MAXIM

白色LED用ステップアップコンバータ、SOT23

概要

MAX1848は、セルラ電話、PDA及びその他のハンドヘルド機器のバックライトとして使用される白色LEDを一定電流で駆動するステップアップコンバータです。ステップアップコンバータトポロジーは白色LEDの直列接続を可能にするため、LED電流が同じになって均一な輝度を提供します。このコンフィギュレーションでは、バラスト抵抗と、コストの高い出荷時キャリブレーションが不要になります。その他の利点としては、単純さ、低コスト、高効率及び高信頼性が挙げられます。

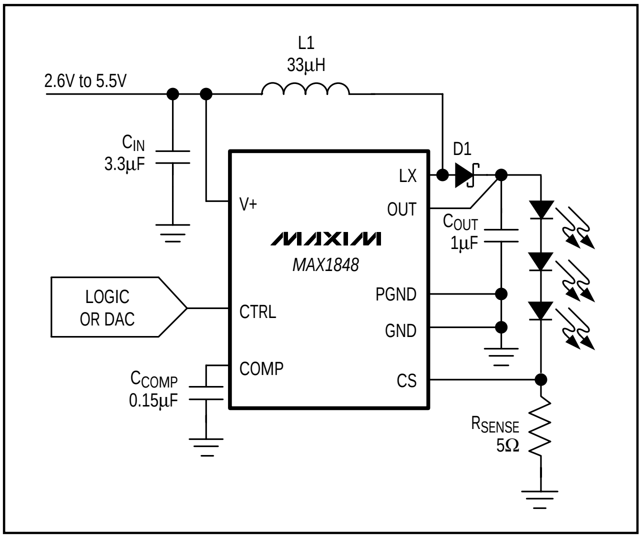
ステップアップPWMコンバータは、高電圧、低R_{DSON}の内部NチャネルMOSFETスイッチを備えているため、効率が向上しバッテリ寿命が延長されます。輝度調整とオン/オフ制御は、単一アナログ電圧のDual Mode™入力により簡単に行えます。また、高速1.2MHz電流モードのPWM制御により、入力コンデンサ、出力コンデンサ及びインダクタの小型化と、入力電源/バッテリのリップルの最小化を実現します。スタートアップ時の突入電流は、設定可能なソフトスタートにより回避されます。

MX1848は省スペースの8ピン薄型QFNパッケージ(3mm x 3mm)及び8ピンSOT23パッケージで提供されています。

アプリケーション

セルラ電話とスマートフォン
PDA、パームトップ及び無線ハンドヘルド
Eブック及びサブノートブック
白色LEDディスプレイ用バックライト

標準動作回路



特長

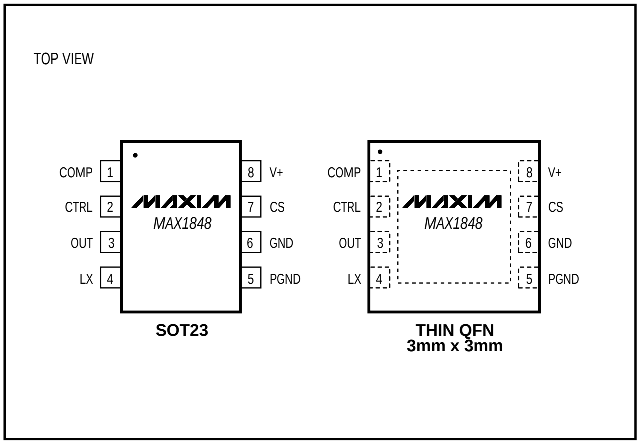
- ◆ 定電流レギュレーションによる均一な輝度
- ◆ 高効率：87%
- ◆ LED輝度のアナログまたはロジック制御
- ◆ 内部高電圧MOSFETスイッチによる出力：0.8W
- ◆ 小型、薄型の外付部品
- ◆ 入力範囲：2.6V～5.5V
- ◆ 最大出力：13V、過電圧保護付
- ◆ 低入力リップルに最適化
- ◆ 設定可能なソフトスタート
- ◆ シャットダウン電流：0.3µA
- ◆ パッケージ：小型8ピン薄型QFN(3mm x 3mm)及び8ピンSOT23

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
MAX1848EKA	-40°C to +85°C	8 SOT23	AAIM
MAX1848ETA	-40°C to +85°C	8 Thin QFN (3mm × 3mm)	ACR

