

**LC5830K**  
**データシート Rev.1.0**

Not Recommended for New Designs

サンケン電気株式会社  
**SANKEN ELECTRIC CO., LTD.**  
<http://www.sanken-ele.co.jp>

## 目次

概要	3
1.絶対最大定格	4
2.推奨動作条件	4
3.電気的特性	5
4.ブロックダイアグラム	7
5.各端子機能	7
6.応用回路例	8
7.外形寸法	9
8.動作説明	10
8.1 周波数設定	10
8.2 起動と調光	10
8.3 出力電圧レンジ	11
8.4 熱設計	14
8.5 過電流保護(OCP)	14
8.6 外付け部品	14
9.部品配置と基板設計のガイドライン	17
10.代表特性例	20
11.梱包	22
注意書き	25

## 概要

LC5830K は高パワーLED 駆動用の定電流出力型単チャンネルスイッチングレギュレータ IC です。DC/DC ステップダウン(降圧)コンバータ用に N 型 DMOS のハイサイドスイッチを内蔵しています。サイクル・バイ・サイクルのオンタイム制御方式により、正確な平均値電流を出力します。

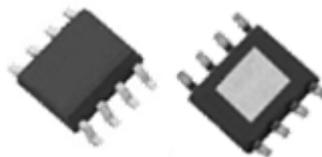
出力電流は、外付けの電流検知抵抗により設定できます。出力電圧は、ストリングで駆動する LED 数に合わせて自動的に調整されます。これにより、最適なシステム効率が保証されます。

LED 調光はパルス幅変調(PWM)信号の直接入力によって行います。

パッケージは、放熱対応の露出パッド付きコンパクト狭型 8 ピン SOIC を採用しており、鉛フリー対応です。

## パッケージ

eSOIC8



## 特長

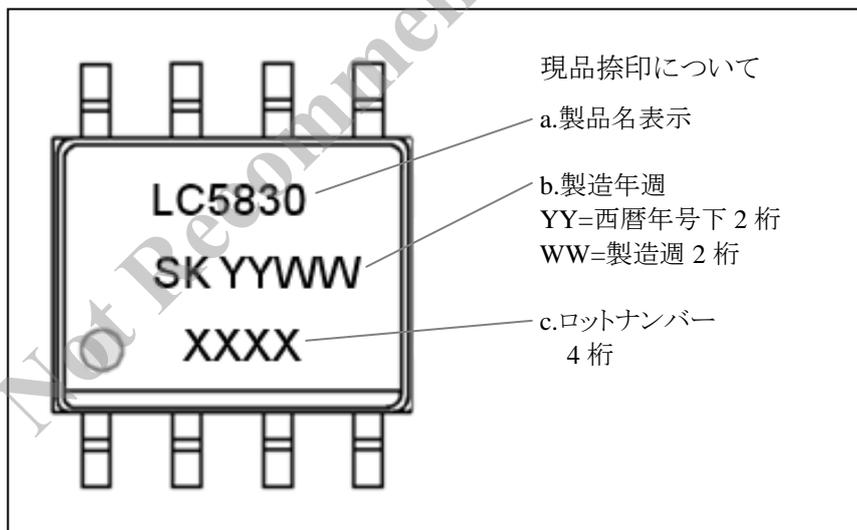
- 電源電圧:6V~48V
- 真値による出力の平均電流モード制御
- 全動作温度範囲において最大出力 3.0A
- サイクル・バイ・サイクル電流制限
- ハイサイドスイッチ内蔵
- PWM 調光周波数:100~2000Hz
- 内部位相補償
- 低入力電圧禁止(UVLO)および過熱保護搭載

## 主要スペック

電源電圧範囲 6V (MIN)~48V(MAX)  
 内蔵 MOSFET  $R_{DS(ON)}$  250m $\Omega$ (TYP)  
 $I_o=3A$

## アプリケーション

- 汎用高パワーLED 照明
- 商用ディスプレイおよび業務用 LED 照明



## 1. 絶対最大定格

- 詳細内容は、仕様書を参照願います
- 電流値の極性は、IC を基準としてシンクを“+”、ソースを“-”と規定します
- 特記なき場合の条件 Ta=25°C

表 1

項目	記号	規格	単位	条件
VIN 端子電圧	V <sub>IN</sub>	-0.3~50	V	
BOOT 端子電圧	V <sub>BOOT</sub>	-0.3~V <sub>IN</sub> +8	V	
スイッチング端子電圧	V <sub>SW</sub>	-1.5~V <sub>IN</sub> +0.3	V	
レギュレータ端子電圧	V <sub>CC</sub>	-0.3~14	V	V <sub>CC</sub> - GND 間
EN, TON 端子電圧	V <sub>EN</sub> , V <sub>TON</sub>	-0.3~V <sub>IN</sub> +0.3	V	
V <sub>CS</sub> 端子電圧	V <sub>CS</sub>	-0.3~7	V	
許容損失	PD	2.85	W	
動作時周囲温度	T <sub>A</sub>	-40~105	°C	
最大接合部温度	T <sub>j(MAX)</sub>	150	°C	
保存温度	T <sub>stg</sub>	-55~150	°C	
熱抵抗(接合-周囲間)	R θ ja	35	°C/W	JEDEC 規定の 4 層基板を使用して測定
熱抵抗(接合-Pad 間)	R θ jp	2	°C/W	

(1) 但し、ジャンクション温度により制限。

(2) 但し、過熱保護検出温度は約 165°C となる。

(3) 図 1 の熱減定格以内で使用する必要があります。

\*表中記載の端子に耐圧を越える電圧が印加された場合、製品にダメージを与える原因となる可能性があります。最大定格は各耐量を表しています。電気的特性に記載されている条件を超えて使用する事はできません。最大定格条件での長時間のご使用は製品の信頼性に影響を与える要因となり得ます。

## 2. 推奨動作条件

- 推奨動作条件とは、電気的特性に示す正常な回路機能を維持するために必要とする動作条件です。実使用は当条件内にする必要があります
- 電流値の極性は、IC を基準としてシンクを“+”、ソースを“-”と規定します
- 特記なき場合の条件 Ta=25°C

表 2

項目	記号	規格		単位	条件
		MIN	MAX		
入力電圧範囲	V <sub>IN</sub>	6	48	V	
出力電流範囲	I <sub>O</sub>	0	3	A	(4)
インダクタリップル電流 ΔIL/I <sub>O</sub> 比	ΔIL/I <sub>O</sub>	0.1	0.3	—	
動作周囲温度範囲	T <sub>OP</sub>	-40	105	°C	(4)

(4) 図 1 の熱減定格以内で使用する必要があります。

### 3. 電気的特性

- 詳細内容は、仕様書を参照願います
- 電流値の極性は、IC を基準としてシンクを“+”、ソースを“-”と規定します

**制御部電気的特性** 特記なき限り $V_{IN}=24V$ 、温度範囲; $T_A=-40\sim 105^{\circ}C$ 、特に記載がない限りTYP値は $T_A=25^{\circ}C$

表 3

特性項目	記号	規格値			単位	試験条件
		MIN	TYP	MAX		
入力電圧	$V_{IN}$	6	-	48	V	$T_A=25^{\circ}C$
低入力電圧禁止閾値電圧	$V_{UVLO}$	-	5.3	-	V	入力電圧上昇時
低入力電圧禁止ヒステリシス	$V_{UVLOHYS}$	-	150	-	mV	入力電圧下降時
VIN 端子供給電流	$I_{IN}$	-	5	-	mA	$V_{CS}=0.5V$ , EN="H"
VIN 端子停止時電流	$I_{INSD}$	-	1	10	$\mu A$	EN-GND 間短絡時 EN shorted to GND
降圧スイッチ電流制限閾値	$I_{SWLIM}$	3.0	4.0	5.0	A	
降圧スイッチ・オン抵抗	$R_{DB(on)}$	-	0.25	0.4	$\Omega$	$V_{BOOT}=V_{IN}+4.3V$ , $T_A=25^{\circ}C$ , $I_{SW}=1A$
低ブート電圧禁止閾値電圧	$V_{BOOTUV}$	1.7	2.9	4.3	V	$V_{BOOT}-V_{SW}$ 間電圧上昇時
低ブート電圧禁止ヒステリシス	$V_{BOOTHYS}$	-	370	-	mV	$V_{BOOT}-V_{SW}$ 間電圧下降時
最小オフ時間	$t_{OFFmin}$	-	110	150	ns	$V_{CS}=0V$
最小オン時間	$t_{SWONTIME}$		110	150	ns	
設定時オン時間	$t_{ON}$	800	1000	1200	ns	$V_{IN}=24V$ , $V_{OUT}=12V$ , $R_{ON}=137k\Omega$
負荷電流検出レギュレーション 閾値電圧	$V_{CSREG}$	187.5	200	210	mV	$V_{CS}$ 下降時、スイッチオン
負荷電流検出バイアス電流	$I_{CSBIAS}$	-	0.9	-	$\mu A$	$V_{CS}=0.2V$ , EN=low
VCC レギュレータ出力電圧	$V_{CC}$	5.0	5.3	5.6	V	$0mA < I_{CC} < 5mA$ , $V_{IN} > 6V$
VCC 電流制限*	$I_{CCLIM}$	5	20	-	mA	$V_{IN}=24V$ , $V_{CC}=0V$
ロジック部ハイレベル電圧	$V_{IH}$	1.8	-	-	V	$V_{EN}$ 上昇時
ロジック部ローレベル電圧	$V_{IL}$	-	-	0.4	V	$V_{EN}$ 下降時
EN 端子プルダウン抵抗	$R_{ENPD}$	-	100	-	k $\Omega$	$V_{EN}=5V$
PWM 調光最大オフ時間	$t_{PWML}$	10	17	-	ms	EN ロー、調光制御中、および内部リファレンス回路オン時に測定 ( $t_{PWML}$ 経過後、シャットダウン)
過熱保護動作開始温度	$T_{SD}$	-	165	-	$^{\circ}C$	
過熱保護動作ヒステリシス温度	$T_{SDHYS}$	-	25	-	$^{\circ}C$	

\*内部リアレギュレータは外部負荷をドライブするようには設計されていません。

熱減定格 Allowable package power dissipation

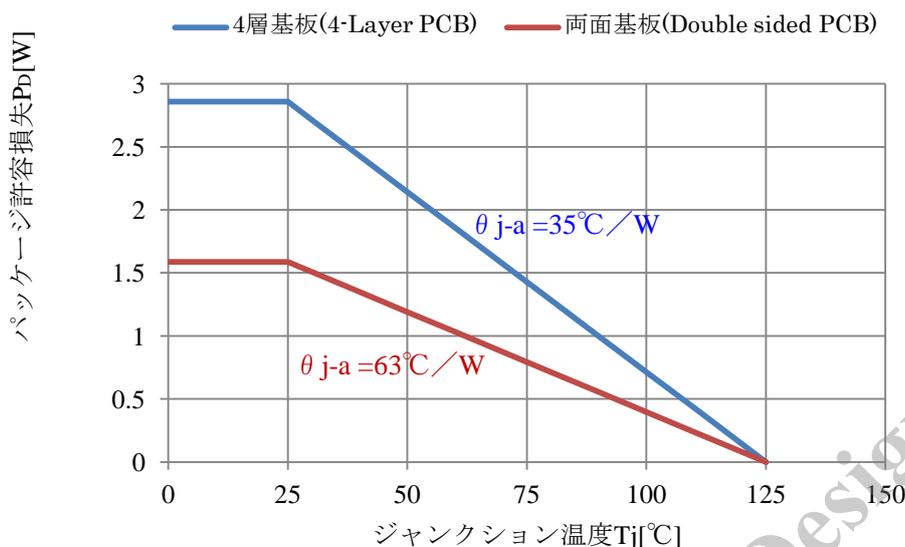


図 1. LC5830K 熱減定格  
(温度ディレーティング曲線)

