

**LC5901S**  
**データシート Rev.1.5**

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

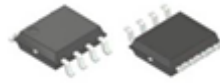
## 目次

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	6
5.各端子機能	6
6.基本接続	7
7.外形寸法	8
8.動作説明	9
9.設計フローチャート	25
10.パッケージング	26
11.代表特性例	27
注意書き	29

## 概要

LC5901S は、オフ期間外部設定によるパルス・レシオ・コントロール(PRC)の平均電流制御を採用した、降圧タイプ 1ch 出力 LED バックライト用コントロール IC で、外付けの MOSFET と組み合わせて使用します。本製品の制御方式の利点として、インダクタ電流のピークを検出するカレントモードとは異なり、スロープ補正や外部位相補償が不要になるなどのメリットがあります。このため少ない外付け部品点数で高効率、高精度な LED 駆動を実現しています。充実した保護機能を備え、幅広い LED 構成に対応し、アナログ/PWM 調光に対応しております。本 IC は、薄型小型の SOP8 面実装パッケージで供給されます。

## パッケージ SOP8



## 特長

### コンバータ部

- 動作タイプ: 平均電流モード PRC 制御  
外部位相補償回路不要
- オフ時間調整範囲 1.0~9.0usec

### LED 制御部

- PWM 調光
- アナログ調光
- 電流基準精度 ±2%

### 保護機能

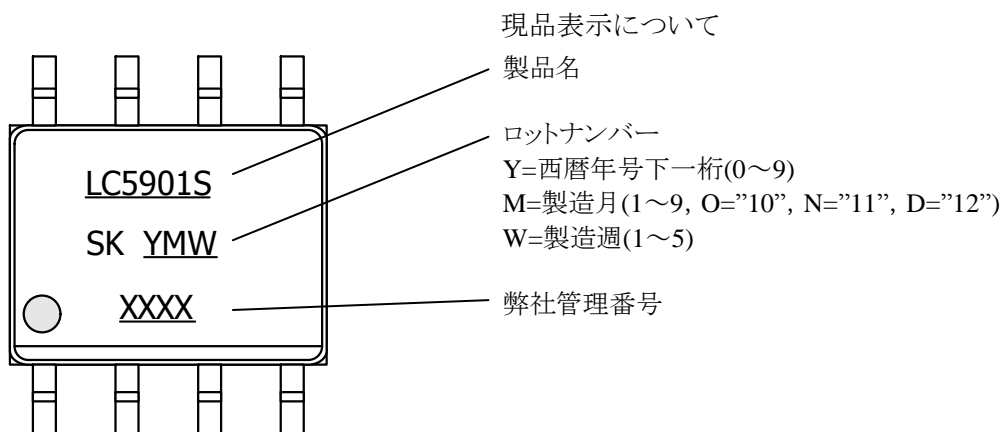
- LED 出力短絡保護 パルス・バイ・パルス
- 電流検知短絡保護 オートリスタート
- 入力電圧低下保護 オートリスタート
- 過熱保護(TSD) オートリスタート
- パッケージ SOP8

## 主要スペック

電源電圧範囲 7V (MIN) ~ 18V(MAX) □  
オン時間調整範囲 1.0~9.0usec

## アプリケーション

- LED バックライト
- LED 照明機器
- LED 電球



## 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	端子	記号	規格値	単位	備考
V C C 端子電圧	2-3	V <sub>CC</sub>	-0.3~+18.0	V	
C S 端子電圧	1-3	V <sub>CS</sub>	-0.3~+18.0	V	
O U T 端子電圧	4-3	V <sub>OUT</sub>	-0.3~+18.0	V	
R T 端子電圧	5-3	V <sub>RT</sub>	-0.3~+3.6	V	
P W M 端子電圧	6-3	V <sub>PWM</sub>	-0.3~+3.6	V	
U V L O 端子電圧	7-3	V <sub>UVLO</sub>	-0.3~+3.6	V	
R E F 端子電圧	8-3	V <sub>REF</sub>	-0.3~+3.6	V	
R T 端子流出電流	5-3	IRT	±500	μA	
R E F 端子流出電流	8-3	IREF	±500	μA	
許 容 損 失	(1) (2) —	P <sub>D</sub>	1.2	W	
熱抵抗(接合-リード(3ピン))	—	θ <sub>j-Pin</sub>	65	°C/W	
熱抵抗(接合-周囲間)	(2) —	θ <sub>j-a</sub>	95	°C/W	
ジャンクション温度	(3) —	T <sub>j</sub>	150	°C	
動作周囲温度	(1) —	T <sub>op</sub>	-40~+125	°C	
保 存 温 度	—	T <sub>stg</sub>	-40~+150	°C	

(1) 但し、ジャンクション温度により制限。

(2) ガラスエポキシ基板 40×40mm(銅箔エリア 25×25mm)実装時

(3) 但し、過熱保護検出温度は約 150°C となる。

## 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>	8	17	V	
動作周囲温度範囲	(4) T <sub>OP</sub>	-40	85	°C	

### 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

#### 3.1 制御部電気的特性 特記なき場合の条件 Ta=25°C、V<sub>IN</sub>=12V

表 3

項目	端子	記号	規格値			単位	備考
			MIN	TYP	MAX		
動作開始電源電圧	2-3	V <sub>CC(ON)</sub>	6.5	7.0	7.5	V	
動作停止電源電圧	2-3	V <sub>CC(OFF)</sub>	6.0	6.5	7.0	V	
動作開始停止ヒステリシス	2-3	V <sub>CC(HYS)</sub>	—	0.5	—	V	
動作時回路電流	2-3	I <sub>CC(ON)</sub>	—	1.2	2.0	mA	
停止時回路電流	2-3	I <sub>CC(OFF)</sub>	—	0.32	0.5	mA	V <sub>UVLO</sub> =0V
オフ時間 1	4-3	T <sub>OFF1</sub>	6.9	8.4	9.8	usec	R <sub>RT</sub> =80kΩ
オフ時間 2	4-3	T <sub>OFF2</sub>	0.85	1.0	1.2	usec	R <sub>RT</sub> =10kΩ
最大オン時間	4-3	t <sub>ONMAX</sub>	170	220	280	usec	
最小オン時間	4-3	t <sub>ONMIN</sub>	—	—	1.3	usec	
REF 端子電圧 1	8-3	V <sub>REF1</sub>	0.980	1.0	1.020	V	R <sub>RT</sub> =12kΩ R <sub>REF</sub> =10kΩ
REF 端子電圧 2	8-3	V <sub>REF2</sub>	1.764	1.8	1.836	V	R <sub>RT</sub> =10kΩ R <sub>REF</sub> =15kΩ
PWM 端子オンしきい電圧	6-3	V <sub>PWM(ON)</sub>	1.7	2.0	2.5	V	
PWM 端子オフしきい電圧	6-3	V <sub>PWM(OFF)</sub>	0.8	1.1	1.9	V	
PWM 端子フルタウン抵抗	6-3	R <sub>PWM</sub>	128	200	280	kΩ	
OUT 端子出力抵抗(ソース側) <sup>(5)</sup>	4-3	R <sub>on_H</sub>	—	17	—	Ω	
OUT 端子出力抵抗(シンク側) <sup>(5)</sup>	4-3	R <sub>on_L</sub>	—	14	—	Ω	
UVLO 端子オンしきい電圧	7-3	V <sub>UVLO(ON)</sub>	0.75	1.00	1.3	V	
UVLO 端子オフしきい電圧	7-3	V <sub>UVLO(OFF)</sub>	0.65	0.85	1.1	V	
UVLO 端子ヒステリシス電圧	7-3	V <sub>UVLO(HYS)</sub>	0.05	0.15	0.25	V	
UVLO 端子放電抵抗	7-3	R <sub>UVLO</sub>	0.5	1.0	1.5	kΩ	
UVLO 端子放電停止しきい電圧	7-3	V <sub>UVLO(RST)</sub>	180	250	320	mV	
過電流保護しきい電圧	1-3	V <sub>OCF</sub>	2.3	2.5	2.7	V	
CS 端子ブランキング時間 <sup>(5)</sup>	1-3	t <sub>LEB</sub>	—	200	—	nsec	
過熱保護動作温度 <sup>(5)</sup>	—	TSD	—	150	—	°C	
過熱保護温度ヒステリシス <sup>(5)</sup>	—	TSD <sub>(HYS)</sub>	—	30	—	°C	

<sup>(5)</sup> 設計保証値です。

\*電流の規定は IC を基準として、シンクが+、ソースが-とします。

### 3.2 ブロックダイアグラム

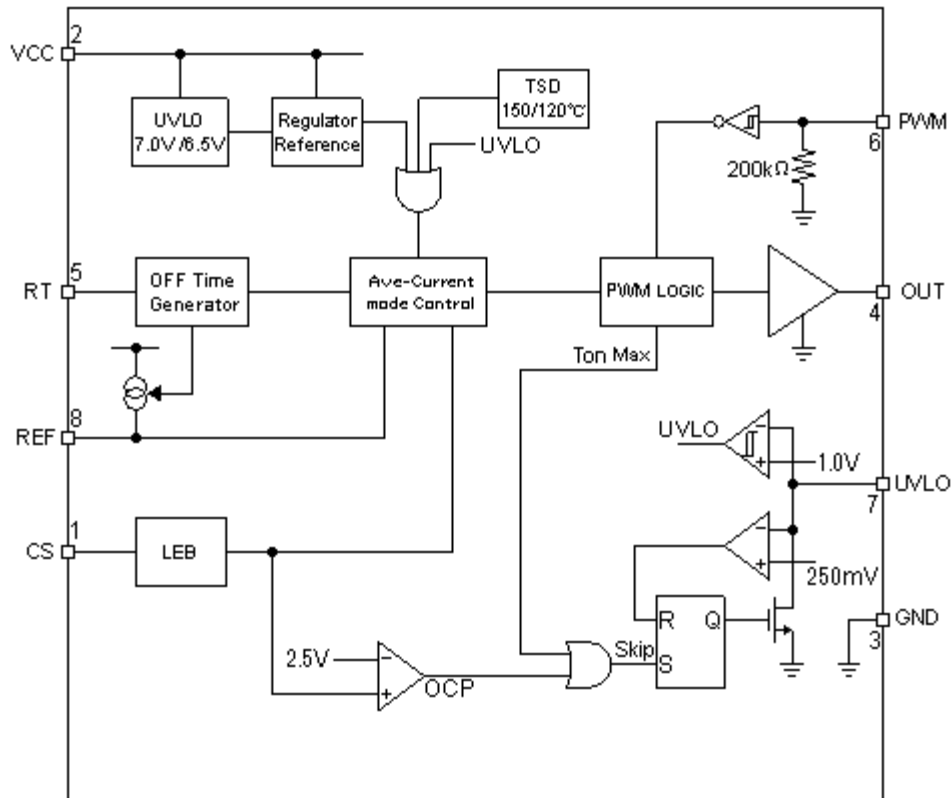


図 1. ブロックダイアグラム

### 4. 各端子機能

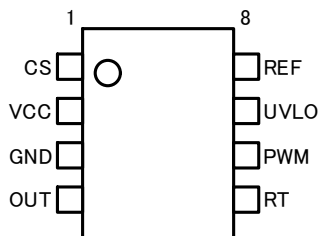


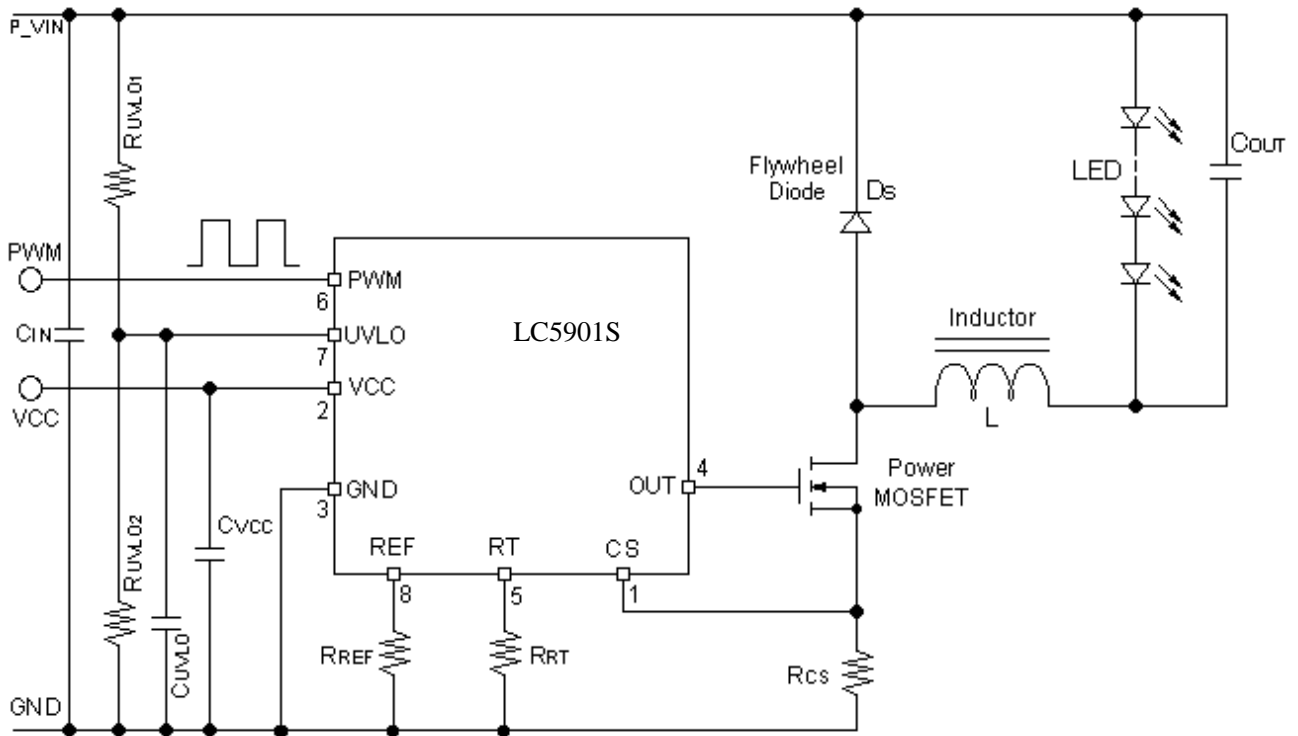
図 2. 端子配置

表 4

端子番号	記号	機能
1	CS	電流検出端子
2	VCC	電源入力端子 ・8V~17V の電圧を本端子に供給します ・IC に電流を供給するためコンデンサを VCC と GND 端子間に接続します
3	GND	グラウンド端子
4	OUT	MOSFET ゲート駆動端子
5	RT	オフ時間可変端子です。 調整用抵抗器 $R_{RT}$ を GND 間に接続します
6	PWM	PWM 調光信号入力端子 ・PWM 信号を入力すると、LED スtring の調光が可能です。
7	UVLO	入力電圧検出端子
8	REF	LED 電流制御基準設定端子です 調整用抵抗器 $R_{REF}$ を GND 間に接続します

