

# 高電流クワッド出力 LEDドライバ

## 特長

- 最大5000:1の調光比を実現するTrue Color PWM™調光（昇圧構成時）
- ハイサイド・センスによるLED電流の安定化
- V<sub>ADJ</sub>ピンにより、LED電流センス・スレッシュホールドを10mV～120mVの範囲で高精度設定
- 1.5A、36V NPN スイッチを内蔵した4つの独立したドライバ・チャンネル
- 周波数調整ピン: 200kHz～2MHz
- 高効率の変換＝最大96%
- オープンLED保護
- 低シャットダウン電流: 10μA未滿
- 広い入力電圧範囲: 2.8V～16V
- 熱特性が改善された38ピン5mm×7mm QFNパッケージ

## アプリケーション

- RRGBライト
- 車載およびアビオニクス・ライト
- TFT LCDバックライト
- 定電流源

## 概要

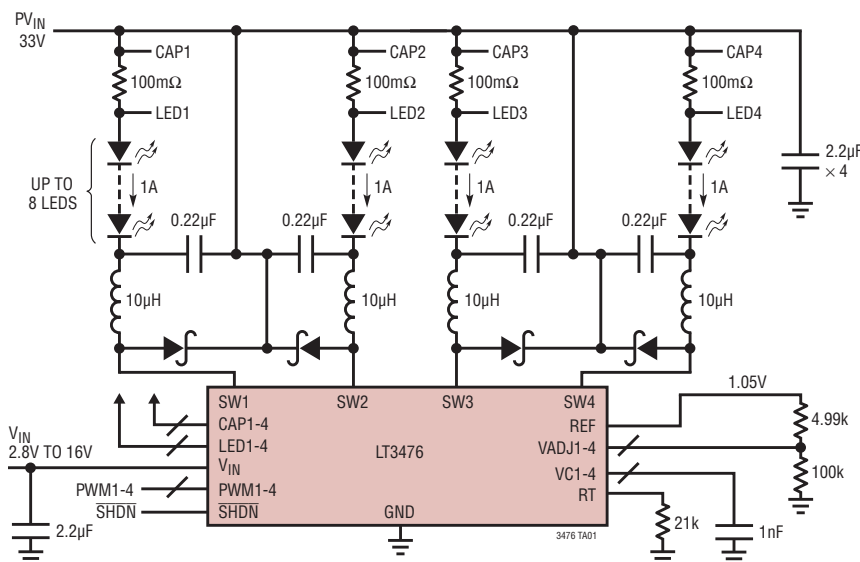
LT<sup>®</sup>3476は、高電流LEDをドライブするための定電流源として動作するように設計されたクワッド出力DC/DCコンバータです。固定周波数電流モードアーキテクチャを採用しているため、広範囲の電源・出力電圧にわたって安定した動作を行います。周波数調整ピンにより、200kHz～2MHzのスイッチング周波数をユーザが設定可能であり、効率と外付け部品サイズを最適化することができます。

LT3476はLEDのハイサイドで出力電流を検出します。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、降圧、昇圧または昇降圧構成を可能にします。各々の電流モニタ・スレッシュホールドは、105mVのフルスケールで2.5%以内に調整されています。外付けセンス抵抗を使用することにより、ユーザが各チャンネルの出力電流範囲をプログラムします。4つのレギュレータはそれぞれ、そのチャンネルのPWM信号によって個別に動作します。このPWM機能により、LED源のカラーミキシングまたは調光比を高精度で調整可能です。最大1000:1の調光比が達成されます。

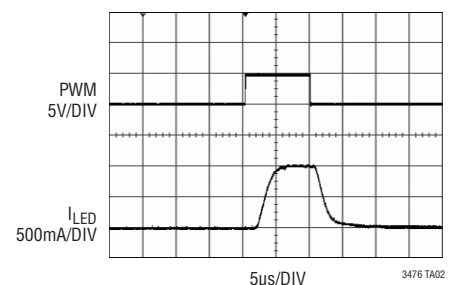
LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリアテクノロジー社の登録商標です。True Color PWMはリアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 標準的応用例

100Wクワッド 1A×8 LEDドライバ



100Hz、1000:1のPWM調光



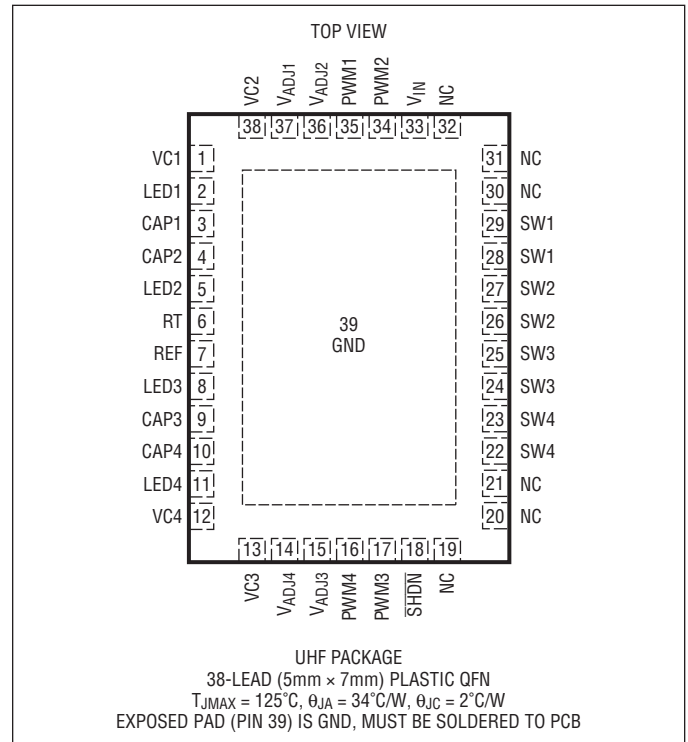
# LT3476

## 絶対最大定格

(Note 1)

$V_{IN}$ .....	16V
PWM1-4, SHDN .....	16V
SW1-4, LED1-4, CAP1-4 .....	36V
REF, RT, $V_{ADJ1-4}$ , VC1-4 .....	2V
動作接合部温度範囲 (Note 2, 3) .....	-40°C ~ 125°C
最大接合部温度 .....	125°C
保存温度範囲 .....	-65°C ~ 125°C
リード温度 (半田付け, 10秒) .....	300°C

## ピン配置



## 発注情報

無鉛仕上げ	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
LT3476EUHF#PBF	LT3476EUHF#TRPBF	3476	38-Lead (5mm × 7mm) Plastic QFN	-40°C to 85°C
LT3476IUHF#PBF	LT3476IUHF#TRPBF	3476	38-Lead (5mm × 7mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
鉛仕上げ	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
LT3476EUHF	LT3476EUHF#TR	3476	38-Lead (5mm × 7mm) Plastic QFN	-40°C to 85°C
LT3476IUHF	LT3476IUHF#TR	3476	38-Lead (5mm × 7mm) 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。

無鉛仕上げ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/tapeandreeel/> 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 (Note 3)。注記がない限り、SW1-4 = 5V、 $V_{IN} = 3.3\text{V}$ 、SHDN = 3.3V、 $R_T = 21\text{k} \sim \text{GND}$ 、PWM1-4 = 3.3V、 $V_{ADJ1-4} = \text{REF}$ 、CAP1-4 = 5V。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{IN}$ Operating Range		2.8		16	V
Full-Scale LED Current Monitor Threshold	Over CAP1-4/LED1-4 Operating Range	102 100	105	107 108	mV mV
One-Tenth Scale LED Current Monitor Threshold	$V_{ADJ1-4} = 100\text{mV}$	8	12	16	mV
CAP1-4/LED1-4 Operating Range		2.2		33.5	V
REF Output Voltage	$10\mu\text{A} \geq I_{REF} \geq -200\mu\text{A}$	1.032	1.050	1.063	V

