

車載ランプ用 LED ドライバ LSI シリーズ

PWM 信号生成回路内蔵 LED ドライバ

BD18351EFV-M

概要

BD18351EFV-M は 1ch 昇圧コントローラを内蔵した LED ドライバです。LED 電流設定を出力電圧に対してハイサイド検出にすることで、昇圧 / 昇降圧を実現可能でヘッドランプ / DRL、リアランプ、ターンランプ用 LED 駆動に最適な LSI です。

また CRTIMER を内蔵しているので、DRL などの PWM 調光が必要なアプリケーションではマイコンレスで PWM 調光が可能なので、セットの低コスト化、小型化を実現できます。

重要特性

| | |
|----------------|--------------|
| ■入力電圧範囲： | 4.5 V ~ 65 V |
| ■出力電圧範囲： | 6.0 V ~ 65 V |
| ■入出力絶対最大電圧： | 70 V |
| ■PWM 調光最小パルス幅： | 50 μs |

特長

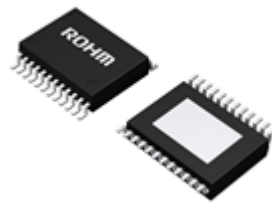
- AEC-Q100 対応 (Note1)
- スイッチング DC / DC コントローラ内蔵
- LED 電流設定 ハイサイド検出方式
- LED 電流精度 ±3.0 % (-40 °C ~ 125 °C)
- PWM 信号生成回路 CRTIMER 内蔵 (外部 PWM 調光制御可能)
- スペクトラム拡散機能内蔵
- LED オープン検出機能内蔵
- LED アノード地絡検出機能内蔵 (Note1: Grade 1)

パッケージ

HTSSOP-B24

W(Typ) × D(Typ) × H(Max)

7.80 mm × 7.60 mm × 1.00 mm



HTSSOP-B24

用途

ヘッドランプ、DRL、ポジションランプ、リアランプ、ターンランプ

基本アプリケーション回路

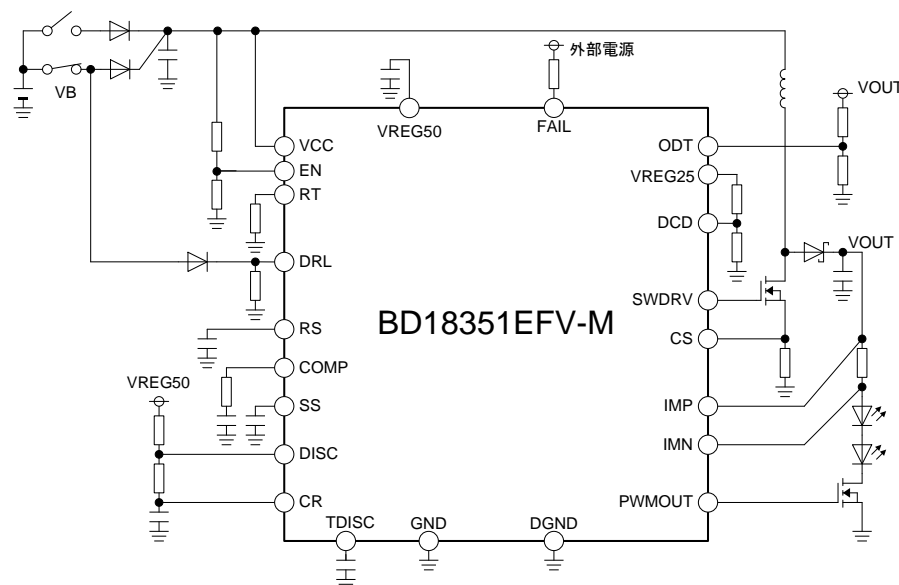


Figure 1. 基本アプリケーション回路図

端子配置図
HTSSOP-B24

(TOP VIEW)

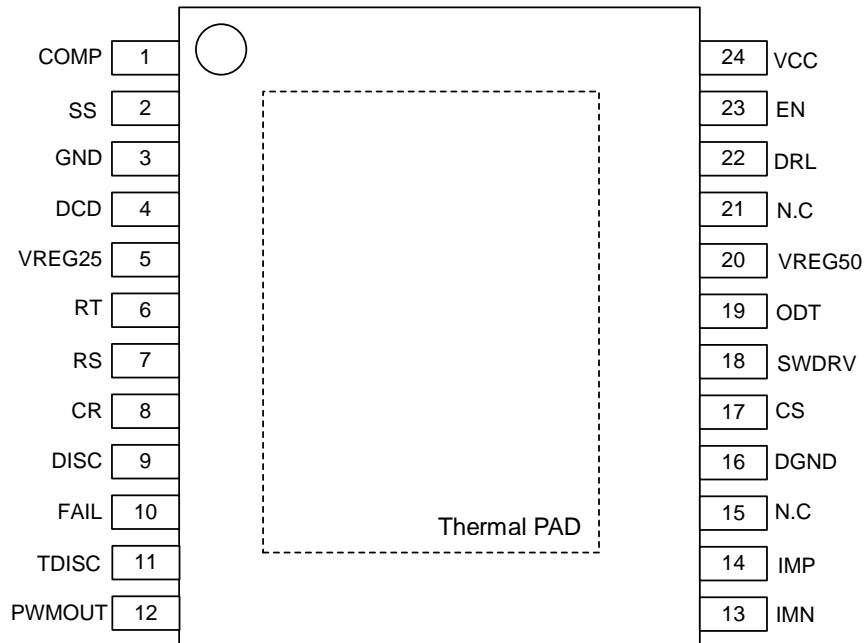


Figure 2. 端子配置図

端子説明

| 端子番号 | 記号 | 機能 | 端子番号 | 記号 | 機能 |
|------|--------|--------------------------------------|------|--------|-----------------------------------|
| 1 | COMP | エラーアンプ出力 位相補償用端子 | 13 | IMN | LED 電流検出端子(-) |
| 2 | SS | ソフトスタート設定端子 | 14 | IMP | LED 電流検出端子(+) |
| 3 | GND | 小信号 GND | 15 | N.C. | - |
| 4 | DCD | DC 調光用端子 | 16 | DGND | パワーGND |
| 5 | VREG25 | 2.5 V 基準電圧 (DCD 端子専用) | 17 | CS | 過電流検出設定用端子 |
| 6 | RT | DC / DC 発振周波数設定端子 | 18 | SWDRV | 外付け FET ゲートドライブ端子 |
| 7 | RS | スペクトラム拡散周波数設定端子 | 19 | ODT | LED オープン検出設定用端子 |
| 8 | CR | 内蔵 CRTIMER PWM 調光周波数 / Duty 設定用端子 | 20 | VREG50 | 内部定電圧 5.0 V 出力端子 |
| 9 | DISC | 内蔵 CRTIMER ディスチャージ設定用端子 | 21 | N.C. | - |
| 10 | FAIL | 異常フラグ出力端子 | 22 | DRL | DRL 制御切替え用端子 (High : 100 %モード) |
| 11 | TDISC | 出力コンデンサ放電時間/地絡保護時間設定端子 | 23 | EN | EN 制御用端子 (High : Active) |
| 12 | PWMOUT | PWM 調光用外付け FET ゲートドライブ端子 | 24 | VCC | 電源電圧端子 |

(逆挿入には対応しておりませんのでご注意ください。)

ブロック図

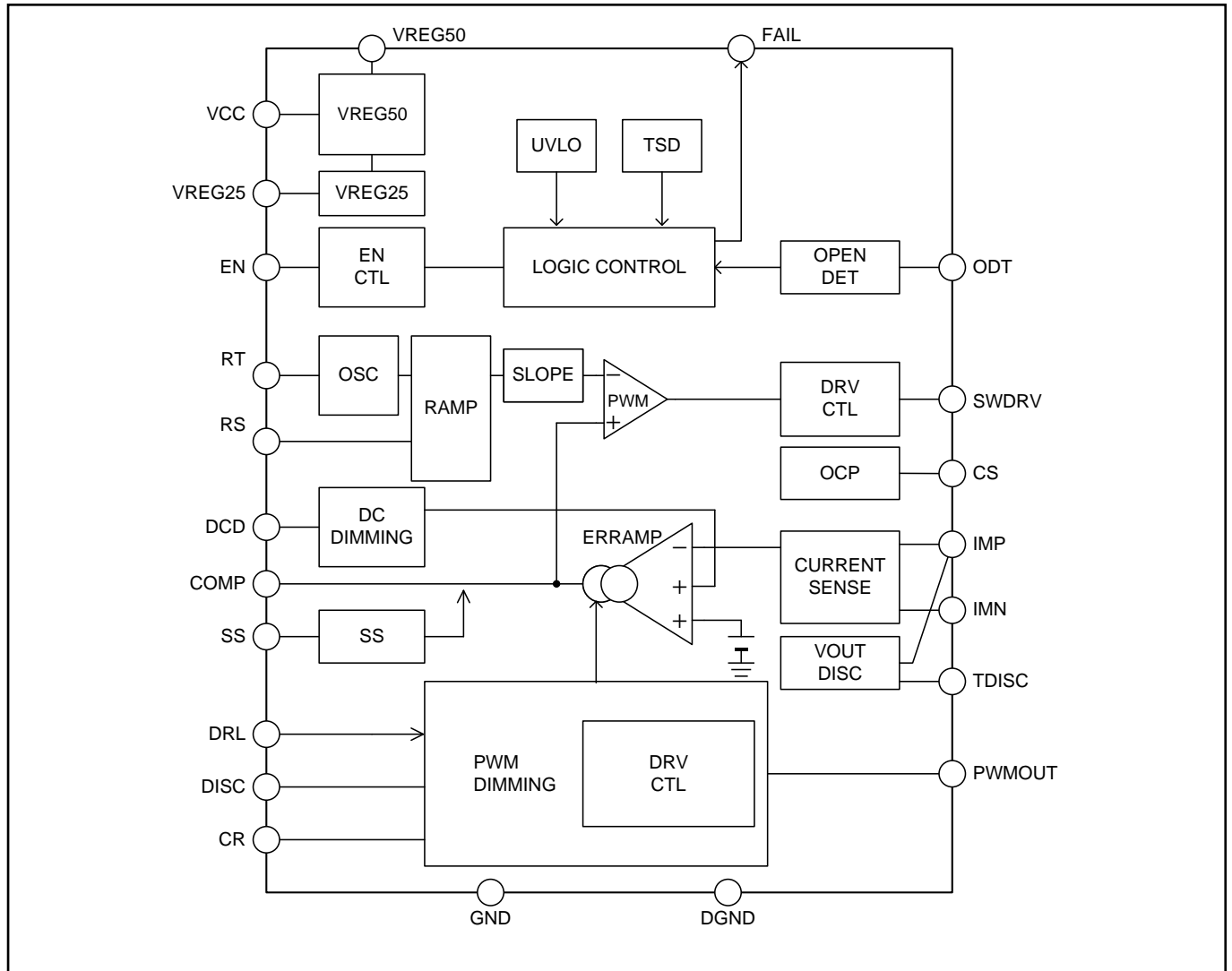


Figure 3. ブロック図

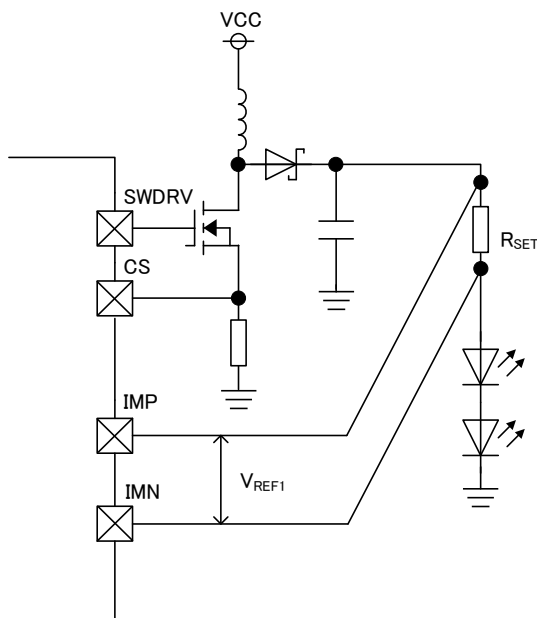
各ブロック動作説明

1. 基準電圧 (VREG50)

VCC 入力電圧から 5V (Typ) を生成します。この電圧は内部回路の電源として使用し、また LSI 外で端子を High 電圧に固定する時に使用します。VREG50 端子には位相補償容量として $C_{VREG50} = 2.2 \mu\text{F}$ (Typ) の接続をお願い致します。 C_{VREG50} が接続されていない場合、回路動作が著しく不安定になります。また VREG50 は本 LSI 以外の電源として使用しないでください。

2. LED 電流設定と輝度調整について(CURRENTSENSE)

(1) LED 電流の設定方法について



LED 電流は下式で算出することが可能です。

$$I_{LED} = \frac{V_{REF1}}{R_{SET}} \times \frac{V_{DCD}}{1.21V}$$

ただし $V_{DCD} > 1.21 \text{ V}$ の場合には $V_{DCD} = 1.21 \text{ V}$ を代入してください。

(例)