注：**MAX1848 SOT23パッケージについては、手作業による半田付はお勧めしません。**

ピン配置



Dual ModeはMaxim Integrated Products, Inc.の商標です。

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V+ to GND ....-0.3V to +6V
PGND to GND ....-0.3V to +0.3V
LX, OUT to GND ....-0.3V to +14V
LX to OUT ....-14V to +0.3V
CTRL to GND ....-0.3V to +6V or (V+ + 2V)
COMP, CS to GND ....-0.3V to (V+ + 0.3V)
LX Current ....$0.45A_{RMS}$

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
8-Pin SOT23 (derate 9.7mW/°C above +70°C)....................777mW
8-Pin Thin QFN 3mm × 3mm (derate 24.4mW/°C above +70°C)....................1951mW
Operating Temperature Range ....-40°C to +85°C
Junction Temperature ....+150°C
Storage Temperature Range ....-60°C to +150°C
Lead Temperature (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.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V+ = 3V, V_{OUT} = 11V, L = 33µH, C_{OUT} = 1µF, C_{COMP} = 0.15µF, R_{SENSE} = 5Ω, V_{CTRL} = 1V, **T_A = 0°C to +85°C**, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage			2.6		5.5	V
Undervoltage Lockout Threshold	V+ rising, 40mV hysteresis typical		2.15	2.38	2.59	V
	V+ falling		2.10	2.34	2.56	
Quiescent Current	Not switching, V_{CTRL} = V_{CS} = V+			0.25	0.40	mA
	Switching, V_{CTRL} = V+, V_{CS} = GND			1	2	
Shutdown Supply Current	V_{CTRL} = GND	T_A = +25°C		0.3	1	µA
		T_A = +85°C		0.3		
Overvoltage Threshold	V+ rising, 1V hysteresis typical		12.5	13.25	14.0	V
	V+ falling		11.5	12.25	13	
OUT Input Bias Current	V_{OUT} = 13V	V_{CTRL} > 0.25V	10	20	30	µA
		V_{CTRL} = GND		0.01	1	
Output Voltage Range			V+ - V_{DIODE}		12.5	V
ERROR AMPLIFIER						
CTRL to CS Regulation	V_{CTRL} = 2V, V+ = 2.6V to 5.5V		71	75	81	mV/V
CS Input Bias Current	V_{CS} = V_{CTRL} /13.33			0.01	1	µA
CTRL Input Resistance			450	670	1100	kΩ
CTRL Dual Mode Threshold	Hysteresis = 25mV typical		100	170	240	mV
CS Line Regulation	V+ = 2.6V to 5.5V, V_{CTRL} = 3V			0.05		%/V
COMP Pin Resistance to Ground	Device in shutdown or overvoltage		7.5	15	50	kΩ
COMP Output Voltage Swing			0.3		2.4	V
OSCILLATOR						
Operating Frequency			1.0	1.2	1.5	MHz
Minimum Duty Cycle	PWM mode			12		%
	Pulse skipping			0		
Maximum Duty Cycle	V_{CTRL} = V+, V_{CS} = GND		85	90	97	%

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V+ = 3V$, $V_{OUT} = 11V$, $L = 33\mu H$, $C_{OUT} = 1\mu F$, $C_{COMP} = 0.15\mu F$, $R_{SENSE} = 5\Omega$, $V_{CTRL} = 1V$, **T_A = 0°C to +85°C**, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
N-CHANNEL SWITCH						
LX On-Resistance	I_{LX} = 100mA			1.4	2.2	Ω
LX Leakage Current	$V_{OUT} = V_{LX}$ = 13V	T_A = +25°C		0.01	2	µA
		T_A = +85°C		0.05		
LX Current Limit	Duty cycle = 65%		300	500	750	mA

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V+ = 3V$, $V_{OUT} = 11V$, $L = 33\mu H$, $C_{OUT} = 1\mu F$, $C_{COMP} = 0.15\mu F$, $R_{SENSE} = 5\Omega$, $V_{CTRL} = 1V$, **T_A = -40°C to +85°C**, unless otherwise noted. (Note 1)

