

EVALUATION KIT
AVAILABLE

MAXIM

高効率ステップアップ 電流レギュレータ、LED用

MAX1698

概要

MAX1698は、モノクロ又はカラーLED用の最も効率の高いドライバです。この製品はPDAやデジタルカメラのLEDバックライトディスプレイに最適で、ラップトップコンピュータなどのより大型のディスプレイにも使用できます。この製品は蛍光(CCFL)灯やエレクトロルミネッセント(EL)灯と比較して、シンプルで低いコスト、高い効率、長い灯の寿命、高い信頼性などの数多くの利点があります。

MAX1698はスイッチモードのブーストコントローラです。出力電圧の代わりにLED電流がフィードバック信号を提供し、最低0.8Vのバッテリー入力で動作できます。この製品は、フィードバックピンの位置にある検出抵抗で測定される制御電流で直列接続の各LEDを駆動します。必要な検出抵抗は通常15Ωで、高価な分数のオーム値ではありません。LEDの電流制御及び調光は、損失の多い電流制限抵抗ではなく、調整入力(ADJ)により行われます。より大型のライト出力には、総出力電力が5Wまで複数のLEDバンクを並列接続できます。

MAX1698は、8ピンSOPの半分の省スペース10ピン μ MAXパッケージで提供されています。評価キット(MAX1698EVKIT)を利用して、設計作業を速めることもできます。

アプリケーション

バッテリー駆動のバックライトアプリケーション
LCDパネルのバックライト
携帯電話
ハンドヘルド端末
PDA

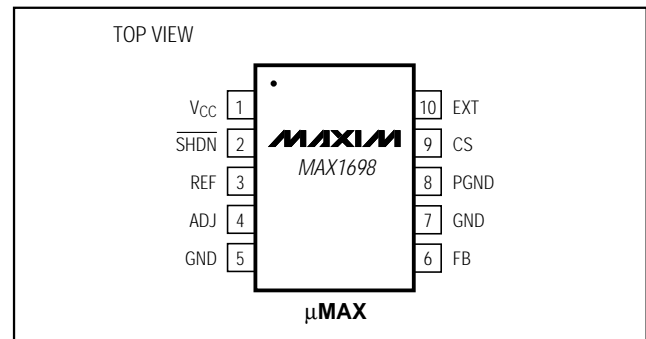
特長

- ◆ 効率：90%以上
- ◆ 無損失、調整可能なLEDの明るさ
- ◆ パッケージ：省スペースの10ピン μ MAX
- ◆ CCFL又はELバックライトと比較してより単純、低コスト、高い信頼性
- ◆ 出力電力：最大5W

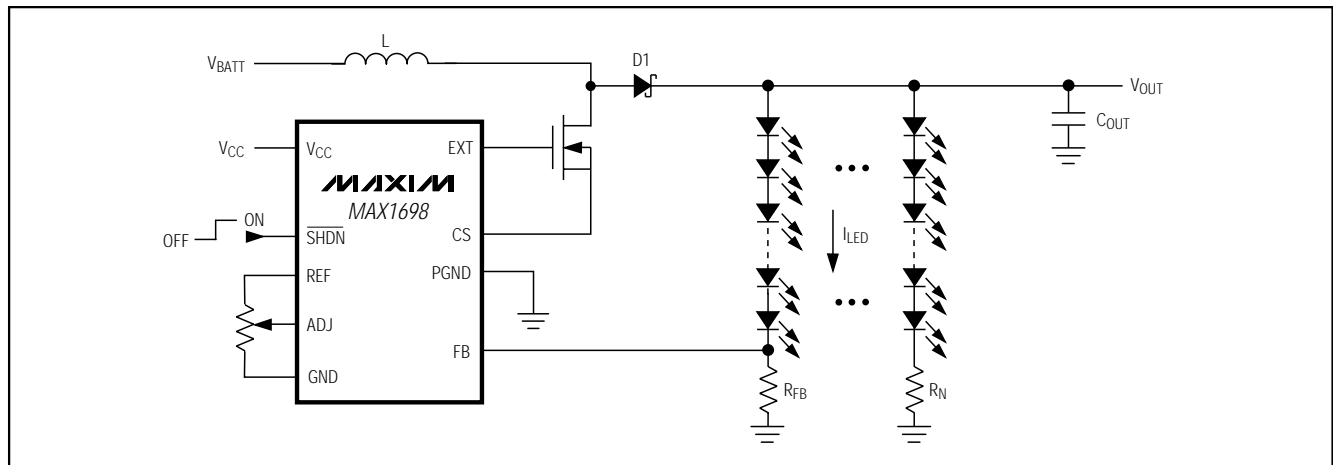
型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1698EUB	-40°C to +85°C	10 μ MAX