$R_{SET} = 0.4 \Omega$ 、 $V_{DCD} = 0.6 \text{ V}$ 接続時には、

$$I_{LED} = \frac{0.2V}{0.4\Omega} \times \frac{0.6V}{1.21V} \cong 0.25A$$

| |
|-------------------------------------------|
| I_{LED} : LED 電流 |
| V_{REF1} : LED 電流設定用基準電圧 (200 mV (Typ)) |
| R_{SET} : LED 電流設定用抵抗 |
| V_{DCD} : DCD 端子電圧 |

Figure 4. LED 電流設定方法

(2) PWM 調光制御による輝度調整について(PWM DIMMING)

内蔵 CR タイマーによる PWM 調光制御

Figure 1 のように DRL 端子に Di を接続し、DRL 端子を High にすることで PWM 調光 100% 動作を行います。その一方で DRL 端子を Low にし、Figure 5 のような構成にすると内部の CR タイマーが動作します。CR 端子にて三角波を生成し、CR 電圧立ち上がりの区間は LED 電流を OFF、CR 電圧立下りの区間は LED 電流を ON となるように PWMOUT 端子を制御します。CR 電圧の立ち上がり / 立下り時間は外付け部品の値 (C_{CR} 、 R_{DISC1} 、 R_{DISC2}) によって設定可能です。設定方法は次ページを参照してください。また推奨の動作周波数は 100Hz ~ 2 kHz、OnDuty は 2% ~ 45% となり、外付け部品定数の推奨範囲は C_{CR} : 0.01 μF ~ 1.0 μF で、 R_{DISC2} : 10k Ω ~ 33 k Ω までの設定を推奨いたします。(最小パルス幅は 50 μs)

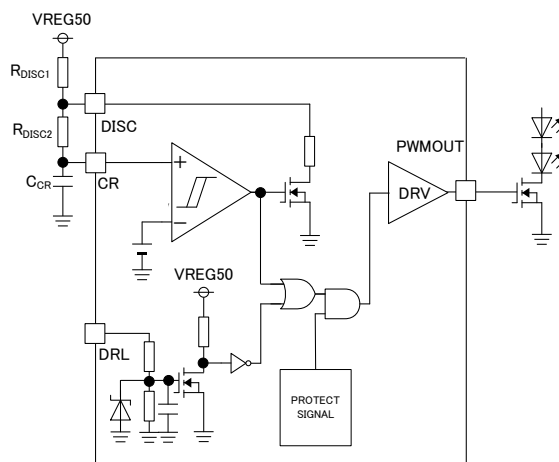


Figure 5. 内蔵 CR タイマーを用いたアプリケーション例

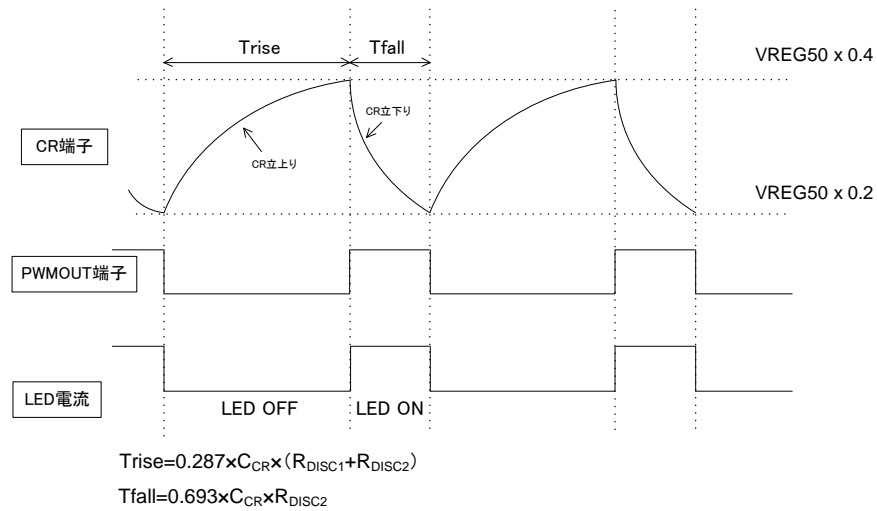


Figure 6. PWM 調光動作

各 CR 端子立ち上がり / 立下り時間は下記のように算出することが可能です。

- ① CR 端子立ち上がり時間 T_{rise}

$$T_{rise} = 0.287 \times C_{CR} \times (R_{DISC1} + R_{DISC2}) [s]$$

- ② CR 端子立下り時間 T_{fall}

$$T_{fall} = 0.693 \times C_{CR} \times R_{DISC2} [s]$$

- ③ PWM 調光周波数 F_{PWM}

T_{rise} と T_{fall} より PWM 周波数が決まります。

$$F_{PWM} = \frac{1}{(T_{rise} + T_{fall})} [Hz]$$

- ④ PWM 調光 ON Duty (D_{PWM})

上記と同様に、 T_{rise} と T_{fall} より PWM の ON Duty が決まります。

$$D_{PWM} = \frac{T_{fall}}{(T_{rise} + T_{fall})} \times 100 [\%]$$

(例) $C_{CR} = 0.1 \mu F$ 、 $R_{DISC1} = 100 k\Omega$ 、 $R_{DISC2} = 20 k\Omega$ の場合 (Typ)

$$T_{rise} = 0.287 \times C_{CR} \times (R_{DISC1} + R_{DISC2}) = 3.444 [ms]$$

$$T_{fall} = 0.693 \times C_{CR} \times R_{DISC2} = 1.386 [ms]$$

$$F_{PWM} = \frac{1}{(T_{rise} + T_{fall})} = 207 [Hz]$$

$$D_{PWM} = \frac{T_{fall}}{(T_{rise} + T_{fall})} \times 100 = 28.7 [\%]$$

外部信号 (マイコン etc.)による PWM 調光制御

外部マイコンなどから直接 PWM 信号を入力して調光することが可能です。CR 端子に PWM 信号を入力してください。マイコンからの入力信号は High 電圧を 2.5 V 以上、Low 電圧を 0.5 V 以下に設定してください。推奨動作周波数は 100 Hz ~ 2 kHz までの設定で最小パルス幅は 50 μ s になります。また必ずマイコンと CR 端子間には 10 k Ω ~ 51 k Ω を挿入してください。さらにマイコンからフィルタを構成する場合には Figure 7 の 51k Ω より前に構成してください。ただしフィルタにより CR へ入力される信号と PWMOUT 端子に大きく差が生じる可能性がありますので実機にて確認ください。

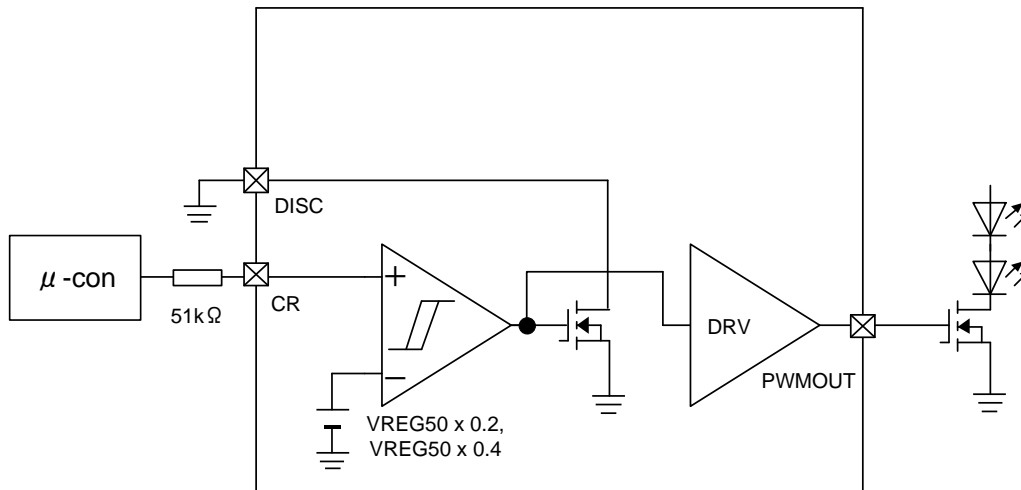


Figure 7. PWM 信号外部入力

(3) PchMOS を使用した PWM 調光について

Figure 8 の構成にすることで PchMOS (Figure 8.(a)内 Q3)で PWM 調光を行うことが可能です。この構成で PWM 調光を行うと RPWM1/RPWM2/RPWM3 にて PchMOS のゲート電圧を制御するため、RPWM2 や RPWM3 が大きい場合や、また Q3 のゲート容量が大きい場合には、PWMOUT 端子から出力される PWM の ON 幅と Q3 が制御されることによって流れる LED 電流の ON 幅のずれが大きくなります。上記が原因で設定よりも高い輝度で点灯したり、コンデンサやコイルが音なりするなどの原因になる可能性がありますので、PchMOS を使用した構成では十分に実機での評価を行ってください。

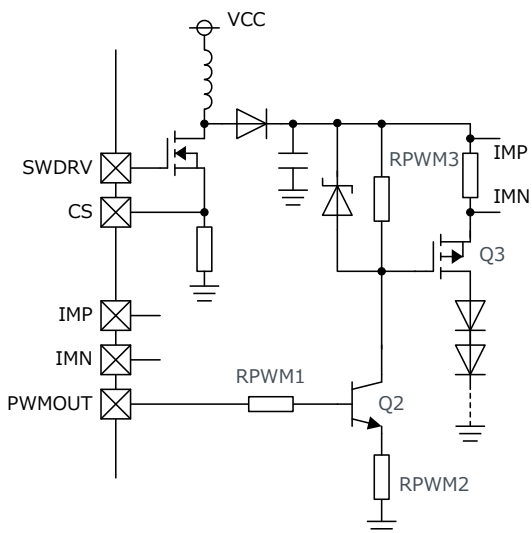


Figure 8.(a) PchMOS を使用した PWM 調光

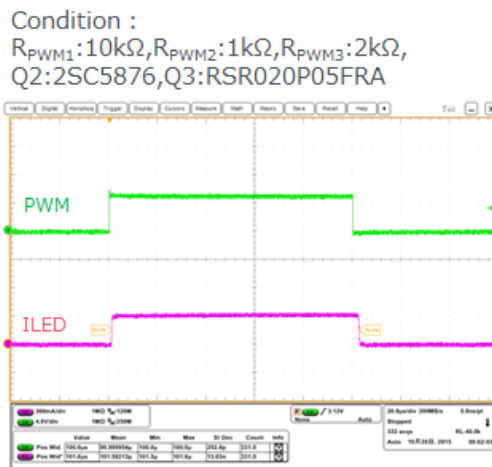
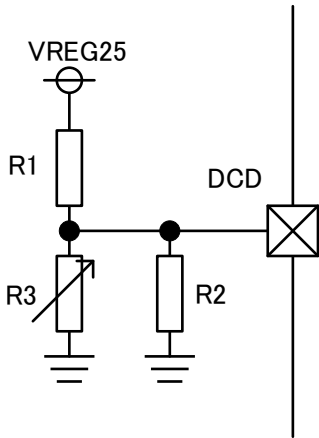


Figure 8.(b) PchMOS を使用した PWM 調光

(4).DC 調光制御による輝度調整について(DC DIMMING / VREG25)

LED 電流は DCD 端子電圧に応じてリニアに制御することができます。DCD 端子は主にディレーティング用途として用い、LED の高温時における劣化を抑制する場合やアイドルストップ機能などにおける電源電圧変動の起こりやすい条件下で、外付け部品への過大な電流を制御する場合に使用します。(Figure 9 参照) 推奨入力範囲は $0.4 \leq V_{DCD} \leq V_{REG25}$ になり、 $V_{DCD} \leq 1.21V$ より LED 電流制御が始まります。また DCD を制御するための電源電圧は VREG25 を使用し設定することで高精度制御可能です。使用しない場合は VREG25 端子と直接ショートしてください。



- R1 : 12 kΩ
- R2 : 100 kΩ
- R3 : NTCG104EF104F

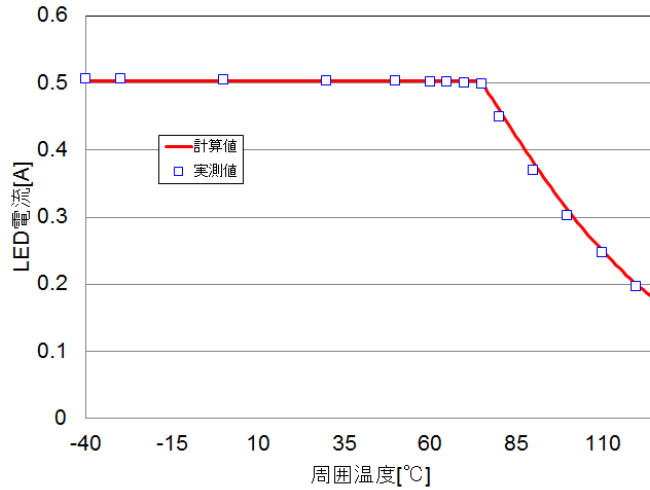


Figure 9. サーミスタ抵抗を用いたディレーティング設定例

3. 昇圧 DC / DC コントローラ

(1) オープン検出電圧設定について(OPEN DET)

