

10Aスイッチを内蔵したLED駆動用の38V入力 μModule昇圧レギュレータ

特長

- 広い入力電圧範囲: 5V~38V
- 昇圧またはSEPICの電源トポロジー
- 調整可能なLED電流: 最大1.6A
- 40V/10Aのパワー・スイッチ内蔵
- 広い温度範囲: -40°C~150°C
- 入力電流と出力電流の通知
- PWM制御および出力切断用の内部スイッチ
- スペクトラム拡散周波数変調回路を内蔵
- 3000:1のTrue Color PWM™調光
- OPENLEDフラグ付きの開放LED保護
- 短絡保護とSHORTLEDフラグ
- 設定可能なフォルト再起動タイム付きソフトスタート
- 9mm × 11.25mm × 2.22mm BGA

アプリケーション

- 大電力LED、高電圧LED
- 高精度の電流制限電圧レギュレータ

概要

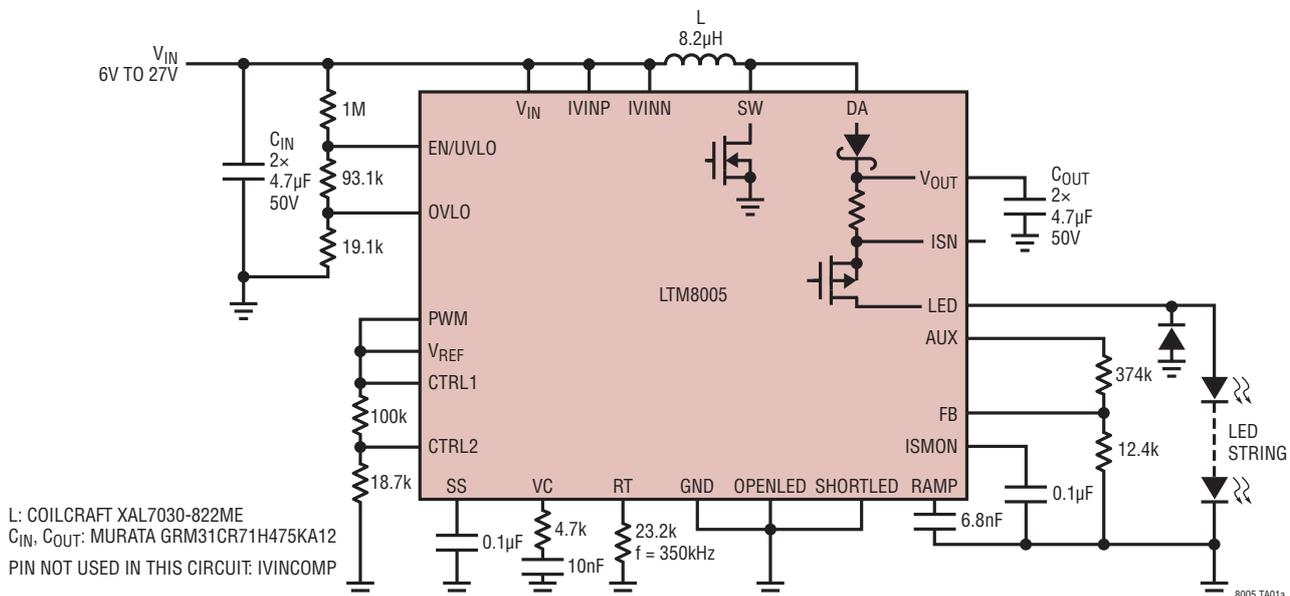
LTM®8005は、電流または電圧を安定化する目的で設計された38V入力、38V出力のμModule(パワーマイクロモジュール) LEDドライバで、LEDを駆動するのに最適です。固定周波数の電流モード・アーキテクチャにより、広い範囲の電源電圧および出力電圧にわたって安定した動作が得られます。スペクトラム拡散周波数変調(SSFM)回路を動作させることにより、電磁適合性(EMC)性能を向上させることができます。グランドを基準にした電圧帰還(FB)ピンは、いくつかのLED保護機能の入力として機能します。また、FBピンを使用すると、コンバータを定電圧源として動作させることもできます。PWM入力は最大3000:1のLED調光比を実現し、CTRL入力は追加のアナログ調光機能を備えています。

高さの低いパッケージなので、プリント回路基板裏面の未使用スペースを利用できます。LTM8005は、熱特性が改善された小型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。LTM8005はRoHSに準拠しています。

全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

スペクトラム拡散回路を内蔵し、6V~27Vの入力で30.5V~35.5VのLED列を350mAで駆動する(昇圧)回路



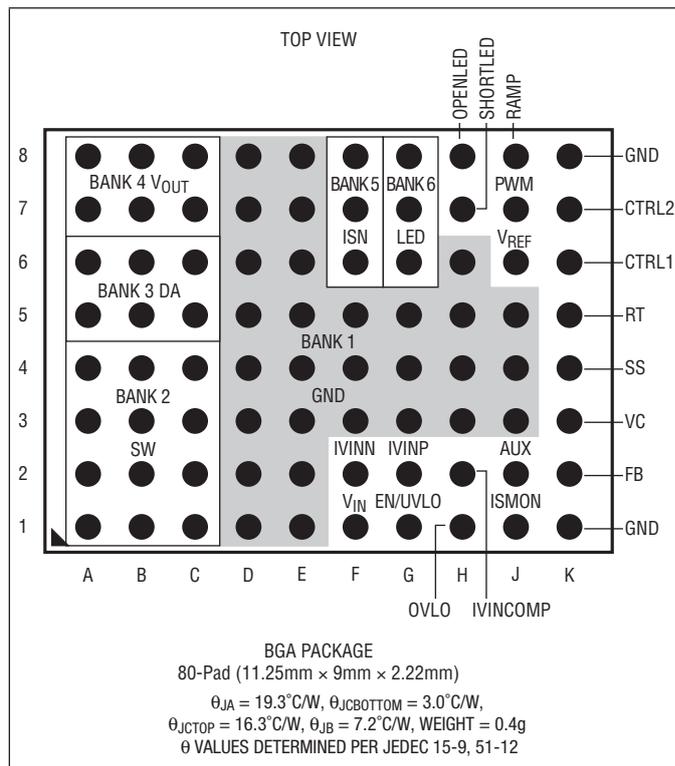
LTM8005

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN} 、EN/UVLO、 I_{MNN} 、 I_{VINP}	50V
ISNとLEDの電圧差	40V
SW、ISN、LED、 V_{OUT} 、 V_{OUT-DA}	40V
SW、ISN、LED、 V_{OUT} 、 V_{OUT-DA}	45V (トランジエント)
CTRL1、CTRL2	15V
PWM、SHORTLED、OPENLED	12V
FB、OVLO	8V
最大ジャンクション温度 (Eグレード、Iグレード、MPグレード)	125°C
最大ジャンクション温度 (Hグレード)	150°C
保存温度	150°C
半田リフローのピーク・ボディ温度	260°C

ピン配置



発注情報

<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTM8005#orderinfo>

製品番号	端子仕上げ	製品マーキング*		パッケージの種類	MSL 定格	温度範囲
		デバイス	仕上げコード			
LTM8005EY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8005	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8005IY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8005	e1	BGA	3	-40°C to 125°C
LTM8005HY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8005	e1	BGA	3	-40°C to 150°C
LTM8005MPY#PBF	SAC305 (RoHS)	LTM8005	e1	BGA	3	-55°C ~ 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に準拠しています。

• 端子仕上げの製品マーキング: www.linear-tech.co.jp/leadfree

• LGA/BGAの推奨のPCBアセンブリ手順および製造手順の参照先: www.linear-tech.co.jp/umodule/pcbassembly

• LGA/BGAパッケージおよびトレイの図面の参照先: www.linear-tech.co.jp/packaging

電気的特性

●は規定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、CTRL1 = CTRL2 = PWM = 5V (Note 2)。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Minimum Input Voltage		●		5	V	
LED DC Current	CTRL1 = 1.5V CTRL1 = 0.6V CTRL1 = 0.2V		1.65 0.8 0.16		A A A	
SW Current Limit		10	12	14	A	
SW $R_{DS(ON)}$			19		m Ω	
ISMON Voltage	$I_{LED} = 1.5\text{A}$	0.88		0.96	V	
Quiescent Current into V_{IN}	EN/UVLO = 0V (Disabled), PWM = 0V EN/UVLO = 1.15V, PWM = 0V RT = 82.5K to GND, FB = 1.5V (Not Switching)			35 40 3.5	μA μA mA	
V_{REF} Voltage	$I_{REF} = -100\mu\text{A}$	●	1.95	2.00	2.08	V
V_{REF} Line Regulation	$5\text{V} < V_{IN} < 48\text{V}$		0.1		%	
V_{REF} Load Regulation	$-100\mu\text{A} < I_{REF} < 0\mu\text{A}$		1		%	
SS Current	Sourcing, SS = 0V Sinking, I_{LED} Overcurrent		28 2.8		μA μA	
I_{LED} Overcurrent Threshold			2.4		A	
ISN-LED $R_{DS(ON)}$			53		m Ω	
VC Output Impedance			2000		k Ω	
VC Standby Input Bias Current	PWM = 0V	-20		20	nA	
VC Pin Current	VC = 1.2V, Sourcing VC = 1.2V, Sinking		10 30		μA μA	
Voltage at FB pin		●	1.23	1.25	1.27	V
FB Amplifier g_m			500		μS	
FB Pin Input Bias Current	Current Out of Pin, FB = V_{FB}			200	nA	
FB OPENLED Threshold	OPENLED Falling	1.176		1.222	V	
FB Overvoltage Threshold		1.26		1.34	V	
FB SHORTLED Threshold	SHORTLED Falling		300	350	mV	
LED Current C/10 Threshold			0.16		A	
Input Current Limit Threshold	$I_{VINP} - I_{VINN}$	53		67	mV	
$I_{VINCOMP}$ Voltage	$I_{VINP} - I_{VINN} = 60\text{mV}$		1.2		V	
Switching Frequency	RT = 82.5k RT = 26.1k RT = 6.65k	85 240 800	105 300 1000	125 360 1200	kHz kHz kHz	
Switching Frequency Modulation	RAMP = 2V		70		%	
RAMP Input Low Threshold			1.		V	
RAMP Input High Threshold			2		V	
RAMP Pin Source Current	RAMP = 0.4V		12		μA	
RAMP Pin Sink Current	RAMP = 1.6V		12		μA	
CTRL1, CTRL2 Pin Current	CTRL1, CTRL2 = 1V			200	nA	
PWM Input Threshold Rising			1		V	
PWM Pin Bias Current			10		μA	

電气的特性

● は規定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、CTRL1 = CTRL2 = PWM = 5V (Note 2)。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
EN/UVLO Threshold Voltage Falling			1.22		V
EN/UVLO Threshold Voltage Rising			1.24		V
EN/UVLO Pin Bias Current	EN/UVLO = 1.15V, $V_{IN} = 12\text{V}$		19		μA
OPENLED Output Low	$I_{\text{OPENLED}} = 0.5\text{mA}$			0.3	V
SHORTLED Output Low	$I_{\text{SHORTLED}} = 0.5\text{mA}$			0.3	V
OVLO Threshold Voltage	Rising	1.21		1.30	V
	Falling	1.17		1.26	V

