

## 3000:1のPWM調光付き トリプル出力LEDドライバ

### 特長

- 最大3000:1の調光比を実現するTrue Color PWM™調光
- LED切断用PMOSのためのゲート・ドライバを内蔵
- 600mA、60Vスイッチを内蔵した3つの独立したドライバ・チャンネル
- 降圧、昇圧および昇降圧モードで動作
- CTRLピンにより、LED電流検出スレッシュホールドを10mV～100mVの範囲で高精度設定
- 調整可能な周波数: 330kHz～2.1MHz
- オープンLED保護
- 広い入力電圧範囲:  
3V～30V動作  
40Vまでの過渡電圧保護
- 面実装部品
- 28ピン(4mm×5mm)QFNおよびTSSOPパッケージ

### アプリケーション

- RGB照明
- ビルボードや大型ディスプレイ
- 車載およびアビオニクス照明
- 定電流源

### 概要

LT®3492は、定電流源として動作するように設計され、LEDのドライブに最適なトリプル出力DC/DCコンバータで、降圧、昇圧または昇降圧モードで動作します。LT3492は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、広範囲の電源電圧と出力電圧にわたって安定して動作します。周波数調整ピンにより、330kHz～2.1MHzのスイッチング周波数をユーザーが設定可能で、効率と外付け部品のサイズを最適化することができます。

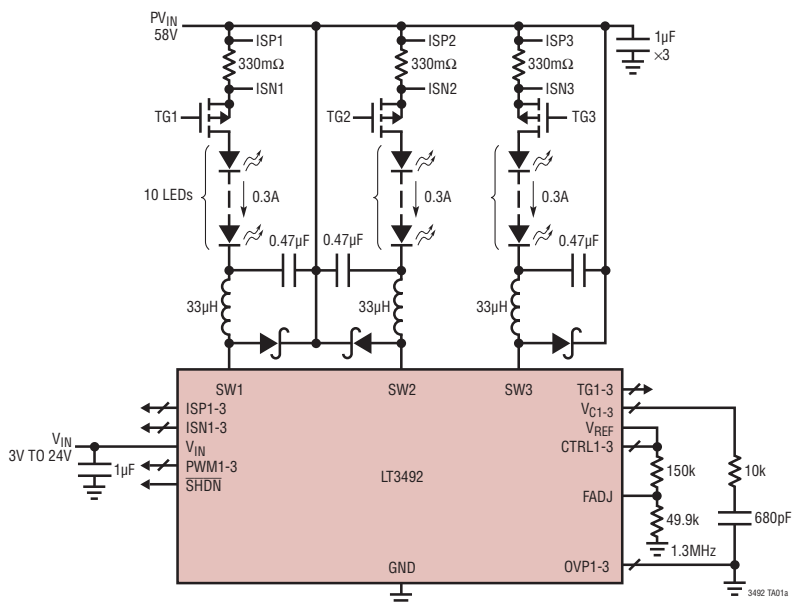
外部PWM入力により、チャンネルごとに3000:1のLED調光を行うことができます。3つのチャンネルはそれぞれ、LED切断用の外付けPチャンネルMOSFETをドライブするためのゲート・ドライバを内蔵しているため、広い調光範囲が可能です。LT3492の各チャンネルの出力電流範囲は外付け検出抵抗で設定されます。

CTRLピンを使用して、アナログ調光または過温度保護のためにLED電流を調整することができます。

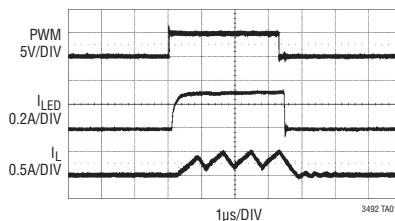
LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。True Color PWMはリニアテクノロジー社の商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。7199560、7321203を含む米国特許によって保護されています。他にも特許申請中。

### 標準的応用例

高調光比のトリプル出力降圧モードLED電源



100Hzでの3000:1のPWM調光



# LT3492

## 絶対最大定格

(Note 1)

$V_{IN}$ (Note 4) .....	40V
SW1~SW3, ISN1~ISN3, ISP1~ISP3 .....	60V
TG1~TG3 .....	(ISP-10V)~ISP
PWM1~PWM3 .....	20V
$V_{REF}$ , CTRL1~CTRL3, FADJ, $V_{C1}$ ~ $V_{C3}$ , OVP1~OVP3 .....	2.5V
SHDN (Note 4) .....	$V_{IN}$

動作接合部温度範囲

(Note 2) ..... -40°C~125°C

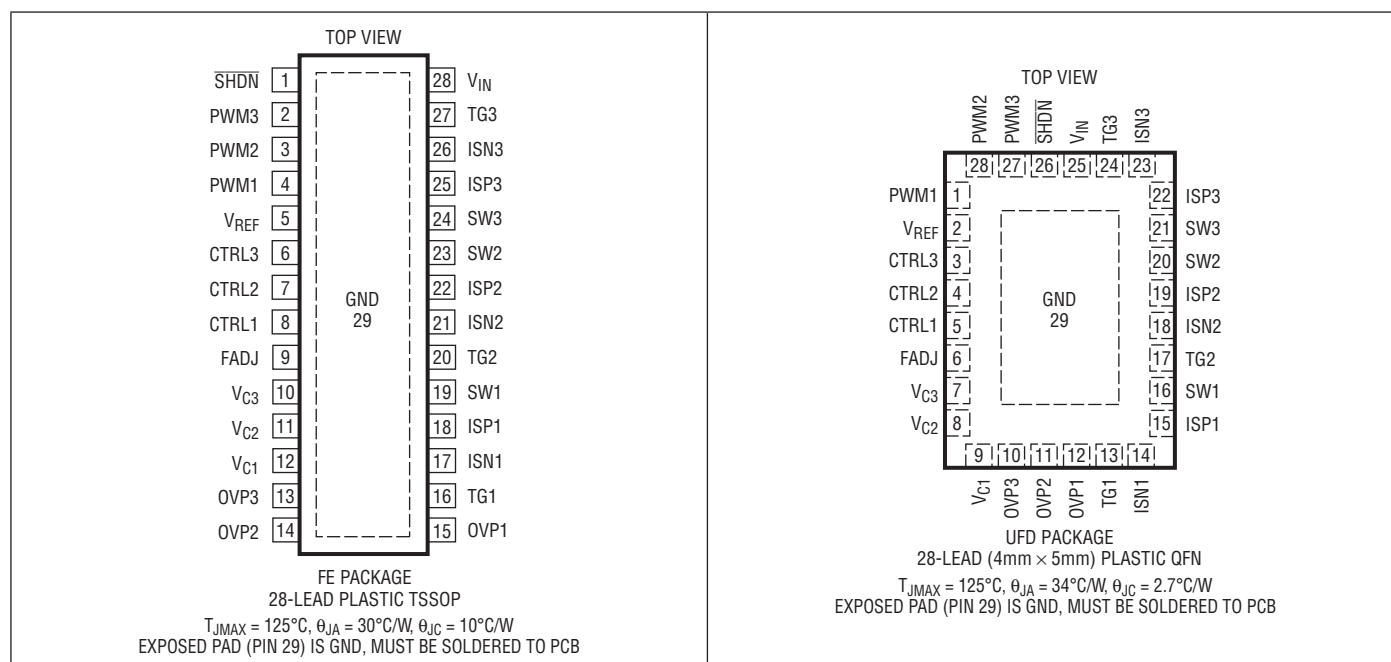
最大接合部温度..... 125°C

保存温度範囲

TSSOP ..... -65°C~150°C

UFD ..... -65°C~125°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
LT3492EFE#PBF	LT3492EFE#TRPBF	LT3492FE	28-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
LT3492IFE#PBF	LT3492IFE#TRPBF	LT3492FE	28-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
LT3492EUFD#PBF	LT3492EUFD#TRPBF	3492	28-Lead (4mm x 5mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3492IUFD#PBF	LT3492IUFD#TRPBF	3492	28-Lead (4mm 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。

\*鉛フリー製品の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。

## 電氣的特性

●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、 $V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $\overline{\text{SHDN}} = 5\text{V}$ 、 $\text{PWM1} \sim 3 = 5\text{V}$ 、 $\text{FADJ} = 0.5\text{V}$ 、 $\text{CTRL1} \sim 3 = 1.5\text{V}$ 、 $\text{OVP1} \sim 3 = 0\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{IN}$ Operation Voltage	(Note 4)		3		30	V
$V_{IN}$ Undervoltage Lockout				2.1	2.4	V
Full-Scale LED Current Sense Voltage	$\text{ISP1-3} = 48\text{V}$	●	98 96	100	103 104	mV mV
One-Tenth Scale LED Current Sense Voltage	$\text{CTRL1-3} = 100\text{mV}$ , $\text{ISP1-3} = 48\text{V}$		7	10	13	mV
ISPn/ISNn Operating Voltage			2.5		60	V
$V_{REF}$ Output Voltage	$I_{REF} = 200\mu\text{A}$ , Current Out of Pin	●	1.96	2	2.04	V
$V_{REF}$ Line Regulation	$3\text{V} \leq V_{IN} \leq 40\text{V}$ , $I_{REF} = 10\mu\text{A}$				0.03	%/V
Quiescent Current in Shutdown	$\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$			0.1	10	$\mu\text{A}$
Quiescent Current Idle	$\text{PWM1-PWM3} = 0\text{V}$			6	8	mA
Quiescent Current Active (Not Switching)	$V_{C1}-V_{C3} = 0\text{V}$			11	15	mA
Switching Frequency	$\text{FADJ} = 1.5\text{V}$		1800	2100	2400	kHz
	$\text{FADJ} = 0.5\text{V}$		1000	1300	1600	kHz
	$\text{FADJ} = 0.1\text{V}$		280	340	400	kHz
Maximum Duty Cycle	$\text{FADJ} = 1.5\text{V}$ (2.1MHz)		73	78		%
	$\text{FADJ} = 0.5\text{V}$ (1.3MHz)		80	87		%
	$\text{FADJ} = 0.1\text{V}$ (330kHz)			97		%
CTRL1-3 Input Bias Current	Current Out of Pin, $\text{CTRL1-3} = 0.1\text{V}$			20	100	nA
FADJ Input Bias Current	Current Out of Pin, $\text{FADJ} = 0.1\text{V}$			20	100	nA
OVP1-3 Input Bias Current	Current Out of Pin, $\text{OVP1-3} = 0.1\text{V}$			10	100	nA
OVP1-3 Threshold			0.95	1	1.05	V
$V_{C1-3}$ Idle Input Bias Current	$\text{PWM1-3} = 0\text{V}$		-20	0	20	nA
$V_{C1-3}$ Output Impedance	$\text{ISP1-3} = 48\text{V}$			10		$\text{M}\Omega$
EAMP $g_m$ ( $\Delta I_{VC}/\Delta V_{CAP-LED}$ )	$\text{ISP1-3} = 48\text{V}$			200		$\mu\text{S}$
SW1-3 Current Limit	(Note 3)		600	1000	1300	mA
SW1-3 $V_{CESAT}$	$I_{SW} = 500\text{mA}$ (Note 3)			340		mV
SW1-3 Leakage Current	$\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$ , $\text{SW} = 5\text{V}$				2	$\mu\text{A}$

