

# ±1.5%の電流整合を実現する 4チャンネル120mA LEDドライバ

## 特長

- 最大3000:1のTrue Color PWM™調光比
- 最大120mAで4本のLEDストリングをドライブ
- ±1.5%精度のLED電流整合
- 広い入力電圧範囲: 3.1V~30V
- 出力電圧: 最大44V
- $V_{IN} > V_{OUT}$ 時にもLED電流を安定化
- シャットダウン時にLEDを切断
- 安定化した最大 $V_{OUT}$ をプログラム可能
- オープン/短絡LED保護とフォールト・フラグ
- プログラム可能なLED電流ディレーティング
- 調整可能な周波数: 200kHz~2.1MHz
- 外部クロックに同期可能
- 最大20:1のアナログ調光
- ヒステリシスを備えた入力UVLOをプログラム可能
- 熱特性が改善された32ピン (5mm×5mm) QFNパッケージと28ピンTSSOPパッケージ

## アプリケーション

- 車載ナビゲーションのTFT LCDディスプレイ
- デスクトップおよびノートブック・コンピュータのTFT LCDディスプレイ

## 概要

LT<sup>®</sup>3599は、4本の120mA LEDストリングを最大44Vの出力電圧でドライブする固定周波数2A昇圧DC/DCコンバータです。スイッチング周波数は外付け抵抗を介して200kHz~2.1MHzの範囲でプログラム可能です。

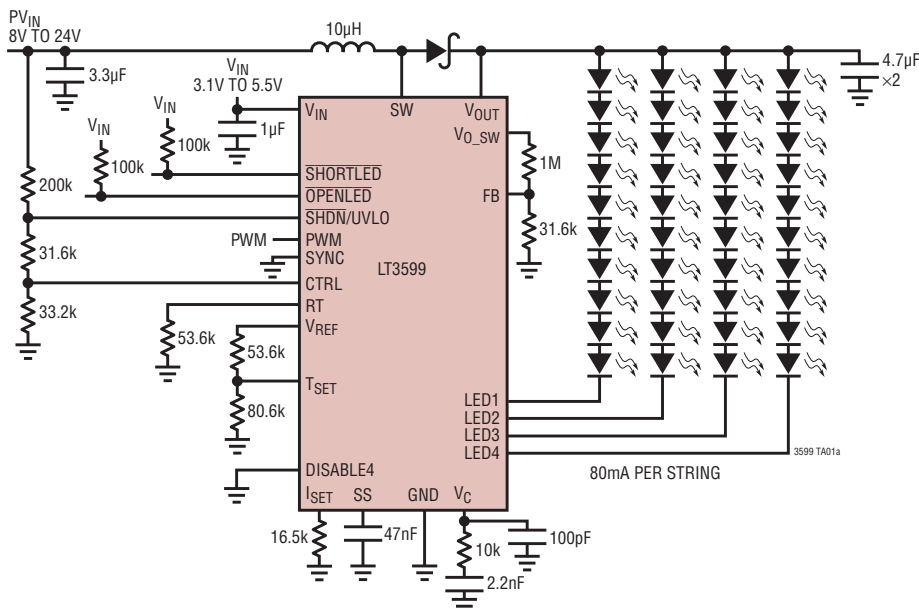
LED調光は、CTRLピンでのアナログ調光とPWMピンでのパルス幅変調調光によって実現できます。入力電圧がLED出力電圧より高くても、LT3599はLED電流を正確に安定化します。

その他に、プログラム可能なLED電流ディレーティング、スイッチング周波数の外部クロックへの同期、LEDストリングのディスエーブル制御、OPENLEDアラート・ピン、SHORTLEDアラート・ピン、全LEDストリングの切断時の最大出力電圧をプログラム可能といった特長があります。LT3599は熱特性が改善された32ピン (5mm×5mm) QFNおよび28ピンTSSOPパッケージで供給されます。

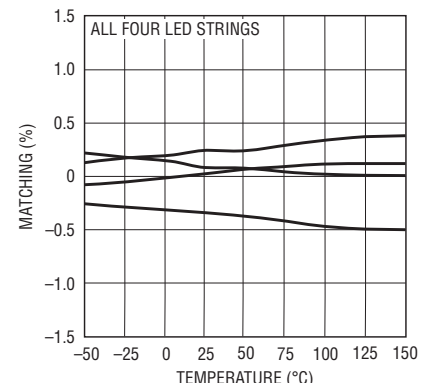
LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。True Color PWMはリニアテクノロジー社の商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。7199560を含む米国特許によって保護されています。

## 標準的応用例

90%の効率の12W LEDドライバ



LEDの電流整合



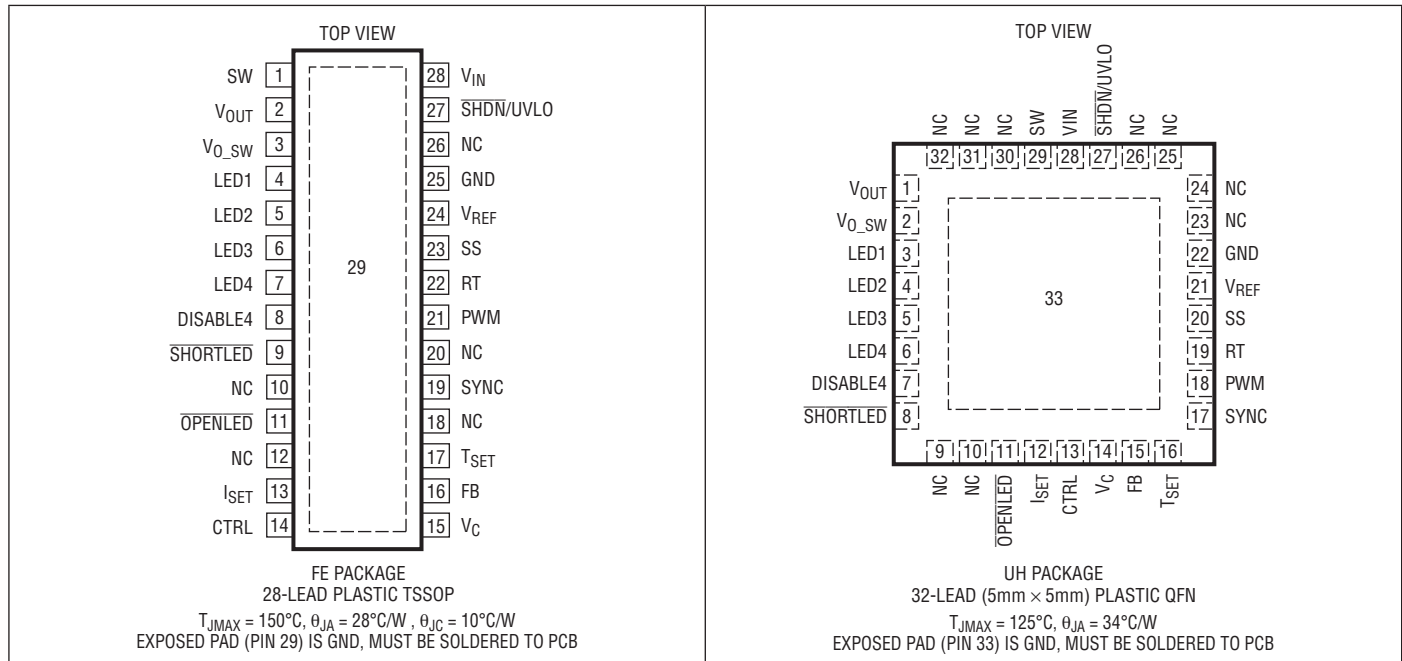
## 絶対最大定格 (Note 1)

$V_{IN}$ , $\overline{SHDN}/UVLO$ , $\overline{OPENLED}$ , $\overline{SHORTLED}$ .....	30V
$V_{IN}$ を超える $\overline{SHDN}/UVLO$ ピン .....	3V
SW電圧 .....	45V
$V_{OUT}$ , $V_{O\_SW}$ の電圧 .....	45V
LED1, LED2, LED3, LED4 .....	45V
PWM, SYNC, CTRL, FBの電圧, $T_{SET}$ , DISABLE4 .....	6V
$V_C$ , SS .....	3V
$V_{REF}$ , RT, ISET .....	2V

## 動作接合部温度範囲 (Note 2)

LT3599E/LT3599I .....	-40°C~125°C
LT3599H .....	-40°C~150°C
最大接合部温度	
LT3599E/LT3599I .....	125°C
LT3599H .....	150°C
保存温度範囲 .....	-65°C~150°C
リード温度 (半田付け, 10秒) (Note 5) .....	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
LT3599EFE#PBF	LT3599EFE#TRPBF	LT3599FE	28-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
LT3599IFE#PBF	LT3599IFE#TRPBF	LT3599FE	28-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
LT3599HFE#PBF	LT3599HFE#TRPBF	LT3599FE	28-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 150°C
LT3599EUH#PBF	LT3599EUH#TRPBF	3599	32-Lead (5mm x 5mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3599IUH#PBF	LT3599IUH#TRPBF	3599	32-Lead (5mm x 5mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。\*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/tapeandree/> をご覧ください。

## 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、 $V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = 5\text{V}$ 。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Minimum Operating Voltage		●	2.7	3.1	V	
Maximum Operating Voltage		●		30	V	
Reference Voltage $V_{REF}$	$I(V_{REF}) = 0\mu\text{A}$	●	1.21 1.20	1.227 1.24 1.25	V V	
Reference Voltage Line Regulation	$I(V_{REF}) = 0\mu\text{A}$ , $3.1\text{V} < V_{IN} < 30\text{V}$		0.01	0.03	%/V	
Maximum $V_{REF}$ Pin Current	(Note 3)			100	$\mu\text{A}$	
$V_{REF}$ Load Regulation	$0 < I(V_{REF}) \leq 100\mu\text{A}$ (Max)		1		mV	
Feedback Voltage		●	1.196	1.223	1.250	V
FB Pin Bias Current	(Note 3)		100	250	nA	
FB Error Amp Transconductance	$\Delta I = 5\mu\text{A}$		200		$\mu\text{mhos}$	
FB Error Amp Voltage Gain			210		V/V	
Current Loop Amp Transconductance			50		$\mu\text{mhos}$	
Current Loop Amp Voltage Gain			50		V/V	
$V_C$ Source Current (Out of Pin)	LED1-4 = 0.4V, FB = 1V, $V_C = 1.5\text{V}$		8		$\mu\text{A}$	
$V_C$ Sink Current (OVP Mode)	LED1-4 = 0.4V, FB = 1.5V, $V_C = 1.5\text{V}$		15		$\mu\text{A}$	
Quiescent Current	$V_{SHDN} = 5\text{V}$ , PWM = 0V, Not Switching, $V_C = 0.7\text{V}$		3	4.8	mA	
Quiescent Current in Shutdown	$V_{SHDN} = 0\text{V}$		0	1	$\mu\text{A}$	
LED Current	$R_{ISET} = 13.3\text{k}$		96	99	102	mA
LED String Current Matching	100mA LED Current	●	$\pm 0.25$	$\pm 1.5$	%	
LED Open Detection Threshold ( $V_{LED-GND}$ )	FB > 1.25V		0.3	0.4	V	
LED Short Detection Threshold ( $V_{OUT}-V_{LED}$ )			0.8	1.5	2.2	V
LED Regulation Voltage			0.77		V	
LED1-4 Leakage Current	$V_{LED1-4} = 45\text{V}$		0.1	1	$\mu\text{A}$	
CTRL Pin Bias Current	$V_{CTRL} = 0.8\text{V}$ (Note 3)		100	200	nA	
Switching Frequency	$R_T = 324\text{k}$ $R_T = 53.6\text{k}$ $R_T = 20\text{k}$		176 0.9 1.82	198 1 2.06	220 1.1 2.3	kHz MHz MHz
$T_{SET}$ Voltage			595		mV	
Maximum Switch Duty Cycle	$R_T = 324\text{k}$ $R_T = 53.6\text{k}$ $R_T = 20\text{k}$	● ● ●	97.7 88.5 77	98.6 93 86	% % %	
Switch Current Limit	(Note 4)		2	2.5	3	A
Switch $V_{CESAT}$	$I_{SW} = 0.5\text{A}$		0.10		V	
Switch Leakage Current	$V_{SW} = 45\text{V}$ , FB = 1.3V		0.2	5	$\mu\text{A}$	
$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO}$ Pin Threshold ( $V_{SD\_SHDN}$ )	Shutdown		0.3	0.7	0.95	V
$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO}$ Pin Threshold ( $V_{SD\_UVLO}$ )	Rising		1.28	1.36	1.44	V
$\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO}$ Pin Hysteresis Current	$\overline{\text{SHDN}} = V_{SD\_UVLO} - 50\text{mV}$ $\text{SHDN} = V_{SD\_UVLO} + 50\text{mV}$		2.5	4 0	5.5	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Soft-Start Current	SS = 1V (Note 3)		11		$\mu\text{A}$	
PWM Input High Threshold				1	V	
PWM Input Low Threshold			0.4		V	