注 1: JEDEC 規格準拠 4層基板実装時を標準にしています。

銅箔エリア 1inch × 1inch = 1inch<sup>2</sup> (645.16mm<sup>2</sup>) / レイヤの 4 層ビア接続(青線)

銅箔エリア 1inch × 1inch = 1inch<sup>2</sup> (645.16mm<sup>2</sup>) / レイヤの両面ビア接続(赤線)

※放熱パターンの合計面積が減少すると  $\theta_{j-a}$  が大きくなります。

注 2: 図 1 の熱減定格は、実装基板の最高使用温度=130°Cを考慮して、ジャンクション温度  $T_j=125^\circ\text{C}$  で算出しています。

注 3:  $P_D$  は次式で計算できます。

$$P_D = (V_{IN} \times I_{IN}) - (V_{OUT} \times i_{LED}) - (i_{LED}^2 \times DCR) - \{V_F \times i_{LED} \times (1 - \text{Duty})\} - (V_{CS}^2 / R_{SENSE}) \dots (1)$$

$V_{IN}$ : 入力電圧(V),  $I_{IN}$ : 入力電流(A),  $i_{LED}$ : LED の平均電流(A),

$V_F$ : 転流ダイオードの順方向電圧(V), DCR: インダクタ巻線の直流抵抗( $\Omega$ ),

Duty:  $V_{OUT} / V_{IN}$  ( $V_{OUT}$ =ストリング電圧 +  $V_{CS}$ ,  $V_{CS}=0.2$ (V),  $R_{SENSE}$ =電流検出抵抗( $\Omega$ ))

\*図 2 の測定回路による。

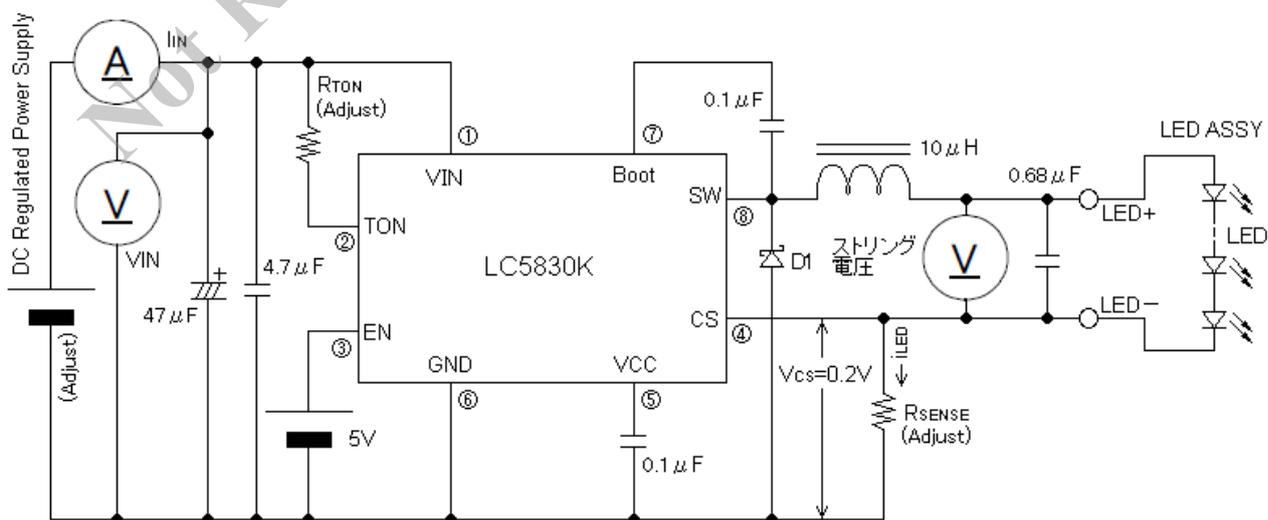


図 2. 損失測定回路

4. ブロックダイアグラム

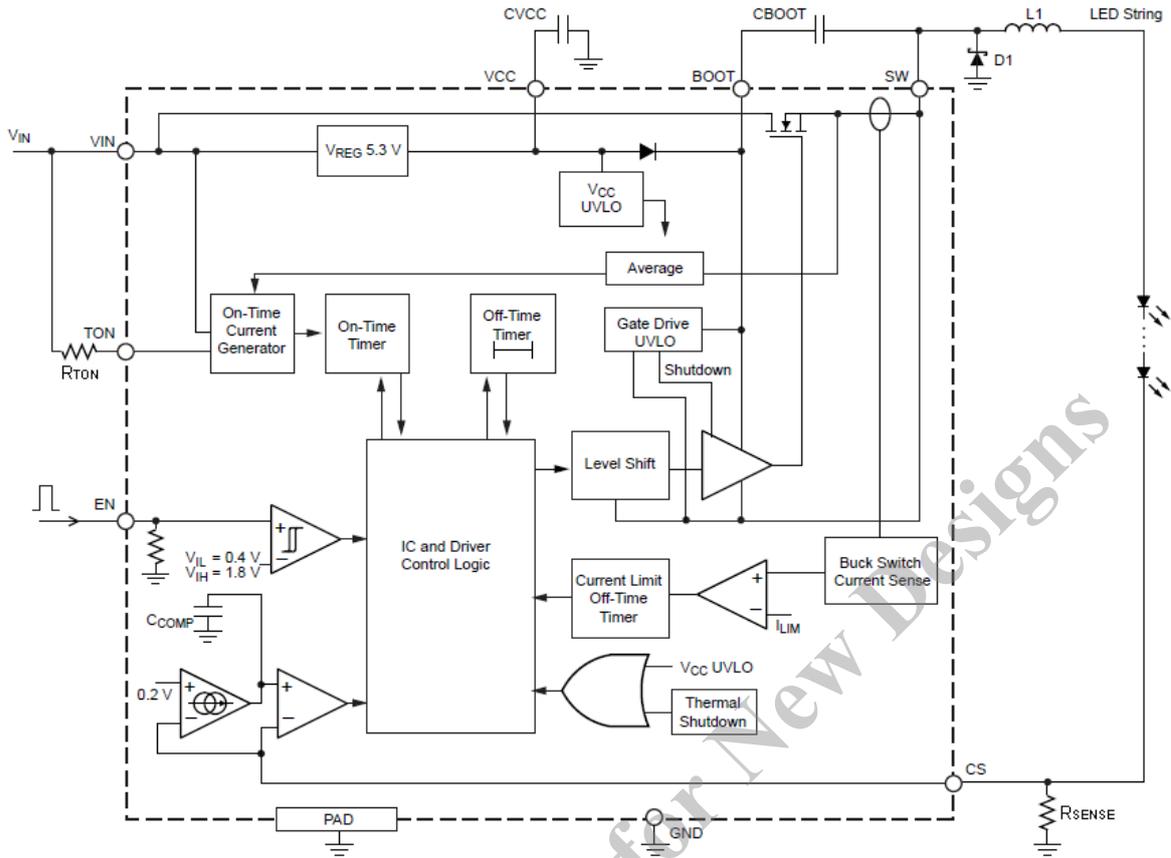


図 3. ブロックダイアグラム

5. 各端子機能



図 4. 端子配置

表 4

端子番号	記号	機能
1	VIN	電源電圧入力端子
2	TON	レギュレータ用 ON タイム設定抵抗端子
3	EN	オン/オフ制御、PWM 調光用ロジック信号入力端子
4	CS	ドライブ出力電流用検出フィードバック端子
5	VCC	内部リニアレギュレータ出力端子
6	GND	グラウンド端子
7	BOOT	DMOS ゲートドライバ ブートストラップ端子
8	SW	スイッチングアウトプット端子
Pad	-	放熱用パッド(GND へ接続)

6. 応用回路例

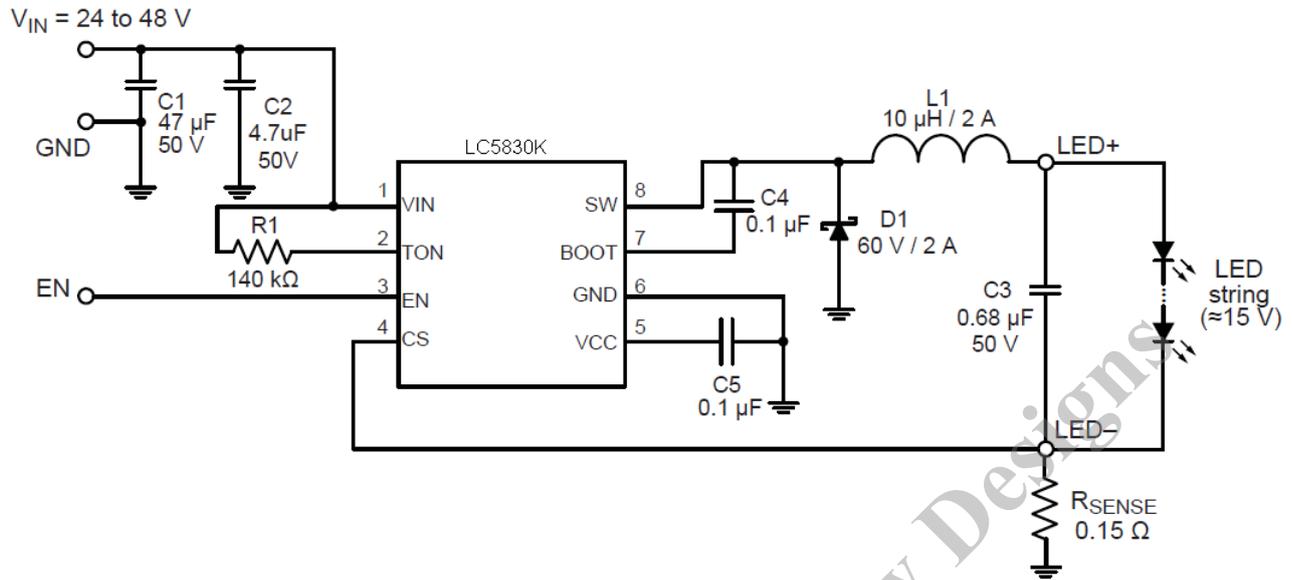


図 5. LC5830K 応用回路

図5にLED電圧15V、 $i_{LED}=1.3A$  ( $R_{SENSE}$ にて設定)を駆動させるための基本構成を示します。スイッチング周波数はR1により500kHzに設定されています。C<sub>OUT</sub>としてC3=0.68μFセラミックコンデンサをLEDストリングと並列接続することでLEDを通過するリップル電流を緩和します。(図17B参照)

