

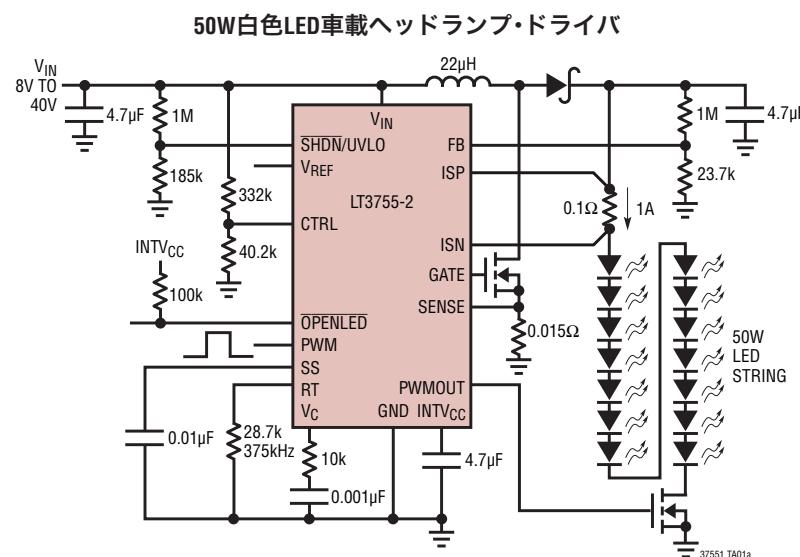
特長

- 3000:1のTrue Color PWM™調光比
- 広い入力電圧範囲:4.5V~40V
- 出力電圧:最大75V
- 定電流および定電圧レギュレーション
- 100mVハイサイド電流センス
- 昇圧モード、降圧モード、昇降圧モード、SEPICまたはフライバック・トポロジーでLEDをドライブ
- 調整可能な周波数:100kHz~1MHz
- オープンLED保護
- ヒステリシスを備えた低電圧ロックアウトをプログラム可能
- オープンLEDステータス・ピン(LT3755-2)
- 周波数同期(LT3755-1)
- PWM切断スイッチ・ドライバ
- CTRLピンによりアナログ調光を実現
- 低いシャットダウン電流:<1µA
- プログラム可能なソフトスタート
- 熱特性が改善された3mm×3mm 16ピンQFNパッケージとMSOPパッケージ

アプリケーション

- 高電力LEDアプリケーション
- バッテリ・チャージャ
- 電流制限付き高精度電圧レギュレータ

標準的応用例

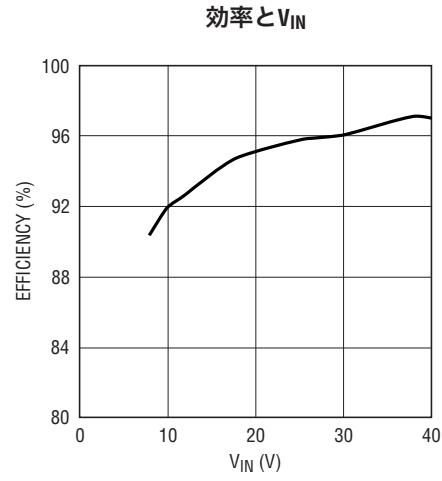


概要

LT®3755、LT3755-1およびLT3755-2は、高電流LEDをドライブするための定電流源として動作するDC/DC コントローラです。これらのデバイスは内蔵の安定化7.15V電源で外付けのローサイドNチャネル・パワーMOSFETをドライブします。固定周波数電流モード・アーキテクチャを採用しているので、広い電源および出力電圧範囲にわたり安定動作を行います。グランド基準電圧のFBピンはいくつかのLED保護機能の入力となるとともに、コンバータが定電圧源として動作することを可能にします。周波数調整ピンによって100kHz~1MHzの周波数をユーザが設定可能で、効率、性能または外付け部品サイズを最適化することができます。

LT3755/LT3755-1/LT3755-2はLEDストリングのハイサイドで出力電流をセンスします。ハイサイド電流センスはLEDをドライブするための最も柔軟な回路で、昇圧、降圧または昇降圧モード構成を可能にします。PWM入力は最大3000:1のLED調光比を実現し、CTRL入力ピンを使用してアナログ調光を追加することができます。

LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。True Color PWMはリニアテクノロジー社の商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。7199560、7321203を含む米国特許によって保護されています。



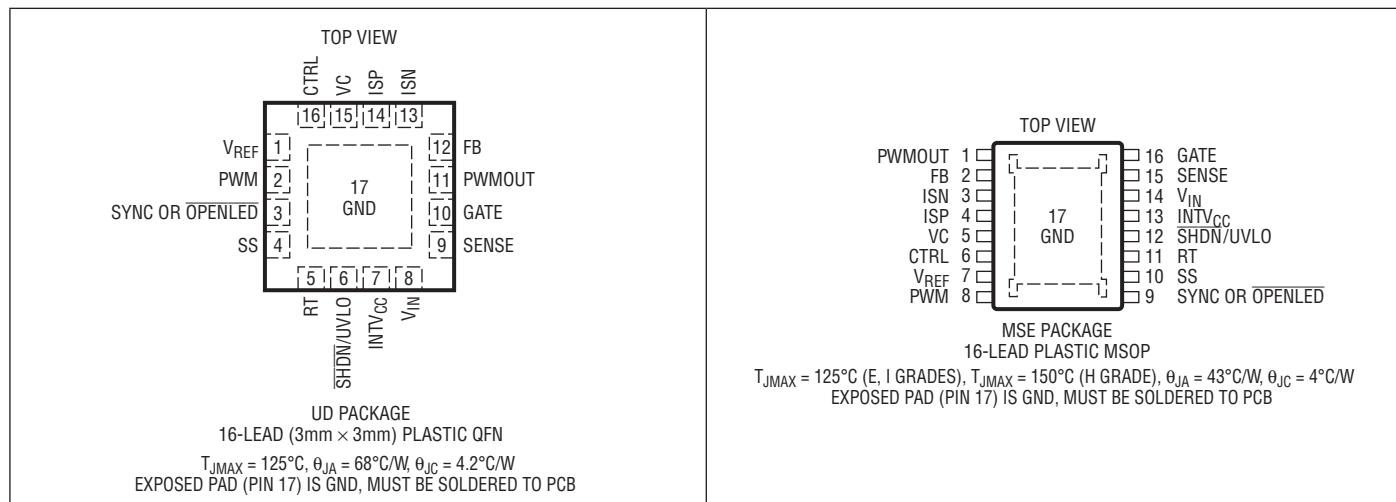
LT3755/LT3755-1/LT3755-2

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN}	40V	RT	1.5V
$SHDN/UVLO$ (Note 3)	40V	$SENSE$	0.5V
ISP, ISN	75V	動作接合部温度範囲 (Note 2, 5)	
$INTV_{CC}$	$V_{IN} + 0.3V, 8V$	LT3755E/LT3755I	-40°C~125°C
$GATE, PWMOUT$ (Note 4)	$INTV_{CC} + 0.3V$	LT3755H	-40°C~150°C
$CTRL, PWM, \overline{OPENLED}$	12V	保存温度範囲	-65°C~150°C
V_C, V_{REF}, SS, FB	3V	リード温度 (半田付け、10秒)	
$SYNC$	8V	MSOP	300°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LT3755EUD#PBF	LT3755EUD#TRPBF	LDGC	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3755IUD#PBF	LT3755IUD#TRPBF	LDGC	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3755EUD-1#PBF	LT3755EUD-1#TRPBF	LDMS	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3755IUD-1#PBF	LT3755IUD-1#TRPBF	LDMS	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3755EUD-2#PBF	LT3755EUD-2#TRPBF	LFJZ	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3755IUD-2#PBF	LT3755IUD-2#TRPBF	LFJZ	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3755EMSE#PBF	LT3755EMSE#TRPBF	3755	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3755IMSE#PBF	LT3755IMSE#TRPBF	3755	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3755EMSE-1#PBF	LT3755EMSE-1#TRPBF	37551	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3755IMSE-1#PBF	LT3755IMSE-1#TRPBF	37551	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3755EMSE-2#PBF	LT3755EMSE-2#TRPBF	37552	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3755IMSE-2#PBF	LT3755IMSE-2#TRPBF	37552	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3755HMSE-2#PBF	LT3755HMSE-2#TRPBF	37552	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°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。
非標準の鉛ベース仕様の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。
テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreel/> をご覧ください。

37551fd

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 24\text{V}$ 、 $\overline{\text{SHDN/UVLO}} = 24\text{V}$ 、 $\text{CTRL} = 2\text{V}$ 、 $\text{PWM} = 5\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{IN} Minimum Operating Voltage	V_{IN} Tied to INTV_{CC}	●			4.5	V
V_{IN} Shutdown I_Q	$\overline{\text{SHDN/UVLO}} = 0\text{V}$, $\text{PWM} = 0\text{V}$ $\overline{\text{SHDN/UVLO}} = 1.15\text{V}$, $\text{PWM} = 0\text{V}$			0.1	1	μA
V_{IN} Operating I_Q (Not Switching)	$\text{PWM} = 0\text{V}$			1.4	1.7	mA
V_{REF} Voltage	$100\mu\text{A} \leq I_{V_{REF}} \leq 0\mu\text{A}$	●	1.965	2.00	2.045	V
V_{REF} Line Regulation	$4.5\text{V} \leq V_{IN} \leq 40\text{V}$			0.006		%/V
SENSE Current Limit Threshold		●	98	108	118	mV
SENSE Input Bias Current	Current Out of Pin			40		μA
SS Pull-Up Current	Current Out of Pin		8	10	13	μA

誤差アンプ

ISP/ISN Full-Scale Current Sense Threshold	$\text{FB} = 0\text{V}$, $\text{ISP} = 48\text{V}$	●	96	100	103	mV
ISP/ISN Full-Scale Current Sense Threshold at $\text{CTRL} = 0\text{V}$	$\text{CTRL} = 0\text{V}$, $\text{FB} = 0\text{V}$, $\text{ISP} = 48\text{V}$		-12	-9.5	-7	mV
CTRL Pin Range for Current Sense Threshold Adjustment		●	0		1.1	V
CTRL Input Bias Current	Current Out of Pin			50	100	nA
LED Current Sense Amplifier Input Common Mode Range (V_{ISN})		●	2.9		75	V
ISP/ISN Short-Circuit Threshold	$\text{ISN} = 0\text{V}$		115	150	200	mV
ISP/ISN Short-Circuit Fault Sensing Common Mode Range (V_{ISN})		●	0		3	V
ISP/ISN Input Bias Current (Combined)	$\text{PWM} = 5\text{V}$ (Active), $\text{ISP} = \text{ISN} = 48\text{V}$ $\text{PWM} = 0\text{V}$ (Standby), $\text{ISP} = \text{ISN} = 48\text{V}$		55 0	0.1		μA
LED Current Sense Amplifier g_m	$V_{(\text{ISP} - \text{ISN})} = 100\text{mV}$			120		μS
VC Output Impedance	$1\text{V} < V_C < 2\text{V}$			15000		$\text{k}\Omega$
VC Standby Input Bias Current	$\text{PWM} = 0\text{V}$		-20		20	nA
FB Regulation Voltage (V_{FB})	$\text{ISP} = \text{ISN}$	●	1.232 1.220	1.250 1.250	1.265 1.270	V V
FB Amplifier g_m	$\text{FB} = V_{FB}$, $\text{ISP} = \text{ISN}$			480		μS
FB Pin Input Bias Current	Current Out of Pin			40	100	nA
FB Open LED Threshold	OPENLED Falling (LT3755 and LT3755-2)		$V_{FB} - 65\text{mV}$	$V_{FB} - 50\text{mV}$	$V_{FB} - 40\text{mV}$	V
FB Overvoltage Threshold	PWMOUT Falling		$V_{FB} + 50\text{mV}$	$V_{FB} + 60\text{mV}$	$V_{FB} + 75\text{mV}$	V
VC Current Mode Gain – ($\Delta V_{VC}/\Delta V_{SENSE}$)				4		V/V

発振器

Switching Frequency	$R_T = 100\text{k}$ $R_T = 10\text{k}$	●	90 925	100 1000	125 1050	kHz kHz
Minimum Off-Time				170		ns

