

単出力、高効率 LED バックライト用 ドライバ IC BL0100A

SanKen

データシート

概要

BL0100A は、外部 PWM 信号でデューティ 0.02% まで調光可能な単出力の LED バックライト用 LED ドライバ IC です。本 IC は昇圧コンバータ方式を採用し、LED の V_F ばらつきを吸収するように制御することで高効率を実現しています。

充実した保護機能により構成部品が少なく、コストパフォーマンスの高い LED 駆動回路を容易に構成できます。

パッケージ
SOIC14



原寸大ではありません。

特長

昇圧コンバータ部

- 電流モード PWM 制御
- 発振周波数可変 100 kHz～500 kHz
- 最大オンデューティ 90%

LED 電流制御部

- PWM 調光
- アナログ調光
- 高コントラスト比 5000 : 1

保護機能

- エラー信号出力機能
- 昇圧部過電流保護(OCP) -----パルス・バイ・パルス
- LED 出力過電流保護(LED_OCP)
-----パルス・バイ・パルス
- 過電圧保護(OVP)
- LED オープン/ショート保護
- 過熱保護(TSD)

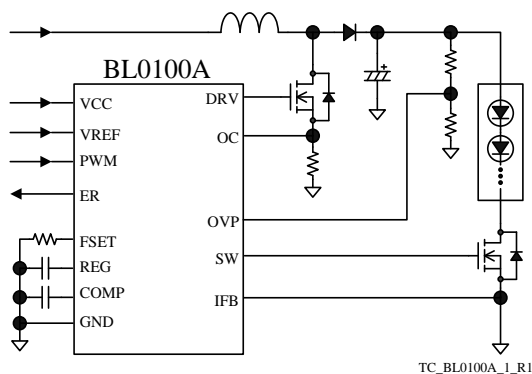
主要スペック

- 電源電圧 20 V (max.)
- 発振周波数 100 kHz～500 kHz

アプリケーション

- LED バックライト
- LED 照明 など

応用回路例



目次

概要	1
1. 絶対最大定格	3
2. 電気的特性	3
3. ブロックダイアグラム	5
4. 各端子機能	5
5. 応用回路例	6
6. 外形図	7
7. 捺印仕様	7
8. 動作説明	8
8.1 起動動作	8
8.2 定電流制御動作	9
8.3 PWM 調光機能	9
8.4 ドライブ出力	9
8.5 保護機能	10
8.6 エラー信号出力機能	14
9. 設計上の注意点	14
9.1 外付け部品	14
9.2 インダクタ設計	14
9.3 パターン設計	15
10. 電源回路例	17
注意書き	19

1. 絶対最大定格

電流値の極性は、IC を基準として流入（シンク）が“+”、流出（ソース）が“-”と規定します。
特記がない場合の条件は、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 。

項目	記号	測定条件	端子	定格	単位
REG 端子流出電流	I_{REG}		2-7	-1	mA
OVP 端子電圧	V_{OVP}		3-7	-0.3~5	V
PWM 端子電圧	V_{PWM}		4-7	-0.3~5	V
IFB 端子クランプ電流	I_{FB}	Single pulse 5 μs	12-7	-10	mA
FSET 端子流出電流	I_{FSET}		6-7	-300	μA
VCC 端子電圧	V_{CC}		8-7	-0.3~20	V
SW 端子電圧	V_{SW}		9-7	-0.3~ $V_{CC} + 0.3$	V
DRV 端子電圧	V_{DRV}		10-7	-0.3~ $V_{CC} + 0.3$	V
OC 端子電圧	V_{OC}		11-7	-0.3~5	V
ER 端子電圧	V_{ER}		14-7	-0.3~ V_{REG}	V
VREF 端子電圧	V_{REF}		1-7	-0.3~5	V
動作周囲温度	T_{op}		—	-40~85	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}		—	-40~125	$^\circ\text{C}$
ジャンクション温度	T_j		—	150	$^\circ\text{C}$

2. 電気的特性

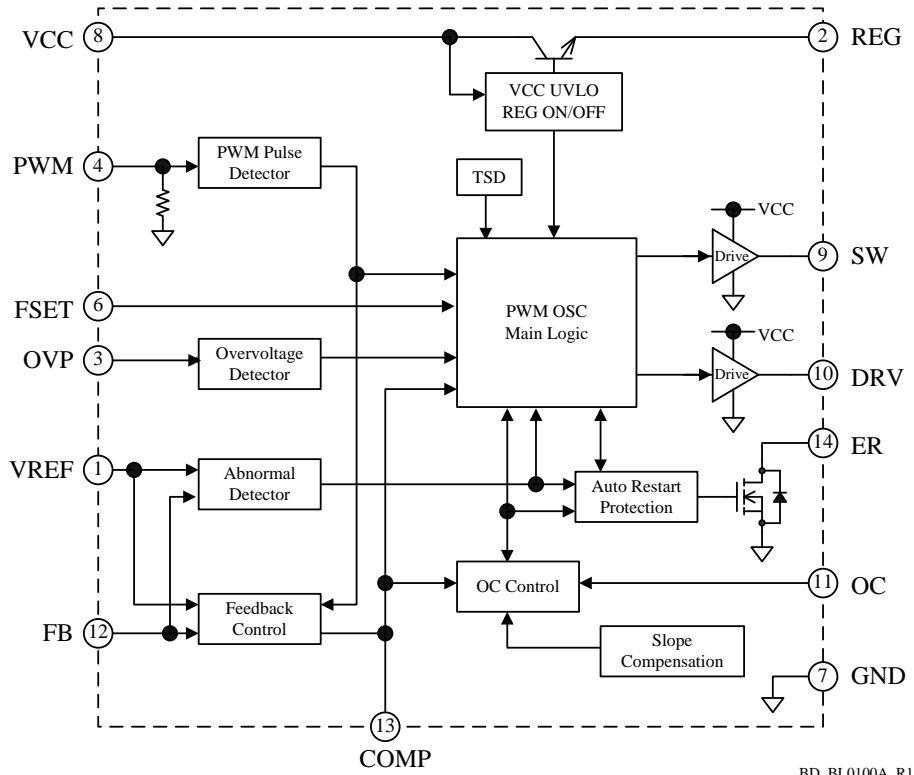
電流値の極性は、IC を基準として流入（シンク）が“+”、流出（ソース）が“-”と規定します。
特記がない場合の条件は、 $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = 12\text{ V}$ 。

項目	記号	測定条件	端子	Min.	Typ.	Max.	単位
起動 / 停止動作							
動作開始電源電圧 ¹	$V_{CC(ON)}$		8-7	8.5	9.6	10.5	V
動作停止電源電圧	$V_{CC(OFF)}$		8-7	8.0	9.1	10.0	V
動作時回路電流	$I_{CC(ON)}$		8-7	—	5.3	8.0	mA
非動作時回路電流	$I_{CC(OFF)}$	$V_{CC} = 8\text{ V}$	8-7	—	70	200	μA
REG 端子出力電圧	V_{REG}		2-7	4.9	5.0	5.1	V
発振器							
PWM 発振周波数 1	f_{PWM1}	$V_{FSET} = 2\text{ V}$	10-7	95	100	105	kHz
PWM 発振周波数 2	f_{PWM2}	$R22 = 4.7\text{ k}\Omega$	10-7	440	500	560	kHz
最大 ON Duty	D_{MAX}		10-7	85	90	95	%
最低オン時間	t_{MIN}		10-7	40	140	240	ns
発振開始 COMP 端子電圧	$V_{COMP(ON)}$		13-7	0.35	0.50	0.65	V
発振停止 COMP 端子電圧	$V_{COMP(OFF)}$		13-7	0.10	0.25	0.40	V