注)デモボードの回路図は『9.2 デモボード回路図』を参照してください。

7. 外形寸法

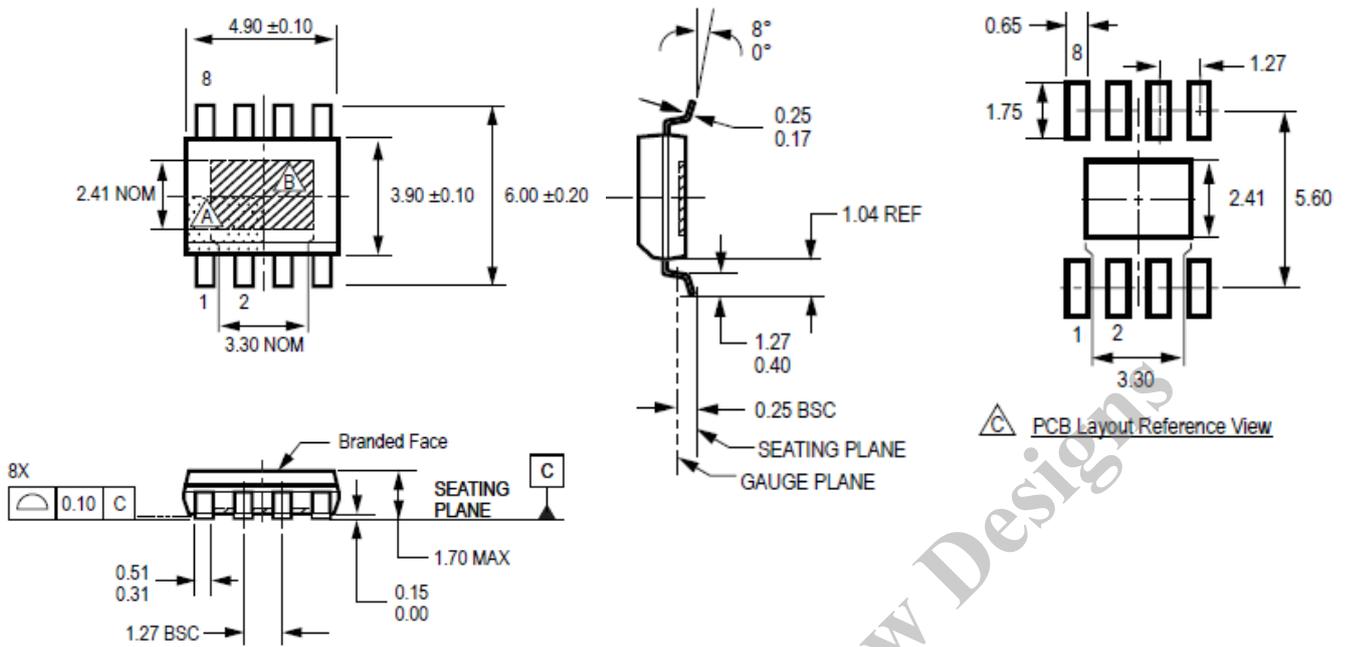


図 6. パッケージ外形寸法

単位: mm

Dimensions in mm

△A 1 番端子位置

△B 放熱用パッド

△C 標準パッドレイアウト(アプリケーションに応じて調整してください)

参考のみ; 機構設計用ではありません (MS-012BA を参照)

単位はミリメートルです

寸法にはモールドのバリ、ゲートのバリ、または突出部を含んでおりません

正確なパッケージ及び端子の外形は、提示した寸法範囲を供給者によって提示します

△A ピン#1捺印範囲

△B 裏面金属部

△C 参考用ランド・パターンのレイアウト (IPC7351SOP65P640X 120-29CM を参照);  
 全てのパッドは、全ての隣接パッドから最低 0.20mm とします; 製造上の制限及び PCB のレイアウトの条件によっては、必要に応じて調整して下さい;  
 多層 PCB への実装の場合、露出したサーマルパッド・ランドへのサーマル・ビアが、放熱の向上に寄与します (EIA/JEDEC 規格 JESD51-5 を参照下さい)

## 8. 動作説明

LC5830Kは、大電流LEDストリング駆動用に設計された降圧型レギュレータです。平均電流モード制御により、一定のLED電流と明るさを保っています。LED電流レベルは、以下の式に従って外付けの検出抵抗を選択することにより容易に設定することができます。

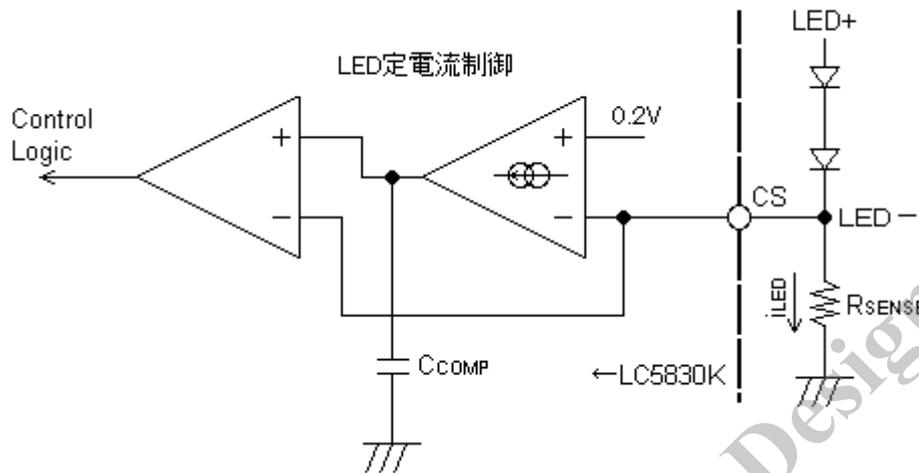


図7. LED電流の定電流制御

$$i_{LED} = V_{CSREG} / R_{SENSE} \quad \dots(2)$$

ここで  $V_{CSREG} = 0.2V$  typical.

つまりLEDに直列接続された、電流検出抵抗  $R_{SENSE}$  の両端電圧をCS端子で検出して、 $R_{SENSE}$  の両端電圧が一定(0.2V)になるように制御されます。この結果LEDの電流  $i_{LED}$  は一定になります。

### 8.1 周波数設定

LC5830Kは、スイッチング時に固定オン時間モードで動作します。オン時間(即ちスイッチング周波数)は、 $V_{IN}$ 端子と $T_{ON}$ 端子間に接続する外付け抵抗を用い、次式によって設定します。

$$t_{ON} = k \times (R_{TON} + R_{INT}) \times (V_{OUT} / V_{IN}) \quad \dots(3)$$

$$f_{SW} = 1 / [k \times (R_{TON} + R_{INT})] \quad \dots(4)$$

ここで、 $k = 0.013$ , 単位はそれぞれ  $f_{SW}$  が MHz,  $t_{ON}$  が  $\mu s$ ,  $R_{TON}$  が  $k\Omega$   $R_{INT} = 5k\Omega$  (図8参照)。

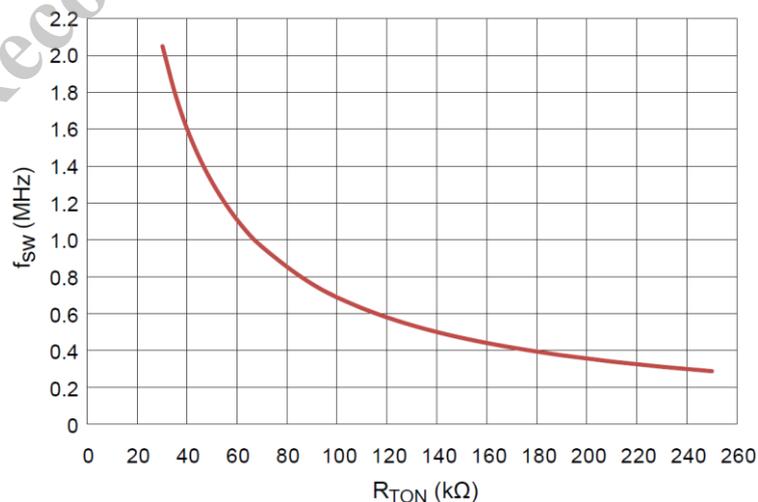


図8. スwitchング周波数と抵抗  $R_{TON}$  の関係

## 8.2 起動と調光

### ・EN端子

EN(イネーブル)端子にハイ信号が印加されると、ICが起動します。降圧型コンバータは、LED電流を $R_{SENSE}$ によって設定された目標レベルまで上昇させます。EN端子への入力がハイからローになりますと降圧型コンバータはオフしますが、ICは10ms間までスタンバイモードを維持します。この期間中にEN端子が再びハイになりますと、LED電流は直ちに流れ始めます。LEDのアクティブ調光はEN端子へのPWM信号によって可能となります。LED輝度はPWM信号のデューティ比でもたらされる結果です。実質的なPWM調光範囲は100Hzから2kHzです。PWM周波数200Hzでは調光デューティサイクルは100%から1%以下に変更可能です。

ENが17ms以上ローの場合、ICは電力消費を減らすためにシャットダウンモードに入ります。次のハイ信号はフル起動シーケンスを初期化します。そこには130 $\mu$ sの起動遅れが含まれています。この起動遅れはPWM動作中には現れません。EN端子は高電圧に耐えます。そして直接電源に接続可能です。EN端子が $V_{IN}$ 電圧よりも高くなった場合140k $\Omega$ のシリーズ抵抗が電流制限のために必要です。この抵抗はEN端子をロジックで駆動する場合は不要です。

### ・PWM 調光比

LEDストリングの輝度はEN端子において、PWMデューティサイクルを調整することで絞ることができます。調光比=PWMオン時間 / PWM周期であり、たとえば、PWM周期を5ms(PWM周波数200Hz)かつ、PWMオン時間を50 $\mu$ sとした場合、調光比は1%とすることができます。実際の回路では $V_{IN}$ 、 $V_{OUT}$ 、インダクタンス、LED電流、スイッチング周波数、PWM周波数などの多様なシステムのパラメータによって最小調光比は決定されます。一般的には最小PWMオン時間が50 $\mu$ sかそれ以上となるようにします。より短いPWMオン時間はより良好な動作条件にて許容されます。

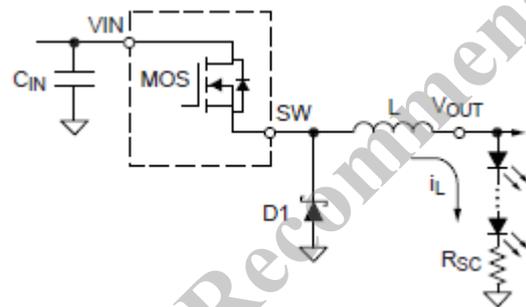
## 8.3出力電圧レンジ

以下に出力電圧を概算するための簡易式を示します。特に、降圧型コンバータの出力電圧については、おおよそ次式で求められます。

$$V_{OUT} = V_{IN} \times D - V_{D1} \times (1 - D) \approx V_{IN} \times D, \text{ if } V_{D1} \ll V_{IN} \quad \dots(5)$$

$$D = t_{ON} / (t_{ON} + t_{OFF}) \quad \dots(6)$$

ここで、Dはデューティサイクル、 $V_{D1}$ はショットキーダイオードD1の順方向電圧降下(通常0.5V以下)です。



### ・スイッチング・オン期間

$$i_{RIPPLE} = [(V_{IN} - V_{OUT}) / L] \times t_{ON} \quad \dots(7)$$

$$= [(V_{IN} - V_{OUT}) / L] \times T \times D$$

$$\text{ここで、} D = t_{ON} / T \quad \dots(7)$$

### ・スイッチング・オフ期間

$$i_{RIPPLE} = [(V_{OUT} - V_{D1}) / L] \times t_{OFF} \quad \dots(8)$$

$$= [(V_{OUT} - V_{D1}) / L] \times T \times (1 - D)$$

従って、出力電圧の簡易式は以下となります。

$$V_{OUT} = V_{IN} \times D - V_{D1} \times (1 - D) \quad \dots(9)$$

もし  $V_{D1} \ll V_{OUT}$  ならば、

$$V_{OUT} \approx V_{IN} \times D \quad \dots(10) \text{ となります。}$$

さらに正確には

$$V_{OUT} = (V_{IN} - I_{av} \times R_{DS(on)}) \times D - V_{D1} \times (1 - D) - R_L \times I_{av} \quad \dots(11)$$