## 5. 基本接続

### 5.1 LC5901S の基本接続

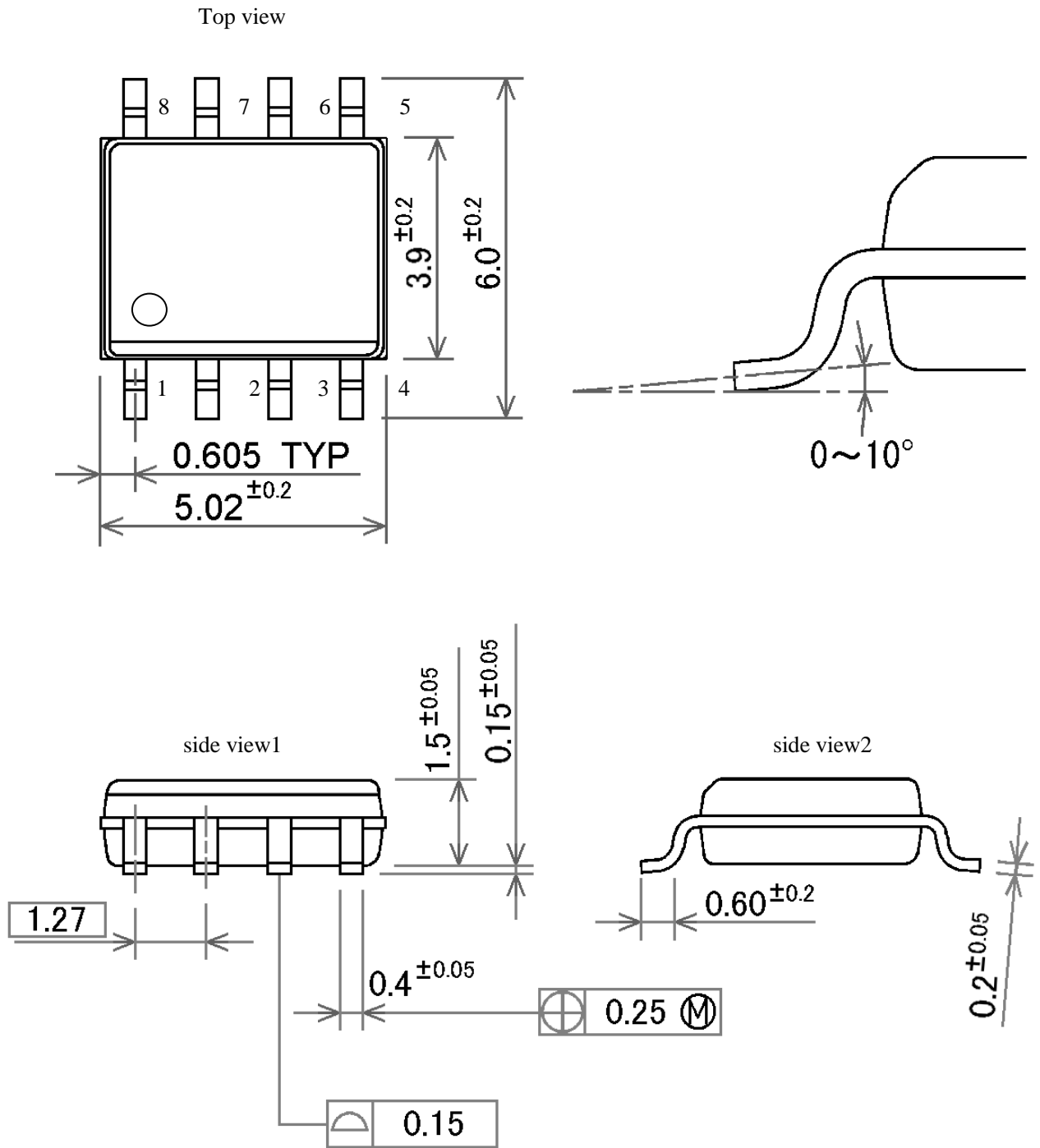


上記は LC5901S の基本接続を示しています。デモボードの回路図は図 21 を参照してください

図 3. LC5901S 基本接続図

6. 外形寸法

SOP8 パッケージ



NOTES:

- 1)単位 : mm
- 2)図は一定の縮尺で描かれていません

図 4. SOP8(SOIC8)パッケージ外観



## 7. 動作説明

電流値の極性を、IC を基準としてシンクを“+”、ソースを“-”で規定します。  
特記なき場合の特性数値は、**TYP** 値を表記します。

### 7.1 PRC(Pulse Ratio Control)制御

本 IC の制御は、PRC 制御を採用しております。本 IC の RPC 制御はオフ時間を一定時間に固定した状態でオン時間を制御することで LED 電流が所定の電流値となるように制御します。PRC 制御を採用することにより、位相補償が必要なくなるため安価にシステムを構成することが可能となります。  
オフ時間は RT 端子に接続する抵抗値によって任意の時間に設定頂くことが可能となります。  
オン時間は、CS 端子から検出したスイッチング電流信号を基に推測した平均 LED 電流信号が、別途設定した REF 端子電圧信号に比例した値となるように動作します。

### 7.2 オフ時間設定

LC5901S のオフ時間設定は RT 端子(5 ピン)~GND 端子(3 ピン)間に接続した設定抵抗 $R_{RT}$ の値によって設定されます。オフ時間  $t_{OFF}$  は式1にて計算することができます。 $R_{RT}$ の抵抗値に対するオフ時間の相関は図 5 のようになります。

$$t_{OFF}(\text{usec}) = \frac{R_{RT}(\text{k}\Omega)}{10} \dots (1)$$

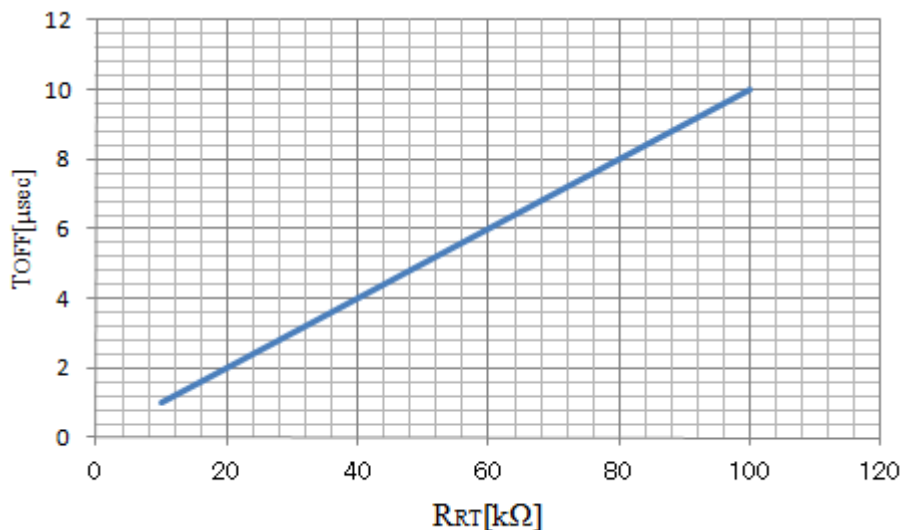


図 5.  $R_{RT}$  vs.  $t_{OFF}$  の関係

尚、 $R_{RT}$  の抵抗値の設定は、LED 電流  $I_{LED}$  を決める際の重要な要素となります。

#### 7.2.1 周波数設定

接続する LED スtring の直列数により、出力電圧  $V_{LED}$  は LED 単体の  $V_F \times$  個数 + CS 端子電圧(V)となります。

$$\text{Duty } D = V_{LED} / V_{IN} \dots (2)$$

$$T_{ON} = T_{OFF} \times D / (1 - D) \dots (3)$$

$$T = T_{ON} + T_{OFF} \dots (4)$$

$$F_{OSC} = 1 / T \dots (5)$$

$R_{RT}=100k\Omega$ とします。(1)式より  $T_{OFF}=10\mu S$ 。LED の  $V_F$  を  $3.5V(Max)$  とし、14 個直列とします。この時必要な出力電圧  $V_{LED}$  は  $(3.5V \times 14 \text{ 個}) + V_{CS} \approx 50V$ 。LED ドライバの入力電圧  $V_{IN}=110V$  の場合、

$$D=49V / 110V=0.445$$

$$T_{ON}=10\mu sec \times 0.445 / (1-0.445)=8\mu sec$$

$$T=10\mu sec + 8\mu sec=18\mu sec \rightarrow F_{OSC}=1 / 18\mu sec=55.55kHz$$

これをグラフにすると図 6～図 8 のようになります。

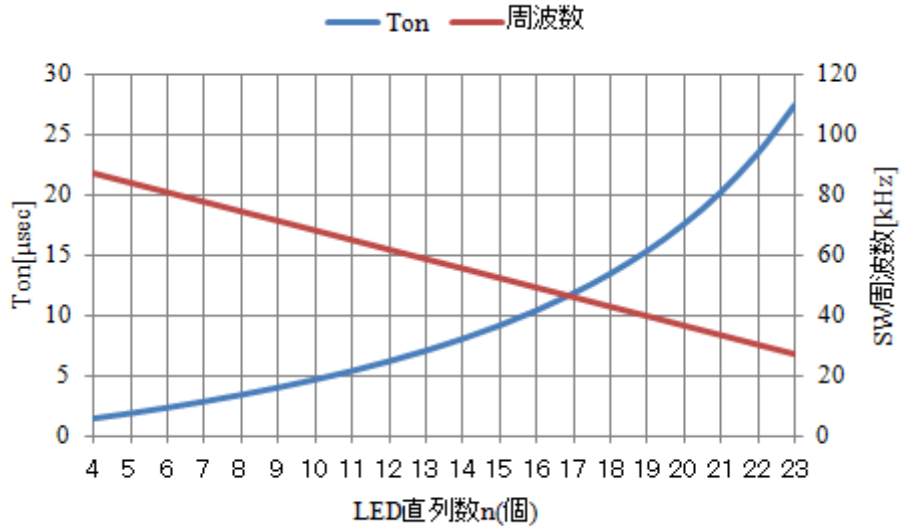


図 6.  $R_{RT}=100k\Omega, V_{IN}=110VDC$  時の LED 灯数 vs.  $T_{on}$  & 周波数

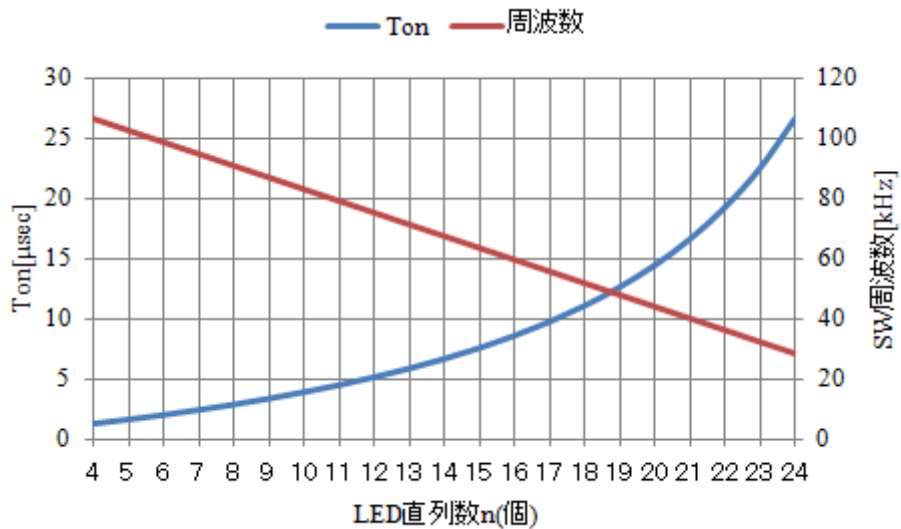


図 7.  $R_{RT}=82k\Omega, V_{IN}=110VDC$  時の LED 灯数 vs.  $T_{on}$  & 周波数

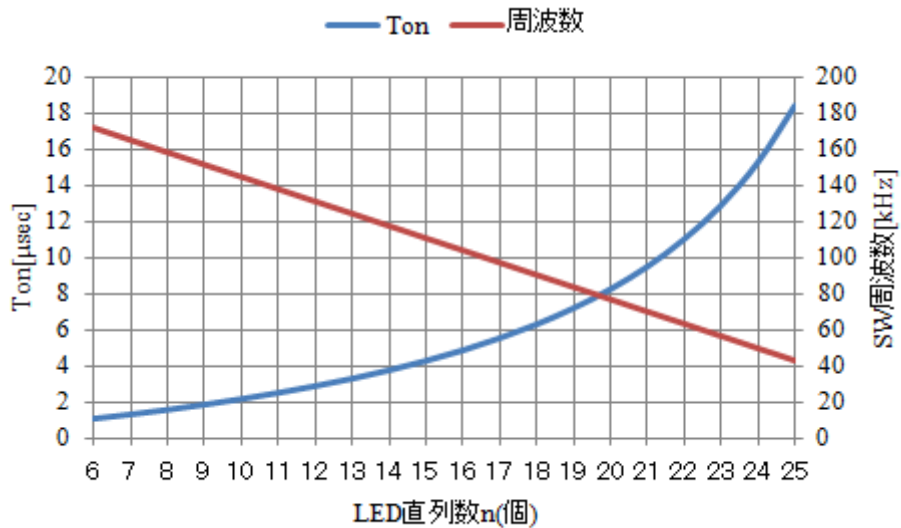


図 8.  $R_{RT}=47k\Omega$ ,  $V_{IN}=110VDC$  時の LED 灯数 vs. Ton & 周波数

このように、 $T_{OFF}$  期間を短く設定すると相対的に SW 周波数は上昇します。また、LED の個数が多く、 $V_{LED}$  が高い場合は  $T_{ON}$  が開きますので、周波数が下がる特性になります。