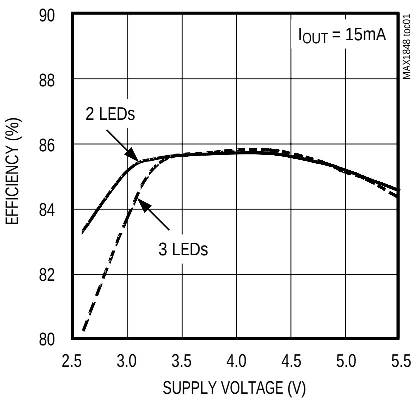
PARAMETER	CONDITIONS		MIN	MAX	UNITS
Supply Voltage			2.6	5.5	V
Undervoltage Lockout Threshold	V+ rising, 40mV hysteresis typical		2.15	2.59	V
	V+ falling		2.10	2.56	
Quiescent Current	Not switching, $V_{CTRL} = V_{CS}$ = V+			0.4	mA
	Switching, V_{CTRL} = V+, V_{CS} = GND			2	
Overvoltage Threshold	V+ rising, 1V hysteresis typical		12.25	14.00	V
	V+ falling		11.25	13.25	
OUT Input Bias Current	V_{OUT} = 13V	V_{CTRL} > 0.25V	10	30	µA
		V_{CTRL} = GND		1	
Output Voltage Range			V+ - V_{DIODE}	12.25	V
ERROR AMPLIFIER					
CTRL to CS Regulation	V_{CTRL} = 2V, V+ = 2.6V to 5.5V		65	85	mV/V
CS Input Bias Current	$V_{CS} = V_{CTRL}/13.33$			1	µA
CTRL Input Resistance			450	1100	kΩ
CTRL Dual Mode Threshold	Hysteresis = 25mV typical		100	240	mV
COMP Pin Resistance to Ground	Device in shutdown or overvoltage		7.5	50.0	kΩ
COMP Output Voltage Swing			0.3	2.4	V
OSCILLATOR					
Operating Frequency			0.9	1.6	MHz
Maximum Duty Cycle	V_{CTRL} = V+, V_{CS} = GND		85	97	%
N-CHANNEL SWITCH					
LX On-Resistance	I_{LX} = 100mA			2.2	Ω
LX Current Limit	Duty cycle = 65%		225	850	mA

Note 1: Limits are 100% production tested at T_A = +25°C. Limits over the operating temperature range are guaranteed through correlation using statistical quality control (SQC) methods.

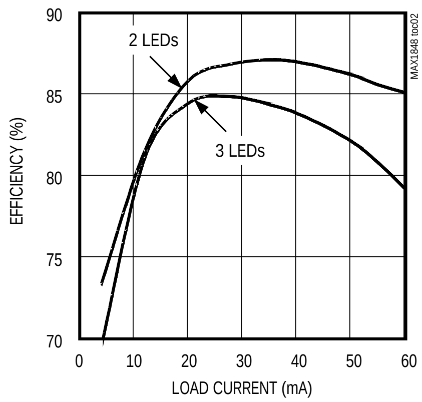
標準動作特性

(See *Typical Application Circuit*, V+ = 3.0V, I_{LED} = 15mA, L = 33µH, C_{OUT} = 1µF, C_{COMP} = 0.15µF, R_{SENSE} = 5Ω, CTRL = 1V, 2 LEDs, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