ここで  $R_L$  はインダクタの抵抗です。

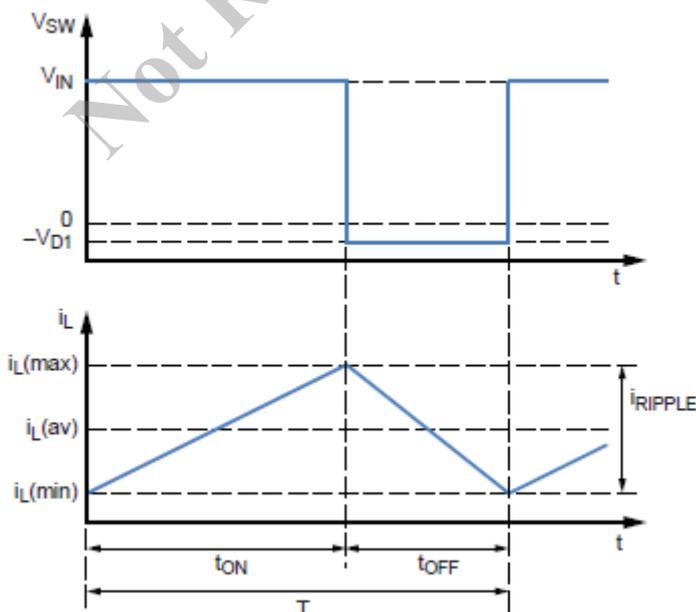


図 9. 降圧型コントローラ用簡易計算説明図

与えられた入力電圧に対する最大出力電圧は、スイッチング周波数と最少オフ時間に依存します。例として、 $t_{OFF(min)} = 150ns$ 、 $f_{sw} = 1MHz$ のとき、最大デューティサイクルは85%になります。つまり、24V入力の場合、最大出力は20.3Vとなります。これはつまり、各LEDの $V_F$ が3.3V以下とすると、6個の直列したLEDを動作させることができます。

最小出力電圧は最小 $t_{ON}$ とスイッチング周波数に依存します。例として、最小 $t_{ON}$ が150ns、 $f_{sw}$ が1MHzのとき、最小のデューティサイクルは15%となります。つまり、 $V_{IN} = 24V$ のとき、最小 $V_{OUT}$ は3.2V (LED一つ) となります。より低周波数な領域におけるスイッチングでは幅広いレンジの $V_{OUT}$ が達成でき、それゆえ、より柔軟にLEDを編成できます。図10に示してあります。

一般的には低いスイッチング周波数であるほど $V_{OUT}$ の範囲が広くなり、LED電圧を柔軟に選ぶことができます。これについて図10に示されます。図11では最小・最大出力電圧がLED電流に伴いどのように変化するかを示しています。(ただし、 $R_{DS(on)} = 0.4 \Omega$ , inductor DCR =  $0.1 \Omega$ , and diode  $V_f = 0.6 V$ )

もし、必要となる出力電圧が最小 $t_{ON}$ で定まる電圧よりも低い場合、コントローラは正確なデューティを得るために自動的に $t_{OFF}$ 期間を延長します。これはLED電流を常に一定に保つため、スイッチング周波数が必要に応じて低下することを意味しています。

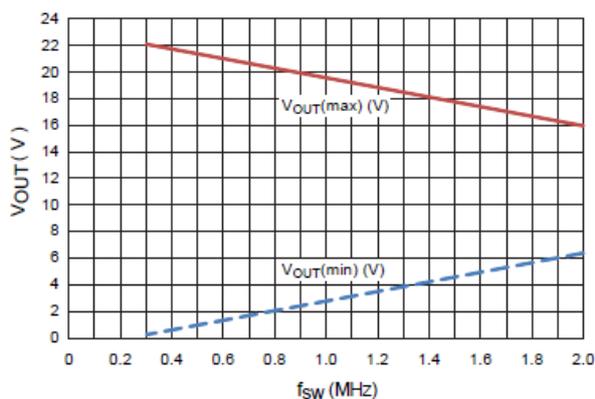


図10. スwitchング周波数に対する最小および最大出力電圧 ( $V_{IN} = 24V$ ,  $t_{ON}$ および $t_{OFF}$  150nsのとき)

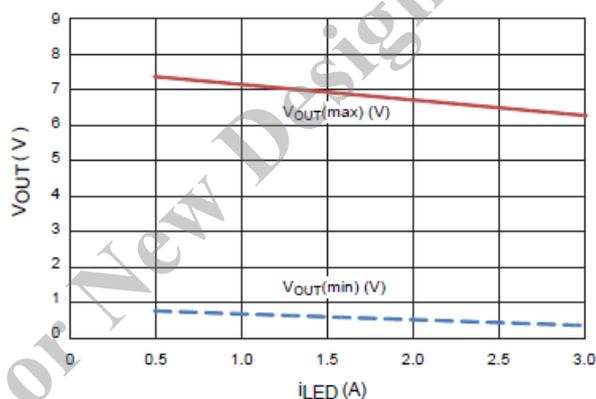


図11. LED電流に対する最小および最大出力電圧 ( $V_{IN} = 9V$ ,  $f_{sw} = 1MHz$ ;  $t_{ON}$ および $t_{OFF}$  150nsのとき)

### 8.3.1 LC5830K で駆動可能な LED 数

CS 端子電圧=0.2V、接続する LED の 1 個あたりの  $V_F$  を 3.5V(Max)とすると、駆動可能なストリングの直列 LED 数は図 12、図 13 のようになります。

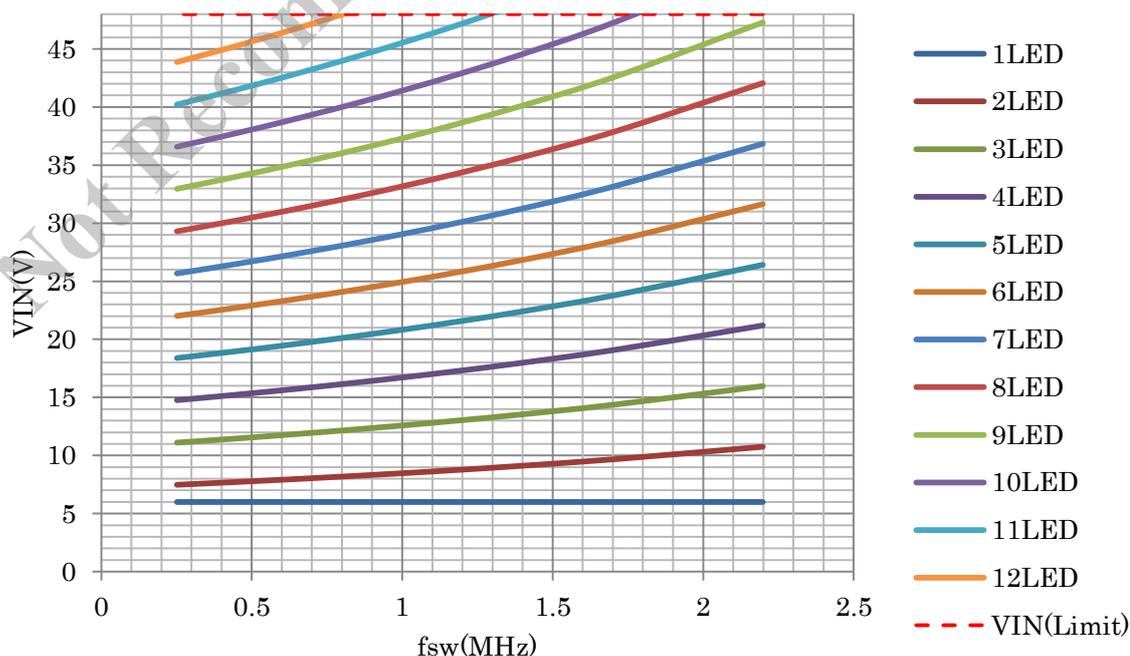


図 12.  $t_{OFF}(Min) = 150nsec$  による  $V_{IN}$  の制限

図 12 は、出力電圧  $V_{OUT}$  と入力電圧  $V_{IN}$  の電圧差が小さくなり、 $t_{OFF}(\text{Min})=150\text{nsec}$  に達する  $V_{IN}$  の条件を示しています。基本的には  $t_{OFF}(\text{Min})=150\text{nsec}$  に当たる条件を回避する必要があるため、周波数が高くなるほど、 $V_{IN}$  を上げ、ON Duty を減少させる必要が有りますが、推奨動作条件:  $V_{IN} \leq 48\text{V}$  ですので、図 12 より、 $R_{TON}$  で設定しうる周波数全域では 9 個直列が限界になります。尚、10 個～12 個までは、周波数を下げることで使用可能な領域が有りますが、各曲線の上方向へ  $V_{IN}$  条件を設定する必要があるため、設定可能範囲は各曲線の  $V_{IN}$  値～48V までとなります。

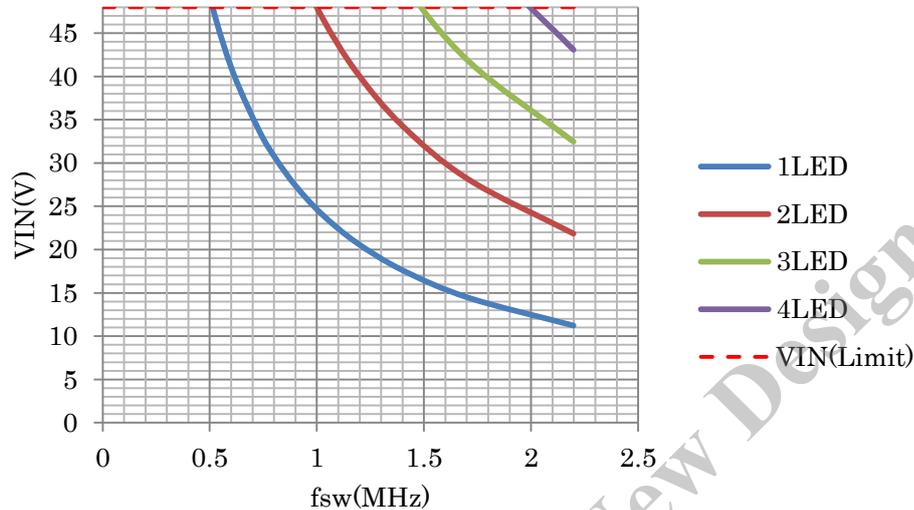


図 13. 少 LED で入力電圧が高い場合、 $t_{ON}(\text{Min})=150\text{nsec}$  による  $V_{IN}$  の制限

図 13 は少ない直列数、且つ  $V_{IN}$  が高い条件にて、 $t_{ON}(\text{Min})=150\text{nsec}$  に当たる条件を示しています。IC の動作状態としては  $V_{OUT} \ll V_{IN}$  ですので、制御 Duty は狭くなります。ここでも周波数が高いほど制御余裕が狭くなるため、図 13 の各曲線の下方向へ  $V_{IN}$  を設定する必要があると有ります。また、図 12 同様に推奨動作条件より  $V_{IN} \leq 48\text{V}$  ですのでご注意ください。

以上のことから、 $R_{TON}$  の設定に対して周波数が減少する方向へずれる場合は  $t_{ON}(\text{Min})$  条件、出力電圧が不足する様な現象が起きる場合は  $t_{OFF}(\text{Min})$  の条件に当たっている可能性が有ります。 $V_{OUT}$  は LED の直列数で決まるため、 $V_{IN}$  の設定範囲或いは周波数設定を見直してください。