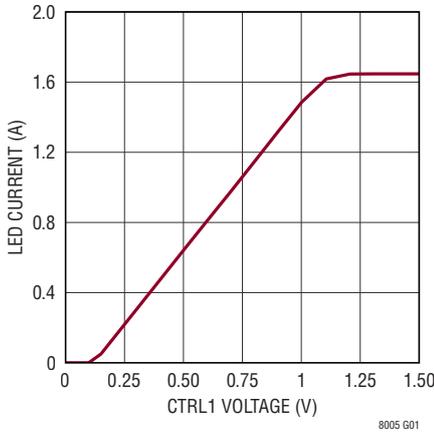
Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。また、長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

Note 2: LTM8005E 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。LTM8005I 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。LTM8005MPi 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。LTM8005H は $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 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。

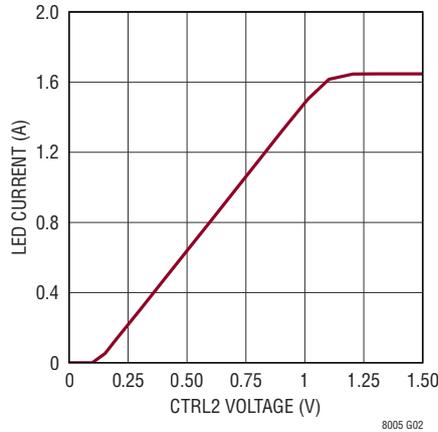
Note 3: LTM8005 は、瞬間的な過負荷状態時にデバイスを保護するための過熱保護回路を内蔵している。過熱保護回路が動作しているとき、内部温度は最大動作ジャンクション温度を超える。規定された最大動作ジャンクション温度を超えた状態で動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

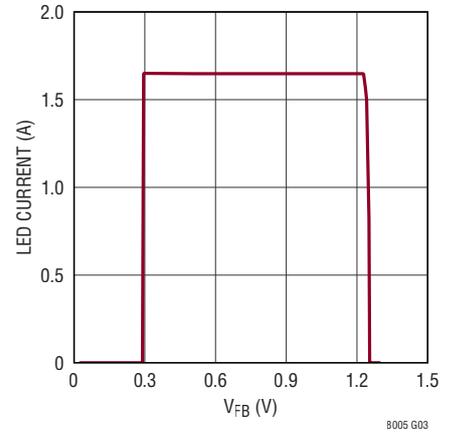
LED 電流と CTRL1



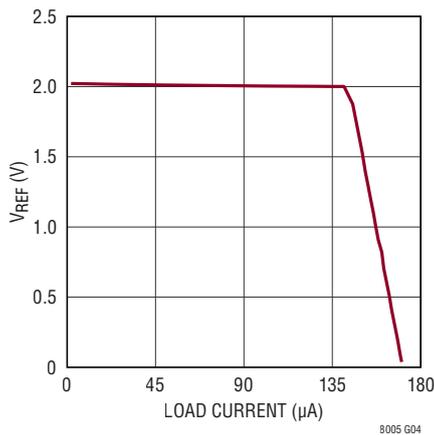
LED 電流と CTRL2



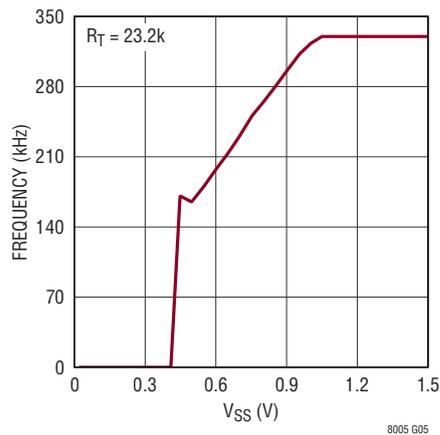
LED 電流と FB
(CTRL1 = CTRL2 = V_{REF})



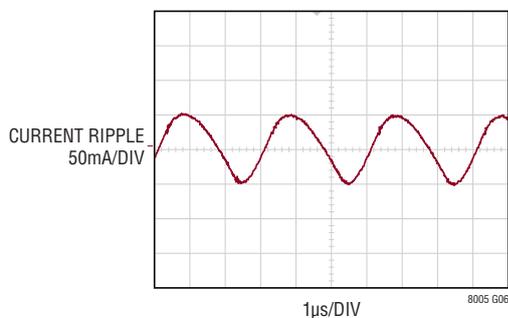
V_{REF} と負荷電流



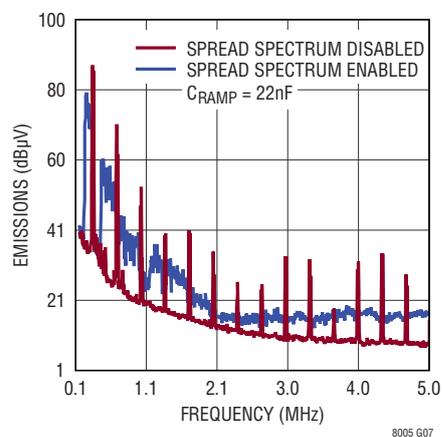
スイッチング周波数と
SSピンの電圧



デモ回路 DC2257A での出力電流
リップル、34V/1.2A の LED、 $V_{IN} = 12\text{V}$

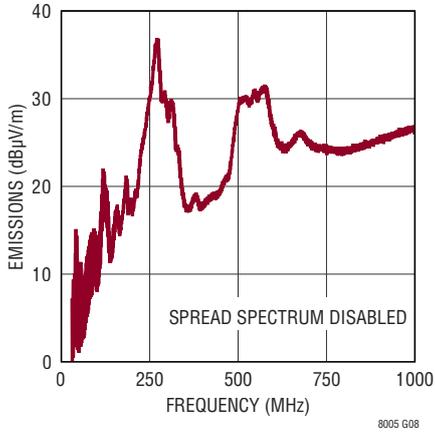


スペクトラム拡散機能を有効にした場合と
しない場合での DC2257A の伝導 EMI

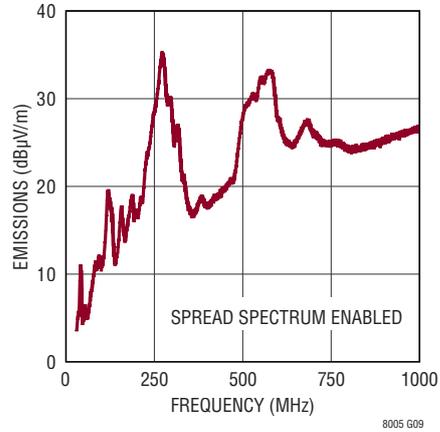


標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

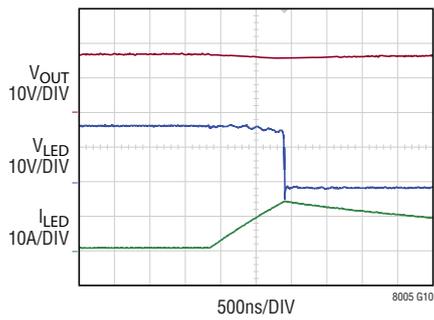
DC2257A での CISPR 22 放射特性、
スペクトラム拡散機能を有効に
しない場合



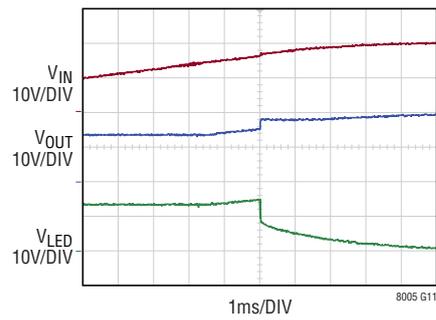
DC2257A での CISPR 22 放射特性、
スペクトラム拡散機能を有効に
した場合



出力切断時の応答 (短絡)



出力切断時の応答 (入力 > 出力)



ピン機能

GND (バンク1、ピンK1、ピンK8) : これらのGNDピンはLTM8005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、LTM8005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。帰還抵抗分割器はこの回路網に戻してください。

SW (バンク2) : パワー・スイッチ・ノード。これは内部パワー・スイッチングMOSFETのドレインです。昇圧、昇降圧モード、および降圧モードのトポロジでは、このバンクをインダクタとDAバンクに接続します。SEPICの場合は、このバンクをインダクタの巻線と結合コンデンサの正端子に接続します。

DA (バンク3) : パワー・ダイオードのアノード。昇圧、昇降圧モード、および降圧モードのトポロジでは、このバンクをインダクタとSWバンクに接続します。SEPICの場合は、このバンクをインダクタの巻線と結合コンデンサの負端子に接続します。

V_{OUT} (バンク4) : 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・コンデンサを接続します。

ISN (バンク5) : 出力電流の検出抵抗。LTM8005は、出力電流のレギュレーション点を設定するため、および出力電流をモニタするために、V_{OUT}とISNの間に検出抵抗を組み込んでいます。出力電流を増やす必要がある場合は、V_{OUT}とISNの間に外付け抵抗を接続します。このピンの電圧は、V_{OUT}の0.3V以内になるようにしてください。

LED (バンク6) : LED電流の出力。LED列のアノードをこのバンクに接続します。

V_{IN} (ピンF1) : 入力電源。V_{IN}ピンはLTM8005の内部レギュレータと内部回路に電流を供給するので、0.22μF以上のコンデンサをLTM8005の近くに接続してバイパスする必要があります。

IVINN (ピンF2) : 入力検出抵抗の信号。最大入力電流を設定するためと、入力電流をモニタするために、IVINPとIVINNの間に外付けの検出抵抗を接続します。この機能が不要な場合は、IVINPとIVINNの両方をV_{IN}に接続します。このピンの電圧は、V_{IN}の0.3V以内になるようにしてください。

EN/UVLO (ピンG1) : イネーブルおよび高精度UVLO。外部で設定可能なヒステリシスを備えた正確な1.22V下降方向しきい値により、スイッチングをイネーブルしても電源がOKであることを検出します。上昇方向ヒステリシスは、外付けの抵抗分割器、EN/UVLOとV_{IN}の間の499kΩの内部抵抗、お

よび3μAの高精度内部プルダウン電流によって発生させます。電圧がしきい値より高い場合、EN/UVLOの入力バイアス電流は1μA未満になります。下降方向しきい値より低い電圧では3μAのプルダウン電流がイネーブルされるので、外付け抵抗を選択することによってヒステリシスを最適化できます。低電圧状態になるとソフトスタートはリセットされます。EN/UVLOピンをV_{IN}に直接接続してもかまいませんが、このピンは別の低インピーダンス電圧源から直接駆動しないでください。EN/UVLOを電圧源で駆動する必要がある場合は、50Ω以上の直列抵抗を接続してください。

IVINP (ピンG2) : 入力検出抵抗の信号。最大入力電流を設定するためと、入力電流をモニタするために、IVINPとIVINNの間に外付けの検出抵抗を接続します。この機能が不要な場合は、IVINPとIVINNの両方をV_{IN}に接続します。このピンの電圧は、V_{IN}の0.3V以内になるようにしてください。