LED のアノード側 DC / DC 出力 V_{OUT} に接続された抵抗分割を ODT 端子に入力することで LED のオープンを検出することができます。LED オープン検出電圧は Figure 10 のように外付け抵抗 R_{ODT1} 、 R_{ODT2} を接続することで検出が可能で、LED オープン検出電圧時の出力電圧 V_{OUT_ODT} は下記のように算出することができます。

$$V_{OUT_ODT} = \frac{(R_{ODT1} + R_{ODT2})}{R_{ODT2}} \times 1.5V(Typ)$$

(例)

$R_{ODT1} = 660\text{ k}\Omega$ 、 $R_{ODT2} = 30\text{ k}\Omega$ の時、 $V_{OUT_ODT} = 34.5\text{ V}$ で LED オープン検出が動作します。

LED オープン検出電圧は起動不良を回避する為、起動時の出力電圧のオーバーシュートよりも高い電圧設定が必要です。

さらに ODT 抵抗は PWM = Low 時に出力コンデンサに電荷を放電する経路になるため、PWM = Low 時の V_{OUT} のリップルが大きくなり、LED のちらつきの原因になります。そのため、 R_{ODT1} の推奨範囲は $600\text{ k}\Omega \sim 1000\text{ k}\Omega$ で選定ください。また出力コンデンサや LED の特性により異なるため LED のちらつきは実機にて十分な確認をお願い致します。

(出力コンデンサ、ODT 抵抗を大きくすることで V_{OUT} の低下を防ぐことができます。)

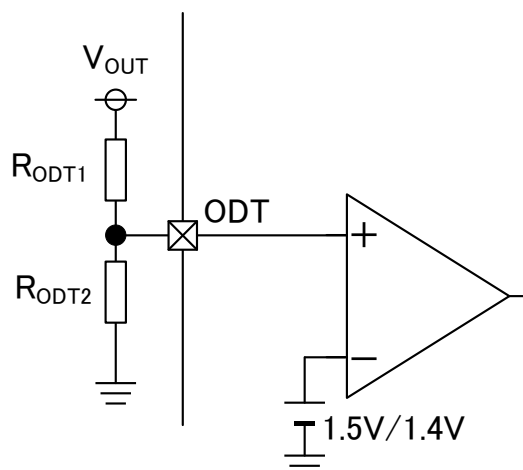


Figure 10. ODT 端子等価回路

(2) LED 直列灯数について

Figure 11 のように IMP 端子は昇圧 DC / DC 出力に接続され、アプリケーションの中で最も高い電圧となります。駆動できる LED の段数は耐圧である 65 V ではなく、LED オープン検出電圧により決まります。たとえば正常な LED 駆動時の ODT 端子電圧 $V_{ODT} = 1.35\text{ V}$ の場合、出力可能な最大電圧 V_{OUT_MAX} は下記ようになります。

$$65V \times \frac{1.35V}{1.575V} \cong 55.7V$$

つまり駆動可能な LED 直列灯数 N は下式で算出することができます。

$$V_{F_MAX} \times N + V_{REF_MAX} < 55.7V$$

V_{F_MAX} : LED の VF 最大値
 N : LED 直列段数
 V_{REF_MAX} : LED 電流設定用基準電圧最大値

(例)

$V_{F_MAX} = 3.5\text{ V}$ 、 $V_{REF_MAX} = 0.206\text{ V}$ の時、駆動可能な LED 直列段数 N は下記ようになります。

$$N < (55.7V - 0.206V) / 3.5V = 15.86$$

LED 駆動可能な LED 段数は 15 段となります。

ただしスイッチング Duty によって制限される事もありますので、ご注意ください。

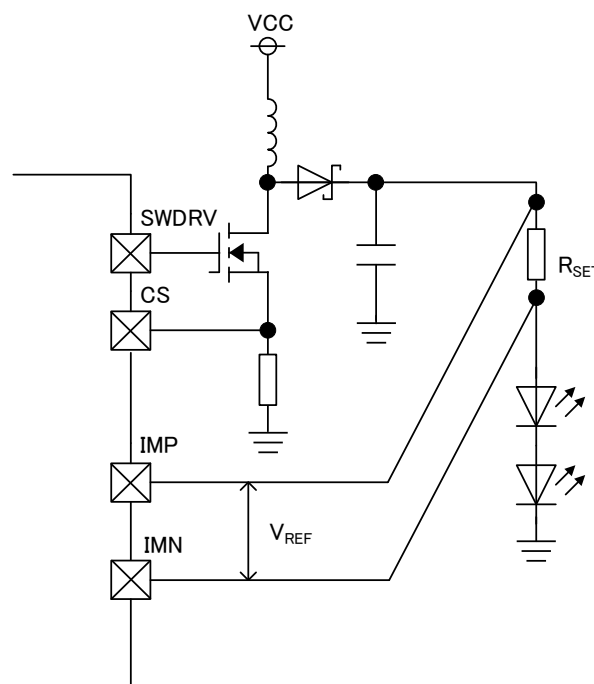


Figure 11. アプリケーション回路例

(3) 発振周波数 F_{OSC}について(OSC)

RT 端子に抵抗を接続することにより、Figure 12 のように発振周波数を設定することが可能です。R_{RT} を接続することによって内部コンデンサに対する充放電電流を決定し、DC/DC 発振周波数が変化します。下記の理論式を参考に、R_{RT} の設定を行ってください。推奨範囲は 14 kΩ ~ 51 kΩ になります。推奨の周波数設定範囲から外れた場合やスイッチング周波数が推奨範囲から外れた場合、停止する可能性があり、動作保証できませんのでご注意ください。

$$F_{OSC} [kHz] = \frac{99 \times 10^2}{R_{RT} [k\Omega]}$$

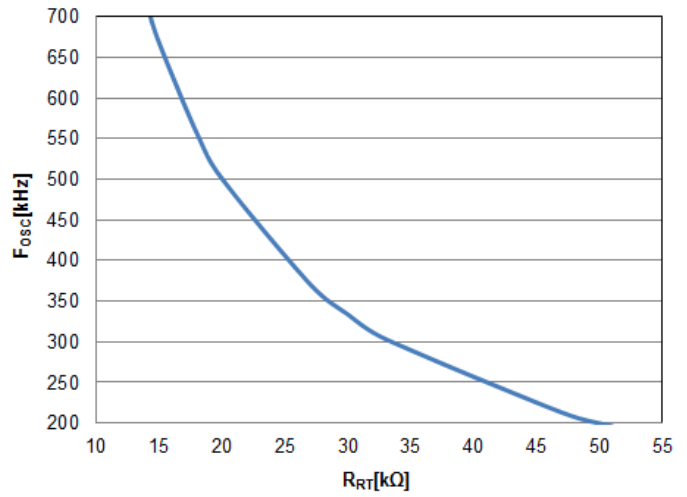


Figure 12. R_{RT} vs DC/DC 発振周波数 F_{OSC}

(4) スペクトラム拡散設定について(RAMP)

RS 端子にコンデンサを接続することにより、スペクトラム拡散モード (SSCG)での動作が可能です。RS 端子には 0.6 V(Typ) / 0.75V(Typ)基準電圧のコンパレータを内蔵しており、SSCG モードでは RS 端子に接続したコンデンサによって、RT 端子電圧を三角波状に変化させることで DC / DC 発振周波数を分散させます。理論的な減衰量 ΔD [dB]は下式で算出可能です。

$$\Delta D[dB] = 10 \times \log \left(\frac{F_{RS} [kHz]}{F_{OSC_RAMP} [kHz] \times 0.222} \right)$$

F_{OSC_RAMP} : SSCG モード ON 時の発振周波数(Center)
 F_{OSC} : SSCG モード OFF 時の発振周波数
 C_{RS} : RS 端子接続コンデンサ
 R_{RT} : RT 端子接続抵抗

ただし SSCG モードの ON / OFF にて DC / DC 発振周波数の設定値が異なります。SSCG モード OFF 時と同じ周波数帯域で動作させるためには、SSCG モードの ON 時には DC/DC 発振周波数に対して 1.18 倍の DC/DC 発振周波数になる RT 抵抗を Figure 12 から選定してください。また SSCG を使用しない場合には RS 端子と VREG50 端子をショートしてください。

また F_{RS} は下記の式で算出することができ、 $0.3 \text{ kHz} \leq F_{RS} \leq 10 \text{ kHz}$ の式を満たすように設定にしてください。

$$F_{RS} [kHz] = \frac{9}{8 \times R_{RT} [k\Omega] \times C_{RS} [\mu F]}$$

(例) SSCG モード ON で DC/DC 発振周波数 (F_{OSC_RAMP}) 300 kHz で使用する場合には、SSCG モード OFF の DC/DC 発振周波数 (F_{OSC})を 354 kHz にするため、Figure 12 より $R_{RT} \cong 28 \text{ k}\Omega$ にしてください。またこの条件下で $C_{RS} = 0.047 \mu F$ を接続し SSCG モード ON で動作させると $F_{RS} \cong 0.85 \text{ kHz}$ で $\Delta D = -18.9 \text{ dB}$ の効果が見込めます。

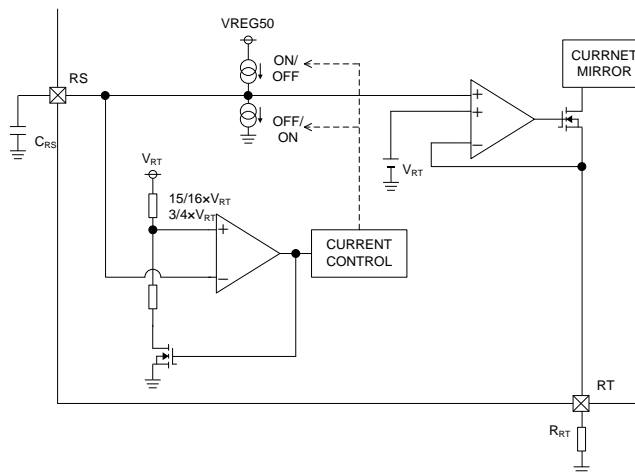


Figure 13. RS、RT 端子等価回路図

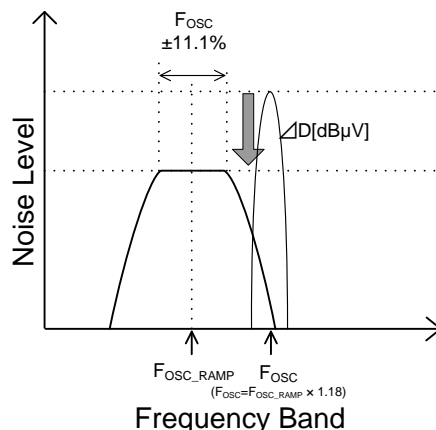


Figure 14. SSCG モード ON / OFF での Noise Level 比較

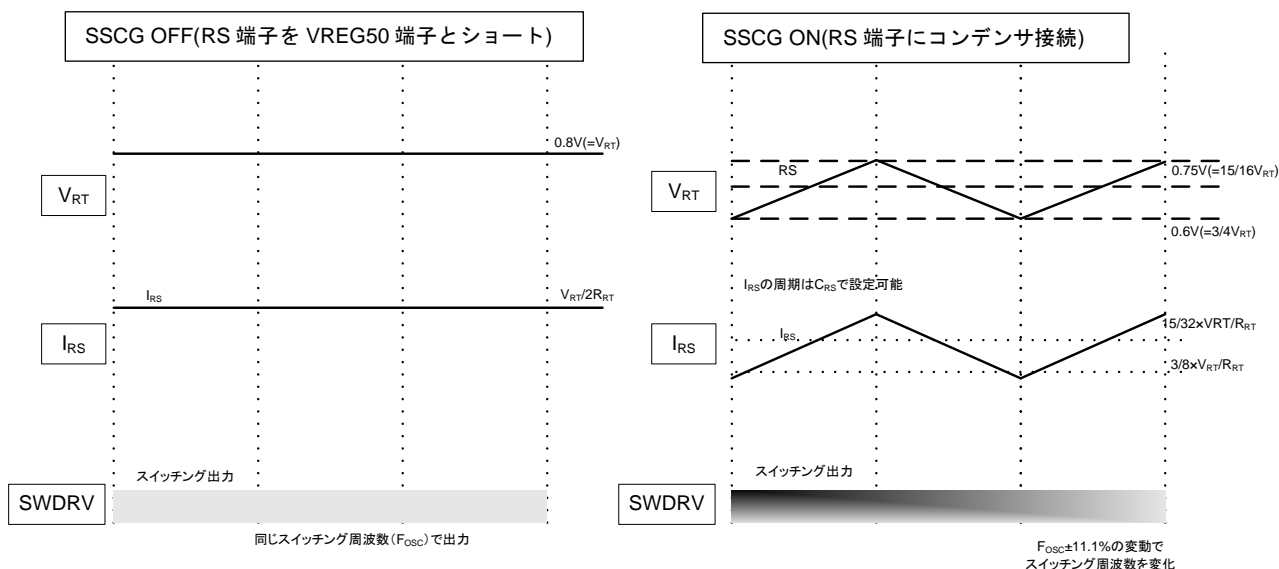


Figure 15. SSCG ON / OFF 時のタイミングチャート

PWM 調光時にスペクトラム拡散制御させると Figure 16 のように PWM の High 区間でスイッチング周波数が変わるため、A と B で出力電圧リップルが変わり LED 電流もそのリップルの影響を受けます。これが周期的に発生すると LED のちらつきになってみえる可能性がありますので、十分に実機による確認を行ってください。対策には RS 端子の周波数を速くし PWM の High 区間でリップルを低減してください。