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、 $V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = 5\text{V}$ 。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PWM Pin Bias Current	PWM = 3.3V		0.1	2	$\mu\text{A}$
SYNC Input High Threshold				2	V
SYNC Input Low Threshold		0.8			V
SYNC Pin Bias Current	SYNC = 0V SYNC = 3.3V		0.1 0.1	1 1	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$V_{O\_SW}$ Switch Resistance				1000	$\Omega$
$\overline{\text{OPENLED}}$ Pull-Down Current	PWM = 5V; LEDx < 0.2V, $\overline{\text{OPENLED}} = 0.3\text{V}$		1		mA
$\overline{\text{SHORTLED}}$ Pull-Down Current	PWM = 5V, $\overline{\text{SHORTLED}} = 0.3\text{V}$		1		mA
DISABLE4 Input High Threshold				1.15	V
DISABLE4 Input Low Threshold		0.4			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:** LT3599E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。LT3599Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で動作することが保証されている。LT3599HFEは $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の全動作温度範囲で保証されている。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 $125^\circ\text{C}$ を超えると、動作寿命は短くなる。

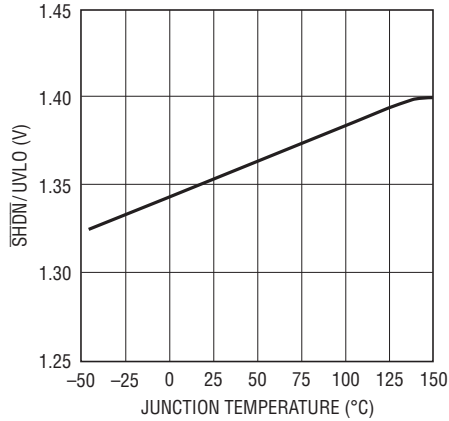
**Note 3:** 電流はピンから流れ出す。

**Note 4:** 電流制限は設計および静的テストとの相関によって保証されている。電流制限はデューティ・サイクルには依存せず、設計によって保証されている。

**Note 5:** TSSOPパッケージのみ。

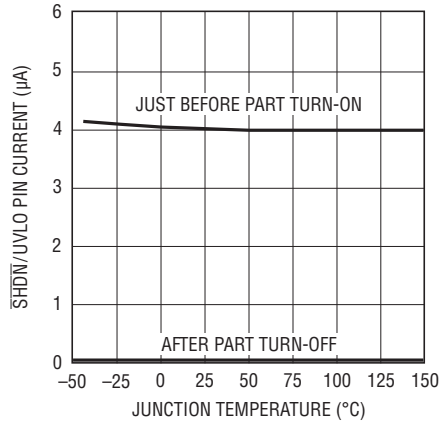
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$

SHDN/UVLOピンのターンオン・スレシヨルド ( $V_{SD\_UVLO}$ )



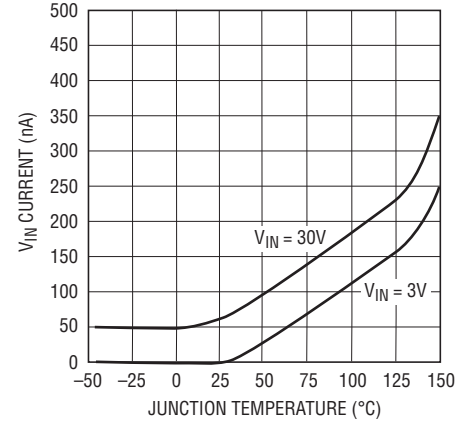
3599 G01

SHDN/UVLOピン (ヒステリシス) 電流



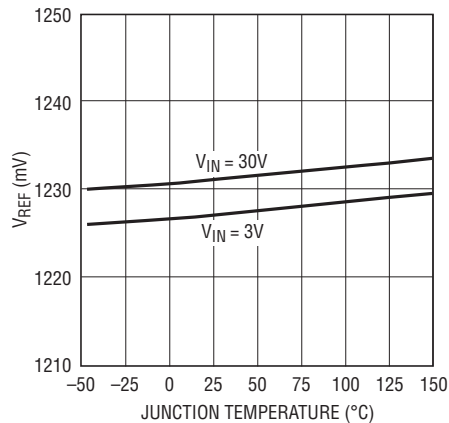
3599 G02

$V_{IN}$  電流 (シャットダウン)



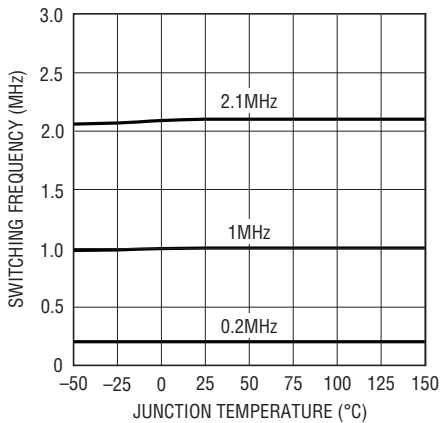
3599 G03

$V_{REF}$



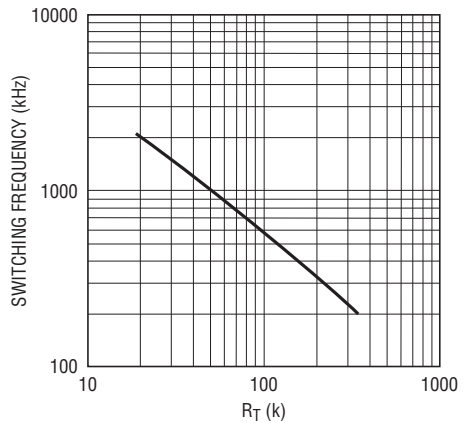
3599 G04

スイッチング周波数



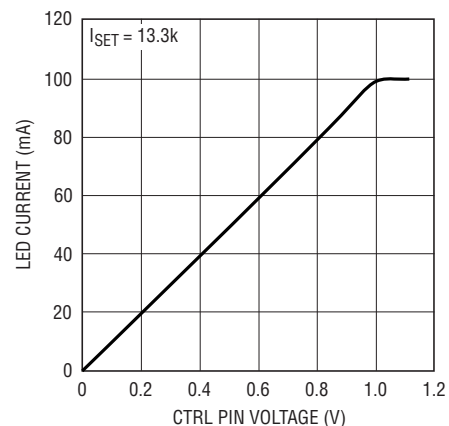
3599 G05

スイッチング周波数と $R_T$



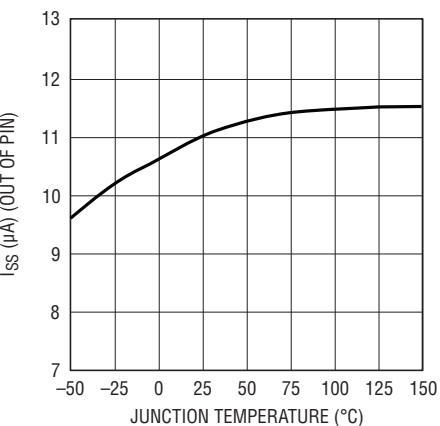
3599 G06

LED電流とCTRLピン



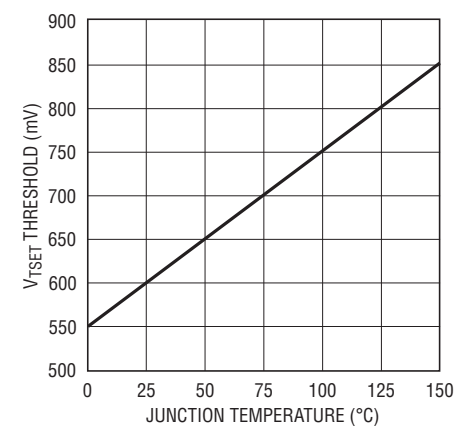
3599 G07

ソフトスタート・ピンの電流



3599 G08

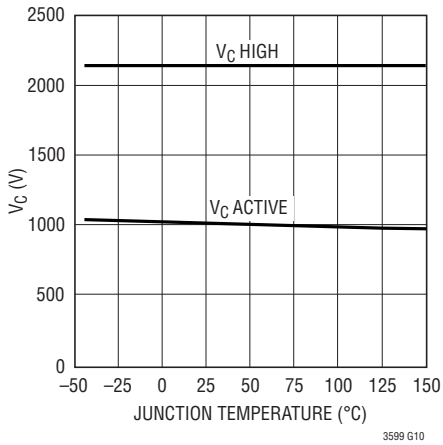
$T_{SET}$ ピンのスレシヨルドと接合部温度



3599 G09

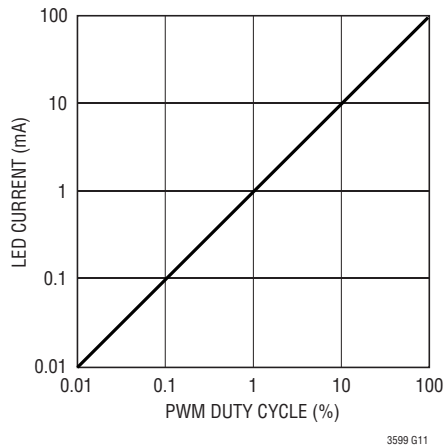
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$

$V_C$ ピンのアクティブ電圧  
およびクランプ電圧



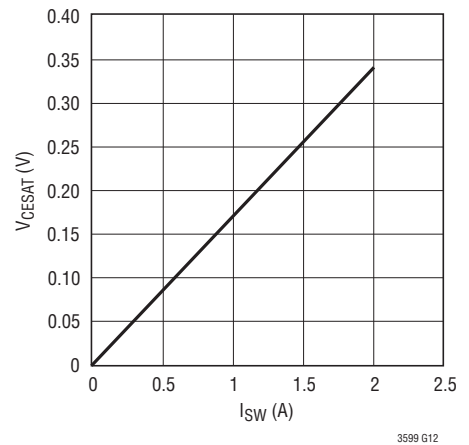
3599 G10

LED電流と  
PWMデューティ・サイクル



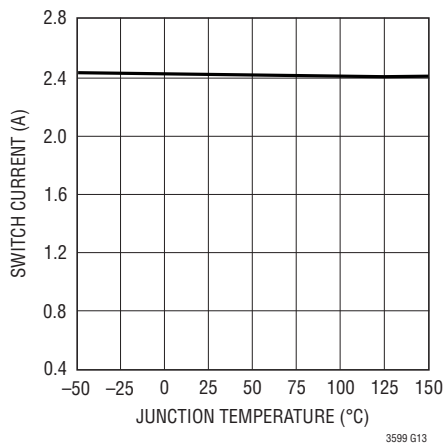
3599 G11

スイッチ飽和電圧



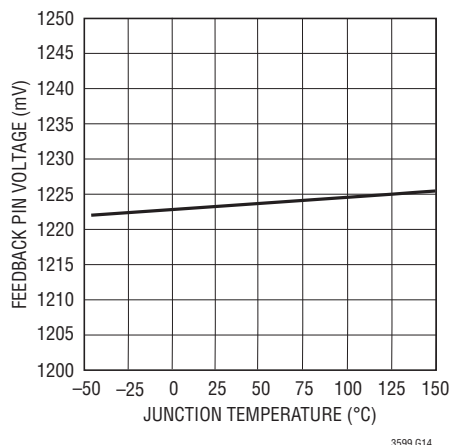
3599 G12

スイッチ電流制限



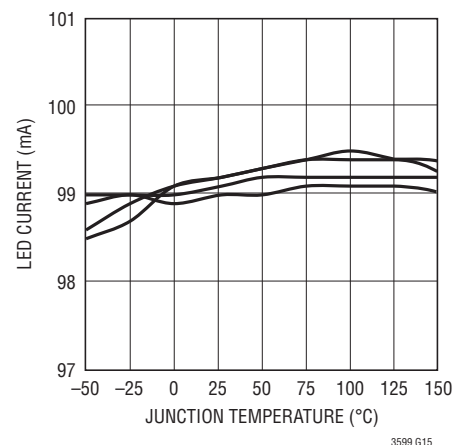
3599 G13

帰還ピンの電圧



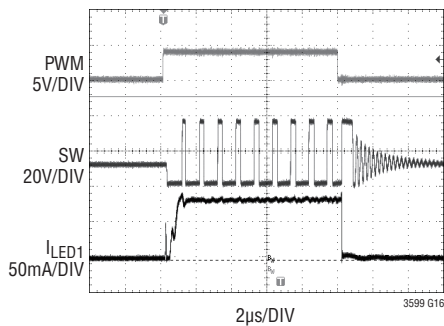
3599 G14

LED電流と温度



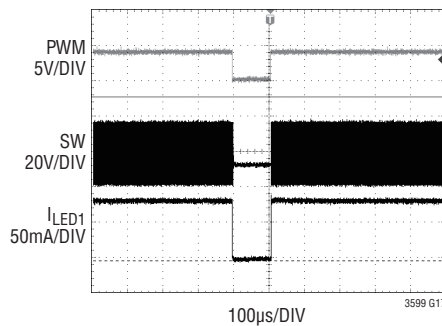
3599 G15

LED電流の波形  
(0.1% PWM) (10msの周期)