¹ $V_{CC(ON)} > V_{CC(OFF)}$

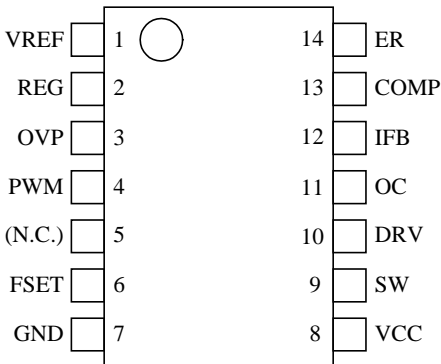
項目	記号	測定条件	端子	Min.	Typ.	Max.	単位
VREF / IFB 端子制御特性							
VREF 端子最低設定電圧	$V_{REF(MIN)}$	$V_{REF} = 0\text{ V}$	1-7	0.05	0.25	0.45	V
VREF 端子最高設定電圧	$V_{REF(MAX)}$	$V_{REF} = 5\text{ V}$	1-7	1.75	2.00	2.35	V
IFB 端子オートリスタート動作電圧	$V_{IFB(AR)}$	$V_{REF} = 1\text{ V}$	12-7	0.45	0.50	0.55	V
IFB 端子 COMP 充電切替え電圧	$V_{IFB(COMP)}$	$V_{REF} = 1\text{ V}$	12-7	0.55	0.60	0.65	V
IFB 端子過電流動作 LOW しきい電圧	$V_{IFB(OCL)}$	$V_{REF} = 1\text{ V}$	12-7	1.9	2.0	2.1	V
IFB 端子過電流動作解除しきい電圧	$V_{IFB(OCL-OFF)}$	$V_{REF} = 1\text{ V}$	12-7	1.5	1.6	1.7	V
IFB 端子過電流動作 HIGH しきい電圧	$V_{IFB(OCH)}$		12-7	3.8	4.0	4.2	V
IFB 端子バイアス電流	$I_{IFB(B)}$	$V_{IFB} = 5\text{ V}$	12-7	—	—	1	μA
電流検出しきい電圧	V_{IFB}	$V_{REF} = 1\text{ V}$	12-7	0.98	1.00	1.02	V
COMP 端子特性							
COMP 端子最大出力電圧	$V_{COMP(MAX)}$	$V_{IFB} = 0.7\text{ V}$	13-7	4.8	5.0	—	V
COMP 端子最小出力電圧	$V_{COMP(MIN)}$	$V_{IFB} = 2.0\text{ V}$	13-7	—	0	0.2	V
伝達特性	gm		—	—	640	—	μS
COMP 端子流出電流	$I_{COMP(SRC)}$	$V_{IFB} = 0.7\text{ V}$	13-7	-77	-57	-37	μA
COMP 端子流入電流	$I_{COMP(SNK)}$	$V_{IFB} = 1.5\text{ V}$	13-7	37	57	77	μA
起動時 COMP 端子充電電流	$I_{COMP(S)}$	$V_{COMP} = 0\text{ V}$	13-7	-19	-11	-3	μA
COMP 端子リセット電流	$I_{COMP(R)}$		13-7	200	360	520	μA
ER 端子特性							
通常時 ER 端子流入電流	I_{ER}	$V_{ER} = 1\text{ V}$	14-7	2.5	4.4	6.3	mA
過電流保護(OCP)動作							
OC 端子 OCP しきい電圧	V_{OCP}	$V_{COMP} = 4.5\text{ V}$	11-7	0.57	0.60	0.63	V
過電圧保護(OVP)動作							
OVP 動作しきい電圧	V_{OVP}		3-7	2.85	3.00	3.15	V
OVP 動作解除しきい電圧	$V_{OVP(OFF)}$		3-7	2.60	2.75	2.90	V
PWM 端子特性							
PWM 端子 ON しきい電圧	$V_{PWM(ON)}$		4-7	1.4	1.5	1.6	V
PWM 端子 OFF しきい電圧	$V_{PWM(OFF)}$		4-7	0.9	1.0	1.1	V
PWM 端子インピーダンス	R_{PWM}		4-7	100	200	300	k Ω
SW/DRV 端子特性							
SW 端子ソース電流	$I_{SW(SRC)}$		9-7	—	-85	—	mA
SW 端子シンク電流	$I_{SW(SNK)}$		9-7	—	220	—	mA
DRV 端子ソース電流	$I_{DRV(SRC)}$		10-7	—	-0.36	—	A
DRV 端子シンク電流	$I_{DRV(SNK)}$		10-7	—	0.85	—	A
過熱保護(TSD)動作							
TSD 動作温度	$T_{j(TSD)}$		—	125	—	—	$^{\circ}\text{C}$
TSD ヒステリシス	$T_{j(TSD)HYS}$		—	—	65	—	$^{\circ}\text{C}$
熱抵抗							
ジャンクション-エア間熱抵抗	θ_{j-A}		—	—	—	120	$^{\circ}\text{C/W}$

3. ブロックダイアグラム



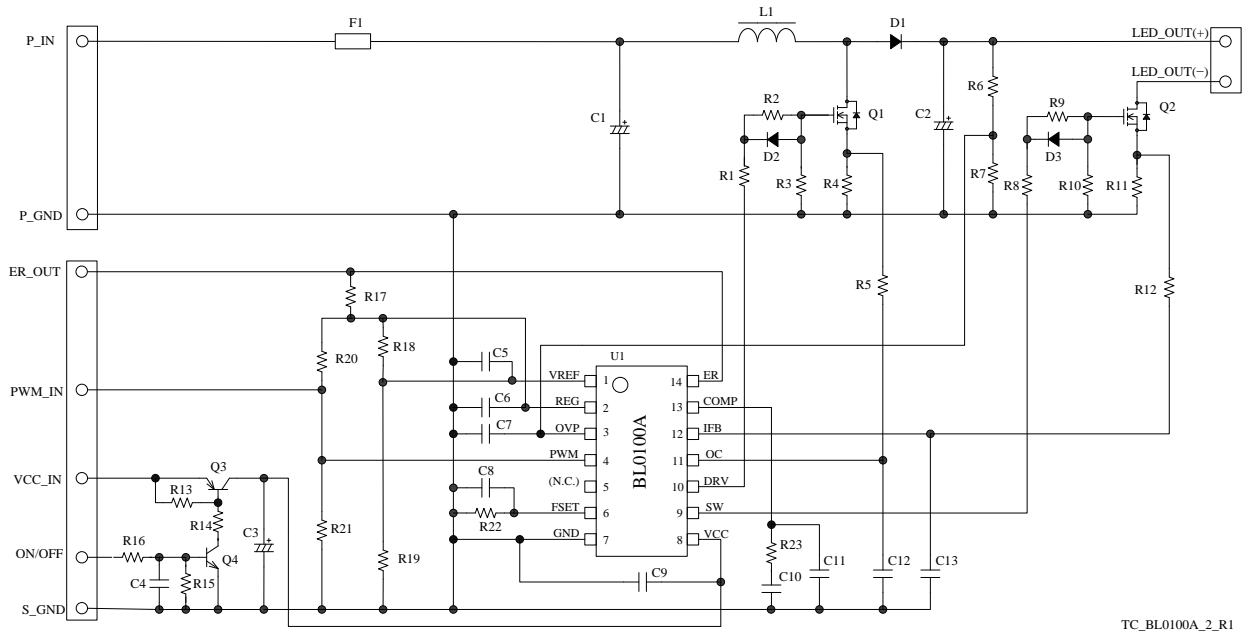
BD_BL0100A_R1

4. 各端子機能



端子番号	記号	機能
1	VREF	検出電圧設定
2	REG	内部レギュレータ出力
3	OVP	過電圧検出信号入力
4	PWM	PWM 調光信号入力
5	(N.C.)	(機能なし)
6	FSET	周波数設定
7	GND	グラウンド
8	VCC	電源入力
9	SW	PWM 調光用 MOSFET ゲート駆動出力
10	DRV	昇圧部 MOSFET ゲート駆動出力
11	OC	電流モード制御信号入力 ／過電流保護信号入力
12	IFB	電流検出フィードバック信号入力
13	COMP	位相補償／ソフトスタート設定
14	ER	エラー信号出力