### 7.3 基準電圧( $V_{REF}$ )設定

基準電圧は REF 端子(8ピン)~GND 端子(3ピン)間に接続した設定抵抗  $R_{REF}$  と、RT 端子(5ピン)~GND 端子(3ピン)間に接続した設定抵抗  $R_{RT}$  の値によって設定されます。基準電圧  $V_{REF}$  は式 6 にて計算することができます。 $R_{REF}$  の抵抗値にたいする基準電圧  $V_{REF}$  の相関は図 9 のようになります。基準電圧の設定上限電圧は 2.5V になります。

$$V_{REF}(V) = 1.2 \frac{R_{REF}(k\Omega)}{R_{RT}(k\Omega)} \dots (6)$$

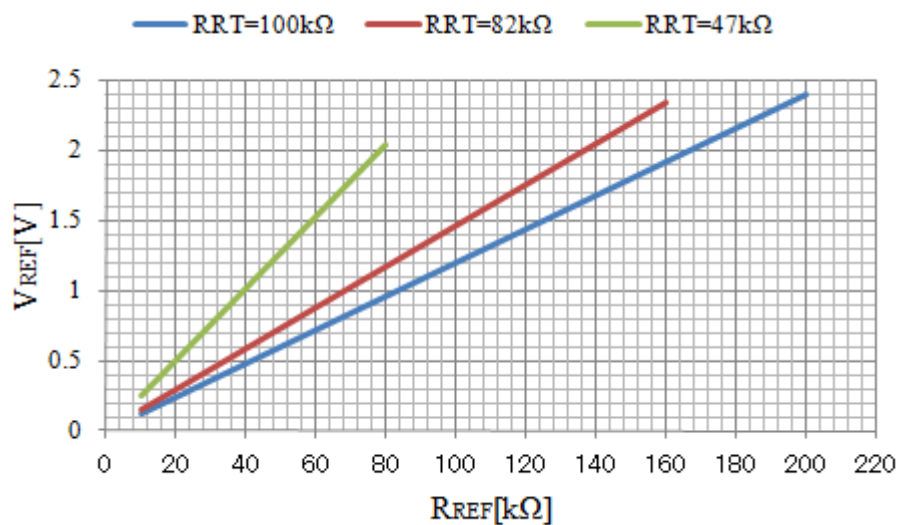


図 9.  $R_{REF}$  vs.  $V_{REF}$  の関係

図 9 は、 $R_{RT}$  と  $R_{REF}$  の 2 本の抵抗より設定される基準電圧  $V_{REF}$  の関係になります。LED スtring に流れる電流の平均値を図 3 の検出抵抗  $R_{CS}$  で電圧変換して検出し、検出した値が基準電圧  $V_{REF}$  と一致するように予測制御します。

## 7.4 LED 電流設定

LED 電流制御は、Q1 がオンした時の LED 電流  $I_{LED}$  を出力電流検出抵抗  $R_{CS}$  で検出し、検出した LED 電流信号の平均値が、予め設定した基準電圧  $V_{REF}$  電圧と等しくなるように制御します。

LED 電流  $I_{LED}$  の設定は式 7 にて計算することができます。

LED 電流値を変更したい場合には、REF 端子に接続された基準電圧設定抵抗  $R_{REF}$  の値を変化させることで任意の電流値に変更いただくことができます。(  $R_{CS}$  の抵抗値を固定した状態で、  $R_{REF}$  で LED 電流を可変できます。)

$$I_{LED}(A) = \frac{V_{REF}(V)}{R_{CS}(\Omega)} \dots (7)$$

これをグラフ化すると図 10 のようになります。

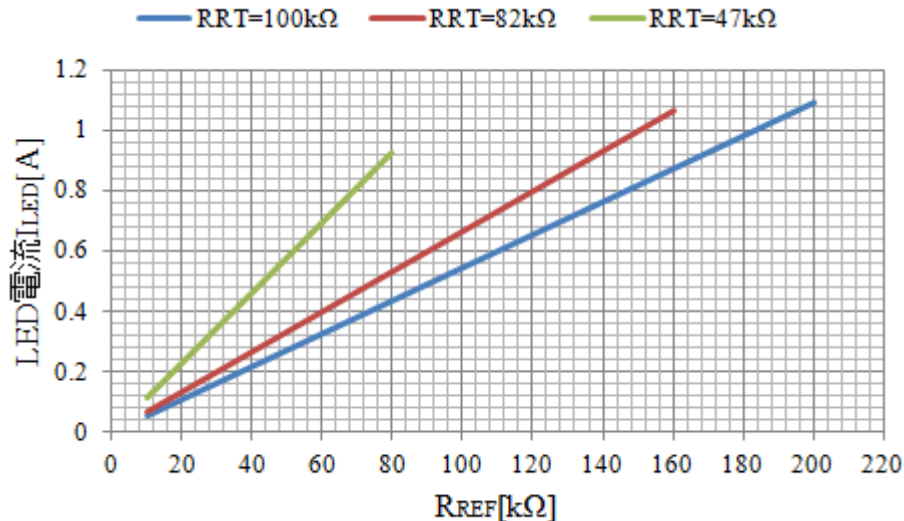


図 10.  $V_{IN}=110VDC$ ,  $R_{REF}$  vs.  $I_{LED}$   $R_{CS}=2.2\Omega$   $V_{REF}\leq 2.5V$

尚、以上の関係から、調整する際の分解能は、 $R_{RT}$  が大きく、周波数設定が遅い場合の方が広くなります。図 10 の計算例は  $R_{CS}=2.2\Omega$  で固定しておりますが、これを  $1\Omega$  にすると、LED 電流は 2.2 倍になります。必ず外付けのパワー-MOSFET の仕様、発熱状況も加味して、 $R_{RT}$  および  $R_{REF}$  により  $I_{LED}$  を実働確認～調整をお願いします。

## 7.5 調光機能

### 7.5.1 PWM 調光

PWM 端子は PWM 調光信号の入力端子となります。PWM 端子にオン閾値電圧  $V_{PWM(ON)}=2V$ 、オフ閾値電圧  $V_{PWM(OFF)}=1.0V$  を満足する PWM 調光信号を入力します。(駆動パルスのピーク電圧:  $2.5V\sim 3.3V$  推奨)

PWM 端子には GND 端子との間にプルダウン抵抗  $200k\Omega$  (typ) が接続されております。

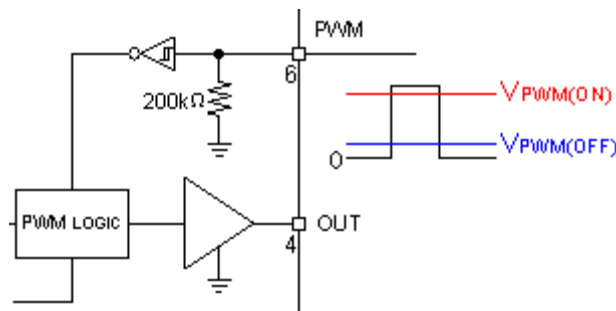


図 11. PWM 調光パルスの条件

### 7.5.2 アナログ調光

アナログ調光の場合は PWM 端子に DC2.5V 以上を印加しておき、REF 端子に接続された  $R_{REF}$  を可変して行ってください。

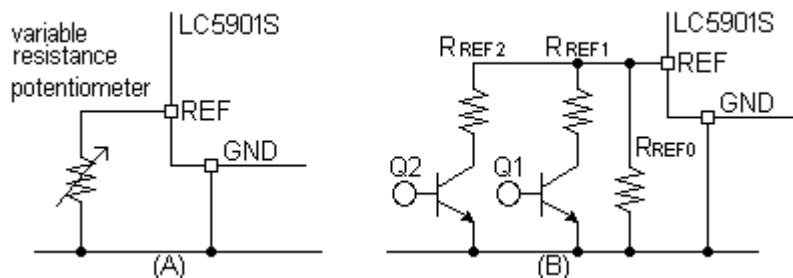


図 12. アナログ調光の手段

図 12(A)は  $R_{REF}$  をいわゆるボリューム(可変抵抗)を用いて可変する方法です。図 12(B)は  $R_{REF0}$  で最大調光、Q1、Q2 を順次 ON にして  $R_{REF1}$ 、 $R_{REF2}$  が並列に入ること合成抵抗値を下げ、 $I_{LED}$  を 3 段階に可変する方法です。図 10 のように、 $R_{REF}$  を小さくすることで LED 電流を小さくすることができます。

### 7.6 外付け MOSFET ゲート駆動

図 13 に OUT 端子の周辺回路を示します。OUT 端子は外付けパワー MOSFET のゲート駆動用端子です。

- パワー MOSFET は、ゲート～ソース間しきい電圧  $V_{GS(th)}$  が全使用温度範囲で  $V_{GS(th)} < V_{OUT}$  を満足するものを選定願います。
- OUT 端子とパワー MOSFET のゲート間に抵抗、ダイオード等を接続いただくことで EMI ノイズを調整頂くことができます。
- パワー MOSFET のドレインの急峻な  $dv/dt$  印加による誤動作を防止のため、パワー MOSFET のゲート～グラウンド間に  $10k\Omega \sim 100k\Omega$  の放電抵抗を接続ねがいます。

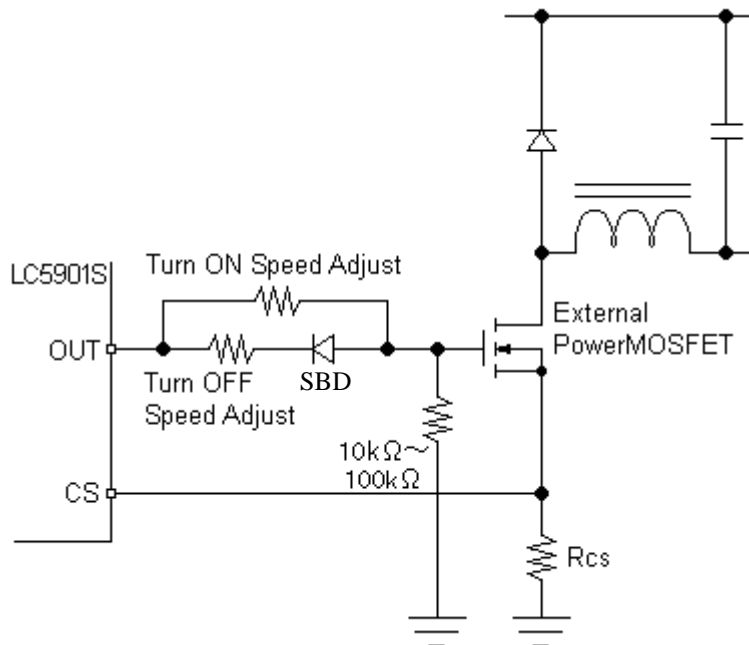


図 13. 外付けパワー MOSFET のゲート駆動回路

設定例としては、図 13 の Turn ON Speed Adjust の抵抗を  $100\Omega$  程度、Turn OFF Speed Adjust の抵抗を  $10\Omega$  程度、Turn OFF Speed Adjust の抵抗には外付けパワー MOSFET のゲート耐圧と同じ耐圧のショットキーバリアダイオードを直列接続してください。

尚、ゲートを駆動する電圧は一定では有りません。VCC 端子電圧と連動するシステムになっております。このため VCC が 17V の場合、ゲート駆動電圧もおよそ 17V になります。外付けパワーMOSFET のゲート耐圧は±20V 或いは±30V のものを選定してください。また、LC5901S のチップ内蔵ドライブ段の回路抵抗は、

- ・ソース側: 17Ω (Typ)
- ・シンク側: 14Ω (Typ)

となっております。この抵抗成分は変更できません。したがって、スイッチングスピードの外部調整は、図 13 の様に LC5901S の OUT 端子～外付けパワーMOSFET のゲート間に抵抗を挿入して行ってください。

## 7.7 入力電圧低下保護(UVLO)

LED 電源電圧低下保護、LED 駆動用電源(主回路の VIN 電圧)を抵抗分圧した UVLO 信号を UVLO 端子に接続します。UVLO 端子に UVLO オン閾値電圧  $V_{UVLO(ON)}=1.0V$  以上の電圧が印加されるとICが動作し、UVLO オフ閾値電圧  $V_{UVLO(OFF)}=0.985V$  を下回ると PWM 端子に High 信号が入力された状態でも IC は動作しません。また、OCP 保護、 $t_{OMMAX}$  保護が動作すると、UVLO 端子リセットスイッチがオンとなり、UVLO 端子電圧を 250mV 以下に放電します。

UVLO 分圧抵抗と UVLOCAP の充電時定数により、UVLO 端子電圧が UVLO オン閾値電圧  $V_{UVLO(ON)}$  以上に充電されるまでの期間動作が停止します。