3599 G16

LED電流の波形  
(90% PWM) (10msの周期)



3599 G17

## ピン機能

**CTRL:** LED電流の制御。CTRLピンを使用しない場合、V<sub>REF</sub>に接続します。

**DISABLE4:** チャネル4のディスエーブルを可能にします。V<sub>REF</sub>に接続してチャネル4をディスエーブルします。チャネル4をディスエーブルする場合、LED4ピンはLED3ピンに接続します。チャネル4の動作を可能にするにはDISABLE4をグランドに接続します。

**露出パッド:** グランド。デバイスのグランドはLT3599のダイの下の連続した銅グランド・プレーンに半田付けします。

**FB:** 過電圧保護のための帰還ピン。基準電圧は1.223Vです。抵抗分割器のタップをここに接続します。FBのトレース面積をできるだけ小さくします。過電圧保護が作動するときのV<sub>OUT</sub>を、 $V_{OUT} = 1.223(1 + R_2/R_1)$ に従って設定します。

**GND:** アナログ・グランド。ローカル・グランド・プレーンに直接接続します。RT、I<sub>SET</sub>、T<sub>SET</sub>の各抵抗をそれらのそれぞれのピンとこのローカル・グランド・プレーンとの間に接続します。

**I<sub>SET</sub>:** 各ストリングのLED電流をプログラムします。グランドに接続された抵抗により、30mA～120mAにプログラムされます。

**LED1～4:** LEDストリングの出力。各LEDストリングの一番下のカソードをこのピンに接続します。

**OPENLED:** オープンLEDフラグ。どのLEDストリングがオープンしてもオープン・コレクタの出力になります。

**NC:** NCピン。NCピンはオープンのままにしておくことも、いずれかのグランド・プレーンに接続することも可能です。

**PWM:** PWM調光制御の入力ピン。1Vより上ではコンバータのスイッチングが可能になり、0.4Vより下ではスイッチングをディスエーブルし、V<sub>C</sub>ピンのレベルが維持されます。PWMピンをドライブするPWM信号により、調光制御が正確に行われます。PWM信号は0Vから5Vでドライブすることができます。使用しない場合、このピンはV<sub>REF</sub>に接続します。

**RT:** 200kHz～2.1MHzのスイッチング周波数をプログラムするグランドへの抵抗。SYNC機能の場合、抵抗を選択してSYNCパルス周波数より20%遅い周波数にプログラムします。このピンはオープンのままにしないでください。

**SHDN/UVLO:** SHDN/UVLOピンには精密な1.36Vのスレッシュホールドがあり、電源からグランドに接続した抵抗分割器を使って、システムの入力電源の低電圧ロックアウト(UVLO)スレッシュホールドをプログラムするのに使うことができます。4μAのピン電流ヒステリシスにより、低電圧ロックアウト(UVLO)のヒステリシスをプログラムすることができます。1.36Vでデバイスをオンし、ピンから4μAのシンク電流を取り去ります。SHDN/UVLO = 0Vのとき、V<sub>IN</sub>電流 < 0.1μAになります。SHDN/UVLOは直接V<sub>IN</sub>に接続することができます。このピンはオープンのままにしないでください。

**SHORTLED:** ハイサイドの短絡(LEDピンがV<sub>OUT</sub>に短絡)を表示します。これはオープン・コレクタの出力です。

**SS:** ソフトスタート・ピン。ソフトスタート・コンデンサをここに接続します。起動時に、11μAの電流がコンデンサを充電します。起動を遅くするには大きなコンデンサを使います。

**SW:** スイッチ・ピン。これは内部NPNパワー・スイッチのコレクタです。このピンに接続されるメタル・トレースの面積を小さくしてEMIを抑えます。

**SYNC:** 周波数同期ピン。この入力、動作周波数の外部クロックへの同期を可能にします。R<sub>T</sub>抵抗を選択してSYNCパルス周波数より20%遅いスイッチング周波数にプログラムします。この機能を使用しない場合、このピンをグランドに接続します。

**T<sub>SET</sub>:** それを超えるとLED電流が減少し始める、LT3599の接合部温度のブレイクポイントを設定します。接合部温度の上昇に伴い、内部V<sub>PTAT</sub>スレッシュホールド(ブロック図を参照)も上昇します。V<sub>PTAT</sub>がT<sub>SET</sub>ピンの電圧を超えると、LED電流が減少します。この機能が不要な場合は、T<sub>SET</sub>ピンをV<sub>REF</sub>ピンに接続してください。T<sub>SET</sub>ピンを使用しない場合、V<sub>REF</sub>に接続します。

**V<sub>C</sub>:** 誤差アンプの出力ピン。外部補償ネットワークをこのピンに接続します。

**V<sub>IN</sub>:** 入力電源ピン。グランドに接続したコンデンサでローカルにバイパスする必要があります。

**V<sub>O\_SW</sub>:** 内部PMOSのドレイン。内部PMOSは、シャットダウン時とPWMピンが“L”のとき、V<sub>OUT</sub>ピンからの帰還抵抗を切断します。

**V<sub>OUT</sub>:** 出力ピン。このピンは電力を全てのLEDに供給します。

**V<sub>REF</sub>:** バンドギャップ電圧リファレンス。内部で1.227Vに設定されています。このピンは最大100μAを供給することができます。グランドに接続した抵抗分割器を使って、CTRLピンの電圧をプログラムするのに使うことができます。

ブロック図

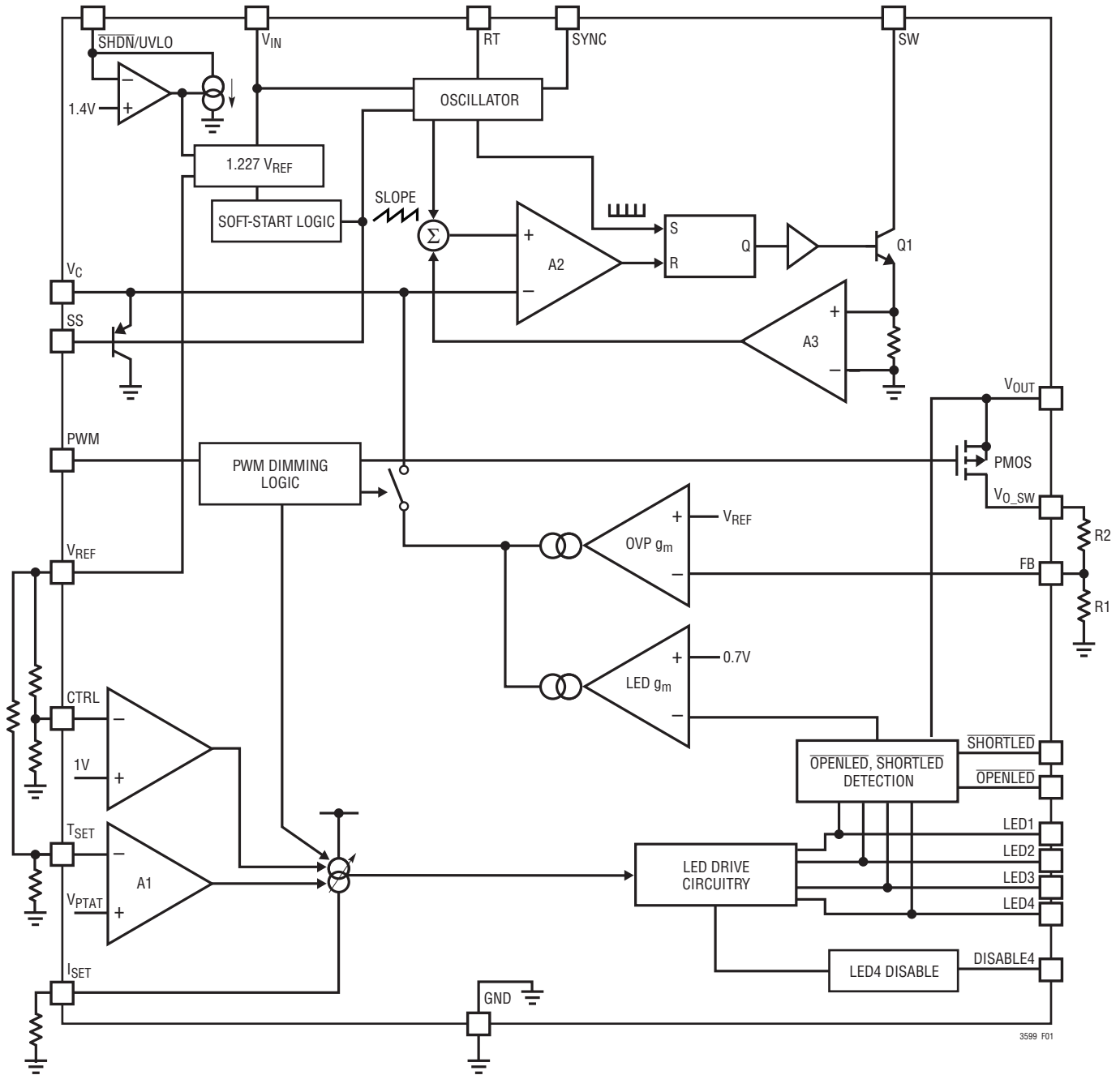


図1. ブロック図

3599 F01



## 動作

LT3599は固定周波数のピーク電流モード制御方式を使って、優れたライン・レギュレーションと負荷レギュレーションを実現します。図1のブロック図を参照すると動作をよく理解できます。

LT3599がオンするには、 $V_{IN}$ ピンが3.1Vを超え、 $\overline{SHDN}/UVLO$ ピンが1.4Vを超える必要があります。 $\overline{SHDN}/UVLO$ ピンのスレッシュホールドにより、簡単な抵抗分割器を使って、システムの入力電源の低電圧ロックアウト(UVLO)のスレッシュホールドをプログラムすることができます。デバイスがオンする前に4 $\mu$ Aの電流が $\overline{SHDN}/UVLO$ ピンに流れ込み、デバイスがオンした後この電流は取り去られます。この電流ヒステリシスにより、UVLOスレッシュホールドのヒステリシスをプログラムすることができます。「アプリケーション情報」セクションの「シャットダウンと低電圧ロックアウトのプログラミング」を参照してください。デバイスがスイッチングするには、PWMピンは1V(標準)を超える必要があります。マイクロパワー・シャットダウンでは、 $\overline{SHDN}/UVLO$ ピンを0Vにすると $V_{IN}$ 電源電流はほぼ0 $\mu$ Aに減少します。

LT3599は昇圧コンバータを内蔵しており、LEDをドライブするため入力電圧をそれより高い出力電圧に変換します。LEDストリングは電流源に接続されており、電流レベルは $I_{SET}$ ピンの外部抵抗によって設定されます。LED1~LED4の電圧が、出力電圧の安定化のためにモニタされます。通常動作の間、全てのLEDが使われているとき、最低のLEDピン電圧(LED1~LED4)を使って出力電圧を安定化して、プログラムされた電流を供給するのに十分な電圧が全てのLEDストリングに与えられるようにします。

ユーザーが3本のストリングだけ望むなら、LEDストリング4はDISABLE4を介してディスエーブルし、LED4を他のどれかのLEDピンに接続することができます。ユーザーが2本のストリングだけ望むなら、2つのピンを並列に接続します(つまり、LED1、2およびLED3、4を一緒に接続して動作させることができます)。

基本ループは内部発振器からのパルスを使ってSRラッチをセットし、内部パワーNPNスイッチQ1をオンします。PWMコンパレータの非反転入力(A2)は、スイッチ電流と発振器のランプの和に比例します。この信号が $V_C$ 電圧を超えると、PWMコンパレータがラッチをリセットします。するとスイッチがオフするので、インダクタ電流がSWピンを上昇させて、出力に接続された外部ショットキー・ダイオードをオンします。インダクタ電流はショットキー・ダイオードを通して出力コンデンサを充電します。内部発振器の次のリセット・サイクルでスイッチが