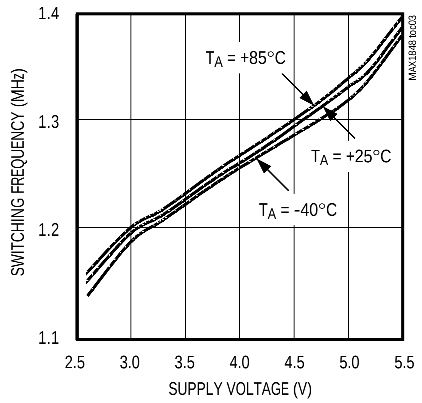
EFFICIENCY vs. SUPPLY VOLTAGE



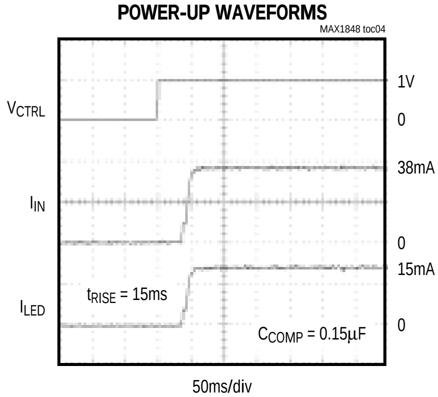
EFFICIENCY vs. LOAD CURRENT



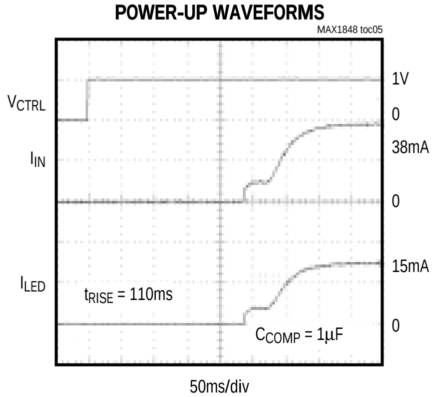
SWITCHING FREQUENCY vs. SUPPLY VOLTAGE



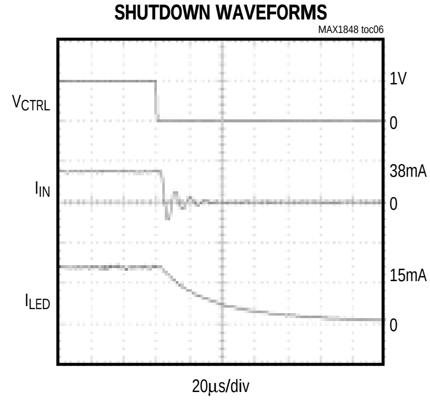
POWER-UP WAVEFORMS



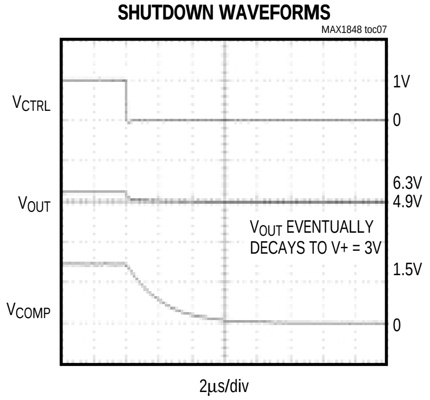
POWER-UP WAVEFORMS



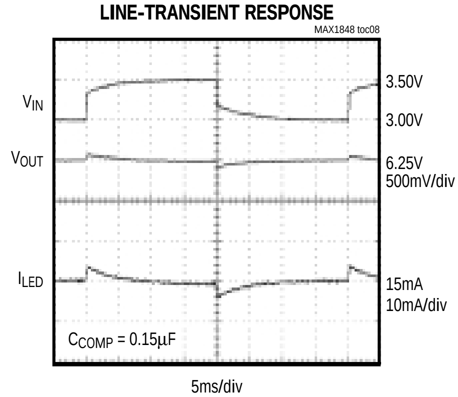
SHUTDOWN WAVEFORMS



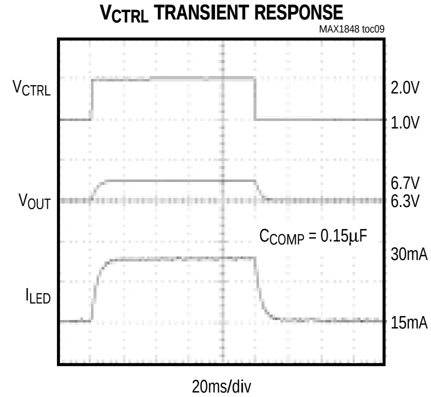
SHUTDOWN WAVEFORMS



LINE-TRANSIENT RESPONSE

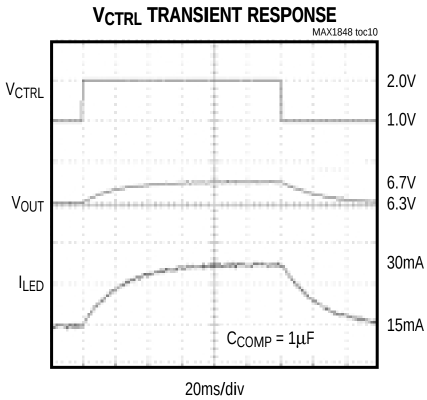


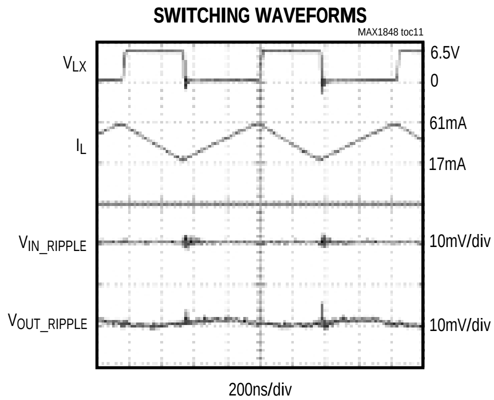
V_{CTRL} TRANSIENT RESPONSE



標準動作特性(続き)