LT3755/LT3755-1/LT3755-2

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 24\text{V}$ 、 $\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO} = 24\text{V}$ 、 $\text{CTRL} = 2\text{V}$ 、 $\text{PWM} = 5\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
リニア・レギュレータ						
INTV _{CC} Regulation Voltage		7	7.15	7.3	V	
Dropout ($V_{IN} - \text{INTV}_{CC}$)	$I_{\text{INTV}_{CC}} = -10\text{mA}$, $V_{IN} = 7\text{V}$		350		mV	
INTV _{CC} Undervoltage Lockout		3.9	4.1	4.3	V	
INTV _{CC} Current Limit		29	34	40	mA	
INTV _{CC} Current in Shutdown	$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO} = 0\text{V}$, $\text{INTV}_{CC} = 7\text{V}$		8	12	μA	
ロジック入力/出力						
PWM Input High Voltage		●	1.5		V	
PWM Input Low Voltage		●		0.4	V	
PWM Pin Resistance to GND		45	60		$\text{k}\Omega$	
PWMOUT Output Low (V_{OL})			0	50	mV	
PWMOUT Output High (V_{OH})			INTV _{CC} - 0.05		V	
$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO}$ Threshold Voltage Falling	E-, I-Grades H-Grade Only	● ●	1.185 1.175	1.220 1.220	1.245 1.245	V V
$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO}$ Rising Hysteresis			20		mV	
$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO}$ Input Low Voltage	$I_{V_{IN}}$ Drops Below $1\mu\text{A}$			0.4	V	
$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO}$ Pin Bias Current Low	$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO} = 1.15\text{V}$		1.7	2.05	2.5	μA
$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO}$ Pin Bias Current High	$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO} = 1.30\text{V}$			10	100	nA
OPENLED Output Low (V_{OL})	$I_{\text{OPENLED}} = 0.5\text{mA}$ (LT3755 and LT3755-2)			200	mV	
SYNC Pin Resistance to GND	LT3755-1 Only			30	$\text{k}\Omega$	
SYNC Input High	LT3755-1 Only		1.5		V	
SYNC Input Low	LT3755-1 Only			0.4	V	
ゲート・ドライバ						
t_r GATE Driver Output Rise Time	$C_L = 3300\text{pF}$		35		ns	
t_f GATE Driver Output Fall Time	$C_L = 3300\text{pF}$		35		ns	
GATE Output Low (V_{OL})				0.05	V	
GATE Output High (V_{OH})			INTV _{CC} - 0.05		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可能性がある。

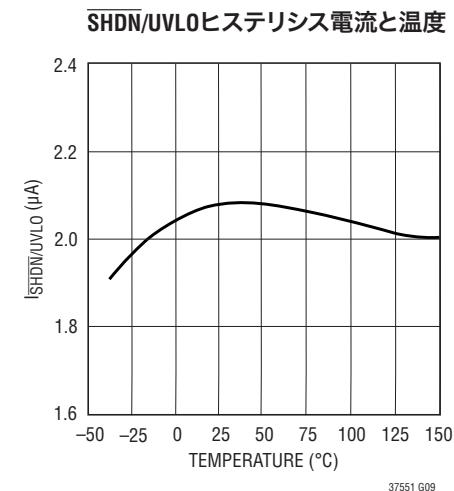
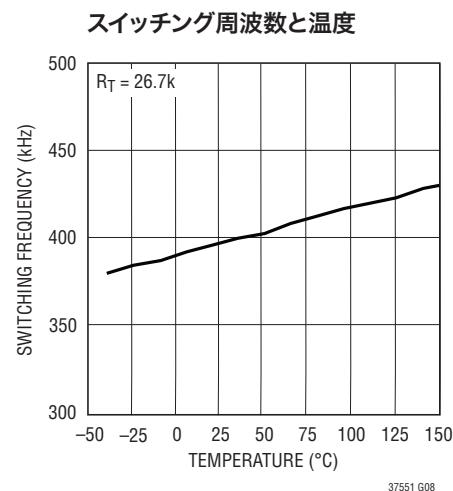
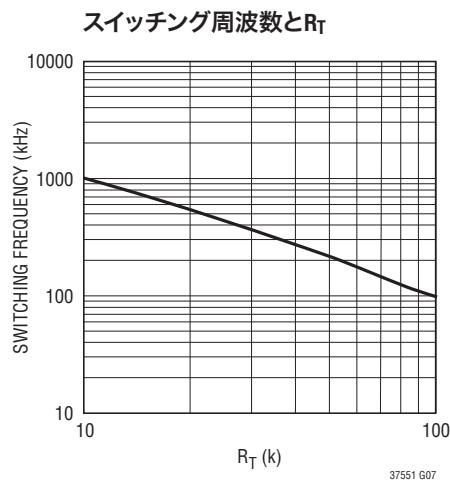
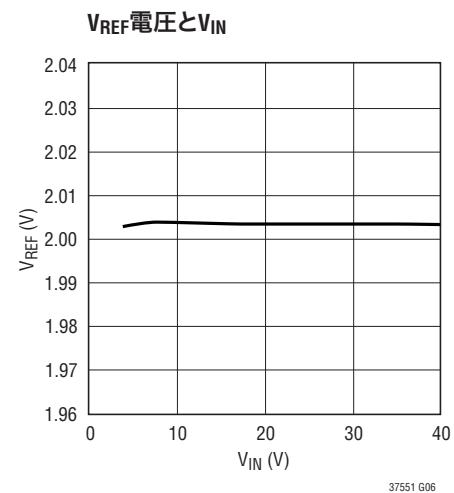
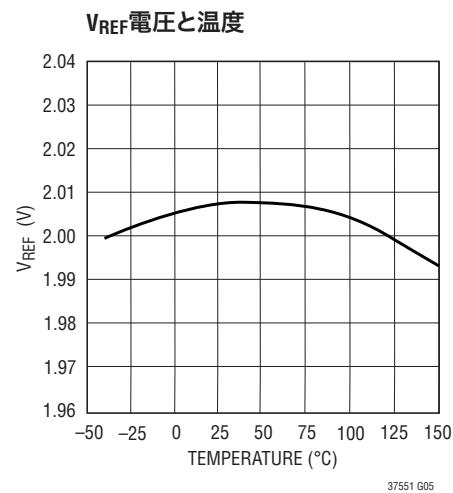
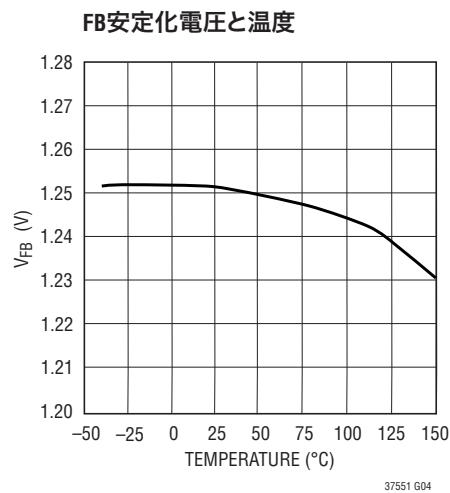
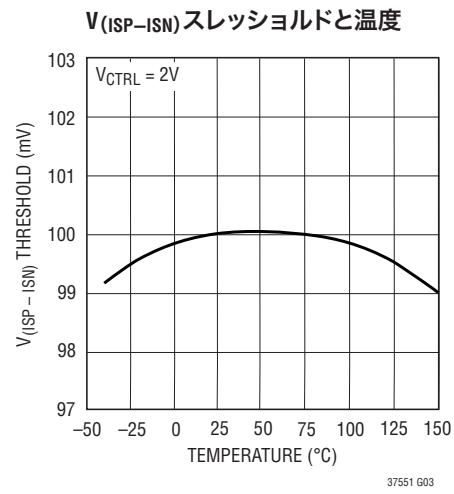
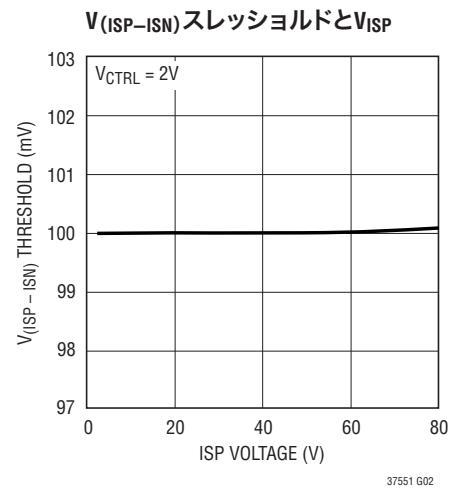
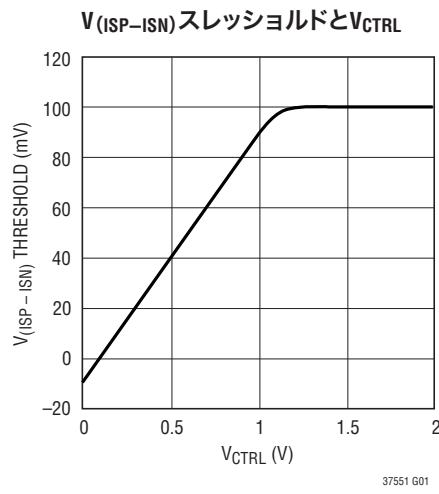
Note 2:LT3755E、LT3755E-1およびLT3755E-2は $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の接合部温度で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LT3755I、LT3755I-1およびLT3755I-2は $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。LT3755H-2は $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の全動作接合部温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。高い接合部温度は動作寿命に悪影響を及ぼす。接合部温度が 125°C を超えると、動作寿命は短くなる。

Note 3: V_{IN} が 6V より低い場合、適切な動作を行うためには、 $\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO}$ ピンは V_{IN} を超えてはならない。

Note 4:GATEピンとPWMOUTピンは、内部スイッチによってGNDまたはINTV_{CC}にドライブされる。これらのピンは外部で電源に接続してはならない。

Note 5:LT3755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温度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、接合部温度は最大動作接合部温度を超える。規定された最大動作接合部温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

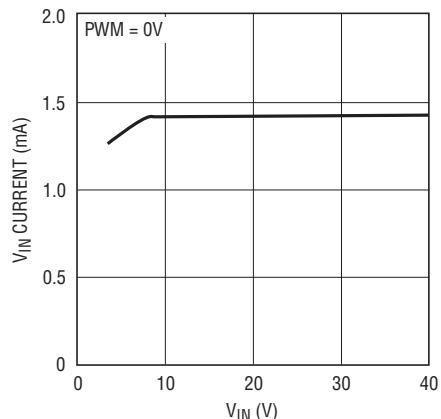
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。