5. 応用回路例

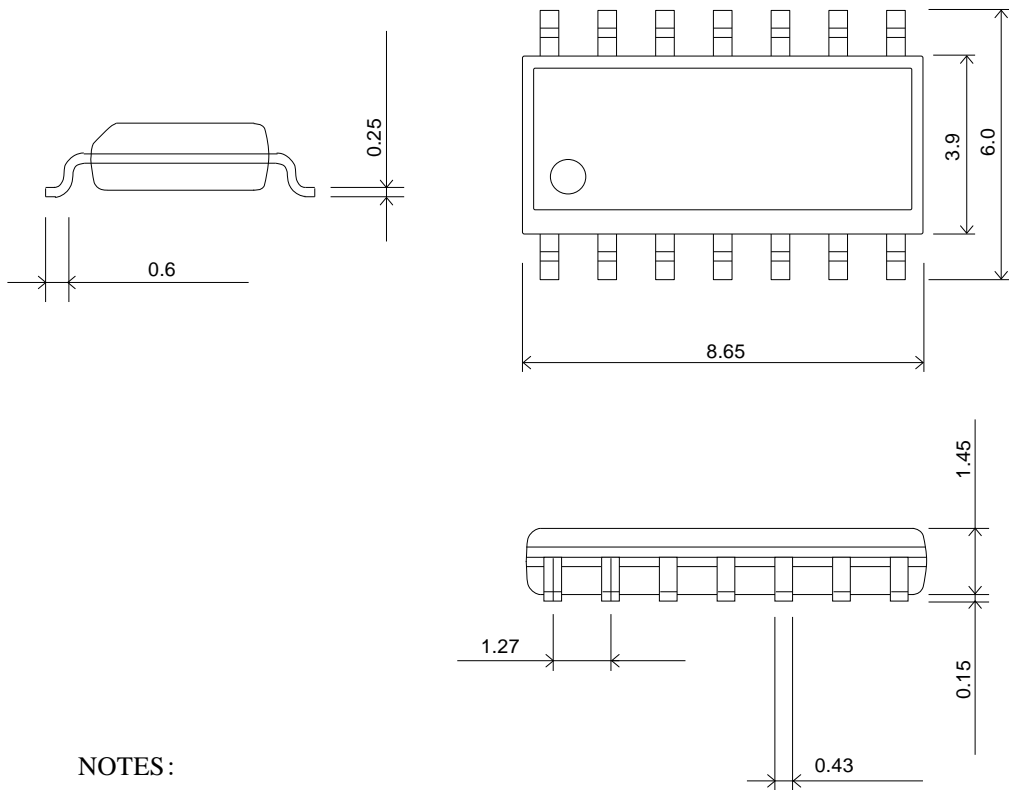


TC_BL0100A_2_R1

図 5-1 応用回路例

6. 外形図

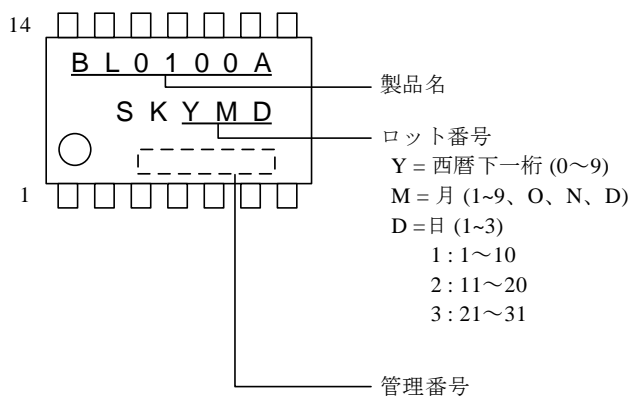
- SOIC14



NOTES:

- 単位: mm
- Pbフリー品 (RoHS 対応)

7. 捺印仕様



8. 動作説明

特記のない場合の特性数値は Typ. 値を表記します。
 電流値の極性は、IC を基準として流入（シンク）が“+”、流出（ソース）が“-”と規定します。

8.1 起動動作

図 8-1 に VCC 端子周辺回路を示します。VCC 端子は、制御部電源端子で、外部電源から電圧を供給します。VCC 端子電圧が動作開始電源電圧 $V_{CC(ON)} = 9.6\text{ V}$ 以上になると制御回路が動作します。

PWM 端子電圧が PWM 端子 ON しきい電圧 $V_{PWM(ON)} = 1.5\text{ V}$ 以上（絶対最大定格 5 V 未満）になると、COMP 端子から、起動時 COMP 端子充電電流 $I_{COMP(S)} = -11\text{ }\mu\text{A}$ が流れます。この電流により COMP 端子に接続したコンデンサを充電し、発振開始 COMP 端子電圧 $V_{COMP(ON)} = 0.50\text{ V}$ 以上になると、スイッチング動作を開始します。VCC 端子電圧が動作停止電源電圧 $V_{CC(OFF)} = 9.1\text{ V}$ を下回ると、低入力時動作禁止（UVLO: Undervoltage Lockout）回路により、制御回路動作は動作を停止して、再び起動前の状態に戻ります（図 8-2 参照）。

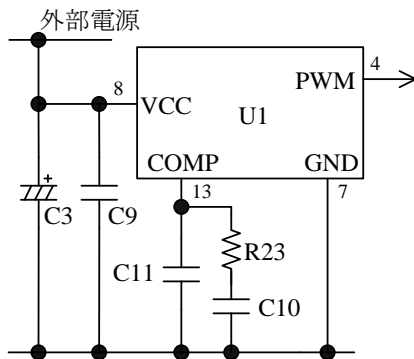


図 8-1 VCC 端子周辺回路

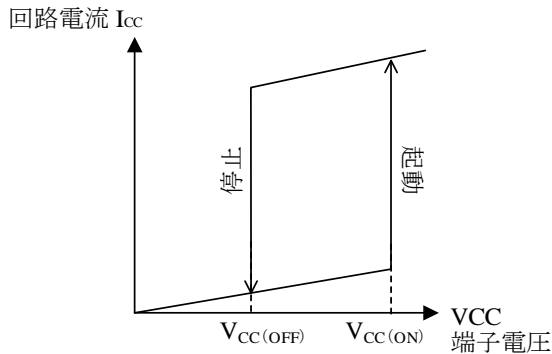


図 8-2 VCC 端子電圧と回路電流 I_{CC}

PWM 調光信号の Duty が小さいときに、起動時の出力電流の立ち上がりを早くするため、起動時の COMP 端子の充電電流を次のように制御しています。

図 8-3 に PWM 調光信号入力時の起動動作波形を示します。

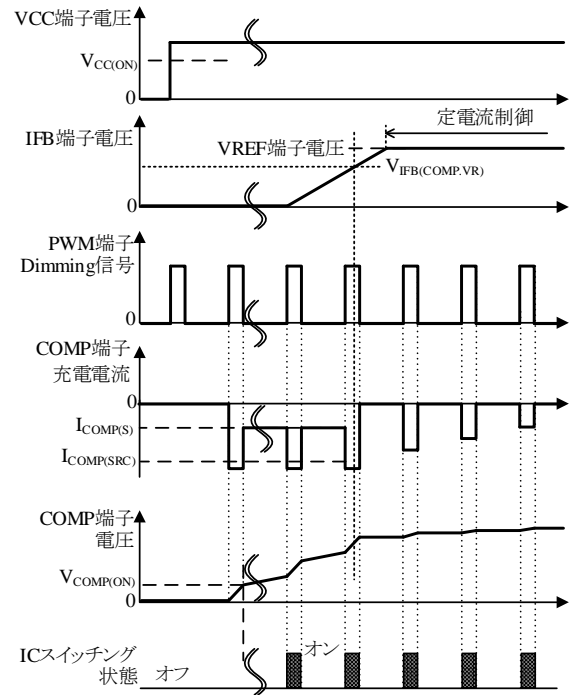


図 8-3 PWM 調光信号入力時の起動動作

IFB 端子電圧が、COMP 充電切替え電圧 $V_{IFB(COMP.VR)}$ に達するまでは、 $I_{COMP(S)} = -11\text{ }\mu\text{A}$ で COMP 端子に接続したコンデンサを充電します。この期間に PWM 端子電圧が $V_{PWM(ON)} = 1.5\text{ V}$ 以上になると、このコンデンサの充電電流は COMP 端子流出電流 $I_{COMP(SRC)} = -57\text{ }\mu\text{A}$ になり、COMP 端子電圧は急速に上昇します。IFB 端子電圧が $V_{IFB(COMP.VR)}$ 以上になると、COMP 端子の流出電流はフィードバック量に応じて可変します（定電流制御）。

このように、COMP 端子電圧が上昇するにしたがって、徐々にオンデューティが広くなり、出力電力が増加します。このソフトスタート動作により、起動時の部品ストレスを低減します。

VCC 端子電圧が $V_{CC(OFF)} = 9.1\text{ V}$ 以下になったときや、オートリスタート動作（8.5 保護機能の項参照）になると、スイッチング動作を停止します。これと同時に COMP 端子リセット電流 $I_{COMP(R)} = 360\text{ }\mu\text{A}$ で、COMP 端子に接続したコンデンサを急速に放電します。再起動は、ソフトスタート動作から開始します。

起動時、本 IC はオートリスタート動作 1 で動作します。起動時の注意点は 8.5 保護機能を参照してください。

IFB 端子 COMP 充電切替え電圧 $V_{IFB(COMP.VR)}$ は、図

8-4 のように VREF 端子電圧に依存します。VREF 端子電圧 $V_{REF} = 1 \text{ V}$ のときの $V_{IFB(Comp.VR)}$ は $V_{IFB(Comp)} = 0.60 \text{ V}$ です。

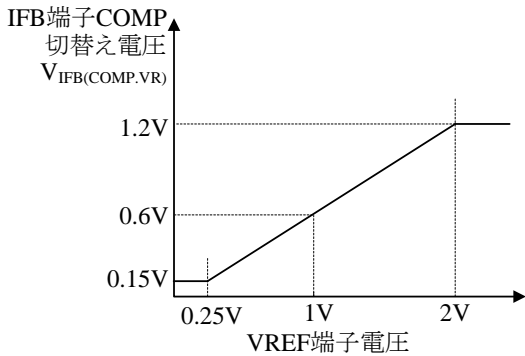


図 8-4 VREF 端子電圧と IFB 端子 COMP 切替え電圧の関係

8.2 定電流制御動作

図 8-5 に IFB 端子周辺回路を示します。

定電流制御は、Q2 がオンしたときの LED 電流 $I_{OUT(CC)}$ を出力電流検出抵抗 R11 で検出し、IFB 端子内のエラーアンプで、この電圧が VREF 端子電圧 (基準電圧) になるように制御しています。

