_{IN} に対してLTM8045をアクティブにするには、 $R_{UVLO2} = 10k$ を選択し、次のようにします。

$$R_{UVLO1} = \frac{4.5V - 1.32V}{\frac{1.32V}{10k} + 11.6\mu A} = 22.1k$$

内部の低電圧ロックアウト

LTM8045は、 V_{IN} が最小動作レベル (標準で約2.3V) より下に下がらないか、 V_{IN} 電源電圧を監視します。 V_{IN} が“L”であることが検出されると、パワー・スイッチが非アクティブにされ、他方、十分な V_{IN} 電圧が持続する間、ソフトスタート・コンデンサは放電します。 V_{IN} が“H”であることが検出されると、パワー・スイッチが再度アクティブにされ、ソフトスタート・コンデンサが充電され始めます。

アプリケーション情報

サーマル・シャットダウン

LTM8045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。デバイスは、冷却されると自動的に再起動します。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ます。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、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。

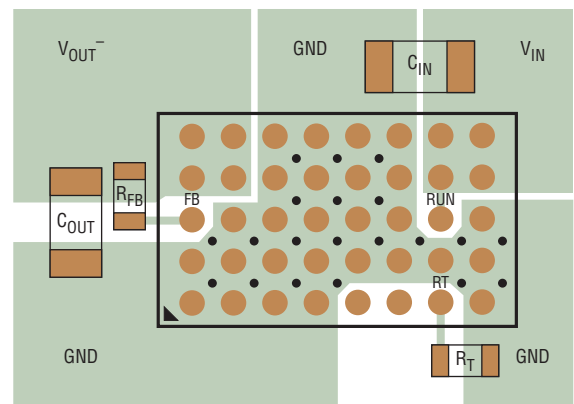
プリント回路基板のレイアウト

PCBのレイアウトに関連した困難な問題のほとんどはLTM8045による高度の集積化によって緩和ないし除去されました。とはいえ、LTM8045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、規定された動作を実現できないことがあります。反転構成アプリケーションの推奨レイアウトについては図2を、SEPIC構成アプリケーションの推奨レイアウトについては図3を参照してください。接地と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。

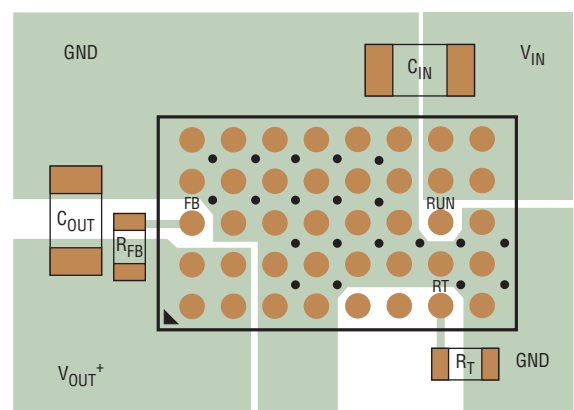
1. R_{FB} と R_T の抵抗をそれぞれのピンのできるだけ近くに配置します。
2. C_{IN} コンデンサをLTM8045の V_{IN} およびGND接続箇所のできるだけ近くに配置します。
3. C_{OUT} コンデンサをLTM8045の V_{OUT}^+ および V_{OUT}^- 接続箇所のできるだけ近くに配置します。
4. C_{IN} および C_{OUT} の各コンデンサのグラウンド電流がLTM8045の近くまたは下を流れるようにこれらのコンデンサを配置します。
5. 全てのGND接続をトップ層のできるだけ大きな銅領域またはプレーン領域に接続します。外付け部品とLTM8045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2および図3のサーマル・ビアの位置と密度に注意してください。これらの位置で内部GNDプレーンに接続されているビアは内部の電力を処理する部品に近接しているため、それらのビアによって与えられるヒートシンク機能から、LTM8045は恩恵を得ることができます。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。