再びオンします。通常動作では、 $V_C$ 電圧がピーク・スイッチ電流リミットを(従って出力のLEDが利用可能なインダクタ電流を)制御します。

LEDの調光はPWM調光またはアナログ調光のどちらでも実現されます。PWM調光はPWMピンを使ってLED電流をパルス状にすることにより実現されます。LT3599は、一定の色のLED調光では、PWMピンのデューティ・サイクルを100%からわずかに0.033%まで減らすことができるので、最大3000:1の広いPWM調光範囲を与えます。PWMピンが“L”のとき、スイッチングはディスエーブルされ、誤差アンプがオフするので、 $V_C$ ピンをドライブしません。また、 $V_C$ ピンの全ての内部負荷がディスエーブルされるので、 $V_C$ ピンの状態が外部の補償コンデンサで保持されます。この機能により過渡回復時間が短縮されます。PWM入力が再度“H”に移行すると、ピーク・スイッチ電流が正しい値に戻ります。ユーザーが $\overline{OPENLED}$ 、 $\overline{SHORTLED}$ のフォールト・フラグ診断機能を犠牲にできるアプリケーションでは、調光比を最大3000:1にすることができます。LED電流のアナログ調光は、CTRLピンの電圧レベルを変化させることにより実現されます。ただし、この方法では、LED電流を変化させて調光を実現するので、LEDの色が変化します。CTRLピンの電圧が1Vより下の場合、LED電流は次のように定められます。

$$I_{LED} = V_{CTRL} \cdot \left( \frac{1330}{R_{ISET}} \right) \text{ (アンペア)}$$

LT3599はFBピンを使って、全てのLEDストリングがオープンしたとき過電圧保護を与えます。 $V_{OUT}$ と $V_{O\_sw}$ の間に内部PMOSスイッチがあり、PWM信号によって制御されます。このPMOSはPWMのオフ期間にオフするので、調光範囲を広くし、シャットダウン時の電流を下げます。抵抗分割器は $V_{O\_sw}$ ピンとグランドの間に接続され、過電圧保護電圧を設定します。

LED1~LED4ピンの電圧が0.3Vより下だと、ストリングはオープンLEDストリングとして扱われます。その結果、 $\overline{OPENLED}$ のフラグがセットされます。LEDストリングが通常動作中にオープンすると、出力電圧は残りの接続されているストリングの最適電圧に安定化されます。

動作中に $V_{OUT}$ とLEDピンのどれかとの間に短絡が発生すると、LT3599は直ちに短絡したチャンネルをオフし、 $\overline{SHORTLED}$ フラグをセットします。そのチャンネルをディスエーブルすることにより、LT3599は高電力熱放散から保護され、信頼性の高い動作が保証されます。

## 動作

SHORTLED検出とOPENLED検出は起動フェーズの間はディセーブルされ、誤ったフラグの発生を防ぎます。通常動作時にLEDストリングのどれかがオープンすると、それはもはや出力電圧を安定化するのに使われません。出力電圧は自己を安定化して、LEDピン電圧が最低のLEDストリングを見つけます。フォールト検出 (SHORTLED、OPENLED) はPWMピンが“H”のとき更新され、PWMが“L”のときラッチされます。

起動時、11μAの電流が外部のソフトスタート・コンデンサを充電します。SSピンはV<sub>C</sub>ピンの電圧の上昇率を直接制限し、V<sub>C</sub>ピンはさらにピーク・スイッチ電流を制限します。また、ソフトスタートはスイッチング周波数フォールドバックをイネーブルして、LT3599をクリーンに起動します。スイッチ電流制限により、パワースイッチと外付け部品が保護されます。

## アプリケーション情報

### インダクタの選択

LT3599に使えるインダクタをいくつか表1に示しますが、他にも多くのメーカーや使える製品があります。品揃えの詳細については各メーカーへ問い合わせてください。最高の効率を得るには、フェライト・コア・インダクタを使用します。飽和せずに必要なピーク電流を扱えるインダクタを選択します。また、I<sup>2</sup>Rの電力損失を小さく抑えるため、インダクタのDCR (銅線抵抗) が小さいことを確認します。ほとんどのアプリケーションには、4.7μH~22μHの値で十分です。

インダクタのメーカーは、インダクタの公称値のあるパーセンテージだけインダクタンスが低下する電流として最大電流定格を規定しています。インダクタはその定格値より大きな電流をインダクタを損傷することなく流すことができます。各メーカーに問い合わせ、最大インダクタ電流の測定法とインダクタに安全に流せる超過電流の上限を判断してください。

表1. 推奨インダクタ

PART	L (μH)	MAX DCR (Ω)	CURRENT RATING (A)	VENDOR
B1015AS-100M	10	0.07	2.2	TOKO
817FY-4R7M	4.7	0.06	2.26	www.toko.com
744065100	10	0.04	3	Würth Electronics
74454068	6.8	0.055	2.2	www.we-online.com
74454010	10	0.065	2	
CDH115-100	10	0.028	3	Sumida
CDH74NP-120L	12	0.065	2.45	www.sumida.com
CDH74NP-150L	15	0.083	2.10	
IHLP2020-BZ	10	0.184	2.3	Vishay
IHLP2525-BD	10	0.116	2.5	www.vishay.com

### コンデンサの選択

出力リップル電圧を下げるため、出力には低ESR (等価直列抵抗) のセラミック・コンデンサを使います。X5RとX7Rの誘電体は他の誘電体に比べて広い電圧範囲と温度範囲で容量を維持するので、これらのタイプだけを使用します。ほとんどの高出力電流のデザインでは、4.7μF~10μFの出力コンデンサで十分です。推奨メーカー数社のリストを表2に示します。セラミック部品の全製品の詳細についてはメーカーへお問い合わせください。

表2. 推奨セラミック・コンデンサ・メーカー

Taiyo Yuden	(408) 573-4150 www.t-yuden.com
AVX	(843) 448-9411 www.avxcorp.com
Murata	(770) 436-1300 www.murata.com
Kemet	(408) 986-0424 www.kemet.com

### ダイオードの選択

LT3599の全てのアプリケーションには、順方向電圧降下が小さく、スイッチング速度が速いショットキー・ダイオードを使います。十分使えるいくつかのショットキー・ダイオードを表3に示します。ダイオードの平均電流定格はアプリケーションの平均出力電流を超えている必要があります。ダイオードの最大逆電圧はアプリケーションの出力電圧を超えている必要があります。ほとんどのデザインでは2Aのダイオードで十分です。PWM調光のアプリケーションでは、ダイオードの逆リーク電流に注意してください。リーク電流が低いと出力コンデンサからの流出が少なく、調光範囲が広くなります。

## アプリケーション情報

下に示すメーカーは電圧定格と電流定格が高いショットキー・ダイオードを供給しています。標準的シリコン・ダイオード (PN接合ダイオード) は使わないでください。

表3. 推奨ダイオード

PART	MAX CURRENT (A)	MAX REVERSE VOLTAGE (V)	MANUFACTURER
B250A	2	50	Diodes, Inc. www.diodes.com
DFLS240	2	40	
B240A	2	40	
B350A	3	50	
B340A	3	40	
HSM150G	1	50	Microsemi www.microsemi.com
HSM150J	1	50	
HSM350G	3	50	

### 過電圧保護

LT3599はFBピンを使って過電圧保護を与えます。抵抗分割器はV<sub>O\_SW</sub>ピンとグラウンドの間に接続されます(図2)。V<sub>OUT</sub>とV<sub>O\_SW</sub>の間に内部PMOSスイッチがあり、PWM信号によって制御されます。PMOSスイッチを追加すると、帰還抵抗分割器がPWMのオフ期間に出力コンデンサを放電するのを防ぎ、誤ってOPENLEDフラグをトリップすることなしに、広い調光範囲を可能にします。また、シャットダウン時にシステム電流を減らします。このPMOSには約1kの抵抗があるので、この抵抗を考慮に入れてFB抵抗の値を選択します。

最大出力電圧を設定するには、次式に従ってR1とR2の値を選択します(図2を参照)。

$$V_{OUT(MAX)} = 1.223V \left( 1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

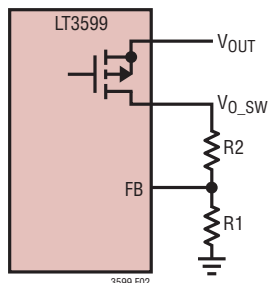


図2. 過電圧保護の電圧帰還接続

出力電圧は通常のLEDストリングの動作電圧より10%高く設定します。通常動作では、プログラムされたLED電流に対する出力電圧の安定化のために、LED1~LED4の各ピンの電圧がモニタされ、帰還情報をコンバータに与えます。出力電圧安定化ループは全てのLEDがオープンするときだけアクティブになります。

### 最大LED電流のプログラミング

I<sub>SET</sub>ピンとグラウンドの間に抵抗(R<sub>SET</sub>)を配置して、最大LED電流をプログラムすることができます。I<sub>SET</sub>ピンの抵抗は11k~44.2kで選択することができます。

LED電流は次式に従ってプログラムすることができます。

$$I_{LED} \approx \frac{1330}{R_{SET}} \text{ (アンペア) (CTRL > 1V)}$$

抵抗値とそれに対応して設定されるLED電流については、表4と図3を参照してください。

LED電流はCTRLピンの電圧をプログラムすることによっても調整することができます。

表4. LED電流のためのR<sub>SET</sub>値の選択

LED電流 (mA)	I <sub>SET</sub> ピンの抵抗 (k)
30mA	44.2
50mA	26.7
99mA	13.3
120mA	11

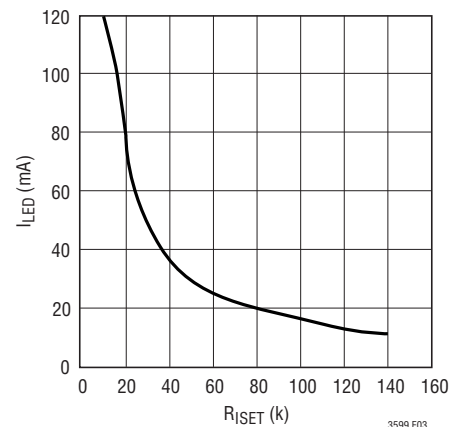


図3. LED電流のためのR<sub>SET</sub>値の選択

## アプリケーション情報

### LED電流の調光

LT3599には2種類の調光制御を使うことができます。LEDの輝度はアナログ調光(0V~1VのCTRLピン電圧の調整)またはPWM調光(PWMピンのデューティ・サイクルの調整)のどちらでも設定することができます。

アプリケーションによっては、望ましい輝度調節方法は可変DC入力電圧の使用です。CTRLピンの電圧を調節してLEDストリングの調光を設定することができます(図4と図5を参照)。CTRLピンの電圧が0Vから1Vに上昇するにつれ、LED電流が0からプログラムされたLED電流レベルに増加します。CTRLピンの電圧が1Vを超えた後は、LED電流には影響しません。

LT3599は、True Color PWM調光では、100HzのPWM周波数でPWMピンのデューティ・サイクルを100%からわずか0.033%まで減らすことができるので、最大3000:1の調光範囲を与え

ます(図6)。PWMデューティ・サイクルによる調光により、全調光範囲にわたってLEDの色を一定に保つことができます。

LT3599の起動時および通常動作時のPWM調光制御は、以下のガイドラインに従ってください。

#### (1) 起動時

LT3599のV<sub>OUT</sub>を起動するには、 $\overline{\text{SHDN}}/\text{UVLO}$ とPWMピンをオフからオンにアサートし、PWMのオン時間を最小値より長くする必要があります。フォールト検出のために許容されるPWMの最小オン時間は約4 $\mu\text{s}$ です。V<sub>OUT</sub>が安定化するために許容されるPWMの最小オン時間は標準で4 $\mu\text{s}$ ですが、外部回路のパラメータによってはさらに長くなる可能性があります。LED電流がいったん安定化すると、PWMオン時間は外付け部品を選択に応じて、3 $\mu\text{s}$ 程度に短縮することができます。