VREF 端子には、REG 端子電圧 $V_{REG} = 5 \text{ V}$ を抵抗 R20 と R21 で分圧した電圧を入力します。LED_OUT を流れる定電流値によって、VREF 端子に入力する基準電圧を調整します。LED_OUT の定電流設定値 $I_{OUT(CC)}$ は、次式で求めます。

$$I_{OUT(CC)} = \frac{V_{REF}}{R_{SEN}} \quad (8-1)$$

ここで、

V_{REF} : VREF 端子電圧 (推奨設定範囲 0.5 V ~ 2.0 V)

R_{SEN} : R11 の抵抗値

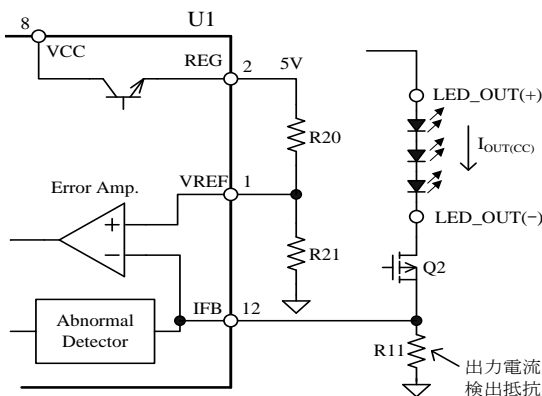


図 8-5 IFB 端子周辺回路

8.3 PWM 調光機能

図 8-6 に PWM 端子と SW 端子の周辺回路を示します。PWM 端子は PWM 調光信号を入力します。SW 端子は、調光用外付け MOSFET Q2 のゲートを駆動します。PWM 端子電圧によって、SW 端子の出力電圧を ON/OFF し、LED の調光を行います。

図 8-7 のように、PWM 端子電圧が PWM 端子 ON しやすい電圧 $V_{PWM(ON)} = 1.5 \text{ V}$ 以上になると、SW 端子電圧は VCC 端子電圧相当になります。また、PWM 端子電圧が PWM 端子 OFF しやすい電圧 $V_{PWM(OFF)} = 1.0 \text{ V}$ 以下になると、SW 端子電圧は 0.1 V 以下になります。

PWM 端子の絶対最大定格は $-0.3 \text{ V} \sim 5.0 \text{ V}$ 、入力インピーダンス R_{PWM} は $200 \text{ k}\Omega$ です。

PWM 端子には、PWM 端子の仕様と、しきい電圧 $V_{PWM(ON)}$ 、 $V_{PWM(OFF)}$ を満足する PWM 調光信号を入力します。

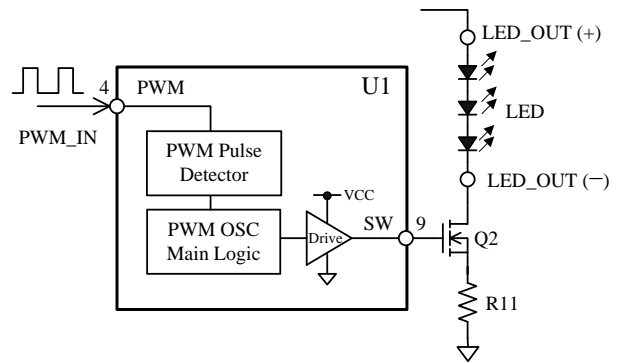


図 8-6 PWM 端子と SW 端子の周辺回路

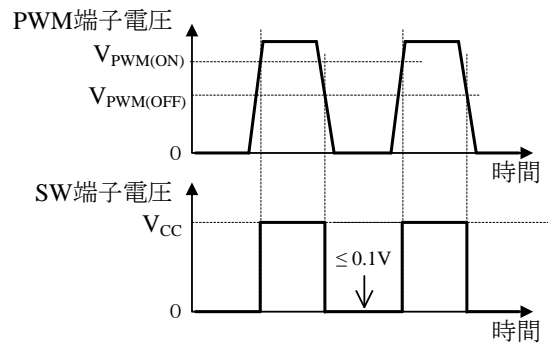


図 8-7 PWM 端子と SW 端子の波形

8.4 ドライブ出力

図 8-8 に DRV 端子、SW 端子、FSET 端子の周辺回路を示します。DRV 端子は昇圧用 MOSFET Q1 の駆動端子、SW 端子調光用 MOSFET Q2 の駆動端子です。表 8-1 に DRV 端子と SW 端子のドライブ電圧 V_{DRV} とド

ライブ電流 I_{DRV} を示します。

- Q1、Q2 のゲートソース間しきい電圧 $V_{GS(th)}$
 $V_{GS(th)}$ は、全使用温度範囲で十分に $V_{GS(th)} < V_{CC}$ と
 なるものを選定します。
- Q1、Q2 のゲート抵抗、およびダイオード
 Q1 の R1、R2、D2、および Q2 の R8、R9、D3 は、パ
 ワー-MOSFET の損失、ゲート波形(配線パターンによ
 るリンギング低減など)、EMI ノイズにより、実働動作
 で調整します。
- Q1 の R3、Q2 の R10
 この抵抗は、パワー-MOSFET ターンオフ時の急峻な
 dv/dt による誤動作防止用です。10 k Ω ~100 k Ω 程度
 をパワー-MOSFET のゲートと検出抵抗のグランドラ
 イン側に最短で接続します。

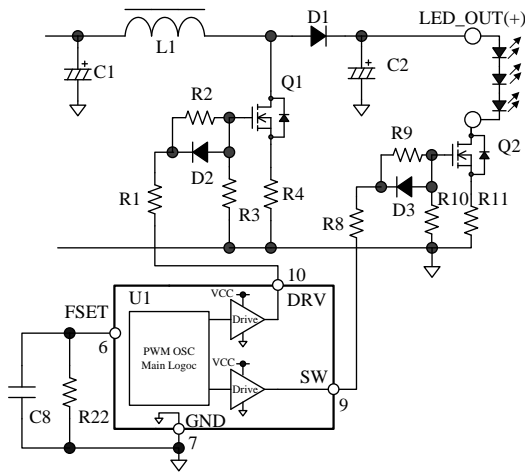


図 8-8 DRV 端子、SW 端子、FSET 端子
 周辺回路

表 8-1 ドライブ電圧とドライブ電流

端子	ドライブ電圧 V_{DRV}		ドライブ電流 I_{DRV}	
	High	Low	ソース	シンク
DRV	V_{CC}	$\leq 0.1 V$	-0.36 A	0.85 A
SW	V_{CC}	$\leq 0.1 V$	-85 mA	220 mA

DRV 端子の PWM 発振周波数は 100 kHz~500 kHz
 の範囲で可変でき、FSET 端子に接続する抵抗 R22 の
 抵抗値 R_{FSET} で決まります。 R_{FSET} と PWM 発振周波数の
 関係を図 8-9 に示します。

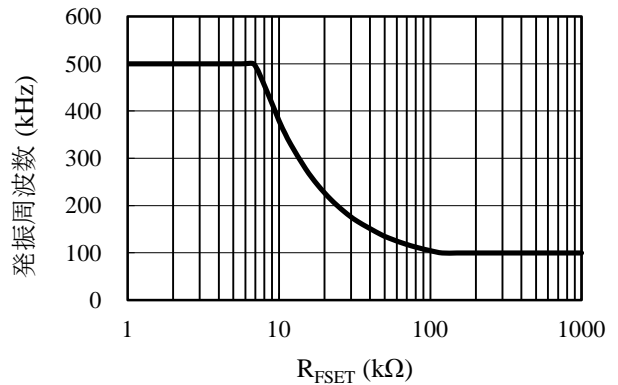


図 8-9 FSET 端子抵抗値 R_{FSET} と PWM 発振周波
 数

8.5 保護機能

表 8-2 のように、本 IC はアブノーマル状態の種類に
 よって、異なる保護動作を行います。いずれの動作も保
 護の動作要因を取り除き、保護の解除信号を検出する
 と、通常動作に自動復帰します。

この間欠発振動作により、パワー-MOSFET、およびダ
 イオードなどの部品ストレスを低減できます。

表 8-2 アブノーマル状態の種類と保護動作

アブノーマル状態の種類		保護動作
1	昇圧部の過電流(OCP)	オートリスター ト動作 1
2	LED 出力の過電流(LED_OCP)	
3	LED_OUT(+)の過電圧(OVP)	
4	LED_OUT(-)と GND 間の短絡	
5	LED 電流検出抵抗の短絡 (R_{SEN_Short})	オートリスター ト動作 2
6	LED 両端の短絡	
7	LED 電流検出抵抗の開放 (R_{SEN_Open})	オートリスター ト動作 3
8	IC のジャンクションの過熱(TSD)	

● オートリスタート動作 1:

表 8-2 の 1~5 のいずれかのアブノーマル状態を検
 出すると、図 8-10 のように、発振期間 t_{ARS1} 、 t_{ARS2} と、
 発振停止期間 t_{AROFF1} で間欠発振動作を繰り返します。
 t_{ARS1} は最初の間欠発振周期 T_{AR1} の発振時間、 t_{ARS2}
 は 2 回目以降の間欠発振周期 T_{AR2} の発振時間です。
 PWM 調光信号の周波数が低く、Duty が小さい場合
 は、IC の起動や、Duty = 0% からの復帰、間欠動作
 からの復帰時に時間がかかるため、 t_{ARS1} 、 t_{ARS2} の値
 は、図 8-12 および図 8-13 のように PWM 調光信号

の周波数と Duty によって変化するように設計されています。Duty が 100% のときは、 $t_{ARS1} = 61.4 \text{ ms}$ 、 $t_{ARS2} = 41.0 \text{ ms}$ です。 t_{AROFF1} は、約 1.3 s です。

● オートリスタート動作 2:

表 8-2 の 6 か 7 のアブノーマル状態を検出すると、図 8-11 のように、即座に発振を停止し、発振期間 t_{ARSW} と発振停止期間 t_{AROFF2} で間欠発振動作を繰り返します。

t_{ARSW} は数 μs です。 t_{ARS2} は図 8-13 から求める値とすると、 t_{AROFF2} は次式で求めます。

$$t_{AROFF2} = t_{ARS2} - t_{ARSW} + t_{AROFF1} \quad (8-2)$$

Duty が 100% のときは $t_{AROFF2} \approx 0.041 + 1.3 = 1.341 \text{ (s)}$ になります。

● オートリスタート動作 3:

表 8-2 の 8 のアブノーマル状態を検出すると即座に発振を停止し、発振停止を維持します。

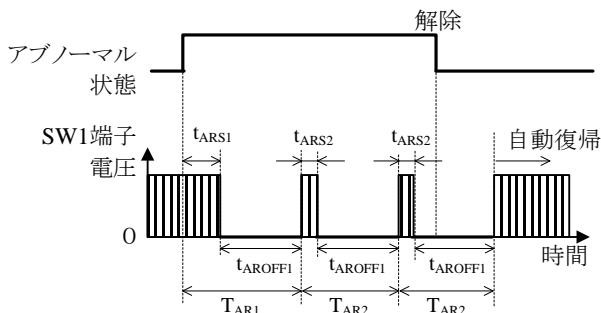


図 8-10 オートリスタート動作 1

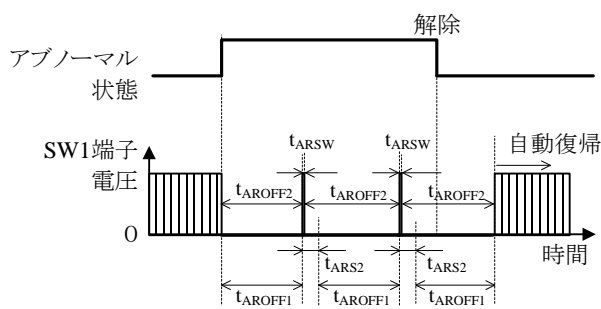


図 8-11 オートリスタート動作 2

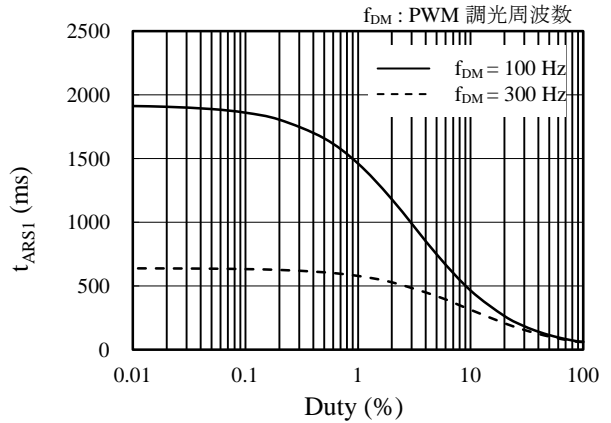


図 8-12 t_{ARS1} の PWM 調光信号 Duty 依存性

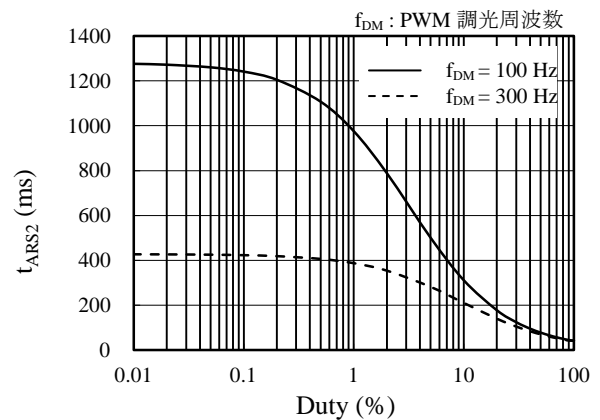


図 8-13 t_{ARS2} の PWM 調光信号 Duty 依存性

以下に、オートリスタート動作 1 と 2 の動作条件を示します。

＜オートリスタート動作 1 動作条件＞

オートリスタート動作 1 は、OC 端子と IFB 端子の検出信号で動作します。

- OC 端子の信号で動作する場合
OC 端子電圧が OC 端子 OCP しきい電圧 $V_{OCP} = 0.60 \text{ V}$ 以上になると、オートリスタート動作 1 に移行します。保護動作要因の解除後、OC 端子電圧が、 V_{OCP} より低くなると通常の動作に復帰します。
- IFB 端子の信号で動作する場合
図 8-14 のように、IFB 端子には、2 種類のしきい電圧があり、これらの保護のしきい電圧は、図 8-15 のように V_{REF} 端子電圧に依存します。

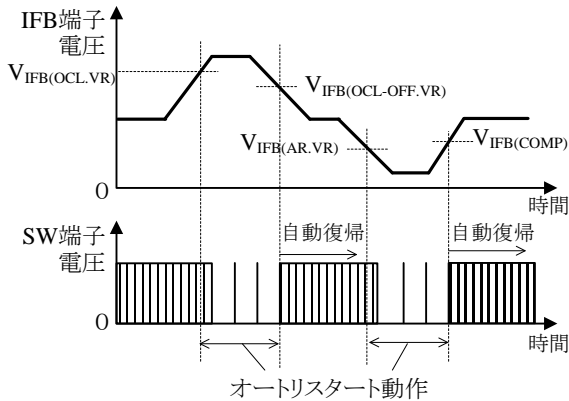


図 8-14 IFB 端子のしきい電圧とオートリスタート 1 動作

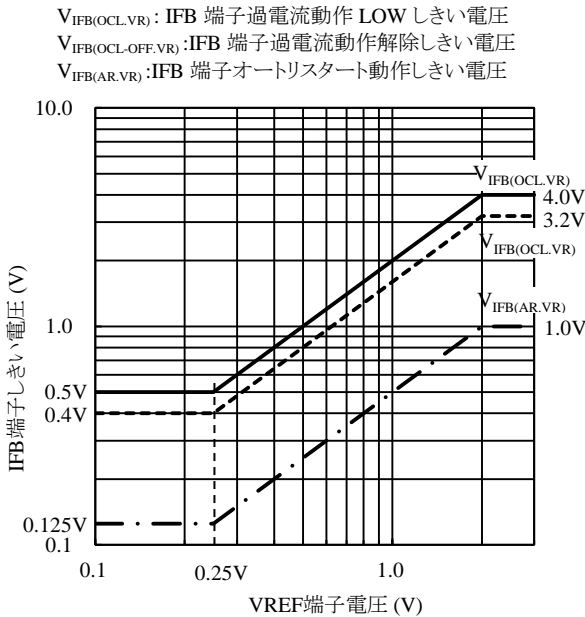


図 8-15 IFB 端子しきい電圧と VREF 端子電圧の関係

- IFB 端子電圧が上昇した場合
IFB 端子電圧が、図 8-15 の IFB 端子過電流動作 LOW しきい電圧 $V_{IFB(OCL.VR)}$ に達するとオートリスタート動作 1 に移行します。保護動作要因の解除後、IFB 端子電圧が IFB 端子過電流動作解除しきい電圧 $V_{IFB(OCL-OFF.VR)}$ まで低下すると通常の動作に復帰します。
- IFB 端子電圧が下降した場合
IFB 端子電圧が、図 8-15 の IFB 端子オートリスタート動作しきい電圧 $V_{IFB(AR.VR)}$ まで低下するとオートリスタート動作 1 に移行します。保護動作要因の解除後、

IFB 端子電圧が $V_{IFB(OMP)}$ より高くなると通常の動作に復帰します。

<オートリスタート動作 2 動作条件>

オートリスタート動作 2 は、IFB 端子の検出信号で動作します。

図 8-16 のように、IFB 端子電圧が、IFB 端子過電流動作 HIGH しきい電圧 $V_{IFB(OCH)} = 4.0 \text{ V}$ 以上になると、オートリスタート動作 2 に移行し、瞬時にスイッチング動作を停止します。保護動作要因の解除後、IFB 端子電圧が $V_{IFB(OCH)}$ より低くなるとオートリスタート動作 1 に移行します。