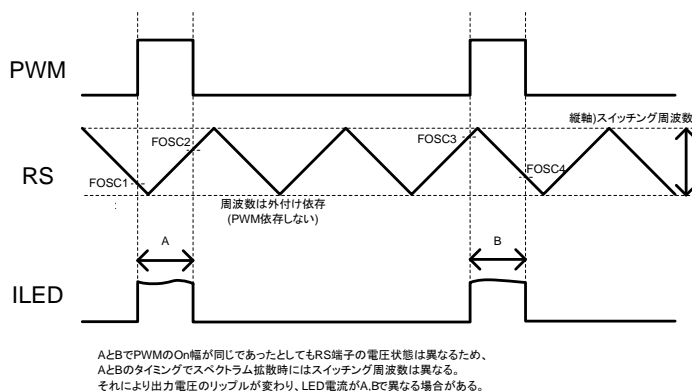


Figure 16. PWM 調光時のスペクトラム拡散動作に関して

(5) ソフトスタート機能(SS)

ソフトスタート機能を内蔵しており、外付けコンデンサを挿入することで突入電流を防止できます。ソフトスタートの充電電流は 5 μA (Typ) で PWM に依存せずに Figure 17 のように充電を行います。ソフトスタート容量を大きくすることで突入電流を抑えることが可能ですが、起動時間が遅くなります。その一方でソフトスタート容量を小さくすることで起動時間は速くなりますが、突入電流が大きくなり起動時のコイルの音鳴りにつながりますので、注意が必要です。起動時の LED 電流のオーバーシュートを抑制するため、0.01 μF ~1 μF を推奨します。

また EN 投入後、SS 端子電圧が VREG50 端子の 70% に到達するまで RS 端子を VREG50 端子にプルアップし、その後、RS 端子の制御を開始します。

(P.28 Figure.44 内の SS 端子,RS 端子のタイミングチャート参照) そのため、EN 投入直後は RS 端子にコンデンサを接続していてもスペクトラム拡散動作を開始しません。

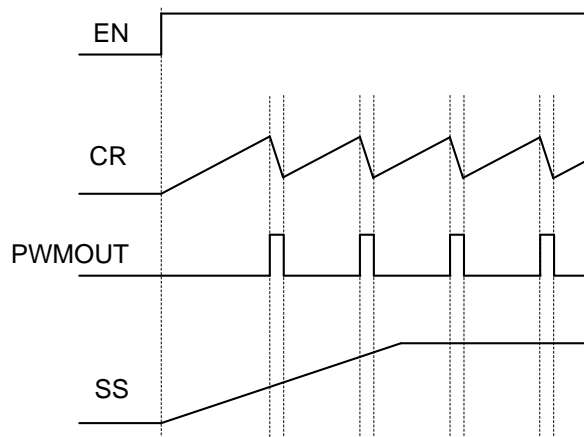


Figure 17. SS 動作タイミングチャート

(6)起動時間について(ERRAMP)

PWM = 100 % (DRL = High)と PWM 調光時の起動時間に関して説明します。

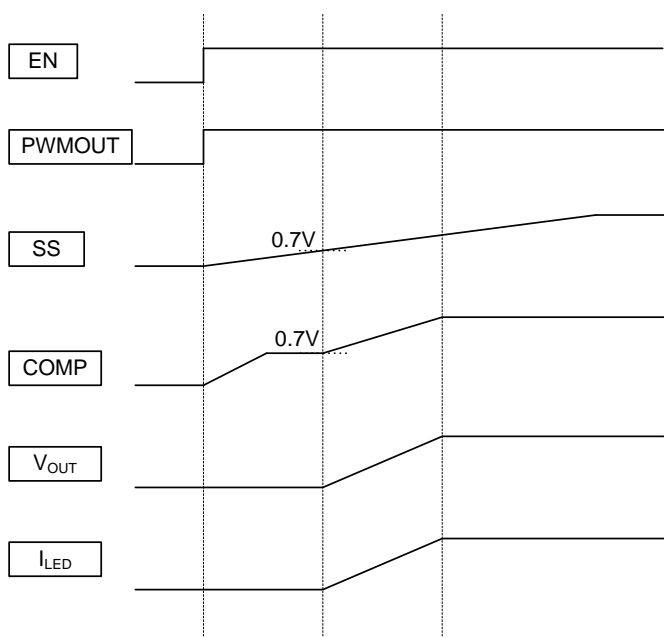


Figure 18 (a). PWM = 100%時の起動

EN 投入と同時に SS/COMP 端子への充電を開始します。EN の ON と同時に SS 端子と COMP 端子は充電を開始します。SS 端子が 0.7 V になるまでは COMP 端子は 0.7 V に固定され、SS 端子が 0.7 V 以上になると、COMP 端子も上昇を開始し入出力電圧で決まるスイッチング Duty を出力可能な電圧になるまで COMP 端子が上昇します。

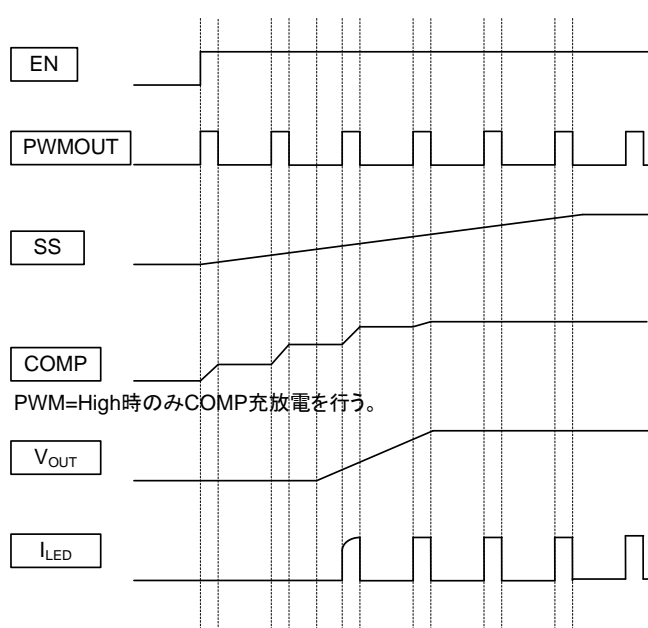


Figure 18 (b). PWM 制御時の起動

PWM 制御時には SS 端子は EN に同期して充電を開始する一方で、COMP 端子は PWM に同期して充電を開始します。起動時間は先ほどと同様ですが、COMP 端子の充電は PWM に同期するため、COMP 端の上昇が遅く、入出力電圧で決まるスイッチング Duty を出力可能な電圧になるまでの時間が長くなります。そのため、PWM = 100 % と比べると起動時間に比べ起動時間が遅くなります。特に PWM 調光率を小さくするほど起動時間は長くなります。

また Figure 19 に起動時間の実機測定結果を記載します。

測定条件 : $V_{CC} = 12 V$ 、 $F_{PWM} = 200 Hz$ 、 $V_{OUT} = 25 V$ (LED 7 灯)、 $T_a = 27^{\circ}C$ 、その他条件は P.38 に記載の条件とする。(起動時間は UVLO 解除から V_{OUT} の 90 % までの時間となります。)

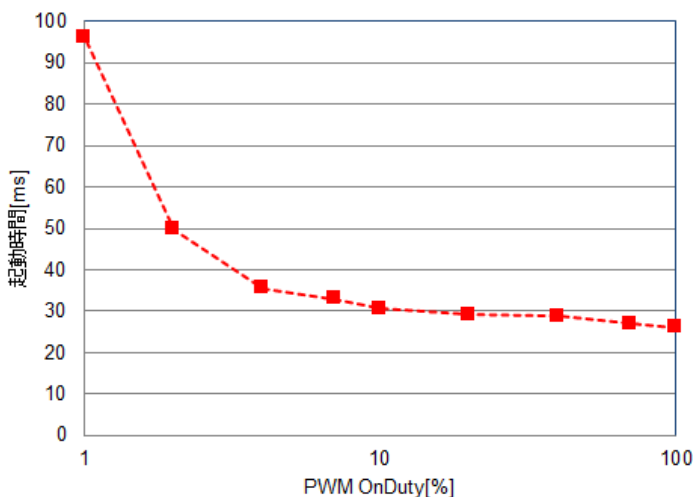


Figure 19. 起動時間測定データ

C_{PC} 定数が大きく、PWM 調光率 (D_{PWM}) が小さい程、起動時間が遅くなりますので実機による起動時間の確認を十分に実施してください。

4. 自己診断機能

Table1 各保護機能の検出条件と検出時動作について (VCC = 13 V 時)

| 保護機能 | 検出条件 | | 検出時動作 | 異常フラグ出力 ^(Note 1) |
|------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| | [検出] | [解除] | | |
| UVLO | $V_{CC} < 3.9 \text{ V}$ | $V_{CC} > 4.25 \text{ V}$ | 全ブロックシャットダウン (VREG50/VREG25 以外) | 検出時 : FAIL High⇒Low 復帰時 : FAIL Low⇒High |
| TSD | $T_j > 175 \text{ }^\circ\text{C}$ | $T_j < 150 \text{ }^\circ\text{C}$ | 全ブロックシャットダウン (VREG50/VREG25 も含む) | - |
| OCP | $V_{CS} \geq 300 \text{ mV}$ | $V_{CS} < 300 \text{ mV}$ | スイッチング Duty 出力を OFF | - |
| SCP | $V_{IMP} - V_{IMN} \geq 0.3 \text{ V}$ | $V_{IMP} - V_{IMN} < 0.3 \text{ V}$ (タイマー時間は TDISC 設定依存) | 全ブロックシャットダウン (VREG50/VREG25 以外) | 検出時 : FAIL High⇒Low 復帰時 : FAIL Low⇒High |
| LED オープン検出 | $V_{ODT} > 1.5 \text{ V}$ | $V_{ODT} < 1.4 \text{ V}$ | 全ブロックシャットダウン (VREG50/VREG25 以外) | 検出時 : FAIL High⇒Low 復帰時 : FAIL Low⇒High |

(Note1) 上記 FAIL 出力は外部電源などにプルアップ抵抗された場合の FAIL 端子電圧になります。

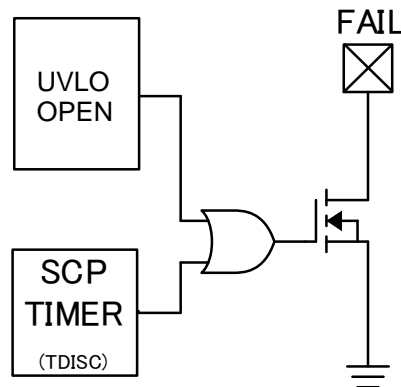


Figure 20. 保護フラグ出力部 ブロック図

(1) 低電圧誤動作防止機能 (UVLO)

UVLO は V_{CC} が 3.9 V (Typ)以下になると VREG50、VREG25 端子以外の回路をシャットダウンし、 V_{CC} が 4.25 V (Typ)以上になると通常動作を開始します。

(2) 温度保護機能 (TSD)

TSD は 175 °C (Typ)で全回路をシャットダウンし、150 °C (Typ)で復帰します。

(3) 過電流保護機能 (OCP)

パワーFET に流れる電流をソース側に接続した検出抵抗により電圧します。CS 端子電圧が 300 mV (Typ)以上で過電流保護機能がかかります。過電流保護がかかると DC / DC スwitching 出力をオフします。再度 CS 端子電圧が 300 mV (Typ)以下になると再度スイッチング出力をオンします。

(4) 出力地絡検出機能(SCP)

Figure 45 のようなアプリケーション回路で LED のアノードが GND ショートすると IMP 端子と IMN 端子の電位差が 0.3 V (Typ)以上で地絡検出機能が動作し出力がオフします。地絡保護がかかると TDISC 端子に接続されたコンデンサ(推奨範囲は 0.01 μF ~ 0.47 μF)へ充電 (11 μA (Typ))を開始し、TDISC 端子電圧が 1.0 V (Typ)に到達後、TDISC 端子は放電し、再度 SWDRV / PWMOUT を Low⇒High 出力します。TDISC 端子電圧が放電され 0.3 V (Typ)以下になると再度地絡検出機能を動作させます。その後 IMP 端子と IMN 端子の電位差が 0.3 V (Typ)以上で地絡検出機能が再度動作します。また TDISC 端子電圧が 0.3V(Typ)以下になり、IMP 端子と IMN 端子の電位差が 0.3 V (Typ)以下であれば正常動作を行います。詳細は Figure 21 を参考ください。