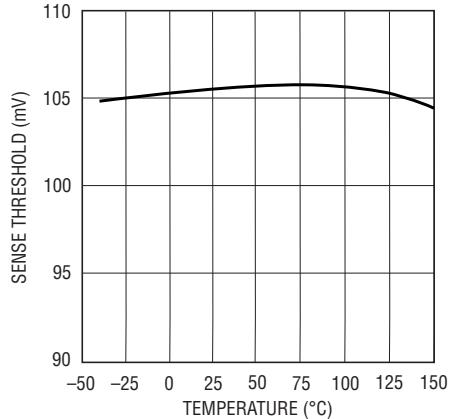
LT3755/LT3755-1/LT3755-2

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

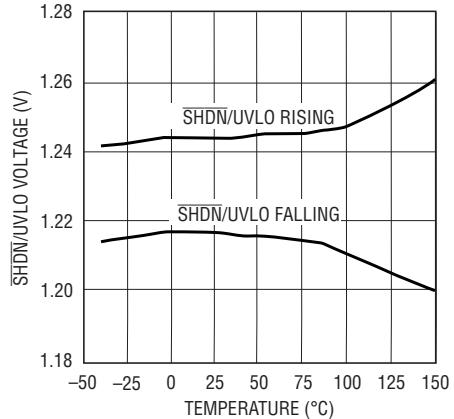
消費電流と V_{IN}



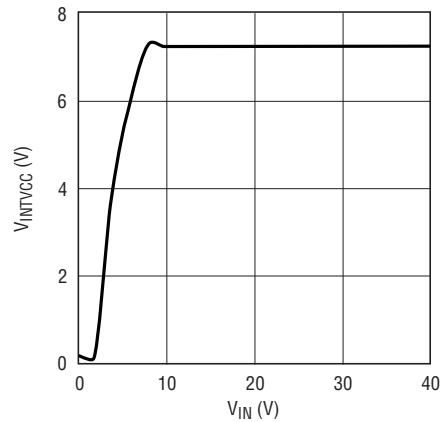
SENSE電流制限の
スレッショルドと温度



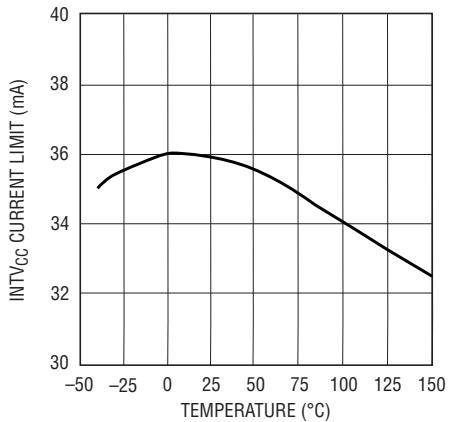
SHDN/UVLOスレッショルドと
温度



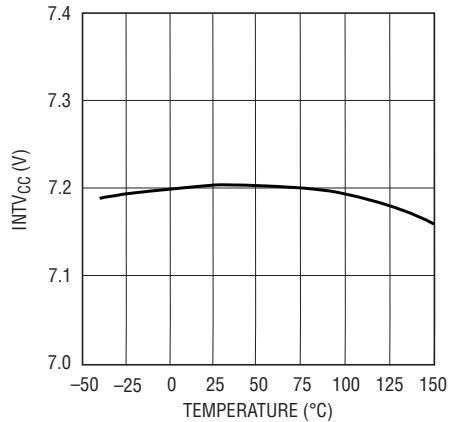
INTV_{CC}電圧と V_{IN}



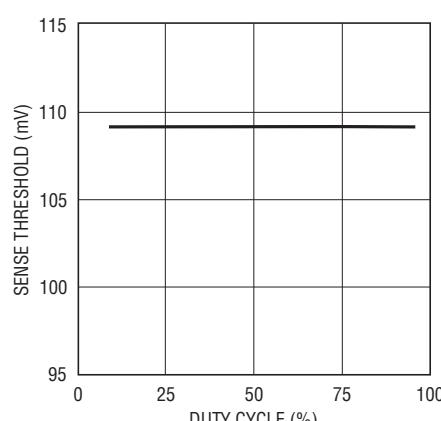
INTV_{CC}電流制限と温度



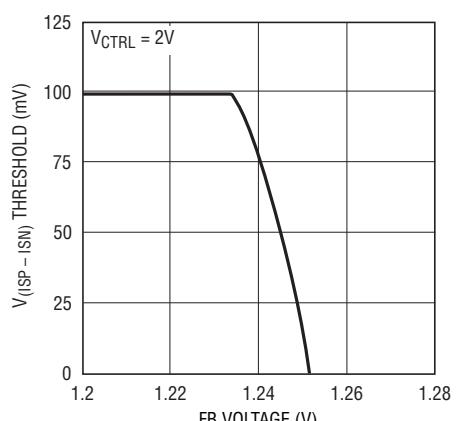
INTV_{CC}電圧と温度



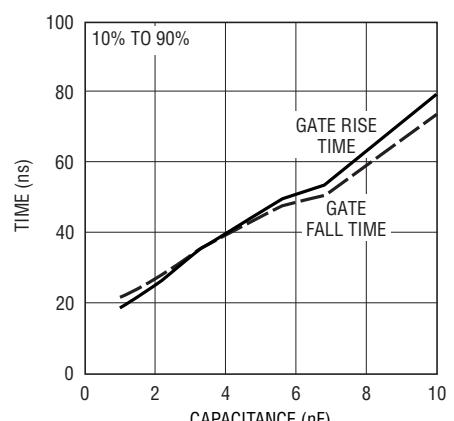
SENSE電流制限スレッショルドと
デューティサイクル



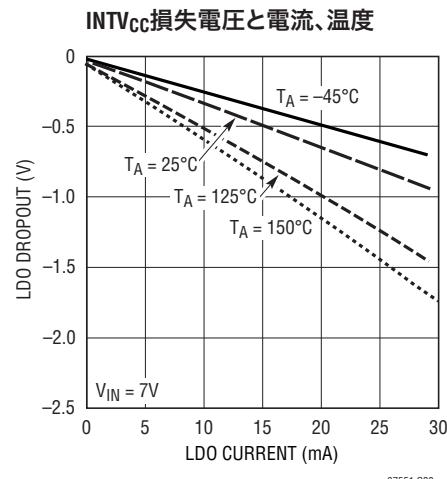
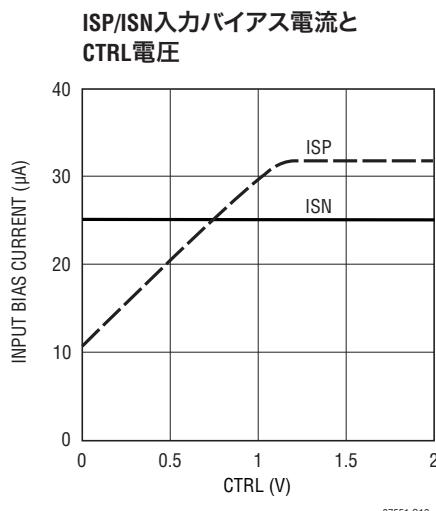
$V_{(ISP-ISN)}$ スレッショルドとFB電圧



GATEの立ち上がり/立ち下がり
時間と容量



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



ピン機能 (MSOP/QFN)

PWMOUT(ピン1/ピン11): LED負荷切断用NMOSのドライブまたはレベルシフトのための、バッファされたPWM信号。このピンはFBの過電圧状態の保護機能としても働きます。FB入力がFB安定化電圧(V_{FB})に60mV(標準)を加えた電圧より大きいとトグルします。PWMOUTピンはINTV_{CC}でドライブされます。ゲートのカットオフ電圧が1Vよりも高いFETの使用を推奨します。

FB(ピン2/ピン12): 電圧ループ帰還ピン。FBは定電圧レギュレーションまたはLED保護/オープンLED検出を意図しています。出力VCを備えた内部トランジスタコンダクタンス・アンプはDC/DCコンバータを通してFBを1.25V(公称)に安定化します。FB入力がループを安定化していると、OPENLEDプルダウンがアサートされます。このアクションにより、オープンLEDフォルトを知らせることができます。FBが(たとえば、外部電源スパイクによって)FBスレッショルドより上にドライブされると、OPENLEDプルダウンのアサートが解除され、PWMOUTピンが“L”にドライブされてLEDを過電流から保護します。FBピンはオープンのままにしないでください。使用しない場合、GNDに接続します。

ISN(ピン3/ピン13): 電流帰還抵抗の負端子の接続ポイント。ISNが2.9Vより高い場合は、LED電流は、 $V_{CTRL} > 1.2\text{V}$ のとき $I_{LED} = 100\text{mV}/R_{LED}$ によって、または $V_{CTRL} \leq 1\text{V}$ のとき $I_{LED} = (V_{CTRL} - 100\text{mV})/(10 \cdot R_{LED})$ によってプログラムすることができます。入力バイアス電流は標準で25μAです。3Vより低いときは、ISNは短絡保護機能の入力です。この機能は、ISPがISNより150mV(標準)以上高くなるとGATEを0Vに強制します。

ISP(ピン4/ピン14): 電流帰還抵抗の正端子の接続ポイント。入力バイアス電流はTPCに示すように、CTRLピンの電圧に依存します。ISNが3Vより低いときISPは短絡保護機能への入力になります。

VC(ピン5/ピン15): RCネットワークを備えた電圧ループを安定化するのに使われるトランジスタコンダクタンス誤差アンプの出力ピン。このピンはPWMが“L”的とき高インピーダンスになります。これは、次のPWMの“H”への遷移のための需要電流の状態変数を保存する機能です。このピンとGNDの間にコンデンサを接続します。高速過渡応答のためにコンデンサに直列接続した抵抗を推奨します。

LT3755/LT3755-1/LT3755-2

ピン機能 (MSOP/QFN)

CTRL(ピン6/ピン16): 電流検出スレッショルド調節ピン。 $0V < V_{CTRL} < 1V$ では、安定化スレッショルドV(ISP-ISN)は V_{CTRL} の1/10にオフセットを加えたものです。 $V_{CTRL} > 1.2V$ では、電流検出スレッショルドは100mVのフルスケール値に固定されます。 $1V < V_{CTRL} < 1.2V$ では、電流検出スレッショルドの V_{CTRL} に対する依存性は線形関数から一定の値へと移行し、 $V_{CTRL} = 1.1V$ ではすでにフルスケール値の98%に達します。このピンはオープンのままにしないでください。

V_{REF} (ピン7/ピン1): 電圧リファレンスの出力ピン、標準2V。このピンは、アナログ調光またはLED負荷の温度制限/補償のどちらかのために、CTRLピンの抵抗分割器をドライブします。最大100 μA までの電流を供給することができます。

PWM(ピン8/ピン2): “L”の信号を与えるとスイッチャをオフし、発振器をアイドル状態にし、VCピンを全ての内部負荷から切断します。PWMOUTピンはPWMピンに追従します。PWMには内部プルダウン抵抗が備わっています。使用しない場合、INTV_{CC}に接続します。

OPENLED(ピン9/ピン3、LT3755およびLT3755-2): FB入力がFBレギュレーション・スレッショルドから50mV(標準)を差し引いた電圧より大きいと、OPENLEDのオープンコレクタのプルダウンがアサートされます。機能するには、このピンには1mAより小さい外部プルアップ電流が必要です。PWM入力が“L”で、DC/DCコンバータがアイドル状態のとき、PWM入力が“H”であったときの最後の有効な状態にOPENLED状態がラッチされます。PWM入力が再度“H”になると、OPENLEDピンは更新されます。このピンを使ってオープンLEDフォールトを知らせることができます。

SYNC(ピン9/ピン3、LT3755-1のみ): 内部発振器を外部ロジック・レベル信号に同期させるのにSYNCピンを使います。SYNCパルス周波数より20%遅い内部スイッチング周波数をプログラムするようにRT抵抗を選択します。SYNCの立上りエッジから一定の遅延の後ゲートがオンします。SYNC機能を使って最良のPWM性能を得るには、PWMの立上りエッジがSYNCの立上りエッジより少なくとも200ns前に生じるようにします。デューティ・サイクルが50%の波形を使ってこのピンをドライブします。このピンはLT3755-1オプション・デバイスのOPENLEDを置き換えます。このピンを使わない場合、GNDに接続します。

SS(ピン10/ピン4): 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)クランプを変調します。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2.5Vレールへの10 μA (標準)のプルアップ電流源が備わっています。ソフトスタート・ピンは(SHDN/UVLOピンによって検出される)低電圧状態または熱制限によってGNDにリセットされます。

RT(ピン11/ピン5): スイッチング周波数調節ピン。GNDへの抵抗を使って周波数を設定します(抵抗の値については「標準的性能特性」の曲線または表1を参照)。RTピンはオープンのままにしないでください。

SHDN/UVLO(ピン12/ピン6): シャットダウンと低電圧検出ピン。プログラム可能なヒステリシスを備えた精確な1.22Vの下降方向のスレッショルドにより、スイッチングをイネーブルするのに電源がOKであることを検出します。上昇方向のヒステリシスは外部抵抗分割器と精確な内部2.1 μA プルダウン電流によって生成されます。スレッショルドより上では(ただし6Vより下)、SHDN/UVLO入力のバイアス電流は μA 未満です。下降方向のスレッショルドより下では、2.1 μA のプルダウン電流がイネーブルされますので、ユーザーは外部抵抗を選択してヒステリシスを定めることができます。低電圧状態はソフトスタートをリセットします。デバイスをディスエーブルするには0.4V以下に接続します。すると V_{IN} の消費電流は1 μA 以下に減少します。

INTV_{CC}(ピン13/ピン7): 内部負荷、GATEドライバおよびPWMOUTドライバ用の安定化電源。 V_{IN} から給電され、7.15V(標準)に安定化されます。INTV_{CC}はピンの近くに配置した4.7 μF のコンデンサでバイパスする必要があります。 V_{IN} が常に8V以下であれば、INTV_{CC}を直接 V_{IN} に接続します。

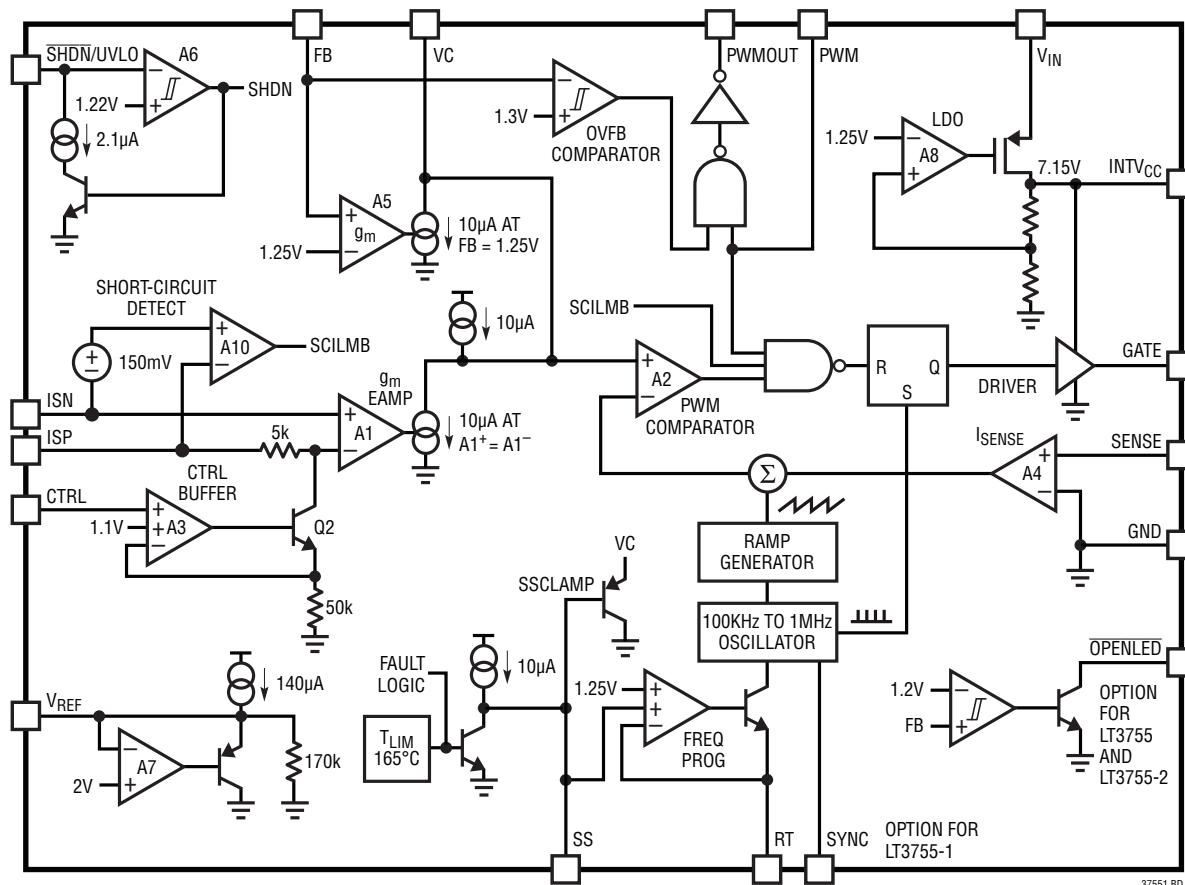
V_{IN} (ピン14/ピン8): 入力電源ピン。デバイスの近くに配置した0.22 μF (以上)のコンデンサを使ってローカルにバイパスする必要があります。