ピン配置



標準動作回路



高効率ステップアップ 電流レギュレータ、LED用

MAX1698

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC}, $\overline{\text{SHDN}}$ to GND-0.3V to +6V
 EXT, FB, CS, ADJ, REF to GND.....-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
 GND to PGND.....±0.3V
 Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
 10-Pin μMAX (derate 5.6mW/°C above +70°C)444mW

Operating Temperature Range-40°C to +85°C
 Junction Temperature+150°C
 Storage Temperature Range-65°C to +150°C
 Lead Temperature Range (soldering, 10s).....+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +3.3V, T_A = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CC}		2.7		5.5	V
Quiescent Supply Current	I _{CC}	V _{FB} = 0.3V		260	500	μA
Undervoltage Lockout		Rising edge	2.25	2.4	2.55	V
Undervoltage Hysteresis				80		mV
FB Regulation Voltage	V _{FB}	ADJ = REF	285	300	315	mV
		V _{ADJ} = 100mV	18	24	30	
CS Trip Current		FB = GND	0.8	1.5	2.5	A
CS Input Current	I _{CS}				0.8	A _{RMS}
Minimum Off Time	t _{OFF(MIN)}	FB = GND, ADJ = REF	0.8	1.0	1.2	μs
Maximum On Time	t _{ON(MAX)}	FB = GND, ADJ = REF, CS = GND	10	15	20	μs
ADJ Start Threshold			30	50	70	mV
ADJ Input Range	V _{ADJ}		0.03		REF	V
FB Input Bias Current	I _{FB}	V _{FB} = 300mV	-15		15	nA
ADJ Input Bias Current	I _{ADJ}	ADJ = REF	-50		50	nA
Shutdown Supply Current		$\overline{\text{SHDN}}$ = GND		0.01	1	μA
REF Output Voltage	V _{REF}	I _{REF} = 0	1.20	1.25	1.30	V
REF Load Regulation	ΔV _{REF}	I _{REF} = 0 to 150μA		-2	-25	mV
REF Short-Circuit Current		REF = GND		0.45	1	mA
REF Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	V _{CC} = 2.7V to 5.5V		+0.3	+2	mV/V
EXT Driver Sink/Source Current		V _{CC} = 5V, EXT = 2V		0.2		A
EXT Driver On-Resistance		V _{CC} = 5V			8	Ω
$\overline{\text{SHDN}}$ Input High Voltage	V _{IH}	V _{CC} = 2.7V to 5.5V	2			V
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Low Voltage	V _{IL}	V _{CC} = 2.7V to 5.5V			0.8	V
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Bias Current	I _{SHDN}	V _{CC} = 2.7V to 5.5V	-1		1	μA

高効率ステップアップ 電流レギュレータ、LED用

MAX1698

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = +3.3V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{CC}		2.7	5.5	V
Quiescent Supply Current	I_{CC}	$V_{FB} = 0.3V$		500	μA
Undervoltage Lockout		Rising edge	2.20	2.65	V
FB Regulation Voltage	V_{FB}	ADJ = REF	280	320	mV
		$V_{ADJ} = 100mV$	13	35	
CS Trip Current		FB = GND	0.8	3.0	A
Minimum Off Time	$t_{OFF(MIN)}$	FB = GND, ADJ = REF	0.6	1.4	μs
Maximum On Time	$t_{ON(MAX)}$	FB = GND, ADJ = REF, CS = GND	9	21	μs
ADJ Start Threshold			25	75	mV
FB Input Bias Current	I_{FB}	$V_{FB} = 300mV$	-20	20	nA
ADJ Input Bias Current	I_{ADJ}	ADJ = REF	-50	50	nA
Shutdown Supply Current		$\overline{SHDN} = GND$		1	μA
REF Output Voltage	V_{REF}	$I_{REF} = 0$	1.17	1.33	V
REF Load Regulation	ΔV_{REF}	$I_{REF} = 0$ to $150\mu A$		-30	mV
REF Short-Circuit Current		REF = GND		1	mA
REF Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	$V_{CC} = 2.7V$ to $5.5V$		+2	mV/V
EXT On-Resistance		$V_{CC} = 5V$		8	Ω
\overline{SHDN} Input High Voltage	V_{IH}	$V_{CC} = 2.7V$ to $5.5V$	2		V
\overline{SHDN} Input Low Voltage	V_{IL}	$V_{CC} = 2.7V$ to $5.5V$		0.8	V
\overline{SHDN} Input Bias Current	$I_{\overline{SHDN}}$	$V_{CC} = 2.7V$ to $5.5V$	-1	1	μA