(IMP 端子の GND ショートなど IMP 端子と IMN 端子間の電位差が 0.3 V 以上にならない場合には異常検出することができませんので、ご注意ください。)

(5) LED オープン検出機能

ODT 端子電圧が 1.5 V (Typ)以上のとき、LED オープン検出がかかり SWDRV / PWMOUT = Low にし、また SS を放電、FAIL を High⇒Low 出力し、ODT 抵抗により出力電圧が低下します。ODT 端子電圧が 1.4 V (Typ)以下になると再度 SS の充電を開始し始め、DC / DC 動作を開始し、FAIL を Low⇒High 出力します。

保護回路動作時のタイミングチャート (DRL = High 時)

・出力地絡地絡保護機能

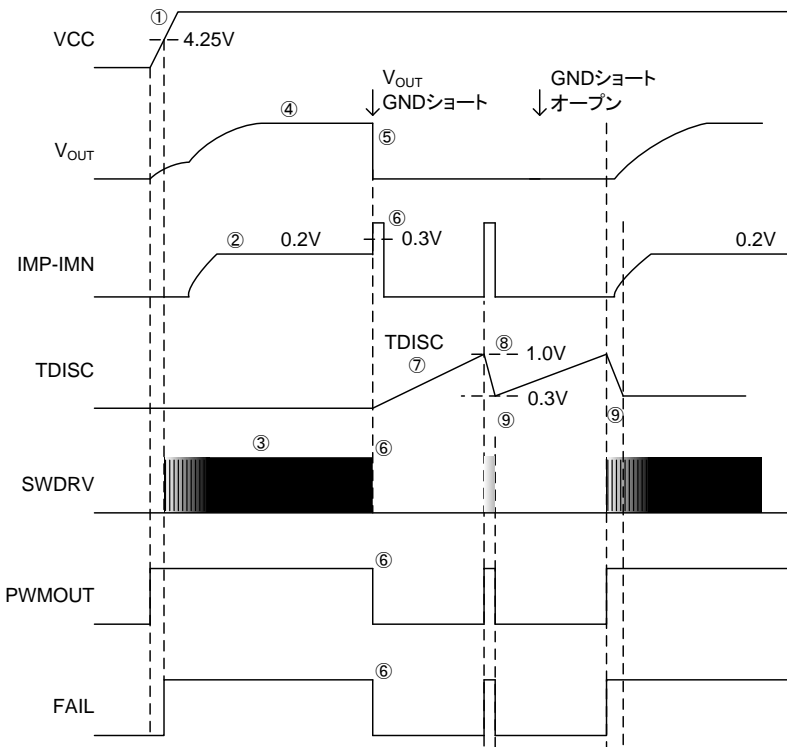
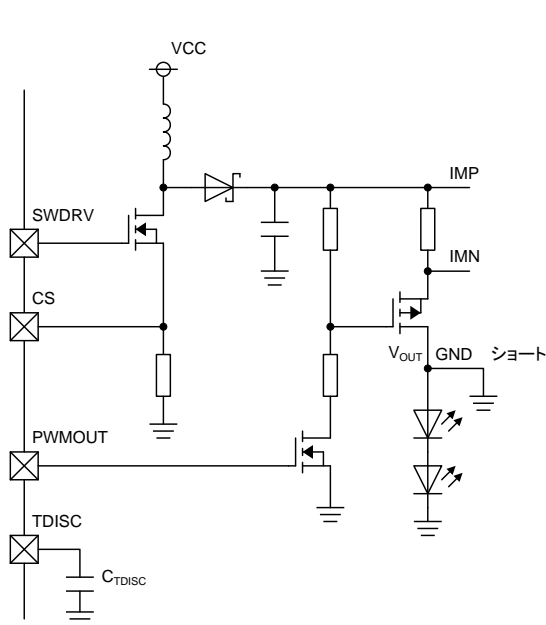


Figure 21. 出力地絡地絡保護動作タイミングチャート

Figure 1 のような構成で GND ショート発生時には V_{CC} から大電流が流れ続けます。

- ① VCC > 4.25 V (Typ)で UVLO が解除される。
- ② IMP-IMN 端子電圧が 200 mV になるように上昇する。
- ③ スwitching Duty が徐々に広がり、IMP-IMN 端子間電圧が 200 mV でスウィッチング Duty が安定する。
- ④ 出力電圧 V_{OUT} が安定する。
- ⑤ LED のアノードを GND ショートする。
- ⑥ IMP-IMN ≥ 0.3 V (Typ)になり、出力地絡地絡検出 SCP を行い、SWDRV / PWMOUT = Low になり、SS 端子を放電し、FAIL 端子も High⇒Low へ変化する。
- ⑦ 一度、SCP 検出すると TDISC に接続されたコンデンサへ充電(11 μA (Typ))が開始され、V_{TDISC} が 1.0 V (Typ)になるまで上昇します。
- ⑧ V_{TDISC} ≥ 1.0 V (Typ)になると、SCP 検出が解除され、TDISC に接続されたコンデンサの放電が開始され、SS 端子の充電、SWDRV / PWMOUT は正常に動作します。
- ⑨ V_{TDISC} ≤ 0.3 V (Typ)で SCP 条件を満たしていれば、⑥からの状態が再度動作し、また SCP 条件を満たしていなければ正常動作を行います。

LED アノード地絡時には上記のような動作を行います。IMP 端子と IMN 端子の電位差で SCP 検出しても、検出後から LSI 内部回路の遅延時間などあり PchMOS をオフさせるまでに時間を要するため、過渡的に PchMOS の許容電流を超えてしまう可能性があります。(上記タイミングの⑧でも超える可能性があります。)そこで Figure 22 のように外付けに PNP Tr 追加することで高速に PMOS をオフすることが可能です。

また電源電圧低下時に出力地絡 (LED アノード地絡)するとゲート電圧をオフできない可能性があります。十分なゲート電圧を確保できない場合には SCP 検出できない可能性があります。

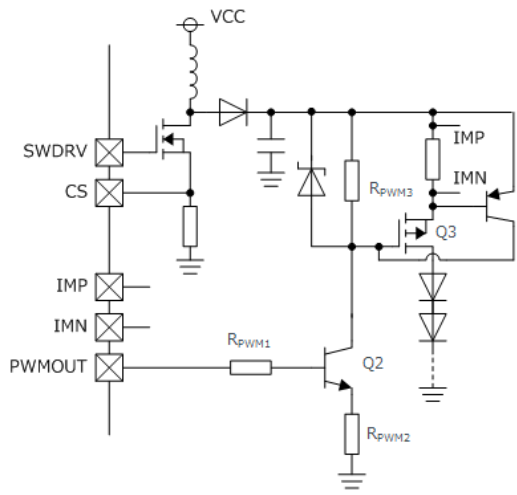


Figure 22. LED アノード地絡保護外付け回路

・ LED オープン保護機能 (DRL = High 時)

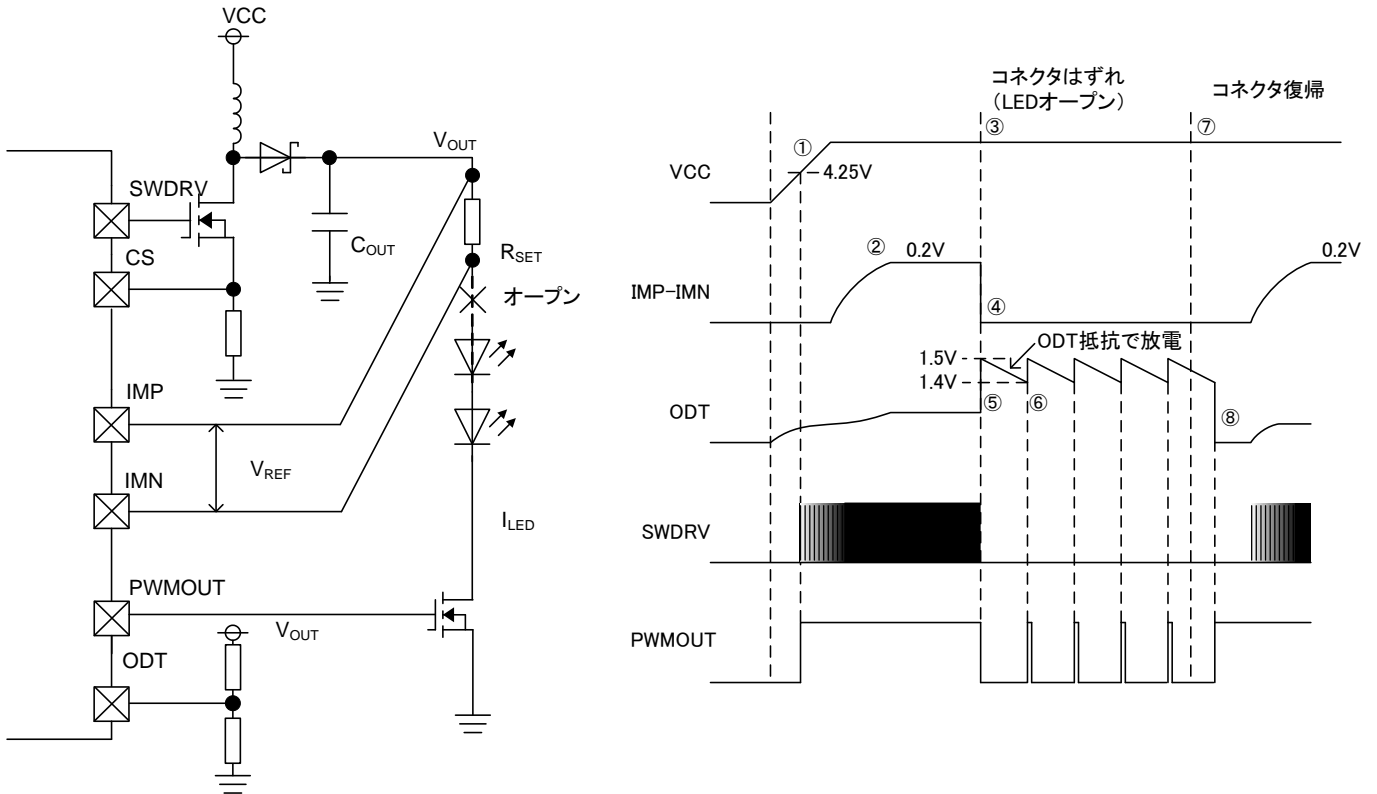


Figure 23. LED オープン保護動作タイミングチャート

- ① VCC > 4.25 V (Typ)で UVLO が解除される。
- ② IMP-IMN 端子電圧が 200mV になるように上昇する。
- ③ LED のコネクタがオープンになる。
- ④ IMP-IMN ≒ 0 V になり、出力電圧が過昇圧する。(出力電圧を抵抗分割した ODT が急峻に上昇する。)
- ⑤ ODT ≥ 1.5 V で LED オープン検出し SWDRV / PWMOUT = Low にする。またオープン検出時には SS 端子は放電され、FAIL 端子は High ⇒ Low へ変化する。
- ⑥ ODT ≤ 1.4 V で LED オープン検出が解除され、FAIL 端子は Low ⇒ High へなる。その後再度 DC / DC 動作を開始するが、LED オープンのため再度過昇圧する。
- ⑦ 再度 LED が接続される。
- ⑧ ODT ≤ 1.4 V で再起動され正常動作を行う。(⑧のタイミングで正常時に出力される V_{OUT} 以上の電荷が出力コンデンサに残っている状態で PWMOUT = High になると、IMP-IMN ≥ 0.3V になり SCP 機能を検出する場合がありますが、T_{TDISC} 後、再度正常動作を開始します。)

5. 出力電荷放電回路について(VOUTDISC)

Figure 24 のような構成で LSI の電源電圧を OFF した場合、出力コンデンサの電荷が放電されず保持される場合があります。出力コンデンサの電荷が保持された状態で再度電源投入すると、出力コンデンサ⇒R_{SET}⇒LED⇒PWM 調光用 FET⇒GND の経路で過渡的に電流が流れ LED が一瞬点灯します。その後、所望のスイッチング Duty が出力されると LED は点灯します。このようなフラッシュ現象を抑えるため、本 LSI では出力電荷放電回路を内蔵しています。

出力放電回路が動作するには、

- ・ UVLO を検出する。(V_{CC} ≤ 3.9 V)
- ・ V_{EN} ≤ 1.35 V

のどちらかの条件を満たすと出力コンデンサの電荷の放電を開始します。ただし PWM 入力を外部信号で制御する場合には電源 OFF シーケンスを EN オフ後、PWM オフするようにしてください。