OVLO (ピンH1) : 入力過電圧ロックアウト・ピン。正確な1.25V上昇方向しきい値により、スイッチングをイネーブルしても電源がOKであることを検出します。使用しない場合、このピンはGNDに接続してください。

IVINCOMP (ピンH2) : 入力電流検出アンプの出力ピン。V_{IVINCOMP} = I_{IN} • R_{INSNS} • 20なので、IVINCOMPピンの電圧はI_{IN}に比例します。入力電流ループを補償するため、このピンとGNDとの間に10nFのコンデンサを内蔵しています。このピンには電流負荷をかけないでください。また、このピンを外部電源で駆動しないでください。ただし、追加容量を外付けすることはできます。

SHORTLED (ピンH7) : 以下のいずれかの状態が発生すると、SHORTLEDピンのオープン・コレクタの電圧は“L”にアサートされます。

1. 起動時にSSピンの電圧が1.7Vに達した後、FBピンの電圧が0.3Vより低くなった状態
2. LEDの過電流状態 (I_{LED} > 2.4A)。

このピンを機能させるには、外付けのプルアップ抵抗が必要です。SHORTLEDピンの状態はPWMピンが“H”状態のときだけ更新され、PWMピンが“L”状態のときはラッチされています。SHORTLEDピンは、SSピンが放電されて電圧が0.2Vより低くなるまでアサートされたままです。使用しない場合は、フロート状態のままにするか、GNDに接続してください。

OPENLED (ピンH8) : フォルト・インジケータ。FBピンの入力電圧が1.20V(標準)より高く、LED電流が0.16A(標準)より小さい場合、OPENLEDピンのオープン・コレクタの電圧は“L”レベルにアサートされます。このピンを機能させるには、外付

ピン機能

けのプルアップ抵抗が必要です。OPENLEDピンの状態はPWMピンが“H”状態のときだけ更新され、PWMピンが“L”状態のときはラッチされています。使用しない場合は、フロート状態のままにするか、GNDに接続してください。

ISMON (ピン J1) : LED電流の通知ピン。LED電流は、 $V_{ISMON} = (\text{LED電流}) / 1.6$ として通知されます。ISMONピンは、使用しない場合、未接続のままにしておきます。PWMピンが“L”のとき、ISMONピンはグラウンド電位に駆動されません。必要に応じて47nF以上のコンデンサでバイパスします。このピンは外部電源で駆動しないでください。

AUX (ピン J2) : 補助ピン。レイアウトを容易にするため、このピンは内部で V_{OUT} に接続されています。このピンはFBの隣にうまく配置されており、出力電圧帰還回路網のレイアウトが簡単になるように設けられています。

VREF (ピン J6) : 電圧リファレンスの出力ピン。標準値は2.015Vです。このピンは、アナログ調光またはLED負荷の温度制限/温度補償のために、CTRLピンの抵抗分割器をドライブします。最大100 μ Aの電流を供給できます。このピンは外部電源で駆動しないでください。

PWM (ピン J7) : PWM入力信号ピン。信号“L”を入力すると、スイッチングが停止し、発振器がアイドル状態になり、VCピンが全ての内部負荷から切断され、出力負荷が V_{OUT} から切断されます。PWMには500k Ω の内部プルダウン抵抗が組み込まれています。使用しない場合は、VREFに接続してください。

RAMP (ピン J8) : RAMPピンは、スペクトラム拡散周波数変調のために使用されます。内部のスイッチング周波数は元の値の70%まで範囲が広がり、変調周波数は12 μ A/(2 \cdot 1V \cdot C_{RAMP})で設定されます。使用しない場合、このピンはGNDに接続してください。

FB (ピン K2) : 電圧ループの帰還ピン。FBピンは、定電圧レギュレーションまたはLED保護/開放LED検出を目的としています。出力がVCとなる内部トランスコンダクタンス・アンプが、DC/DCコンバータを介してFBピンの電圧を1.25V(公称)に安定化します。FBピンの入力グループを安定化していて、LED電流が0.15A未満(標準)である場合は、OPENLEDが“L”にアサートされます。この動作によって開放状態LEDのフォルトを通知できます。(例えば、外部電源のスパイクにより)FBピンの電圧が1.3Vより高くなると、内部NチャンネルMOSFETがオフになり、負荷が V_{OUT} から切り離されて、LEDが過電流から保護されます。SHORTLEDがアサートされてデバイスがシャットダウンするので、このピンはGNDに接続しないでください。

VC (ピン K3) : トランスコンダクタンス・エラーアンプの出力ピン。RC回路網を接続して制御ループを安定化するために使用します。このピンはPWMピンが“L”のとき高インピーダンスになります。これは、PWMピンを次に“H”に切り替えるために必要な電流の状態変数を保存する機能です。このピンとGNDの間にはコンデンサを接続してください。トランジェント応答を高速にするため、コンデンサと直列に抵抗を接続することを推奨します。このピンは開放のままにしないでください。また、このピンは外部電源で駆動しないでください。

SS (ピン K4) : ソフトスタート・ピン。このピンは発振器周波数と補償ピンの電圧(VC)を調整します。ソフトスタート時間は外部コンデンサによって設定されます。このピンには、内部の2.5Vレールに接続されている28 μ A(標準)のプルアップ電流源が備わっています。このピンはフォルト・タイマとして使用できます。起動時にSSピンの電圧が1.7Vを超えてブランキング期間が完了するという前提で、次のいずれかのフォルト状態が発生すると、プルアップ電流源はディスエーブルされ、2.8 μ Aのプルダウン電流がイネーブルされます。

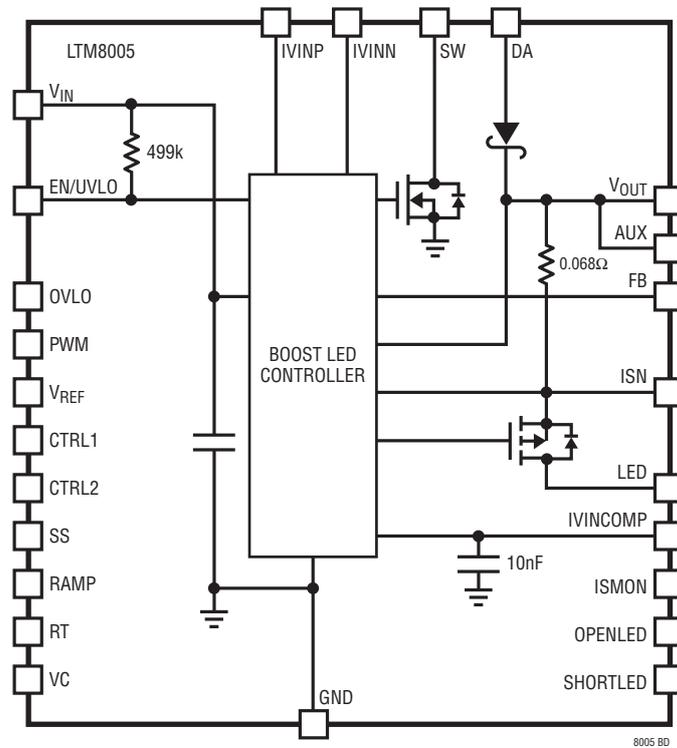
1. LEDの過電流状態($I_{LED} > 2.4A$)
2. 出力短絡状態(起動後のFBピン電圧 $< 0.3V$)
3. 熱制限状態

ソフトスタート・サイクルを再開するには、SSピンを0.2Vより低くなるまで放電する必要があります。SSピンの再充電が始まるまでスイッチングはディスエーブルされています。SSピンの電圧が1.7Vを超える前に通常の負荷状態でFBピンの電圧が0.3Vを超えることができるのに十分な大きさのコンデンサを選択することが重要です。このピンは開放のままにしないでください。また、このピンは外部電源で駆動しないでください。

RT (ピン K5) : スwitching周波数調整ピン。GNDへの抵抗を使って周波数を設定します。RTピンは開放のままにしないでください。このピンは外部電源で駆動しないでください。

CTRL1、CTRL2 (ピン K6、K7) : 電流検出しきい値の調整。CTRL1とCTRL2の機能はまったく同一です。出力電流はCTRL1またはCTRL2によって安定化されます。電圧が低い方のピンが優先されます。0.1V $< V_{CTRLx} < 1V$ では、LED電流は $V_{CTRLx} \cdot 1.5A$ からオフセットを減じた値になります。 $V_{CTRLx} > 1.2V$ では、電流検出しきい値はフルスケール値の1.6Aで一定です。1V $< V_{CTRLx} < 1.2V$ では、電流検出しきい値の V_{CTRLx} 依存性が一次関数から一定値に移行し、 $V_{CTRLx} = 1.1V$ までにフルスケール値の98%に達します。このピンは開放のままにしないでください。使用しない場合は、VREFに接続してください。LED電流を0にする場合は、いずれかのCTRLピンをGNDに接続してください。

ブロック図



動作

LTM8005は、LEDドライバ・アプリケーション向けの独立した非絶縁型スイッチングDC/DCレギュレータです。このμModuleパワー・コンバータは、5V～38Vの入力電圧範囲から安定化電流を供給し、最大38Vを出力します。簡略ブロック図を前のセクションに示します。

LTM8005は、グラウンドを基準にしたパワー・スイッチと電力整流器を内蔵しています。昇圧、昇降圧モード、降圧モードまたはSEPICのトポロジーを実装して1列のLEDを駆動するには、インダクタなどの外付けパワー・デバイスをこれらのピンに接続します。

LTM8005は、LED電流を制御する検出抵抗を内蔵しています。安定化電流は最大1.6Aであり、この値を低減するにはCTRL1ピンまたはCTRL2ピンに1.2Vより低い電圧を加えます。出力電流はISMONピンの電圧によって通知されます。

また、LTM8005は、PWMピンの信号によって制御されるPWM調光機能を実装するためのPMOS切断スイッチも内蔵しています。PMOSはフォルト状態の間もLEDを切断します。

入力電流の制限が必要な場合は、IVINPピンとIVINNピンに外付け検出抵抗を接続します。この外付け検出抵抗には全入力電流が流れるので、電力定格が適切な抵抗を選択してください。IVINPピンとIVINNピンの間の電圧が60mVを超えると、LTM8005は電力を低減し始めます。入力電流レギュレーション・ループを補償するため10nFのコンデンサを内蔵していますが、追加容量を外付けして、IVINCOMPピンの電圧に対するフィルタ強度を高めてもかまいません。

LTM8005はスペクトラム拡散周波数変調機能を備えています。これにより、スイッチング周波数は、RT抵抗によって設

定されている値の約70%の周波数に変調されます。この変調により、単一の周波数で放射されるエネルギーが減少し、EMIの振幅が減少します。変調動作はRAMPピンとGNDの間のコンデンサによって設定されます。

入力電圧のオンしきい値とオフしきい値は、EN/UVLOピンとOVLOピンに接続する抵抗網によって設定されます。1.24Vより高い電圧をEN/UVLOピンに印加すると、デバイスはイネーブルされます。