(See *Typical Application Circuit*, V+ = 3.0V, I_{LED} = 15mA, L = 33µH, C_{OUT} = 1µF, C_{COMP} = 0.15µF, R_{SENSE} = 5Ω, CTRL = 1V, 2 LEDs, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)





端子説明

端子	名称	機 能
1	COMP	エラーアンプ用補償ピン。COMPとGNDの間にコンデンサを接続して下さい。スタートアップ時間は、このピンに接続される容量により設定されます(0.01µF当たり 0.833ms)。シャットダウン時には、V_{COMP}がGNDに自然放電します。
2	CTRL	輝度/シャットダウンDual Mode制御入力。LEDの輝度とICのシャットダウンは、CTRLの電圧によって制御されます。250mV～5.5Vまたは(V+ + 2V)のうち低い方の電圧が、輝度の暗～明を調整します。ICをシャットダウン状態にするには、100mV以下に駆動するかGNDに接続します。
3	OUT	過電圧検出。V_{OUT}が13.25V以上になると、内部NチャネルMOSFETがオフになり、V_{COMP}はGNDに減衰します。V_{OUT}が12.25V以下になると、ICは再びソフトスタートを実施します。OUTとGNDの間に1µFのコンデンサを接続して下さい。
4	LX	インダクタ接続。内部高電圧NチャネルMOSFETのドレイン。
5	PGND	電力グランド。内部の高電圧NチャネルMOSFETのソース。
6	GND	グランド
7	CS	電流検出フィードバック入力。LEDのバイアス電流を設定するには、このピンとGNDの間に抵抗を接続します。このピンはV_{CTRL}の7.5%に調整されます。
8	V+	電源電圧入力。ICはこのピンから電源を供給されます。入力範囲は2.6V～5.5Vです。セラミックコンデンサでGNDにバイパスして下さい。

詳細

MAX1848は高効率で小型なため、直列接続されたLEDを駆動するのに最適です。これは、電圧ではなく出力電流を制御するブーストDC-DCコンバータとして動作します。このデバイスは、各LEDに同じ出力電流を流すことによって均一な輝度を提供するため、コストの高い出荷時キャリブレーションは不要になります。また、高速1.2MHz内蔵発振器により、入力コンデンサ、出力コンデンサ及びインダクタの小型化と、入出力リップルの最小化が可能となっています。

LEDの輝度調整とオン/オフ制御は、単一アナログ制御入力により簡単に行うことができます。これによって、シンプルなロジックレベルのオン/オフ、またはDACのいずれの方法でも、LEDの輝度制御及びオン/オフ制御が可能になります。シャットダウン時の消費電流はわずか0.3μAです。設定可能なソフトスタートは、LEDを徐々に点灯させることにより、スタートアップ時の突入電流を低減します。

ソフトスタート

MAX1848は、C_{COMP}を12μAの一定電流で徐々に充電することによりソフトスタートを実現します。V_{COMP}が1.25Vを超えると、内部のMOSFETが低デューティサイクルでスイッチングを開始します。V_{COMP}が2.25Vを超えると、デューティサイクルは最大になります。

最大スタートアップ時間はC_{COMP}の値によって決定されます。COMPに接続される容量が0.01μF増加する度に、スタートアップ時間は0.833msずつ長くなります。スタートアップ時間は次式により計算します。

$$t_{SOFT\text{-}START\ (MAX)} = C_{COMP} \times \frac{1V}{12\mu A}$$

シャットダウン

MAX1848は、V_{CTRL}が100mV以下になるとシャットダウン状態になります。シャットダウン時には、CTRL電圧検出回路以外のIC全体がパワーダウンされ、消費電流は0.3μAに低減されます。シャットダウン中はC_{COMP}が自然放電するため、デバイスはイネーブルされる度にソフトスタートを開始します。

シャットダウン時には内部Nチャネルネ FETがスイッチングしないため、入力からブーストインダクタ及びショットキダイオードを経てLEDに至る電流経路が残されます。シャットダウン時にLEDをオフのままにするには、LEDアレイの最小フォワード電圧を最大V+より大きくする必要があります。標準的な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。