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<sub>A</sub> = 25°Cでの値。注記がない限り、V<sub>IN</sub> = 5V、 $\overline{\text{SHDN}}$  = 5V、PWM1~3 = 5V、FADJ = 0.5V、CTRL1~3 = 1.5V、OVP1~3 = 0V。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ISP1-3 Input Bias Current			180	250	μA
ISP1-3, ISN1-3 Idle Input Bias Current	PWM1-3 = 0V			1	μA
ISP1-3, ISN1-3 Input Bias Current in Shutdown	$\overline{\text{SHDN}}$ = 0V			1	μA
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Low Voltage				0.4	V
$\overline{\text{SHDN}}$ Input High Voltage		1.5			V
$\overline{\text{SHDN}}$ Pin Current	$\overline{\text{SHDN}}$ = 5V, Current Into Pin		65	120	μA
PWM1-3 Input Low Voltage				0.4	V
PWM1-3 Input High Voltage		1.2			V
PWM1-3 Pin Current	Current Into Pin		160	210	μA
Gate Off Voltage (ISP1-3–TG1-3)	ISP1-3 = 60V, PWM1-3 = 0V		0.1	0.3	V
Gate On Voltage (ISP1-3–TG1-3)	ISP1-3 = 60V	5.5	6.5	7.5	V
Gate Turn-On Delay	C <sub>LOAD</sub> = 300pF, ISP1-3 = 60V (Note 5)		110		ns
Gate Turn-Off Delay	C <sub>LOAD</sub> = 300pF, ISP1-3 = 60V (Note 5)		110		ns

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。また、絶対最大定格状態が長時間続くと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

**Note 2:** LT3492Eは0°C~125°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°C~125°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。LT3492Iは-40°C~125°Cの全動作接合部温度範囲で保証されている。

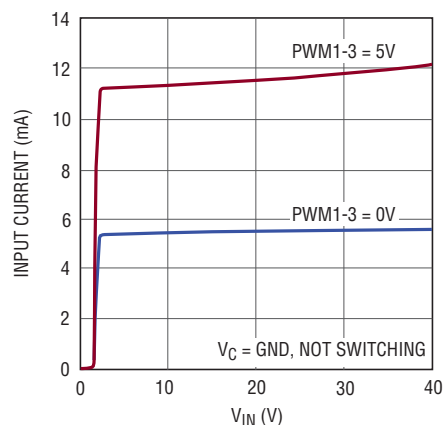
**Note 3:** ピンに流れ込む電流。電流制限とスイッチのV<sub>CESAT</sub>は設計または静的テストとの相関、あるいはその両方によって保証されている。

**Note 4:** V<sub>IN</sub>ピンと $\overline{\text{SHDN}}$ ピンの絶対最大電圧は、1秒の非反復性過渡で40V、連続動作では30Vである。

**Note 5:** ゲートのターンオン/ターンオフ遅延は、PWM電圧の50%のレベルからゲートのオン/オフ電圧の90%のレベルまでで測定される。

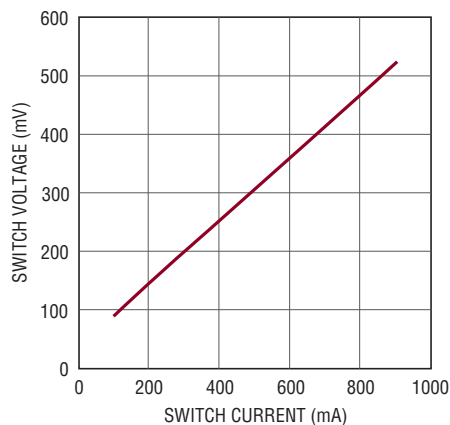
## 標準的性能特性 (注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

消費電流



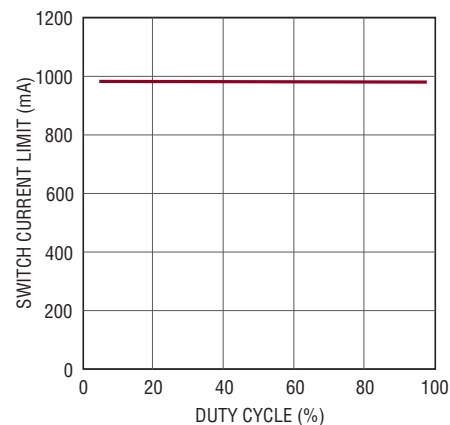
3492 G01

スイッチのオン電圧



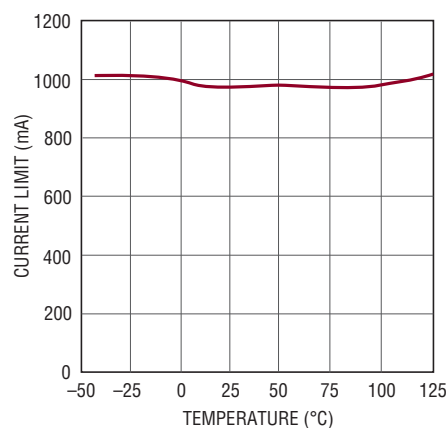
3492 G02

スイッチの電流制限と  
デューティ・サイクル



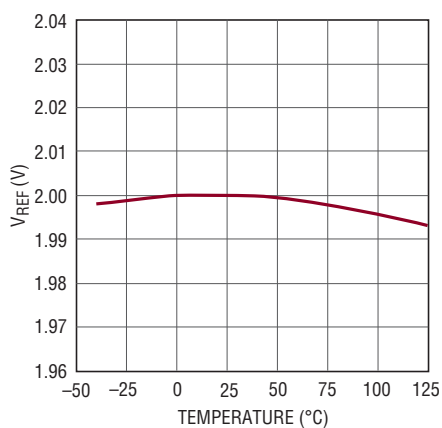
3492 G03

スイッチの電流制限と温度



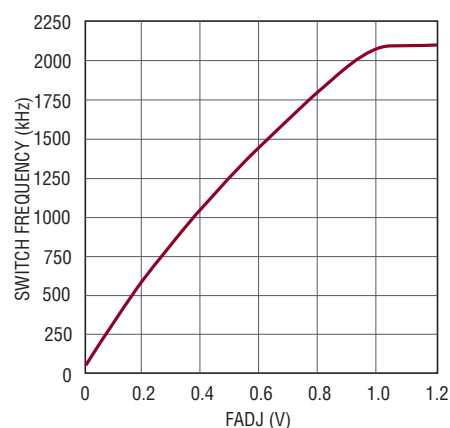
3492 G04

リファレンス電圧と温度



3492 G05

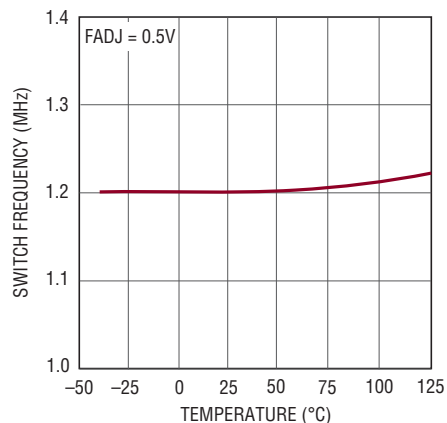
スイッチ周波数とFADJ



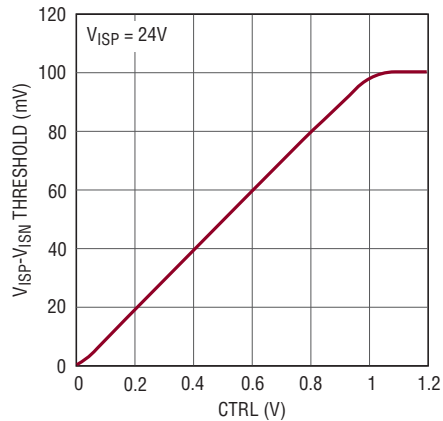
3492 G06

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

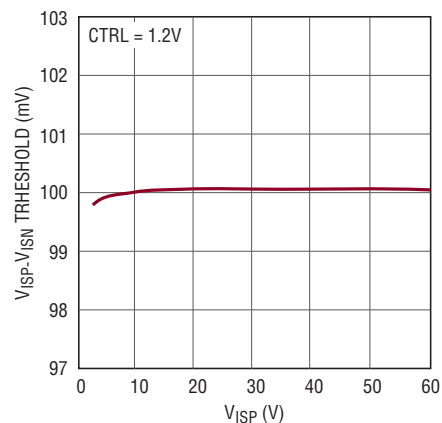
スイッチ周波数と温度



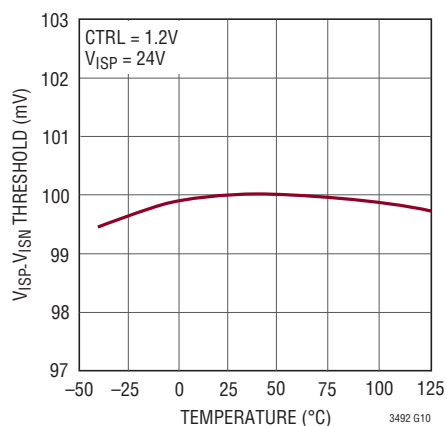
$V_{\text{ISP}}-V_{\text{ISN}}$ スレッシュホールドとCTRL