#### (2) V<sub>OUT</sub>の急落

通常動作時に、フォールトまたはPWMのオン時間が短すぎるためにV<sub>OUT</sub>が急落した場合、再起動が必要となります(1)起動時を参照)。

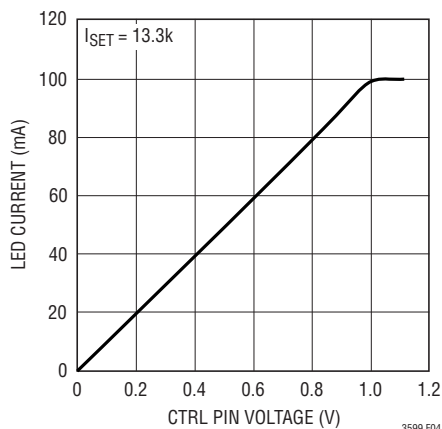


図4. LED電流とCTRL電圧

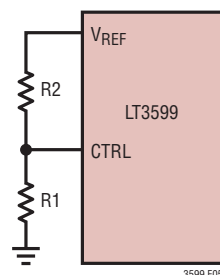


図5. LED電流とCTRL

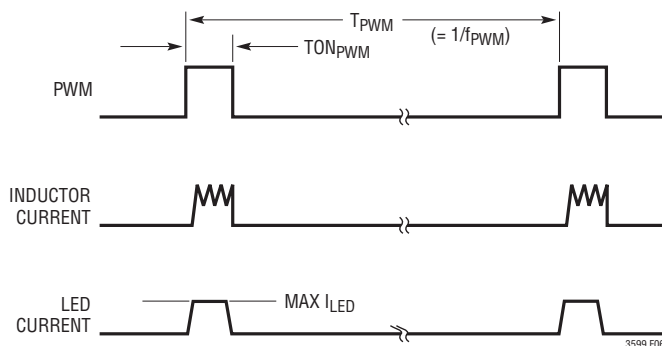


図6. PWM調光を使ったLED電流

## アプリケーション情報

### 温度に対するLED電流のディレーティングのプログラミング

#### CTRLピンを使ったLED電流のディレーティングのプログラミング

LT3599の便利な機能の1つは、温度に対する最大LED電流のディレーティング曲線をプログラムする能力です。LEDのデータシートには最大許容LED電流と温度の曲線が与えられており、この電流リミットを超えてLEDに損傷を与えないように警告されています。LT3599により、LEDを過電流から保護しながら、高い温度で出力LEDを最大許容電流にプログラムすることができます。これは、抵抗値が温度に依存する抵抗分割器を使って、CTRLピンの電圧を負の温度係数でプログラムすることにより実現されます(図7)。温度が上昇するにつれ、CTRLの電圧は内部1V電圧リファレンスより下に下がるので、LED電流はCTRLピンの電圧によって制御されます。温度に対するLED電流曲線のブレイクポイントおよび勾配は、CTRLピンの分圧器の抵抗比の選択と温度に依存した抵抗値の使用によって定まります。

多様な抵抗ネットワークと温度係数の異なるNTC抵抗を使ってCTRLをプログラムし、温度に対する望みのCTRL曲線を実現することができます。

NTC抵抗のメーカーと販売代理店を表5に示します。他にもいくつかメーカーがありますが、詳細については選択したメーカーに問い合わせてください。LEDの温度を表示するのにNTC抵抗を使う場合、抵抗をできるだけLEDストリングに近づけて接続しないと効果がありません。メーカーが示しているLEDのディレーティング曲線は周囲温度に対して示されています。NTC抵抗はLEDと同じ周囲温度にします。NTC抵抗の温度依存性は広い温度範囲では非直線になることがある

ので、メーカーから全温度範囲にわたる抵抗の精確な値を得ることが重要です。こうして、それぞれの与えられた温度でのCTRLの電圧を手計算することができ、その結果、温度に対するCTRLの曲線がプロットされます。LED電流のディレーティング曲線の望みのブレイクポイントと勾配を実現するには、抵抗値の計算を数回繰り返す必要があるかもしれません。

表5. NTC抵抗のメーカー/販売代理店

Murata Electronics North America	(770) 436-1300 www.murata.com
TDK Corporation	(516) 535-2600 www.tdk.com
Digi-Key	(800) 344-4539 www.digikey.com

様々な温度でのCTRLの電圧の計算によって大きすぎる下り勾配が与えられるなら、温度に依存しない抵抗を使って全温度にわたってNTC抵抗の効果を減らす代替の抵抗ネットワークを選択することができます(図7のB、C、D)。

村田製作所は広い温度範囲にわたる完全なデータ付きでNTC抵抗を供給しています。さらに、ユーザーが異なった抵抗ネットワークとNTC抵抗値から選択することができ、全温度範囲にわたる精確な出力電圧曲線(CTRLの振舞い)をシミュレートすることができるソフトウェア・ツールを利用することができます。このツールはMurata Chip NTC Thermistor Output Voltage Simulatorと呼ばれ、ユーザーはwww.murata.com/designlibにログインし、このソフトウェアおよび指定したV<sub>CC</sub>電源(V<sub>REF</sub>)から出力電圧V<sub>OUT</sub>(CTRL)を発生させるための説明書をダウンロードすることができます。ユーザーは、回路パラメータの選択時にはいつでも村田製作所のカタログへのリンクをクリックして、選択されたNTC抵抗のデータにアクセスすることができます。

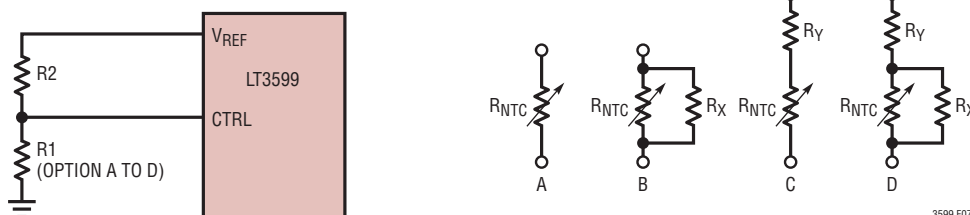


図7. NTC抵抗を使ったLED電流のディレーティングと温度

アプリケーション情報

熱保護のためのT<sub>SET</sub>ピンの使用

LT3599は特殊なプログラム可能な熱調節ループを備えており、デバイス内部の接合部の温度を制限します。LT3599のトポロジーは4個のリニア電流源を備えた単一昇圧コンバータで構成されているので、どのLEDストリングの電圧の不整合もパッケージ内で追加の電力損失を生じます。このトポロジーはLEDストリング間に優れた電流整合を与え、単一電力段が多数のLEDをドライブすることを可能にしますが、デバイス内部で追加の電力損失が生じるという代価を払います(つまり、接合部の温度が上がります)。最大接合部温度を制限できるので、このトポロジーの長所を完全に実現することができます。この熱調節機能は高い周囲温度で重要な保護を与えるので、特定のアプリケーションをワーストケースではなく、標準的周囲温度で最適化することが可能になり、ワーストケースの状態ではLT3599がそれ自体とLEDストリングを自動的に保護することが保証されます。

熱ループの動作は簡単です。周囲温度が上昇するにつれ、デバイス内部の接合部温度も上昇します。プログラムされた最大接合部温度に達すると、LT3599はLED電流を必要なだけ直線的に減らし始め、この温度を維持しようとします。これは周囲温度が望みの最大接合部温度より下に留まるときだけ達成可能です。周囲温度がプログラムされた最大接合部温度を超えて上昇し続けると、LED電流は最大LED電流の約5%に減少します。

この機能はLT3599を直接保護することを意図していますが、高温でLED電流をディレーティングするのにも使うことができます。LEDの温度とLT3599の接合部温度の間には直接の関係があるので、T<sub>SET</sub>機能は高温でいくらかのLED電流のディレーティングも与えます。

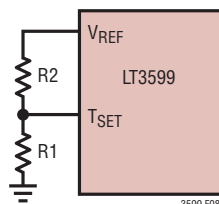


図8. T<sub>SET</sub>ピンのプログラミング

図8に示されているように、2個の外部抵抗がV<sub>REF</sub>ピンからの抵抗分割器を使って、最大IC接合部温度をプログラムします。望みの接合部温度に合わせてR1とR2の比を選択します。よく使われるR1とR2の値を表6に示します(T<sub>SET</sub>のグラフを参照)。

表6. 最大IC接合部温度をプログラムする抵抗値

T <sub>J</sub> (°C)	R1 (k)	R2 (k)
100	80.6	53.6
105	82.5	53.6
110	82.5	51.1
115	84.5	51.1
120	84.5	49.9
135	84.5	44.2
145	90.9	44.2

スイッチング周波数のプログラミング

LT3599のスイッチング周波数は、R<sub>T</sub>ピンとグラウンドの間に接続された外部抵抗によって200kHz~2.1MHzに設定されます(図7を参照)。このピンはオープンのままにしないでください。

最適スイッチング周波数の選択はいくつかの要因に依存します。インダクタのサイズは周波数が高いほど小さくなりますが、スイッチング損失が増えるので効率が低下します。さらに、アプリケーションによっては、低電源から多数のLEDをドライブするのに非常に高いデューティ・サイクルを必要とします。スイッチング周波数が低いほど大きな動作デューティ・サイクルが可能なので、多数のLEDをドライブすることができます。それぞれの場合に、スイッチング周波数を調整して、最適ソリューションを与えることができます。スイッチング周波数をプログラムするとき、デバイス内部の合計電力損失を検討します。

表7. スwitching周波数

SWITCHING FREQUENCY (MHz)	R <sub>T</sub> (k)
2.1	20
2.0	21.5
1.5	31.6
1.0	53.6
0.5	121
0.4	154
0.3	210
0.2	324

## アプリケーション情報

### スイッチング周波数の同期

LT3599の公称動作周波数は $R_T$ ピンからグランドに接続した抵抗を使ってプログラムされ、200kHz~2.1MHzの範囲で制御することができます。さらに、内部発振器はSYNCピンに与えられる外部クロックに同期させることができます。LT3599への同期クロック信号入力の周波数は240kHz~2MHz、パルスのオン時間は少なくとも50ns、パルスのオフ時間は少なくとも300ns、“L”状態は0.8Vより下、“H”状態は2Vより上でなければなりません。これらのパラメータから外れた同期信号では、スイッチング動作が不安定になります。適切に動作するには、 $R_T$ 抵抗を選択してSYNCパルス周波数より20%遅いスイッチング周波数にプログラムします。SYNCの立上りエッジから一定の遅延で同期します。

クロック同期機能を使用しない場合、SYNCピンを接地します。SYNCピンを接地すると、内部発振器がコンバータのスイッチング周波数を生成します。

### シャットダウンと低電圧ロックアウトのプログラミング

LT3599はSHDN/UVLOピンに精密な1.4Vのシャットダウン・スレッシュホールドを備えています。このスレッシュホールドをシステムの入力電源からの抵抗分割器と組み合わせて使い、システムの低電圧ロックアウト(UVLO)の精密なスレッシュホールドを定めることができます(図10)。ピンの電流ヒステリシスにより、このUVLOスレッシュホールドのヒステリシス電圧をプログラムすることができます。デバイスがオンする直前、4 $\mu$ AがSHDN/UVLOピンに流れ込みます。デバイスがオンした後は、0 $\mu$ AがSHDN/UVLOピンから流れます。LT3599のSHDN/UVLOピンを使っ

た、システムの入力電源のオンとオフのスレッシュホールドは以下のように計算することができます。

$$V_{S(OFF)} = 1.4 \left( 1 + \frac{R1}{R2} \right)$$

$$V_{S(ON)} = V_{S(OFF)} + (4\mu A \cdot R1)$$

簡単なオープン・ドレイン・トランジスタをSHDN/UVLOピンの抵抗分割器ネットワークに追加してLT3599のターンオフを独立に制御することができます。

SHDN/UVLOピンが直接 $V_{IN}$ ピンに接続されていると、 $V_{IN}$ ピンに約2.7Vの内部低電圧ロックアウト・スレッシュホールドが存在します。これにより、電源電圧が低すぎる時コンバータが不安定な状態で動作するのが防がれます。LT3599は、SHDN < 1.4Vや $V_{IN}$  < 2.7Vなどのフォールト状態から回復するとき、ソフトスタート機能を実行します。詳細については「アプリケーション情報」セクションの「ソフトスタート」を参照してください。

### ソフトスタートとスイッチング周波数フォールドバック

起動時/フォールト状態からの回復時の突入電流と出力電圧のオーバーシュートを制限するため、LT3599はソフトスタート・ピン(SS)を備えています。グランドに接続したコンデンサを使ってスイッチ電流のランプアップのタイミングをプログラムするのにSSピンを使います。LT3599は $V_{IN}$  < 2.7VまたはSHDN < 1.4Vのフォールトに関してシステムのパラメータをモニタします。これらのフォールトのどれかを検出すると、LT3599は直ちにスイッチングを停止し、ソフトスタート・ラッチをセットしてSSピンを放電します(図11の「ソフトスタート・ピンのタイミ