## 8.4熱設計

LC5830Kのハイサイドスイッチは、3.0Aまでの電流を供給できます。しかし、デューティーサイクルによっては、ハイサイドスイッチでの導通損がパッケージの過熱を起こす可能性があります。そのため、パッケージ内の総電力損失が設計通りに収まるよう注意する必要があります。例として、ICの表面における最大温度上昇が $\Delta T=50K$ とした場合、ICの最大電力損失は1.4Wとなります。最大RDS(on)が $0.4\Omega$ 、デューティーサイクルが85%と仮定すると、最大LED電流はおおよそ2.0Aに制限されます。低デューティーサイクルのときは、LED電流値をより大きくできます。

## 8.5過電流保護(OCP)

図14にLC5830Kの電流検出抵抗(CS端子)をGNDに短絡させた際の動作波形を示します。SW端子へ約3.75Aが流入するとすぐに過電流保護が働き、動作を停止します。その後、冷却のためおおよそ $380\mu s$ の周期にてICは再起動を試み、図14の様な間欠動作となります。LC5830KのOCPレベルは $3.75A_{typ}$ です。

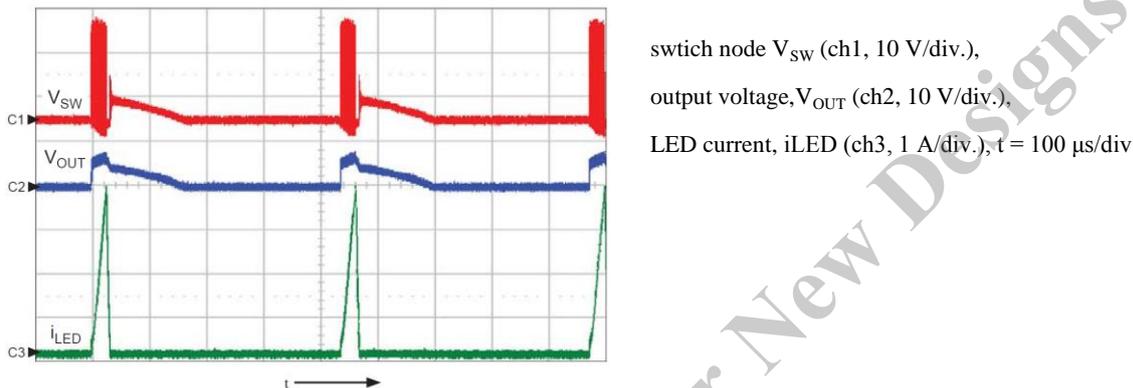


図14. 検出抵抗端子-GND間ショートにおけるフォルト発生時のLC5830Kの過電流保護

## 8.6 外付け部品

一般に降圧型コンバータでは、インダクタは重要な部品です。インダクタは、次の手順で正確な定数を求めてください。

### 8.6.1インダクタの選定

#### 1)インダクタ飽和電流の決定

LED電流の平均値に20%分を加えることで簡単に求めることができます。

$$i_{SAT} > i_{LED} \times 1.2 \dots(12)$$

#### 2) $\Delta I_L$ (インダクタリプル電流の振幅:ピーク・ツー・ピークの値)の決定

一般的には $\Delta I_L$ を、LEDの平均電流の10%から30%と設定します。

$$0.1 < \Delta I_L / i_{LED} < 0.3 \dots(13)$$

#### 3)インダクタンスの算出

$$L = (V_{IN} - V_{OUT}) \times D \times T / \Delta I_L \dots(14)$$

$$D = (V_{OUT} + V_{D1}) / (V_{IN} + V_{D1}) \dots(15)$$

このとき、 $D$ はデューティーサイクル、 $T$ は $1/f_{SW}$ 期間、 $V_{D1}$ はショットキーダイオード $D1$ の順方向電圧降下を示しています(図9参照)。

#### 4)インダクタ値の計算例

図15はLED電流・スイッチング周波数・インダクタ値の間の相関をまとめた図となります。この図に基づいて、LED電流=2A、スイッチング周波数=1MHzと仮定した場合、リプル電流を30%以下とするためには最小インダクタンス=10 $\mu H$ となります。(注意: $V_{OUT} = V_{IN} / 2$ はリプル電流に対するワーストケースです。)もし、このスイッチング周波数がこれより低い場合、より大きなインダクタンスを必要とし、リプル電流は緩やかになります。

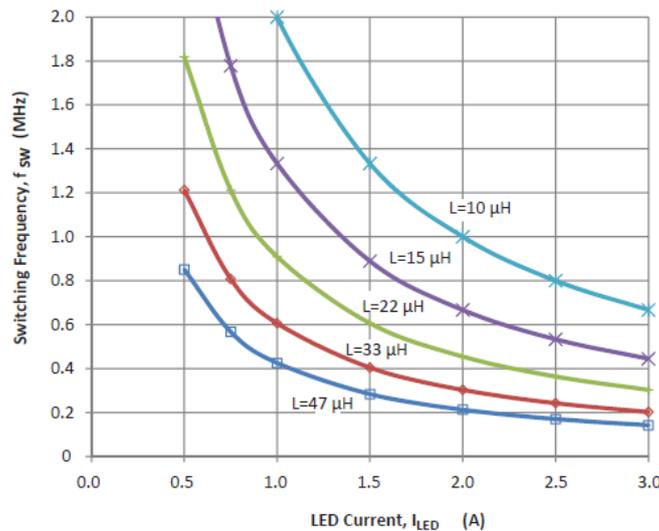


図15.LED電流とスイッチング周波数によるインダクタンスの計算値

$$V_{IN} = 24 \text{ V}, V_{OUT} = 12 \text{ V}, \Delta I_L / I_O (i_{LED \text{ ave}}) = 30\%$$

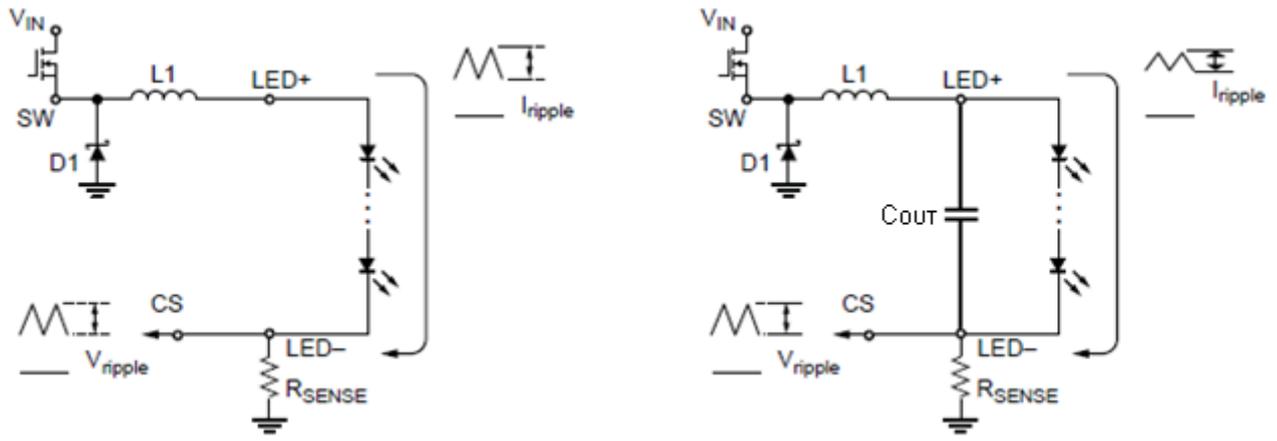
### 8.6.2 インダクタの選定上のご注意

- 安定動作のために、インダクタリプル電流の割合 ( $\Delta I_L / i_{LED}$ ) は10%~30%を推奨しています。この範囲内となるよう最小VINにてインダクタとスイッチング周波数の選択をしてください。尚、Buck型における一般的な値として、 $\Delta I_L / i_{LED} = 20\% \sim 30\%$  がインダクタの設定としては『最もコストパフォーマンスが良い』設定とされています。
- 許容される大きなリップル電流の割合 ( $\Delta I_L / i_{LED}$ ) については厳密な制限がありません。しかし本ICでは、インダクタ電流が臨界或いは不連続ではなく、直流重畳された連続電流モードを推奨しています。 $\Delta I_L / i_{LED}$  の割合を大きくするとインダクタのインダクタンスを小さくすることが可能ですが、極端にインダクタンスを下げると、インダクタ電流のピークがOCPレベルに当たってしまうケースが有ります。この場合、本ICが意図した動作を行うことができません。
- インダクタメーカーのデータシートを入手して、OCPが作動する電流値で飽和しないことを確認してから、部品を選定してください。
- 一般にインダクタンスが同じなら、外形の大きいインダクタの方が巻線の温度上昇が低いこととなります。コアの窓枠に太い電線が巻けるため、これは巻線の断面積が大きい事で直流抵抗が小さい事を意味します。
- インダクタ構造は、ドラム型の様な開磁路の構造ではEMI等に与える影響が懸念されますので、閉磁路型の構造を持つ低漏洩磁束タイプを推奨します。

### 8.6.3 出力フィルタコンデンサ

LC5830Kはコスト削減のため、出力フィルタコンデンサ無しで動作するよう設計されています。電解コンデンサなどの大きな容量を出力へ追加することを推奨していません。いくつかのアプリケーションでは出力リップル電圧・電流を減少させるためにLEDストリング全体(LED+とLED-との間)にて小型のフィルタコンデンサを加えることを必要とする場合があります。以下の点をご注意下さい。:

- 大きなリップル電流がパターンに流れることで、ICのGND電位が不安定になる事を回避する。(パスカン)
- このフィルタコンデンサの追加はPWM調光動作の間、LED電流の遅れ時間を生じます。従って最大PWM調光比率は縮小されます。
- フィルタコンデンサはLED+端子とGND端子を絶対に接続しないで下さい。このように接続した場合、CS端子にて若干のリップル電流値を検出してしまい、レギュレーションのための制御ループが不安定動作になります。



(A)コンデンサ無  
LEDリップ電流はCS端子のリップル電圧に比例する。

(B)LEDストリングに並列にコンデンサC<sub>OUT</sub>有  
LEDリップ電流はCS端子がハイに留まる間、低減される。デモボードではC7です。

図16. リップル電流と電圧(シャントコンデンサ有無)

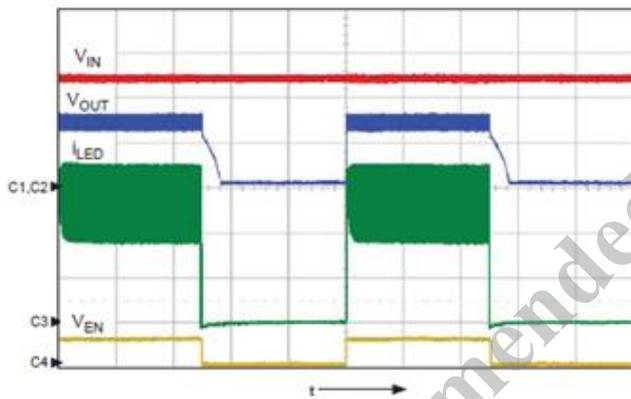


図 17A. LED 列にコンデンサ無

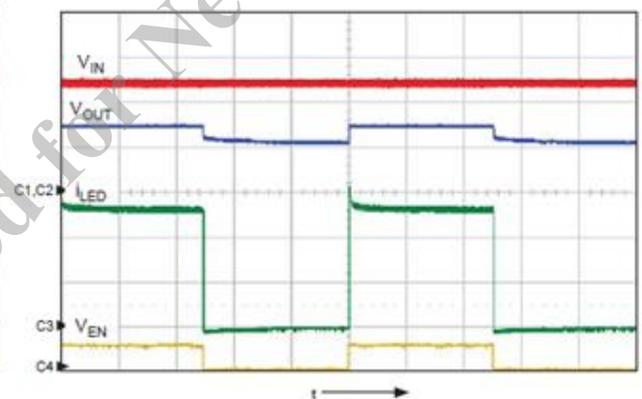


図 17B. LED 列に C<sub>OUT</sub>=0.68µF のコンデンサ接続

動作条件: 200 Hz,  $V_{IN} = 24\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 15\text{ V}$ ,  $f_{sw} = 500\text{ kHz}$ ,  $L = 10\text{ }\mu\text{H}$ , duty cycle = 50%  
CH1 (赤) =  $V_{IN}$  (10 V/div), CH2 (青) =  $V_{OUT}$  (10 V/div),  
CH3 (緑) =  $i_{LED}$  (500 mA/div), CH4 (黄) = Enable (5 V/div), time scale = 1 ms/div