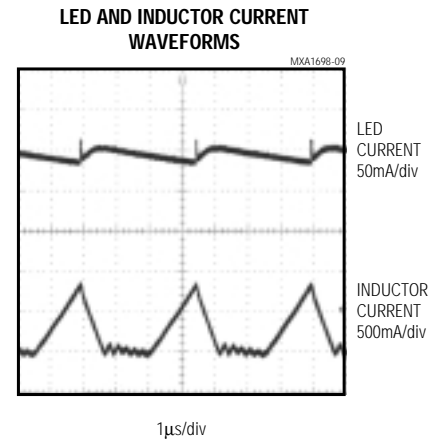
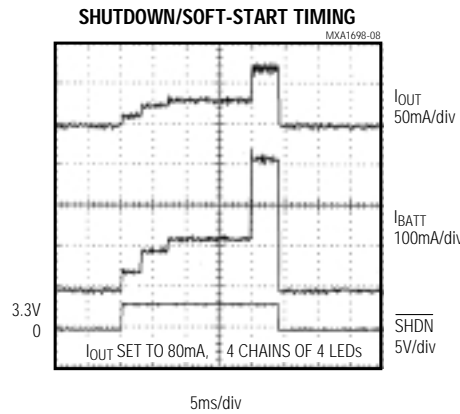
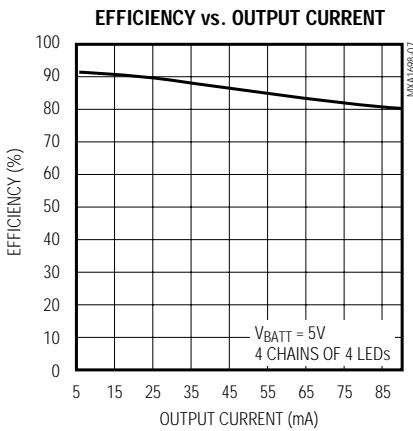
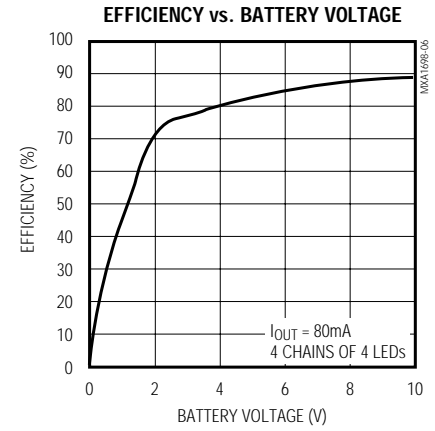
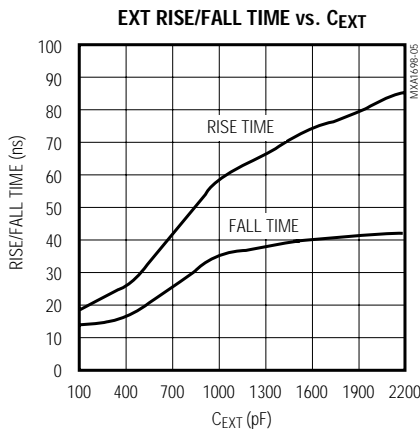
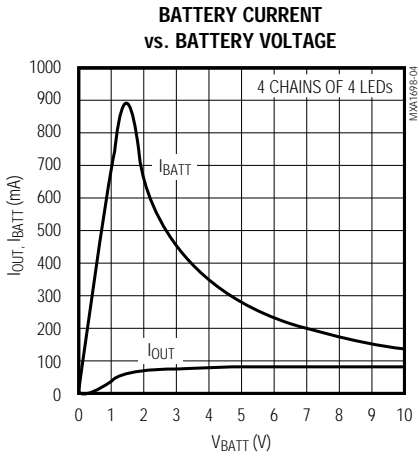
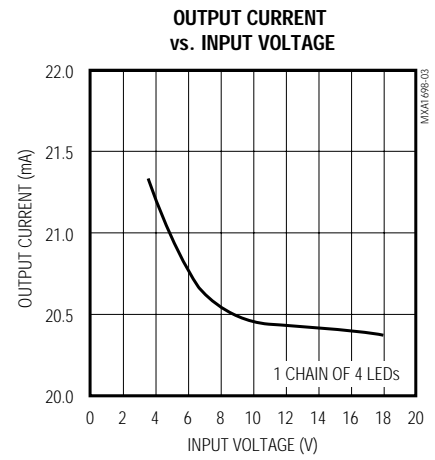
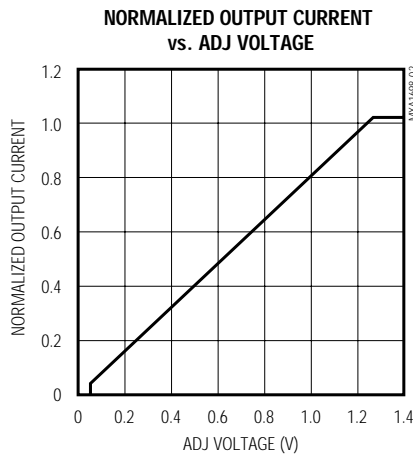
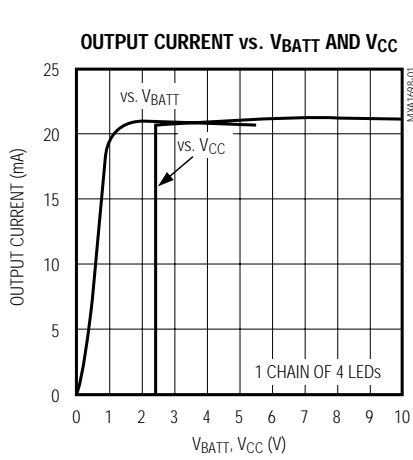
Note 1: Specifications to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