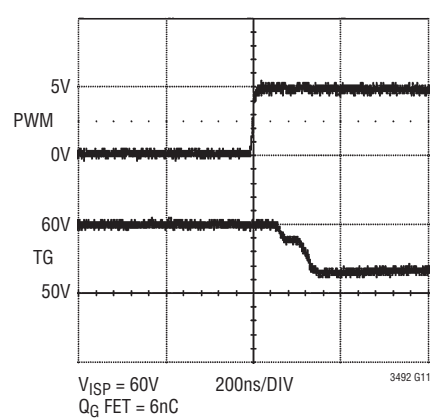
$V_{\text{ISP}}-V_{\text{ISN}}$ スレッシュホールドと $V_{\text{ISP}}$



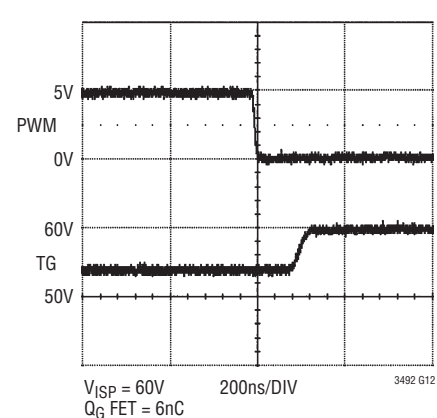
$V_{\text{ISP}}-V_{\text{ISN}}$ スレッシュホールドと温度



PMOSのターンオン波形



PMOSのターンオフ波形



## ピン機能

**CTRL1、CTRL2、CTRL3:** LED電流の調整ピン。それぞれのコンバータのISPピンとISNピンの間の外付け検出抵抗両端の電圧を設定します。CTRLの電圧を1Vより低い値に設定すると、電流検出電圧を制御してCTRLの電圧の1/10にします。CTRLの電圧が1Vより高いと、デフォルトの電流検出電圧は100mVになります。CTRLピンはフロート状態のままにしないでください。

**FADJ:** スイッチング周波数の調整ピン。FADJの電圧を1Vより低い値に設定すると、スイッチング周波数が最大2.1MHzまで調整されます。FADJの電圧が1Vより高いと、デフォルトのスイッチング周波数は2.1MHzになります。FADJピンはフロート状態のままにしないでください。

**GND:** 信号グラウンドおよび電源グラウンド。露出パッドはグラウンド・プレーンに直接半田付けします。

**ISN1、ISN2、ISN3:** 電流検出エラー・アンプの非反転入力。それぞれのコンバータの電流検出を行うため、LED電流検出抵抗の一方の端子に直接接続します。

**ISP1、ISP2、ISP3:** 電流検出エラー・アンプの反転入力。それぞれのコンバータのLED電流検出抵抗のもう一方の端子に直接接続します。

**OVP1、OVP2、OVP3:** オープンLEDの保護ピン。1Vより高い電圧がOVPに加わると、それぞれのコンバータの内部メイン・スイッチがオフします。使用しない場合、グラウンドに接続します。

**PWM1、PWM2、PWM3:** パルス幅変調された入力。信号“L”により、それぞれのコンバータがオフし、静止時消費電流が減り、そのコンバータのV<sub>C</sub>ピンが高インピーダンスになります。PWMピンはフロート状態のままにしないでください。使用しない場合はV<sub>REF</sub>に接続します。

**SHDN:** シャットダウン・ピン。3つのコンバータすべてのスイッチング・レギュレータと内部バイアス回路をシャットダウンするのに使用します。デバイスをイネーブルするには1.5V以上の電圧に接続します。デバイスをオフするには0.4Vを下回る電圧に接続します。

**SW1、SW2、SW3:** スイッチ・ピン。それぞれのコンバータの内部NPNパワー・スイッチのコレクタ。それぞれのコンバータの外付けインダクタおよび外付けショットキー整流器のアノードに接続します。このピンに接続されるメタル・トレースの面積を最小にして、電磁干渉を最小限に抑えます。

**TG1、TG2、TG3:** 切断用PチャネルMOSFETのゲート・ドライバの出力ピン。コンバータごとに1つずつ備わっています。PWMピンが“L”のとき、TGピンがISPまでプルアップされ、外付けMOSFETをオフします。PWMピンが“H”のとき、外付けMOSFETがオンします。ISP<sub>n</sub>-TG<sub>n</sub>はMOSFETを保護するため6.5Vに制限されます。外付けMOSFETを使用しない場合は開放しておきます。

**V<sub>C1</sub>、V<sub>C2</sub>、V<sub>C3</sub>:** エラー・アンプの補償ピン。これらのピンからGNDにRCを直列に接続します。

**V<sub>IN</sub>:** 入力電源ピン。ローカルにバイパスする必要があります。内部制御回路に電力を供給します。

**V<sub>REF</sub>:** リファレンスの出力ピン。最大200μAまでの電流を供給することができます。公称出力電圧は2Vです。

## ブロック図

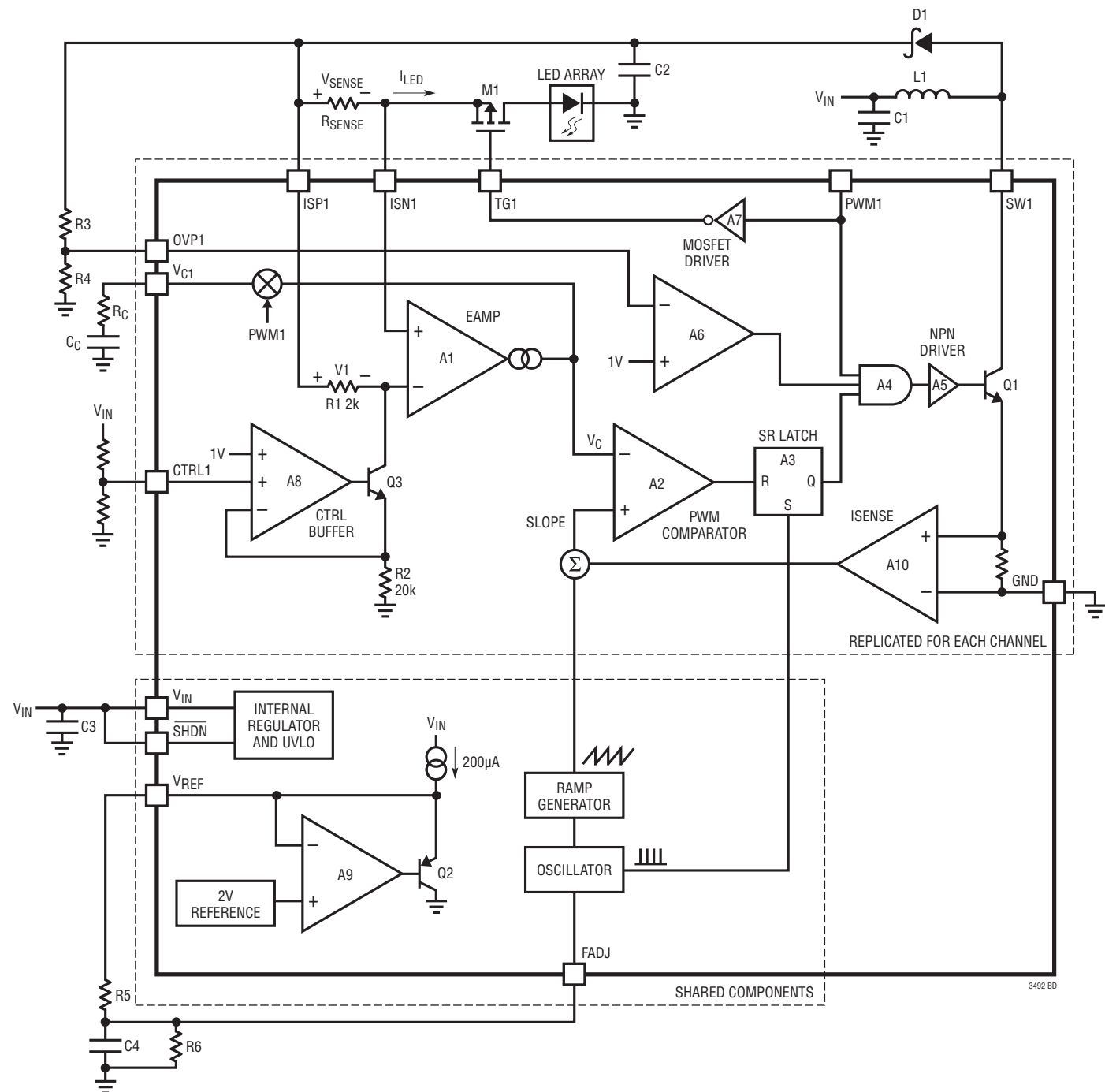


図1. 昇圧構成で動作するLT3492のブロック図



## アプリケーション情報

### 動作

LT3492は固定周波数の電流モード制御方式を使用して、優れたライン・レギュレーションとロード・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、動作を最も良く理解できます。発振器、ランプ発生器、リファレンス、内部レギュレータおよびUVLOは3つのコンバータによって共有されています。制御回路、パワー・スイッチなどは3つのコンバータで全く同じです。共有回路部分とコンバータ1の回路だけが図1に示されています。