SENSE(ピン15/ピン9): 制御ループの電流検出入力です。このピンをスイッチ電流センス抵抗(R_{SENSE})の正端子(NFETのソース)にケルビン接続します。電流センス抵抗の負端子はデバイスのGNDプレーンにケルビン接続します。

GATE(ピン16/ピン10): NチャネルFETゲート・ドライバ出力。INTV_{CC}とGNDの間でスイッチングします。シャットダウン、フォールトまたはアイドル状態の間GNDにドライブされます。

露出パッド(ピン17/ピン17): グランド。このピンは制御ループの電流検出入力としても機能し、電流センス抵抗の負端子を検出します。露出パッドは直接グランド・プレーンに半田付けします。

ブロック図



LT3755/LT3755-1/LT3755-2

動作

LT3755は固定周波数、電流モード・コントローラで、ローサイドNMOSゲート・ドライバを備えています。GATEピンとPWMOUTピンのドライバおよび他のデバイス負荷は、内部で安定化された電源であるINTV_{CC}から給電されます。以下の説明では、デバイスのブロック図を参照すると参考になります。PWMピンが“L”状態の通常動作では、GATEピンとPWMOUTピンはGNDにドライブされ、VCピンは高インピーダンスになって前のスイッチング状態を外部補償コンデンサに保存し、ISPピンとISNピンのバイアス電流はリーク電流のレベルまで減少します。PWMピンが“H”に遷移すると、PWMOUTピンは短い遅延の後“H”に遷移します。同時に、内部発振器が起動してパルスを発生し、PWMラッチをセットし、外部パワーMOSFETスイッチをオンします(GATEが“H”になります)。SENSE入力ピンとGND入力ピンの間の外部電流センス抵抗によって検出された、スイッチ電流に比例した電圧入力が安定化スロープ補償ランプに加えられ、その結果得られる「スイッチ電流検出」信号がPWMコンパレータの正端子に与えられます。スイッチがオンしている間、外部インダクタの電流が着実に増加します。スイッチ電流検出電圧が誤差アンプの出力(VC)を超えると、ラッチがリセットされ、スイッチがオフします。スイッチ・オフのフェーズの間、インダクタ電流が減少します。各発振器サイクルが完了すると、スロープ補償など内部信号がそれらの開始点に戻り、発振器からのセット・パルスによって新しいサイクルが始まります。

この反復動作を通して、PWM制御アルゴリズムがスイッチのデューティ・サイクルを確立し、負荷の電流や電圧を安定化します。VC信号は多数のスイッチング・サイクルにわたって積分され、ISPとISNの間で測定されたLED電流検出電圧とCTRLピンで設定された目標差動電圧の間の差を増幅したものです。このようにして、誤差アンプは正しいピーク・スイッチ電流レベルを設定し、LED電流を安定化された状態に保ちます。誤差アンプの出力が上昇するとスイッチに要求される電流が増加します。誤差アンプの出力が低下すると要求される電流が減少します。スイッチ電流はオン・フェーズの間モニタされ、SENSEピン両端の電圧が108mV(標準)の電流制限スレッショルドを超えることは許されません。SENSEピンが電流制限スレッショルドを超えると、PWMコンパレータの出力の状態に関係なく、SRラッチがリセットされます。同様に、3Vより下のISP/ISN同相電圧では、ISPとISNの間の差がモニタされ、出力

が短絡状態であるか判定します。ISPとISNの間の差が150mV(標準)より大きいと、PWMコンパレータには無関係に、SRラッチがリセットされます。これらの機能は、パワー・スイッチおよびDC/DCコンバータの電力経路のいろいろな外部部品を保護することを意図しています。

電圧帰還モードの動作は、VCピンの電圧が1.25V(公称)の内部リファレンスとFBピンの差を増幅した電圧によって設定されること以外は、上述の動作と似ています。FBがリファレンス電圧より低いと、スイッチ電流が増加します。FBがリファレンス電圧より高いと、スイッチに要求される電流が減少します。LED電流検出帰還はFB電圧帰還と相互反応しますので、FBは内部リファレンスを超えず、ISPとISNの間の電圧はCTRLピンによって設定されるスレッショルドを超ません。精確な電流または電圧の安定化のためには、通常の動作条件で適切なループが支配的であることを確認する必要があります。電圧ループを完全に無効にするため、FBをGNDに接続することができます。LED電流ループを完全に無効にするには、ISPとISNと一緒に接続し、CTRL入力をV_{REF}に接続します。

LT3755に備わっているLED特有の2つの機能は電圧帰還ピンによって制御されます。まず、FBピンがFB安定化電圧より50mV低い(-4%)電圧を超えると、OPENLEDピンのプルダウン・ドライバが起動します(LT3755およびLT3755-2のみ)。これは、負荷を切断することができ、定電圧帰還ループがスイッチング・レギュレータを制御しようとしていることを示す状態インジケータとして機能します。FBピンがFB安定化電圧を60mV(標準で5%)を超えると、PWMOUTピンが“L”にドライブされ、PWM入力の状態は無視されます。PWMOUTピンが切断用NFETをドライブする場合、このアクションはLED負荷をGNDから絶縁し、過電流によるLEDの損傷を防ぎます。もしFB入力がオープンLEDスレッショルドと過電圧スレッショルドの両方を超えるときは、外部でドライブされて生じた過電圧によってFBピンが高くなりすぎたのであり、OPENLEDプルダウンがデアサーとれます。LT3755-2は、FBピンが過電圧スレッショルドより低くなり、オープンLEDスレッショルドよりは高い時に、OPENLED信号を再アサーとします。LT3755では、FBピンが両方のスレッショルドより低くなるまでは、OPENLEDは再アサーとれません。

アプリケーション情報

INTVCCレギュレータのバイパスと動作

INTVCCピンには、動作を安定化させ、大きなGATEスイッチング電流のための電荷を保存するためにコンデンサが必要です。最良の性能を得るため、低ESRのX7RまたはX5Rの10V定格セラミック・コンデンサを選択します。4.7μFのコンデンサが多くのアプリケーションで適切です。コンデンサをデバイスの近くに配置して、INTVCCピンおよびデバイスのグランドへのトレースの長さを最小にします。

INTVCC出力の内部電流制限が、デバイス内部の過度の電力損失からLT3755を保護します。スイッチングNMOSと動作周波数を選択するときはこの電流の最小値を検討します。

I_{INTVCC}は次式を使って計算することができます。

$$I_{INTVCC} = Q_G \cdot f_{osc}$$

Q_Gの小さなFETを注意して選択するとスイッチング周波数を上げることができ、小さな磁気部品を使うことができます。INTVCCピンには4.1V(標準)に設定されたそれ自身の低電圧ディスエーブル(UVLO)が備わっており、外部FETが完全にエンハンスされないために生じる過度の電力損失から外部FETを保護します。INTVCCピンがUVLOスレッショルドより下に下がると、GATEピンとPWMOUTピンが0Vに強制され、ソフトスタート・ピンがリセットされます。

入力電圧(V_{IN})が8Vを超なければ、INTVCCピンは入力電源に接続します。シャットダウン時、微小な電流(12μA未満)がINTVCCに負荷としてかかることに注意してください。この動作により、LT3755は4.5V程度の低いV_{IN}で動作することができます。V_{IN}がINTVCC安定化電圧より通常は高いが、ときどきそれより下に下がる場合、最小動作V_{IN}は6Vに近くなります。この値はリニア・レギュレータのドロップアウト電圧と、INTVCC低電圧ロックアウト・スレッショルドによって決まります。

SHDN/UVLOピンを使ったターンオンとターンオフのスレッショルドのプログラミング

下降時UVLOの値は抵抗分割器によって精確に設定されます。SHDN/UVLOがスレッショルドより下のとき、小さな2.1μAプルダウン電流がアクティブになります。この電流の目的は

ユーザーが上昇方向ヒステリシスをプログラムできるようにすることです。以下の式を使って、抵抗の値を計算します。

$$V_{IN,FALLING} = 1.22 \cdot \frac{R1+R2}{R2}$$

$$V_{IN,RISING} = 2.1\mu A \cdot R1 + V_{IN,FALLING}$$

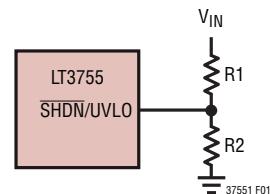


図1.V_{IN}の低電圧シャットダウンの
スレッショルドを設定するための抵抗接続

LED電流のプログラミング

LED電流は、適切な値の電流センス抵抗R_{LED}をLEDストリングと直列に接続してプログラムします。R_{LED}両端の電圧降下は、ISPピンとISNピンによって(ケルビン)検出されます。一般に、電流検出はLEDストリングのトップで行います。このオプションを利用できなければ、ストリングのボトムで電流を検出することができますが、LED電流安定化機能の下限である3Vより下に最小ISN値が下がらないように注意します。CTRLピンは1.2Vより高い電圧に接続して、センス抵抗両端のフルスケール・スレッショルドを100mV(標準)にします。電圧検出スレッショルドの減少に伴い相対精度が低下しますが、CTRLピンはLED電流をゼロに調光するのにも使うことができます。CTRLピンの電圧が1Vより低いと、LED電流は次のようにになります。

$$I_{LED} = \frac{V_{CTRL} - 100mV}{R_{LED} \cdot 10}$$

CTRLピンの電圧が1V~1.2Vの間は、LED電流はCTRLと共に変化しますが、CTRLの電圧が増加するにつれて、ますます大きな割合で上記の式から外れていきます。最終的に、CTRL = 1.2Vを超えると、LED電流はもはやCTRLと共に変化しません。CTRL = 1.1Vでは、I_{LED}の実際の値は式で得られる概算値の約98%になります。

LT3755/LT3755-1/LT3755-2

アプリケーション情報

V_{CTRL}が1.2Vより高いとき、LED電流は次のように安定化されます。

$$I_{LED} = \frac{100mV}{R_{LED}}$$

LED電流のプログラミング機能により全調光範囲を10倍広げることができます。CTRLピンはオープン状態のままにしないでください(使わない場合はV_{REF}に接続します)。CTRLピンは、サーミスタと一緒に使ってLED負荷のための過温度保護を与えることもでき、あるいはV_{IN}に接続された抵抗分割器と一緒に使ってV_{IN}が低いとき出力電力とスイッチング電流を減らすことができます。ISPとISNの間に時間によって変化するスイッチング周波数の差動電圧信号(リップル)が存在することが予想されます。この信号の振幅は、高いLED負荷電流、低いスイッチング周波数または小さな値の出力フィルタ・コンデンサによって増加します。いくらかのレベルのリップル信号は許容できます。VCピンの補償コンデンサは信号をフィルタするので、ISPとISNの間の平均差はユーザーによってプログラムされた値に安定化されます。20mVを超えるリップル電圧振幅(ピーク-ピーク間)は誤動作を引き起こすことはありませんが、平均値とユーザーがプログラムした値の間に目に付くオフセットを生じことがあります。

出力電圧のプログラミング(定電圧レギュレーション)またはオープンLED/過電圧スレッショルド

昇圧アプリケーションでは、次式に従ってR3とR4の値を選択して出力電圧を設定することができます(図2を参照)。

$$V_{OUT} = 1.25 \cdot \frac{R3 + R4}{R4}$$

昇圧型LEDドライバでは、通常動作時に予想されるV_{FB}が1.1Vを超えないように、出力からFBピンへの抵抗を設定しま

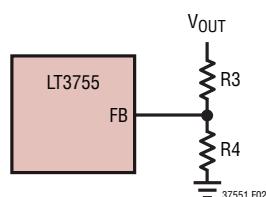


図2. 昇圧またはSEPICのLEDドライバの帰還抵抗の接続

す。降圧または昇圧の構成のLEDドライバでは、図3に示されているように、出力電圧は一般にGNDを基準にしてレベルシフトされます。出力は次式で表すことができます。

$$V_{OUT} = V_{BE} + 1.25 \cdot \frac{R3}{R4}$$

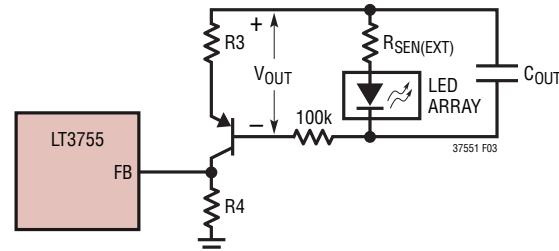


図3. 降圧モードまたは昇圧モードのLEDドライバの帰還抵抗の接続

ISP/ISN短絡保護機能(SEPIC用)

ISPピンとISNピンは、LED電流検出機能とは独立に、3V以下のISNで動作する保護機能を備えています。この機能の目的は、(起動時または出力短絡フォールト発生時に)ISNがLED電流検出同相範囲より下のとき連続して電流を検出し、SEPICコンバータのパワー部品を損傷するおそれのある過度のスイッチング電流の増大を防ぐことです。アクション・スレッショルド(標準150mV)は既定のLED電流検出スレッショルドより上なので、これら2つの機能が重なり合うISN電圧範囲でも干渉することはありません。この機能はSENSE電流制限と同様に動作します。ISP/ISNの差がスレッショルドより下に下がるまでGATEが“H”(スイッチのターンオン)になるのを防ぎます。負荷が明らかな直列インダクタンスを持っている場合は、誤ってISNピンから過度の電流が流れるのを防ぐため、SEPIC構成の回路ではGNDからISNにショットキークリンプを使用することを推奨します。