高効率ステップアップ 電流レギュレータ、LED用

MAX1698

標準動作特性

(Circuit of Figure 2, $V_{CC} = V_{BATT} = 3.3V$, $V_{ADJ} = V_{REF}$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高効率ステップアップ 電流レギュレータ、LED用

MAX1698

端子説明

端子	名称	機能
1	VCC	IC電源電圧入力。内部回路用の電力。入力範囲は2.7V~5.5Vです。
2	$\overline{\text{SHDN}}$	アクティブローシャットダウン入力。シャットダウン中はMOSFETはオフになりますが、入力及び出力間の電流経路はそのまま残ります。LED配列の最小順電圧は最大 V_{BATT} よりも大きくして、LEDがシャットダウン中に確実にオフになるようにする必要があります。
3	REF	1.25Vリファレンス出力。外部の負荷に対して150 μA を供給する能力があります。内部で補償されています。REFにはバイパスコンデンサを接続しないで下さい。
4	ADJ	調整入力。出力電流を動的に調整できるようにします。ADJ = REFの時、FBは300mVに調節されます。
5, 7	GND	グラウンド
6	FB	フィードバック入力。外部のLED電流検出フィードバック抵抗に接続して下さい。
8	PGND	電力グラウンド
9	CS	FET電流検出入力
10	EXT	ゲートドライバ出力