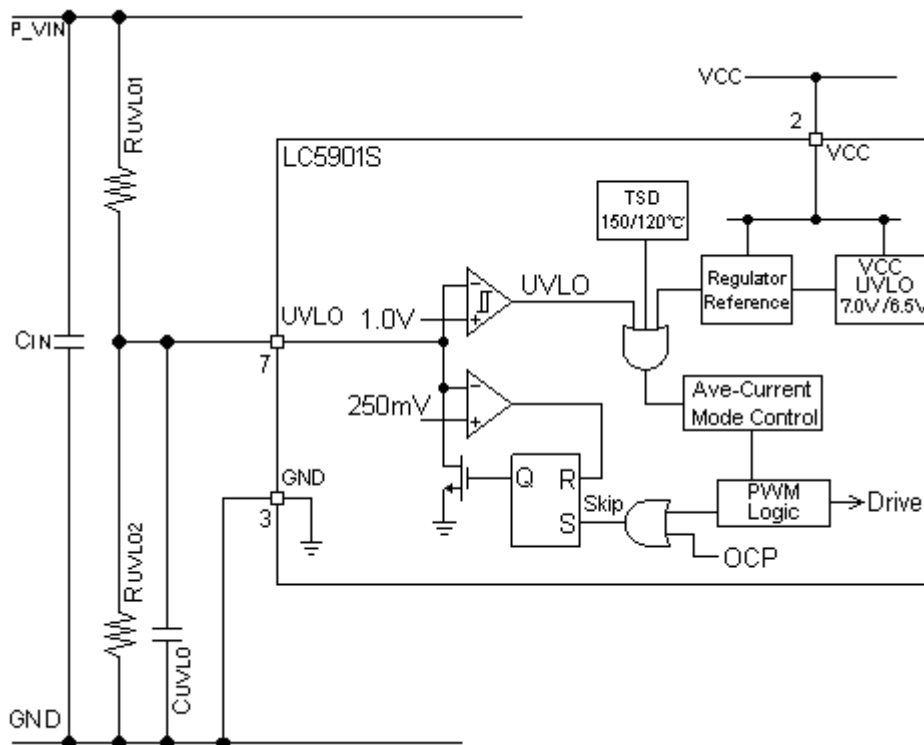


図 14. UVLO 端子の入力

UVLO は IC 内部で VCC を検出している VCCUVLO が有ります。IC 内部の VCCUVLO と、UVLO 端子の UVLO は AND 条件になります。双方が解除されないと発振開始しません。

主回路の VIN 電圧が高い場合、UVLO の検出抵抗が損失になるため抵抗値の選定にはご注意ください。図 15 は、図 14 における  $R_{UVLO2}$  を 100kΩ にした場合に、分圧抵抗の  $R_{UVLO1}$  の抵抗値を振った場合の UVLO 解除電圧のグラフになります。

尚、UVLO 端子～GND に入っているコンデンサ  $C_{UVLO}$  は、SKIP 動作における時定数用として使用します。

また、UVLO を利用した保護では、最大 ON 時間=220μsec の保護が有ります。たとえば LED 負荷がオープンになるなどの状態が発生した場合、CS 端子の電圧が目標となる制御上の基準電圧に達しないため、ON 期間は最大 ON 時間まで開きます。この時点で UVLO 端子を強制放電して SKIP 動作へ移行する保護となります。

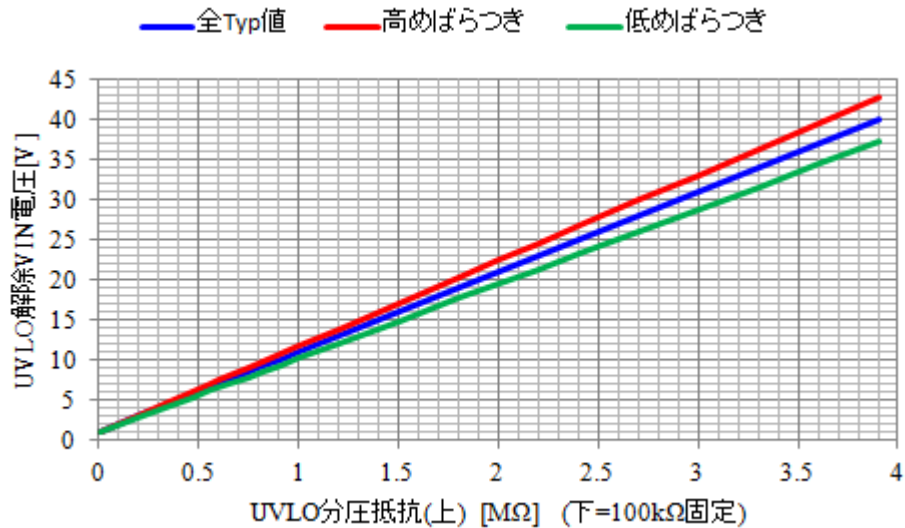


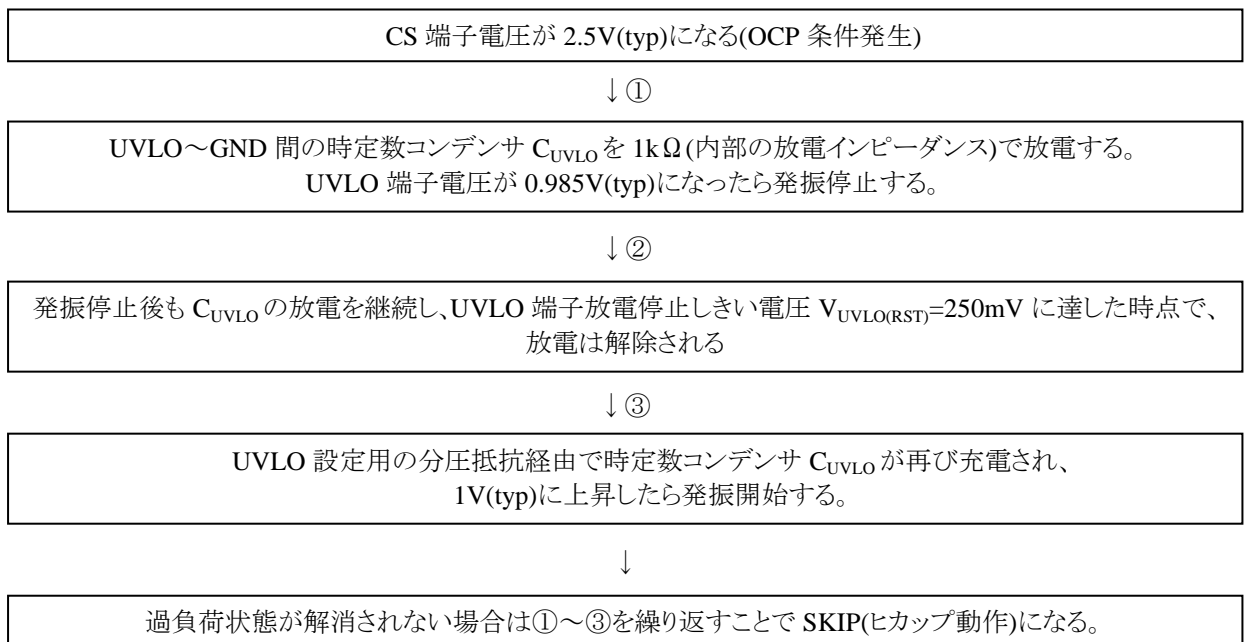
図 15. UVLO 解除電圧の設定例

図 15 において、

- ・全 Typ 値・・・ $V_{UVLO(ON)}=1.00V$ , 分圧(下)=Typ 値, 分圧(上)=Typ 値
  - ・高めばらつき・・・ $V_{UVLO(ON)}=1.05V$ , 分圧(下)抵抗-1%, 分圧(上)抵抗+1%
  - ・低めばらつき・・・ $V_{UVLO(ON)}=0.95V$ , 分圧(下)抵抗+1%, 分圧(上)抵抗-1%
- ※抵抗は便宜上許容差 F 品(±1%)とした場合です。通常品(許容差 J: ±5%)では設定抵抗の値が大きくなるにつれて、ばらつき幅が更に大きくなります。  
 ※ただし LC5901S の VCC は、主回路  $V_{IN}$  電圧とは別の系統から給電され、 $V_{IN(ON)}=7V$  以上あるものとします。  
 ※UVLO の開始電圧  $V_{UVLO(OFF)}$  は 0.985V です。

### 7.8 過電流保護機能(OCP)

インダクタンスの飽和、短絡等により、出力電流検出抵抗  $R_{CS}$  の両端電圧が、過電流保護閾値電圧  $V_{OCP}=2.5V$  以上の電圧になると、パワー-MOSFET 駆動信号  $V_{OUT}$  は Low レベルとなり、UVLO 放電スイッチが動作します。



SKIP の時間間隔は分圧抵抗のインピーダンスと、 $C_{UVLO}$  の容量値により調整することができます。UVLO 端子の分圧抵抗は、上側が主回路  $V_{IN}$  に接続しています。主回路  $V_{IN}$  の電圧が頻繁に変動する場合は、SKIP の時間間隔は安定しない事があります。

また、CS 端子の内部にはリード・エッジ・ブランキング(LEB)が内蔵されていますが、 $t_{LEB}$  期間より長く  $R_{CS}$  の両端の電圧信号に大きなノイズが重畳されている時は図 16 のように RC フィルタを併用してください。

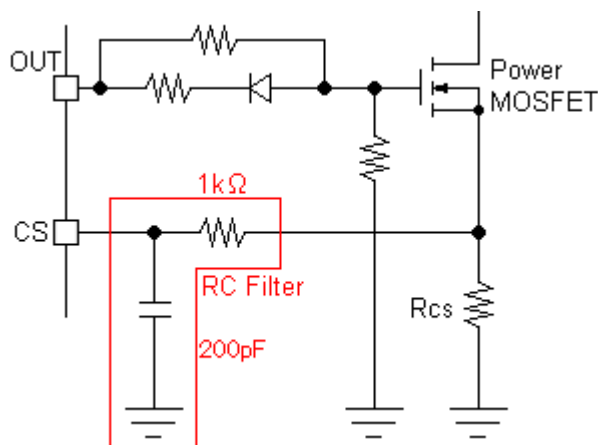


図 16. CS 端子用 RC フィルタ設定例

RC フィルタの定数は、CR の時定数が大きいと制御遅れが大きくなり、動作が不安定になることがあります。ノイズ対策のため RC フィルタを追加する場合は、必ず実働で確認調整してください。

SKIP(ヒカップ)動作の間隔については、 $C_{UVLO}$  の充放電の特性によります。SKIP 動作に入った状態で過負荷状態が解消されない場合は SKIP 動作が続く事になりますが、スキップの間隔は UVLO 端子内部の放電抵抗  $1k\Omega$  と、 $R_{UVLO1}$  と  $R_{UVLO2}$  の合成抵抗による充電で決まります。

$$C_{UVLO} \text{ の時刻 } t \text{ における放電時端子電圧} = 1V \times e^{-(t/C_{UVLO} \times 1k\Omega)} \quad \dots(8)$$

※ $V_{UVLO}=1V$  にて UVLO 解除～スイッチング開始しますが、起動即過電流の場合は  $C_{UVLO}$  を放電して SKIP モードになります。従って、 $1V$  からの放電になり、放電解除電圧= $0.25V$  まで継続します。放電終了後、 $R_{UVLO1}$  と  $R_{UVLO2}$  の合成抵抗により  $C_{UVLO}$  は再度  $V_{UVLO}=1V$  まで充電されます。これを繰り返します。

$$R_{UVLO1} \text{ と } R_{UVLO2} \text{ の合成抵抗 } R_{SUM} = (R_{UVLO1} \times R_{UVLO2}) / (R_{UVLO1} + R_{UVLO2})$$

$$R_{UVLO1} \text{ と } R_{UVLO2} \text{ の分圧電圧 } V_{UVLODIV} = V_{IN} \times R_{UVLO2} / (R_{UVLO1} + R_{UVLO2})$$

$$C_{UVLO} \text{ の時刻 } t \text{ における充電時端子電圧} = V_{UVLODIV} \times (1 - e^{-(t/C_{UVLO} \times R_{SUM})}) \quad \dots(9)$$

図 17 は  $V_{IN}=110V$ 、 $R_{UVLO1}=3.6M\Omega$ 、 $R_{UVLO2}=100k\Omega$ 、 $C_{UVLO}=0.011\mu F$  設定時の充放電曲線計算例です。SKIP の間隔は、 $(1V \rightarrow 0.25V \text{ までの放電時間}) + (0.25V \rightarrow 1V \text{ までの充電時間})$  となります。