過電圧保護

V_{OUT}が13.25Vを超えると過電圧保護が発生します。保護回路は内部MOSFETのスイッチングを停止させ、V_{COMP}をGNDに減衰させます。V_{OUT}が12.25V以下になると、デバイスは過電圧ロックアウトからソフトスタートに入ります。

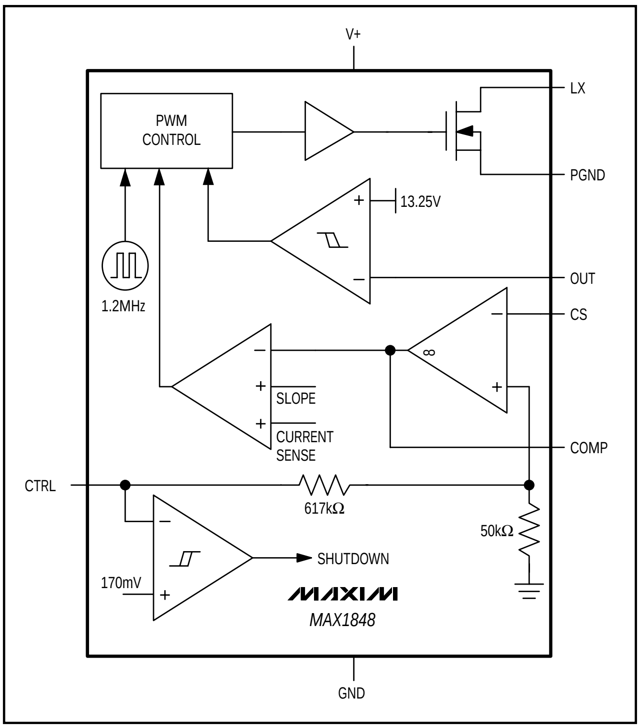


図1. ファンクションダイアグラム

設計手順

LED電流の調整

MAX1848の出力電流を調整すると、LEDの輝度が変化します。出力電流はアナログ入力(CTRL)と検出抵抗の値によって設定され、次式によって与えられます。

$$I_{LED} = \frac{V_{CTRL}}{13.33 \times R_{SENSE}}$$

出力電流を調整するV_{CTRL}電圧の範囲は、250mV～(V+ + 2V)または5.5Vのいずれか低い方です。最大電流を設定するには、V_{CTRL}が最大の時のR_{SENSE}を計算します。R_{SENSE}の標準消費電力は5mW以下であるため、標準的なチップ抵抗で十分です。

コンデンサの選択

入力及び出力コンデンサの値を厳密に設定する必要はありません。入力コンデンサの標準値は3.3μF、出力コンデンサの標準値は1.0μFです。容量の大きいコンデンサを使用すると入力及び出力リップルは低減できますが、サイズとコストが大きくなります。

出力電流及び各レッグのLED数は、C_{COMP}の容量に影響を与えます。表1に、最悪条件下でコンバータを安定させるために必要な最小C_{COMP}値を示します。更に安定性分析を必要とする場合は、エラーアンプが50µA/Vのトランスコンダクタンスを持つことに注意して下さい。

インダクタの選択

インダクタの値はLEDへの最大出力電流に依存します。インダクタのインダクタンス値とピーク電流定格については表1を参照して下さい。

ショットキダイオードの選択

MAX1848は高スイッチング周波数であるため、高速整流ダイオードが必要となります。また、回復時間が速くフォワード電圧ドロップが低いため、ショットキダイオードが必要です。ダイオードの平均及びピーク電流定格は、それぞれ平均出力電流とピークインダクタ電流を超えていなければならず、ダイオードの逆ブレークダウン電圧はV_{OUT}を超えている必要があります。

$$I_{DIODE(RMS)} \cong \sqrt{I_{OUT} \times I_{PEAK}}$$

アプリケーション情報

4個または6個のLEDの接続

MAX1848は、LED合計が6個を超えない限り、1、2または3レッグのLEDを駆動できます(図2)。各レッグは、同じLED数及び検出抵抗値を含む必要があります。第2または第3のレッグを追加しても、検出抵抗値には影響しません(「LED電流の調整」を参照)。

表1. 部品の選択

I_{LED} (mA)	NO. OF LEDs	C_{COMP} (µF)	INDUCTOR	
			L (µH)	I_{PEAK}(mA)
12	3	0.220	56	80
	2	0.100		
20	3	0.150	33	130
	2	0.068		
40	3	0.100	15	260
	2	0.047		
60	3	0.068	10	375
	2	0.01		