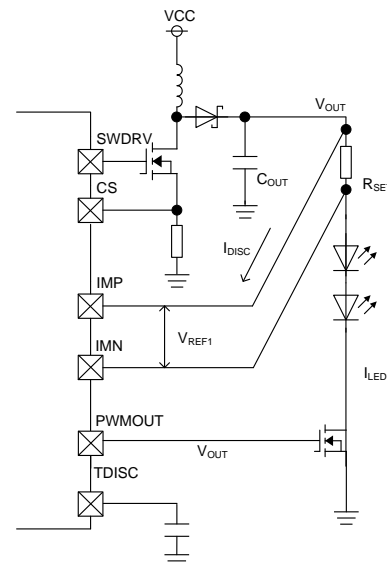


Figure 24. アプリケーション例

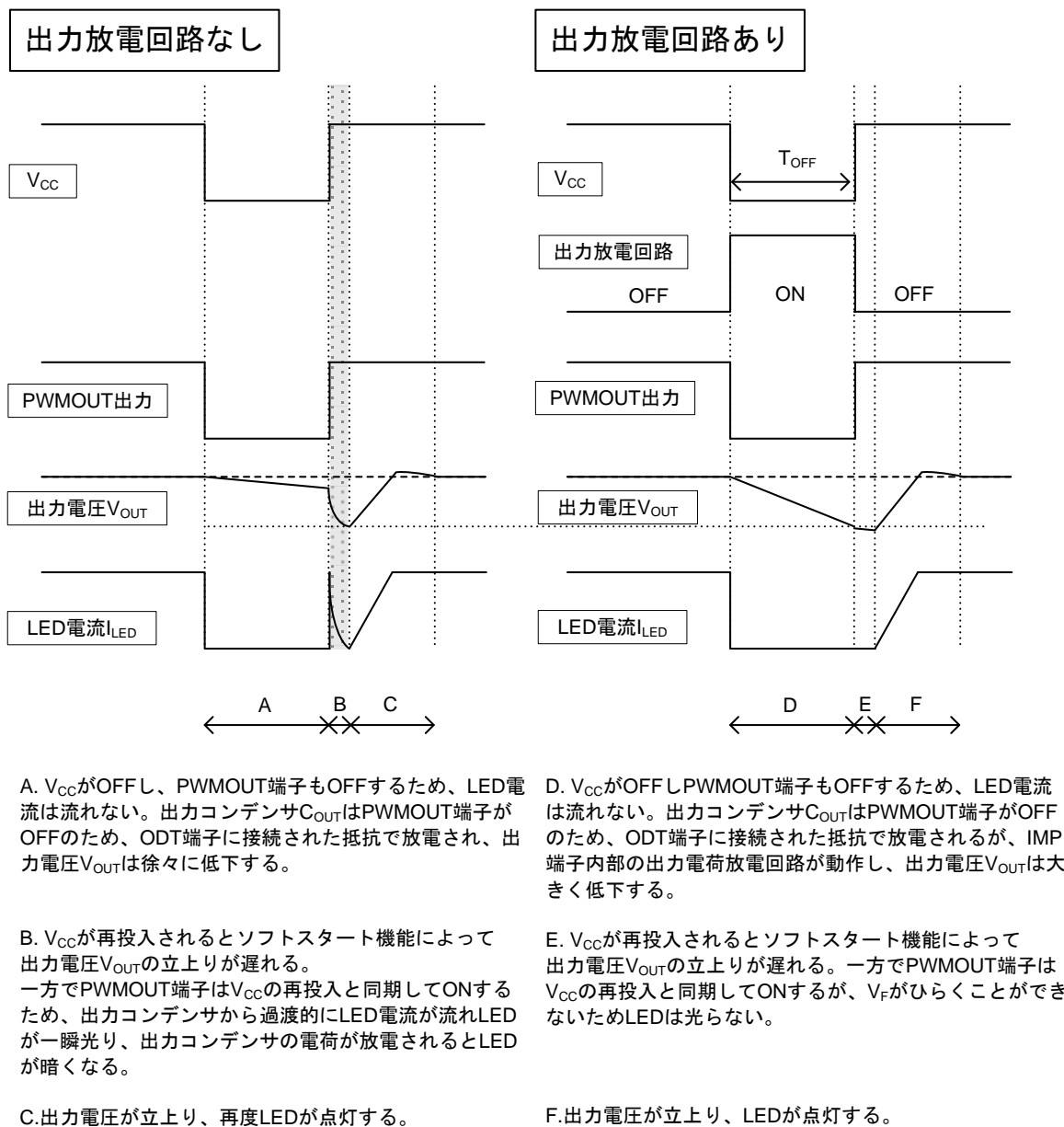
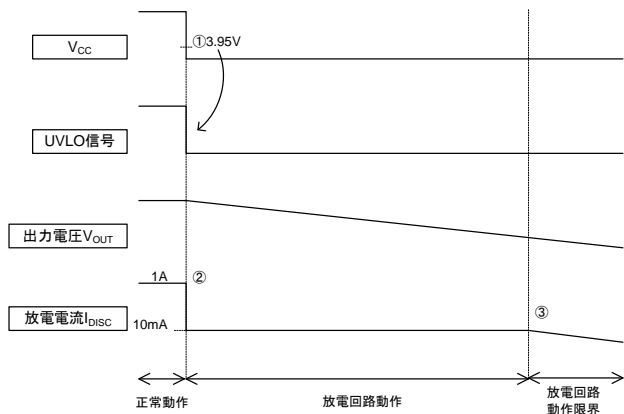


Figure 25. V_{CC} 低下時の出力放電回路動作説明

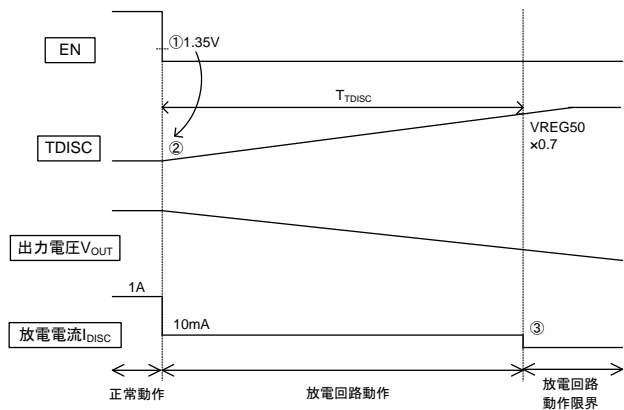
UVLO 検出時の出力放電回路動作に関して



- ① $V_{CC} < 3.95\text{ V}$ になり UVLO 検出。
- ② UVLO が検出されると出力コンデンサに蓄積された電荷を放電するため放電回路が ON し、 I_{DISC} により出力電圧が低下する。
- ③ 出力電圧の低下と共に I_{DISC} も低下する。(出力電圧 V_{OUT} と放電電流 I_{DISC} の特性は電気的特性をご参考ください。)

Figure 26. UVLO 検出時の出力放電回路動作説明

EN 制御による出力放電回路動作に関して



- ① $EN \leq 1.35\text{ V}$ になり、EN が OFF する。
 - ② TDISC 端子に接続されたコンデンサにより設定された出力放電時間 T_{DISC} の間、出力電荷を放電する。
- $$T_{DISC} = \frac{VREG50 \times 0.7 \times C_{TDISC}}{11\mu A}$$
- ③ T_{DISC} の放電時間が経過すると出力放電回路を停止します。

Figure 27. EN OFF 時の出力放電回路動作説明

本機能のコンデンサの推奨範囲は $0.01\ \mu\text{F} \sim 0.47\ \mu\text{F}$ になります。TDISC 端子の GND ショートでの起動はしないでください。注意点として推奨範囲設定であっても出力電圧が高く、 C_{TISC} が大きいほど、放電時における発熱が懸念されますので実機での確認を十分に行ってください。

さらにフラッシュ現象に関しては LED の Vf 特性や電源再投入までの時間により影響されますので、こちらも実機による特性の確認を十分に行っていただきますようお願いします。

6. EN 端子設定について(EN CTL)

EN 端子を電源電圧から抵抗分割で入力することで LSI の ON / OFF を行うことが可能です。LSI の ON / OFF を制御する EN 端子電圧の設定は下記のように設定することが可能です。

$$V_{CCON} = \frac{(R_{EN1} + R_{EN2})}{R_{EN2}} \times 1.45V(Typ)$$

$$V_{CCOFF} = \frac{(R_{EN1} + R_{EN2})}{R_{EN2}} \times 1.35V(Typ)$$

Ex)

$R_{EN1} = 150\text{ k}\Omega$ 、 $R_{EN2} = 51\text{ k}\Omega$ では動作開始 / 停止する VCC 端子電圧は下記ようになります。

動作開始電圧

$$V_{CCON} = \frac{(150\text{ k}\Omega + 51\text{ k}\Omega)}{51\text{ k}\Omega} \times 1.45V(Typ) = 5.71V$$

動作停止電圧

$$V_{CCOFF} = \frac{(150\text{ k}\Omega + 51\text{ k}\Omega)}{51\text{ k}\Omega} \times 1.35V(Typ) = 5.32V$$

PWM 調光を行う場合、EN 端子で行うと動作不安定になるため EN 端子による PWM 制御はしないでください。PWM 調光をする場合には CR 端子にて制御してください。(詳細は P.4~6 を参照してください)

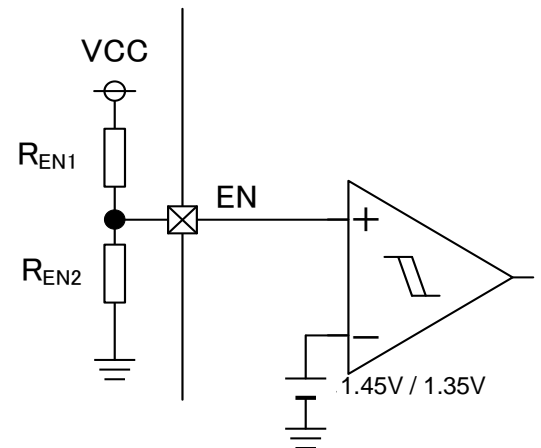


Figure 28. EN 端子設定方法について

絶対最大定格 (Ta = 25 °C)

| 項目 | 記号 | 定格 | 単位 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----|
| 電源電圧 | V _{CC} | -0.3 ~ 70 | V |
| EN、DRL 端子電圧 | V _{EN} 、V _{DRL} | -0.3 ~ V _{CC} +0.3 | V |
| IMP、IMN 端子電圧 | V _{IMP} 、V _{IMN} | -0.3 ~ 70 | V |
| IMP-IMN 端子電圧 | V _{IMP} -V _{IMN} | 3 | V |
| VREG50、CS、RS、RT、VREG25、CR DISC、ODT、PWMOUT、DCD、SS COMP、SWDRV、FAIL、TDISC 端子電圧 | V _{VREG50} 、V _{CS} 、V _{RS} 、V _{RT} 、V _{VREG25} V _{CR} 、V _{DISC} 、V _{ODT} 、V _{PWMOUT} 、V _{DCD} 、 V _{SS} 、V _{COMP} 、V _{SWDRV} 、V _{FAIL} 、V _{TDISC} | -0.3 ~ 7 < V _{CC} | V |
| 動作温度範囲 | T _{opr} | -40 ~ 125 | °C |
| 保存温度範囲 | T _{stg} | -55 ~ 150 | °C |
| 接合部温度 | T _{jmax} | 150 | °C |

注意：印加電圧及び動作温度範囲などの絶対最大定格を超えた場合は、劣化または破壊に至る可能性があります。また、ショートモードもしくはオープンモードなど、破壊状態を想定できません。絶対最大定格を超えるような特殊モードが想定される場合、ヒューズなど物理的な安全対策を施して頂けるようご検討をお願いします。

熱抵抗 (Note 1)

| 項目 | 記号 | 熱抵抗(Typ) | | 単位 |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|------|
| | | 1層基板 (Note 3) | 4層基板 (Note 4) | |
| HTSSOP-B24 | | | | |
| ジャンクションー周囲温度間熱抵抗 | θ_{JA} | 143.8 | 26.4 | °C/W |
| ジャンクションーパッケージ上面中心間熱特性パラメータ (Note 2) | Ψ_{JT} | 7 | 2 | °C/W |

(Note 1) JESD51-2A(Still-Air) に準拠。

(Note 2) ジャンクションからパッケージ (モールド部分) 上面中心までの熱特性パラメータ。

(Note 3) JESD51-3 に準拠した基板を使用。

| 測定基板 | 基板材 | 基板寸法 |
|------------------------|------------|---------------------------|
| 1層 | FR-4 | 114.3mm x 76.2mm x 1.57mm |
| 1層目 (表面) 銅箔 | | |
| 銅箔パターン | 銅箔厚 | |
| 実装ランドパターン +電極引出し用配線 | 70 μ m | |