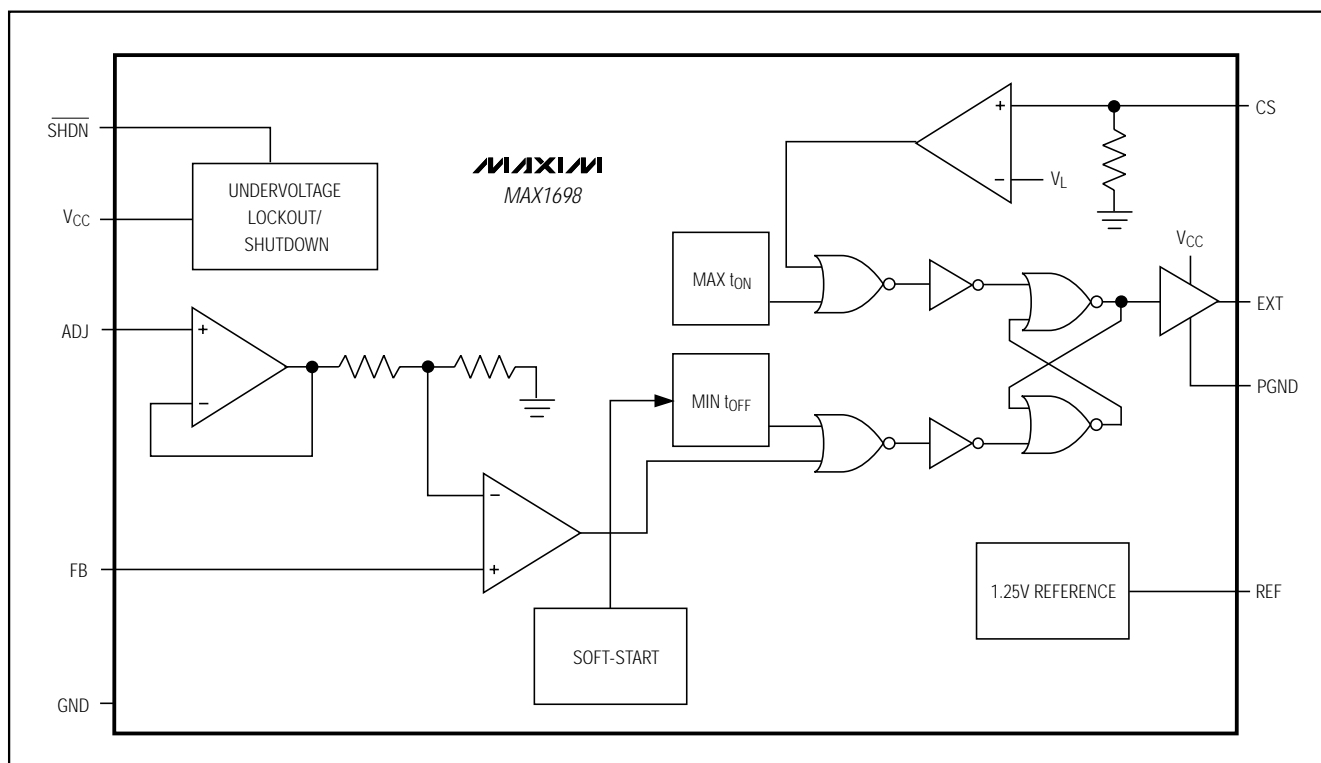


図1. ファンクションダイアグラム

高効率ステップアップ 電流レギュレータ、LED用

MAX1698

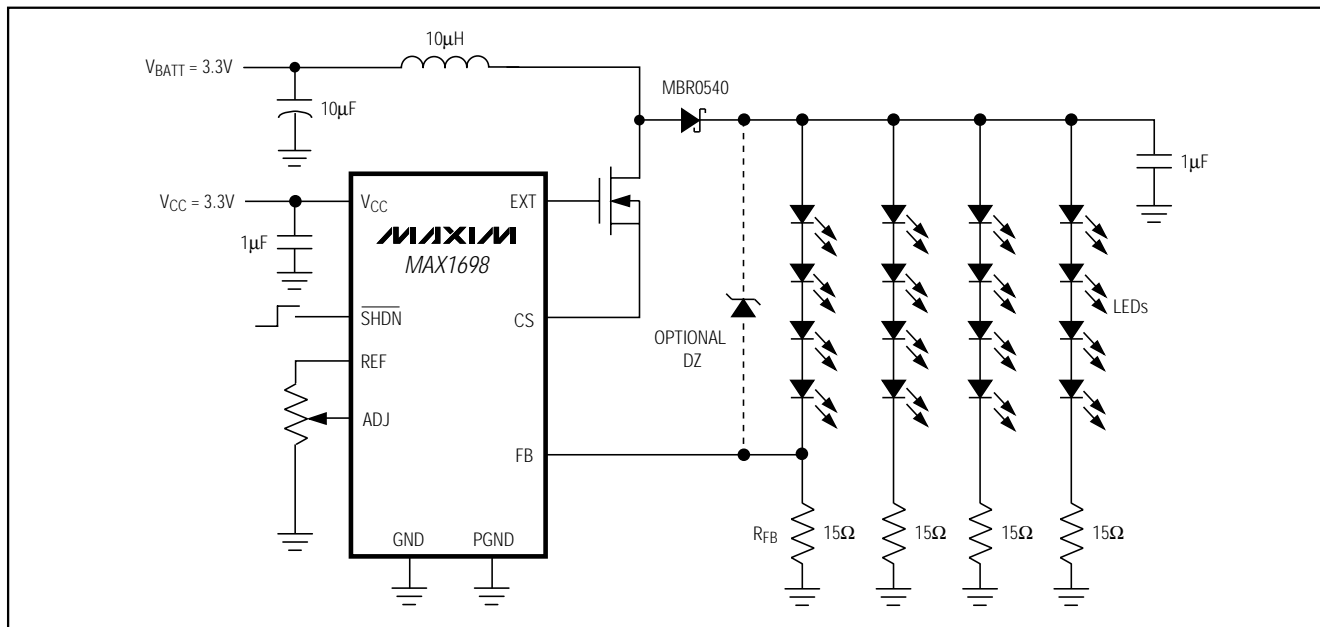


図2. 標準動作回路

詳細

MAX1698は効率が高く、小型であるため、LEDの駆動に最適です。MAX1698はブーストDC-DCコンバータとして動作し、電圧ではなく出力電流を制御します。300mVの低電流検出スレッシュホールドにより損失が最小化されます。標準構成においては、フィードバック抵抗 R_{FB} がLEDのプライマリチェーンを通じて電流を設定します。マッチングされたLEDのチェーンを同等の抵抗と共に追加することもできます。マッチングされたLED配列では、第2チェーンの電流がプライマリチェーンに非常に近いものになります。オプションのツェナーダイオードD2は、プライマリチェーンのLEDの1つがオープン回路になった場合の過電圧を防ぎます。LEDの明るさは、ADJにおける電圧入力により動的に調整できます。

シャットダウン

シャットダウン時のMAX1698の消費電流は1µA以下に削減されます。シャットダウンするとEXTがローになり、外部NチャンネルFETをオフにします。入力及びLED間の電流経路は、ブーストインダクタ及びキャッチダイオードによりそのまま残ります。LED配列の最小順電圧を最大 V_{BATT} よりも大きくして、LEDがシャットダウン中に確実にオフのままになるようにすることが必要です。標準のシャットダウンタイミング特性は、「標準動作特性」に示されています。

ソフトスタート

MAX1698は、ターンオン時の入力電流サージを除去するソフトスタート機能を備えています。これは、起動時に外部FETドライバ(EXT)の最小オフ時間を拡張することにより行われます。最初の512回のスイッチサイクルでは、最小オフ時間は5µsです。そのあとの1500回のスイッチサイクルで、この時間は2µsに下がります。その後、この時間は通常動作中に使用される1µsまで下がります(「標準動作特性」のShutdown/Soft-Start Timingを参照して下さい)。