調光制御

LT3755を使った調光では、電流源を制御する2つの方法があります。1つの方法では、CTRLピンを使ってLEDの安定化される電流を調整します。2番目の方法では、PWMピンを使って電流源をゼロと最大電流の間で変調し、精密にプログラム

アプリケーション情報

された平均電流を達成します。PWM調光をもっと精確にするため、PWMが“L”的ときの静的フェーズの間、スイッチの需要電流がVCノードに保存されます。この機能により、PWM信号が“H”になるときの回復時間が最小になります。回復時間をさらに改善するため、LED電流経路に切断スイッチを使って、PWM信号の“L”フェーズの間ISPノードが放電するのを防ぐことができます。PWMの最小オン時間または最小オフ時間は、動作周波数と外付け部品の選択に依存します。標準的応用例「20kHz PWM調光用の降圧モード500mA LEDドライバ」(p.20)で、1μs程度の短い安定化された電流パルスが可能であることを実証しています。最小PWMパルスを少なくとも6スイッチング・サイクルにすることで、PWM調光機能とアナログ調光機能の最高の組み合わせを実現できます。

スイッチング周波数のプログラミング

RT周波数調整ピンによって100kHz～1MHzのスイッチング周波数をユーザが設定可能で、効率、性能または外付け部品サイズを最適化することができます。動作周波数を高くすると部品のサイズが小さくなりますが、スイッチング損失とゲート・ドライブ電流が増加し、十分高いまたは十分低いデューティ・サイクルでの動作が不可能になることがあります。動作周波数を低くすると性能が良くなりますが、代価として外部部品のサイズが大きくなります。適切な R_T 抵抗の値に関しては表1を参照してください。RTピンからGNDに外部抵抗が必要です。このピンはオープンのままにしないでください。

表1. スイッチング周波数と R_T の値(1%抵抗)

f_{OSC} (kHz)	R_T (kΩ)
1000	10.0
900	11.8
800	13.0
700	15.4
600	17.8
500	21.0
400	26.7
300	35.7
200	53.6
100	100

デューティ・サイクルに関する検討事項

スイッチング・デューティ・サイクルはコンバータ動作を定義する主要変数です。したがって、特定のアプリケーションのためのスイッチング周波数をプログラミングするときこの変数のリミット値を考慮する必要があります。固定最小オン時間と最小オフ時間(図4を参照)およびスイッチング周波数が、それぞれスイッチのデューティ・サイクルの最小と最大を定めます。以下の式が最小/最大デューティ・サイクルを表します。

$$\text{最小デューティ・サイクル} = (\text{最小オン時間}) \cdot \text{スイッチング周波数}$$

$$\text{最大デューティ・サイクル} = 1 - (\text{最小オフ時間}) \cdot \text{スイッチング周波数}$$

動作リミットを計算するとき、データシートのオン時間/オフ時間の標準値を少なくとも60ns増やして、PWM制御の自由度、GATEの立上り/立下り時間およびSWノードの立上り/立下り時間のマージンを取るようにします。

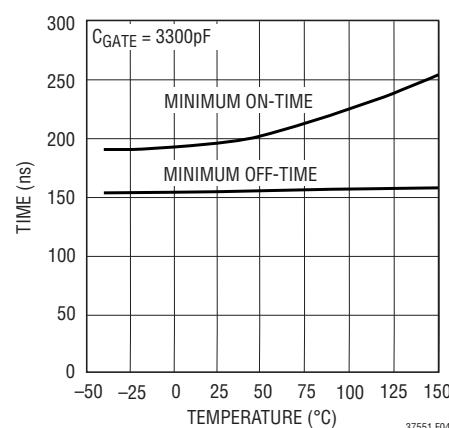


図4. 標準の最小オン・パルス幅
および最小オフ・パルス幅と温度

熱に関する検討事項

LT3755は40Vの最大入力電圧に定格が定められています。高い入力電圧ではデバイスの内部電力損失に十分注意を払い、125°C(Hグレードでは150°C)の接合部温度を超えないようにします。この接合部温度リミットは、高い周囲温度での動

アプリケーション情報

作時には特に重要です。デバイスの電力損失の大半は外部パワーMOSFETのゲート容量をドライブするのに必要な消費電流によります。ゲート・ドライブ電流は次のように計算できます。

$$I_{GATE} = f_{SW} \cdot Q_G$$

高い入力電圧で動作させるときは Q_G の小さなパワーMOSFETを常に使い、スイッチング周波数も注意して選択して、デバイスが安全な接合部温度を超えないようにします。デバイスの内部接合部温度は以下のように推算することができます。

$$T_J = T_A + [V_{IN} (I_Q + f_{SW} \cdot Q_G) \cdot \theta_{JA}]$$

ここで、 T_A は周囲温度、 I_Q はデバイスの消費電流（最大1.7mA）および θ_{JA} はパッケージの熱インピーダンス（3mm × 3mm QFNパッケージの場合は68°C/W）です。たとえば、 $T_A(MAX) = 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN}(MAX) = 40\text{V}$ 、 $f_{SW} = 400\text{kHz}$ で、 $Q_G = 20\text{nC}$ のFETを使うアプリケーションでは、デバイスの最大接合部温度はおよそ次のようになります。

$$T_J = 85^\circ\text{C} + [40\text{V} (1.7\text{mA} + 400\text{kHz} \cdot 20\text{nC}) \cdot 68^\circ\text{C/W}] \\ = 111^\circ\text{C}$$

パッケージの底の露出パッドをグランド・プレーンに半田付けする必要があります。このグランドはパッケージの直下に配置したサーマル・ビアを使って内部銅グランド・プレーンに接続し、デバイスが発生する熱を放散します。

LT3755の接合部温度が165°Cに達すると、GATEピンとPWMOUTピンはGNDにドライブされ、ソフトスタート(SS)ピンはGNDに放電されます。スイッチングは、デバイスの温度が10°C下がった後にイネーブルされます。この機能は、瞬間的な熱過負荷状態の間デバイスを保護することを目的としています。

周波数同期（LT3755-1のみ）

LT3755-1のスイッチング周波数はSYNCピンを使って外部クロックに同期することができます。正しく動作させるには、外部クロック周波数より20%低いスイッチング周波数になるように R_T 抵抗を選択します。SYNCピンはソフトスタート時間の間ディスエーブルされます。

SYNC波形に関する以下のガイドラインを守れば、この機能の正しい動作が保証されます。SYNCを50%のデューティ・サイクルの波形でドライブするのは常に良い選択です。別の方法としては、デューティ・サイクルを20%～60%に維持します。PWMとSYNCの両機能を使うとき、最良のPWM性能を得るには、PWM信号の立上りエッジがSYNCの立上りエッジ(V_{IH})よりも少なくとも200ns前に生じるようにします。SYNCピンを使わないなら、GNDに接続します。

オープンLEDの検出（LT3755およびLT3755-2）

LT3755およびLT3755-2はオープン・ドレインの状態ピン（OPENLED）を備えており、これはFBピンがその1.25Vの安定化電圧の約50mV以内になると“L”に引き下げられます。FBピンを使ってオープンLEDのクランプ電圧が正しくプログラムされると、FBピンはLEDが接続されていると1.1Vを決して超えないで、オープンLEDが生じない限りFBピンは安定化電圧の50mV以内になりません。LT3755とLT3755-2の主な相違点は、FBピンがFB過電圧スレッショルド（標準1.31V）を通過および再通過する時のOPENLEDピンの動作です。LT3755-2は、1.31Vのスレッショルドを通過する時にOPENLEDを自由にアサート/デアサートします。一方、LT3755は、FBが1.31Vを超える時にOPENLEDをデアサートし、FBピンが1.2V（標準）のオープンLEDスレッショルドを下回り、フォールトをクリアするまでは、OPENLEDを再アサートしません。LT3755-2の方がより汎用性の高い動作を行うので、OPENLEDを使用するアプリケーションに推奨されます。

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・インダクタの過渡入力電流を供給するので、過渡電流の要件に従って配置し、サイズを定める必要があります。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はコンデンサの値を見積もるために重要な入力変数です。X7Rタイプのセラミック・コンデンサは温度およびDCバイアスに対して変化が最も小さいので通常最良の選択です。一般に、昇圧コンバータおよびSEPICコンバータに必要なコンデンサの値は降圧モード・コンバータに比べて小さくです。100mVの入力電圧リップルを受け入れられると想定すると、昇圧コンバータに必要なコンデンサの値は次のように推算することができます。

$$C_{IN}(\mu\text{F}) = I_{LED}(A) \cdot \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \cdot t_{SW}(\mu\text{s}) \cdot \left(\frac{\mu\text{F}}{A \cdot \mu\text{s}} \right)$$

アプリケーション情報

したがって、入力が12V、出力が48V、負荷が1Aの400kHz昇圧レギュレータの場合、10μFのコンデンサは適切な選択です。

100mVの入力電圧リップルを受け入れられると想定すると、降圧コンバータに必要な入力コンデンサの値は次のように推算することができます。

$$C_{IN}(\mu F) = I_{LED}(A) \cdot t_{SW}(\mu s) \cdot 4.7 \cdot \left(\frac{\mu F}{A \cdot \mu s} \right)$$

1A負荷の400kHz降圧モード・コンバータの場合、10μF入力コンデンサは適切な選択です。

降圧モードの構成では、入力コンデンサにはスイッチがオフするときショットキー・ダイオードを通って戻る電流による大きな電流パルスが流れます。この降圧コンバータの場合、コンデンサをできるだけショットキー・ダイオードとスイッチのGNDリターン(つまりセンス抵抗)の近くに置くことが重要です。コンデンサのリップル電流定格について検討することも重要です。最高の信頼性を得るには、このコンデンサはESRとESLが小さく、リップル電流定格が適当なものにします。降圧モードのLEDドライバのRMS入力電流は次のとおりです。

$$I_{IN(RMS)} = I_{LED} \cdot \sqrt{(1-D) \cdot D}$$

ここで、Dはスイッチのデューティ・サイクルです。

表2. 推奨セラミック・コンデンサ・メーカー

MANUFACTURER	WEB
TDK	www.tdk.com
Kemet	www.kemet.com
Murata	www.murata.com
Taiyo Yuden	www.t-yuden.com

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依存します。LEDアプリケーションでは、LEDの等価抵抗は一般に低いので、出力フィルタのコンデンサは電流リップルを減衰させるのに十分な大きさになります。X7Rタイプのセラミック・コンデンサの使用を推奨します。

降圧モードのアプリケーションの場合に比べて、昇圧モードと昇降圧モードのアプリケーションでは、同じLEDリップル電流を達成するのに必要なフィルタ・コンデンサが大きくなります。低い動作周波数には、比例して高い値のコンデンサが必要になります。

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。内蔵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減らします。ソフトスタート時間は次式に従ってソフトスタート・コンデンサを選択して設定します。

$$T_{SS} = C_{SS} \cdot \frac{2V}{10\mu A}$$

ソフトスタート・コンデンサの標準値は0.01μFです。ソフトスタート・ピンは発振器周波数とスイッチの最大電流を減らします。ソフトスタート・コンデンサは、過温度状態の間、またはINTVCCに低電圧が生じている間、SHDN/UVLOがそのスレッショルドより下に下がると放電します。SHDN/UVLOを使って起動するとき、PWMの最初の“H”期間の後、ソフトスタート・コンデンサの充電がイネーブルされます。

パワーMOSFETの選択

高い入力電圧または出力電圧で動作するアプリケーションでは、パワーNMOS FETスイッチは一般にドレン電圧V_DSの定格と低ゲート電荷Q_Gを考慮して選択します。スイッチング損失が電力損失を支配するので、スイッチのオン抵抗(R_D(ON))の考慮は通常は二次的です。LT3755のINTVCCレギュレータは固定電流制限を備えており、高いV_{IN}での過度の電力損失からデバイスを保護しますので、7VでのQ_Gとスイッチング周波数の積がINTVCCの電流リミットを超えないようにFETを選択します。LEDをドライブする場合、オープン負荷フォールトに備えて、V_DS定格がFBピンによって設定されるスレッショルドを超えるスイッチを選択するように注意します。MOSFETメーカーを数社表3に掲げます。このデータシートの応用回路で使われているMOSFETはLT3755と一緒に使って問題なく動作することが確認されています。他の推奨MOSFETに関しては弊社へお問い合わせください。

表3. MOSFETメーカー

VENDOR	WEB
Vishay Siliconix	www.vishay.com
Fairchild	www.fairchildsemi.com
International Rectifier	www.irf.com

アプリケーション情報

ショットキー・ダイオード整流器の選択

パワー・ショットキー・ダイオードにはスイッチがオフしている間電流が流れます。定格が最大SW電圧に適合したダイオードを選択します。調光にPWM機能が使われる場合、ダイオードのリークについて検討することが重要です。このリークはPWMが“L”の間に出力から流れ、温度とともに増加します。したがって、リーク電流が十分低いショットキー・ダイオードを選択します。推奨部品メーカーを数社表4に示します。

表4. ショットキー・ダイオード整流器メーカー

VENDOR	WEB
On Semiconductor	www.onsemi.com
Diodes, Inc.	www.diodes.com
Central Semiconductor	www.centralsemi.com