OPENLEDおよびSHORTLEDはアクティブ“L”のオープン・ドレイン・ステータス・ビットで、開放LED状態または短絡LED状態を示します。OPENLEDがロジック“L”に遷移するのは、FBピンの電圧が1.2Vより高くなり、LED電流が160mAより少なくなったときです。SHORTLEDがロジック“L”に遷移するのは、FBピンの電圧が300mVより低くなり、LED電流が2.4Aを超えたときです。これらの機能や他の機能の詳細については、「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ピンの外付けソフトスタート・コンデンサは、起動時に発生する電流スパイクを最小限に抑えます。また、SSピンは一時中断モードまたはラッチオフ・モードのフォルト保護を設定する役割も果たします。

LTM8005は、ジャンクション温度が高いときにパワー・スイッチの動作を抑制するサーマル・シャットダウン機能を備えています。この機能の作動しきい値は、通常動作に影響しないよう絶対最大定格の温度より高くなっているため、サーマル・シャットダウンが作動する条件で長時間動作させるか、繰り返し動作させると、デバイスが損傷するか、デバイスの信頼性が低下する恐れがあります。

アプリケーション情報

EN/UVLOピンを使用したターンオンとターンオフのしきい値の設定

下降方向の低電圧ロックアウト(UVLO)の値は、図1に示すように、抵抗分割器によって正確に設定できます。EN/UVLOピンの電圧がしきい値より低くなると、3μAと少量のプルダウン電流が流れます。この電流の目的は、上昇時のヒステリシスを設定できるようにすることです。抵抗の値を求めるには、以下の式を使用してください。

$$V_{IN(FALLING)} = 1.22 \cdot \frac{R1P499k + R2}{R2}$$

$$V_{IN(RISING)} = V_{IN(FALLING)} + (3\mu A \cdot R1 \parallel 499k)$$

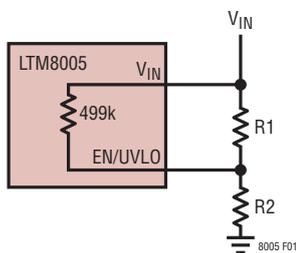


図1. 抵抗分割器による正確なUVLOの設定

OVLOピンを使用した過電圧ロックアウトしきい値の設定

入力過電圧ロックアウト保護機能を実装するには、図2に示すように、VINピンとOVLOピンの間に抵抗を接続します。抵抗の値を求めるには、以下の式を使用してください。

$$V_{IN,OVLO} = 1.25 \cdot \frac{R3 + R4}{R4}$$

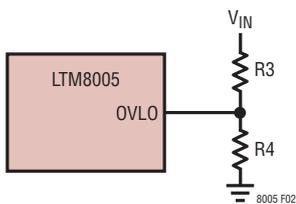


図2. 抵抗分割器による過電圧ロックアウトしきい値の設定

LED電流の調整

LEDの最大出力電流は内部で標準1.6Aに設定されています。両方のCTRLピンを1.2Vより高い電圧に接続すると、最大電流を供給できます。1.2Vより低い電圧をCTRL1とCTRL2のいずれかに加えると、LED電流は減少します。2つのCTRLピンの機能はまったく同一です。どちらか低い方の電圧が優先されます。一方のCTRLピンを使用してLED電流を0まで減少させることもできますが、印加電圧の検出しきい値が減少するにつれて相対精度は低下します。

CTRLピンは開放のままにしないでください(使用しない場合はVREFに接続してください)。どちらか一方のCTRLピンはサーミスタと組み合わせてLED負荷の過熱保護を実現したり、VINとの間に抵抗分割器を接続して、VINの電圧が低いときに出力電力およびスイッチング電流を減らすことができます。

内蔵パワー・スイッチの電圧ストレス

LTM8005は、グラウンドを基準にしたNチャネル・パワーMOSFETを内蔵しており、そのドレインはSWバンクに接続されています。SWバンクの絶対最大定格は連続で40Vであり、トランジェント時は45Vです。LTM8005を昇圧電源トポロジーで使用する場合、SWバンクでの電圧ストレスは、公称ではVOUTよりダイオードの電圧降下分だけ高くなります。ただし、SEPICトポロジーや昇降圧トポロジーでは、SWバンクでの電圧ストレスはVOUTよりかなり高くなり、公称でVIN + VOUTになります。あらゆる動作条件下でSWバンクの電圧の絶対最大定格を超えないようにしてください。

出力電圧(定電圧レギュレーション)の設定と出力電圧の開放LEDしきい値および短絡LEDしきい値の設定

LTM8005には、定電圧出力をプログラムするために使用できる電圧帰還ピンFBがあります。更に、FBピンの設定により、OPENLEDピンとSHORTLEDピンがアサートされる出力

アプリケーション情報

電圧が決まります。昇圧型LEDドライバでは、次式に従ってR5とR6 (図3を参照)の値を選択することにより、出力電圧を設定できます。

$$V_{OUT} = 1.25 \cdot \frac{R5 + R6}{R6}$$

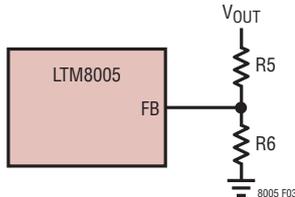


図3. 2本の抵抗によるOPENLEDとSHORTLEDの電圧しきい値の設定

昇降圧モード構成または降圧モード構成のLEDドライバの場合は、図4に示すように、通常はFBピンの電圧レベルをGNDを基準にした信号までシフトします。出力電圧は次式で表すことができます。

$$V_{OUT} = 1.25 \cdot \frac{R7}{R8} + V_{BE(Q1)}$$

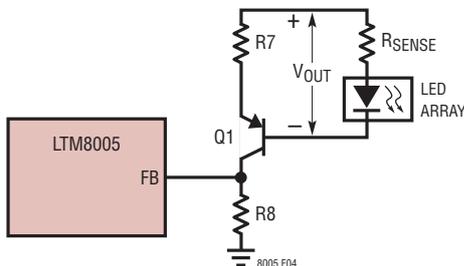


図4. 昇降圧モード構成または降圧モード構成ではFBピンの電圧のレベル・シフトがよく使用される

開放LEDクランプ電圧が抵抗分割器を使用して正しく設定されていれば、LEDを接続してもFBピンの電圧が1.2Vを超えることはありません。開放状態および短絡状態を出力で検出するため、LTM8005は出力電圧と出力電流の両方をモニタします。FBピンの電圧が1.2Vを超えると、出力電流が約160mAより少ない場合はOPENLEDピンがアサートされます。OPENLEDピンがデアサートされるのは、出力電流が約0.45Aより増えるか、FBピンの電圧が1.19V(標準)より低くなった場合です。SHORTLEDピンがアサートされるのは、

出力電流が約2.4Aより多い場合か、FBピンの電圧が最初の起動後に300mV(標準)より低くなって、SSピンの電圧が約1.7Vに達した場合です。FBピンのOPENLEDしきい値である1.2VとSHORTLEDしきい値である0.3Vの比は、VOUTの範囲を制限することがあります。最大のSHORTLEDしきい値である0.35Vを使用すると、VOUTの範囲は約3.5:1になります。VOUTの範囲は、図5および図6に示す回路を使用して広げることができます。8:1より広いVOUTの範囲については、弊社にお問い合わせください。

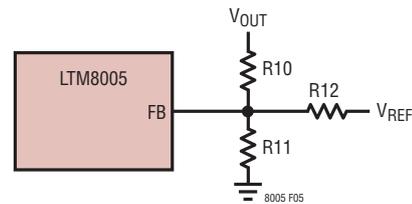


図5. 昇圧およびSEPICアプリケーションで出力電圧範囲が広い場合の帰還抵抗の接続

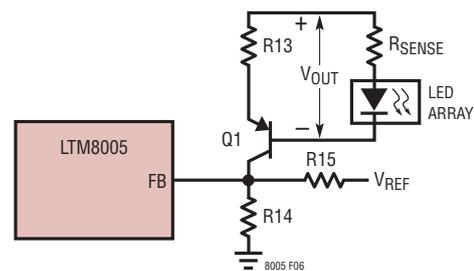


図6. 昇降圧モードおよび降圧モード・アプリケーションで出力電圧範囲が広い場合の帰還抵抗の接続

VOUTの範囲を広げる式は、SHORTLEDしきい値として0.35V、OPENLEDしきい値として1.2V、およびリファレンス電圧VREFとして2Vを使用して得られます。図5のR11およびR12の抵抗値は、以下に示すようにして計算できます。R10の推奨値については、以下の例を参照してください。

$$R11 = \frac{1.7 \cdot R10}{(1.65 \cdot V_{OUTMAX}) - (0.8 \cdot V_{OUTMIN}) - 1.7}$$

$$R12 = \frac{1.7 \cdot R10}{(0.35 \cdot V_{OUTMAX}) - (1.2 \cdot V_{OUTMIN})}$$

アプリケーション情報

例：昇圧LEDドライバの V_{OUT} の範囲を7.5:1に広げるためと、 V_{OUT} が38VになったらOPENLEDがアサートされるために必要な抵抗値を以下の手順で計算します。

ステップ1: $R_{10} = 374k$ を選択します。

ステップ2: $V_{OUTMIN} = 38/7.5 = 5.1$

ステップ3:

$$R_{11} = \frac{1.7 \cdot 374k\Omega}{(1.65 \cdot 38) - (0.8 \cdot 5.1) - 1.7} = 11.2k\Omega$$

$R_{11} = 11.3k\Omega$ を使用します。

$$R_{12} = \frac{1.7 \cdot 374k\Omega}{(0.35 \cdot 38) - (1.2 \cdot 5.1)} = 88.6k\Omega$$

$R_{12} = 88.7K$ を使用します。

図6の R_{14} および R_{15} の抵抗値は、以下に示すようにして計算できます。 R_{13} の推奨値については、以下の例を参照してください。

$$R_{14} = \frac{1.7 \cdot R_{13}}{(1.65 \cdot V_{OUTMAX}) - (0.8 \cdot V_{OUTMIN}) - (0.85 \cdot V_{BE(Q1)})}$$

$$R_{15} = \frac{1.7 \cdot R_{13}}{(0.35 \cdot V_{OUTMAX}) - (1.2 \cdot V_{OUTMIN}) - (0.85 \cdot V_{BE(Q1)})}$$

例：昇降圧モードLEDドライバの V_{OUT} の範囲を5:1に広げるためと、 V_{OUT} が17VになったらOPENLEDがアサートされるために必要な抵抗値を以下の手順で計算します。 $V_{BE(Q1)} = 0.7V$ を使用します。

ステップ1: $R_{13} = 187k$ を選択します。

ステップ2: $V_{OUTMIN} = 17/5 = 3.4$

ステップ3:

$$R_{14} = \frac{1.7 \cdot 187k\Omega}{(1.65 \cdot 17) - (0.8 \cdot 3.4) - (0.85 \cdot 0.7)} = 12.9k\Omega$$

$R_{14} = 12.7k\Omega$ を使用します。

$$R_{15} = \frac{1.7 \cdot 187k\Omega}{(0.35 \cdot 17) - (1.2 \cdot 3.4) - (0.85 \cdot 0.7)} = 249k\Omega$$