● GROUND, THERMAL VIAS

図2. 反転トポロジ・アプリケーションにおける外付け部品、グラウンド・プレーン、サーマル・ビアの推奨レイアウト



● GROUND, THERMAL VIAS

図3. SEPICトポロジ・アプリケーションにおける外付け部品、グラウンド・プレーン、サーマル・ビアの推奨レイアウト

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、LTM8045の回路の入力バイパス・コンデンサに最適です。ただし、LTM8045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、LTM8045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LTM8045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、ユーザーがLTM8045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ネットワーク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として、 V_{IN} のネットにバルク電解コンデンサを追加します。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。

熱に関する検討事項

LTM8045を高い周囲温度で動作させることが要求される場合、または大電力を連続して供給する必要がある場合は、LTM8045の出力電流を軽減することが必要な可能性があります。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、トップおよびボトム層の銅厚が2オンス、内側の層の銅厚が1オンスである25.8cm²の4層FR4プリント回路基板に実装したLTM8045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ーの側で検証してください。

このデータシートの「ピン配置」のセクションに記載されている熱抵抗の値は、JESD 51-9 (“Test Boards for Area Array Surface Mount Package Thermal Measurements”) で規定されるテスト・ボードに実装した μ Moduleパッケージのモデリングに基づいています。このページに示す熱係数は、JESD 51-12 (“Guidelines for Reporting and Using Electronic Package Thermal Information”) に基づいています。

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FEA (有限要素解析) を使って熱性能を予測します。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。
- $\theta_{JCbottom}$: 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_{JB} : 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。
- $\theta_{JCbottom}$ は、すべての部品の電力損失による熱がパッケージの底面を流れる状態での接合部からパッケージの底面までの熱抵抗です。標準的 μ Moduleコンバータでは、熱の大半がパッケージの底部から流れ出しますが、周囲の環境に流れ出す熱流も常に存在します。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。

アプリケーション情報

- 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 μ Module コンバータ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。 $\theta_{JCbottom}$ の場合のように、この値はパッケージの比較には役立ちますが、このテスト条件は一般に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 μ Module コンバ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、 $\theta_{JCbottom}$ 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。基板の温度は、両面の2層基板を使って、パッケージからの規定された距離で測定されます。この基板は JESD 51-9 に記述されています。

これらの定義によれば、これらの熱係数のいずれも μ Module コンバータの実際の物理的動作条件を反映してはい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、いづれ

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4に示します。

青色の熱抵抗は μ Module コンバータ内部に含まれ、緑色の熱抵抗は外部にあります。

LTM8045 のダイ温度は 125°C の最大定格より低くなければならぬので、回路のレイアウトに注意して LTM8045 に十分なヒートシンクを与えます。LTM8045 からの熱流の大半は、 μ Module コンバータの底面および BGA 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、「プリント回路基板のレイアウト」のセクションを参照してください。

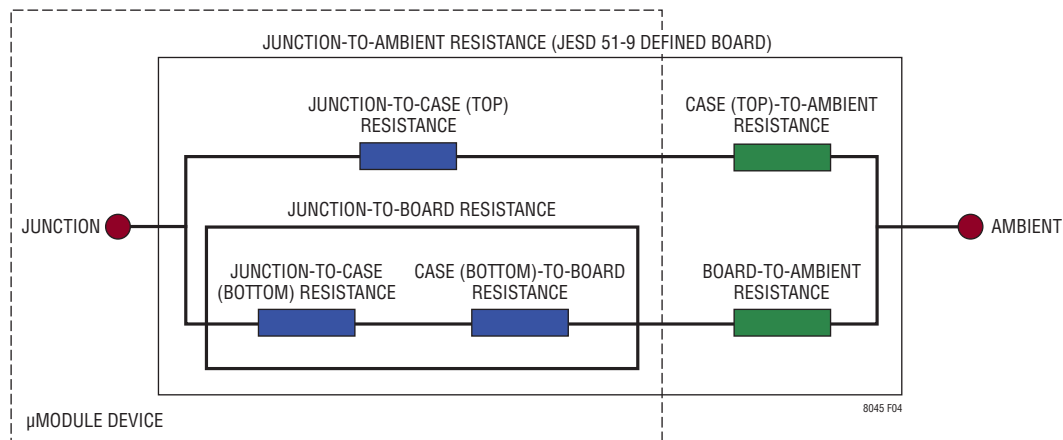
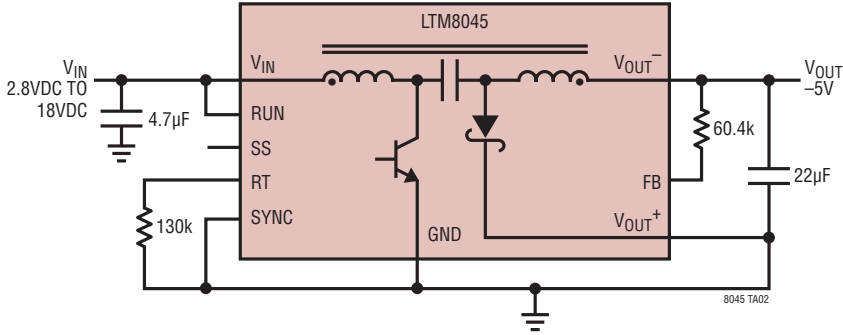