$\overline{\text{SHDN}}$ ピンがロジック“L”になるとLT3492はシャットダウンし、 $V_{\text{IN}}$ から微小電流が流れます。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンがロジック“H”になると、内部バイアス回路がオンします。スイッチング・レギュレータはそれぞれのPWM信号が“H”になると動作を開始します。

コンバータ1の動作を追っていくとメイン制御ループを理解できます。各発振サイクルの開始点でSRラッチ(A3)がセットされ、パワー・スイッチQ1がオンします。PWMコンパレータA2の非反転入力(SLOPEノード)の信号は、スイッチ電流と発振器のランプの和に比例します。SLOPEが $V_C$ (エラー・アンプA1の出力)を超えると、A2がラッチをリセットして、A4とA5を介してパワー・スイッチQ1をオフします。このようにして、A10とA2は正しいピーク電流レベルを設定し、出力をレギュレーション状態に保ちます。アンプA8には2つの非反転入力があり、一方は1V内部電圧リファレンスから、他方はCTRL1ピンから入力されます。低い方の入力が優先されます。A8、Q3およびR2はV1(R1両端の電圧)を1VまたはCTRL1ピンの電圧のどちらか低い方の1/10に強制します。 $V_{\text{SENSE}}$ は検出抵抗( $R_{\text{SENSE}}$ )両端の電圧で、この抵抗はLEDと直列に接続されます。 $V_{\text{SENSE}}$ はA1によってV1と比較されます。 $V_{\text{SENSE}}$ がV1より高いとA1の出力が低下するので、LEDに供給される電流量が減少します。このようにして、電流検出電圧 $V_{\text{SENSE}}$ はV1に安定化されます。

コンバータ2とコンバータ3はコンバータ1と全く同様に動作します。

### PWM調光制御

LEDアレイの調光は、PWM1ピンと外付けPチャネルMOSFET(M1)を使用したパルス幅変調によって行うことができます。PWM1ピンを“H”にすると、内部ドライバA7によってM1がオンし、コンバータ1が定格動作を行います。A7はISP1-TG1間の電圧を6.5Vに制限し、M1のゲートを保護します。PWM1ピ

ンを“L”にすると、Q1がオフします。コンバータ1が動作を停止し、M1がオフし、LEDアレイを切断し、出力コンデンサC2からの電流が停止します。 $V_{C1}$ ピンも内部回路から切り離され、補償コンデンサ $C_C$ からはわずかな電流しか流れません。 $V_{C1}$ ピンと出力コンデンサは、PWM1が再度プルアップされるまでLEDの電流の状態を保ちます。これにより、パルス幅と出力光の間には高度にリニアな関係が生じ、広く高精度な調光範囲が可能になります。総ゲート電荷( $Q_G$ )がより小さいPチャネルMOSFETは、より高速でオン/オフできるので、調光性能が向上します。 $Q_G$ が10nCより小さく、最小 $V_{\text{TH}}$ が-1V~-2VのMOSFETを使用します。 $V_{\text{TH}}$ が低いPMOSは使用しないでください。3つのチャネルすべてのPWM制御を最適化するため、3つのPWM信号すべての立ち上がりエッジを同期させます。

高い調光比を必要としないアプリケーションでは、M1を省いてコストを削減することができます。これらの条件では、TG1はオープン状態のままにしておきます。PWM調光範囲は、PWM1が“H”状態のときにCTRL1ピンを使用して電流検出スレッショルドを直線的に調整することにより、さらに広げることができます。

### ループ補償

ループ補償によって安定性と過渡性能が決まります。LT3492は電流モード制御を使用して出力を安定化しているので、ループ補償が容易になります。LT3492の帰還ループを補償するには、抵抗とコンデンサを直列にしたネットワークを $V_C$ ピンからGNDに接続します。ほとんどのアプリケーションでは、補償コンデンサは100pF~2.2nFの範囲にします。補償抵抗は通常、5k~50kの範囲です。

最高の性能を得るためには、補償ネットワークの設計でトレードオフを行う必要があります。補償コンデンサの値が大きいほど、安定性が向上して調光範囲が拡張されます(容量が大きいほど、PWM信号が“L”のときの $V_C$ 電圧を保持しやすくなります)。ただし、補償コンデンサの値が大きいと、起動時間とフォールト状態からの回復時間も長くなります。同様に、補償抵抗の値が大きくなると過渡応答が改善されますが、位相マージンが減少することがあります。実際の手法は、使用するアプリケーションに類似するこのデータシートの回路の1つから開始し、補償ネットワークを調整して性能を最適化することです。安定性、PWM調光波形および起動時間は、すべての動作条件にわたってチェックする必要があります。

## アプリケーション情報

### オープンLED保護

LT3492は3つのコンバータすべてのためのオープンLED保護機能を備えています。図1に示されているように、OVP1ピンは、出力電圧(出力コンデンサ両端の電圧)の帰還信号を外付け抵抗分割器から受け取ります。OVP1電圧は、コンパレータA6によって1V内部電圧リファレンスと比較されます。LEDストリングが切断されるか、または故障してオープン状態になると、コンバータ1の出力電圧が上昇するので、OVP1の電圧が上昇します。OVP1の電圧が1Vを超えると、パワー・スイッチQ1がオフするので、出力電圧が低下します。最終的に、OVP1は1Vに安定化され、出力電圧が制限されます。コンバータの1つがオープンLED保護状態になっても、他のコンバータは正常に動作し続けます。

### スイッチング周波数とソフトスタート

LT3492のスイッチング周波数はFADJピンの電圧によって制御されます。FADJの電圧を1Vより低い値に設定すると、スイッチング周波数が低下します。

FADJの電圧が1Vより高いと、デフォルトのスイッチング周波数は2.1MHzになります。一般に、非常に高いか、または非常に低いスイッチ・デューティ・サイクルが必要な場合、または高い効率が望まれる場合、低いスイッチング周波数を使用します。高いスイッチング周波数を選択すると、値の小さい外付け部品を使用することができるので、ソリューションのサイズを小さく高さを低くすることができます。

注意しなければならないのは、高いスイッチング周波数に高出力電圧と高スイッチ電流を組み合わせた状態でLT3492が動作すると、内部に過度の電力損失が生じる恐れがあります。これらの条件が存在する場合は1MHzより低いスイッチング周波数を選択するように配慮します。

FADJピンをREFピンからローパス・フィルタ(図1のR5とC4)に接続することによって、ソフトスタート機能が実行されます。起動時、FADJ電圧は0Vから設定電圧までゆっくり上昇します。その結果、スイッチング周波数が設定周波数までゆっくり上昇します。この機能によって起動時の突入電流が制限されます。

### 入力コンデンサの選択

適正に動作させるには、バイパス・コンデンサをLT3492のVINピンの近くでGNDに接続する必要があります。1μF以上の低ESRコンデンサを使用します。通常、セラミック・コンデンサが最適です。

降圧モードの構成では、PV<sub>IN</sub>のコンデンサにはスイッチがオフするときショットキー・ダイオードを通して戻る電流による大きな電流パルスが流れます。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十分なものにします。RMS入力電流は次のようになります。

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

ここで、Dはスイッチのデューティ・サイクルです。ショットキー・ダイオードとグラウンド・プレーンの近くに配置した1μFのセラミック・コンデンサで通常は各チャンネルに十分です。

### 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、負荷とコンバータの構成(つまり、昇圧または降圧)によって決まります。LEDのアプリケーションでは、LEDの等価抵抗は一般に小さいので、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な値にします。

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リップル電流を得るのに必要なフィルタ・コンデンサの値が大きくなります。スイッチング周波数が1.3MHzの降圧モードのLEDアプリケーションでは、各チャンネルに0.22μFのセラミック・コンデンサで通常は十分です。スイッチング周波数が1.3MHzの昇圧モードと昇降圧モードのLEDアプリケーションでは、各チャンネルに1μFのセラミック・コンデンサで通常は十分です。スイッチング周波数が低いほど、それに応じてコンデンサの値を大きくする必要があります。大きなLED電流リップルを許容できる場合、小さな出力容量を選択してコンデンサのコストとサイズを縮小することができます。

X7RまたはX5Rの誘電体のセラミック・コンデンサは、コンデンサの値の温度とDCバイアスに対する安定性が優れているので、これらのタイプだけを使ってください。すべてがセラミック・コンデンサの場合、DC電圧バイアスの増加につれて容量値が低下するので、動作電圧で必要な容量を得るには大きな値のコンデンサを選択する必要があるかもしれません。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。推奨するコンデンサの製造販売元のいくつかを表1に示します。

## アプリケーション情報

表1. セラミック・コンデンサの製造元

VENDOR	TYPE	SERIES
Taiyo Yuden	Ceramic	X5R, X7R
AVX	Ceramic	X5R, X7R
Murata	Ceramic	X5R, X7R
Kemet	Ceramic	X5R, X7R
TDK	Ceramic	X5R, X7R

## インダクタの選択

インダクタの値は、スイッチング周波数と望みの過渡応答に基づいて選択します。本データシートのアプリケーションでは、1.3MHzのスイッチング周波数に適したインダクタ値を選択しています。これよりもスイッチング周波数が低い場合は、その周波数に応じて、より大きなインダクタ値を使用する場合があります。

LT3492との組み合わせに適したインダクタをいくつか表2に示します。ただし、他にも多くの製造元や使用できる製品があります。詳細情報および品揃えの全容については各製造元にお問い合わせください。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。飽和することなく必要なピーク電流に対応できるインダクタを選択し、 $I^2R$ 電力損失を最小限に抑えるため、そのインダクタが低DCR（銅線抵抗）であることを確認します。ノイズ放射と3本のチャネル間の相互結合を防ぐために、電磁シールド付きインダクタを使用します。