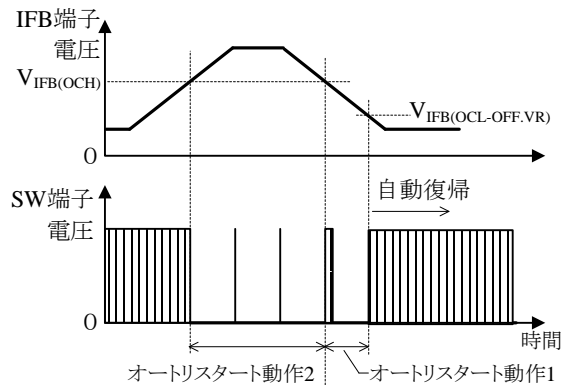


図 8-16 IFB 端子のしきい電圧とオートリスタート 2 動作

<起動時の注意事項>

起動時のように LED 電流が少なく IFB 端子電圧が $V_{IFB(AR.BR)}$ 以下の期間は、IC はオートリスタート動作 1 で動作します。起動時間が長すぎると、オートリスタート動作 1 による間欠発振動作になります。これは、起動不良の原因になるため、起動時間は図 8-10 の t_{ARSI} 以下になるように設計します。

以下に表 8-2 のアブノーマル状態における保護機能の動作を示します。

8.5.1 昇圧部の過電流 (OCP)

昇圧部の過電流は、OC 端子で検出し、オートリスタート動作 1 に移行します。

図 8-17 に OC 端子周辺回路を示します。

Q1 がターンオンしたときのインダクタ電流 $I_{L(ON)}$ を、検出抵抗 R4 で検出し、OC 端子に入力します。OC 端子電圧が OC 端子 OCP しきい電圧 $V_{OCP} = 0.60 \text{ V}$ 以上になると、オートリスタート動作 1 に移行し、パルスバイパルスで Duty を絞ることで出力電力を制限します。

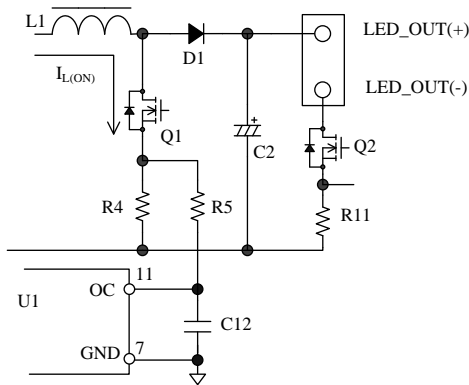


図 8-17 OC 端子周辺回路

8.5.2 LED 出力の過電流 (LED_OCP)

図 8-18 に IFB 端子、COMP 端子の周辺回路を示します。

Q2 がオンしたときの LED 電流を R11 で検出し、IFB 端子に入力します。

LED スtrings の短絡などで、LED 電流が増加すると、IFB 端子電圧が上昇します。出力が過電流状態のときは、IFB 端子電圧によって 3 段階の保護動作をします。

- LED 電流が増加して、IFB 端子電圧が上昇すると、COMP 端子電圧は低下します。COMP 端子電圧が発振停止 COMP 端子電圧 $V_{COMP(OFF)} = 0.25 \text{ V}$ 以下に低下すると、スイッチング動作を停止し、出力電流の上昇を抑えます。LED 電流が減少して、IFB 端子電圧が下降し、COMP 端子電圧が発振開始 COMP 端子電圧 $V_{COMP(ON)} = 0.50 \text{ V}$ 以上になるとスイッチング動作を再開します。
- LED 電流が更に増加して、IFB 端子電圧が図 8-15 の $V_{IFB(OCL.VR)}$ 以上になると、オートリスタート動作 1 に移行します。
- LED 電流が更に増加して、IFB 端子電圧が IFB 端子過電流動作 HIGH しきい電圧 $V_{IFB(OCH)} = 4.0 \text{ V}$ 以上

になると、オートリスタート動作 2 に移行します。

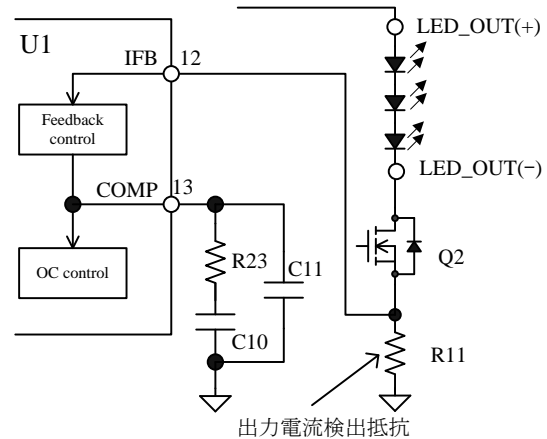


図 8-18 IFB 端子、COMP 端子周辺回路

8.5.3 LED_OUT(+)の過電圧 (OVP)

図 8-19 に OVP 端子周辺回路を示します。LED_OUT(+)の電圧は R6、R7 で検出し、OVP 端子に入力します。

LED_OUT(+)の開放や、IFB 端子の開放などにより、LED_OUT(+)の電圧が上昇し、OVP 端子電圧が OVP しきい電圧 $V_{OVP} = 3.00 \text{ V}$ に達すると、瞬時にスイッチング動作を停止します。

OVP 端子電圧が OVP 解除しきい電圧 $V_{OVP(OFF)} = 2.75 \text{ V}$ に低下するか、IFB 端子電圧が図 8-15 の $V_{IFB(AR.VR)}$ に低下すると、オートリスタート動作 1 に移行します。

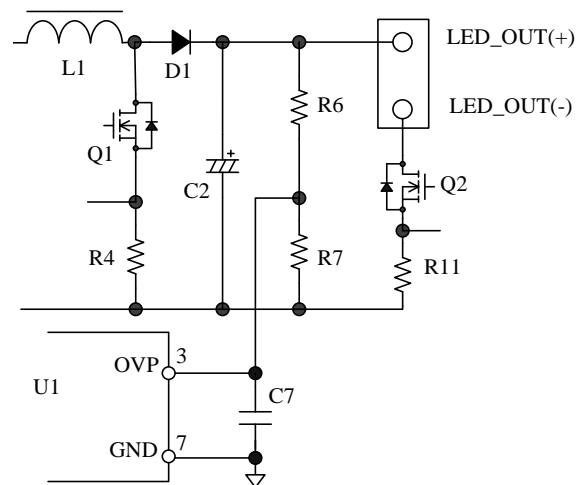


図 8-19 OVP 端子周辺回路

8.5.4 LED_OUT(-)とGND間の短絡

LED_OUT(-)とGND間が短絡すると、IFB端子電圧が低下します。IFB端子電圧が図8-15の $V_{IFB(AR.VR)}$ まで低下すると、オートリスタート動作1に移行します。

8.5.5 LED電流検出抵抗の短絡(R_{SEN}_Short)

LED出力電流検出抵抗R11の両端が短絡すると、IFB端子電圧が低下します。IFB端子電圧が図8-15の $V_{IFB(AR.VR)}$ まで低下すると、オートリスタート動作1に移行します。

8.5.6 LED両端の短絡

LEDの両端、LED_OUT(+)とLED_OUT(-)が短絡すると、Q2がオンしたときに短絡電流が流れます。

この短絡電流をR11で検出して、IFB端子に入力します。IFB端子電圧が、IFB端子過電流動作HIGHしきい電圧 $V_{IFB(OCH)} = 4.0\text{ V}$ 以上になると、オートリスタート動作2に移行します。

8.5.7 LED電流検出抵抗の開放(R_{SEN}_Open)

出力電流検出抵抗R11の両端が開放になると、IFB端子電圧が上昇します。IFB端子電圧が、IFB端子過電流動作HIGHしきい電圧 $V_{IFB(OCH)} = 4.0\text{ V}$ 以上になると、オートリスタート動作2に移行します。

8.5.8 ICのジャンクション温度の過熱(TSD)

ICの温度が、熱保護動作温度 $T_{j(TSD)} = 125\text{ °C (min.)}$ 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(オートリスタート動作3)。保護動作要因の解除後、制御部の温度が $T_{j(TSD)} - T_{j(TSD)HYS}$ になると、通常の動作に自動復帰します。

8.6 エラー信号出力機能

外部のマイコンなどでエラー信号を受ける場合、図8-20のようにプルアップ抵抗R17と保護用抵抗R_{ER}を接続します。ER端子は内部スイッチのドレインに接続しています。保護機能動作時は、内部のスイッチがオフになり、ER_OUTは0VからREG端子電圧になります。R17、R_{ER}の抵抗値は、それぞれ10kΩ程度を選定します。