9. 部品配置と基板設計のガイドライン  
 9.1 パターン図(弊社デモボード基板)

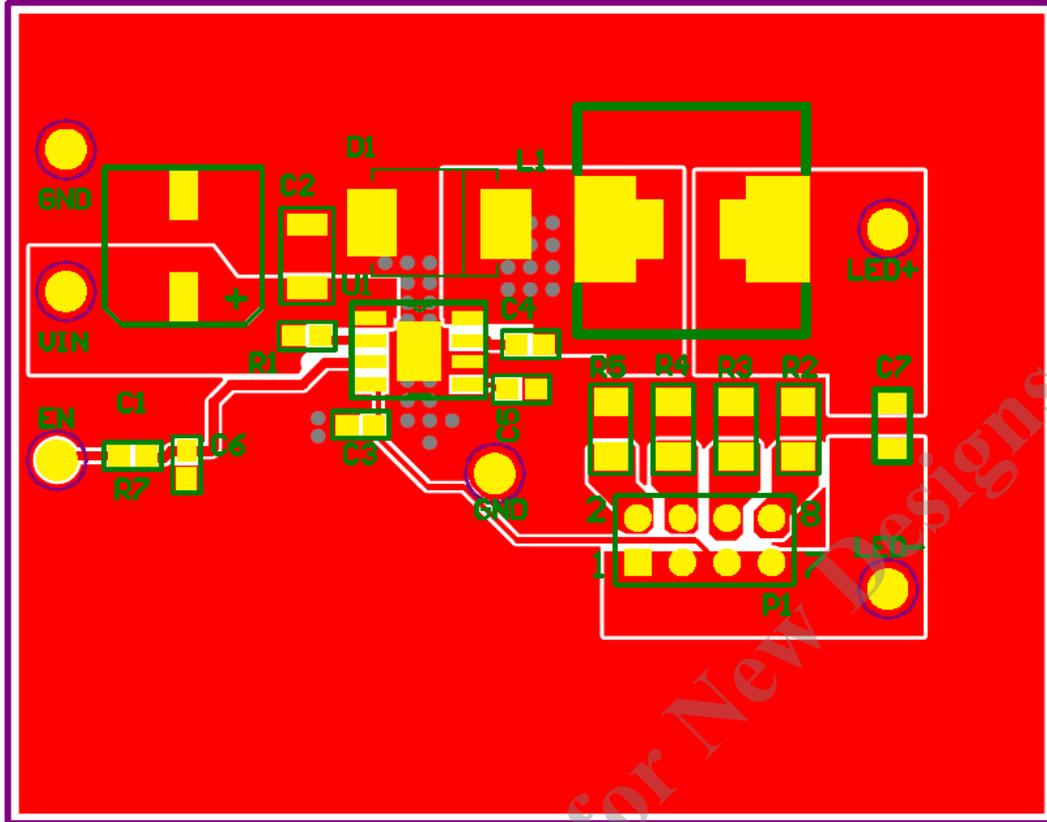


図 18A. デモボード基板図(両面基板/部品実装面)

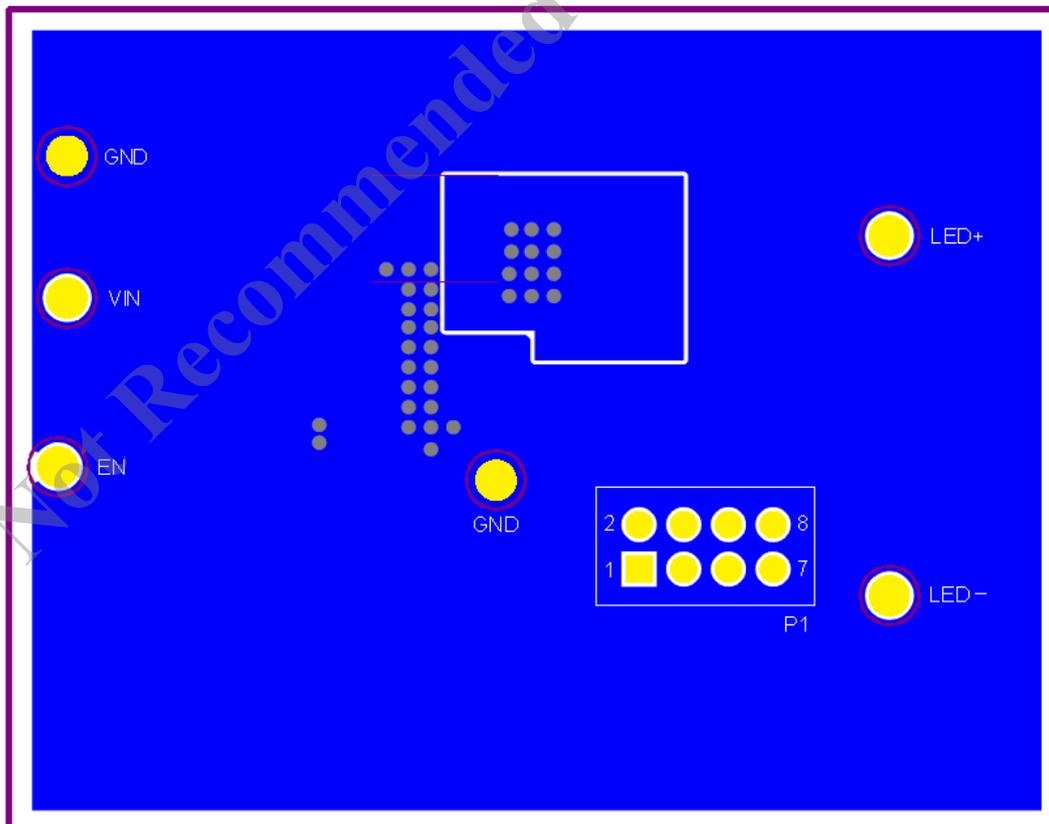


図 18B. デモボード基板図(両面基板/裏面)

両面基板(銅箔厚: 35  $\mu$  m、基材厚=1.6mm、外形=60mm  $\times$  47mm)。

●はビア( $\phi$  0.3 貫通スルーホール)。

9.2 デモボード回路図

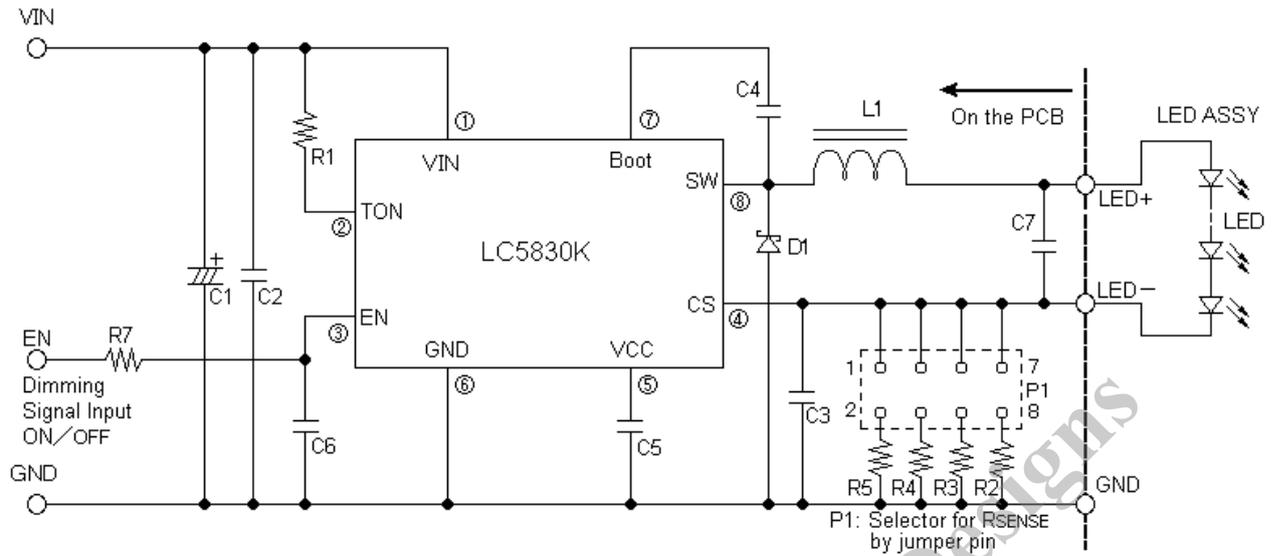


図 19. LC5830K デモボード回路図

VIN=6~48V, LED スtring 電圧 ≒ 15V, Fsw ≒ 1MHz

C1:47 μF/50V C2:4.7 μF/50V C4:0.1 μF/50V C5:0.1 μF/50V L1:10 μH

D1:SJPB-L6/サンケン電気

R1:140kΩ R2:130mΩ R3:200mΩ R4:390mΩ R5:750mΩ...R2~R5 は P1 のジャンパーピンで切り換えすることができます。

注)実験用オプション部品:C3, C6, C7, R7

- \*1:R7/C6 →調光パルスの速度調整...実験用
- \*2:C7→LED に流れるリップル電流低減...実験用
- \*3:C3→CS 端子~GND 間のノイズフィルタ用...実験用

C3, C6, C7, R7 はいずれも、入力する調光パルスに対して遅れ要素となります。

基板設計はどんなスイッチング電源においても重要な意味を持ちます。良いレイアウトはスイッチング素子からの放射ノイズを抑え、熱的特性と高い効率を保証します。このガイドラインが高品質な基板レイアウトの助けとなるでしょう。図18A, 図18Bは弊社デモボード基板における部品の配置例を示します。図20は三つの重要な電流ループについて示しており、このループは比較的広い配線を使い小さくします。

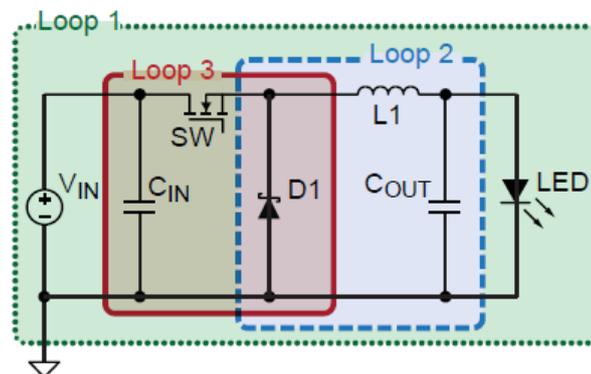


図20. コンバータに流れる3つの電流経路

- 1) パワーMOSFET(LC5830Kに内蔵)がオンとなった際、電流が入力側コンデンサよりパワーMOSFETを通過して流れ込み、出力インダクタを介して負荷へ至り、そしてループ1に示すようグランドへと戻ります。このループは比較的太い配線とします。理想的にこの接続はトップ(部品)面とグランド面を通します。