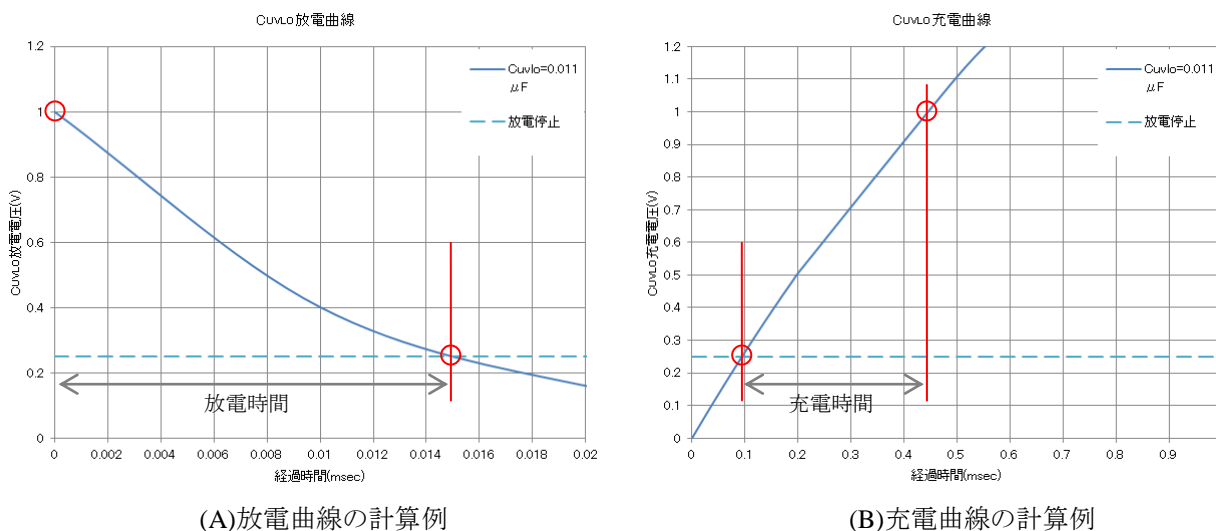


図 17.  $C_{UVLO}$  の放電/充電の計算例

※SKIP 時の各部品の発熱を確認しながら、 $C_{UVLO}$  を調整して SKIP 間隔を決定してください。



## 7.9 最大オン時間保護機能

出力電流検出抵抗  $R_{CS}$  の短絡や、LED 駆動電源電圧の低下などの要因によりパワー MOSFET 駆動信号 VOUT が High 状態を継続した場合の保護として、パワー MOSFET 駆動信号に最大オン期間を設けています。オン期間が最大オン期間  $t_{ONMAX}=(220\mu\text{sec Typ})$  以上になると、即座にパワー MOSFET 駆動信号 VOUT は Low レベルとなり、UVLO 放電スイッチが動作します。この場合も OCP 条件での SKIP と同じ制御になります。図 18 の波形は、LED スtring オープン時の最大オン時間保護機能による SKIP (HICCUP) 動作例です。

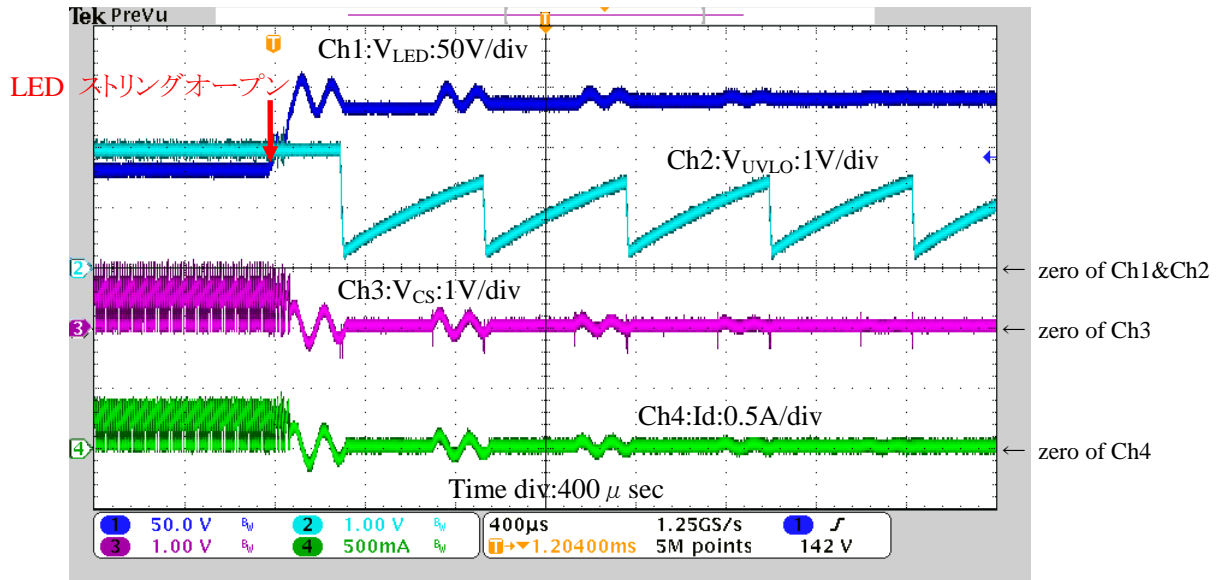


図 18 最大オン時間保護の実働波形例

## 7.10 過熱保護機能(TSD)

IC の温度が、熱保護動作温度  $T_{J(TSD)}=150^{\circ}\text{C}(\text{typ.})$  以上になると、即座に発振を停止し、発振停止を維持します。IC の温度が  $T_{J(TSD)}-T_{J(TSD)HYS}$  以下になると、通常の動作に自動復帰します。  $T_{J(TSD)HYS}$  はおよそ  $30^{\circ}\text{C}$  に設定されています。

※注意事項

過熱保護は、瞬時短絡等での損失増大による発熱に対して、熱的暴走から IC を遮断するのが目的です。長時間の短絡状態や発熱が継続する状態において、その信頼性を含めた動作を保証するものではありません。

## 8. 設計上の注意点

### 8.1 外付け部品

各部品は使用条件に適合したものを使用します。

・入力平滑用電界コンデンサ

リップル電流・電圧・寿命に対し、適宜設計マージンを設定します。

電界コンデンサは、スイッチング電源用の許容リップル電流値が高い、低インピーダンスのものを使用します。

・インダクタ

銅損・鉄損による温度上昇に対し、適宜設計マージンを設定します。

磁気飽和に対し、適宜設計マージンを設定します。

・電流検出用抵抗

電流検出抵抗は、高周波スイッチング電流が流れるため、内部インダクタンス値が小さく、許容損失を満足するものを使用します。

### 8.2 インダクタの設計

LC5901S では、設計段階の計算例で、ワースト条件でも連続電流モードになるようなインダクタンス設定を推奨しています。これは本 IC の制御方式に対応するための条件ですのでご注意ください。

LC5901S は降圧型コンバータとして動作するため、負荷となる LED の  $V_F$  以上の電圧を LED 駆動電源として供給する必要があります。 $T_{OFF}$  固定 PRC 方式のため、設定抵抗  $R_{RT}$  の抵抗値により  $T_{OFF}$  期間は設定されます。 $T_{ON}$  期間は LED ストリングへ供給する電圧  $V_{LED}$  により自動的に制御されます。このため LED ストリングの電圧 ( $V_F \times n$ ) が変動すると  $T_{ON}$  が変化するため、周波数が変動します。計算に使う LED の  $V_F$  はワースト条件値を代入してください。降圧型コンバータの ON Duty はフライホイールダイオード  $D_S$  の  $V_F$  は  $V_{LED}$  が十分に高いと仮定して省略すると、

$$\bullet \text{ スwitching の 1 周期 } T = T_{ON} + T_{OFF} \cdots (10)$$

$$\bullet \text{ Duty} = T_{ON} / T = V_{LED} / V_{IN} \cdots (11)$$

$$\bullet T_{ON} = D \times T \cdots (12)$$

$$\bullet T = T_{OFF} / (1 - D) \cdots (13)$$

$$\bullet \text{ Switching 周波数 } F_{OSC} = 1 / T \cdots (14)$$

ここで、周波数を下げた設定  $\cdots T_{OFF}$  期間を長く設定した場合は、可聴周波数帯域内へ下がらないようにご注意ください。たとえば  $T_{OFF} = 10 \mu \text{ sec}$  と設定した場合、Duty=0.5 で 1 周期=20  $\mu \text{ sec}$  により  $F_{OSC} = 50 \text{ kHz}$  となり、Duty=0.8 では 1 周期=50  $\mu \text{ sec}$  になるため、 $F_{OSC} = 20 \text{ kHz}$  となります。まれに 20kHz の音を聞き取ることが出来る人がいますので、ワーストでも 30kHz 程度に抑えて設定されることを推奨します。

インダクタンス値は、インダクタ電流が電流連続モード (Continuous Conduction Mode: CCM) になるように設定します。LED に流れる電流とインダクタ電流は概ね等しくなるため、なるべく電流リップルが少なくなるようにインダクタンス値は大きな値を選定します。出力電流  $I_{LED}$  の平均値を  $I_{LED(AVE)}$ 、リップル電流を  $\Delta I_L$  とすると、CCM 動作の条件は次式になります。

$$I_{LED(AVE)} - \Delta I_L / 2 > 0 \cdots (15)$$

パワー MOSFET が ON の期間  $T_{ON}$  にインダクタに流れる電流の増加分を  $\Delta I_{ON}$ 、オフの期間  $T_{OFF}$  の減少分を  $\Delta I_{OFF}$  とすると、リップル電流  $\Delta I_L$  との関係は  $\Delta I_{ON} = \Delta I_{OFF} = \Delta I_L$  となります。

$V_F$  は  $V_{LED}$  に対して十分に小さいので無視できるものとする、 $\Delta I_{OFF}$  は、

$$\Delta I_{OFF} = V_{LED} \times T_{OFF} / L \cdots (16)$$

となります。

ここでは仮に LED ストリングの LED 個数を 14 個直列、LED 一個あたりの  $V_F$  を 3.5V とすると、必要な  $V_{LED}$  は  $V_{LED} = 3.5V \times 14 \text{ 個} = 49V$ 、LED ストリングの電流を  $I_{LED} = 0.35A$ 、入力電圧  $V_{IN} = 110V$  とします。

推奨インダクタ電流条件: 連続電流モードですので、  
CCM 条件 :  $I_{LED(AVE)} - (\Delta I_L / 2) > 0 \cdots (15 / \text{再掲})$

$I_{LED} = 0.35A$ 、CCM の条件より、式 15 から  $\Delta I_L < 0.7A$  ですが、これでは LED ストリングと並列接続する  $C_{OUT}$  の

リップル電流が大きいため、一般的な降圧型 DC/DC コンバータの推奨  $\Delta I_L / I_o = 0.2 \sim 0.3$  より、 $\Delta I_L$  の比率を  $I_{LED}$  の 30% ( $\Delta I_L = 0.105A$ ) とします。図 6 の計算例から、 $R_{RT} = 100k \Omega$  時の周波数  $F_{OSC}$  を 55.55kHz とすると、必要なインダクタンス値は

$$L \geq \{(V_{IN} - V_{LED}) \times V_{LED}\} / (\Delta I_L \times V_{IN} \times F_{OSC}) \dots (17)$$

より、

$$L \geq \{(110V - 49V) \times 49V\} / (0.105A \times 110V \times 55.55kHz) \approx 4.7[mH]$$

が求められます。  
 部品選定の際には、計算で求めたインダクタンス値に基づいて、直流重量特性を満足し、ご使用の ILED で磁気飽和を起こさない事が求められます。また、巻線の DCR による発熱がメーカー保証値以下であることが必要です。

### 8.3 フライホイールダイオード

外付けのパワー MOSFET のスイッチング周期における OFF 期間にエネルギーを回生するフライホイールダイオード(図 3 の Flywheel Diode  $D_S$ )は、必ず逆方向リカバリ時間  $T_{rr}$  の短い高速整流/超高速整流ダイオードをご使用ください。

商用電源整流用などのリカバリ時間が遅い一般整流ダイオードは使用しないでください。

なぜなら、リカバリ期間に大きな短絡電流が流れ、ダイオードそのものが発熱するとともに、主回路も正常に動作しなくなり、最悪の場合破損に至ることがあります。

尚、使用条件によっては、逆方向耐圧  $V_R$  が許容出来ればショットキー・バリア・ダイオードも使用可能です。

フライホイールダイオードの電流は、 $T_{OFF}$  期間に  $I_{LED} + (\Delta I_L / 2)$  のピーク電流が流れ、スイッチング周波数での繰り返しとなります。

### 8.4 入力平滑電解コンデンサ

入力電圧  $V_{IN}$  用の電源インピーダンスが限りなくゼロに近ければ、入力平滑電解コンデンサ  $C_{IN}$  にはリップル電流は流れませんが、 $V_{IN}$  の『インピーダンス=ゼロ』という条件はあくまで理想であり、実際には有りえません。

ここでは最悪 100% 入力平滑コンデンサ  $C_{IN}$  から電力供給するものとしてワースト条件でのリップル電流計算方法を述べます。

入力平滑電解コンデンサは、充放電を繰り返しています。計算は以下の手順で行います。

$$I_{IN(AVE)} = I_o \times D \dots (18) \quad \text{※} D: \text{Duty} (=V_{LED} / V_{IN} \text{ 又は } T_{ON} / (T_{ON} + T_{OFF})), I_o = \text{負荷電流}$$

インダクタリップル電流  $\Delta I_L$  は

$$\Delta I_L = \{(V_{IN} - V_{LED}) \times T_{ON}\} / L \dots (19)$$

$$I_{Lp}' = \{I_o + (\Delta I_L / 2)\} - I_{IN(AVE)} \dots (20)$$

$$I_{Lb}' = \{I_o - (\Delta I_L / 2)\} - I_{IN(AVE)} \dots (21)$$

1) 放電側

$$|C_{IN} \text{ RIPPLE (DIS)}| = \sqrt{\frac{T_{ON} \times (I_{Lp}'^2 + I_{Lp}' \times I_{Lb}' + I_{Lb}'^2)}{3 \times T}} \dots (22)$$

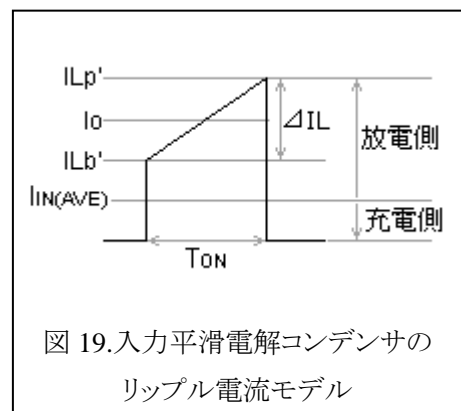
2) 充電側

$$|C_{IN} \text{ RIPPLE (CHG)}| = \sqrt{(1-D) \times I_{IN(AVE)}^2} \dots (23)$$

3) 入力平滑電解コンデンサ総合リップル電流

$$|C_{IN} \text{ RIPPLE}| = \sqrt{|C_{IN} \text{ RIPPLE (DIS)}|^2 + |C_{IN} \text{ RIPPLE (CHG)}|^2} \dots (24)$$