センス抵抗の選択

外部NMOS FETのソースとGNDの間の抵抗(R_{SENSE})は、LT3755のSENSEピンの108mV(標準)の電流制限スレッショルドを超えることなくアプリケーションをドライブするのに適切なスイッチ電流を与えるように選択します。降圧モードのアプリケーションでは、必要なLED電流より少なくとも30%大きなスイッチ電流を与える抵抗を選択します。降圧モードでは、次式に従って抵抗を選択します。

$$R_{SENSE,BUCK} \leq \frac{0.07V}{I_{LED}}$$

昇降圧では、次式に従って抵抗を選択します。

$$R_{SENSE,BUCK-BOOST} \leq \frac{V_{IN} \cdot 0.07V}{(V_{IN} + V_{LED})I_{LED}}$$

昇圧では、次式に従って抵抗を選択します。

$$R_{SENSE,BOOST} \leq \frac{V_{IN} \cdot 0.07V}{V_{LED} \cdot I_{LED}}$$

これらの式を用いて、定常スイッチング時のインダクタ電流リップルに関する妥当な想定に基づき、センス抵抗の値を概算します。インダクタ電流リップルが大きいアプリケーションでは、センス抵抗の値を小さくすることが必要な場合があります。例としては、高いデューティサイクルで電流制限された動作を行うアプリケーションや不連続導通モード(DCM)スイッチング

を行うアプリケーションなどがあります。センス抵抗を選択する際は、SENSE電流制限スレッショルドのマージンを確保するため、アプリケーションのピーク・インダクタ電流を確認することをお勧めします。

R_{SENSE} はNMOS FETのソースおよびLT3755のGNDの近くに配置します。LT3755へのSENSE入力は R_{SENSE} の正端子へのケルビン接続にします。

インダクタの選択

LT3755と一緒に使うインダクタは、 R_{SENSE} 抵抗によって選択される最大スイッチ電流に対して適切な飽和電流定格のものにします。動作周波数、入力電圧および出力電圧に基づいてインダクタ値を選択し、スイッチオン時間の間、約20mVの大きさの電流モード・ランプをSENSEに与えます。連続導通モード動作用のインダクタの値を推算するには以下の式が役立ちます。

$$L_{BUCK} = \frac{R_{SENSE} \cdot V_{LED} (V_{IN} - V_{LED})}{V_{IN} \cdot 0.02V \cdot f_{OSC}}$$

$$L_{BUCK-BOOST} = \frac{R_{SENSE} \cdot V_{LED} \cdot V_{IN}}{(V_{LED} + V_{IN}) \cdot 0.02V \cdot f_{OSC}}$$

$$L_{BOOST} = \frac{R_{SENSE} \cdot V_{IN} (V_{LED} - V_{IN})}{V_{LED} \cdot 0.02V \cdot f_{OSC}}$$

推奨インダクタ・メーカーを数社表5に示します。

表5. インダクタ・メーカー

VENDOR	WEB
Sumida	www.sumida.com
Würth Elektronik	www.we-online.com
Coiltronics	www.cooperet.com
Vishay	www.vishay.com
Coilcraft	www.coilcraft.com

ループ補償

LT3755には内部トランスコンダクタンス誤差アンプが使われており、そのVC出力が制御ループを補償します。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。

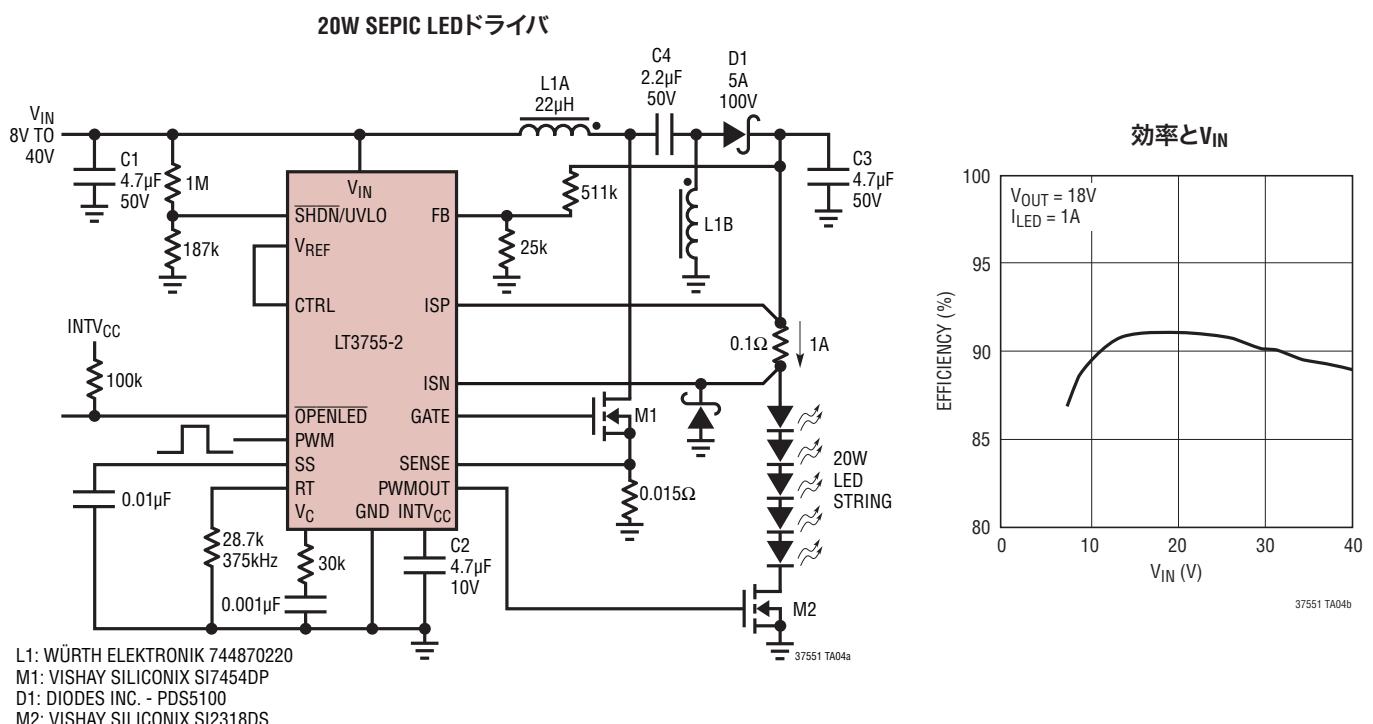
アプリケーション情報

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LEDアプリケーションでは、VCの2.2nFの補償コンデンサが適切で、直列抵抗を常に使ってVCピンのスルーレートを上げ、コンバータへの入力電源の高速過渡の間、LED電流の精確な安定化を維持します。

基板のレイアウト

LT3755は高速で動作するので、基板のレイアウトと部品の配置には細心の注意が必要です。パッケージの露出パッドはデバイスの唯一のGND端子であり、このデバイスの熱管理にも重要です。露出パッドと基板のグランド・プレーンの間を電気的および熱的に十分接触させることが重要です。電磁干渉(EMI)を減らすため、インダクタ、スイッチのドレインおよびショットキー・ダイオード整流器のアノードの間の、dV/dtの高いスイッチング・ノードの面積を最小に抑えることが重要です。スイッチング・ノードの下にはグランド・プレーンを使って、敏

感な信号へのプレーン間の結合をなくします。dI/dtの高いトレース、つまり1)スイッチ・ノードからスイッチとセンス抵抗を通ってGNDまで、および2)スイッチ・ノードからショットキー・ダイオード整流器とフィルタ・コンデンサを通してGNDまでのトレースの長さを最小にします。これら2本のスイッチング電流トレースのグランド・ポイントは共通ポイントに接続してからLT3755の下のグランド・プレーンに接続します。同様に、INTV_{CC}レギュレータのバイパス・コンデンサのグランド終端はスイッチング経路のGNDの近くに配置します。一般に、この要件により、外部スイッチとINTV_{CC}バイパス・コンデンサがデバイスに最も近くなります。補償ネットワークおよび他のDC制御信号のグランドはスター・グランドを使ってデバイスの下に接続します。FBやVCなどの高インピーダンス信号の配線は長くしないで下さい。そうでないと、スイッチング・ノイズを拾うことがあります。特に、FBとPWMOUTを基板上で数ミリメートル以上平行に配線しないでください。SENSE入力に直列な抵抗を最小に抑えて、スイッチ電流制限スレッショルドの変化(ほとんどの場合減少)を防ぎます。



LT3755/LT3755-1/LT3755-2

アプリケーション情報

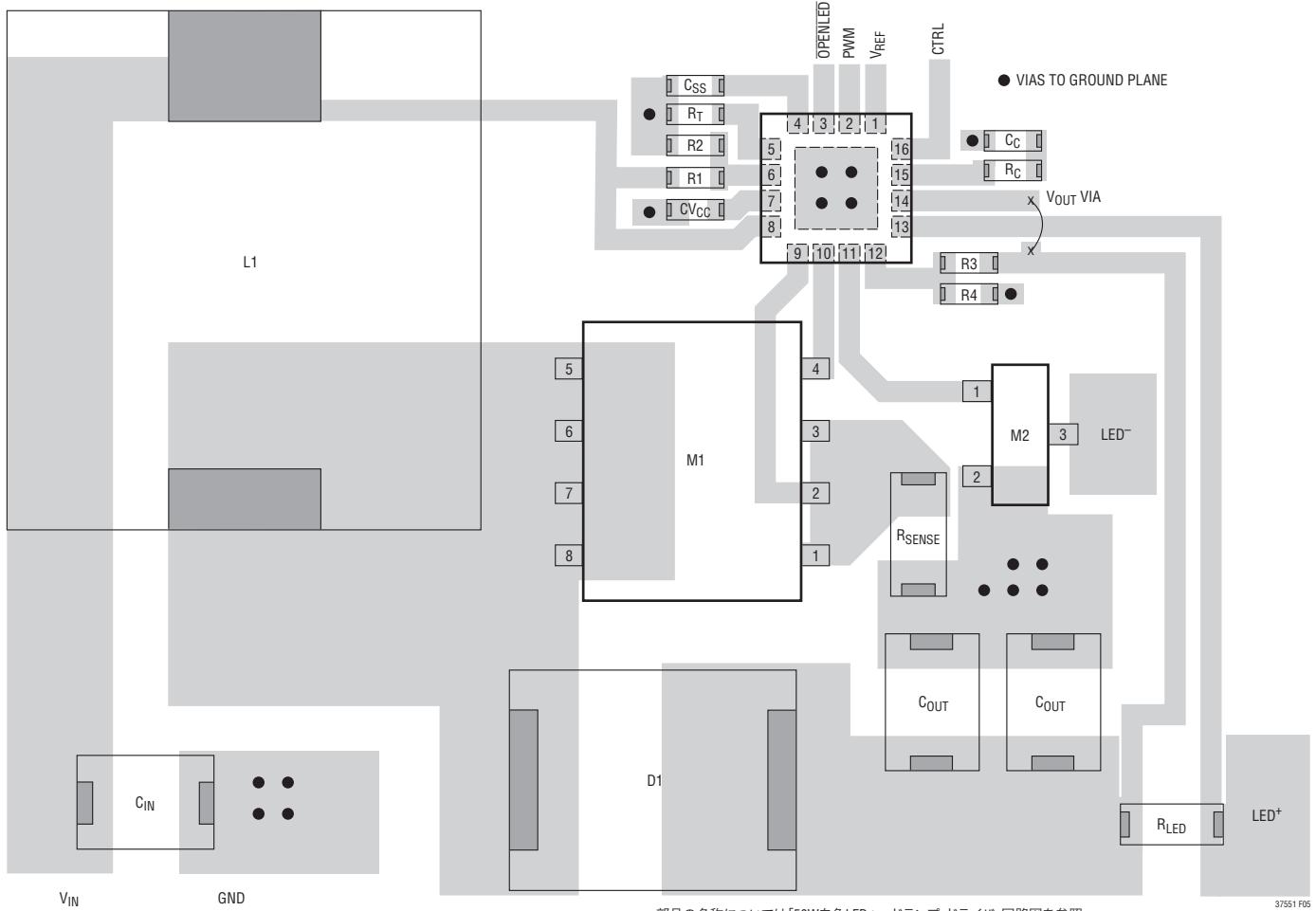
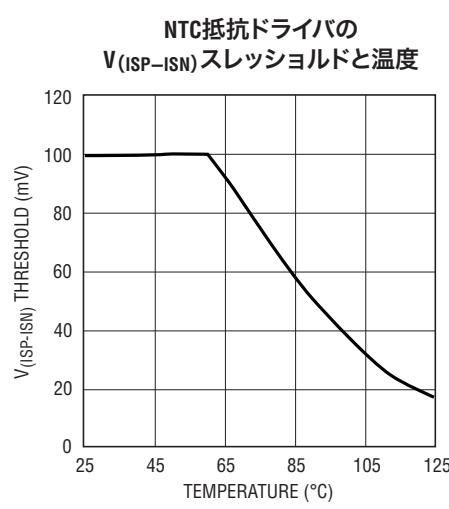
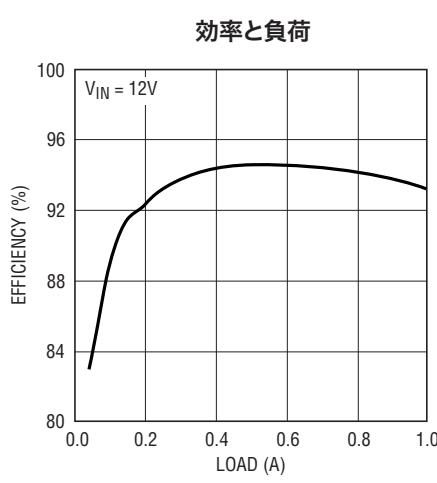
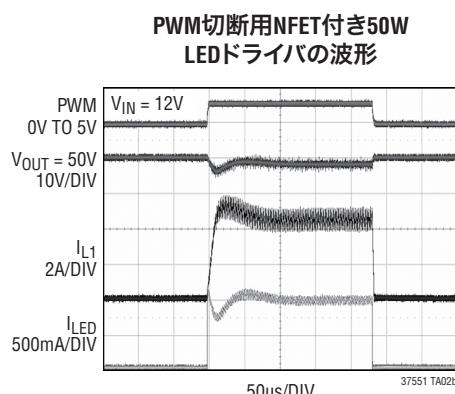
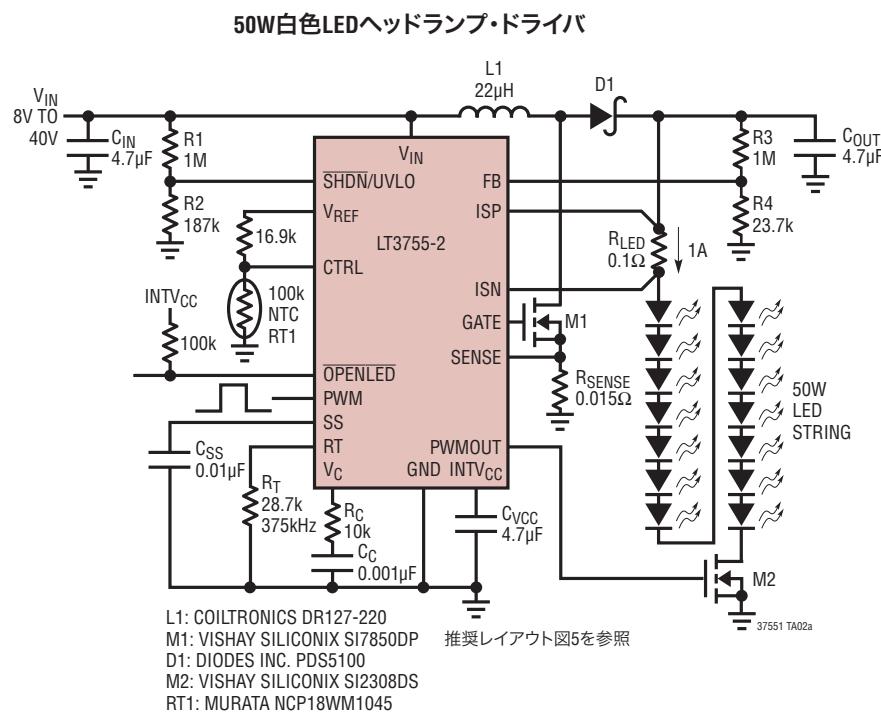