- 2) パワーMOSFETがオフのとき、還流電流がグラウンドからダイオードD1を通過して流れ込み、負荷へ出力インダクタを介して負荷へ至り、そしてループ2に示すようグラウンドへ戻ります。このループもまた小さく比較的太い配線を用います。理想的にはこの接続はトップ(部品)面とグラウンド面の両方へ接続します。
- 3) パワーMOSFETがオンする瞬間に、大きな $di/dt$ が発生すると、ダイオードD1はループ3に示すよう逆回復を経ます。入力コンデンサ $C_{IN}$ はこの高い瞬間的な電流を供給しなければなりません。C1(図19/電解コンデンサ)は、C2(図19/セラミックコンデンサ)から遠くにあってはなりません。そのため、C2からパワーMOSFETとダイオードD1を通過しグラウンドへ届く経路は最短となるようにします。理想的にはこの接続はトップ(部品)面とグラウンド面の両方へ接続します。
- 4) SW端子(8番ピン)における電圧は0VからVIN電圧まで非常に高速に推移し、ノイズの原因となる可能性があります。スイッチノイズを最小化するためダイオードとインダクタをLC5830Kに密接して配置する事が最良です。
- 5) アナログ信号部品(CS、スイッチング周波数設定用のR1/図19)はSW端子から距離を置いてください。
- 6) 正確な電流検出のために、LED電流検出抵抗 $R_{SENSE}$ (図19のR2~R5)はICの近くに配置します。
- 7) ブートストラップコンデンサC4(図19)はBOOT端子(7番ピン)の近くに配置し、配線長を短くします。
- 8) 入力と出力コンデンサ(図19のC1、C2、C7)の経路について複数のビアを用い、グラウンド面とLC5830K端子をできるだけ短い経路となるようにしてください。
- 9) PCBの損失最小化と効率の改善のためには、入力(VIN)と出力(VOUT)の配線が広く、複数の層に構成させるべきです。
- 10) 温度特性を改善するためにGNDパターンを多層化します。可能な限り多くのビアをグラウンド面と、ダイオードのアノード端子周辺に配置します。
- 11) LC5830Kのサーマルパッドは多数のビアによってグラウンド面と接続しなければなりません。たくさんのビアは低い動作温度と高効率化をより確実なものにします。

### 9.3 放熱レイアウト最適化

熱伝導性を含むプリント基板の特性と隣接している他の部品の熱源はデバイスの伝熱能力に非常に重要な影響を与えます。放熱性能を最適化するためには下記を考慮してください。

- ・裏面放熱パッド部は出来る限り広範囲に銅エリアに接続してください。
- ・銅の厚みはできるだけ厚くしてください(高出力アプリケーションの場合は2オンスまたはそれ以上)
- ・放熱ビアの数が多いほど放熱には良好です。ビアの価格が懸念される場合は図21に示されているように、タイトなパターンの製品直下にビアを集結させることも、最大の効果があることを示しました。
- ・基板反対側の追加した露出した銅エリアにはビアによって接続されるべきです。銅はできるだけ広いエリアをカバーすべきです。
- ・他の熱源はできる限り製品から遠ざけてください。
- ・ダイオードの陽極の周りのグラウンド層にできるだけ多くのビアをを配置してください。

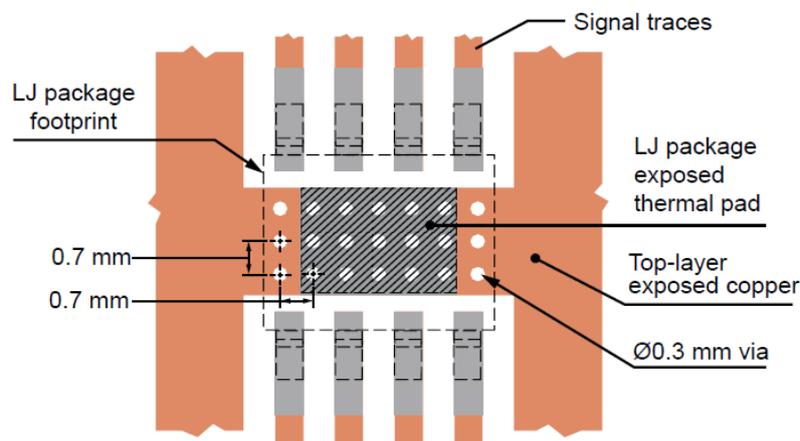


図 21. 放熱最適化の PCB レイアウト(下層、銅エリアは最大を推奨)

10. 代表特性例

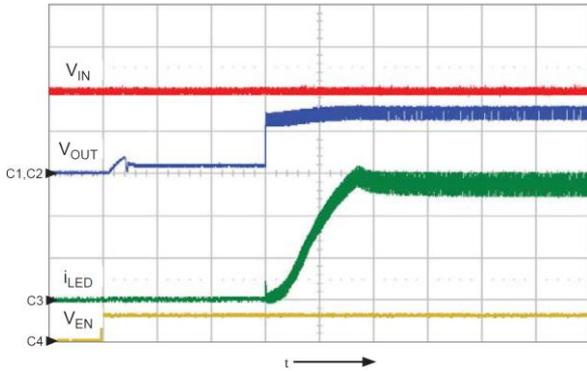


図 22A. 起動波形  $V_{IN} = 19V$

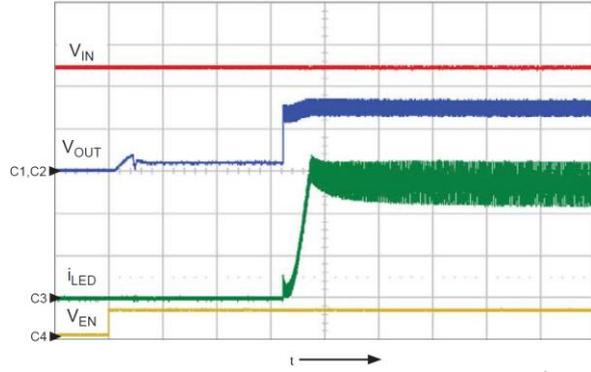


図 22B. 起動波形  $V_{IN} = 24V$

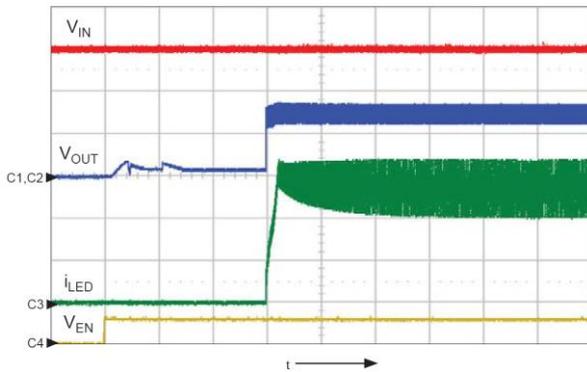


図22C. 起動波形  $V_{IN} = 30V$

\*動作条件: LED 電圧 = 15V,  
LED 電流 = 1.3A,  $R_1 = 63.4k\Omega$   
(スイッチング周波数 = 1MHz)、  
 $V_{IN} = 19V$ (図 22A)、  
 $V_{IN} = 24V$ (図 22B)、  
 $V_{IN} = 30V$ (図 22C)  
オシロスコープ設定  
CH1 (赤) =  $V_{IN}$  (10 V/div),  
CH2 (青) =  $V_{OUT}$  (10 V/div),  
CH3 (緑) =  $i_{LED}$  (500mA/div),

図23A. PWM動作時の波形 Duty=50%

\*動作条件: 200Hz,  $V_{IN} = 24V$ ,  $V_{OUT} = 15V$ ,  $R_1 = 63.4k\Omega$ , duty cycle = 50%

図 23A. Duty=50%, 図 23B. Duty=2%

オシロスコープ設定

- CH1 (赤) =  $V_{IN}$  (10 V/div),
- CH2 (青) =  $V_{OUT}$  (10 V/div),
- CH3 (緑) =  $i_{LED}$  (500 mA/div),
- CH4 (黄) = Enable (5 V/div),

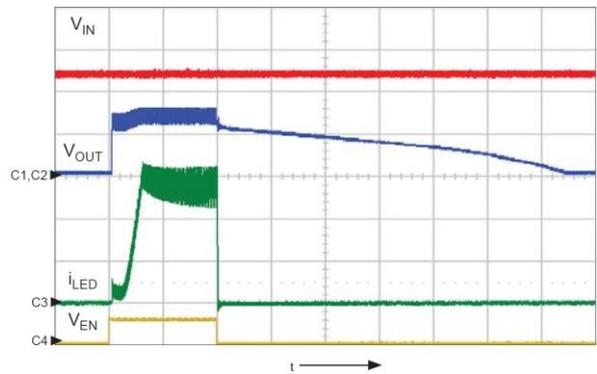
時間: 1 ms/div (図 23A)

50  $\mu$ s/div (図 23B)

図 23A, 図 23B はデューティサイクルによる PWM 動作です。PWM 調光時に起動遅れはありません。

注) C3, C6, C7, R6: オープン

図23B. PWM動作時の波形 Duty=2%



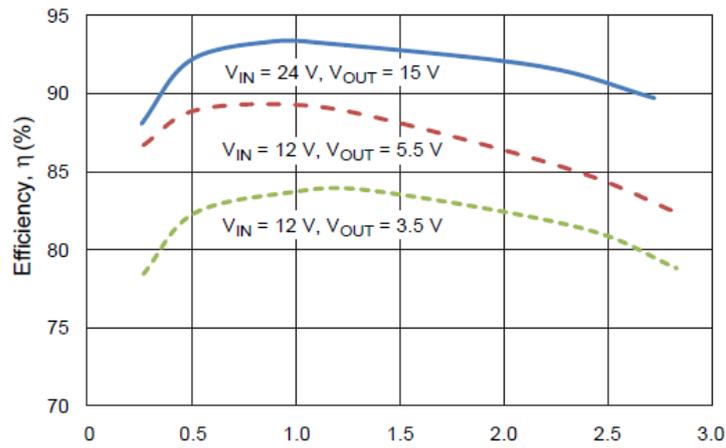


図 24. LED 電圧毎の効率対 LED 電流( $f_{sw}=1\text{MHz}$ )

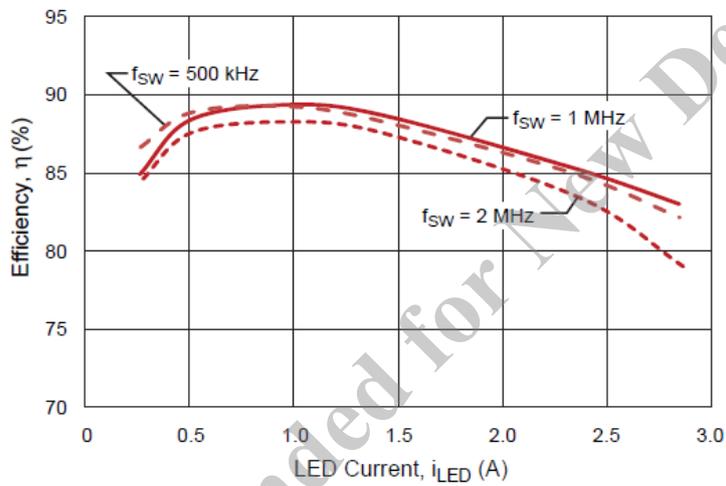


図 25. スイッチング周波数毎の効率対 LED 電流( $V_{IN}=12\text{V}$ 、 $V_{out}=5.5\text{V}$ )