3476fb

## 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(Notes 3)。注記がない限り、 $\text{SW1-4} = 5\text{V}$ 、 $V_{\text{IN}} = 3.3\text{V}$ 、 $\text{SHDN} = 3.3\text{V}$ 、 $R_T = 21\text{k} \sim \text{GND}$ 、 $\text{PWM1-4} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{\text{ADJ1-4}} = \text{REF}$ 、 $\text{CAP1-4} = 5\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
REF Line Regulation	$2.8\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 16\text{V}$		0.003		%/V
Quiescent Current in Shutdown	$\text{SHDN} = 0\text{V}$		0.1	10	$\mu\text{A}$
Quiescent Current Idle	$\text{PWM1-4} = 0\text{V}$		5.5		mA
Quiescent Current Active (Not Switching)	$\text{VC1-4} = 0\text{V}$		22	30	mA
Switching Frequency	$R_T = 8.25\text{k}$	1700	2000	2300	kHz
	$R_T = 21\text{k}$	850	1000	1150	kHz
	$R_T = 140\text{k}$	160	200	240	kHz
Nominal RT Pin Voltage			1.26		V
Maximum Duty Cycle	$R_T = 8.25\text{k}$ (2MHz)		76		%
	$R_T = 21\text{k}$ (1MHz)	84	90		%
	$R_T = 140\text{k}$ (200kHz)		98		%
$V_{\text{ADJ1-4}}$ Input Bias Current	Current Out of Pin	-10	20	100	nA
$\text{VC1-4}$ Idle Input Bias Current	$\text{PWM1-4} = 0\text{V}$	-20	0	20	nA
EAMP GM ( $\Delta I_{\text{VC}}/\Delta V_{\text{CAP-LED}}$ )			210		$\mu\text{S}$
VC Output Impedance			3		$\text{M}\Omega$
SW1-4 Current Limit	Static Test	1.5	2	2.5	A
SW1-4 $V_{\text{CESAT}}$	$I_{\text{SW}} = 1.3\text{A}$ to GND		350		mV
SW1-4 Leakage Current	$\text{SHDN} = 0\text{V}$		0.1	5	$\mu\text{A}$
CAP1-4 Overvoltage Protect Threshold		33.5	35		V
CAP1-4/LED1-4 Idle Input Bias Current	$\text{PWM1-4} < 0.4\text{V}$ , CAP = LED = 5V			100	nA
CAP1-4/LED1-4 Input Bias Current	CAP = LED = 5V		70		$\mu\text{A}$
$\text{SHDN}$ Input Low Voltage		●		0.4	V
$\text{SHDN}$ Input High Voltage		●	1.5		V
$\text{SHDN}$ Pin Current			16	30	$\mu\text{A}$
PWM1-4 Input Low Voltage		●		0.4	V
PWM1-4 Input High Voltage		●	1.5		V
PWM1-4 Pin Current			50	100	$\mu\text{A}$

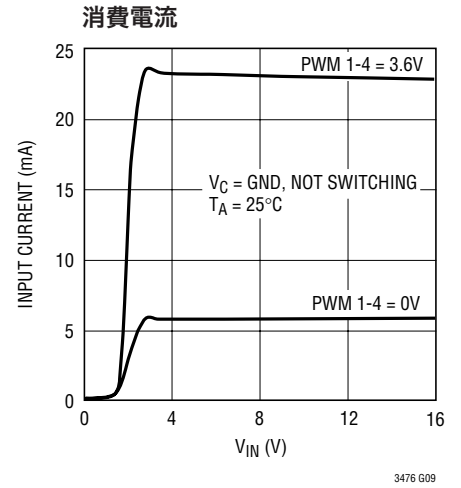
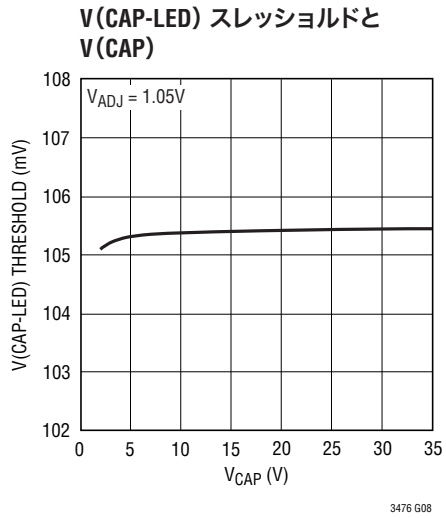
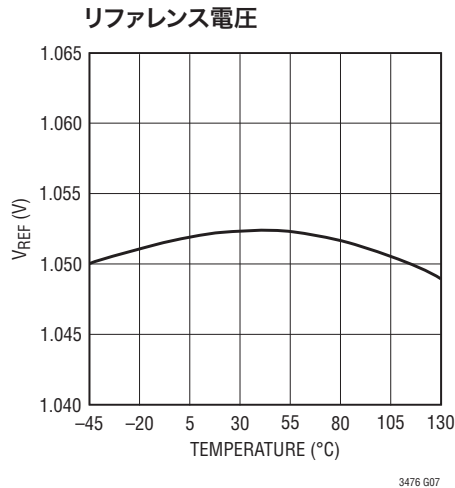
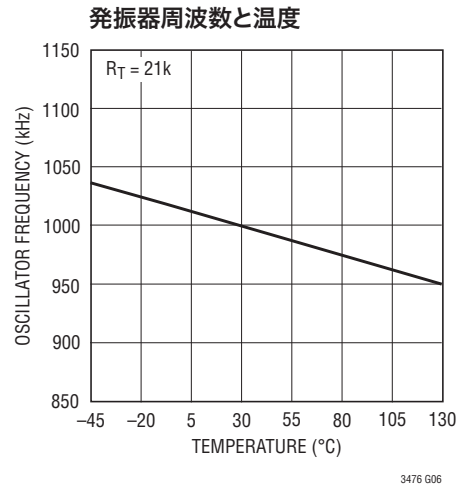
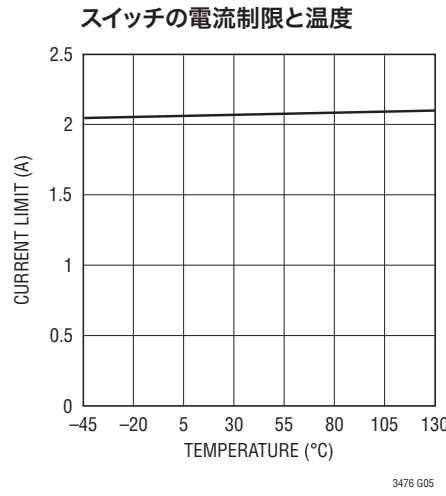
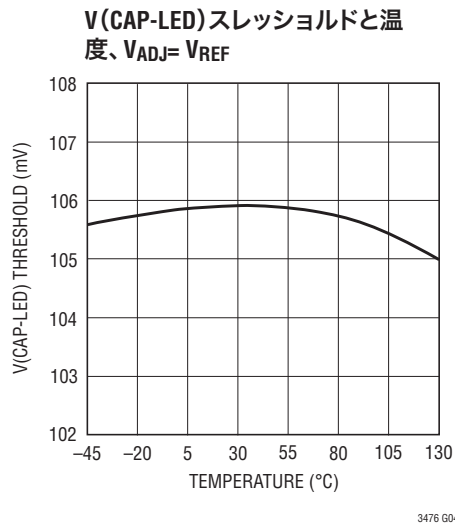
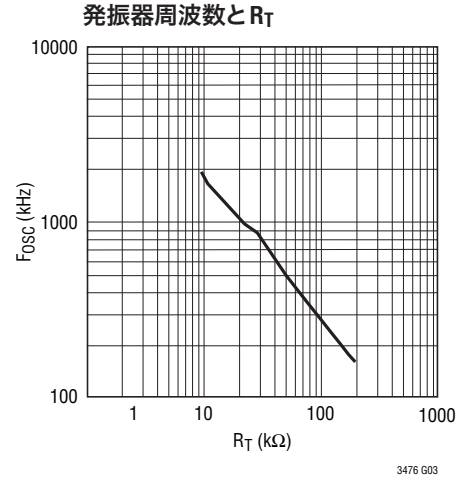
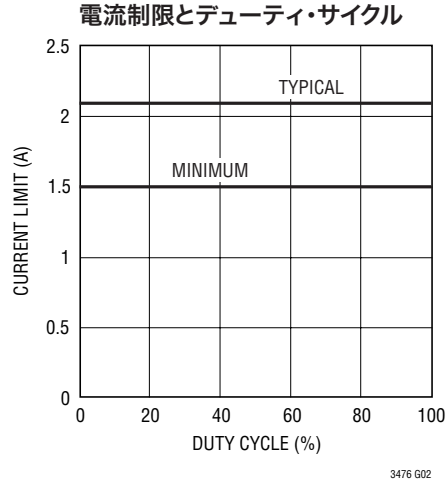
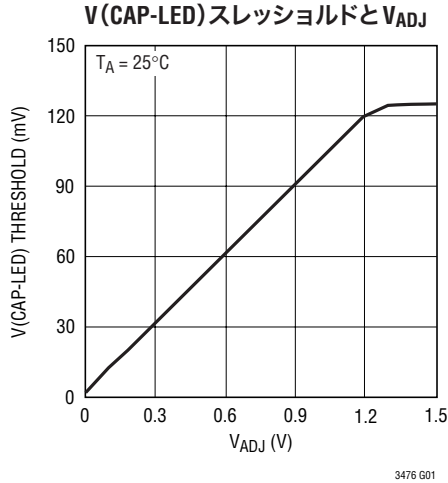
**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を越すストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すとデバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