2個のLEDで構成されるレッグを3つ使用すると、3個のLEDで構成されるレッグを2個使用するよりも効率的ですが(「標準動作特性」の効率のグラフを参照)、3つ目の検出抵抗が必要となります。複数のレッグを使用すると、部品の許容誤差に起因するわずかな電流のミスマッチが生じることがあります。

プリント基板のレイアウト

高速スイッチング波形と高電流経路のために、プリント基板のレイアウトには注意が必要です。プロトボードやワイヤラップボードは評価に使用するべきではありません。設計を容易にするために、評価キット(MAX1848 EVキット)が提供されています。

プリント基板をレイアウトする際は、ICと、R_{SENSE}、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との間のトレースをできるだけ短くします。トレースは短く、直接的に、広くして下さい。インダクタのトレースのような高ノイズのトレースはCSから遠ざけます。V+のバイパスコンデンサ(C_{IN})は、できるだけICの近くに配置します。PGNDとGNDは、できるだけICに近い一点で接続します。C_{IN}及びC_{OUT}のグランドへの接続は、互いにできるだけ近くします。V+からインダクタ、及びショットキダイオードからLEDへのトレースは長めでも構いません。

正しいレイアウトの例については、MAX1848EVキットを参照して下さい。

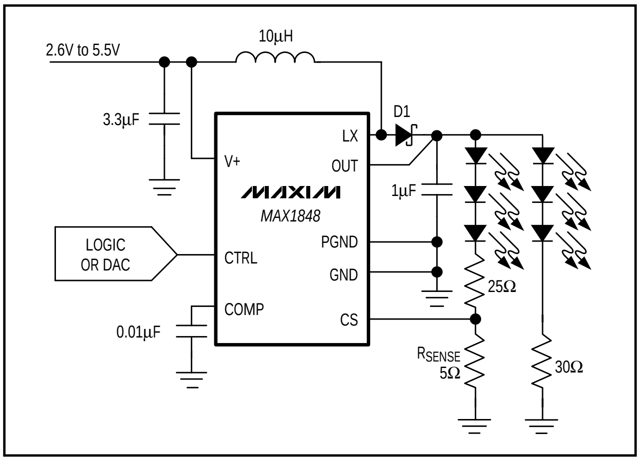


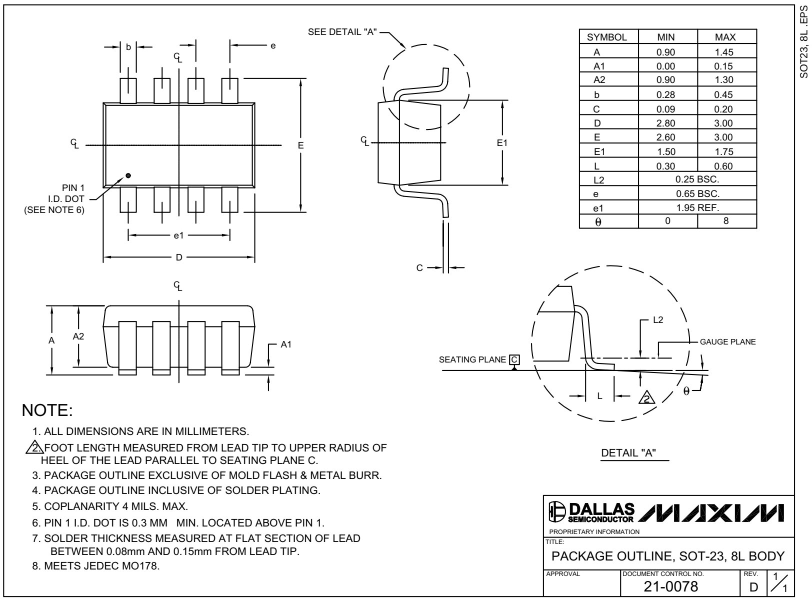
図2. 3×2コンフィギュレーションの6個のLED

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 1290

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、http://japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)