## ダイオードの選択

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。 $V_R$ 定格が最大SW電圧に適合したダイオードを選択します。ダイオードの順方向電流定格がスイッチ電流制限に等しい必要はありません。ダイオードを流れる平均電流( $I_F$ )はスイッチのデューティ・サイクルと相関関係があります。次のような順方向電流定格のダイオードを選択します。

$$I_F = I_L \cdot (1-D)$$

ここで、 $I_L$ はインダクタ電流です。

調光にPWM機能を使用する場合、ダイオードのリーク電流について検討することが重要です。このリーク電流はPWMが“L”の間に出力から流れ、温度に従って増加します。したがって、高温でのリーク電流が十分に小さいショットキー・ダイオードを選択します。LT3492との組み合わせに適したいくつかのショットキー・ダイオードを表3に示します。

表2. 表面実装インダクタ

PART NUMBER	VALUE (μH)	DCR (Ω MAX)	I <sub>RMS</sub> (A)	SIZE W × L × H (mm3)
Sumida				
CDRH4D28	15	0.149	0.76	5.0 × 5.0 × 3.0
CDRH5D28	22	0.122	0.9	6.0 × 6.0 × 3.0
	33	0.189	0.75	
CooperET				
SD20	15	0.1655	1.25	5.0 × 5.0 × 2.0
	22	0.2053	1.12	
SD25	33	0.2149	1.11	5.0 × 5.0 × 2.5
Taiyo Yuden				
NP04SZB	15	0.180	0.95	4.0 × 4.0 × 1.8
	22	0.210	0.77	
TDK				
VLF5014A	15	0.32	0.97	4.5 × 4.7 × 1.4
	22	0.46	0.51	
Würth Electronics				
7447789133	33	0.24	1.22	7.3 × 7.3 × 3.2
Coilcraft				
M556132	22	0.19	1.45	6.1 × 6.1 × 3.2

表3. ショットキー・ダイオード

PART NUMBER	V <sub>R</sub> (V)	I <sub>F</sub> (A)	PACKAGE
<b>ZETEX</b>			
ZLLS350	40	0.38	SOD523
ZLLS400	40	0.52	SOD323
<b>DIODES</b>			
B1100	100	1.0	SMA
<b>ROHM</b>			
RB160M-60	60	1.0	PMDU/SOD-123

## 低電圧ロックアウト

LT3492は低電圧ロックアウト回路を備えており、この回路は入力電圧が2.1Vを下回ると3つのコンバータをすべてシャットダウンします。これにより、低い電源電圧から電力供給されたときに、コンバータが不安定な状態でスイッチングするのを防ぎます。

## LED電流の設定

固定電流制限を備えたスイッチを使用する場合に検討すべき重要な点は、入力電圧範囲と出力電圧範囲の両端でレギュレータが負荷に電力を供給できるかどうかということです。この能力の判断に役立つ式をいくつか示します。200mAのイン



## アプリケーション情報

ダクタ・リップル電流に対応できるようにするとともに、データシートの制限値に多少余裕を加えています。

昇圧モード・コンバータの場合：

$$I_{OUT(MAX)} \cong 0.4A \frac{V_{IN(MIN)}}{V_{OUT(MAX)}}$$

降圧モード・コンバータの場合：

$$I_{LED(MAX)} \cong 0.4A$$

SEPICモードおよび昇降圧モードのコンバータの場合：

$$I_{OUT(MAX)} \cong 0.4A \frac{V_{IN(MIN)}}{(V_{OUT(MAX)} + V_{IN(MIN)})}$$

低い電源レベルである程度のアナログ調光を受け入れ可能であれば、「ブロック図」に示すようにCTRLピンと $V_{IN}$ に接続した抵抗分割器を使用して公称レベルの $V_{IN}$ で出力電流を増加させることができます。

各チャンネルのLED電流は、外付け検出抵抗 $R_{SENSE}$ をLED負荷と直列に接続し、その検出抵抗両端の電圧レギュレーション・スレッショルドをCTRL入力を使用して設定することにより、設定されます。CTRLの電圧( $V_{CTRL}$ )が1Vより低いと、LED電流は次のようになります。

$$I_{LED} = \frac{V_{CTRL}}{10 \cdot R_{SENSE}}$$

$V_{CTRL}$ が1Vより高いと、LED電流は次のようになります。

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

CTRLピンはオープン状態のままにしないでください。CTRLピンは、図2に示されているように、PTCサーミスタと組み合わせて使用し、LED負荷の過温度保護を行うこともできます。

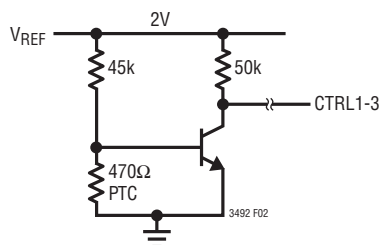


図2

## 熱に関する検討事項

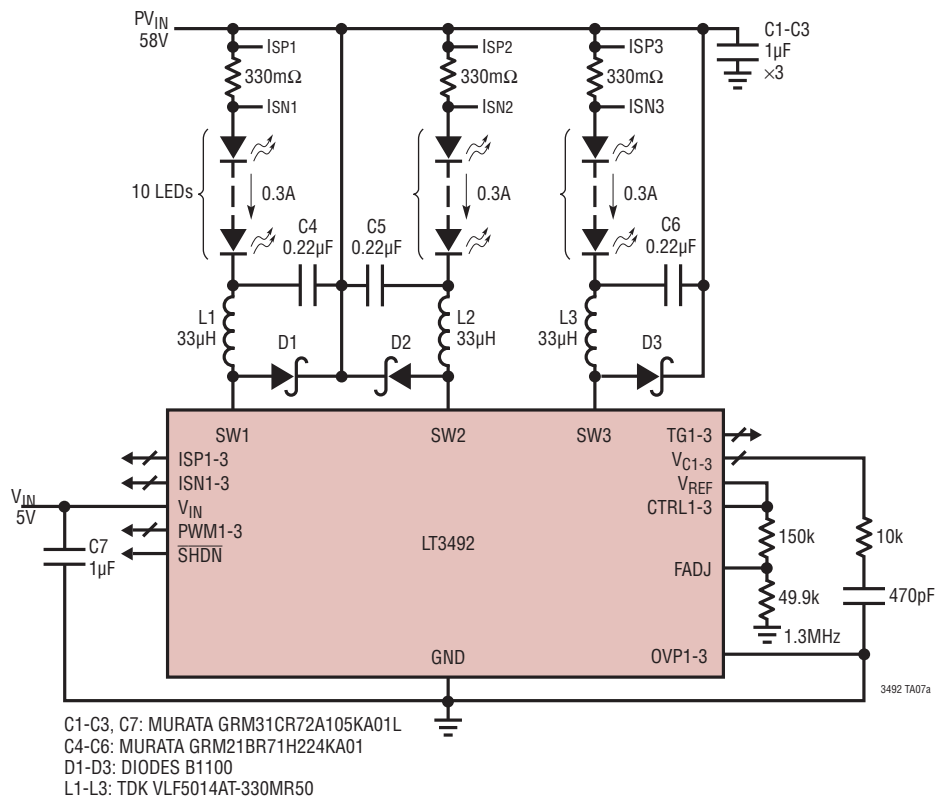
LT3492の最大定格入力電圧は、連続動作では30V、1秒の非反復性過渡では40Vです。入力電圧が高く、スイッチング周波数/出力電圧が高いときはLT3492の内部電力損失に十分注意を払い、125°Cの接合部温度を超えないようにします。このことは、高い周囲温度での動作時には特に重要です。最速のスイッチング・エッジを確保してスイッチング損失の1つの要因をできるだけ小さくするために、5V以上の電源で $V_{IN}$ をドライブすることを検討してください。パッケージ底面の露出パッドはグラウンド・プレーンに半田付けする必要があります。このグラウンドはパッケージの直下に配置したサーマル・ビアを使用して内部銅グラウンド・プレーンに接続し、LT3492が発生する熱を放散します。

## ボード・レイアウト

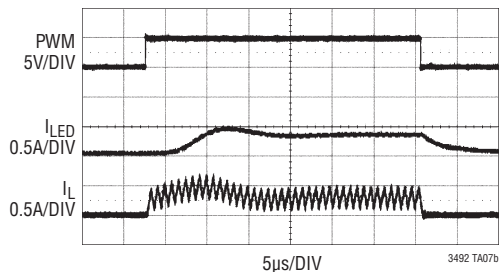
LT3492は高速で動作するので、ボード・レイアウトと部品配置には細心の注意が必要です。パッケージの露出パッドはデバイスの唯一のGND端子であり、このデバイスの熱管理に重要です。したがって、露出パッドと基板のグラウンド・プレーンの間を電気的および熱的に十分接触させることが非常に重要です。また、昇圧構成では、ショットキー整流器と、そのショットキー・ダイオードのカソードとGNDの間にあるコンデンサは、電流が不連続に流れる高周波スイッチング・パスにあります。これらの素子はSWとデバイスのGNDの間の経路が最短になるように配置します。電磁干渉(EMI)を低減するため、SWノードの面積を最小限に抑えることが重要です。SWの下にGNDプレーンを使用して、敏感な信号に対するプレーン間の結合を最小限に抑えます。電流の安定化を高精度で実現し、チャンネル間結合の要因を除去するため、LT3492の各チャンネルのISP入力とISN入力は別々のラインとして検出抵抗の端子に戻します。ISP入力とISN入力に直列なすべての抵抗成分をできるだけ小さくします。OVPや $V_C$ などの高インピーダンスのトレースを長く引き回さないようにします。このような敏感な信号は、スイッチング電流が流れているGNDではなくデバイスの下にGNDに確実にスター結合します。最後に、LT3492への $V_{IN}$ 電源のバイパス・コンデンサは、デバイスの $V_{IN}$ 端子にできるだけ近づけて配置します。