**Note 2:** 瞬間の過負荷状態のときデバイスを保護するために、このICは過熱保護機能を内蔵している。過熱保護機能が働くと、接合温度は $125^\circ\text{C}$ を超える。規定最大動作接合部温度以上の連続動作は、デバイスの信頼性を損なうことがある。

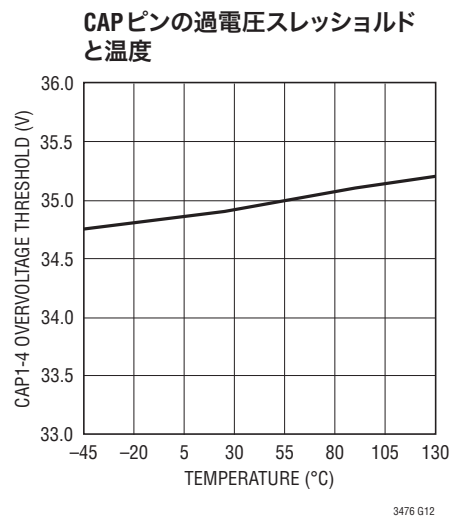
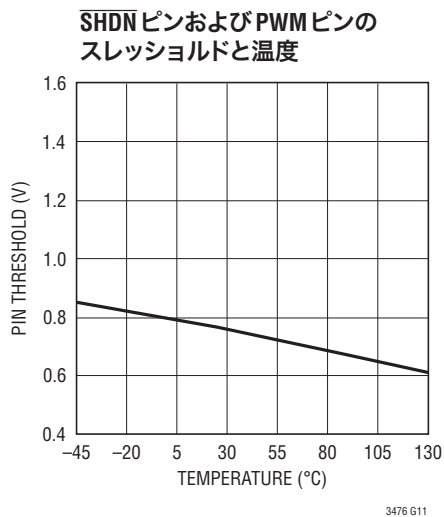
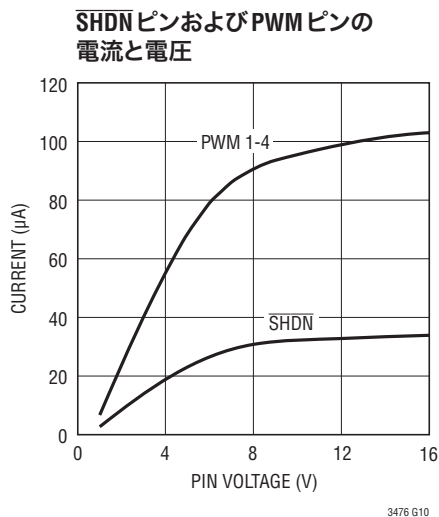
**Note 3:** LT3476Eは $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の接合部温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LT3476Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全動作接合部温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。

# LT3476

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



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



ピン機能

**VC1、VC4、VC3、VC2 (ピン1、12、13、38) :** エラーアンプの補償ピン。PWM出力が“L”のとき、VCピンは次のサイクルに状態を保存するために外付け補償コンデンサをフロートさせます。

**LED1、LED2、LED3、LED4 (ピン2、5、8、11) :** 電流センス付きエラーアンプの非反転入力。LEDの電流センス抵抗端子に直接接続します。スイッチャはこのノードをCAPノードより  $0.1 \cdot V_{ADJ}$  小さい電圧に安定化します、また、外付けセンス抵抗を介してCAPノード、およびLEDストリングのアノードに接続されます。対応するCAP入力ピンとは無関係にこのピンをフロートさせてはいけません。LED電流が小さく、 $PV_{IN}$ が大幅に変動するアプリケーションにおいては、出力フィルタ・コンデンサをLED $n$ に接続してください。

**CAP1、CAP2、CAP3、CAP4 (ピン3、4、9、10) :** 電流センス付きエラーアンプの反転入力。LED電流センス抵抗の他の端子に直接接続してください。また、出力フィルタ・コンデンサ、および外付けのショットキー整流器のカソードに接続されます。過電圧保護スレッシュホールドより大きなCAPは、スイッチングを禁止します。

**RT (ピン6) :** 発振器プログラミング・ピン。発振器の周波数を設定するために、抵抗器でGNDに接続してください。

**REF (ピン7) :** リファレンス出力ピン。フルスケールのLED電流を得るために  $V_{ADJ}$  ピンに接続します。1.05V以下の値に  $V_{ADJ}$  ピンをプログラムするように抵抗分割器を接続してください。0.1µFコンデンサにてローカルGNDにバイパスをしてください。

**$V_{ADJ4}$ 、 $V_{ADJ3}$ 、 $V_{ADJ2}$ 、 $V_{ADJ1}$  (ピン14、15、36、37) :** LED電流調整ピン。CAP $n$ とLED $n$ 間の外付けセンス抵抗器の両端間の電圧を設定します。105mVのフルスケール・スレッシュホールドのためにはREFピンに直接接続してください。またはLED電流を調整するためにGNDとREF間の信号値を使用してください。 $V_{ADJ}$ ピンの入力範囲は、1.25V最大です。