$R_{15} = 249k\Omega$ を使用します。

LEDの過電流保護機能

LTM8005は、出力のLED電流レギュレーションとは独立した過負荷保護機能を備えています。この機能により、過剰なスイッチング電流の発生が防止され、パワー部品が保護されます。過負荷保護しきい値(2.4A、標準)は、デフォルトのLED電流検出しきい値より50%高く設計されています。LEDの過電流が検出されると、内部パワー・スイッチがオフしてスイッチングを停止し、PWM MOSFETがオフしてLED列が電力の経路から切り離され、SSピンを介してフォルト保護が起動します。

図7に示すように、逆並列接続のショットキ・ダイオードまたは超高速ダイオードD2を接続して、長いケーブルを介してLEDノードがグランドに短絡した場合、グランド電位よりむしろはるかに低い電位までLEDノードが振れないよう保護します。内部保護ループは過負荷に応答するまでに有限の時間がかかるので、システムがLED列での過負荷に耐えられる必要がある場合は、ダイオードを推奨します。

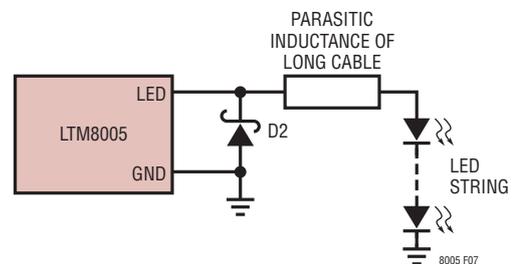


図7. 長いケーブルを介してLED列に接続する場合は、逆並列接続ダイオードD2をLEDとGNDの間に接続して、LTM8005を負の電圧振幅から保護

アプリケーション情報

輝度のPWM調光制御

LTM8005を使用した調光では、LED電流を制御する方法が2つあります。1つ目の方法では、LED内で安定化されている電流をCTRLピンを使用して調整します。2つ目の方法では、PWMピンを使用してLED電流を0から最大電流まで調整し、正確に設定された平均電流を実現するとともに、LEDに流れる電流が少ないと発生する色ずれの可能性がないようにします。PWM調光の精度を向上するため、PWMピンの信号が“L”の静止期間中は、スイッチに必要な電流がVCノードに保存されます。この機能により、PWM信号が“H”になったときの回復時間が最小限に抑えられます。回復時間を更に向上するため、切断MOSFETスイッチを実装してLED電流の経路を開放し、PWM信号が“L”の期間中に出力コンデンサが放電されないようにしています。PWM信号の最小オン時間または最小オフ時間は、RT入力で設定した動作周波数の選択に依存します。電流の精度を最高にするには、PWMが“H”の推奨最小時間をスイッチング・サイクル3回分以上 ($f_{sw} = 1\text{MHz}$ では $3\mu\text{s}$)にする必要があります。

PWM信号によってソフトスタート・シーケンスを中断できる場合、PWM信号のデューティ・サイクルが低いと、起動時間が長くなりすぎることがあります。したがって、PWM信号によっていったん起動が開始されると、LTM8005は外部PWM入力信号によるディスエーブルのロジック信号を無視するようになります。デバイスは、SSピンの電圧が約1Vに達するか、出力電流がフルスケール電流の4分の1に達するまで、スイッチングおよびTGピンをイネーブルにした状態でソフトスタートを継続します。この時点で、デバイスはPWM信号が示すとおり調光制御の追従を開始します。出力の過電流が検出されると、SSが充電を継続している場合でも、内部のMOSFETは必ずディスエーブルされます。

スイッチング周波数の設定

RT周波数調整ピンを使用すると、ユーザーは100kHz～1MHzのスイッチング周波数を設定して、効率や性能あるいは外付け部品のサイズを最適化できます。周波数の高い動作にすると部品サイズは小さくなりますが、スイッチング損失およびゲート駆動電流が増加し、デューティ・サイクルが十分に高い動作または低い動作ができないことがあります。周

波数の低い動作にすると性能は向上しますが、外付け部品のサイズは大きくなります。RTの適切な抵抗値については表1を参照してください。RTピンとGNDの間には外付け抵抗が必要です。RTピンは開放のままにしないでください。

表1. 標準的なスイッチング周波数と R_T の値 (1%精度の抵抗)

f_{osc} (kHz)	R_T (k Ω)
1000	6.65
900	7.50
800	8.87
700	10.2
600	12.4
500	15.4
400	19.6
300	26.1
200	39.2
100	82.5

スペクトラム拡散周波数変調

スイッチング・レギュレータは、電磁干渉(EMI)が懸念されるアプリケーションで特に手間がかかることがあります。EMI性能を改善するため、LTM8005にはスペクトラム拡散周波数機能が組み込まれています。RAMPピンにコンデンサ(C_{RAMP})を接続している場合は、約1V～2Vの範囲で掃引する三角波が発生します。この信号は内部発振器に送り込まれ、スイッチング周波数が基本周波数(抵抗RTで設定)の約70%から基本周波数までの範囲で変調されます。変調周波数は $12\mu\text{A}/(2 \cdot C_{RAMP})$ によって設定されます。EMIの測定結果は、コンデンサによって選択されるRAMP周波数に左右されます。1kHzはピーク測定値を最適化するのに適した初期値ですが、特定のシステム全体で最適なEMI結果を得るには、この値を多少微調整することが必要になる場合があります。EMIの低減に関する詳細については、弊社にお問い合わせください。「標準的性能特性」のセクションには、スペクトラム拡散機能を有効にした場合としない場合でのLTM8005の伝導性放出特性および放射性放出特性を示すグラフを掲載しています。

アプリケーション情報

デューティ・サイクルに関する検討事項

スイッチングのデューティ・サイクルはコンバータの動作を規定する重要な変数なので、特定のアプリケーションのスイッチング周波数を設定するときは、デューティ・サイクルの制限値を検討する必要があります。スイッチの最小デューティ・サイクルおよび最大デューティ・サイクルは、それぞれ固定の最小オン時間と最小オフ時間、およびスイッチング周波数によって規定されます。動作限界を計算する場合は、最小オン時間および最小オフ時間には標準的な室温での値である320nsおよび290nsをそれぞれ使用します。

入力電流制限の設定

LTM8005には、入力電流を制限する独立型の入力電流検出アンプがあります。図8に示す入力電流 I_{IN} は、IVINCOMPピンで電圧出力に変換されます。IVINCOMPピンの電圧が1.2Vを超えると、内部パワー・スイッチがオフになり、コンバータはスイッチングを停止します。入力電流の制限値は次のように計算されます。

$$I_{IN} = \frac{60\text{mV}}{R_{INSENS}}$$

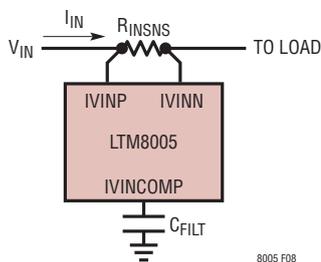


図8. IVINPとIVINNの間に電流検出抵抗を接続して入力電流を制限

図8に示すフィルタ・コンデンサ C_{FILT} は、IVINCOMPピンの電圧をフィルタにかけて、入力電流に起因するリップルを最小限に抑えます。 C_{FILT} には、入力電流レギュレーション・ループを補償する役目もありますが、その選択基準はループ応答の他に、IVINCOMPピンでの目的とする電圧リップルがあります。IVINCOMPピンからグラウンドまでの抵抗値と C_{FILT} により、VCピンでの主要なポールの外に、入力電流レギュレーション・ループに第2ポールが形成されます。 C_{FILT} を推奨値の10nF~0.1μFにすると、通常は入力電流レギュ

レーション・ループに第2ポールが形成されます。この第2ポールはループ応答が安定しており、出力コンデンサ C_{OUT} とLED負荷の動作抵抗で構成されるISP/ISNピンのレギュレーション・ループの第2ポールと等価です。 C_{FILT} の最小値である10nFがLTM8005に組み込まれています。

ループ補償

LTM8005は内蔵のトランスコンダクタンス・エラーアンプを使用しており、そのVC出力によって制御ループが補償されます。外部インダクタ、出力コンデンサ、および補償抵抗とコンデンサにより、ループの安定性が決まります。インダクタと出力コンデンサは、性能、サイズおよびコストに基づいて選択します。VCの補償抵抗と補償コンデンサは制御ループの応答と安定性を最適化するように選択します。標準的なLEDアプリケーションでは、VCに10nFの補償コンデンサを接続すれば十分です。また、必ず直列抵抗を使用してVCピンのスルーレートを大きくし、コンバータの入力電源の高速トランジェント時にLED電流のレギュレーションをより狭い範囲内に維持することが必要です。

ソフトスタート・コンデンサの選択

多くのアプリケーションでは、起動時の突入電流を最小に抑えることが重要です。LTM8005のソフトスタート回路は、起動時の電流スパイクと出力電圧のオーバーシュートを大幅に低減します。ソフトスタート時間は、次式に従ってソフトスタート・コンデンサ(C_{SS})を選択することにより設定されます。

$$T_{SS} = C_{SS} \cdot 2V / 28\mu A$$

ソフトスタート・コンデンサの標準値は0.1μFです。ソフトスタート・ピンの電圧は、発振器周波数とスイッチの最大電流を低減します。ソフトスタートはフォルト保護としても動作し、コンバータを強制的に一時中断モードまたはラッチオフ・モードにします。詳細については、「フォルト保護：一時中断モードとラッチオフ・モード」のセクションを参照してください。

フォルト保護：一時中断モードとラッチオフ・モード

LEDの過電流状態、内部INTV_{CC}の低電圧状態、出力短絡(FBピンの電圧が0.3V以下)、または熱制限状態が生じると、内蔵のPMOS切断スイッチがLED列を電力経路から切り離して、内蔵のパワー・スイッチングMOSFETがオフになります。ソフトスタート・ピンが充電中で依然1.7Vより低い場合は、28μAの電流源によって充電が継続されます。1.7Vを

アプリケーション情報

超えると、プルアップ電流源はディスエーブルされ、約2.8 μ Aの放電電流が流れ出します。SSピンが放電している間、内蔵のスイッチングMOSFETはオフになっています。SSピンが放電して約0.2Vより低くなると、新しいサイクルが開始されます。これが一時中断モード動作です。SSピンの電圧が約0.2Vより低くなっても引き続きフォルトが解消しない場合は、スイッチングがイネーブルされる前にSSピンの充電/放電サイクルを完了する必要があります。

V_{REF}ピンとSSピンの間に抵抗(標準402k Ω)を配置して、フォルト状態時にSSピンの電圧を0.2Vより高い電圧に保持すると、LTM8005はラッチオフ・モードに入ってスイッチングを停止し、負荷をV_{OUT}から切り離します。ラッチオフ・モードから抜けるには、EN/UVLOピンを“L”から“H”に切り替える必要があります。

コンデンサの選択に関する検討事項

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。

セラミック・コンデンサに関するもう1つの注意点は、LTM8005の最大入力電圧定格に関することです。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(減衰の小さい)共振タンク回路を形成します。LTM8005の回路を通電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値の2倍のリングングが生じて、デバイスの定格を超える恐れがあります。この状況は容易に避けられます。「安全な活線挿入」のセクションを参照してください。