(Note 4) JESD51-5、7 に準拠した基板を使用。

| 測定基板 | 基板材 | 基板寸法 | サーマルビア (Note 5) | | |
|------------------------|------------|--------------------------|-----------------|---------------|------------|
| | | | ピッチ | 直径 | |
| 4層 | FR-4 | 114.3mm x 76.2mm x 1.6mm | 1.20mm | Φ 0.30mm | |
| 1層目 (表面) 銅箔 | | 2層目、3層目 (内層) 銅箔 | | 4層目 (裏面) 銅箔 | |
| 銅箔パターン | 銅箔厚 | 銅箔パターン | 銅箔厚 | 銅箔パターン | 銅箔厚 |
| 実装ランドパターン +電極引出し用配線 | 70 μ m | 74.2mm (正方形) | 35 μ m | 74.2mm (正方形) | 70 μ m |

(Note 5) 貫通ビア。全層の銅箔と接続する。配置はランドパターンに従う。

推奨動作範囲 (Ta = 25 °C)

| 項目 | 記号 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 |
|-------------------------------------|-------------------|-----|----|------|-----|
| 電源電圧 (Note 1) | V _{CC} | 4.5 | 12 | 65 | V |
| 出力電圧 (Note 2) | V _{IMP} | 6.0 | 40 | 65 | V |
| DC / DC 発振周波数 (スペクトラム拡散制御 OFF 時) | F _{OSC1} | 200 | - | 700 | kHz |
| DC / DC 発振周波数 (スペクトラム拡散制御 ON 時) | F _{OSC2} | 200 | - | 600 | kHz |
| CRTIMER 周波数 | F _{PWM} | 100 | - | 2000 | Hz |
| CRTIMER 出力 Duty | F _{DUTY} | 2 | - | 45 | % |
| スペクトラム拡散周波数 | F _{RS} | 0.3 | - | 10 | kHz |

(Note 1) 起動時は一度 5V 以上の電圧を印加してください。値は一旦 5V 以上にした後の電圧範囲です。

(Note 2) 昇圧アプリケーション時に起動時以外に上記の条件になると LED へ大電流が流れる可能性があります。

推奨外付け定数範囲

| 項目 | 記号 | 最小 | 最大 | 単位 |
|------------------------------------------|--------------------|------|------|----|
| CRTIMER 周波数/出力 Duty 設定用コンデンサ (Note 3) | C _{CR} | 0.01 | 1.0 | μF |
| CRTIMER 周波数/出力 Duty 設定用抵抗 (Note 3) | R _{DISC2} | 10 | 33 | kΩ |
| DC / DC 発振周波数設定抵抗 | R _{RT} | 14 | 51 | kΩ |
| ソフトスタート設定用コンデンサ (Note 4) | C _{SS} | 0.01 | 1.0 | μF |
| TDISC 接続用コンデンサ (Note 5) | C _{TDISC} | 0.01 | 0.47 | μF |
| 出力電圧側 OVP 設定抵抗 (Note 3) | R _{OVP1} | 600 | 1000 | kΩ |

(Note 3) 上記の値は参考値となりますので、範囲外の定数を使用する場合 PWM 調光特性を十分に確認してください。

(Note 4) 上記の値は参考値となりますので、範囲外の定数を使用する場合起動時の特性 (ラッシュ電流など) を十分に確認してください。

(Note 5) 上記の値は参考値となりますので、範囲外のコンデンサを使用する場合 SCP 動作のヒカッパ時間が変化するため、SCP 動作時の外付け FET の発熱を十分に確認してください。

電気的特性 (特に指定のない限り、 $V_{CC} = 13\text{ V}$ 、 $V_{IMP} = 40\text{ V}$ 、 $T_a = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim 125\text{ }^\circ\text{C}$)

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 | 条件 |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| 回路電流 | I_{CC} | - | 3 | 6 | mA | $C_{VREG} = 2.2\text{ }\mu\text{F}$ 、 $V_{CS} = V_{ODT} = 0\text{ V}$ $V_{EN} = V_{DRL} = V_{CR} = \text{GND}$ $V_{RS} = V_{VREG50}$ $V_{DCD} = V_{RT} = V_{VREG25}$ |
| [VREG 部] | | | | | | |
| VREG50 基準電圧 | V_{VREG50} | 4.5 | 5.0 | 5.5 | V | $C_{VREG50} = 2.2\text{ }\mu\text{F}$ 負荷電流 = 0mA ~ 20 mA No switching |
| VREG25 基準電圧 | V_{VREG25} | 2.425 | 2.50 | 2.575 | V | $I_{VREG25} = 0\mu\text{A}$ |
| VREG25 ロードレギュレーション電圧 | ΔV_{VREG25} | - | 50 | 100 | mV | $I_{VREG25} = 0\mu\text{A} \sim 250\text{ }\mu\text{A}$ |
| [SWDRV 部] | | | | | | |
| SWDRV 上側 ON 抵抗 | R_{SWP} | - | 4 | 8 | Ω | $I_{ON} = -10\text{ mA}$ |
| SWDRV 下側 ON 抵抗 | R_{SWN} | - | 3 | 6 | Ω | $I_{ON} = 10\text{ mA}$ |
| 過電流保護電圧 | V_{OCP} | 250 | 300 | 350 | mV | V_{CS} : Sweep up |
| [LED 電流設定部] | | | | | | |
| LED 電流設定基準電圧 | V_{REF1} | 194 | 200 | 206 | mV | $V_{IMP} - V_{IMN}$ 端子間電圧 |
| LED 地絡検出電圧 | V_{SCPON} | 0.24 | 0.3 | 0.36 | V | $V_{SCP} \geq V_{IMP} - V_{IMN}$ |
| LED オープン検出電圧 | V_{OPEN} | 1.42 | 1.5 | 1.575 | V | V_{ODT} : Sweep up |
| LED オープンヒステリシス電圧 | $V_{HYSOPEN}$ | - | 0.1 | - | V | V_{ODT} : Sweep down |
| TDISC 充電電流 | I_{TDISC} | 4 | 11 | 18 | μA | $V_{TDISC} = 0\text{V}$ |
| TDISC 地絡タイマー検出電圧 | V_{DTDISC} | 0.9 | 1.0 | 1.1 | V | V_{TDISC} : Sweep up |
| TDISC 地絡タイマー解除電圧 | V_{RTDISC} | 0.2 | 0.3 | 0.4 | V | V_{TDISC} : Sweep down |
| EN オフ時 TDISC 放電停止電圧 | V_{TDISC} | $V_{VREG50} \times 0.55$ | $V_{VREG50} \times 0.7$ | $V_{VREG50} \times 0.85$ | V | |
| 出力放電時間 | T_{TDISC} | 20 | 35 | 55 | ms | $C_{TDISC} = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ |
| 出力電荷放電電流 | I_{DISC} | 3 | 10 | - | mA | $V_{IMP} = 12\text{ V}$ |
| [CR TIMER 部] | | | | | | |
| CR スレッシュホールド電圧 1 | V_{CRTH1} | $V_{VREG50} \times 0.18$ | $V_{VREG50} \times 0.20$ | $V_{VREG50} \times 0.22$ | V | |
| CR スレッシュホールド電圧 2 | V_{CRTH2} | $V_{VREG50} \times 0.36$ | $V_{VREG50} \times 0.40$ | $V_{VREG50} \times 0.44$ | V | |
| PWM 最小パルス幅 | T_{PWM} | 50 | - | - | μs | |
| PWMOUT 上側 ON 抵抗 | $R_{PWMOUTP}$ | - | 20 | 40 | Ω | $I_{ON} = -10\text{ mA}$ |
| PWMOUT 下側 ON 抵抗 | $R_{PWMOUTN}$ | - | 5 | 10 | Ω | $I_{ON} = 10\text{ mA}$ |

電気的特性 (特に指定のない限り、 $V_{CC} = 13\text{ V}$ 、 $V_{IMP} = 40\text{ V}$ 、 $T_a = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim 125\text{ }^\circ\text{C}$)

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 | 条件 |
|------------------------|----------------|------|------|------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | 最小 | 標準 | 最大 | | |
| [ERRAMP 部] | | | | | | |
| COMP ソース電流 | $I_{COMP\ SO}$ | -90 | -60 | -30 | μA | $V_{COMP} = 1.2\text{ V}$ 、 $V_{DCD} = V_{REG25}$ $V_{IMP} - V_{IMN} = 0\text{ mV}$ |
| COMP シンク電流 | $I_{COMP\ SI}$ | 30 | 60 | 90 | μA | $V_{COMP} = 1.2\text{ V}$ 、 $V_{DCD} = V_{REG25}$ $V_{IMP} - V_{IMN} = 400\text{ mV}$ |
| [ソフトスタート部] | | | | | | |
| ソフトスタート充電電流 | I_{SS} | 3 | 5 | 7 | μA | $V_{SS} = 0\text{ V}$ |
| [発振器部] | | | | | | |
| DC / DC 発振周波数 | F_{OSC} | 270 | 300 | 330 | kHz | $R_{RT} = 33\text{ k}\Omega$ |
| Max Duty 出力 | D_{MAX} | - | 95 | - | % | $R_{RT} = 33\text{ k}\Omega$ |
| [RAMP 部] | | | | | | |
| RS 周波数 | F_{RS} | - | 0.75 | - | kHz | $R_{RT} = 33\text{ k}\Omega$ 、 $C_{RS} = 0.047\text{ }\mu\text{F}$ |
| RS 端子 High 電圧 | V_{RSH} | - | 0.75 | - | V | V_{RS} : Sweep up |
| RS 端子 Low 電圧 | V_{RSL} | - | 0.60 | - | V | V_{RS} : Sweep down |
| [UVLO 部] | | | | | | |
| UVLO 検出電圧 | V_{UVLO} | 3.6 | 3.9 | 4.2 | V | V_{CC} : Sweep down |
| UVLO ヒステリシス幅 | V_{UHYS} | 250 | 350 | 450 | mV | V_{CC} : Sweep up |
| [EN/DRL 部] | | | | | | |
| EN 端子 ON スレッショルド電圧 | V_{ENON} | 1.35 | 1.45 | 1.55 | V | V_{EN} : Sweep up |
| EN 端子 ヒステリシス電圧幅 | V_{HYSEN} | - | 100 | - | mV | V_{EN} : Sweep down |
| DRL 端子 流入電流 | I_{DRL} | 4 | 13 | 22 | μA | $V_{DRL} = 13\text{ V}$ |
| DRL 端子 ON スレッシュホールド電圧 | V_{DRLON} | 3 | - | - | V | V_{DRL} : Sweep up |
| DRL 端子 OFF スレッシュホールド電圧 | $V_{DRL\ OFF}$ | - | - | 0.8 | V | V_{DRL} : Sweep down |

特性データ (参考データ)

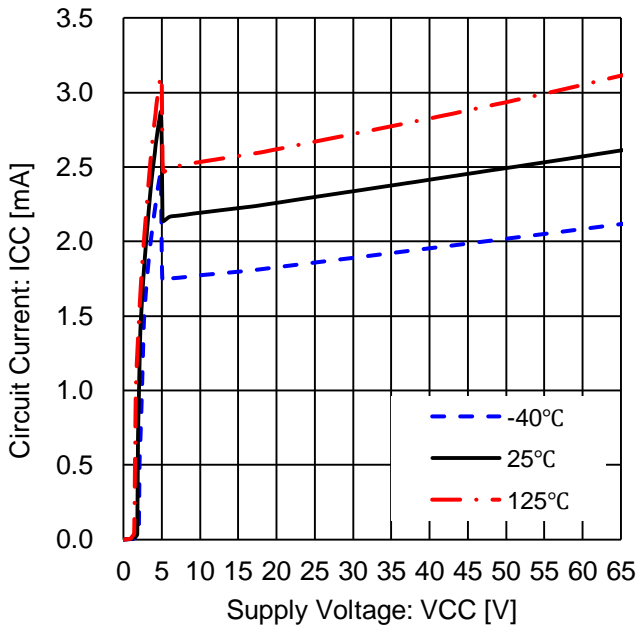


Figure 29. Circuit Current vs Supply Voltage

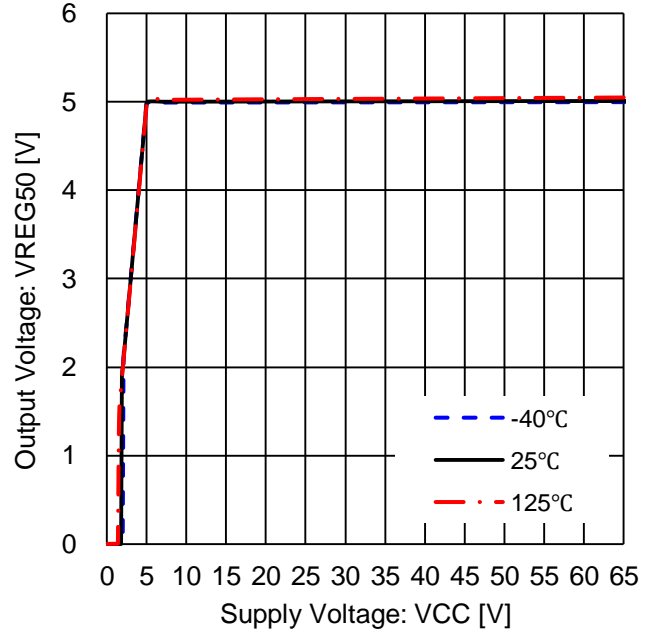


Figure 30. Output Voltage vs Supply Voltage (VREG50)