# 標準的応用例

## 最小部品数の降圧モードLEDドライバ



## 100Hzでの300:1のPWM調光

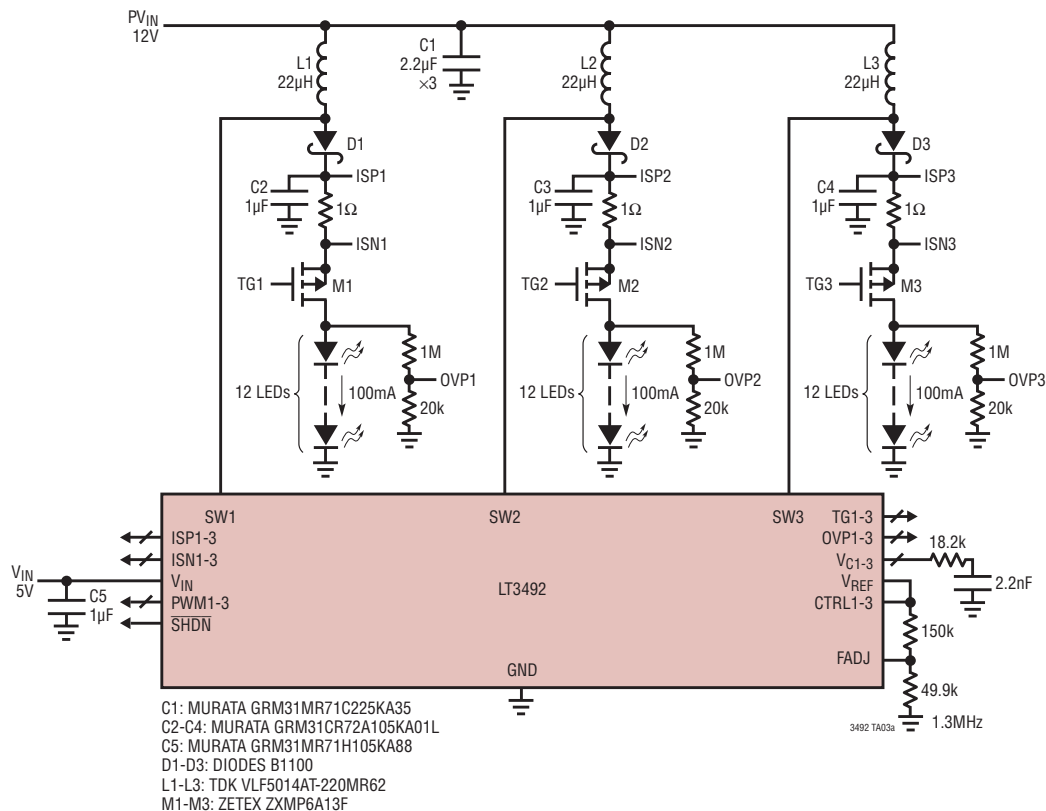


## 効率

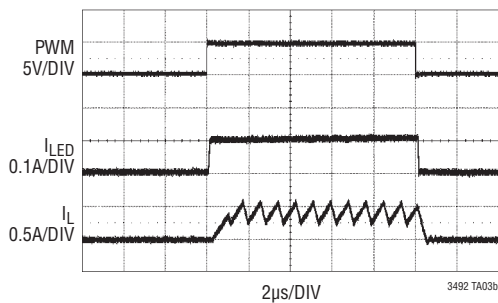


## 標準的応用例

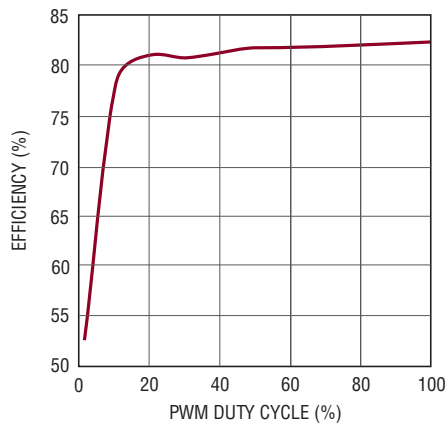
### トリプル昇圧100mA×12LEDドライバ



### 100Hzでの1000:1のPWM調光

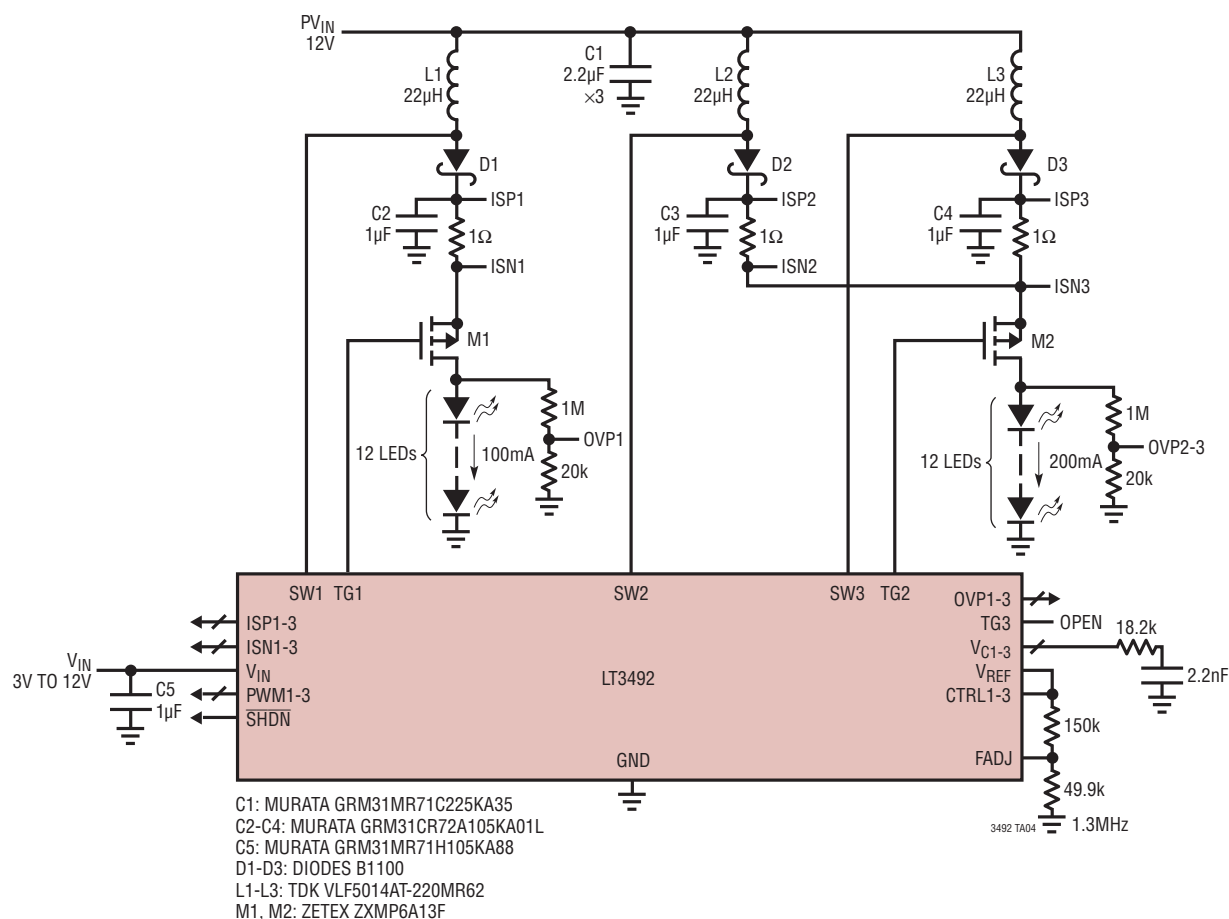


### 効率とPWMのデューティ・サイクル

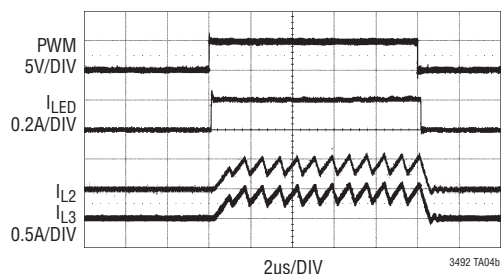


# 標準的応用例

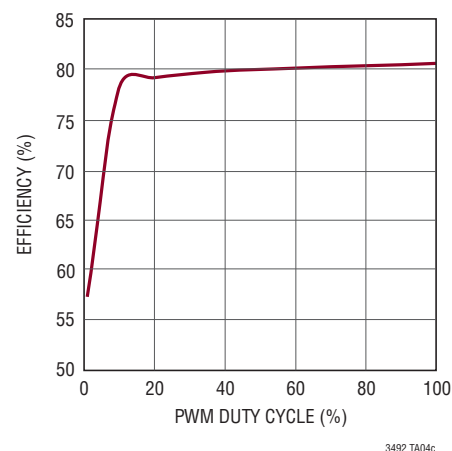
## デュアル昇圧LEDドライバ



100Hzでの1000:1のPWM調光(200mA LEDの場合)