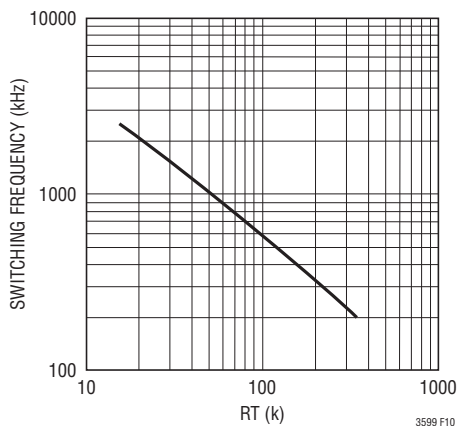


図9. スwitching周波数

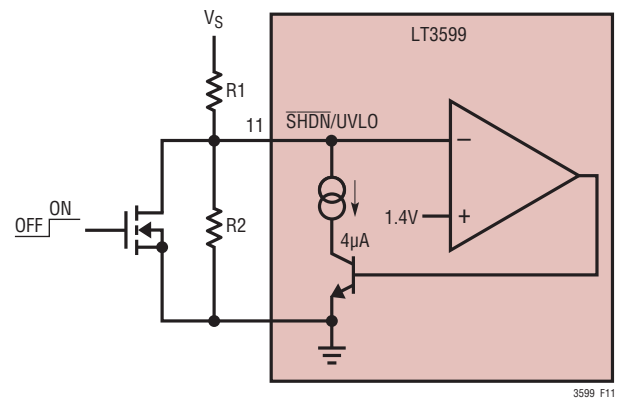


図10. ヒステリシス付き低電圧ロックアウト(UVLO)のプログラミング

## アプリケーション情報

ング図」を参照)。全てのフォールトが内部で検出されますので、外部部品は不要です。全てのフォールトが解消し、SSピンが少なくとも0.25Vまで放電すると、ソフトスタート・ラッチがリセットされ、内部11μA電源がSSピンを充電します。起動時またはフォールトからの回復時、SSピンのランプアップはスイッチ電流リミットのランプアップを制御します。ソフトスタートのランプ・レートは次式で与えられます。

$$\frac{\Delta V_{SS}}{\Delta T} = \frac{I_{SS}}{C_{SS}} \quad (I_{SS} = 11\mu A \text{ typ})$$

したがって、SSピンからグラウンドに接続された10nFのコンデンサは、SSピンに1V/msのランプ・レートを与えます。

さらに、ソフトスタートの間、スイッチング周波数が減少して、インダクタを高電流から保護します。

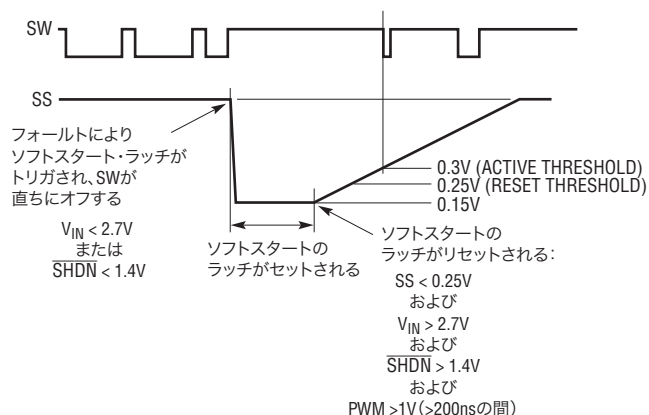


図11. ソフトスタート・ピンのタイミング図

LT3599の便利な機能の1つは、PWMピンが最初にアクティブ“H” (最小パルス幅: 200ns) になるのを待ってからV<sub>C</sub>ピンのソフトスタートを開始できるようにすることです。この機能により、LT3599の起動時、PWMが“H”にアサートされるまでソフトスタートのランプはタイムアウトしないことになります。この「PWMが“H”になるのを待つ」機能がないと、V<sub>IN</sub>とSHDNが有効になればPWMを適用するシステムがソフトスタートなしでオンし、コンバータの出力電圧の起動時に大きなインダクタ電流が流れる可能性があります。その後PWMが“L”になると、ソフトスタートのランプが現在の電圧で保持されずランプアップし続けることに注意してください。PWMが“L”になるたびにソフトスタートのランプ電圧が保持されるとすれば、PWM調光比が非常に高いアプリケーションではLEDディスプレイの起動が大幅に遅れることになります。

### OPENLEDフラグ

OPENLEDピンはオープン・コレクタ出力であり、電源に接続された外部抵抗が必要です(図12を参照)。通常動作時にLEDストリングのどれかがオープンすると、OPENLEDピンが引き下げられます。

オープンLED検出はPWM信号がイネーブルされているときだけイネーブルされます。誤ったフラグ信号の発生を防ぐため、PWM信号がイネーブルされる時OPENLEDフラグの発生には遅延が生じます。

起動時(「動作」のセクションを参照)、オープンLED検出はディスエーブルされます。

### SHORTLEDフラグ

SHORTLEDピンはオープン・コレクタ出力であり、電源に接続された外部抵抗が必要です(図12を参照)。通常動作時にLEDピンのどれかがV<sub>OUT</sub>に短絡すると、SHORTLEDピンが引き下げられます。さらに、短絡したLEDストリング(チャンネル)は直ちにディスエーブルされ、LT3599を保護します。短絡時には、ケーブルのインダクタンスにより、LEDピンの電圧がV<sub>OUT</sub>電圧を超えてオーバーシュートする可能性があります。LEDピンの電圧が絶対最大定格電圧を超えるのを避けるために、1N4148WSダイオードのアノードをLEDピンに接続し、カソードをV<sub>OUT</sub>ピンに接続します。トレースはできるだけ短くしてください。ショットキー・ダイオードは逆バイアス・リーク電流が大きいため、使用しないでください。

短絡LED検出はPWM信号がイネーブルされているときだけイネーブルされます。誤った信号の発生を防ぐため、PWM信号がイネーブルされる時SHORTLEDフラグの発生には遅延が生じます。

起動時、SHORTLEDフラグはディスエーブルされます(「動作」のセクションを参照)。

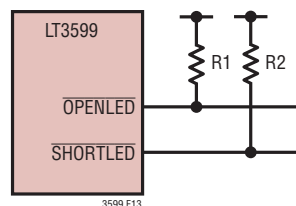


図12. OPENLEDとSHORTLEDの接続



## アプリケーション情報

### ループ補償

LT3599はLED電流安定化のための内部トランスコンダクタンス誤差アンプを備えており、その $V_C$ 出力は制御ループを補償します。過電圧の間、 $V_C$ ノードは制御ループも補償します。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。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。 $V_C$ の補償抵抗とコンデンサは制御ループの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、 $V_C$ の2k $\Omega$ 抵抗に直列な10nFの補償コンデンサが適当です。

### 熱に関する検討事項

LT3599はLEDストリングのために4チャンネルを備えており、内部NPNデバイスが定電流源として機能します。LEDストリングが安定化されているとき、最低のLEDピン電圧は0.7Vです。プログラムされたLED電流が高くなるほど、LT3599の電力損失が大きくなります。100%のPWM調光比で100mAのLEDプロ

グラミング電流の場合、電流源により少なくとも280mWがIC内部で失われます。熱計算には、通常のスイッチのDC損失、スイッチのAC損失および入力静止電力損失に加えて、電流源の電力損失を含めます。最良の効率を得るには、全てのチャンネルを同数のLEDで構成し、各ストリングのLED両端の電圧降下がほぼ等しくなるようにすることを推奨します。

### 基板レイアウトの検討事項

全てのスイッチング・レギュレータの場合と同様、PCB基板のレイアウトと部品配置には細心の注意が必要です。電磁干渉(EMI)を防ぐには高周波スイッチング経路の適切なレイアウトが不可欠です。スイッチング・ノード・ピン(SW)に接続される全てのトレースの長さと同面積を最小にします。スイッチング・レギュレータの下には常にグランド・プレーンを使ってプレーン間の結合を最小に抑えます。LEDのフォールト検出には良好な接地が不可欠です。推奨部品配置を図13に示します。

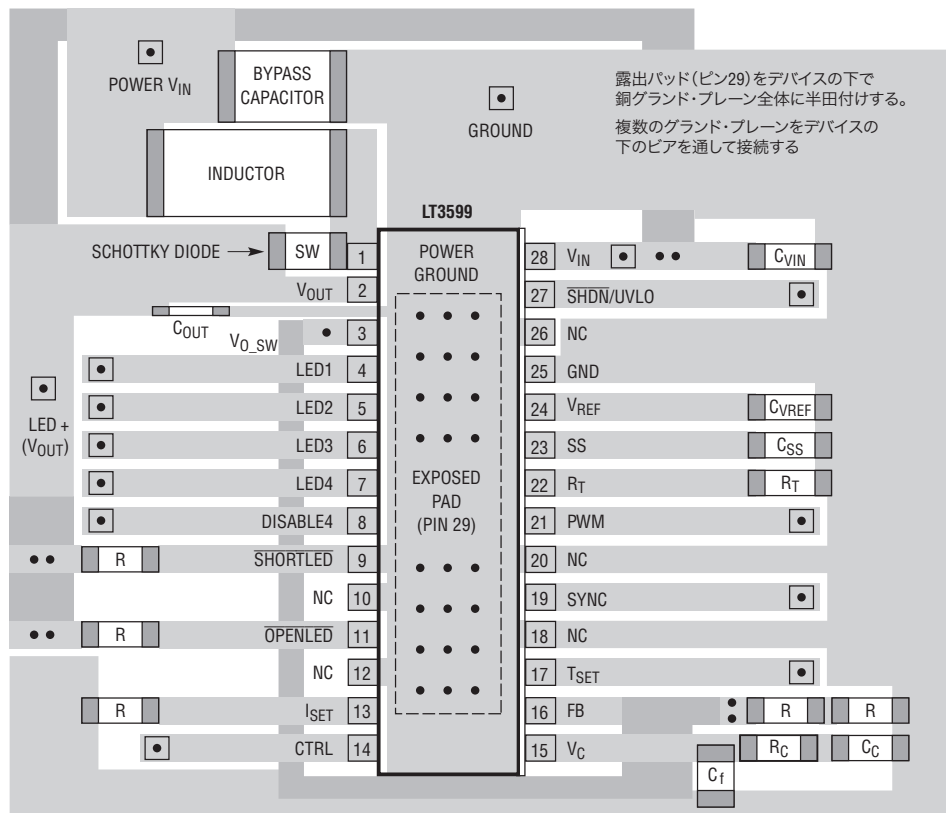
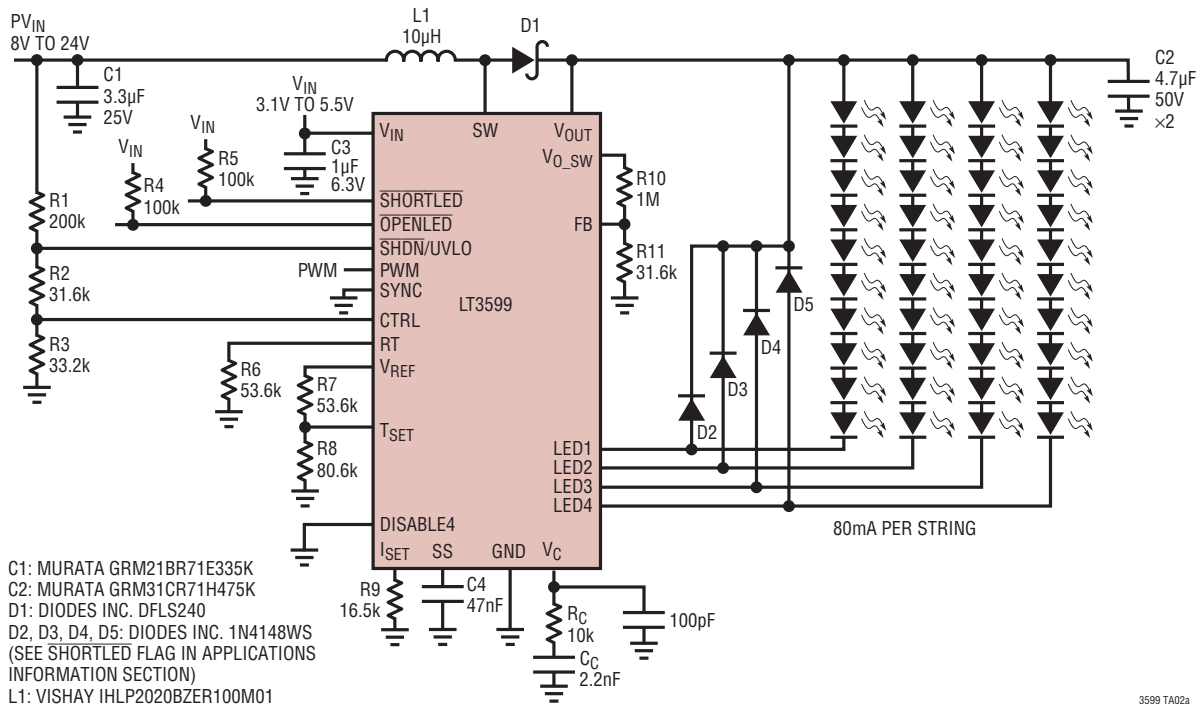