入力コンデンサの選択

入力コンデンサはコンバータのパワー・インダクタのトランジェント入力電流を供給するので、トランジェント電流の要件に従って配置し、サイズを決める必要があります。コンデンサの値を見積もるために重要な入力情報は、スイッチング周波数、出力電流、および許容入力電圧リップルです。X7Rタ

イプのセラミック・コンデンサは温度とDCバイアスによる変動が最も小さいので、適切な選択肢です。一般に、昇圧コンバータおよびSEPICコンバータでは、降圧モードのコンバータより値の小さいコンデンサが必要です。

降圧モードの構成では、スイッチがオフになると、ショットキ・ダイオードを介して戻される電流による大量のパルス電流が入力コンデンサに流れます。コンデンサはショットキ・ダイオードおよびスイッチのグラウンド帰路にできるだけ近づけて配置することが重要です。コンデンサのリップル電流定格を考慮することも重要です。最高の信頼性を確保するには、このコンデンサのESRおよびESLが低く、リップル電流定格が適切であることが必要です。

出力コンデンサの選択

出力コンデンサの選択は、負荷とコンバータの構成(つまり、昇圧または降圧)および動作周波数によって異なります。LEDアプリケーションの場合、LEDの等価抵抗は一般に低いので、電流リップルを減衰させるように出力フィルタ・コンデンサのサイズを選ぶことが必要です。X5RまたはX7Rのタイプのセラミック・コンデンサの使用を推奨します。

同じLEDリップル電流を実現するには、昇圧モードおよび昇降圧モード・アプリケーションに必要なフィルタ・コンデンサは、降圧モード・アプリケーションの場合より大きくなります。動作周波数が低いと、それに比例して大きい値のコンデンサが必要になります。データシートのアプリケーションで示す部品の値は、規定のLED列を駆動するのに適しています。出力コンデンサの容量とLED列のインピーダンスの積により、LED電流レギュレーション・ループでの第2主要ポールが決まります。実際の負荷を使用して電源を検証するのが賢明です。

インダクタの選択

LTM8005と組み合わせて使用するインダクタは、想定される全ての動作条件でのピーク・インダクタ電流に対して適切な飽和電流定格のものにする必要があります。動作周波数に基づいてインダクタ値を選択して、ピーク・トゥ・ピークのインダクタ・リップル電流が12A(標準)のスイッチ電流制限およびデューティ・サイクルに適した値になるようにします。

アプリケーション情報

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、LTM8005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、LTM8005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。昇圧トポロジー・アプリケーションの推奨レイアウトについては図9を参照し、昇降圧モード・トポロジー・アプリケーションの推奨レイアウトについては図10を参照してください。接地と放熱に問題がないことを確認します。

留意すべきいくつかの原則は以下のとおりです。

1. R_{FB} 、 R_T 、 V_C の各部品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LTM8005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LTM8005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LTM8005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。

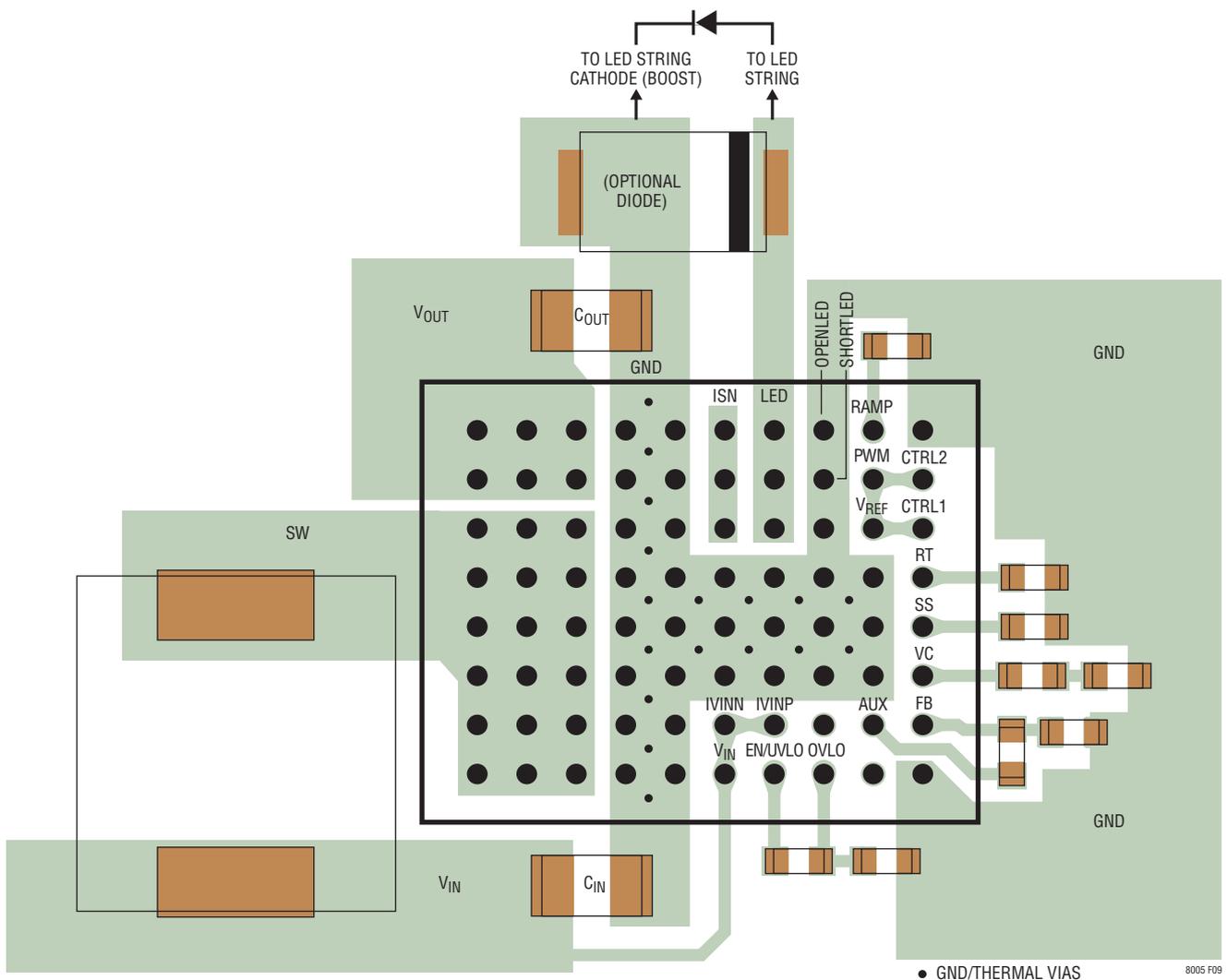


図9. 昇圧アプリケーション向けの推奨の外付け部品、GNDプレーン、およびサーマル・ビアを示すレイアウト

アプリケーション情報

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LTM8005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確保します。図9および図10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、LTM8005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。例えば、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。

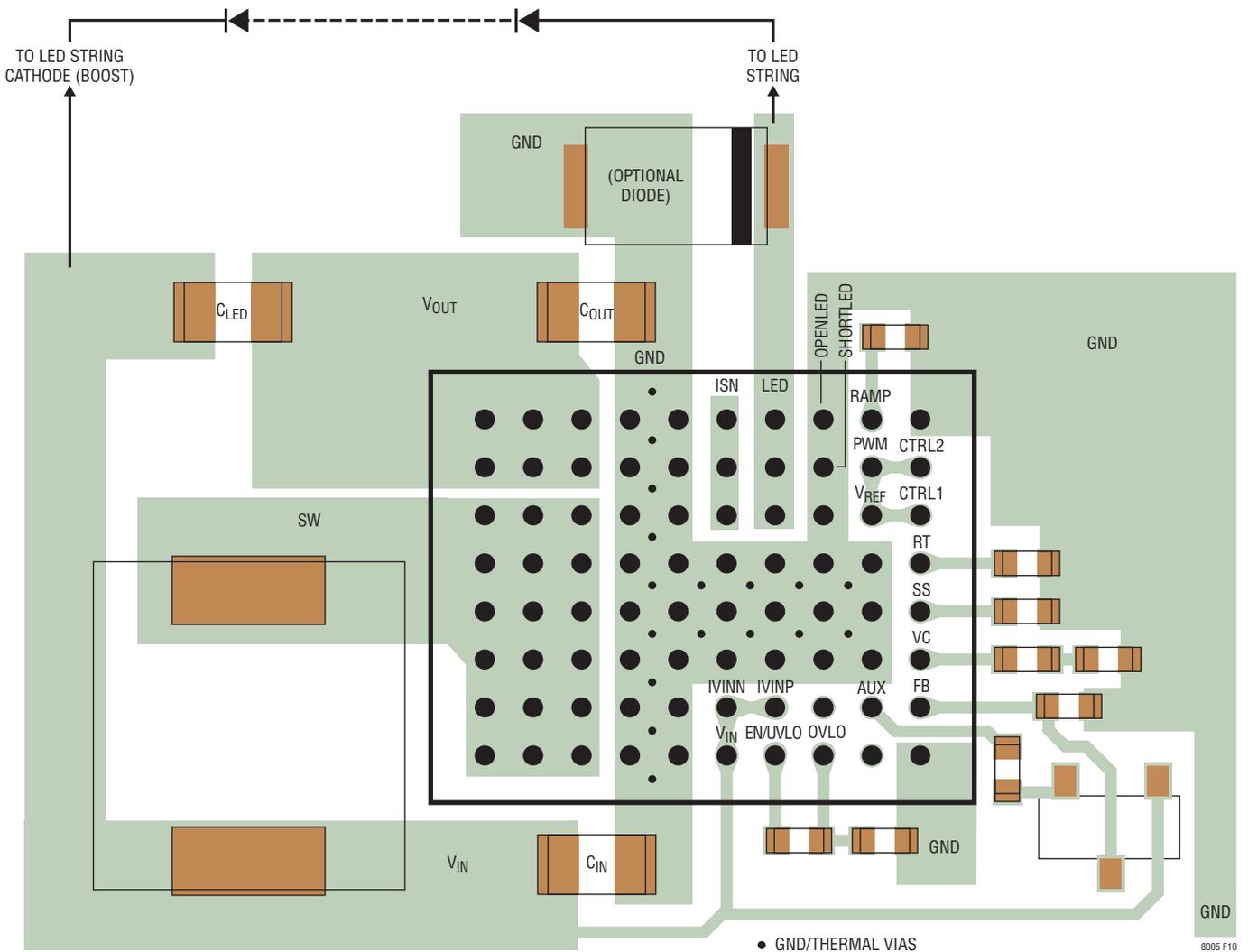


図10. 昇降圧モード・アプリケーション向けの推奨の外付け部品、GNDプレーン、およびサーマル・ビアを示すレイアウト

アプリケーション情報

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、LTM8005の回路の入力バイパス・コンデンサに最適です。ただし、LTM8005を通電中の電源に差し込むと、これらのコンデンサが問題を引き起こすことがあります(詳細については、アナログ・デバイセズの「アプリケーションノート88」を参照)。低損失のセラミック・コンデンサは電源に直列の浮遊インダクタンスと結合して、減衰しにくいタンク回路を形成し、LTM8005の V_{IN} ピンの電圧に公称入力電圧の2倍を超えるリングングが生じる可能性があります。このリングングはLTM8005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、LTM8005を通電中の電源に活線挿入する場合、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} 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。コンデンサの追加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改善されますが、このコンデンサはおそらく回路内で最大の部品になるとみられます。