**PWM4、PWM3、PWM2、PWM1 (ピン16、17、34、35) :** 信号“L”はチャンネルをターンオフします—主スイッチの作動を止め、そのチャンネルの静止供給電流を減少し、そのチャンネルのVCピンを高インピーダンスにします。

**SHDN (ピン18) :** シャットダウン・ピン。1.5Vより大きくなるとデバイスをターン・オンします。

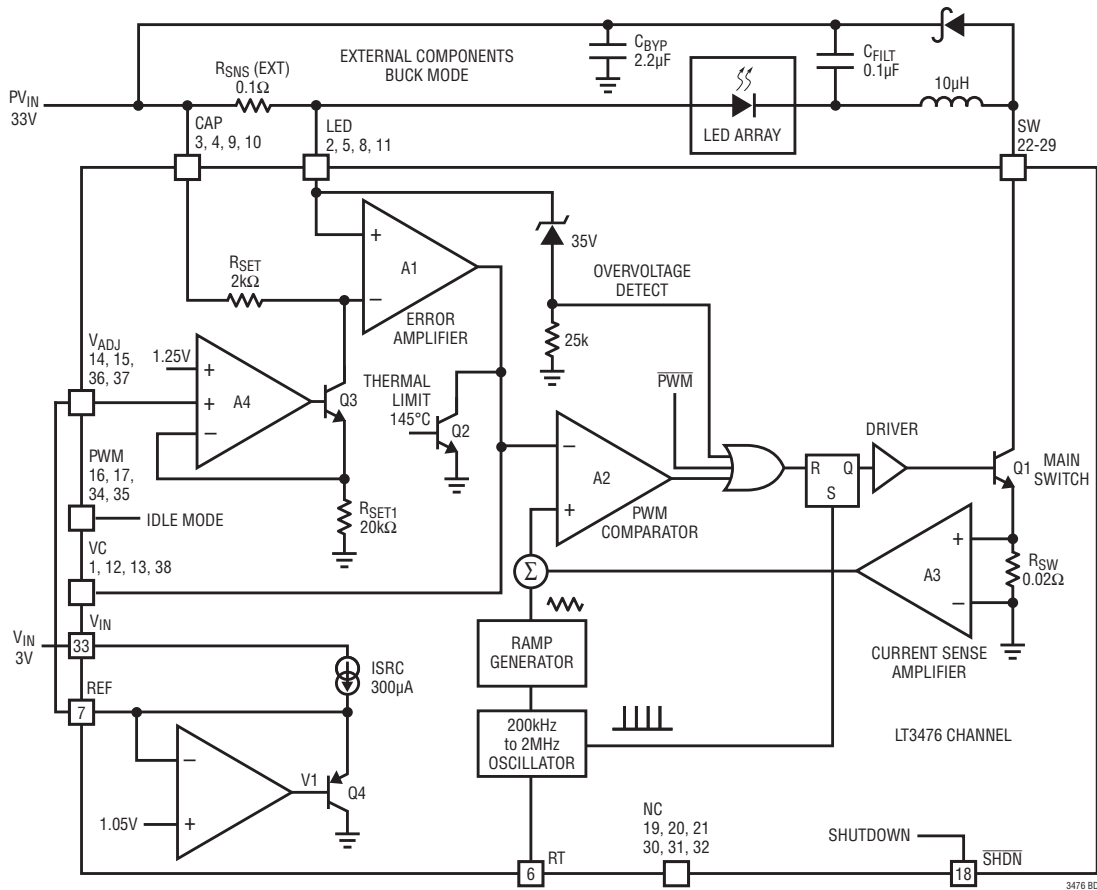
**NC (ピン19、20、21、30、31、32) :** 使用無し。熱放散を良くするためにGND(ピン39)に接続してください。

**SW4、SW3、SW2、SW1 (ピン22、23、24、25、26、27、28、29) :** スイッチ・ピン。外付けのインダクタ、およびショットキー整流器のアノードに接続してください。SWトレースの面積を最小にし、EMIを減らすためにグラウンド・プレーンを使用してください。同じ名前の隣接したピンが内部で接続されています。

**$V_{IN}$  (ピン33) :** 入力電源ピン。近くでバイパスしなければなりません。

**GND (ピン39) :** シグナル、およびパワー・グラウンド。露出パッドをグラウンド・プレーンに直接半田付けしてください。パッケージの露出パッド・メタルは、グラウンドへの電氣的接触とプリント回路基板への十分な熱的接触の両方を提供します。適切な動作のため、露出パッドは回路基板に半田付けする必要があります。

## ブロック図



## 動作

LT3476は、パワー・スイッチ内蔵の固定周波数電流モード・レギュレータです。動作は、ブロック図を参照することによって最も良く理解できます。発振器の各サイクルの開始点で、SRラッチがセットされ、パワー・スイッチQ1がターンオンします。スイッチ電流に比例した電圧が安定化ランプに加算され、その和がPWMコンパレータA2のプラス端子に与えられます。この電圧がA2のマイナス入力のレベルを越すと、SRラッチはリセットされ、パワー・スイッチをターンオフします。A2のマイナス入力のレベルはエラーアンプA1によって設定され、内部抵抗 $R_{SET}$ の両端間の電圧と外付けのセンス抵抗 $R_{SNS}$ の両端間の電圧の差を単に増幅したものです。このようにして、エラーアンプは、正しいピーク・スイッチ電流レベルを設定し、 $R_{SNS}$ を介して電流を安定化します。エラーアンプの出力が上がると、出力に供給される電流が増え、エラーアンプの出力が下がると、供給される電流が減ります。

$R_{SNS}$ で安定化される電流は、 $V_{ADJ}$ 入力ピンを使用して $R_{SET}$ の両端間の電圧を変更することにより調整することができます。アンプA4は $R_{SET}$ の両端の電圧を $V_{ADJ}$ と等しくしてQ3の電流を安定化します。トランジスタQ3を流れるこの電流はまた $R_{SET}$ 両端の電圧を $V_{ADJ}$ 入力の1/10にし、CAP入力にレベル・シフトされます。 $R_{SET}$ の両端間の電圧は、A4の別の1.25V入力によって125mV(標準)に制限されます。

$R_{SNS}$ で安定化される平均電流は、PWMピンを使用して調光のために調整することもできます。PWMピンが“L”のとき、スイッチングがディスエーブルされ、エラーアンプはターンオフし、VCピンをドライブしないようにします。そしてまた、VCピンのすべての内部負荷はディスエーブルされ、VCピンの充電状態が外付けの補償コンデンサにセーブされます。この機能は過渡回復時間を短縮します。なぜならPWM入力が再度“H”に転じるとき、スイッチの要求電流がPWMが“L”に転じる寸前の最後の値に戻るからです。

## アプリケーション情報

### レイアウトのためのヒント

LT3476は高速で動作するので、ボードのレイアウトに細心の注意が必要です。いくつかの項目には、注目に値するものがあります。パッケージの露出パッドは、ICの唯一のグランド端子であり、ICの熱的管理にも重要で、露出パッドとボードのグランド・プレーン間で良好な電気的および熱的接触を達成するのに極めて重大です。そのうえ、ショットキー整流器とそのショットキーのカソードとGND間のコンデンサは、電流の流れが不連続な高周波スイッチング経路にあります。これらのエレメントは、SWとICのGND間の経路が最も短くなるように配置する必要があります。EMIを減らすために、SWのトレースの面積を最小にすることが重要です。SWの下のグランド・プレーンを使って高感度信号に対するプレーン間の結合を最小に抑えます。十分な電流レギュレーション精度を得て、チャンネル間の結合の源を除去するために、LT3476の各チャンネルのCAPおよびLED入力は、該当するセンス抵抗の端子に別々の配線として戻す必要があります。LEDおよびCAP入力に対して小さなDC入力バイアス電流(～50 $\mu$ A)があるので、これらの入力の直列抵抗は最小化されなければなりません。さもなければオフセットが生じます。最後にLT3476へ供給される $V_{IN}$ のバイパス・コンデンサは、デバイスの $V_{IN}$ 端子に可能な限り近くに配置する必要があります。