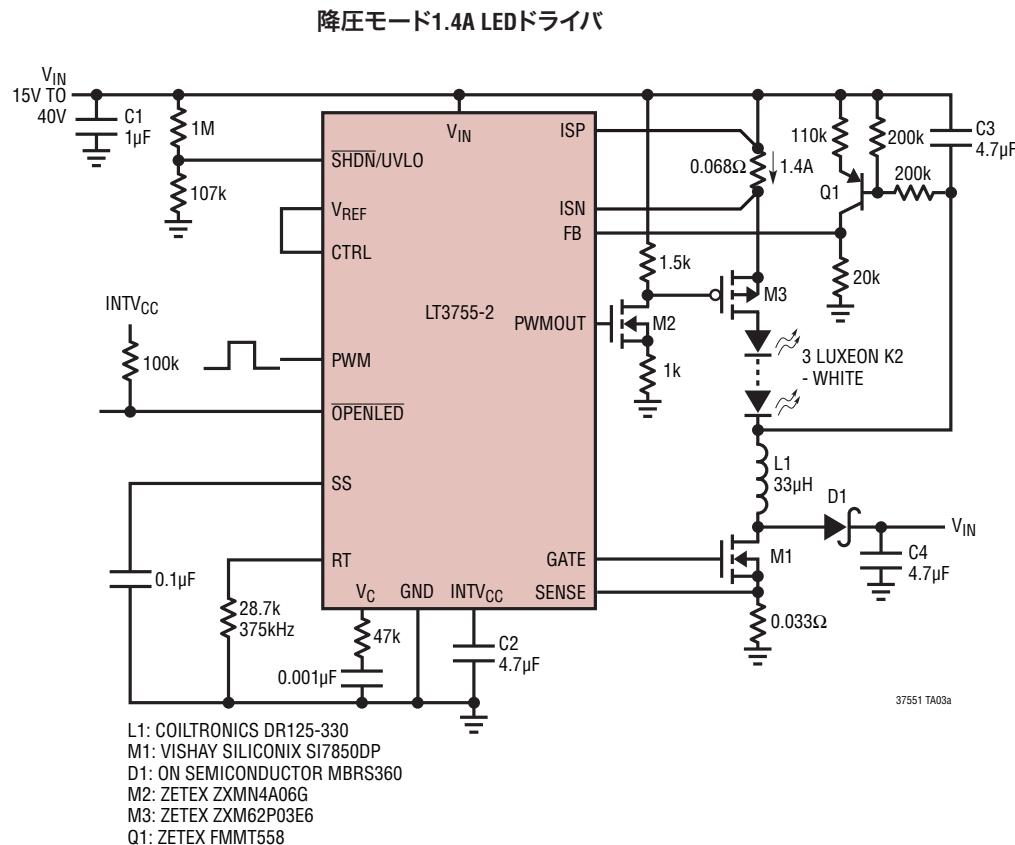
図5. 昇圧コンバータの推奨レイアウト

標準的応用例

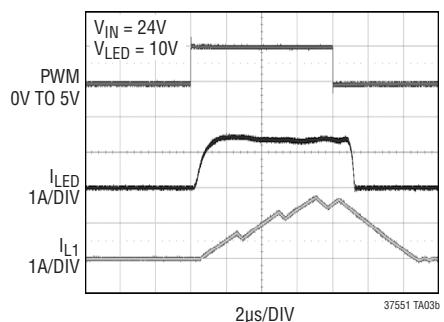


LT3755/LT3755-1/LT3755-2

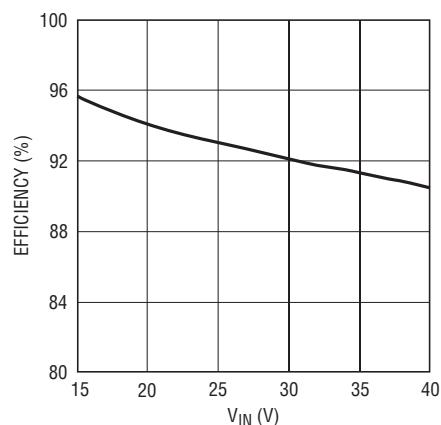
標準的応用例



降圧モードでの1000:1の
PWM調光(120Hz)

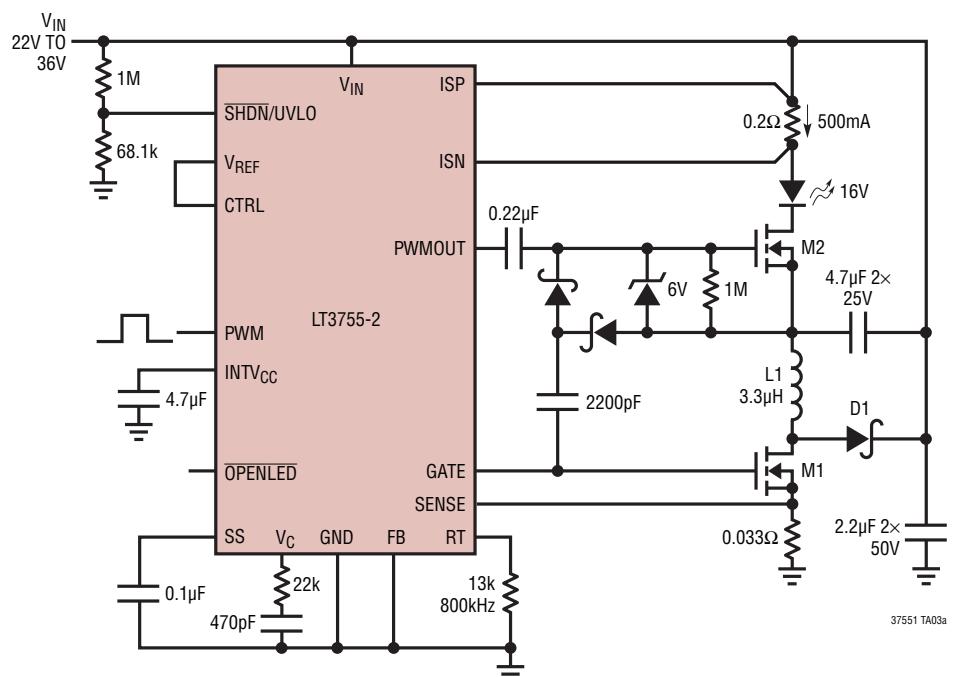


効率と V_{IN}



標準的応用例

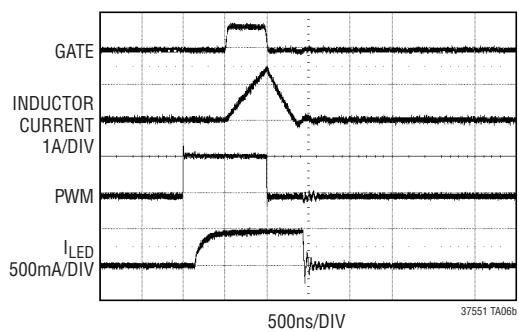
20kHz PWM調光用の降圧モード500mA LEDドライバ



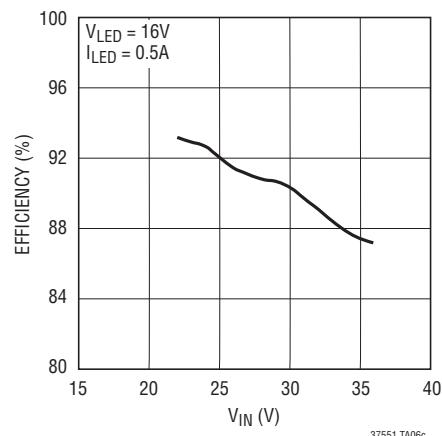
L1: TOKO 962BS_3R3M
 M1: VISHAY SILICONIX Si7850DP
 M2: VISHAY SILICONIX Si2306DS
 D1: DIODES, INC SBM540