(計算例)



$V_{IN}=110VDC$ 、 $V_{LED}=49V(3.5V \times 14 \text{ 個})$ 、 $I_{LED}=0.35A$ 、 $Duty=0.445$ 、 $R_{RT}=100k\Omega$  ( $T_{OFF}=10\mu\text{ sec}$ )、 $T_{ON}=8\mu\text{ sec}$ 、 $\angle I_L=0.105A$  の場合、式 18~24 を用いて計算すると、

$$\bullet I_{IN(AVE)}=0.35A \times 0.445=0.156A$$

$$\bullet I_{Lp}'=\{0.35A+(0.105A/2)\}-0.156A=0.246A$$

$$\bullet I_{Lb}'=\{0.35A-(0.105A/2)\}-0.156A=0.141A$$

放電側

$$\bullet I_{CIN\text{ RIPPLE(DIS)}}=\text{SQRT}\{8\mu\text{ sec} \times (0.246A^2+0.246A \times 0.141A+0.141A^2)\}/3 \times 18\mu\text{ sec}\}=0.131A$$

充電側

$$\bullet I_{CIN\text{ RIPPLE(CHG)}}=\text{SQRT}\{(1-0.445) \times 0.156A^2\}=0.116A$$

● 総合リップル電流

$$I_{CIN\text{ RIPPLE}}=\text{SQRT}\{0.131A^2+0.116A^2\}=0.175A_{(RMS)}$$

電解コンデンサの許容リップル電流に対するディレーティングを 90% とすると、部品の定格としては

$I_{CIN\text{ RIPPLE}}/0.9=0.194A$  以上流せる部品を選定する必要があります。

## 8.5 電流検出抵抗

電流検出抵抗は巻線型などの誘導性抵抗器は使用しないでください。寄生インダクタンス成分によるサージ電圧などで、思わぬ誤動作を起こすことが有ります。金属板抵抗/金属皮膜抵抗/炭素皮膜抵抗等の非誘導性抵抗をお使いください。アキシヤル・ラジアルリード部品はリードが極力短くなるよう実装願います。

※損失の計算

$R_{CS}=2.2\Omega$ 、 $R_{RT}=100k\Omega$ 、 $R_{REF}=64.16k\Omega$  で  $V_{REF}=0.77V$  ( $I_{LED}=0.35A$ ) 時、

検出抵抗  $R_{CS}$  の平均損失は、 $R_{CS}$  に流れる電流を  $I_{RCS}$  とすると、

$$I_{RCS}=I_{LED} \times D \quad \dots(25)$$

$$P_{RCS}=I_{RCS}^2 \times R_{CS} \quad \dots(26)$$

$$I_{RCS}=0.35A \times 0.445=0.156A$$

$$P_{RCS}=0.156A^2 \times 2.2\Omega=53.5mW$$

これだけを考えると、通常動作中は 1/4W か 1/8W の 2.2Ω でよさそうです。

しかし何らかの要因で、たとえばアブノーマル状態で、 $V_{CS}=2.5V$ 、 $I_{RCS}=1.136A$  連続になった場合、こういったワースト条件で 2.2Ω の  $R_{CS}$  が焼損しないようにするには、 $P_{RCS}'=1.136A^2 \times 2.2\Omega=2.839W$  より、 $2.839W/50\%$  として、5.678W に耐える検出抵抗が必要です。尚、保護ヒューズなどとの保護協調が別にある場合は、この限りでは有りません。

## 8.6 外付けパワーMOSFET

### 選定条件

#### 1)ドレイン～ソース間耐圧( $V_{DS}$ )

パワーMOSFETのドレイン～ソース間は  $T_{OFF}$  期間に  $V_{IN} - V_F$  (フライホイールダイオード)の電圧がかかります。ただしターンオフ時などのサージを考慮すると、安全を見て  $V_{IN}$  の2倍以上を目安に選定すると良いでしょう。

#### 2)ゲート～ソース間耐圧( $V_{GS}$ )

LC5901Sのゲート駆動電圧は一定ではなく、VCC電圧に比例して変動します。この点にご注意いただきVCC電圧が仮に推奨範囲の上限17Vまで振れる時は、ゲート～ソース間耐圧  $V_{GS}$  が20V～30Vのものを選定してください。基本的に安定化された12VをVCC端子へ入力している場合は、 $V_{OUT}$ のパルス波形における波高値は約12Vです。

#### 3)その他

パワーMOSFETでは、大きなパッケージで内蔵チップの大きな品種が低オン抵抗の傾向には有ります。ただし背反事項としては接合間の容量、たとえば  $C_{iss}$  などが大きくなり、大きな駆動電流が必要になります。LC5901Sのドライブ能力を考慮すると、TO-220クラス以下のパワーMOSFETが組み合わせとしては良いでしょう。

## 8.7 出力平滑コンデンサ

LEDストリングのリップル電流仕様により、 $C_{OUT}$ 有無や、容量を決めます。

リップル電流を大きく設定できる場合は、インダクタのL値を小さくしたり、 $C_{OUT}$ 容量を小さくまたは削除したりできます。これにより電源サイズやコストの低減ができます。

リップル電流を小さくする場合は、インダクタのL値を大きく、またはLEDストリングと並列に  $C_{OUT}$ を接続します。リップル電流を小さくするとリップル電流変動によるLEDの発熱分を低減できます。

また、LEDストリングが出力端から離れた位置にある場合は、 $C_{OUT}$ をLEDストリングの近くに並列接続し、リップル電流、リップル電圧を低減します。

出力コンデンサのリップル電流実効値は(27)式で求めます。

$$I_{rms} = \frac{\Delta IL}{2\sqrt{3}} \quad \text{-----(27)}$$

許容リップル電流が0.14A以上のコンデンサが必要になります。レギュレータの出力リップル電圧  $V_{rip}$  は、チョークコイル電流の脈流部  $\Delta IL$  と出力コンデンサ  $C_0$  の等価直列抵抗 ESR の積によって定まります。

$\Delta IL$  を0.5Aとした場合、

$$I_{rms} = \frac{0.5}{2\sqrt{3}} \doteq 0.14A$$

$$V_{rip} = \Delta IL \cdot C_{o_{ESR}} \quad \text{-----(28)}$$

従って出力リップル電圧を小さくするには、等価直列抵抗 ESR の低いコンデンサを選ぶ必要があります。一般的に電解コンデンサでは同一シリーズの製品ならば、同一耐圧で容量が大きい程、又は同一容量で耐圧が高い程(≒外形が大きくなる程) ESR は低くなります。

$\Delta IL = 0.5A$   $V_{rip} = 40mV$ とした場合、

$$C_{o_{ESR}} = 40 \div 0.5 = 80m\Omega$$

ESRが80m $\Omega$ 以下のコンデンサを選べば良いこととなります。ESRは、一般に温度によって変化し低温になると増加します。使用温度におけるESRを確認する必要があります。ESR値はコンデンサ固有のもので、コンデンサの製造元に問い合わせ下さい。尚、セラミックコンデンサを使用する場合、印加電圧により容量が減少する特性を持っていますので、選定の際はご注意ください。

## 8.8 参考パターンレイアウト

### 8.8.1 配線レイアウトパターン例

以下に LC5901S のデモボード基板のパターン図を示します。

※デモ基板(For Evaluation board :t=1.6mm Single sided PCB,Thickness of Copper foil=35μm)

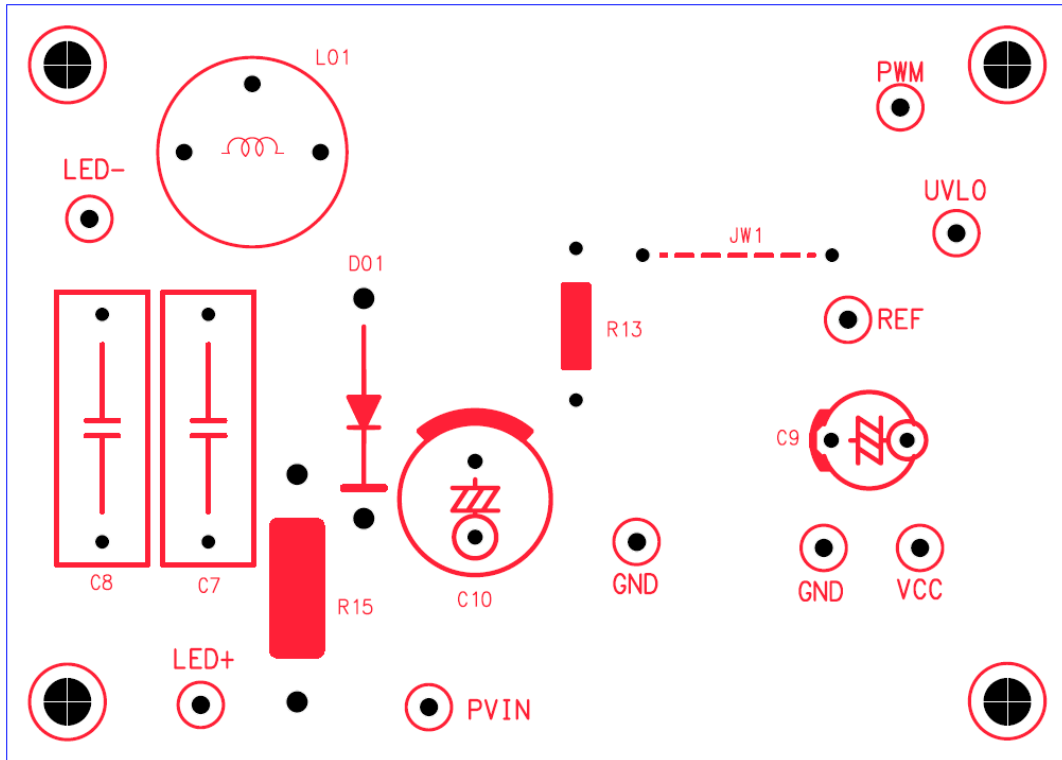


図 20(A). 基板表面(シルク図)

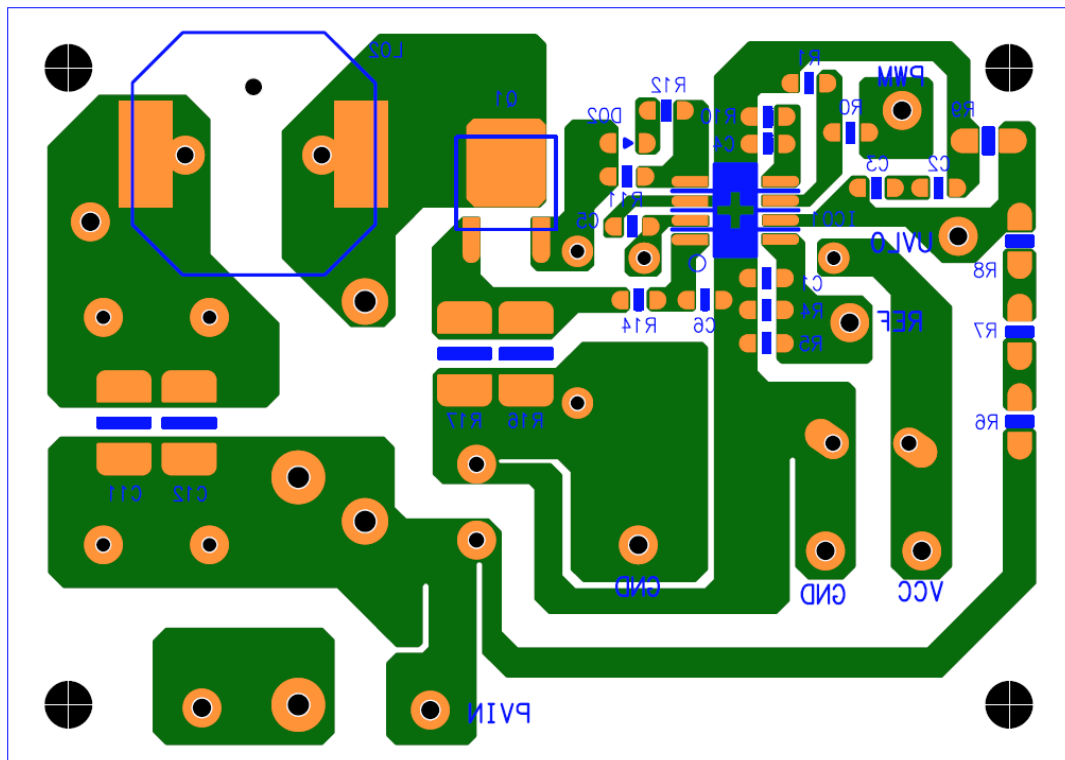
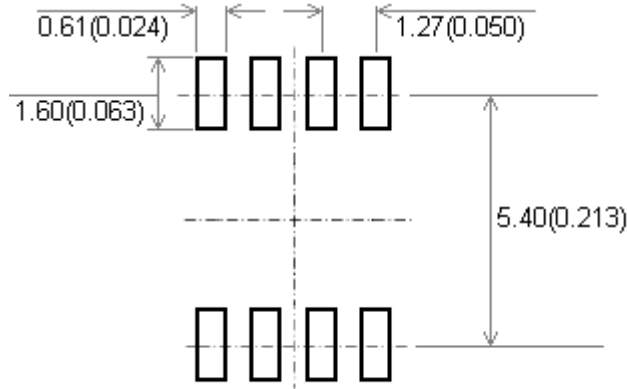