### オープン回路保護/過電圧ロックアウト

LT3476は、4つのすべてのコンバータについてそれぞれ独立した過電圧/オープン回路保護機能(OVP)を内蔵し、それぞれのCAP入力を介して感知します。OVP機能の目的は、デバイスの主スイッチを損傷から保護することです。昇圧構成において、LEDが回路接続されていないか、故障で切れている場合、CAPのコンバータ出力電圧はOVP電圧35V(標準)でクランプされます。図1は、LED1が切断された昇圧コンバータのアプリケーションの過渡応答を示しています。切断されたLED1では、コンバータは、出力がOVPまでランプアップする電流制限にスイッチします。OVPクランプ電圧に到達すると、OVPクランプにコンバータの出力電圧を安定化するために、コンバータは低減された電流制限でスイッチします。ブロック図に示された降圧モードのアプリケーションにおいては、万一CAP用外部供給電圧がOVPクランプを超えると、コンバータのためにスイッチングが禁止されます。スイッチを適切に保護する過電圧保護機能のために、CAP入力は、SWノードによって達する最高電圧、またはそれに近い電圧で電圧をサンプルすることが重要です。結果として、スイッチによって生ずる電圧を得るために、入力と出力電圧の大きさを加算する

必要があるので、このOVP機能については、1:1フライバックのような絶縁電源構成における開放負荷事象には適切な保護機能を提供しません。

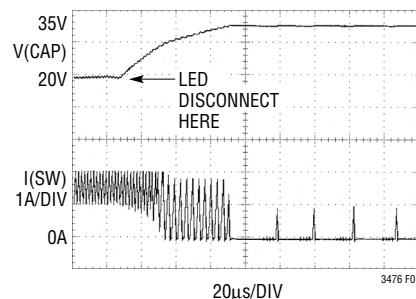


図1. LED切断時の過渡応答

### スイッチング周波数の設定

LT3476のスイッチング周波数は、RTピンとGND間に接続される外付け抵抗によって設定されます。このピンをオープンのまま放置しないでください。また、このピンにコンデンサで負荷を与えないでください。適正な動作のために常に抵抗は接続されなければなりません。抵抗値と対応スイッチング周波数に関しては、以下の表1を参照するか、または、標準的性能特性の発振器周波数と $R_T$ のグラフを参照してください。

表1. スwitchング周波数と $R_T$

SWITCHING FREQUENCY (kHz)	$R_T$ (k $\Omega$ )
200	140
400	61.9
1000	21
1200	16.2
2000	8.25

一般的に、非常に高いまたは非常に低いスイッチ・デューティ・サイクルのオペレーション、またはより高い効率が要求される場所では、より低いスイッチング周波数が使用される必要があります。より高いスイッチング周波数の選択により、より小さな値の外付け部品の使用を可能にし、より小さなソリューション・サイズと高さをもたらします。さらに、高周波PWM調光については、スイッチをターンオンするために、PWMピンの状態が各スイッチ時間の開始点での狭いタイム・スロット中のみサンプルされるので、より高いスイッチング周波数(より短いスイッチング時間)が、より良好な調光制御を提供します。

## アプリケーション情報

### インダクタの選択

LT3476で使用されるインダクタは、2.5A以上の飽和電流規格を持つ必要があります。最高のループ安定性を得るには、選択されるインダクタ値は350mA以上のリップル電流を提供できる値でなくてはなりません。降圧(ステップ・ダウン)、または昇圧(ステップ・アップ)構成のために、 $R_T$  ( $T_{SW} \sim 1\mu S$ )に21k $\Omega$ 抵抗、4.7 $\mu H \sim 10\mu H$ のインダクタ値を使うことがほとんどのアプリケーションに推奨されます。降圧モードにおいて、インダクタ値は、次式を使って見積もりをすることができます:

$$L(\mu H) = \frac{D_{BUCK} \cdot T_{SW}(\mu S) \cdot (V_{CAP} - V_{LED})}{\Delta I}$$

$$D_{BUCK} = \frac{V_{LED}}{V_{CAP}}$$

$V_{LED}$ は、LEDストリングの両端の電圧であり、 $V_{CAP}$ は、コンバータへの入力電圧です。昇圧モードにおいて、インダクタ値は、次式を使って見積もりをすることができます:

$$L(\mu H) = \frac{D_{BOOST} \cdot T_{SW}(\mu S) \cdot V_{IN}}{\Delta I}$$

$$D_{BOOST} = \frac{V_{CAP} - V_{IN}}{V_{CAP}}$$

$V_{IN}$ は、入力電圧であり、 $V_{CAP}$ は、LEDストリングの両端の電圧です。以下の表2は、いくつかの推奨部品とベンダを示しています。

表2. インダクタ

PART NUMBER	VALUE ( $\mu H$ )	IRMS (A)	DCR ( $\Omega$ )	HEIGHT (mm)
<b>Sumida</b>				
CDRH6D38-100	10	2.0	0.028	4.0
CDRH5D28-5R3	5.3	1.90	0.028	3.0
CDRH73-100	10	1.68	0.072	3.4
<b>Toko</b>				
D63CB	10	1.49	0.042	3.5
D63CB	4.7	2.08	0.026	3.5
<b>Cooper-ET</b>				
SD25-4R7	4.7	1.80	0.047	2.5

### 入力コンデンサの選択

適切な動作のために、LT3476の $V_{IN}$ ピンに近いGNDへバイパス・コンデンサを接続することが必要です。1 $\mu F$ 以上で低ESRのコンデンサを使用する必要があります。セラミック・コンデンサが通常最良の選択です。

降圧構成において、パワー・コンバータの入力コンデンサには、スイッチがオフのとき、ショットキー・ダイオードを介して戻る電流による大きなパルス電流が流れます。最良の信頼性のために、このコンデンサは低いESR、およびESLを有し、リップル電流に関する必要条件に適合すべきです。

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

ここで、Dはスイッチ・デューティ・サイクルです。2.2 $\mu F$ セラミック型コンデンサがショットキーに近くに置かれ、グラウンド・プレーンは、各チャンネルについて通常十分です。

### 出力コンデンサの選択

出力フィルタ・コンデンサの選択は、負荷、およびコンバータの構成、即ち、昇圧または降圧に依存します。LEDアプリケーションについては、LEDの等価抵抗は一般的に低く、出力フィルタ・コンデンサは、インダクタからの電流リップルを35mA以下に減衰するのに十分大きくする必要があります。次式は必要なコンデンサの値を計算するために便利です:

$$C_{FILT} = 2 \cdot \frac{T_{SW}}{R_{LED}}$$

$R_{LED}=5\Omega$ 、そして $T_{SW}=1\mu s$ に対する標準的フィルタ・コンデンサの値は0.47 $\mu F$ です。ループ安定性については、出力ポールはクローズド・ループ・ゲインが1となるべき周波数にあり、ループ補償のための支配的なポールは $V_C$ 入力のコンデンサにより確立されると考えてください。

LEDの昇圧アプリケーションについては、同等のLEDリップル電流を達成するために必要とされるフィルタ・コンデンサの値は、ソース電流のパルスの性質により上記の計算値より約5倍大きくなります。2.2 $\mu F$ セラミック型コンデンサがショットキーの近くに置かれ、ICのグラウンド・プレーンは、各チャンネルについて通常十分です。

出力コンデンサは高リップル電流の影響を受けやすいので、高周波でESRとESLが低いセラミック・コンデンサを推奨します。



## アプリケーション情報

X7R誘電体を使用しているセラミック型コンデンサは、温度特性、および静電容量値のDCバイアス安定度について最良の選択です。すべてのセラミック・コンデンサはDC電圧バイアスを高くすると静電容量値の損失を示します。それゆえ、動作電圧で必要とされる静電容量を得るためには、より大きな値のコンデンサ、またはより大きなケース・サイズを選ぶことが必要です。コンデンサの電圧定格が十分であることを常に確認してください。表3は、いくつかの推奨されるコンデンサのベンダを示しています。

表3. 低ESR表面実装コンデンサ

VENDOR	TYPE	SERIES
Taiyo-Yuden	Ceramic	X5R, X7R
AVX	Ceramic	X5R, X7R
Murata	Ceramic	X5R, X7R