図 4.

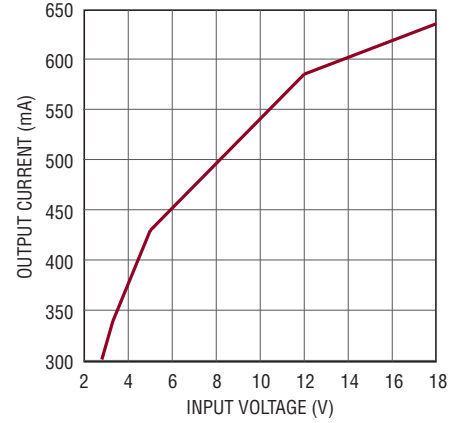
LTM8045

標準的応用例

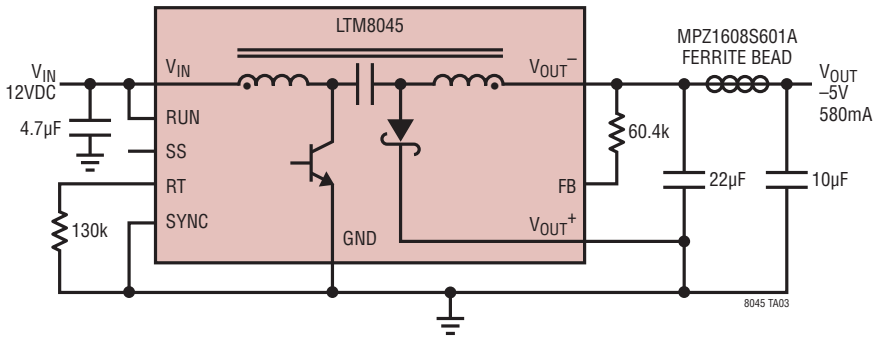
-5V 反転コンバータ



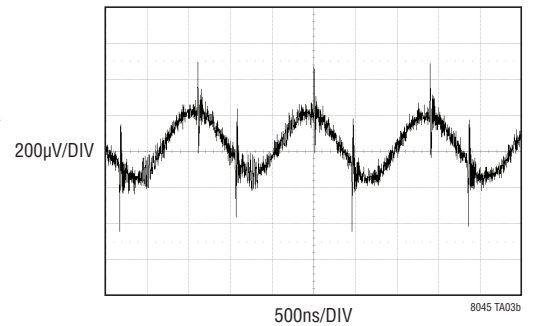
最大出力電流と
入力電圧 -5V_{OUT} 反転コンバータ



追加の出力フィルタを持つ -5V 反転コンバータ

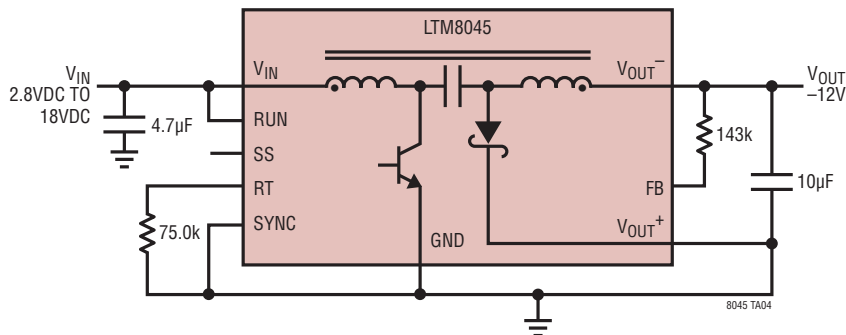


出力リップルとノイズ



MEASURED PER AN70,
USING HP461A AMPLIFIER,
150MHz BW

-12V 反転コンバータ



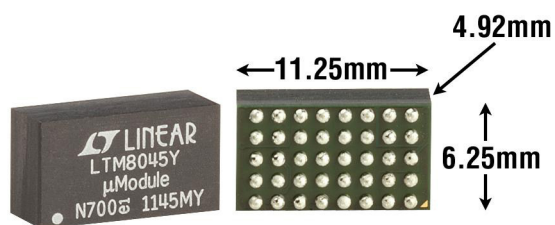
8045fb

パッケージ

表2. ピン配置表(ピン番号順)

ピン番号	機能	ピン番号	機能	ピン番号	機能	ピン番号	機能
A1	V _{OUT} ⁺	B1	V _{OUT} ⁺	C1	GND	D1	GND