設計手順

最大LED電流の設定

抵抗 R_{FB} によってLEDのプライマリチェーンの最大電流が設定されます。

$$R_{FB} = \frac{300\text{mV}}{I_{LED\text{MAX}}}$$

ここで、 $I_{LED\text{MAX}}$ は最大LED電流です。

LED電流の調整

R_{FB} がLEDの最大電流を設定します。この電流は、ADJピンの電圧に比例して削減されます(「標準動作特性」の

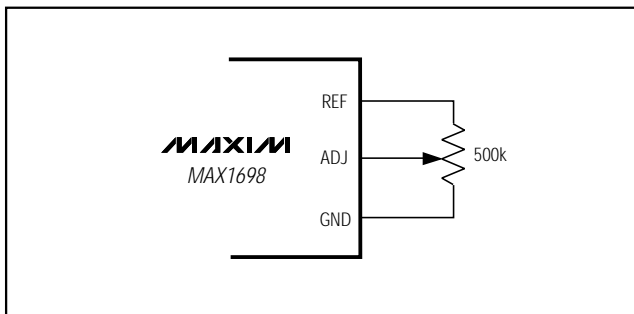


図3. LED電流の調整

図3は、ADV電圧を設定するための標準的な方法を示しています。次式を使用して、 I_{LED} を求めて下さい。

$$I_{LED} = \frac{V_{ADJ}}{4.16 \cdot R_{FB}}$$

ここで、 V_{ADJ} はADJにおける電圧です。ADJ電圧が50mV未満になると、LEDがオフになることに注意して下さい。

インダクタの選択

低いDC抵抗(100m程度)のインダクタを選択して損失を最小化して下さい。Lの標準のインダクタンス値は10 μ Hですが、3.3 μ H~100 μ Hの範囲の値を使用することもできます。それより高いインダクタ値を使用すると、MAX1698のスイッチング周波数が下がります。標準動作周波数は次式で求めることができます。

MAX1698はピークインダクタ電流を1.5Aに制限していますが、出力電力の1機能としてインダクタ電流を削減する制御ループも備えています。任意の出力電力に対して必要なおおよそのインダクタピーク電流定格は、次のようにして設定されます。

$$f = \frac{0.67 \cdot V_{BATT}}{L}$$

ここで、 P_{OUT} は、LEDバンクの全てにおけるワット単位の出力電力で、 $I_{L(PEAK)}$ はアンペア単位で表されます。

コンデンサの選択

出力コンデンサの正確な値は重要ではありません。標準値は0.1 μ F~10 μ Fです。値が大きくなる程サイズ及びコストも増加しますが、より大きな値は出力リップルの削減に役立ちます。

入力コンデンサの要件は、入力電圧ソースのタイプに応じて異なります。しかし多くのアプリケーションでは、入力コンデンサ及び出力コンデンサの両方に対して同じコンデンサタイプ及び値が使用されます。

トランジスタの選択

MAX1698は外部NチャネルMOSFETを駆動します。ゲート駆動電圧は V_{CC} から得られるため、最適な性能は、 V_{CC} で供給される電圧又はそれ以下のゲートソース電圧(V_{GS})でオン抵抗の仕様を持つ低スレッショルドのNFETより得られます。最良の結果を得るには、FETの $R_{DS(ON)}$ を最小化して下さい。ドレインからソースへの外部NFETの最大電圧($V_{DS(MAX)}$)は、出力電圧よりも大きいことが必要です。

キャッチダイオード(D1)の選択

MAX1698の高スイッチング周波数は、高速の整流器を必要とします。殆どのアプリケーションには、ショットキダイオードが推奨されます。これは、このダイオードが素早く回復し、順電圧ドロップが低いからです。ダイオードの平均及びピーク電流定格がそれぞれ平均出力電流及びピークインダクタ電流を越えるようにして下さい。更にダイオードの逆ブレークダウン電圧は、 V_{OUT} を越えている必要があります。40Vを越える出力電圧に対してはブレークダウン電圧がより高くなるため、高速のシリコン整流器が必要となることがあります。

ツェナーダイオード

プライマリチェーン中のLEDの1つがオープンになった時のオープン回路保護を必要とするアプリケーションに対しては、図2に示すようにツェナーダイオードを追加して下さい。ツェナーダイオードは、電流フィードバック信号が失われた場合にMOSFET及び出力コンデンサを保護します。ツェナー電圧は、LEDネットワークの最大順電圧よりも少なくとも2V高くなっている必要があります。

アプリケーション情報

PCボードのレイアウト

高速スイッチング波形及び大電流経路が存在するため、PCボードのレイアウトには十分な注意が必要です。評価には、実験用基板やワイヤーラップ式基板は使用しないで下さい。評価キット(MAX1698EVKIT)は殆どの設計に役立ちます。