### 補償設計

LT3476は、内蔵の相互コンダクタンスエラーアンプを使用し、そのアンプのV<sub>C</sub>出力でコントロール・ループを補償します。外付けのインダクタ、出力コンデンサ、補償抵抗とコンデンサがループの安定度を決定します。インダクタ、および出力コンデンサは、性能、サイズ、およびコストに基づいて選ばれます。V<sub>C</sub>での補償抵抗とコンデンサは、コントロール・ループの安定度を最適化するように選択されます。標準的応用例に示される部品の値は、入力から出力電圧、および負荷電流の所定の範囲にわたって安定な動作をもたらします。大抵の降圧アプリケーションについて、負荷の両端に小さなフィルタ・コンデンサ(1μF以下)が望まれます。この場合、V<sub>C</sub>における10nF補償コンデンサが、通常もっとも適切な選択です。V<sub>C</sub>出力と補償コンデンサ間に配置した5kΩの補償抵抗は、過渡回復時間を短縮してチャンネル間の相互作用を最小にします。昇圧構成には、より大きな出力コンデンサ、2.2μF～10μFを使います。

補償ピンに関係する次の回路技術は、プログラムされたLED電流に大幅な変動がある場合や大きな入力電源範囲が予測される場合に役に立ちます。低いデューティ・サイクル(350ns以下のT<sub>ON</sub>)、および低い平均インダクタ電流(500mA以下)で、LT3476は、出力の安定を維持するためにスイッチング・パルススキップし始めることがあります。パルス・スキッピング・モードは、LEDのリップル電流を大きくするように導きますので、通常はあまり望ましくありません。パルス・スキッピング現象の徴候を改善するために、補償コンデンサの1:1000の値となるコンデンサを補償コンデンサとSWノード間に配置してください。降圧構成において、さらに別の手法が有効です。CAP

ノードとLED下部のフィルタ・コンデンサ(1ページの標準的応用例を参照)をLED上部とLED下部間に移動することができます。この回路変更はインダクタ・リップル電流をセンス抵抗を通過するようにして、パルス・スキッピング現象を改善します。電流の安定化への影響度は通常1%以下です。

### ダイオードの選択

ショットキー整流器は、スイッチがターンオフしている間に電流を通します。最大SW電圧に対するV<sub>R</sub>定格をもつダイオードを選択してください。出力切断機能を使用する昇圧回路には、ダイオードは少なくとも40Vの定格を持つものでなければなりません。ダイオード順方向電流定格は、スイッチ電流制限値に等価である必要がありません。ダイオードを通る平均電流I<sub>F</sub>は、スイッチ・デューティ・サイクルの関数なので、I<sub>F</sub>=1.5A・(1-D)の順方向電流定格のダイオードを選択してください。調光のためにPWM機能を使用する場合、PWMの“L”の間で、(特に高温状態の)出力からのダイオードの漏洩を検討することもまた重要です。表4は、推奨部品のベンダを示しています。

表4. ショットキー・ダイオード

PART NUMBER	V <sub>R</sub> (V)	I <sub>AVE</sub> (A)	V <sub>F</sub> AT 1A (mV)
<b>On Semiconductor</b>			
MBRM140	40	1	550
<b>Diodes Inc.</b>			
DFLS140L	40	1	550
B140 HB	40	1	530
<b>NXP Semiconductor</b>			
PMEG4010EJ	40	1	540

### LED電流のプログラミング

LED電流は、負荷に直列の外付けのセンス抵抗を使ってプログラムされます。この方法により、負荷のドライブ(即ち、いくつかの並列ストリングの1つをセンスします)に柔軟性を与え、一方では良好な精度を維持します。V<sub>ADJ</sub>入力は、10mVと120mVの間で外付けのセンス抵抗の両端の電圧レギュレーション・スレッシュホールドを設定します。1.05Vリファレンス出力(REF)は、抵抗分割器を介するか、またはREFピンに直接接続して105mVのフルスケール・スレッシュホールドを与えるかのどちらかで、V<sub>ADJ</sub>ピンをドライブするために提供されます。DACもまたV<sub>ADJ</sub>ピンをドライブするために使用されます。

## アプリケーション情報

V<sub>ADJ</sub>ピンを開放のまま放置してはいけません。V<sub>ADJ</sub>入力に1.25Vより高い電圧に接続される場合、CAPとLEDの両端のデフォルト・レギュレーション・スレッシュホールドは、125mV (標準)です。図2に示すように、V<sub>ADJ</sub>ピンは、LED負荷の過熱保護機能を提供するためにPTCサーミスタとともに使用することができます。

### 調光制御

LT3476を使って調光用電流源をコントロールするのに2つの方法があります。最初の方法は、LEDのアプリケーションでポピュラーであり、精密にプログラムされた平均電流を達成する

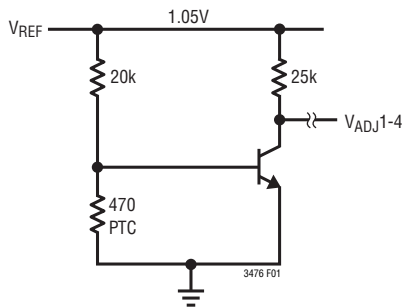


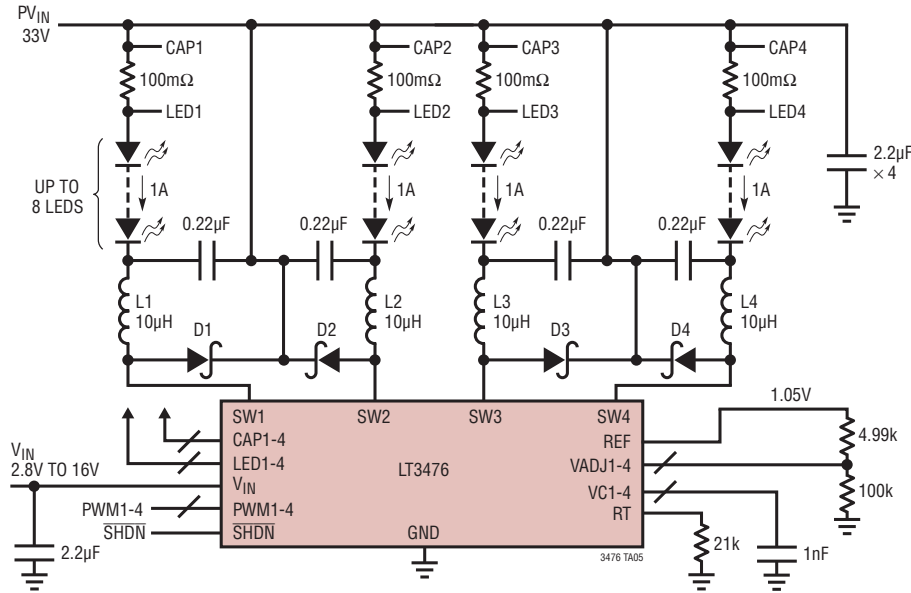
図2. 過熱保護回路

ために、ゼロとフルの電流間で電流源を変調するPWMピンを使用します。この電流コントロールの方法をもっと精密にするために、静止段階に、スイッチの要求電流がV<sub>C</sub>ノードに保存されます。この機能は、PWM信号が“H”になる回復時間を最も短くします。PWMオン、またはオフの最短時間は、RT入力ピンを介する動作周波数の選択に依存します。最良の電流精度を実現するために、PWMの“L”、または“H”の最短時間は、少なくとも10回以上のスイッチング・サイクルを必要とします。これには2つの理由があります。1つの理由は、出力がオフ前に安定状態に届くことを可能にすること、そして2番目の理由は、発振器がPWM信号に同期していないので、PWM信号が“H”に移行してからスイッチングが開始されるまで1サイクル程度のスイッチング・サイクル遅延が生じる可能性があることです。しかしながら、この遅延はPWM信号の“L”への移行には適用されません。PWMの“L”/“H”の最短時間は、切断スイッチがLEDの電流経路に使用される場合、5スイッチング・サイクルまで短縮することができます。