A2	V _{OUT} ⁺	B2	V _{OUT} ⁺	C2	GND	D2	GND
A3	FB	B3	GND	C3	GND	D3	GND
A4	V _{OUT} ⁻	B4	V _{OUT} ⁻	C4	GND	D4	GND
A5	V _{OUT} ⁻	B5	V _{OUT} ⁻	C5	GND	D5	GND
E1	SYNC	F1	SS	G1	RT	H1	GND
E2	GND	F2	GND	G2	GND	H2	GND
E3	GND	F3	GND	G3	RUN	H3	GND
E4	GND	F4	GND	G4	V _{IN}	H4	V _{IN}
E5	GND	F5	GND	G5	V _{IN}	H5	V _{IN}

パッケージの写真



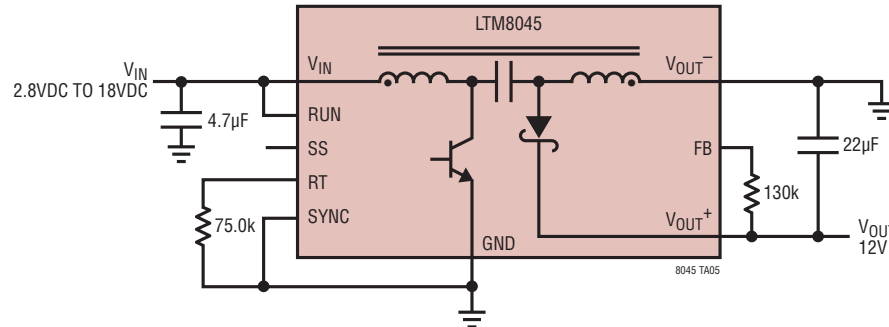
改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	02/13	最大出力電圧:16Vと-16Vから、15Vと-15Vにそれぞれ変更	1
B	02/14	SnPb BGAパッケージオプションの追加	1,2