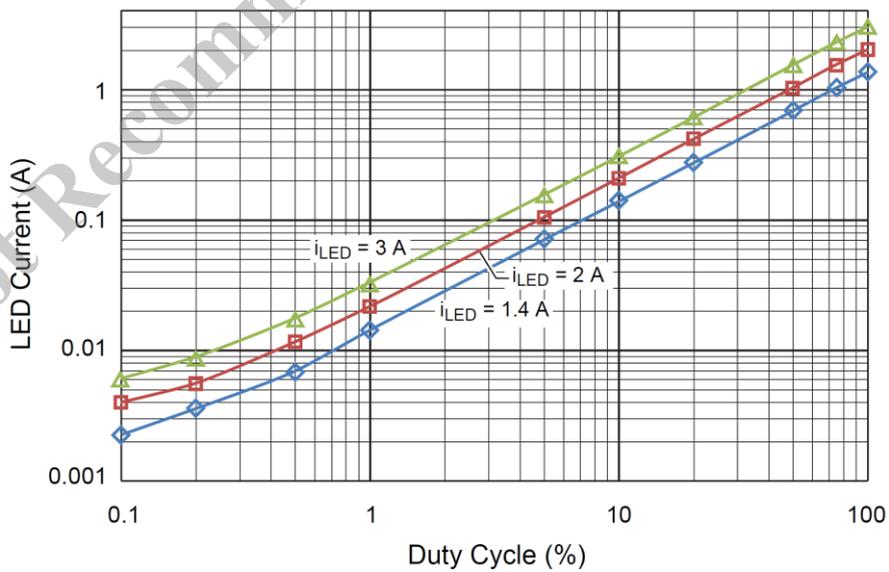


図 26. LED 平均電流対 PWM 調光比  
( $V_{IN}=12\text{V}$ 、 $V_{OUT}=3.5\text{V}$ 、 $f_{sw}=1\text{MHz}$ 、 $f_{pwm}=200\text{Hz}$ 、 $L=10\mu\text{H}$ )

## 11. 梱包

1) リール梱包(図 25 参照)

容器:エンボステープ+リール

2) 内箱

梱包材:ダンボール

収納数:3000 個/リール

3) 外装梱包容姿

梱包材:ダンボール

収納数:内箱 1-9 箱

4) 外箱

梱包材:ダンボール箱

収納数:3, 6, 9リール/箱を標準とします。

5) 備考

※輸送・荷扱い時の振動・衝撃に十分耐え、製品に損傷を与えないよう処理されていること。

※輸送・保管中の塵に対して保護されていること。

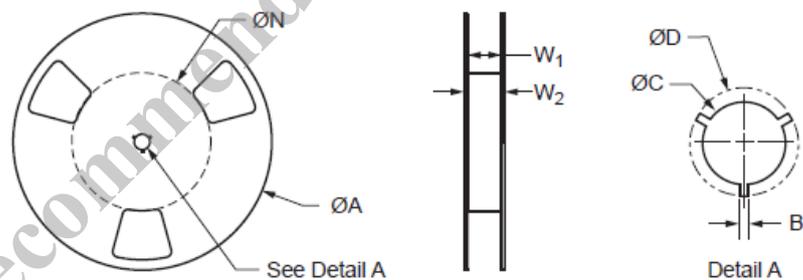
6) 梱包明細

各外装梱包箱の外側に梱包明細を添付します。

表示内容 貴社部品番号、貴社注文番号、品名、数量。

(注)ロットNoは製品に明記

### 11.1 リール寸法図



Access hole and hub configuration may vary at supplier discretion within limits shown

表 5.リール寸法表(単位:mm)

Type	A	B	C	D	N
Plastic 13 in.	330 (Nom)	1.5 (Min)	$13^{+0.5}_{-0.2}$	20.2 (Min)	102 (Nom)
<b>W<sub>1</sub> (inside, at Hub)</b>			12.4 (Min)		
<b>W<sub>2</sub> (outside, at Hub)</b>			18.4 (Max)		

Reference EIA 481

図 27. リール寸法図

11.2 エンボステープ寸法図

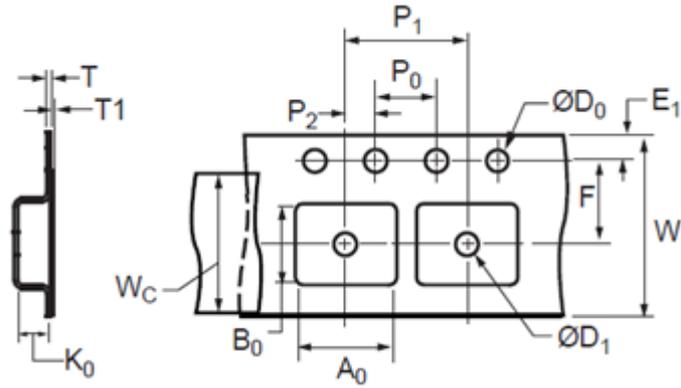


表 6. エンボステープ寸法表

Dimensions in mm

Carrier Tape			Cover Tape
W: 12.00	D <sub>0</sub> : 1.50	A <sub>0</sub> : 6.70	W <sub>C</sub> : 9.3
E <sub>1</sub> : 1.75	P <sub>0</sub> : 4.00	B <sub>0</sub> : 5.40	T <sub>1</sub> : 0.061
F: 5.5	P <sub>1</sub> : 8.00	K <sub>0</sub> : 2.10	
T: 0.30	P <sub>2</sub> : 2.00	D <sub>1</sub> : 1.5	

1. Pocket centerlines to cavity center, not to pocket detection hole.
2. A<sub>0</sub> and B<sub>0</sub> measured 0.3 mm above bottom of pocket.
3. Reference EIA 481.

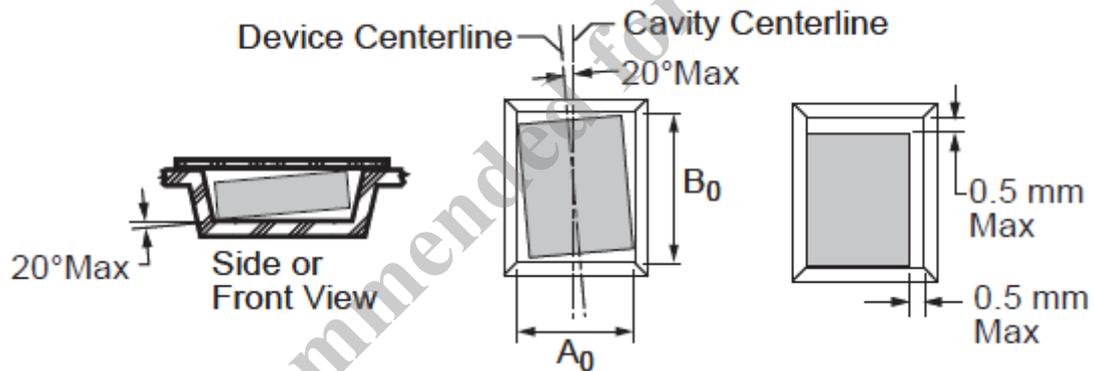


図 28. エンボステープ寸法図

11.3 リール巻取り図

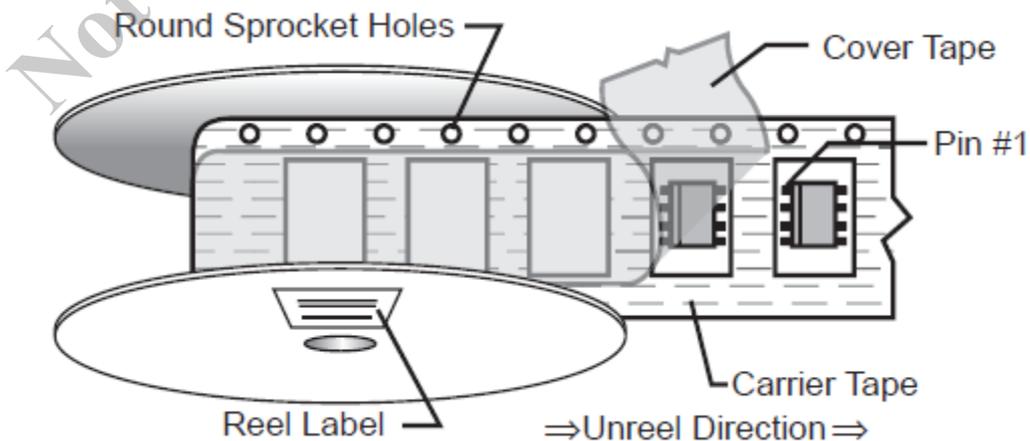


図 29. リール巻取り図

表 7.1 番ピンの表示のインデックス位置

パッケージ	キャリアテープ幅	数量	トレイラー ポケット数	リーダー ポケット数	カバーテープ幅
eSOIC-8	12 mm	3000	15	50	9.3 mm

Not Recommended for New Designs

## 注意書き

- 本資料に記載されている内容は、改良などにより予告なく変更することがあります。ご使用の際には、最新の情報であることをご確認ください。
- 本書に記載されている動作例および回路例は、使用上の参考として示したもので、これらに起因する弊社もしくは第三者の工業所有権、知的所有権、その他の権利の侵害問題について弊社は一切責任を負いません。
- 弊社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品では、ある確率での欠陥、故障の発生は避けられません。部品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害などを発生させないよう、使用者の責任において、装置やシステム上で十分な安全設計および確認を行ってください。
- 本書に記載されている製品は、一般電子機器(家電製品、事務機器、通信端末機器、計測機器など)に使用されることを意図しております。  
高い信頼性が要求される装置(輸送機器とその制御装置、交通信号制御装置、防災・防火装置、各種安全装置など)への使用をご検討、および一般電子機器であっても長寿命を要求される場合につきましては、必ず弊社販売窓口へのご相談をお願いいたします。  
極めて高い信頼性が要求される装置(航空宇宙機器、原子力制御、生命維持のための医療機器など)には弊社の文書による合意がない限り使用しないでください。
- 弊社のデバイスをご使用、またはこれを使用した各種装置を設計する場合、定格値に対するデレーティングをどの程度行うかにより、信頼性に大きく影響いたします。  
デレーティングとは信頼性を確保または向上するため、各定格値から負荷を軽減した動作範囲を設定したり、サージやノイズなどについて考慮することを言います。デレーティングを行う要素には、一般的には電圧、電流、電力などの電気的ストレス、周囲温度、湿度などの環境ストレス、半導体デバイスの自己発熱による熱ストレスがあります。これらのストレスは、瞬間的の数値あるいは最大値、最小値についても考慮する必要があります。  
なおパワーデバイスやパワーデバイス内蔵 IC は、自己発熱が大きく接合部温度( $T_j$ )のデレーティングの程度が、信頼性を大きく変える要素となりますので十分にご配慮ください。
- 本書に記載されている製品のご使用にあたって、これらの製品に他の製品・部材を組み合わせる場合、あるいはこれらの製品に物理的、化学的、その他何らかの加工・処理を施す場合には、使用者の責任においてそのリスクをご検討の上行ってください。
- 本書に記載された製品は耐放射線設計をしておりません。
- 弊社物流網外での輸送、製品落下などによるトラブルについて弊社は一切責任を負いません。
- 本資料に記載された内容を文書による当社の承諾なしに転記複製を禁じます。