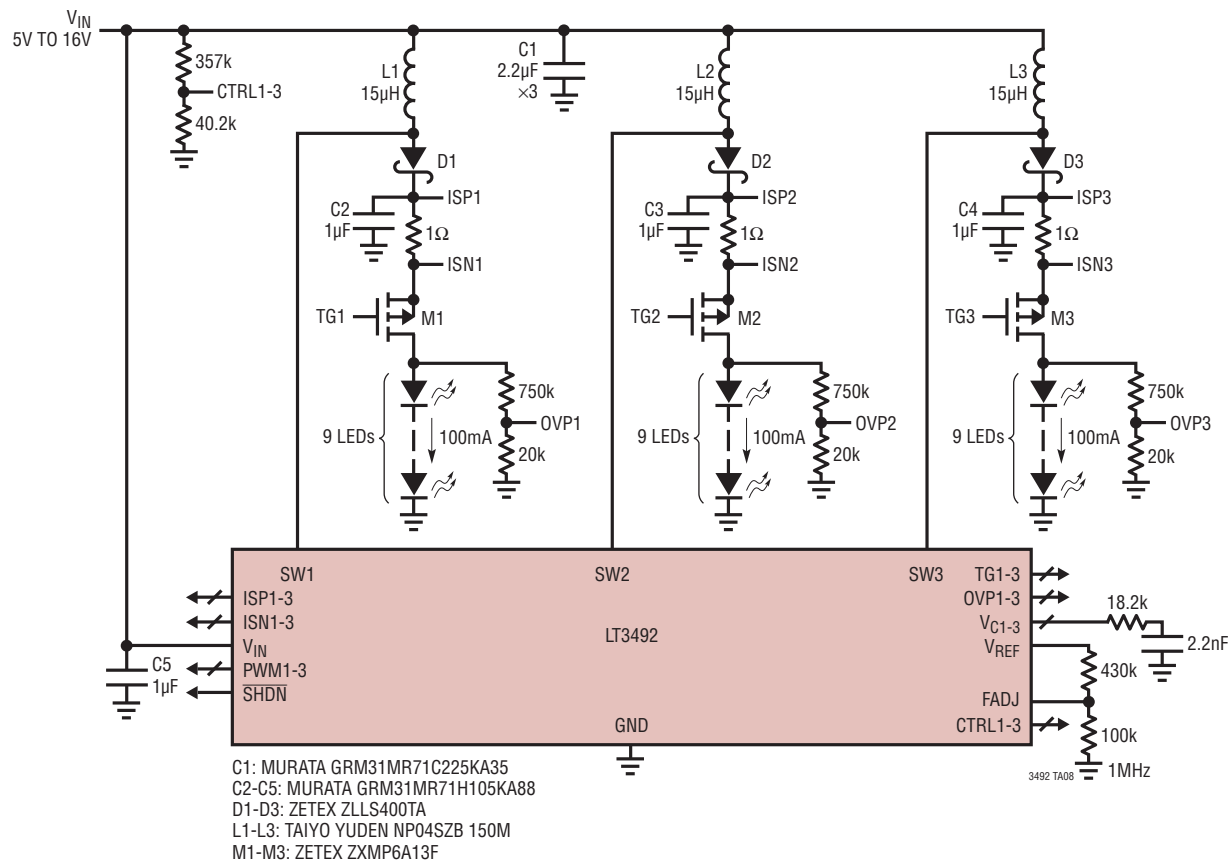


効率とPWMのデューティ・サイクル(200mA LEDの場合)

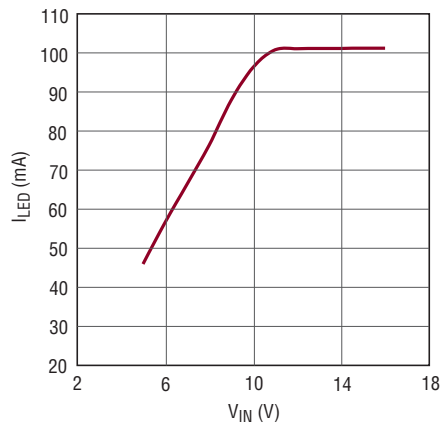


標準的応用例

V<sub>IN</sub>により調光を制御するトリプル昇圧100mA×9LEDドライバ

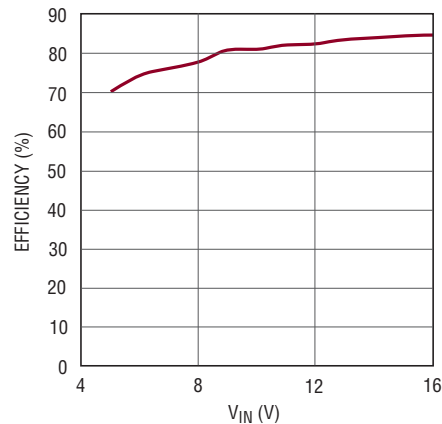


V<sub>IN</sub>に応じて減少するLED電流



3492 TA08b

効率とV<sub>IN</sub>

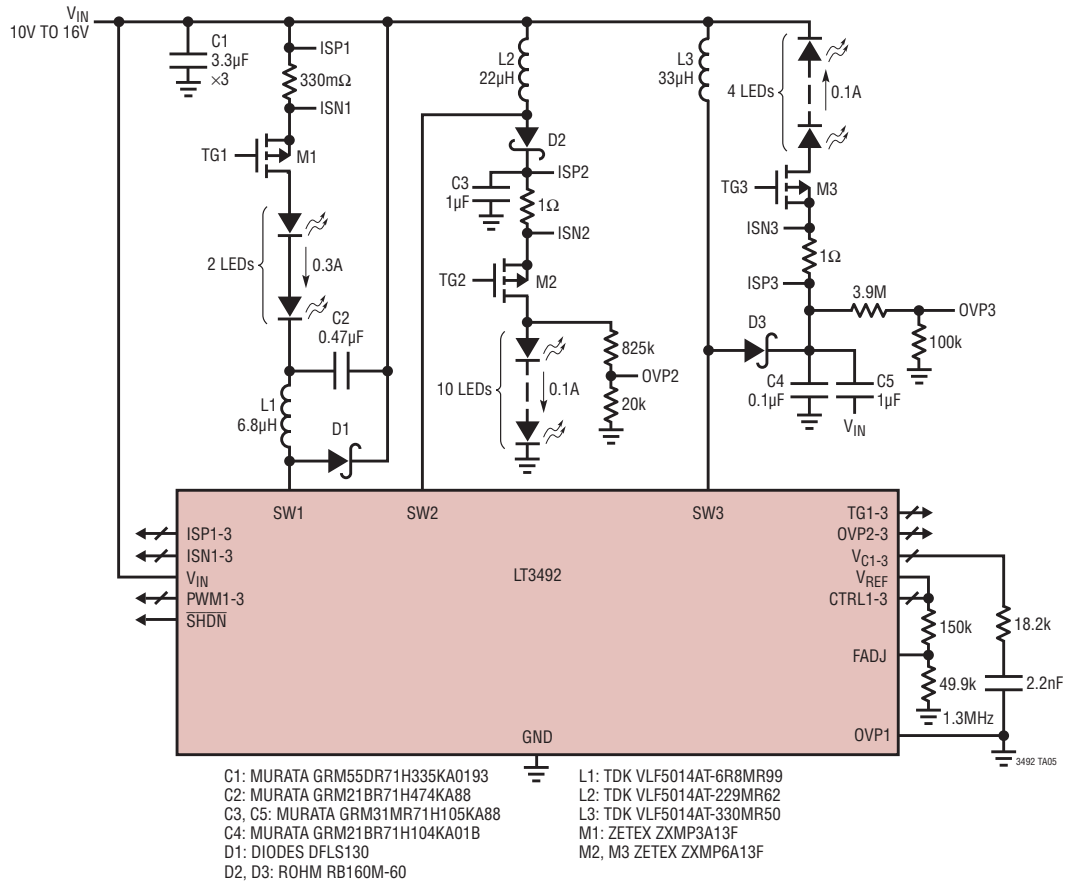


3492 TA08c

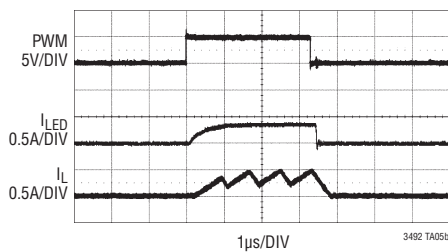


# 標準的応用例

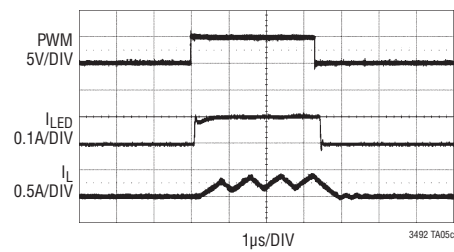
## 降圧、昇圧および昇降圧モードでLEDストリングをドライブするトリプルLEDドライバ



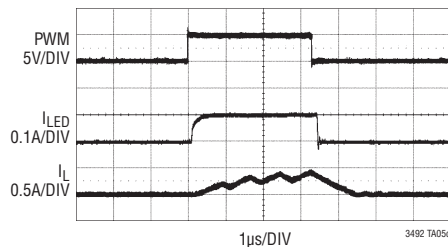
チャンネル1の100Hzでの3000:1のPWM調光(降圧モード)



チャンネル2の100Hzでの3000:1のPWM調光(昇圧モード)

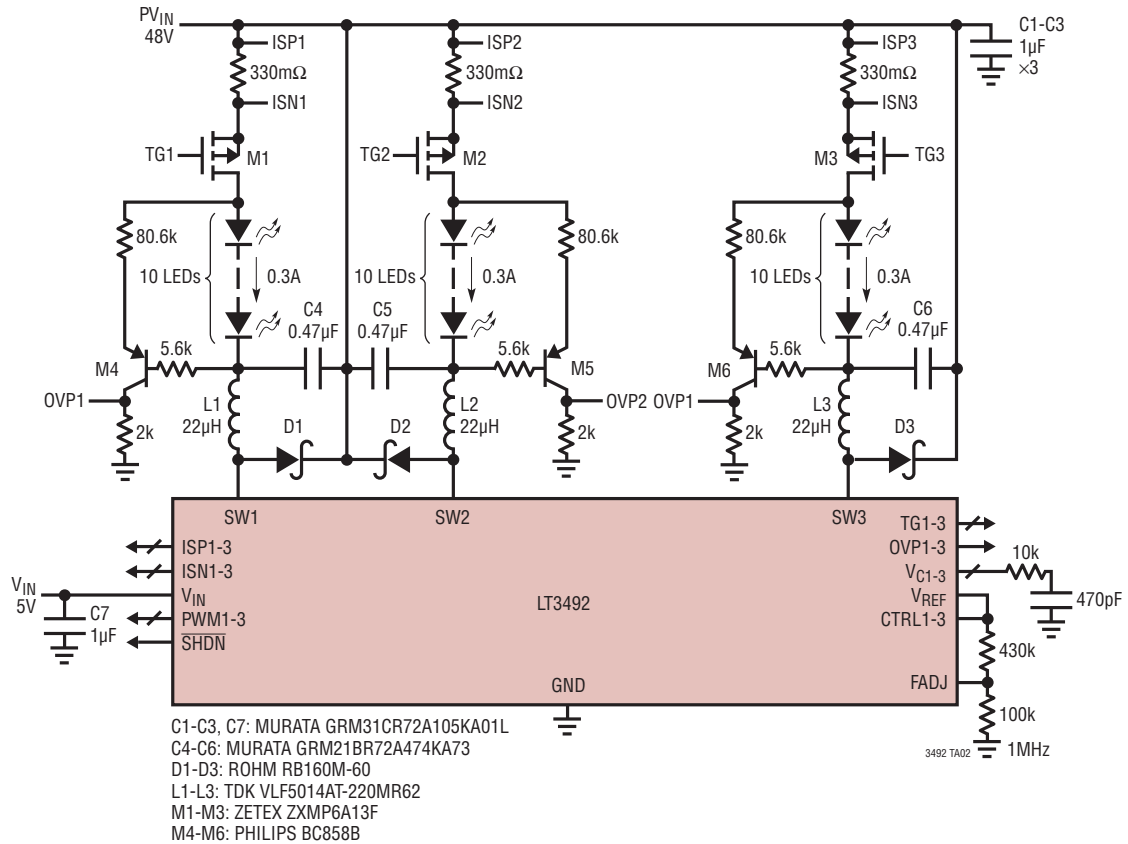


チャンネル3の100Hzでの3000:1のPWM調光(昇降圧モード)