熱に関する検討事項

LTM8005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、LTM8005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。

目的のシステムの入力条件、負荷条件、および環境動作条件で正常に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2ページ目に記載されている熱抵抗の値は、JESD51-9(“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

$\theta_{JCBOTTOM}$: 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。

$\theta_{JCBOTTOM}$ は、部品の電力損失による熱が全てパッケージの底面を通して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。標準的な μ Moduleコンバータでは、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、部品の電力損失による熱がほとんど全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コンバータの電気的接続はパッケージの底面なので、接合部からデバイスの上面に熱の大半が流れるようにアプリケーションが動作することは稀です。 $\theta_{JCBOTTOM}$ 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コンバータの底面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、デバイスの底面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に記載されています。

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。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とき、これらの係数を使用するのが唯一の適切な方法です。

これらの熱抵抗をグラフで表したものを図11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。

LTM8005のダイ温度は150°Cの最大定格より低くする必要があるので、回路のレイアウトに注意を払い、LTM8005が十分放熱できるようにします。LTM8005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。

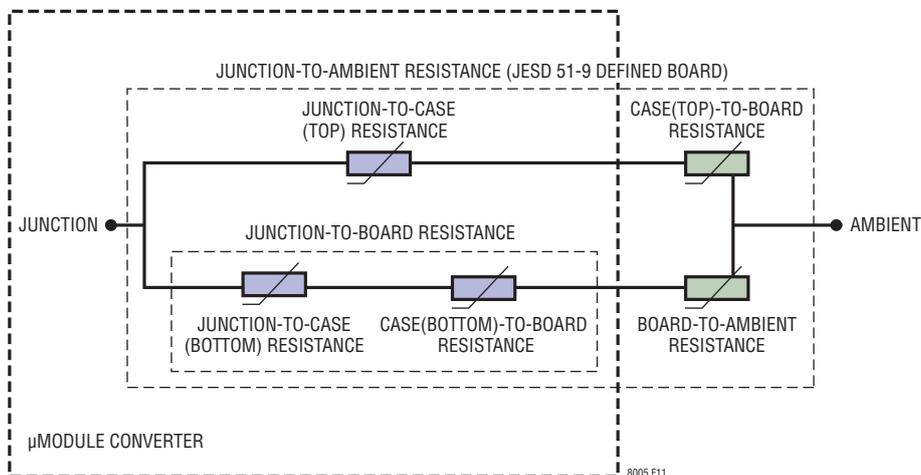
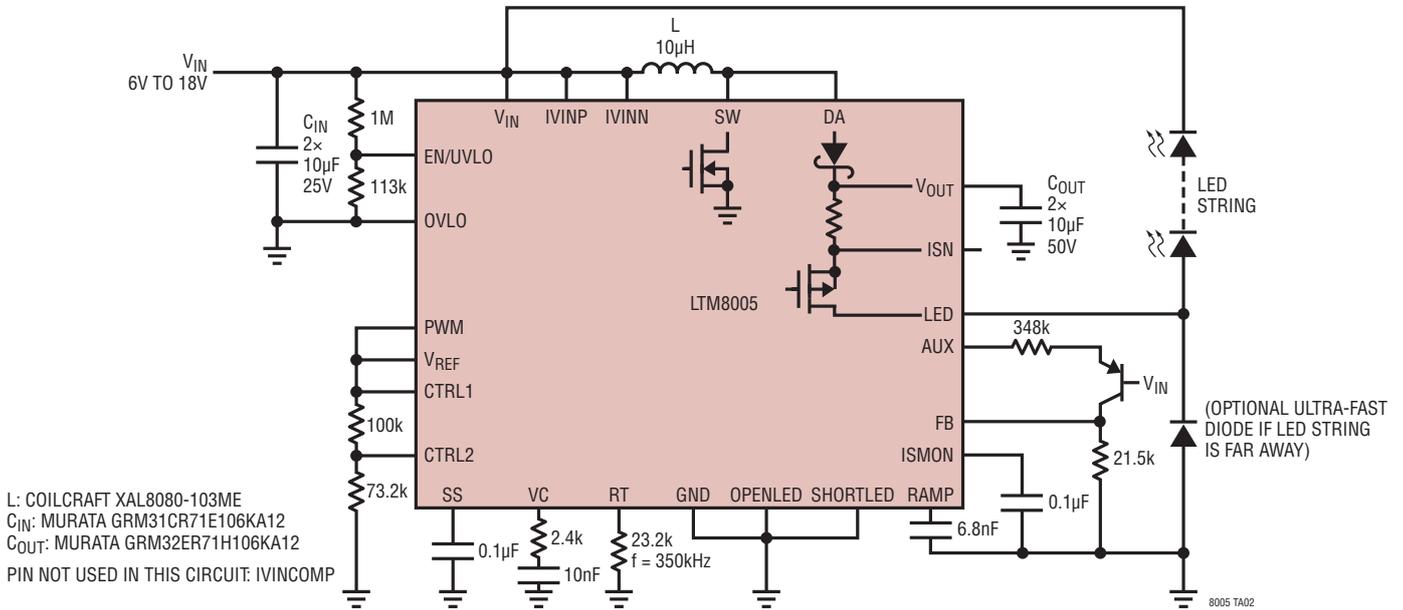


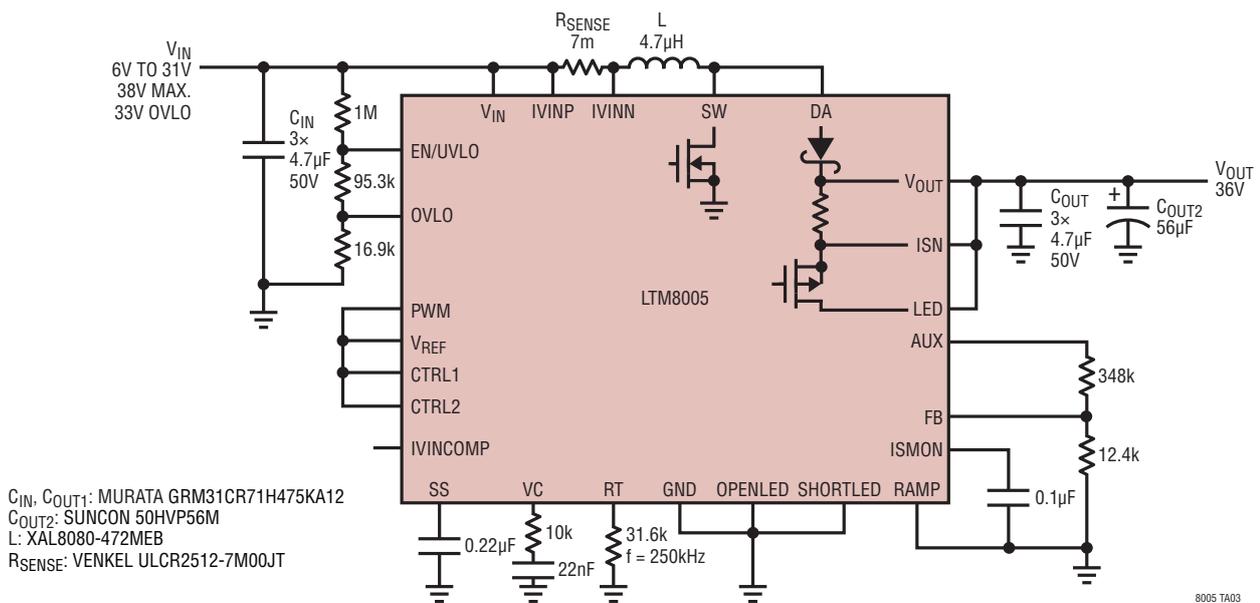
図11.