図13. 推奨部品配置

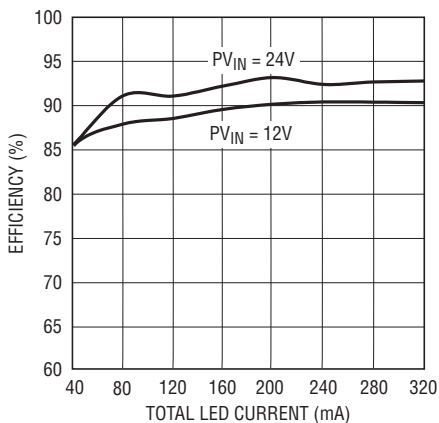
標準的応用例

12W LEDドライバ  
1MHz昇圧、1ストリング当り80mA、1ストリング当り10個のLED



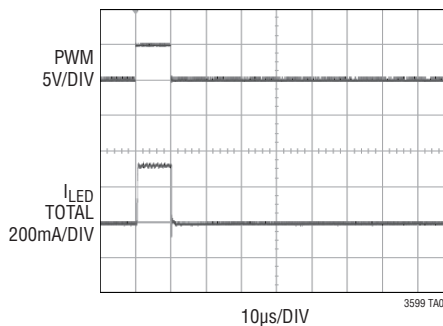
3599 TA02a

効率



3599 TA02b

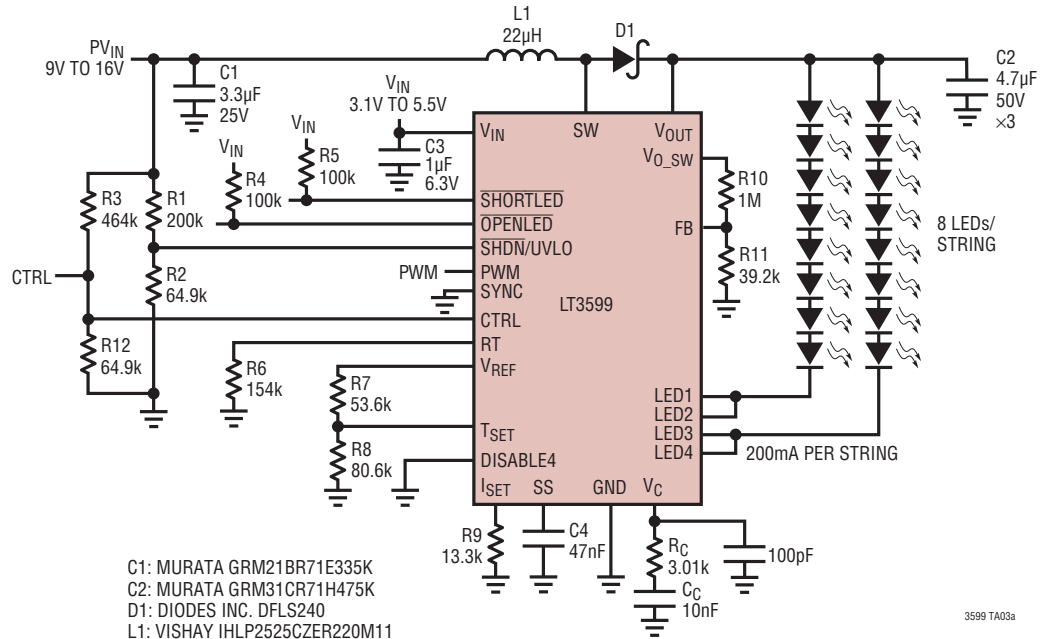
PWM調光範囲1000:1  
(10msの周期)



3599 TA02c

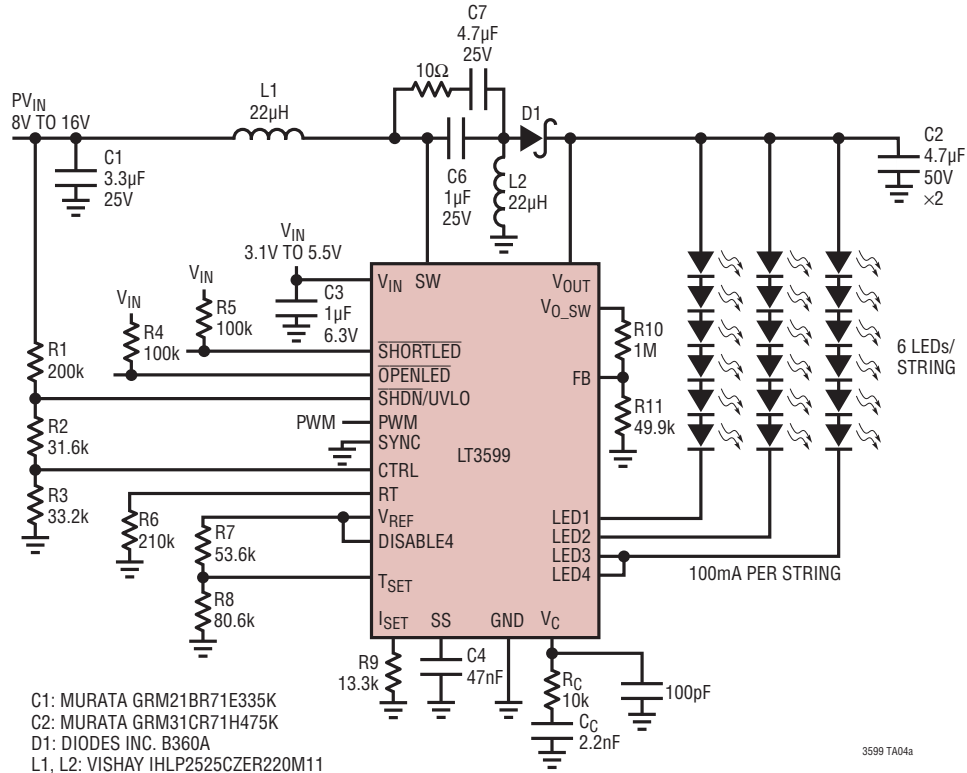
標準的応用例

12W LEDドライバ  
400kHz昇圧、2本のLEDストリング、1ストリング当たり200mA、1ストリング当たり8個のLED



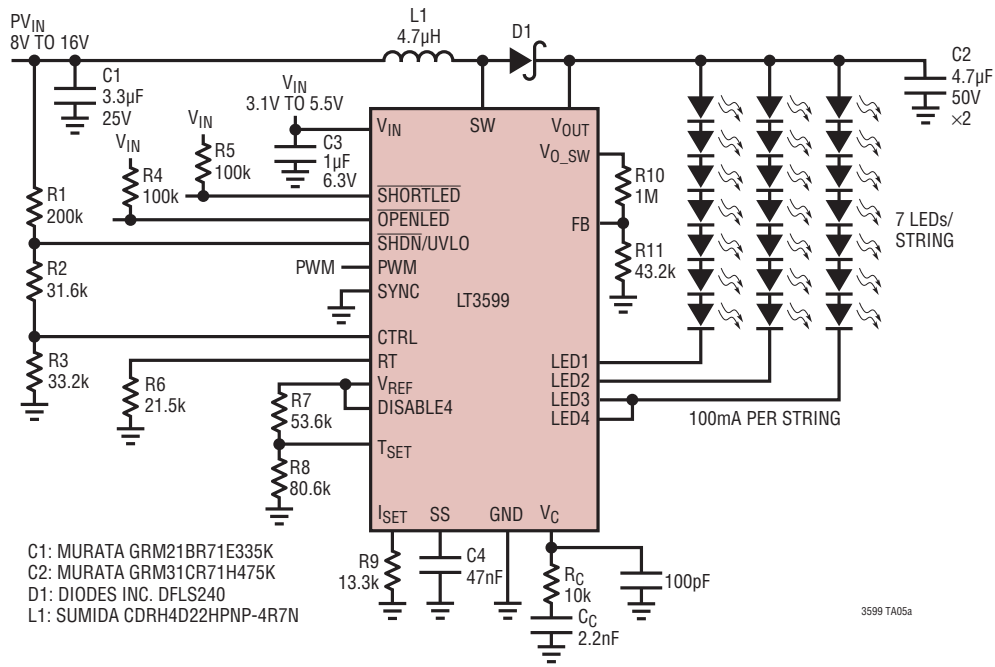
標準的応用例

7W LEDドライバ  
 SEPIC (グラウンドへの出力短絡に耐える)  
 300kHz, 3本のストリング、1ストリング当り100mA、1ストリング当り6個のLED