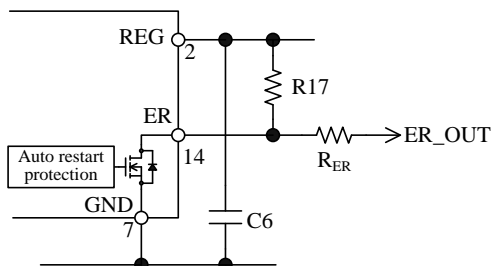


図 8-20 ER 端子周辺回路

9. 設計上の注意点

9.1 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。

- 入出力の平滑用電解コンデンサ C1、C2
リップル電流・電圧・温度上昇に対し、適宜設計マージンを設定します。
電解コンデンサは、スイッチング電源用の許容リップル電流が高い、低インピーダンスタイプを使用します。
- インダクタ L1
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 R4、R11
電流検出用抵抗は、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が小さく、かつ許容損失を満足するものを使用します。

9.2 インダクタ設計

PWM調光を行う昇圧コンバータの場合、PWM調光時の出力電流の立ち上がりをよくするため、電流臨界モード(CRM)、または電流不連続モード(DCM)で設計します。以下にインダクタの設計手順を示します。

(1) Dutyの設定

昇圧コンバータの出力電圧は入力電圧より高くなるため、Duty、D_{ON}は次式になります。

CRMの条件の場合、式9-1は等式になり、DCMの条件の場合は不等式になります。

$$D_{ON} \leq \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}} \quad (9-1)$$

ここで、

V_{IN} : 入力電圧の下限値

V_{OUT} : LEDストリングの順方向電圧降下の上限値

式9-1からCRMまたはDCMになるD_{ON}を決めます。

Dutyの範囲は、f_{PWM} = 100 kHzのとき1.4%~90%、f_{PWM} = 500 kHzのとき7%~90%です。

(下限はt_{MIN} = 140 nsおよびf_{PWM}より算出。上限はD_{MAX1}、D_{MAX2})

(2) PWM周波数の設定

DRV端子のPWM発振周波数は、FSET端子の抵抗R22の値に依存します。図8-9より、PWM発振周波数f_{PWM}を設定します。

(3) インダクタンスL値の算出

DCM または CRM に設定した場合のインダクタンス L 値は次式より求めます。

$$L \leq \frac{(V_{IN} \times D_{ON})^2}{2 \times I_{OUT} \times f_{PWM} \times (V_{OUT} - V_{IN})} \quad (9-2)$$

ここで、

I_{OUT} : 出力電流の上限値

f_{PWM} : PWM 発振周波数の上限値

(4) ピークインダクタ電流 I_{LP} の算出

$$I_{LP} = \frac{V_{IN} \times D_{ON}}{L \times f_{PWM}} \quad (9-3)$$

(5) インダクタの選定

インダクタは、直流重畳特性が式(9-2)、式(9-3)より算出した L 値と I_{LP} よりも高いものを選定します。

9.3 パターン設計

スイッチング電源は、高周波かつ高電圧の電流経路が存在し、基板のパターンや部品の実装条件が、動作、ノイズ、損失などに大きく影響します。そのため、高周波電流ループ(図 9-1)は極力小さくし、パターンを太くして、ラインインピーダンスを低くする必要があります。

また、GND 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。

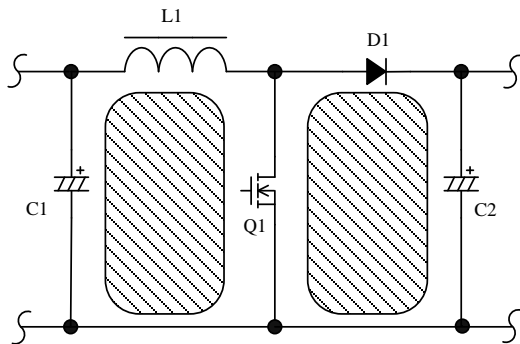


図 9-1 高周波電流ループ

さらに、以下に示す内容を配慮したパターン設計が必要です。IC 周辺回路の接続例を図 9-2 に示します。

(1) 主回路パターン

スイッチング電流が流れる主回路パターンです。このパターンは極力太く、電流ループを小さく配線します。入力コンデンサ C1 は、高周波電流ループのインピーダンスを下げるため、インダクタ L1 の近くに配線します。

(2) 制御系 GND パターン

制御系 GND パターンに主回路の大電流が流れると、IC の動作に影響を与える可能性があります。そのため、制御系のグラウンドと主回路パターンのグラウンドは分けて、A 点に一点で配線します。

(3) 電流検出ライン

電流検出時のノイズを低減するため、電流検出抵抗 (R4、R11) の近傍から専用パターンで IC の各該当端子へ配線します。

(4) COMP 端子位相補償用部品

ノイズの影響を抑えるため、位相補償用部品 (R23、C10、C11) は、各該当 COMP 端子と GND 端子にできるだけ短く接続します。

(5) VCC 端子、REG 端子、VREF 端子のバイパスコンデンサ

ノイズの影響を抑えるため、VCC 端子、REG 端子、VREF 端子に接続するバイパスコンデンサ (C9、C6、C5) は、各端子と GND 端子にできるだけ短く接続します。

(6) パワー MOSFET のゲート周辺回路

Q1 の R3、Q2 の R10 はパワー MOSFET のゲートと検出抵抗の GND ライン側に最短で接続します。また、Q1、Q2 のゲート抵抗とダイオードはそれぞれゲートと OC 端子、SW 端子に最短で接続します。