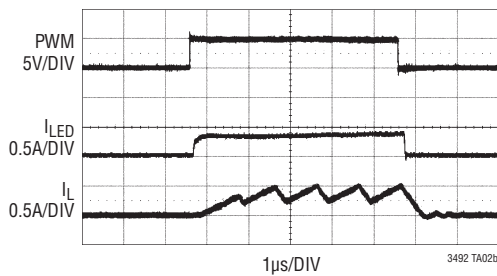


## 標準的応用例

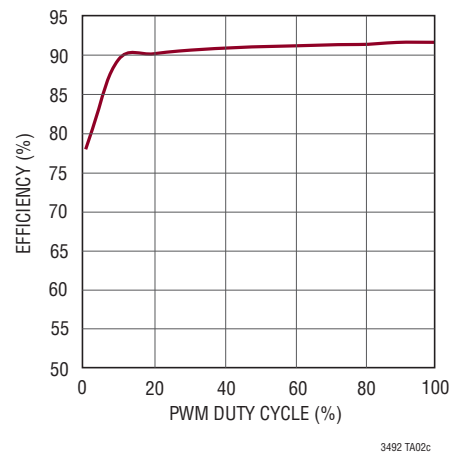
### オープンLED保護付きトリプル降圧モードLEDドライバ



### 100Hzでの2000:1のPWM調光

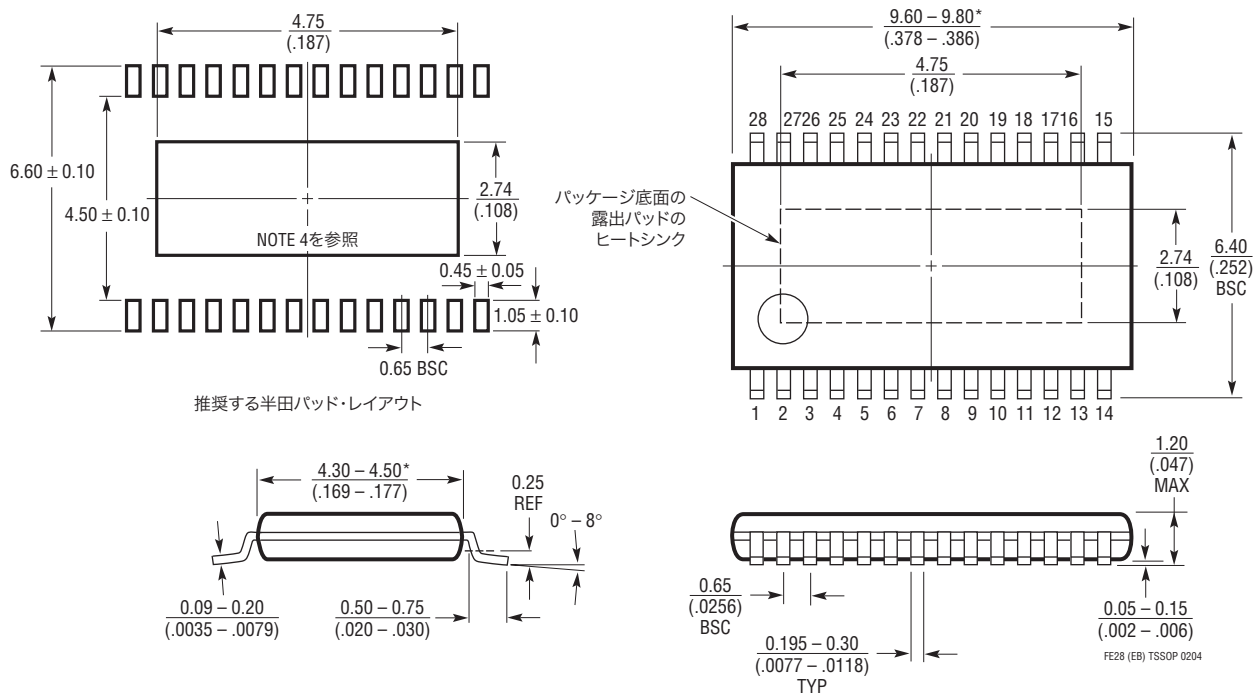


### 効率とPWMのデューティ・サイクル(200mA LEDの場合)



## 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



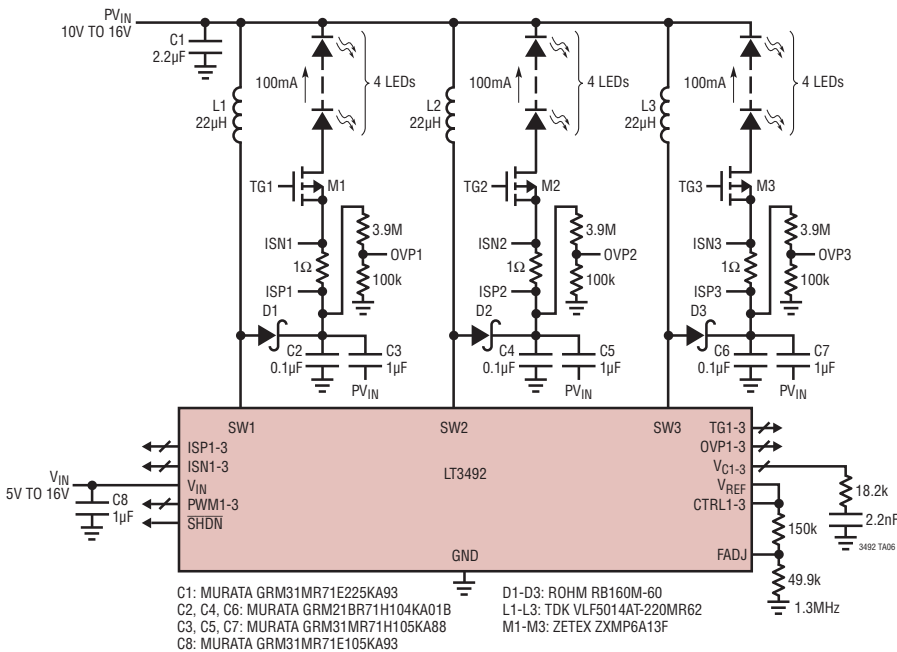


改訂履歴

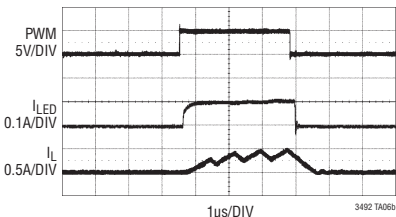
REV	日付	概要	ページ番号
A	04/10	「ピン配置」セクションのFEパッケージのピン名を訂正	2

## 標準的応用例

### トリプル昇降圧モード100mA×4LEDドライバ



### 100Hzでの3000:1のPWM調光



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
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、 $I_{SD}$ < 1μA、4mm×5mm QFNおよびTSSOP28E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、 $I_{SD}$ < 1μA、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、 $I_{SD}$ < 1μA、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調光付き	$V_{IN}$ : 2.8V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 36V、True Color PWM調光 = 1000:1、 $I_{SD}$ < 10μA、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、 $I_{SD}$ < 1μA、QFNおよびTSSOP20Eパッケージ
LT3478/LT3478-1	4.5A、42V、2.25MHz高電流LEDドライバ、3000:1調光付き	$V_{IN}$ : 2.8V~36V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 42V、True Color PWM調光 = 3000:1、 $I_{SD}$ < 3μA、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 = 1000:1、 $I_{SD}$ < 1μA、5mm×3mm DFNおよびTSSOP16Eパッケージ
LT3517	1.5A、2.5MHz、45V LEDドライバ	$V_{IN}$ : 3V~30V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 45V、調光 = 5000:1、 $I_{SD}$ < 1μA、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、 $I_{SD}$ < 1μA、4mm×4mm QFNおよびTSSOP16Eパッケージ
LT3755/LT3755-1	40V <sub>IN</sub> 、75V <sub>OUT</sub> 、フル機能LEDコントローラ	$V_{IN}$ : 4.5V~40V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 75V、True Color PWM調光 = 3000:1、 $I_{SD}$ < 1μA、3mm×3mm QFN-16およびMS16Eパッケージ
LT3756-1	100V高電流LEDコントローラ	$V_{IN}$ : 6V~100V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 100V、True Color PWM調光 = 3000:1、 $I_{SD}$ < 1μA、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、 $V_{OUT(MAX)}$ = 外部FET、True Color PWM調光 = 3000:1、 $I_{SD}$ < 20μA、5mm×4mm DFNおよびTSSOP16Eパッケージ