37551 TA03a

最小PWMパルス・スイッチング波形



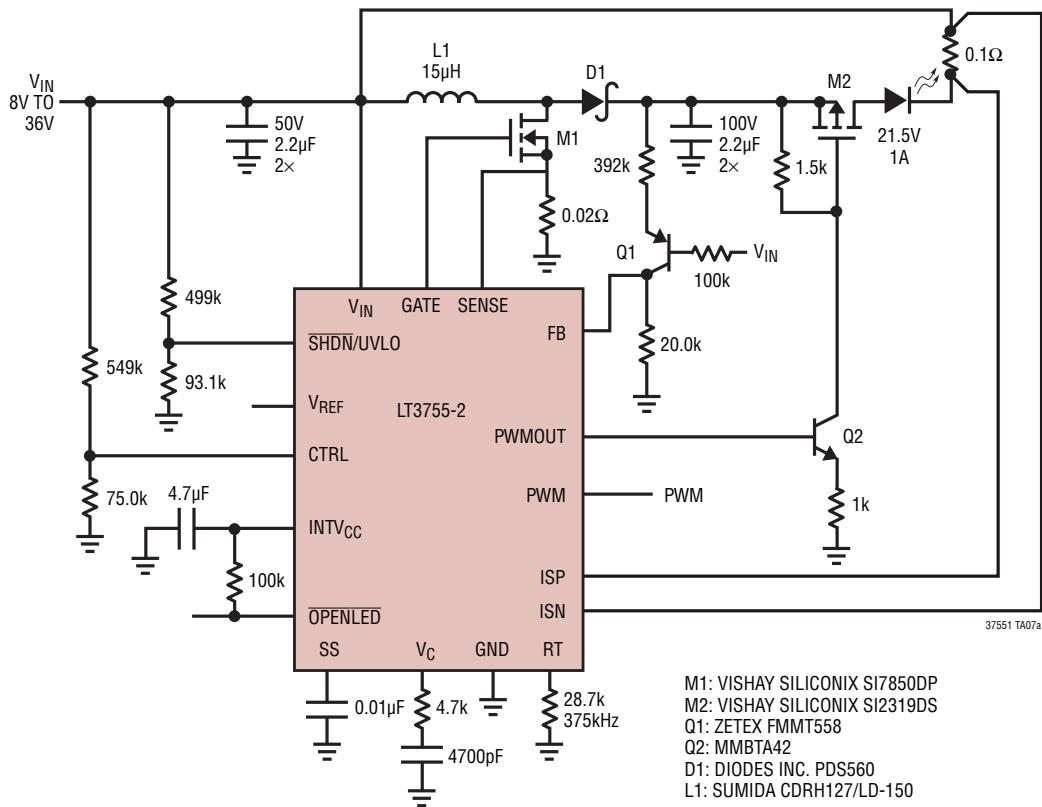
効率と入力電圧



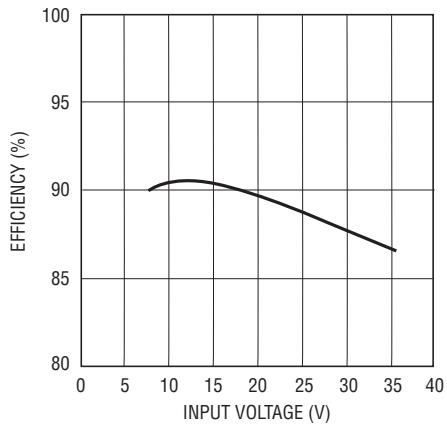
LT3755/LT3755-1/LT3755-2

標準的應用例

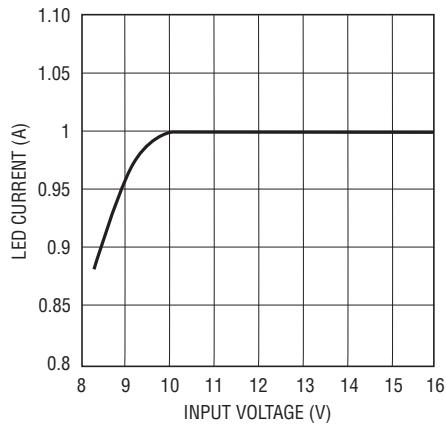
250:1 PWM調光およびオープンLED保護付きの21W昇降圧モード



昇降圧モードでの効率と入力電圧

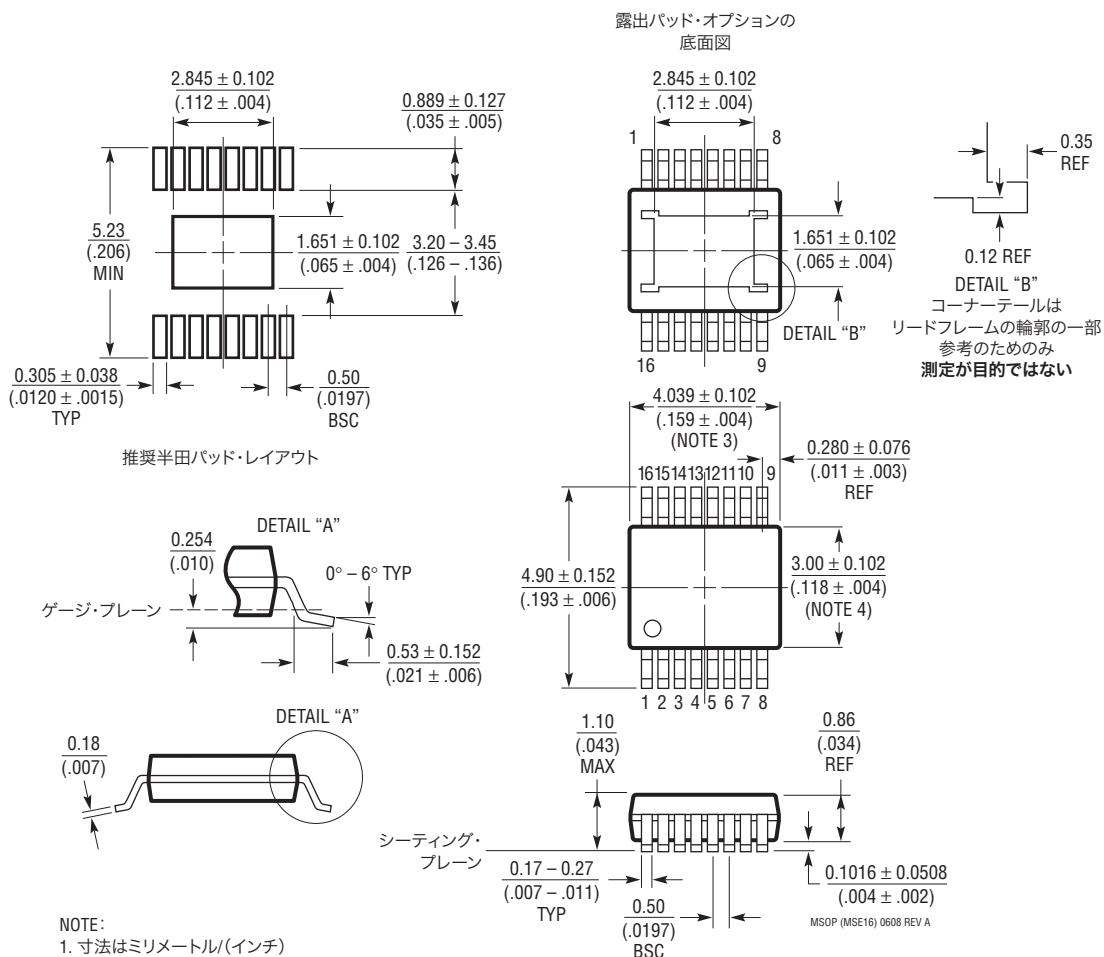


昇降圧モードでのLED電流と低入力電圧



パッケージ

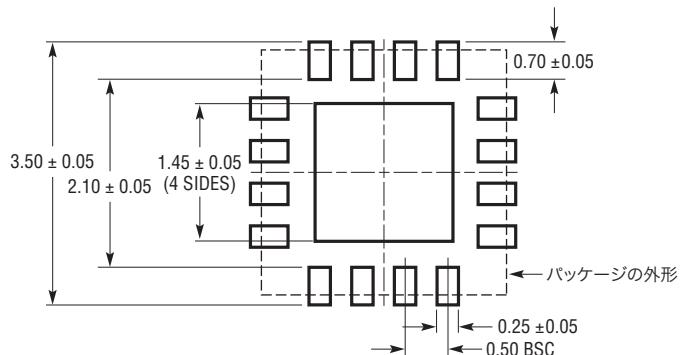
MSE/パッケージ
16ピン・プラスチックMSOP、露出ダイ・パッド
(Reference LTC DWG # 05-08-1667 Rev A)



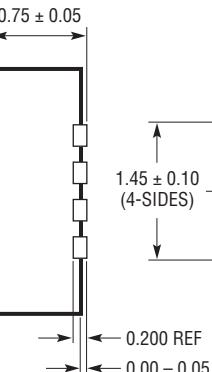
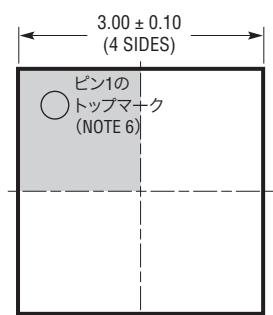
LT3755/LT3755-1/LT3755-2

パッケージ

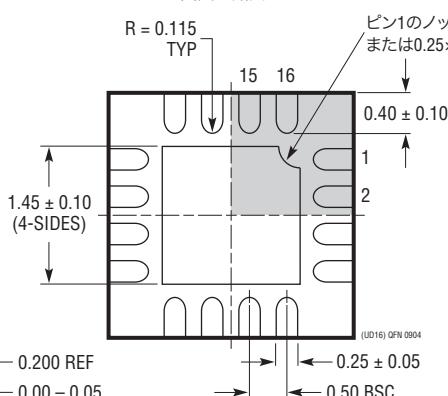
UD/パッケージ
16ピン・プラスチックQFN(3mm×3mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1691)



推奨する半田パッドのピッチと寸法



底面図—露出パッド



NOTE:

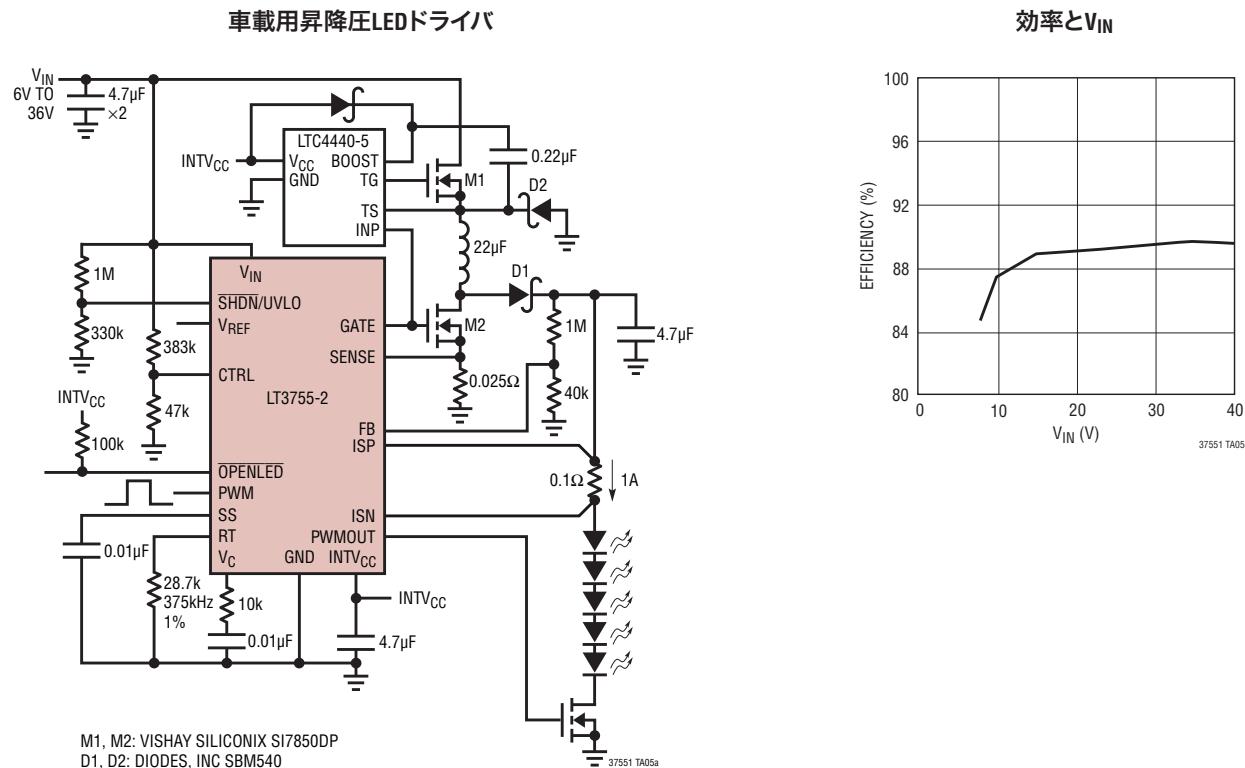
- 図面はJEDECのパッケージ外形MO-220のバリエーション(WEED-2)に適合
- 図は実寸とは異なる
- 全ての寸法はミリメートル
- パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
- 露出パッドは半田メッキとする
- 網掛けの部分はパッケージのトップとボトムのPin1の位置の参考に過ぎない

改訂履歴 (Rev Dよりスタート)

REV	日付	概要	ページ番号
D	03/10	Hグレードを追加し、データシート全体を改訂	1~26

LT3755/LT3755-1/LT3755-2

標準的応用例



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT3474	36V、1A (I_{LED})、2MHz、降圧LEDドライバ	V_{IN} :4V~36V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 13.5V、True Color PWM、調光 = 400:1、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、TSSOP16Eパッケージ
LT3475	デュアル1.5A (I_{LED})、36V、2MHz、降圧LEDドライバ	V_{IN} :4V~36V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 13.5V、True Color PWM、調光 = 3000:1、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、TSSOP20Eパッケージ
LT3476	クワッド出力1.5A、36V、2MHz高電流LEDドライバ、1000:1の調光付き	V_{IN} :2.8V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 36V、True Color PWM、調光 = 1,000:1、 $I_{SD} < 10\mu A$ 、5mm×7mm QFNパッケージ
LT3477	3A、42V、3MHz昇圧、昇降圧、降圧LEDドライバ	V_{IN} :2.5V~25V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 40V、調光 = アナログ/PWM、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、QFNおよびTSSOP20Eパッケージ
LT3478/LT3478-1	4.5A、42V、2.5MHz高電流LEDドライバ、3000:1の調光付き	V_{IN} :2.8V~36V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 42V、True Color PWM、調光 = 3000:1、 $I_{SD} < 3\mu A$ 、TSSOP16Eパッケージ
LT3486	デュアル1.3A、2MHz、高電流LEDドライバ	V_{IN} :2.5V~24V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 36V、True Color PWM、調光 = 1,000:1、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、5mm×3mm DFNおよびTSSOP16Eパッケージ
LT3496	トリプル0.75A、2.1MHz、45V LEDドライバ	V_{IN} :3V~30V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 45V、調光 = 3000:1、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、4mm×5mm QFNおよびTSSOP16Eパッケージ
LT3517	1.3A、2.5MHz、45V LEDドライバ	V_{IN} :3V~30V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 45V、調光 = 3000:1、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、4mm×4mm QFNおよびTSSOP16Eパッケージ
LT3518	2.3A、2.5MHz、45V LEDドライバ	V_{IN} :3V~30V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 45V、調光 = 3000:1、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、4mm×4mm QFNおよびTSSOP16Eパッケージ
LT3756/LT3756-1/ LT3756-2	100V V_{IN} 、100V V_{OUT} 、LEDコントローラ	V_{IN} :6V~100V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 100V、True Color PWM調光 = 3000:1、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、3mm×3mm QFN-16およびMS16Eパッケージ
LTC®3783	高電流LEDコントローラ	V_{IN} :3V~36V、 $V_{OUT(MAX)}$ = Ext FET、True Color PWM、調光 = 3,000:1、 $I_{SD} < 20\mu A$ 、5mm×4mm QFN10およびTSSOP16Eパッケージ

37551fd