調光制御の第2番目の方法は、PWMの“H”状態で電流センス・スレッシュホールドを直線的に調整するためにV<sub>ADJ</sub>ピンを使用します。LED電流プログラミング機能は、PWM調光制御を増強し、全調光範囲を10倍ほど増せる可能性があります。

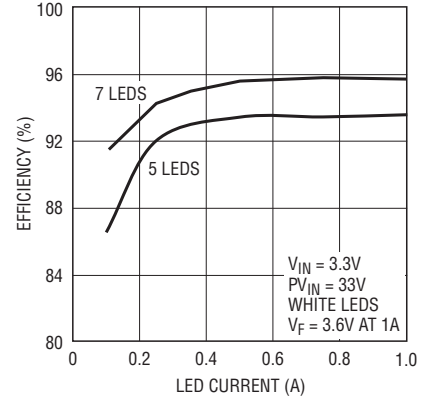
標準的応用例

降圧モード 100W クワッド 1A×8 LED ドライバ

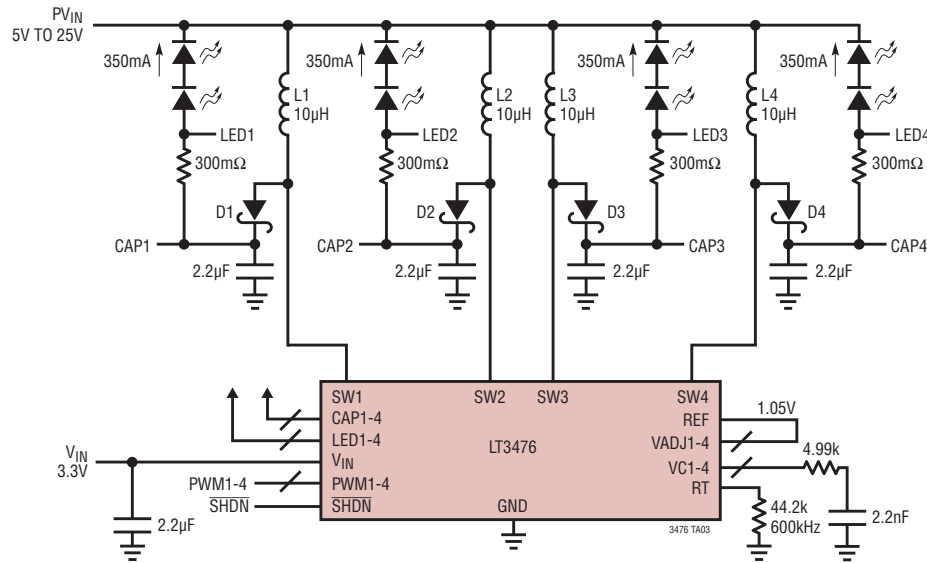


L1 TO L4: TOKO A916CY-100M  
D1 TO D4: DIODES, INC. DFSL140

降圧モードの効率とLED電流

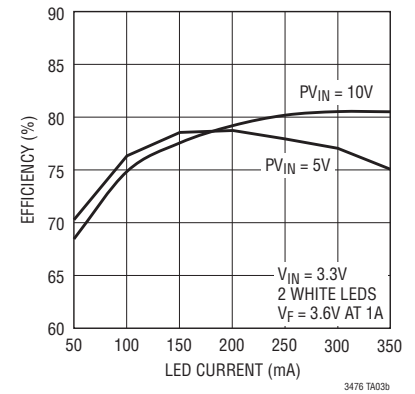


2直列 350mA LED用 5V~25V昇降圧モードドライバ



L1 TO L4: COOPER COILTRONICS MPI4040R3-100R  
D1 TO D4: NXP PMEG4010

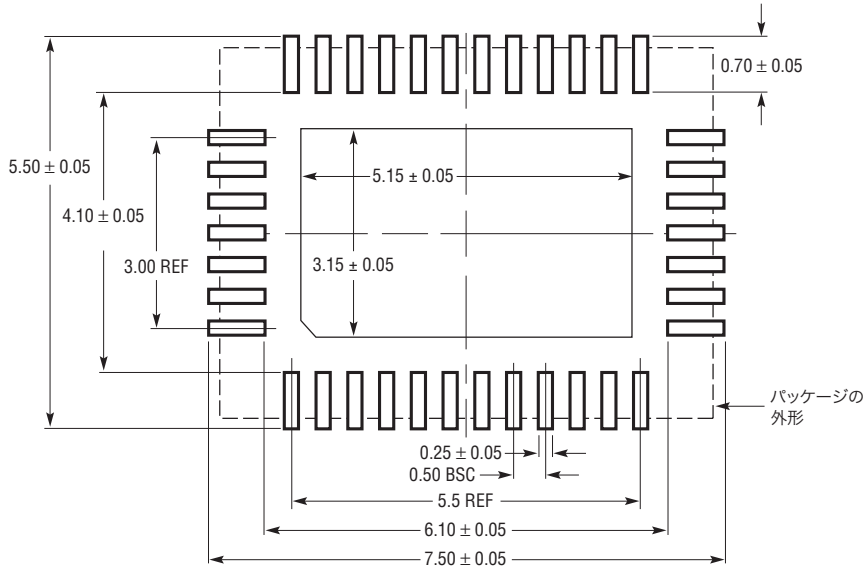
昇降圧モードの効率とLED電流



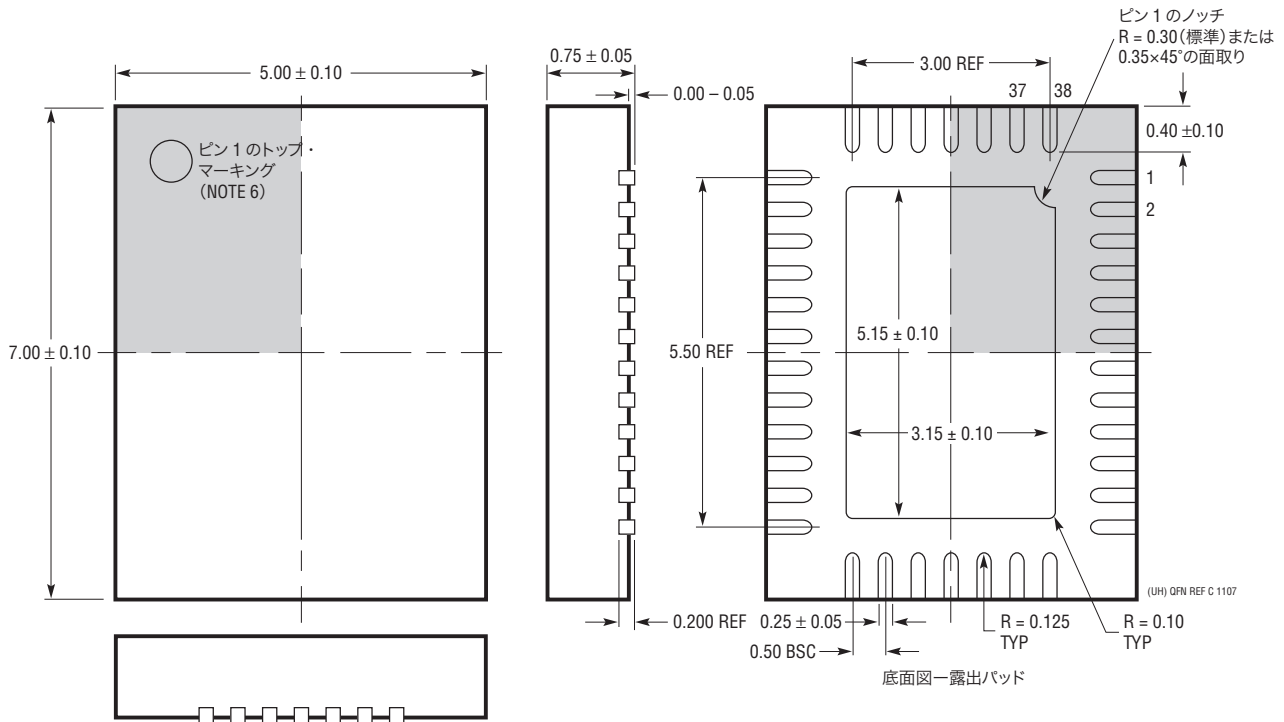
## パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> をご覧ください。