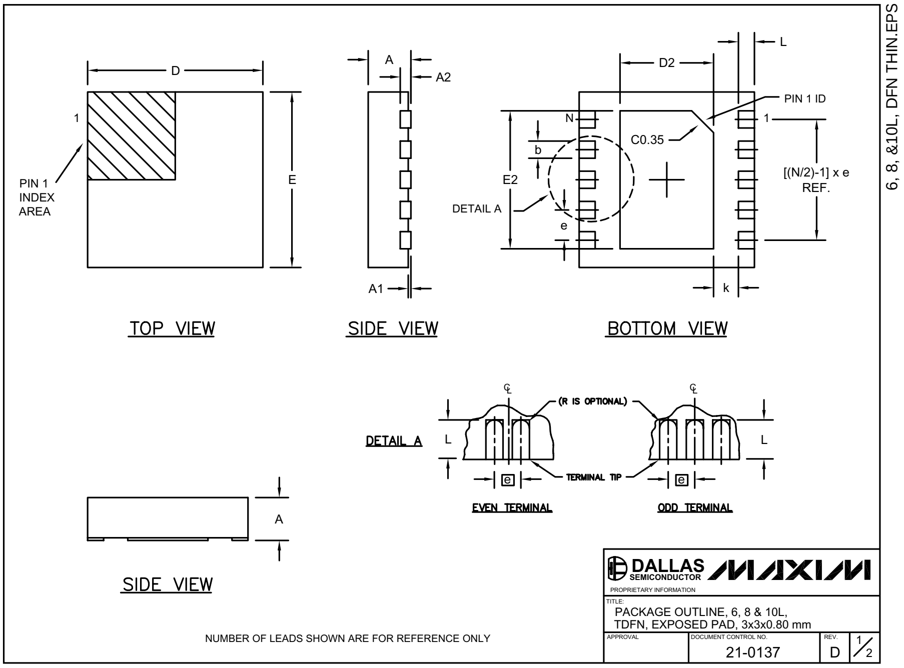
SYMBOL	MIN	MAX
A	0.90	1.45
A1	0.00	0.15
A2	0.90	1.30
b	0.28	0.45
C	0.09	0.20
D	2.80	3.00
E	2.60	3.00
E1	1.50	1.75
L	0.30	0.60
L2	0.25 BSC.	
e	0.65 BSC.	
e1	1.95 REF.	
θ	0	8

NOTE:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. FOOT LENGTH MEASURED FROM LEAD TIP TO UPPER RADIUS OF HEEL OF THE LEAD PARALLEL TO SEATING PLANE C.
3. PACKAGE OUTLINE EXCLUSIVE OF MOLD FLASH & METAL BURR.
4. PACKAGE OUTLINE INCLUSIVE OF SOLDER PLATING.
5. COPLANARITY 4 MILS. MAX.
6. PIN 1 I.D. DOT IS 0.3 MM MIN. LOCATED ABOVE PIN 1.
7. SOLDER THICKNESS MEASURED AT FLAT SECTION OF LEAD BETWEEN 0.08mm AND 0.15mm FROM LEAD TIP.
8. MEETS JEDEC MO178.

パッケージ(続き)

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、http://japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)



COMMON DIMENSIONS		
SYMBOL	MIN.	MAX.
A	0.70	0.80
D	2.90	3.10
E	2.90	3.10
A1	0.00	0.05
L	0.20	0.40
k	0.25 MIN.	
A2	0.20 REF.	

PACKAGE VARIATIONS							
PKG. CODE	N	D2	E2	e	JEDEC SPEC	b	[(N/2)-1] x e
T633-1	6	1.50–0.10	2.30–0.10	0.95 BSC	MO229 / WEEA	0.40–0.05	1.90 REF
T833-1	8	1.50–0.10	2.30–0.10	0.65 BSC	MO229 / WEEC	0.30–0.05	1.95 REF
T1033-1	10	1.50–0.10	2.30–0.10	0.50 BSC	MO229 / WEED-3	0.25–0.05	2.00 REF

NOTES:
1. ALL DIMENSIONS ARE IN mm. ANGLES IN DEGREES.
2. COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08 mm.
3. WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10 mm.
4. PACKAGE LENGTH/PACKAGE WIDTH ARE CONSIDERED AS SPECIAL CHARACTERISTIC(S).
5. DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO229, EXCEPT DIMENSIONS "D2" AND "E2".
6. "N" IS THE TOTAL NUMBER OF LEADS.

DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM
PROPRIETARY INFORMATION
TITLE: PACKAGE OUTLINE, 6, 8 & 10L, TDFN, EXPOSED PAD, 3x3x0.80 mm
APPROVAL | DOCUMENT CONTROL NO. 21-0137 | REV. D | 2/2

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