ボードのレイアウトを決定する際は、CS、インダクタ、ダイオード、入力コンデンサ及び出力コンデンサへのトレースの長さをできるだけ短くして下さい。インダクタの配線などのノイズの多い配線は、FBから離して下さい。 V_{CC} のバイパスコンデンサは、できるだけICの近くに配置して下さい。

適切なレイアウト例については、MAX1698評価キットを参照して下さい。

チップ情報

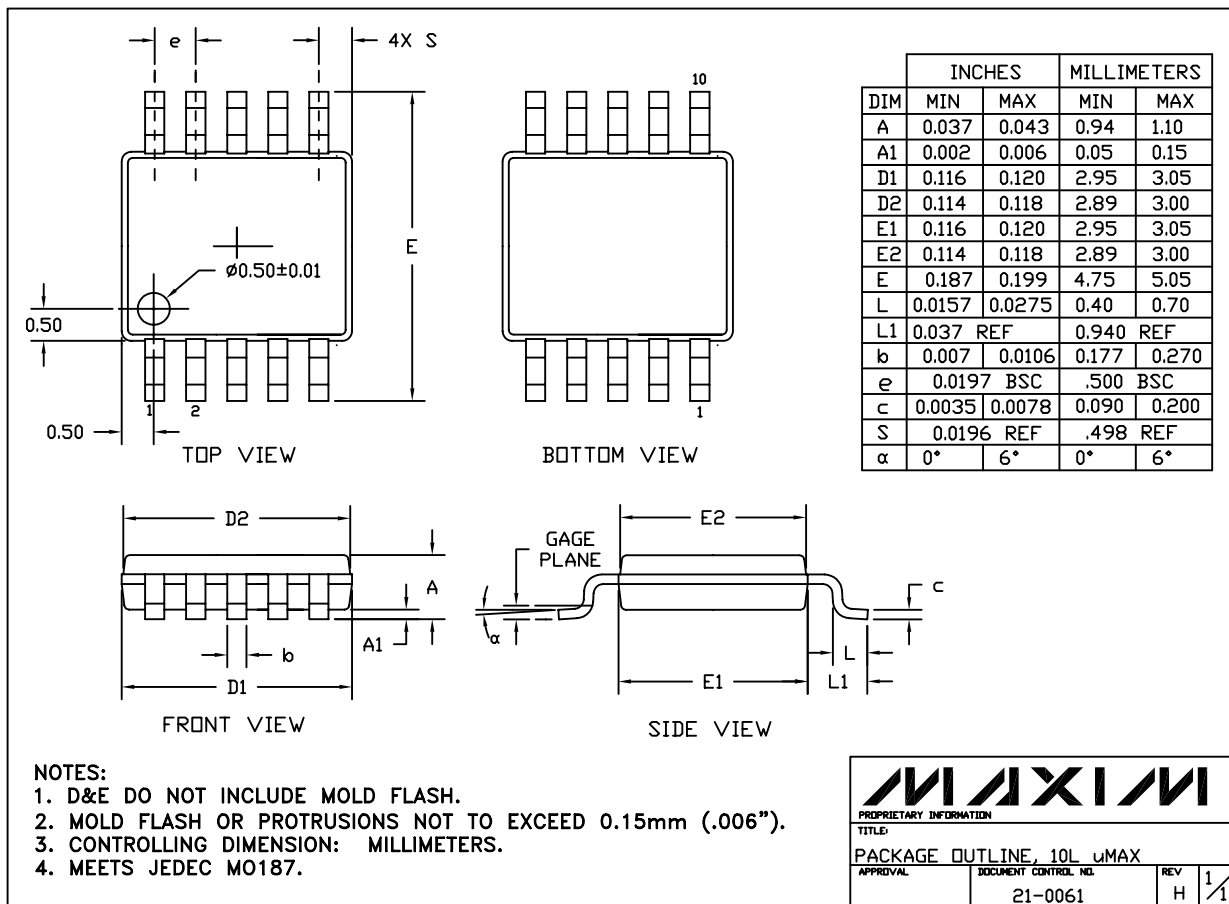
TRANSISTOR COUNT: 2180

高効率ステップアップ 電流レギュレータ、LED用

MAX1698

パッケージ

TOLUMAX.EPS



注記：MAX1698にはエクスポーズドパッドはありません。

販売代理店

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)
 TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

8 _____ Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 2000 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.