### UHF パッケージ 38ピン プラスチック QFN (5mm×7mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1701 Rev C)



推奨する半田パッド・レイアウト  
半田付けしない領域には半田マスクを使用する



#### NOTE:

1. 図面は JEDEC のパッケージ外形 MO-220 バリエーション WHKD に適合。
2. 図は実寸とは異なる。
3. すべ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上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない。

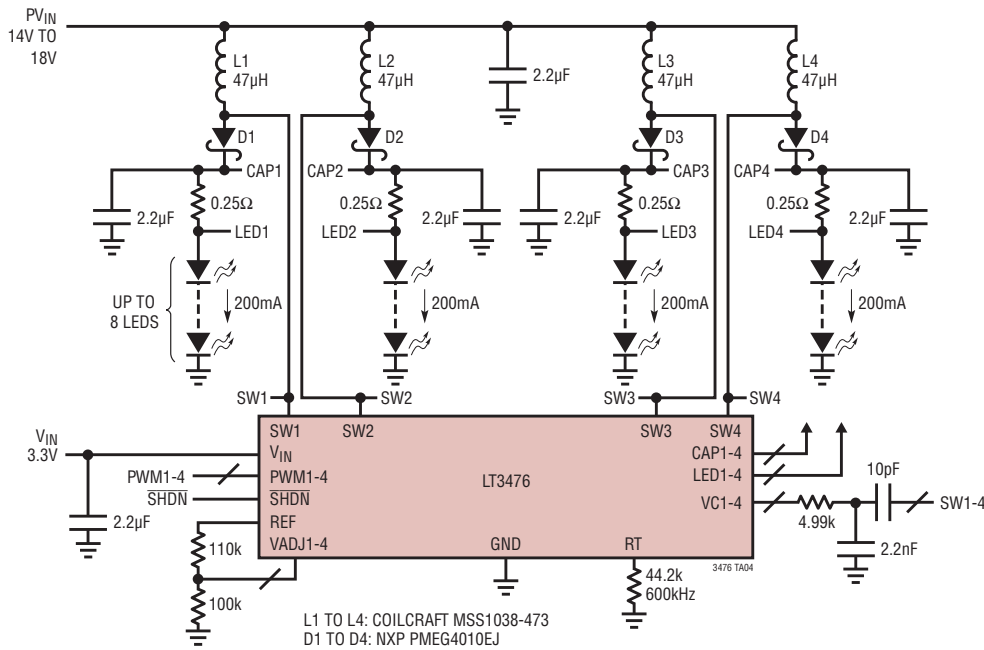
## 改訂履歴 (改訂履歴は Rev B から開始)

REV	日付	概要	ページ番号
B	11/11	特長、絶対最大定格、ピン配置、発注情報、電気的特性の注、標準的性能特性およびピン機能のセクションを更新 表4を更新、標準的応用例セクションに図を移動、関連製品の表を更新 データシートを通して、R <sub>T</sub> ピンをRTピンに、V <sub>C</sub> ピンをVCピンに改訂	1~5 9、10、11、14 1~14

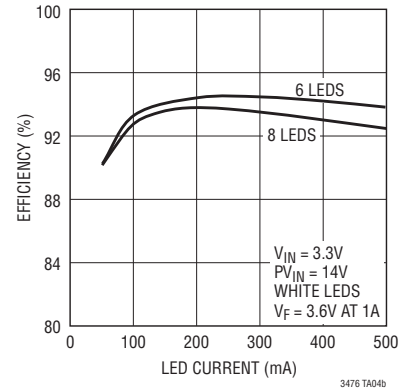
# LT3476

## 標準的応用例

クワッド昇圧 200mA×8 LED ドライバ



昇圧モードの効率とLED電流



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT3496	40V、トリプル出力、750mA、2.1MHz 高電流 LED ドライバ、3000:1 の調光付き、PMOS 切断用 FET ドライバを内蔵	V <sub>IN</sub> : 3V ~ 30V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 40V、3000:1 の True Color PWM 調光、I <sub>SD</sub> < 1µA、4mm×5mm QFN-28 パッケージ
LT3492	60V、トリプル出力、750mA、1MHz 高電流 LED ドライバ、3000:1 の調光付き、PMOS 切断用 FET ドライバを内蔵	V <sub>IN</sub> : 3V ~ 30V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 60V、3000:1 の True Color PWM 調光、I <sub>SD</sub> < 1µA、TSSOP-28 および 4mm×5mm QFN-28 パッケージ
LT3754	60V、1MHz 昇圧 16 チャンネル×50mA LED ドライバ、3000:1 の True Color PWM 調光および 2% 電流整合付き	V <sub>IN</sub> : 4.5V ~ 40V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 60V、True Color PWM 調光 = 3000:1、I <sub>SD</sub> < 1µA、5mm×5mm QFN-32 パッケージ
LT3755/ LT3755-1/ LT3755-2	ハイサイド 40V、1MHz LED コントローラ、3000:1 の True Color PWM 調光付き	V <sub>IN</sub> : 4.5V ~ 40V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 75V、True Color PWM 調光 = 3000:1、I <sub>SD</sub> < 1µA、3mm×3mm QFN-16 および MSOP-16E パッケージ
LT3598	44V、1.5A、2.5MHz 昇圧 6 ストリング 20mA LED ドライバ	V <sub>IN</sub> : 3.2V ~ 30V (40V <sub>MAX</sub> )、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 44V、3000:1 の True Color PWM 調光、I <sub>SD</sub> < 1µA、4mm×4mm QFN-24 パッケージ
LT3599	44V、2A、2.5MHz 昇圧 4 チャンネル 100mA LED ドライバ	V <sub>IN</sub> : 3.1V ~ 30V (40V <sub>MAX</sub> )、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 44V、3000:1 の True Color PWM 調光、I <sub>SD</sub> < 1µA、4mm×4mm QFN-24 パッケージ
LT3518	2.3A、2.5MHz 高電流 LED ドライバ 3000:1 の調光付き、PMOS 切断用 FET ドライバを内蔵	V <sub>IN</sub> : 3V ~ 30V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 45V、3000:1 の True Color PWM 調光、I <sub>SD</sub> < 1µA、4mm×4mm QFN-16 および TSSOP-16E パッケージ
LT3486	デュアル 1.3A、2MHz 高電流 LED ドライバ	V <sub>IN</sub> : 2.5V ~ 24V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 36V、1000:1 の True Color PWM 調光、I <sub>SD</sub> < 1µA、4mm×4mm QFN-16 および TSSOP-16E パッケージ
LT3478/ LT3478-1	3000:1 調光付き 4.5A、2MHz 高電流 LED ドライバ	V <sub>IN</sub> : 2.8V ~ 36V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 40V、3000:1 の True Color PWM 調光、I <sub>SD</sub> < 1µA、TSSOP-16E パッケージ
LT3956	ハイサイド 80V、3.5A、1MHz LED ドライバ、3000:1 の True Color PWM 調光付き	V <sub>IN</sub> : 4.5V ~ 80V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 80V、True Color PWM 調光 = 3000:1、I <sub>SD</sub> < 1µA、5mm×6mm QFN-36 パッケージ

3476fb