標準的応用例

スペクトラム拡散回路を内蔵し、6V~18Vの入力で最大17VのLED列を1.2Aで駆動する(昇降圧モード)回路

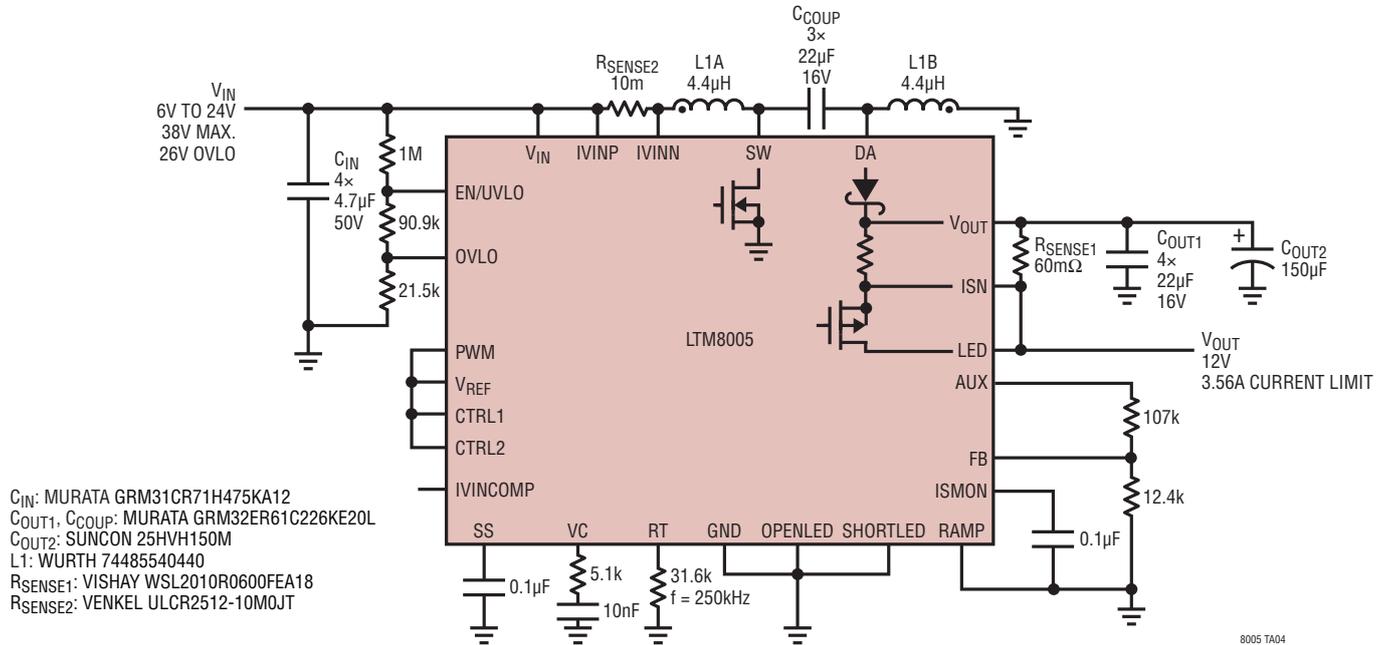


6V~31V入力、36V出力の昇圧レギュレータ



標準的応用例

6V~24V 入力、12V 出力で電流制限機能を備えた SEPIC



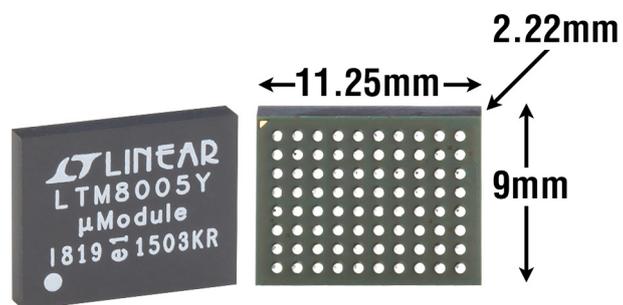
パッケージ

表 2. LTM8005 のピン配置 (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
A1	SW	B1	SW	C1	SW	D1	GND	E1	GND
A2	SW	B2	SW	C2	SW	D2	GND	E2	GND
A3	SW	B3	SW	C3	SW	D3	GND	E3	GND
A4	SW	B4	SW	C4	SW	D4	GND	E4	GND
A5	DA	B5	DA	C5	DA	D5	GND	E5	GND
A6	DA	B6	DA	C6	DA	D6	GND	E6	GND
A7	V _{OUT}	B7	V _{OUT}	C7	V _{OUT}	D7	GND	E7	GND
A8	V _{OUT}	B8	V _{OUT}	C8	V _{OUT}	D8	GND	E8	GND
ピン	名称	ピン	名称	ピン	名称	ピン	名称	ピン	名称
F1	V _{IN}	G1	EN/UVLO	H1	OVLO	J1	ISMON	K1	GND
F2	IVINN	G2	IVINP	H2	IVINCOMP	J2	AUX	K2	FB
F3	GND	G3	GND	H3	GND	J3	GND	K3	VC
F4	GND	G4	GND	H4	GND	J4	GND	K4	SS
F5	GND	G5	GND	H5	GND	J5	GND	K5	RT
F6	ISN	G6	LED	H6	GND	J6	V _{REF}	K6	CTRL1
F7	ISN	G7	LED	H7	SHORTLED	J7	PWM	K7	CTRL2
F8	ISN	G8	LED	H8	OPENLED	J8	RAMP	K8	GND

LTM8005

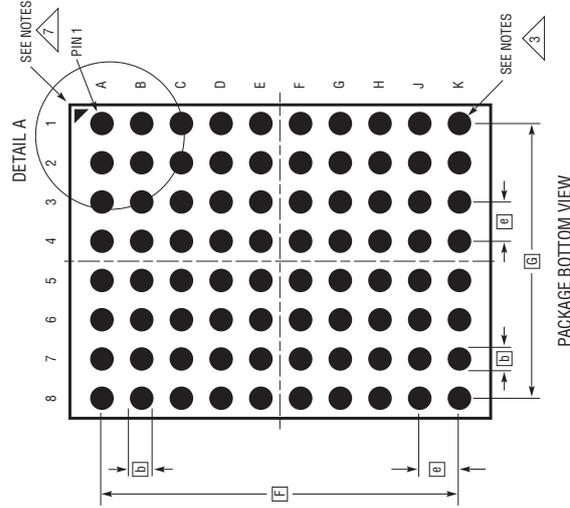
パッケージの写真



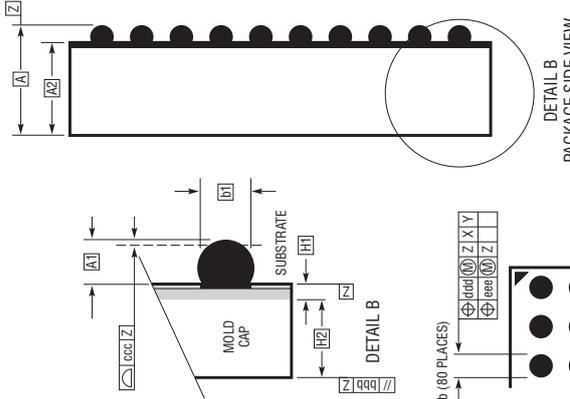
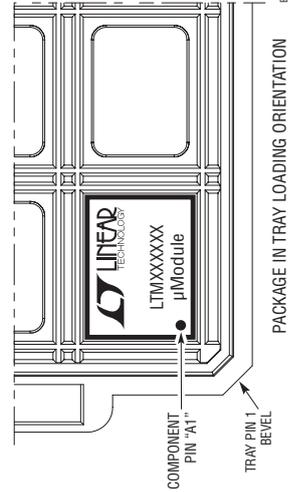
パッケージ

最新のパッケージ図は、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTM8005#packaging> を参照してください。

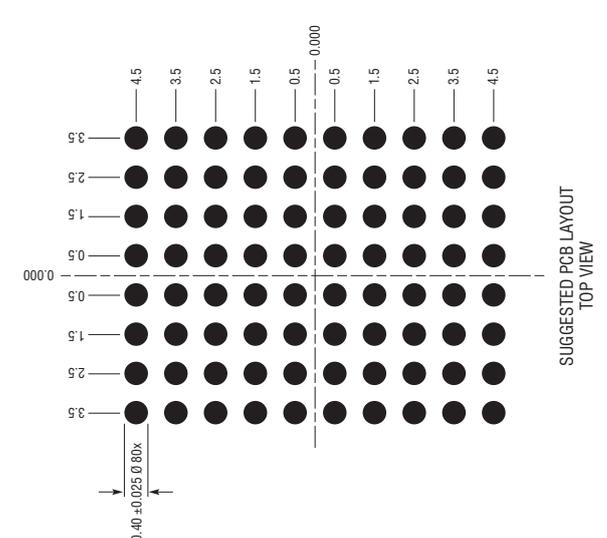
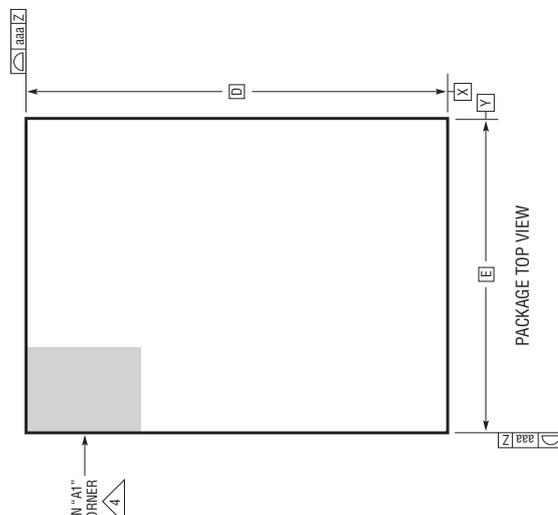
BGA Package
80-Lead (11.25mm × 9mm × 2.22mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1979 Rev 0)



- 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 JESD MS-028 および JEPC95 による
 4. ピン #1 の識別マークの詳細はオプションだが、示された領域内にはなければならない。ピン #1 の識別マークはモールドまたはマーキングにすることができる
 5. 主データム-z はシーティングプレーン
 6. 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
 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十分にご確認ください



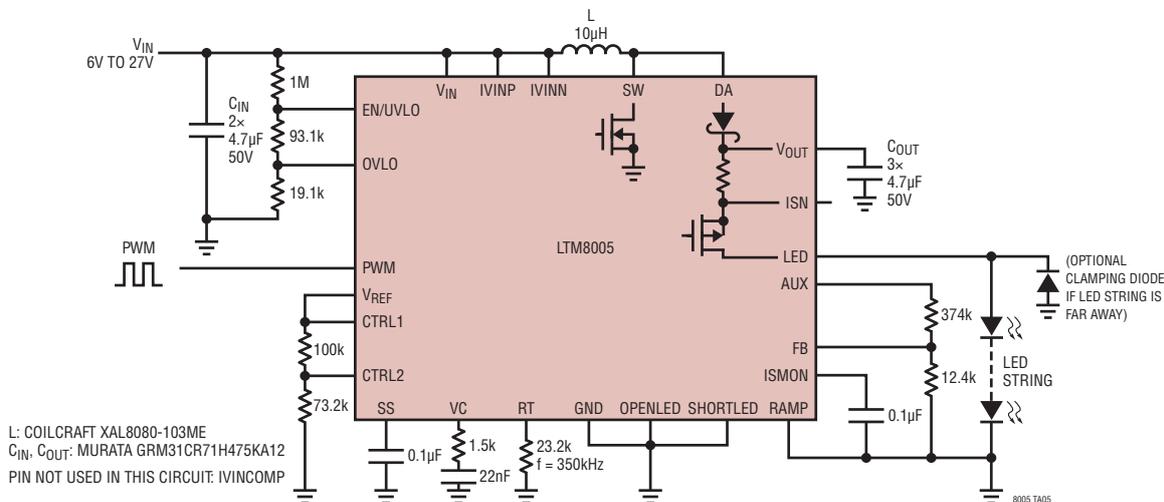
DIMENSIONS				
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTES
A	2.07	2.22	2.37	
A1	0.35	0.40	0.45	
A2	1.72	1.82	1.92	
b	0.45	0.50	0.55	
b1	0.35	0.40	0.45	
D		11.25		
E		9.00		
e		1.00		
F		9.00		
G		7.00		
H1	0.27	0.32	0.37	
H2	1.45	1.50	1.55	
aaa			0.15	
bbb			0.10	
ccc			0.20	
ddd			0.30	
eee			0.15	
TOTAL NUMBER OF BALLS: 80				



80A 00 0514 REV 0

標準的応用例

PWM 調光回路を内蔵し、6V~27Vの入力で35VのLED列を1.2Aで駆動する(昇圧)回路



デザイン・リソース

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

関連製品

製品番号	説明	注釈
LT3795	110V、LEDドライバ・コントローラIC	$4.5V < V_{IN} < 100V$ 。外付けパワー・スイッチ、ダイオード、電流検出抵抗
LTM8040	降圧μModule LEDドライバ	$4V < V_{IN} < 36V$ 、 $I_{LED} < 1A$
LTM8042/ LTM8042-1	LED電流が少な目でインダクタを内蔵した昇圧μModuleドライバ	$3V < V_{IN} < 30V$ (トランジェント時40V)。 $I_{LED} < 1A$ (LTM8042)、 $I_{LED} < 350mA$ (LTM8042-1)
LTM8006	75Vのパワー・スイッチを内蔵した昇圧LEDドライバ	$4.5V < V_{IN} < 38V$ 、 $I_{LED} < 1.6A$
LTM8055	36V入力、36V出力、昇降圧μModuleレギュレータ	$5V < V_{IN} < 36V$ 、 $1.2V < V_{OUT} < 36V$ 、 $I_{OUT} < 8.5A$
LTM8056	58V入力、48V出力、昇降圧μModuleレギュレータ	$5V < V_{IN} < 58V$ 、 $1.2V < V_{OUT} < 48V$ 、 $I_{OUT} < 5.4A$