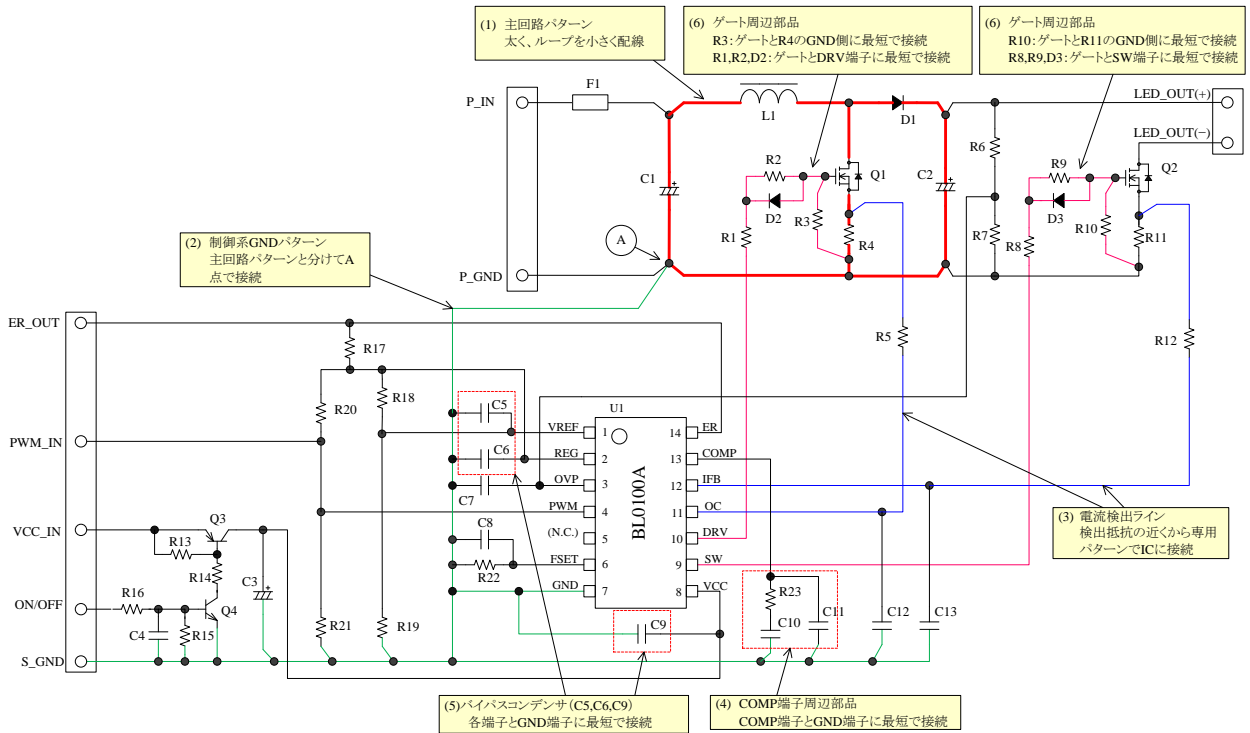


図 9-2 IC 周辺回路の接続例

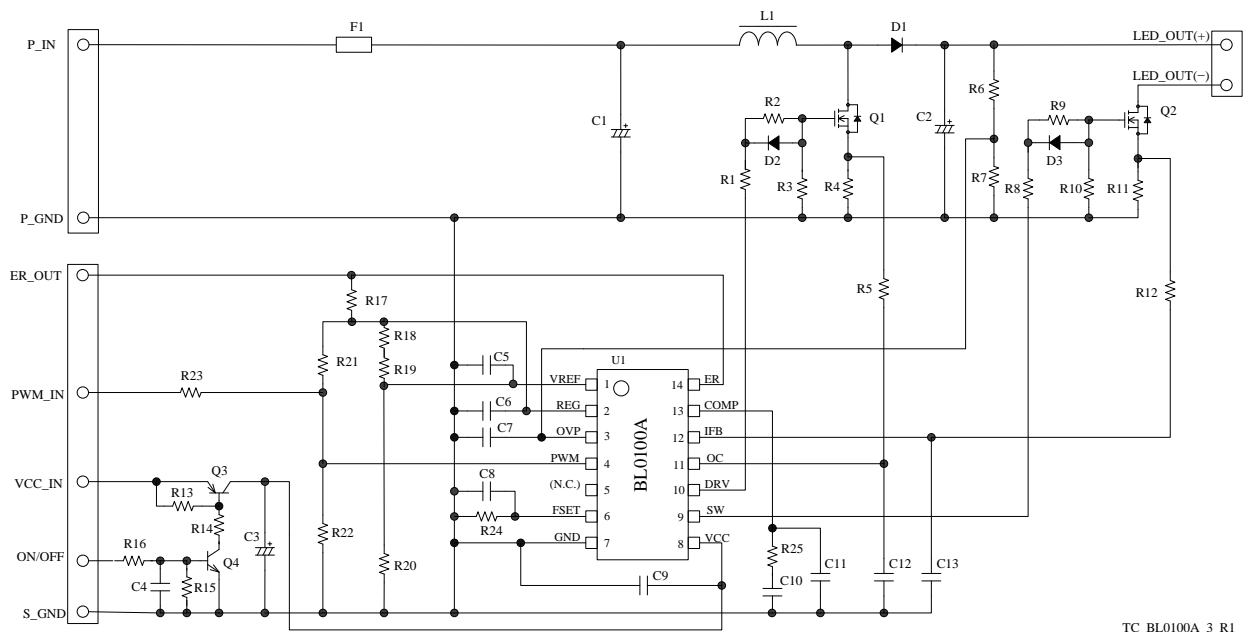
10. 電源回路例

電源回路例として、電源仕様と、その回路図および部品表を以下に示します。
 本参考回路例は、定数の目安の参考例です。最終的に実働動作で確認および調整して決める必要があります。

● 電源仕様

使用 IC	BL0100A
入力電圧	DC 24 V
最大出力電力	20 W (max)
PWM 発振周波数 f_{PWM}	100 kHz
出力電圧	50 V
出力電流	400 mA

● 回路図



TC_BL0100A_3_R1

BL0100A

● 部品表

記号	部品名	定格 ⁽¹⁾	弊社 推奨部品	記号	部品名	定格 ⁽¹⁾	弊社 推奨部品
F1	Fuse	3 A		R3	General, chip, 2012	10 kΩ	
L1	Inductor	50 μH, 3 A		R4	General	0.22 Ω, 2 W	
D1	Fast recovery	200 V, 1.5 A	EL 1Z	R5	General, chip, 2012	100 Ω	
D2	Schottky	30 V, 1 A	SJPA-D3	R6 ⁽³⁾	General, chip, 2012	220 kΩ	
D3	Schottky	30 V, 1 A	SJPA-D3	R7 ⁽²⁾	General, chip, 2012	11 kΩ	
Q1	Power MOSFET	200 V, 45 mΩ (typ.)	SKP202	R8	General, chip, 2012	470 Ω	
Q2	Power MOSFET	100 V, 1 Ω (typ.)		R9	General, chip, 2012	1.5 kΩ	
Q3	PNP Transistor	-50 V, 0.1 A		R10	General, chip, 2012	10 kΩ	
Q4	NPN Transistor	50 V, 0.1 A		R11	General	1.35 Ω, 1 W	
C1	Electrolytic	50 V, 22 μF		R12	General, chip, 2012	1.5 kΩ	
C2	Electrolytic	100 V, 100 μF		R13	General, chip, 2012	10 kΩ	
C3	Electrolytic	50 V, 47 μF		R14	General, chip, 2012	12 kΩ	
C4	Ceramic, chip, 2012	50 V, 0.1 μF		R15	General, chip, 2012	10 kΩ	
C5	Ceramic, chip, 2012	0.1 μF		R16	General, chip, 2012	15 kΩ	
C6	Ceramic, chip, 2012	10 nF		R17	General, chip, 2012	10 kΩ	
C7	Ceramic, chip, 2012	0.1 μF		R18	General, chip, 2012	82 kΩ	
C8 ⁽²⁾	Ceramic, chip, 2012	0.1 μF		R19 ⁽²⁾	General, chip, 2012	560 Ω	
C9	Ceramic, chip, 2012	50 V, 0.1 μF		R20	General, chip, 2012	10 kΩ	
C10	Ceramic, chip, 2012	0.047 μF		R21	General, chip, 2012	10 kΩ	
C11	Ceramic, chip, 2012	2200 pF		R22	General, chip, 2012	33 kΩ	
C12 ⁽²⁾	Ceramic, chip, 2012	100 pF		R23	General, chip, 2012	1 kΩ	
C13 ⁽²⁾	Ceramic, chip, 2012	100 pF		R24	General, chip, 2012	Open	
R1	General, chip, 2012	10 Ω		R25	General, chip, 2012	22 kΩ	
R2	General, chip, 2012	100 Ω		U1	IC		BL0100A

⁽¹⁾ 特記のない部品の定格は、コンデンサ:50 V 以下、抵抗:1/8 W 以下

⁽²⁾ 実機評価で調整が必要な部品

⁽³⁾ 高圧の DC 電圧が印加する高抵抗のため、電源要求仕様に応じて、電食を考慮した抵抗を選択したり、直列に抵抗を追加して、個々の印加電圧を下げたりするなどの配慮をします

注意書き

- 本書に記載している製品(以下、「本製品」という)のデータ、図、表その他のすべての内容は本書発行時点のものとなります。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弊社販売窓口を確認してください。
- 本製品は、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)の部品に使用されることを意図しております。ご使用の際には、納入仕様書に署名または記名押印のうえご返却をお願いします。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・防犯装置、各種安全装置など)への使用をご検討の際には、必ず事前にその使用の適否につき弊社販売窓口へご相談および納入仕様書に署名または記名押印のうえご返却をお願いします。本製品は、極めて高い信頼性が要求される機器または装置(航空宇宙機器、原子力制御、その故障や誤動作が生命や人体に危害を及ぼす恐れのある医療機器(日本における法令でクラスⅢ以上)など)(以下「特定用途」という)に使用されることは意図されておられません。特定用途に本製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害などに関し、弊社は一切その責任を負いません。
- 本製品の使用にあたり、本製品に他の製品・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必ずご検討のうえ行ってください。
- 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。本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、故障発生率およびデレレーティングなどを考慮のうえ、使用者の責任において、本製品が使用される装置やシステム上で十分な安全設計および確認を含む予防措置を必ず行ってください。デレレーティングについては、納入仕様書および弊社ホームページを参照してください。
- 本製品は耐放射線設計をしておりません。
- 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。
- 本書に記載している回路定数、動作例、回路例、パターンレイアウト例、設計例、推奨例、本書に記載しているすべての情報およびこれらに基づく評価結果などは、使用上の参考として示したもので、これらに起因する使用者もしくは第三者のいかなる損害および知的財産権を含む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。
- 本書に記載している技術情報(以下、「本技術情報」という)は、本製品の使用上の参考として示したもので、弊社の所有する知的財産権その他権利の実施、使用を許諾するものではありません。
- 使用者と弊社との間で別途文書による合意がない限り、弊社は、本製品の品質(商品性、および特定目的または特別環境に対する適合性を含む)ならびに本書に記載の情報(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おりません。
- 本製品を使用する場合は、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令など、適用可能性がある環境関連法令を十分に調査したうえで、当該法令に適合するよう使用してください。
- 本製品および本技術情報を、大量破壊兵器の開発を含む、軍用途や軍事利用の目的で使用しないでください。また、本製品および本技術情報を輸出または非居住者などに提供する場合は、「米国輸出管理規則」、「外国為替及び外国貿易法」など、各国の適用のある輸出管理法令などを遵守してください。
- 弊社物流網以外での本製品の落下などの輸送中のトラブルについて、弊社は一切責任を負いません。
- 本書は、正確を期すため慎重に製作したのですが、弊社は本書に誤りがないことを保証するものではなく、万一本書に記載している内容の誤りや欠落に起因して使用者に損害が生じた場合においても、弊社は一切責任を負いません。
- 本製品を使用するときに特に注意することは納入仕様書、一般的な使用上の注意は弊社ホームページを参照してください。
- 本書で使用される個々の商標、商号に関する権利は、弊社その他の原権利者に帰属します。