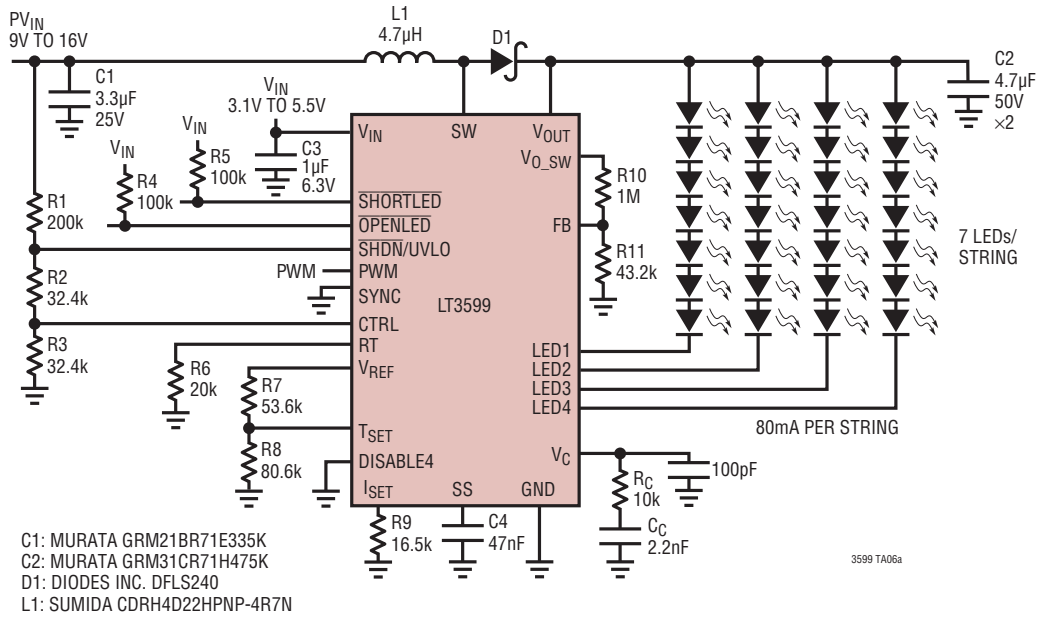
標準的応用例

8W LEDドライバ  
2MHz昇圧、3本のストリング、1ストリング当たり100mA、1ストリング当たり7個のLED

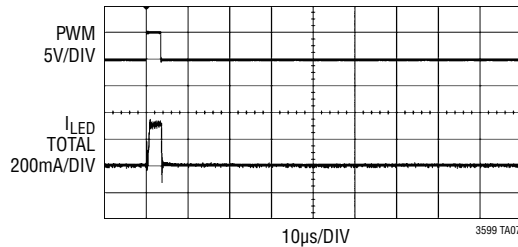


標準的応用例

2.1MHz昇圧、4本のLEDストリング、1ストリング当り80mA、1ストリング当り7個のLED

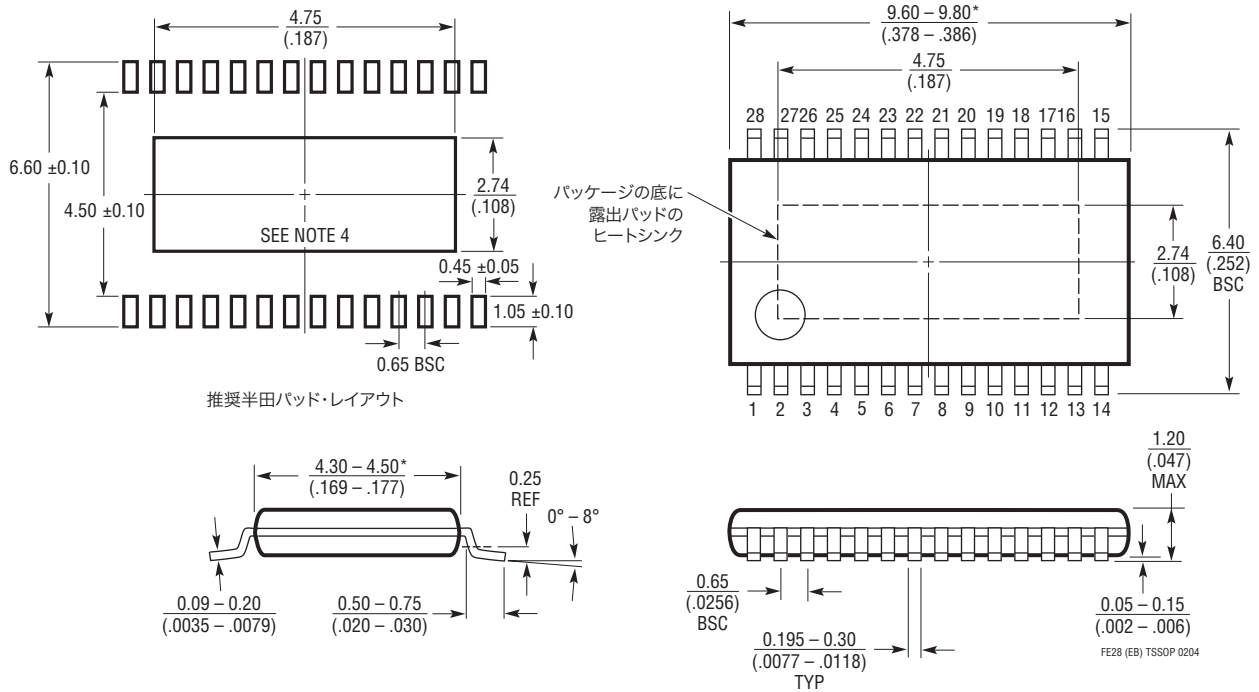


PWM調光3000:1  
(10msの周期)



パッケージ

FEパッケージ  
28ピン・プラスチックTSSOP (4.4mm)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1663)  
露出パッドのバリエーションEB

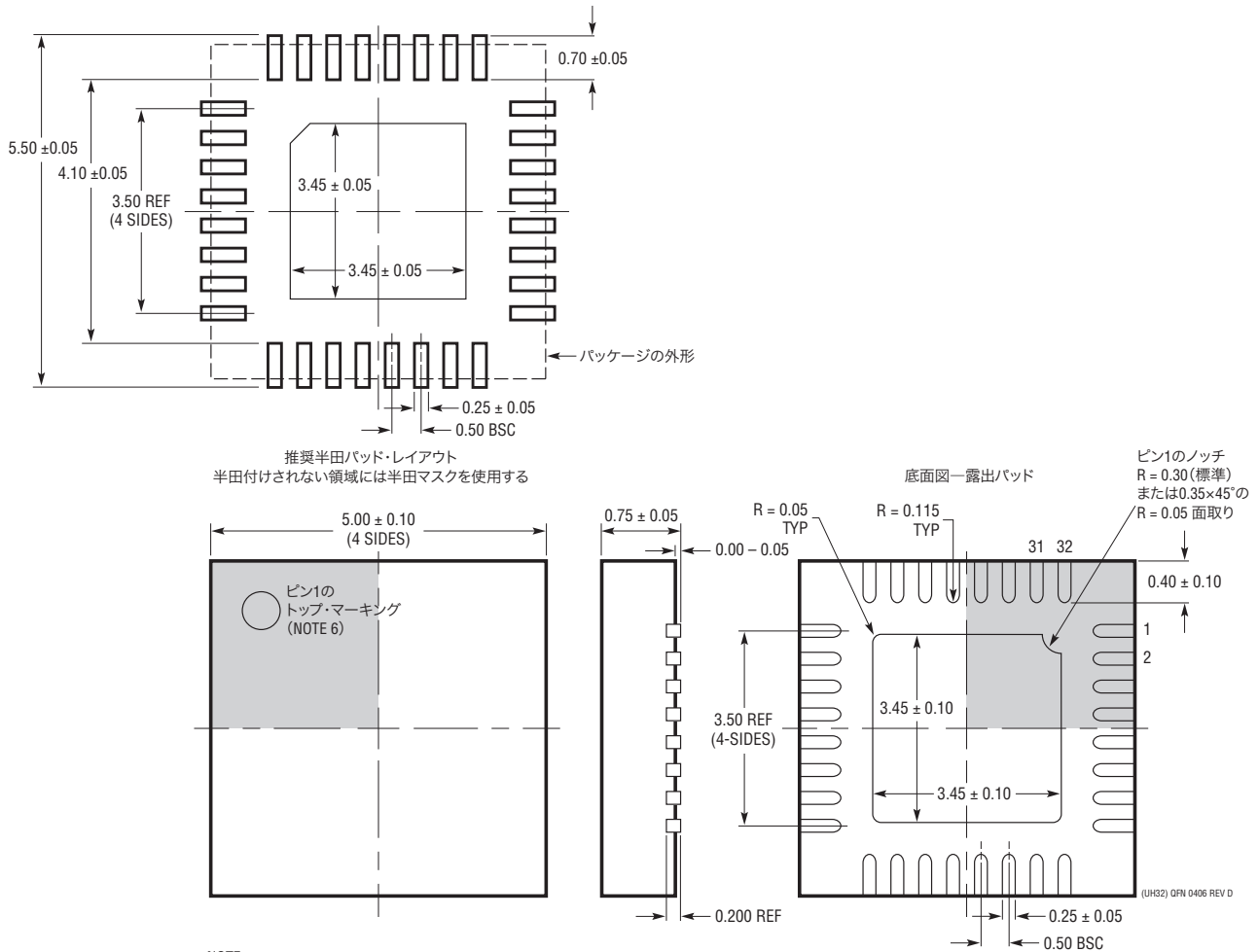


NOTE:

- 標準寸法: ミリメートル
- 寸法は ミリメートル (インチ)
- 図は実寸とは異なる
- 露出パッド接着のための推奨最小PCBメタルサイズ  
\*寸法にはモールドのバリを含まない  
モールドのバリは各サイドで $0.150\text{mm}$  ( $0.006^*$ )を超えないこと

パッケージ

UHパッケージ  
32ピン・プラスチックQFN (5mm×5mm)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1693 Rev D)



- NOTE:
1. 図はJEDECパッケージ・アウトラインMO-220のバリエーションWHHD-(X)に含めるよう提案されている(承認待ち)
  2. 図は実寸とは異なる
  3. 全ての寸法はミリメートル
  4. 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0.20mmを超えないこと
  5. 露出パッドは半田メッキとする
  6. 網掛けの部分はパッケージのトップとボトムのピン1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	修正内容	頁番号
D	01/10	標準的応用例の変更	1、18、19、20、21、22
		絶対最大定格と発注情報にHグレードを追加	2
		標準的性能特性の更新	5、6
		ピン機能の改訂	7
		表6の更新と「スイッチング周波数のプログラミング」のセクションの文章削除	14
		関連製品の表に追加	26
E	08/10	FEパッケージのT <sub>JMAX</sub> の更新	2
		Maximum Switch Duty Cycleの電気的特性を更新	3
		SYNC ピンの電気的特性の更新とNote2にHグレード情報を追加	4
		PWM調光のガイドラインを更新	12
		SYNCのタイミングの記述を更新	15
		「SHORTLEDフラグ」の記述(クランプダイオード)を更新	16
		標準的応用例(クランプダイオードの例)の更新	18

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT3463/ LT3463A	デュアル出力、昇圧/反転、250mA $I_{SW}$ 、固定オフ時間、 高効率昇圧DC/DCコンバータ、ショットキー・ダイオード内蔵	$V_{IN}$ : 2.3V~15V、 $V_{OUT(MAX)}$ = $\pm 40V$ 、 $I_Q$ = 40 $\mu A$ 、 $I_{SD}$ < 1 $\mu A$ 、3mm $\times$ 3mm DFN-10パッケージ
LT3466/ LT3466-1	デュアル定電流、2MHz、高効率白色LED昇圧 レギュレータ、ショットキー・ダイオード内蔵	$V_{IN}$ : 2.7V~24V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 40V、 $I_Q$ = 5 $\mu A$ 、 $I_{SD}$ < 16 $\mu A$ 、3mm $\times$ 3mm DFN-10パッケージ
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 $\mu A$ 、TSSOP-16E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 $\mu A$ 、TSSOP-20Eパッケージ
LT3476	クワッド出力1.5A、2MHz高電流LEDドライバ、 1000:1の調光付き	$V_{IN}$ : 2.8V~16.0V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 36V、True Color PWM調光 = 1,000:1、 $I_{SD}$ < 3 $\mu A$ 、5mm $\times$ 7mm QFN-10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TSSOP-20Eパッケージ
LT3478/ LT3478-1	高電流LEDドライバ	$V_{IN}$ : 2.8V~36V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 42V、True Color PWM調光 = 3000:1、 $I_{SD}$ < 10 $\mu A$ 、TSSOP-16E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 $\times$ 3mm DFNおよびTSSOP-16Eパッケージ
LT3496	45V、2.1MHz 3チャンネル ( $I_{LED}$ = 1A) フル機能LEDドライバ	$V_{IN}$ : 3V~30V (40V $_{MAX}$ )、 $V_{OUT(MAX)}$ = 45V、 True Color PWM調光 = 3000:1、 $I_{SD}$ < 1 $\mu A$ 、4mm $\times$ 5mm QFN-28パッケージ
LT3497	デュアル2.3MHz、フル機能LEDドライバ、ショットキー・ ダイオード内蔵、250:1 True Color PWM調光付き	$V_{IN}$ : 2.5V~10V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 32V、 $I_Q$ = 6mA、 $I_{SD}$ < 12 $\mu A$ 、2mm $\times$ 3mm DFN-10パッケージ
LT3498	2.3MHz、20mA LEDドライバおよびOLEDドライバ、 ショットキー・ダイオード内蔵	$V_{IN}$ : 2.5V~12V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 32V、 $I_Q$ = 1.65mA、 $I_{SD}$ < 9 $\mu A$ 、2mm $\times$ 3mm DFN-12パッケージ
LT3518/ LT3517	2.3A/1.3A 45V、2.5MHzフル機能LEDドライバ、 True Color PWM調光付き	$V_{IN}$ : 3V~30V (40V $_{MAX}$ )、 $V_{OUT(MAX)}$ = 42V、 True Color PWM調光 = 3000:1、 $I_{SD}$ < 5 $\mu A$ 、4mm $\times$ 4mm QFN-16パッケージ
LT3590	48V降圧モードLEDドライバ	$V_{IN}$ : 4.5V~55V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5V、 $I_Q$ = 700 $\mu A$ 、 $I_{SD}$ < 15 $\mu A$ 、2mm $\times$ 2mm DFN-6およびSC70パッケージ
LT3591	定電流、1MHz、高効率白色LED昇圧レギュレータ、 ショットキー・ダイオード内蔵、 80:1 True Color PWM調光付き	$V_{IN}$ : 2.5V~12V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 40V、 $I_Q$ = 4mA、 $I_{SD}$ < 9 $\mu A$ 、2mm $\times$ 3mm DFN-8パッケージ
LT3595	45V、2.5MHz、16チャンネルのフル機能LEDドライバ	$V_{IN}$ : 4.5V~45V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 45V、True Color PWM調光 = 5000:1、 $I_{SD}$ < 1 $\mu A$ 、5mm $\times$ 9mm QFN-56パッケージ
LT3598	44V、1.5A、2.5MHz昇圧6チャンネルLEDドライバ	$V_{IN}$ : 3V~30V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 44V、True Color PWM調光 = 3000:1、 $I_{SD}$ < 1 $\mu A$ 、4mm $\times$ 4mm QFN-24パッケージ
LT3754	16チャンネル $\times$ 50mA LEDドライバ	$V_{IN}$ : 6V~40V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 60V、True Color PWM調光 = 3,000:1、 $I_{SD}$ < 2 $\mu A$ 、5mm $\times$ 5mm QFN-32パッケージ
LT3760	8チャンネル $\times$ 100mA LEDドライバ	$V_{IN}$ : 6V~40V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 60V、True Color PWM調光 = 3,000:1、 $I_{SD}$ < 2 $\mu A$ 、TSSOP-28Eパッケージ