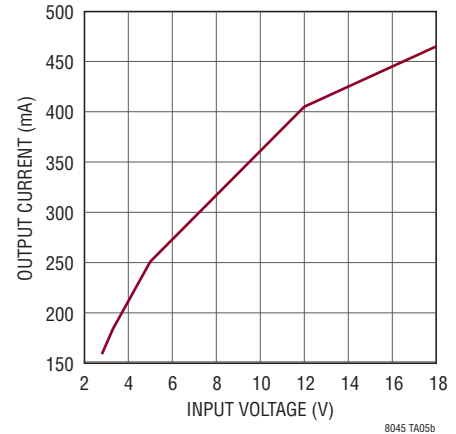
LTM8045

標準的応用例

12V SEPIC コンバータ



最大出力電流と入力電圧
12V_{OUT} SEPIC



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTM8047	1.5W、725VDC 絶縁型 µModule レギュレータ	1.5W 出力電力、 $3.1V \leq V_{IN} \leq 32V$ 、 $2.5V \leq V_{OUT} \leq 12V$ 、 $9mm \times 11.25mm \times 4.92mm$ BGA パッケージ
LTM8048	低ノイズポスト・レギュレータ内蔵 1.5W、725VDC 絶縁型 µModule レギュレータ	1.5W 出力電力、 $3.1V \leq V_{IN} \leq 32V$ 、 $1.2V \leq V_{OUT} \leq 12V$ 、 $1mV_{P-P}$ 出力リップル、 $9mm \times 11.25mm \times 4.92mm$ BGA パッケージ
LTM8025	36V _{IN} 、3A 降圧 µModule レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、同期可能、 $9mm \times 15mm \times 4.32mm$ LGA パッケージ
LTM8033	36V、3A EN55022 クラス B 認証 DC/DC 降圧 µModule レギュレータ	$3.6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、同期可能、 $11.25mm \times 15mm \times 4.3mm$ LGA
LTM8026	調整可能な電流制限付き、36V _{IN} 、5A 降圧 µModule レギュレータ	$6V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、 $1.2V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、調整可能な電流制限、同期可能、 $11.25mm \times 15mm \times 2.82mm$ LGA
LTM8027	60V _{IN} 、4A DC/DC 降圧 µModule レギュレータ	$4.5V \leq V_{IN} \leq 60V$ 、 $2.5V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、同期可能、 $15mm \times 15mm \times 4.3mm$ LGA
LTM4613	36V _{IN} 、8A EN55022 クラス B 認証 DC/DC 降圧 µModule レギュレータ	$3.3V \leq V_{OUT} \leq 15V$ 、 $5V \leq V_{IN} \leq 36V$ 、PLL 入力、V _{OUT} のトラッキングおよびマージニング、 $15mm \times 15mm \times 4.3mm$ LGA
LTM8061	設定可能な入力電流制限付き、32V、2A 降圧 µModule バッテリ・チャージャ	CC-CV 充電の 1 セルおよびデュアル・セル・リチウムイオンまたはリチウムポリマー・バッテリーに最適、 $4.95V \leq V_{IN} \leq 32V$ 、C/10 または調整可能なタイマ充電終了、NTC 抵抗モニタ入力、 $9mm \times 15mm \times 4.32mm$ LGA
LTM8062A	太陽光発電アプリケーション向けに最大ピーク電力トラッキング (MPPT) を備える、32V、2A 降圧 µModule バッテリ・チャージャ	CC-CV 充電手法のバッテリー材料 (リチウムイオン、リチウムポリマー、鉛酸、LiFePO ₄) に最適、ユーザーが調整可能な MPPT サーボ電圧、 $4.95V \leq V_{IN} \leq 32V$ 、 $3.3V \leq V_{BATT} \leq 18.8V$ (調整可能)、C/10 または調整可能なタイマ充電終了、NTC 抵抗モニタ入力、 $9mm \times 15mm \times 4.32mm$ LGA
LTC2978	EEPROM 付きオクタル・デジタル電源マネージャ	I ² C/PMBus インタフェース、設定用 EEPROM、フォルト・ロギング、 $\pm 0.25\%$ TUE 付き 16 ビット ADC、電源電圧 3.3V ~ 15V
LTC2974	EEPROM 付きクワッド・デジタル電源マネージャ	I ² C/PMBus インタフェース、設定用 EEPROM、フォルト・ロギング、チャネルごとの電圧、電流および温度測定
LTC3880	デジタル電源システム・マネージメント付き、デュアル出力、PolyPhase [®] 降圧 DC/DC コントローラ	I ² C/PMBus インタフェース、設定用 EEPROM、フォルト・ロギング、出力電圧精度 $\pm 0.5\%$ 、MOSFET ゲート・ドライバ

8045fb