図 20(B). 基板裏面

※上記基板は、改良のため修正されることがあります。

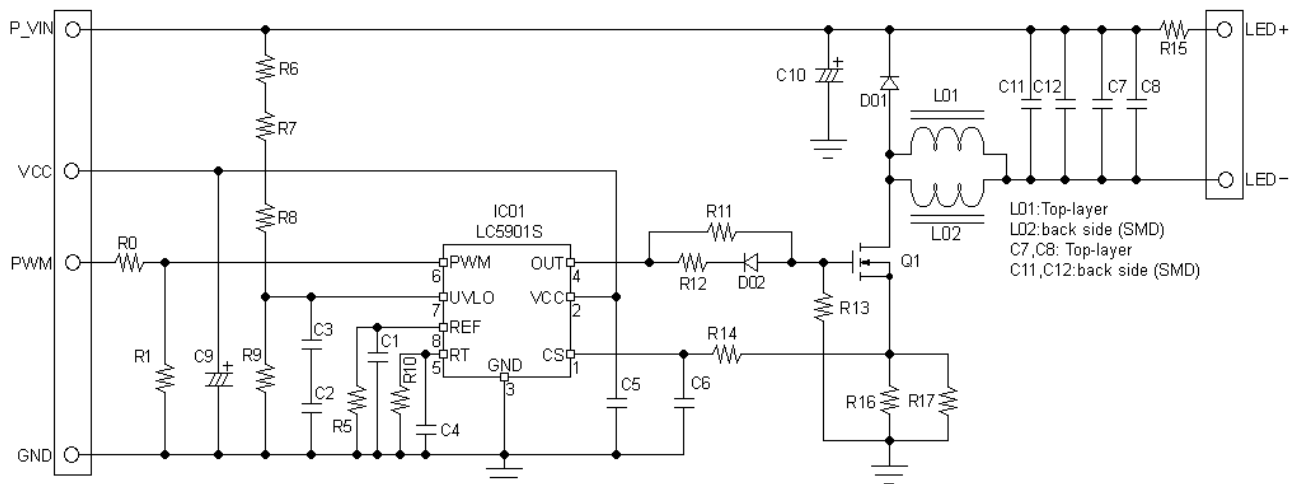


注記 SOP8 用

- 1) 寸法表記 mm (inch)
- 2) 図は一定の縮尺で描かれていません

図 21. フットプリント図

### 8.8.2 デモボード回路図



P\_IN:DC110V, VCC=13V, L01=2.2mH, C1=1nF, C2=C3=22nF, C4=Open, C5=0.22 $\mu$ F, C6=220pF, C7=Open, C8=0.33 $\mu$ F/250V, C9=22 $\mu$ F/25V, C10=10 $\mu$ F/250V, D01=SF28G, D02=1N414WS, IC04=欠番, Q1=KF9N25D, R1=Open, R2=欠番, R3=欠番, R4=欠番, R5=6.8k $\Omega$ , R6=R7=R8=1M $\Omega$ , R9=100k $\Omega$ , R10=200k $\Omega$ , R11=100 $\Omega$ , R12=10 $\Omega$ , R13=10k $\Omega$ , R14=1k $\Omega$ , R15=1 $\Omega$ /2W, R16=2 $\Omega$ /2W, R17=Open,  
 ※実験評価を行う基板であるため、オプション部品も含んでいます。

図 22. デモボード回路図

## 8.8.3 基板設計上のご注意

パターン配線および実装条件によって、誤動作・ノイズ・損失などに大きな影響が現れます。このため、配線の引回しや部品配置には十分な注意が必要です。

図のように高周波電流がループを作る部分は、ラインパターンを“太く”、部品間の配線を“短く”、ループ内面積が極力小さくなるようにして、ラインインピーダンスを下げたパターン設計を行います。

また、アースラインは輻射ノイズに大きな影響を与えるため、極力“太く”、“短く”配線します。

スイッチング電源は、高周波、高電圧の電流経路が存在するため、安全規格面を考慮した部品配置、パターン距離が必要です。(安全低電圧・SELV を超える様な入出力条件の場合)

IC 内蔵パワーMOSFET の ON 抵抗  $R_{DS(ON)}$  は、正の温度係数のため、損失に注意してください。

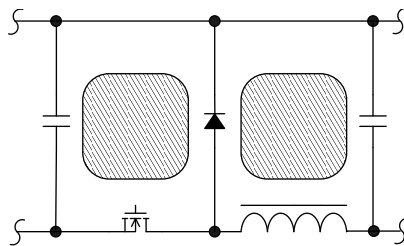
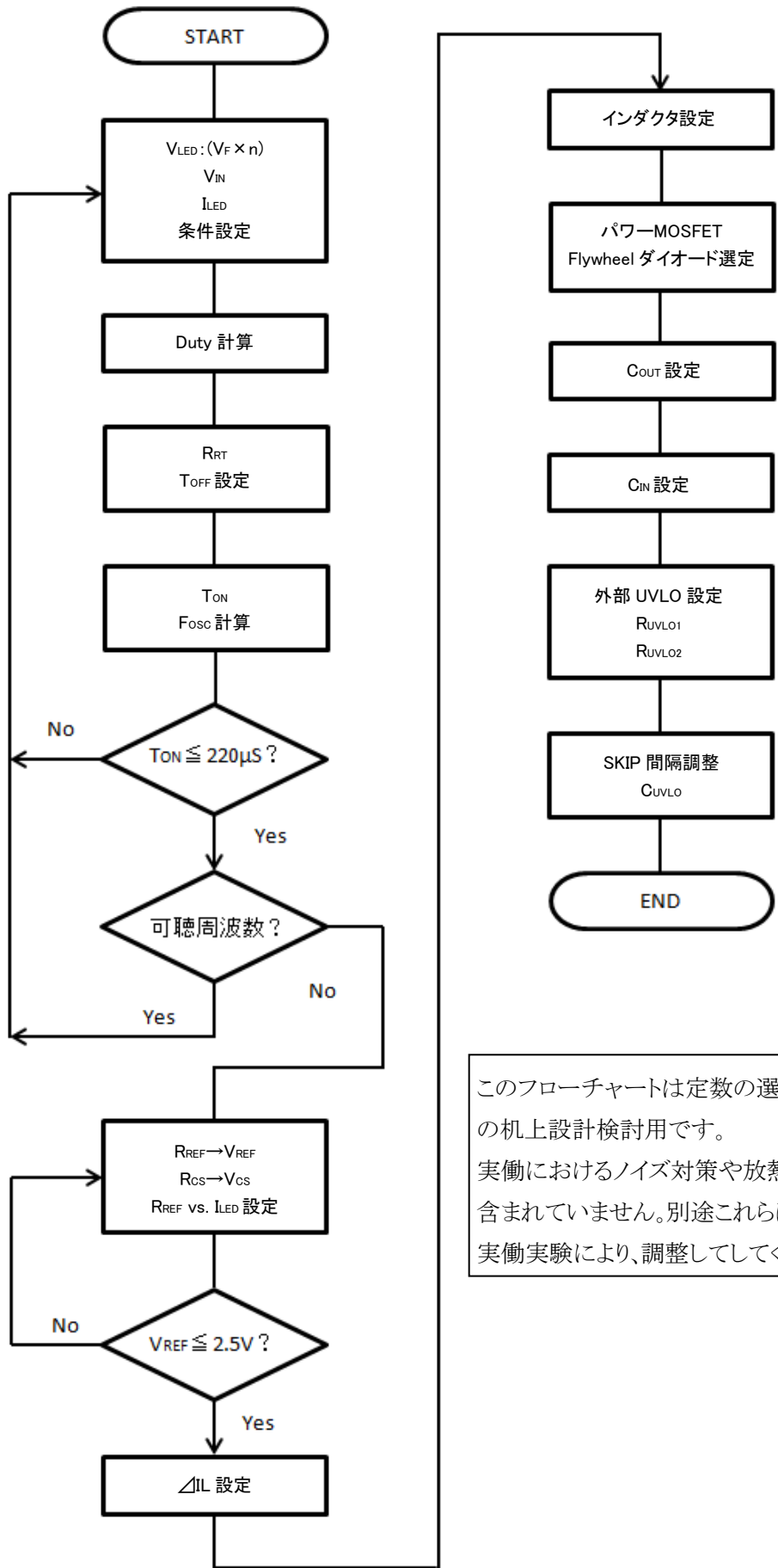


図 23. 高周波ループ (斜線部分)

- (1) 主回路パターン  
主回路パターンはスイッチング電流が流れるため、極力“太く”、“短く”配線します。  
入力部の高周波電流インピーダンスを下げるため、入力コンデンサ  $C_{IN}$ 、VIN 端子、GND 端子で作るループは小さくなるように配線します。
- (2) GND 端子周り  
主回路のスイッチング電流が制御回路へ影響を与えないようにするため、主回路系と制御系のグラウンドは GND 端子近傍から専用パターンで配線します。
- (3) 電流検出用抵抗  $R_{CS}$  周り  
電流検出時のノイズを低減するため、CS 端子、および CS 端子につながる  $R_{CS}$  のパターンは、専用パターンにより  $R_{CS}$  の近傍に配線します。
- (4) IC 周辺部品  
COMP 端子に接続した位相補償用部品は、COMP 端子と GND 端子近くに接続します。 $T_{OFF}$  設定抵抗  $R_{RT}$ 、基準電圧設定用  $R_{REF}$  も同様に GND 端子の近くに接続します。主回路電流がながれているパターンと共通インピーダンスにならない様にご注意ください。
- (5) 出力平滑コンデンサ  $C_{OUT}$  は、LED スtring の近くに接続します。



9. 設計フローチャート



このフローチャートは定数の選定のみ  
の机上設計検討用です。  
実働におけるノイズ対策や放熱対策は  
含まれていません。別途これらは  
実働実験により、調整してしてください。

10. 梱包仕様

10.1 テーピング&リール外観

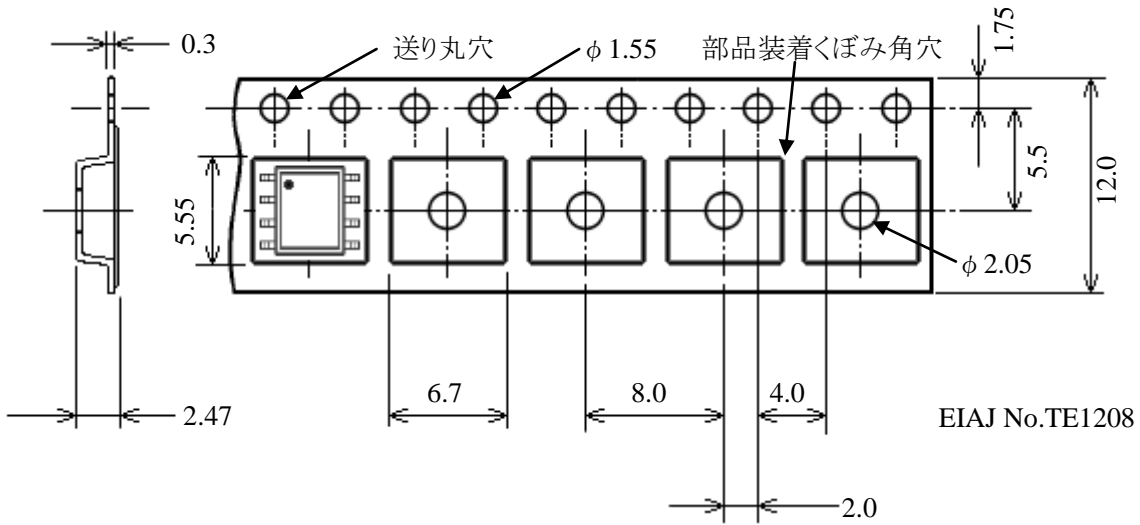


図 24. テーピング外観

注記

- 1) 寸法表記 : mm
- 2) 表面抵抗 :  $10^9 \Omega$  以下
- 3) 図は一定の縮尺で描かれていません

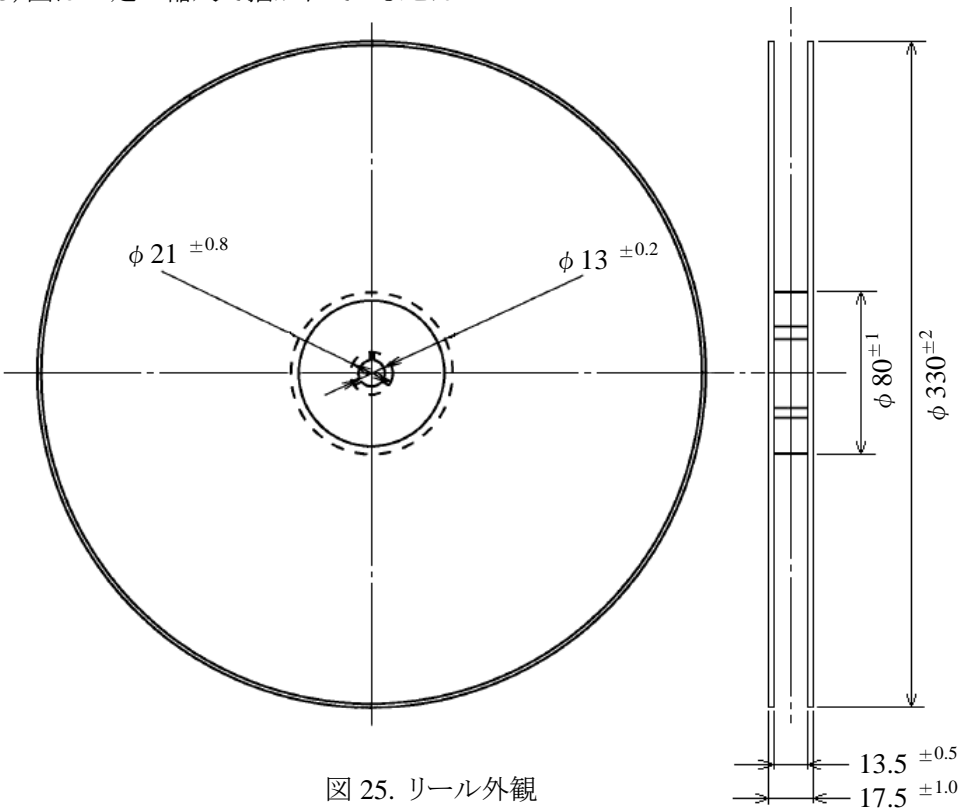


図 25. リール外観

注記:

- 1) 寸法表記 : mm
- 2) 図は一定の縮尺で描かれていません

EIAJ No. RRM-12DC

梱包数量  
4000 個/リール

## 11. 代表特性例

条件:  $V_{CC}=12V, R_{RT}=10k\Omega, R_{REF}=5k\Omega, T_a=25^\circ C$

### 8.1 $V_{CC}$ vs. $I_{CC(ON)}$

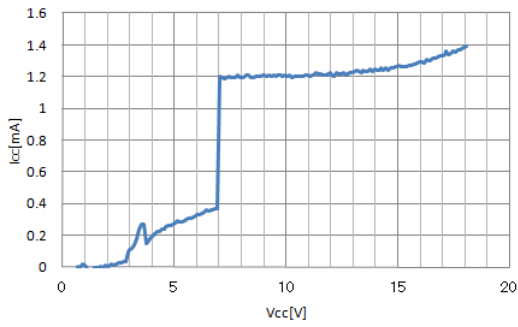


図 26

### 8.2 $V_{CC}$ vs. $I_{CC(OFF)}$

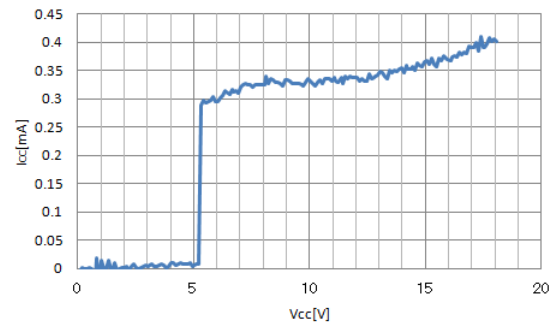


図 27

### 8.3 $V_{PWM}$ vs. $V_{OUT}$

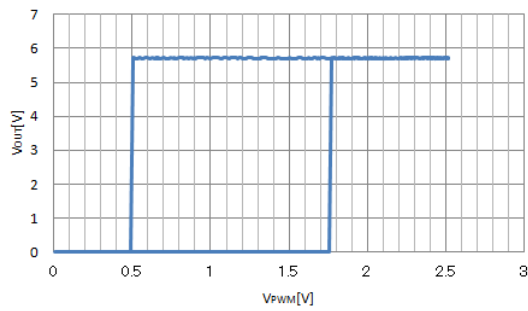


図 28

### 8.4 $V_{UVLO}$ vs. $V_{REF}$

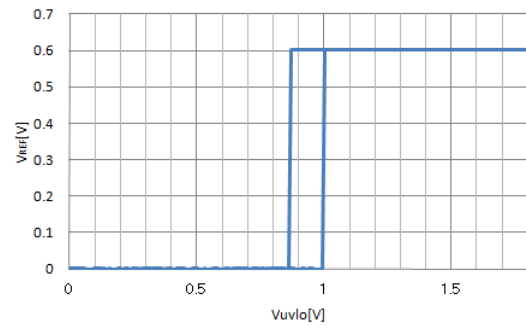


図 29

### 8.5 $V_{UVLO}$ vs. $I_{UVLO}$

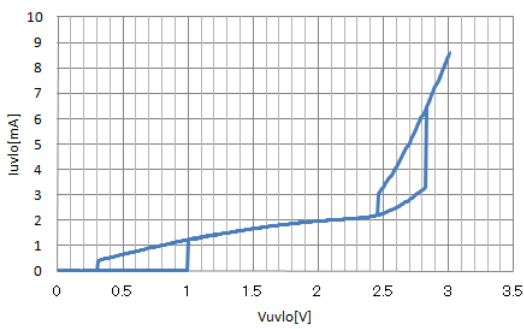


図 30

### 8.6 $V_{CS}$ vs. $I_{UVLO}$ ( $V_{CS}=2.5V \rightarrow OCP/HICCUP$ )

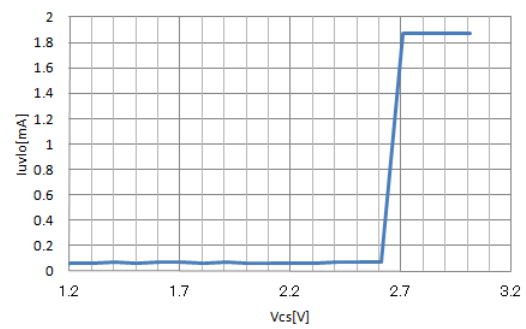


図 31

8.7 Ta vs. V<sub>OUT</sub> (Thermal Shut-down Activation)

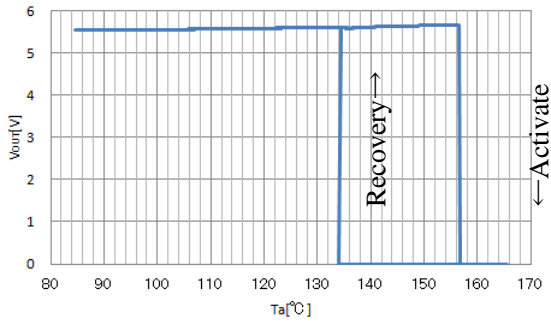


図 32

8.8 Ta vs. Ton(Min)

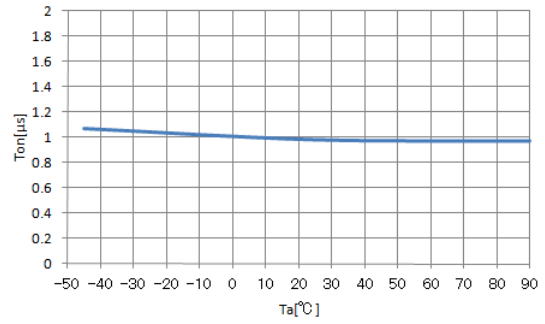


図 33

8.9 Ta vs. Ton(Max)

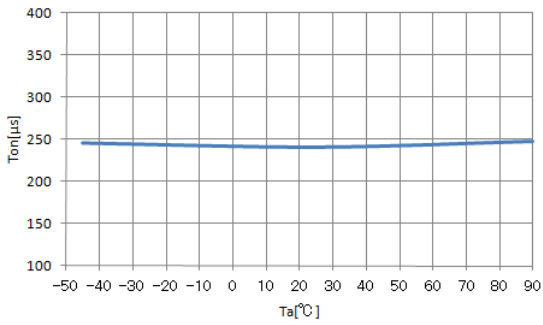


図 34

8.10 Ta vs. T<sub>OFF</sub> (R<sub>RT</sub>=10kΩ)

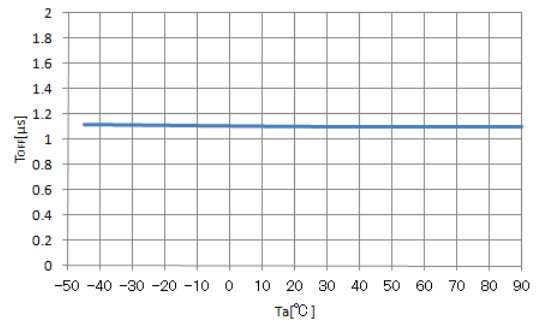


図 35

8.11 Ta vs. T<sub>OFF</sub> (R<sub>RT</sub>=80kΩ)

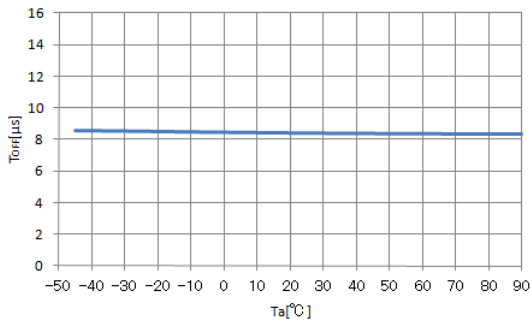


図 36

8.12 Ta vs. V<sub>REF</sub> (R<sub>REF</sub>=5kΩ)

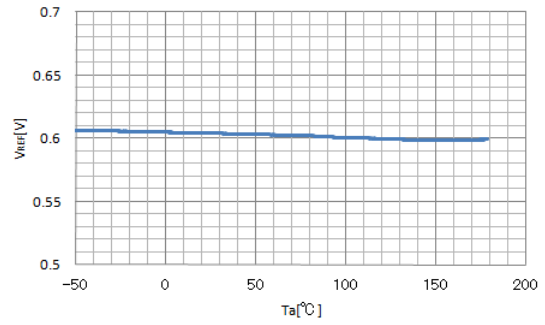


図 37

8.13 Ta vs. PWM Pin Pull-down Resistance

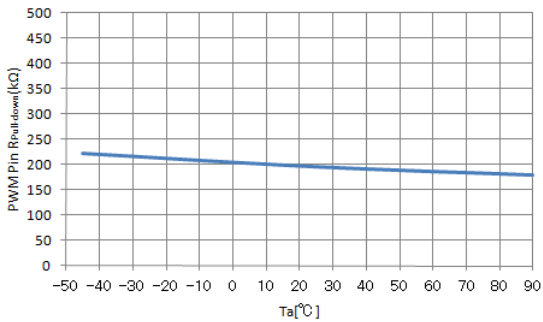


図 38

## 使用上の注意

弊社の製品を使用、またはこれを使用した各種装置を設計する場合、定格値に対するディ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します。ディ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したりすることです。ディレーティングを行う要素には、一般的に電圧、電流、電力などの電氣的ストレス、周囲温度、湿度などの環境ストレス、半導体製品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のディレーティングの程度が、信頼性を大きく変える要素となるので十分に配慮してください。

保管環境、特性検査上の取り扱い方法によっては信頼度を損なう要因となるので、注意事項に留意してください。

### 保管上の注意事項

- 保管環境は、常温（5～35℃）、常湿（40～75%）中が望ましく、高温多湿の場所、温度や湿度の変化が大きな場所を避けてください
- 腐食性ガスなどの有毒ガスが発生しない、塵埃の少ない場所で、直射日光を避けて保管してください
- 長期保管したものは、使用前にはんだ付け性やリードの錆などについて再点検してください

### 特性検査、取り扱い上の注意事項

受入検査などで特性検査を行う場合は、測定器からのサージ電圧の印加、端子間ショートや誤接続などに十分注意してください。また定格以上の測定は避けてください

### 放熱用シリコングリースを使用する場合の注意事項

- 放熱用シリコングリースを使用する場合は、均一に薄く塗布してください。必要以上に塗布すると、無理な応力を加えます。
- 長時間放置した放熱用シリコングリースは、ひび割れによる放熱効果の悪化や、ビス止め時にモールド樹脂クラックの原因となります。
- 放熱用シリコングリースの中には異物が入らないよう十分ご注意ください。異物が入ると放熱性を損ねたり、絶縁板を使用する場合は絶縁板が傷つき絶縁不良を起こしたりする場合があります。
- 放熱用シリコングリースは樹脂封止型半導体への使用を推奨するものを使用してください。弊社では下記の放熱用シリコングリースおよびその同等品を推奨しております。

品名	メーカー名
G746	信越化学工業(株)
YG6260	モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同会社
SC102	東レ・ダウコーニング(株)

### はんだ付け方法

- はんだ付けをする場合は、下記条件以内で、できるだけ短時間で作業してください
  - ・260 ± 5 °C 10 ± 1 s (フロー、2 回)
  - ・380 ± 10 °C 3.5 ± 0.5 s (はんだごて、1 回)
- はんだ付けは製品本体より 1.5 mm のところまでとします。

はんだ付けをする場合は、下記条件以内で、できるだけ短時間で作業してください

- ・リフロー : 予備加熱 180 °C / 90 ± 30 s  
加熱処理 250 °C / 10 ± 1 s (260 °C peak、2 回)
- ・はんだごて : 380 ± 10 °C / 3.5 ± 0.5 s (1 回)

### 静電気破壊防止のための取扱注意

- 製品を取り扱う場合は、人体アースを取ってください。人体アースはリストストラップなどを用い、感電防止のため、 $1M\Omega$  の抵抗を人体に近い所へ入れてください
- 製品を取り扱う作業台は、導電性のテーブルマットやフロアマットなどを敷き、アースを取ってください
- カーブトレーサーなどの測定器を使う場合、測定器もアースを取ってください
- はんだ付けをする場合、はんだごてやディップ槽のリーク電圧が、製品に印加するのを防ぐため、はんだごての先やディップ槽のアースを取ってください。
- 製品を入れる容器は、弊社出荷時の容器を用いるか、導電性容器やアルミ箔などで、静電対策をしてください。

### 注意書き

- 本書に記載している内容は、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確認してください。
- 本書に記載している動作例、回路例および推奨例は、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、生命権、身体権、財産権、その他一切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。
- 弊社の合意がない限り、弊社は、本書に含まれる本製品（商品適性および特定目的または特別環境に対する適合性を含む）ならびに情報（正確性、有用性、信頼性を含む）について、明示的か黙示的かを問わず、いかなる保証もしていません。
- 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。製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害などが発生しないよう、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。
- 本書に記載している製品は、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）に使用することを意図しております。高い信頼性を要求する装置（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）への使用を検討、および一般電子機器であっても長寿命を要求する場合は、必ず弊社販売窓口へ相談してください。極めて高い信頼性を要求する装置（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。
- 本書に記載している製品の使用にあたり、本書に記載している製品に他の製品・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検討の上行ってください。
- 本書に記載している製品は耐放射線設計をしておりません。
- 弊社物流網以外での輸送、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。
- 本書に記載している内容を、文書による弊社の承諾なしに転記・複製することを禁じます。