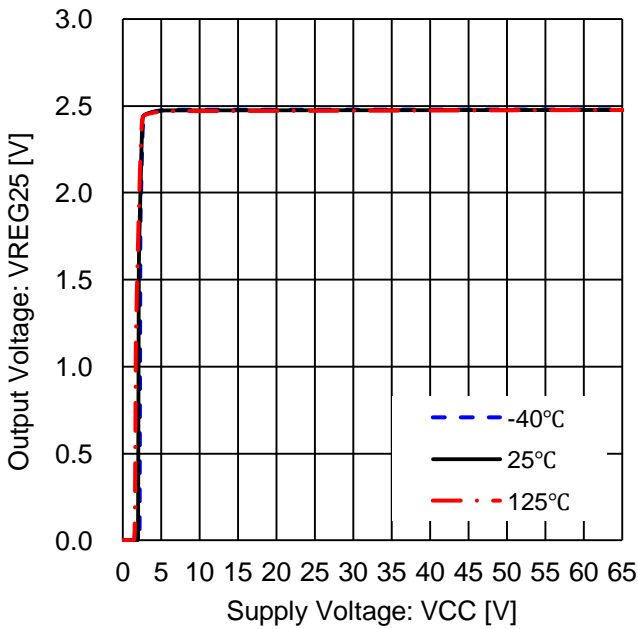


Figure 31. Output Voltage vs Supply Voltage (VREG25)

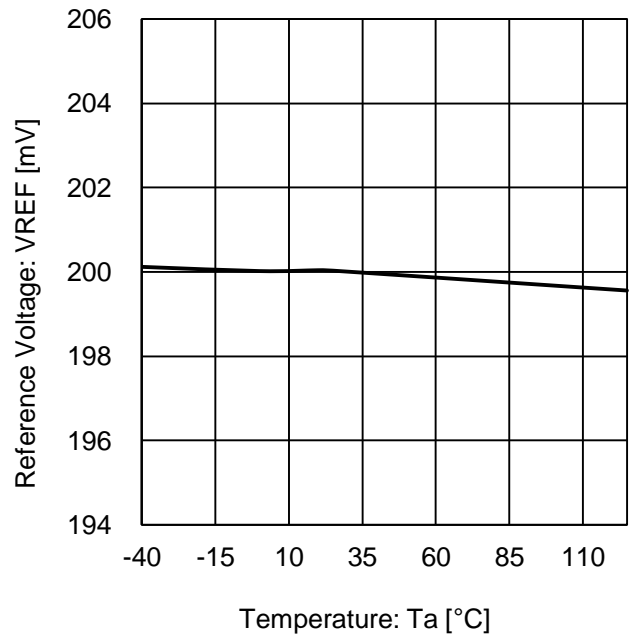


Figure 32. Reference voltage vs Temperature

特性データ (参考データ) - 続き

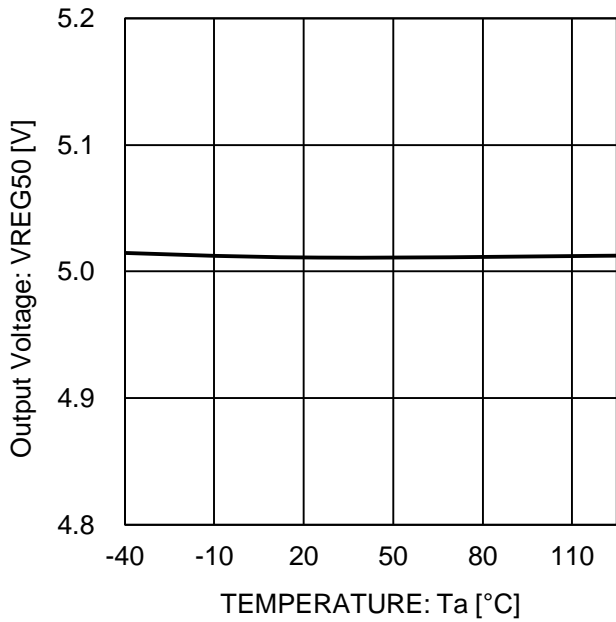


Figure 33. Output Voltage vs Temperature (VREG50)

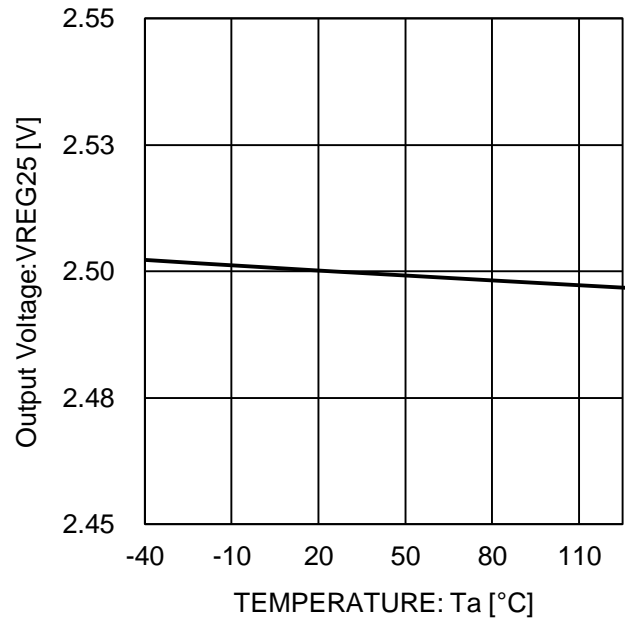


Figure 34. Output Voltage vs Temperature (VREG25)

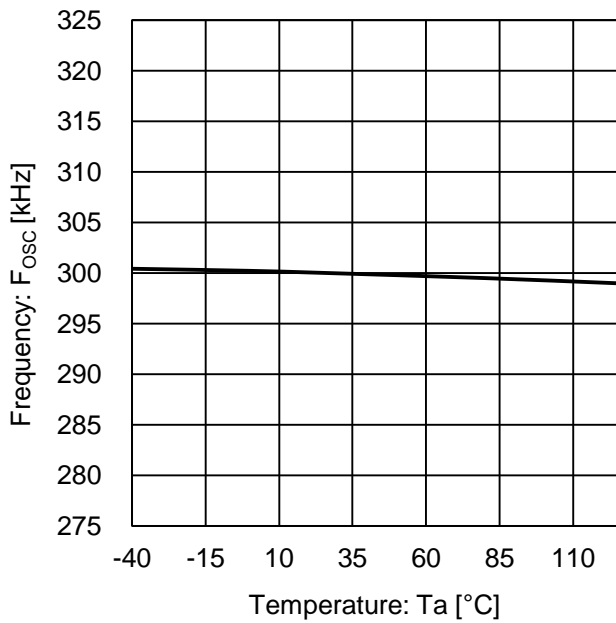


Figure 35. Frequency vs Temperature

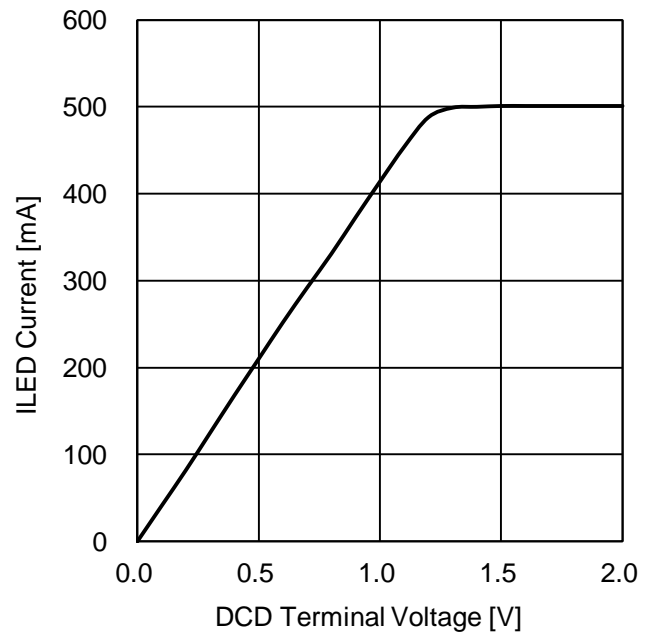


Figure 36. ILED Current vs DCD Terminal Voltage

特性データ (参考データ)

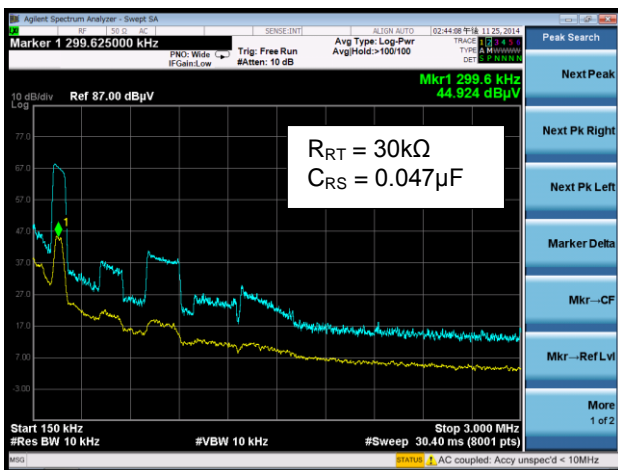


Figure 37. スペクトラム拡散 ON 時波形

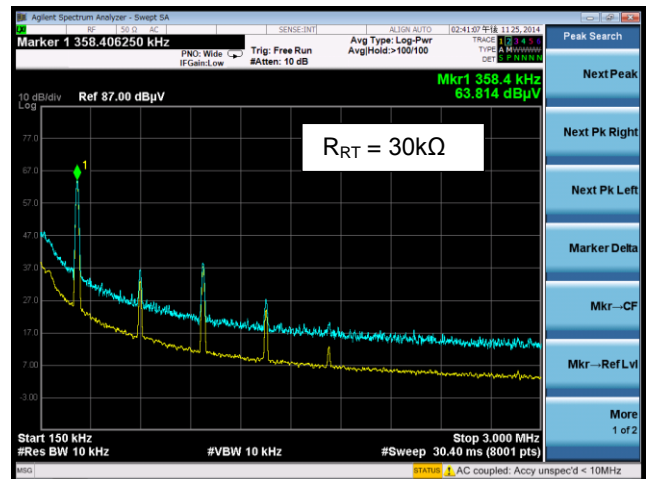


Figure 38. スペクトラム拡散 OFF 時波形
(RS 端子を VREG50 ショート)

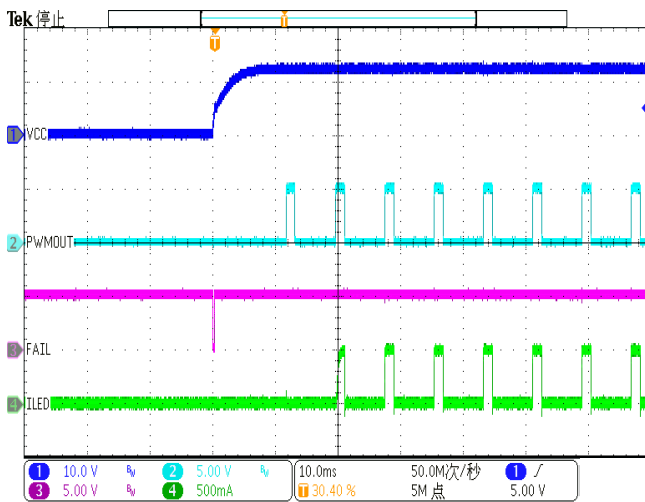


Figure 39. PWM 制御時起動波形(DRL = Low)

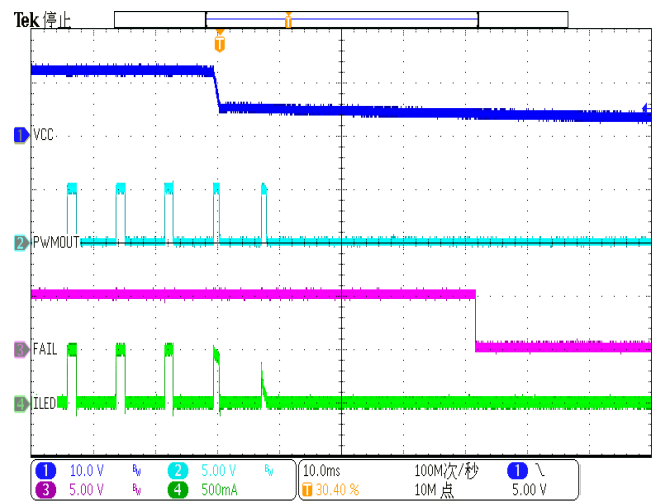


Figure 40. PWM 制御時停止波形(DRL = Low)

特性データ (参考データ)

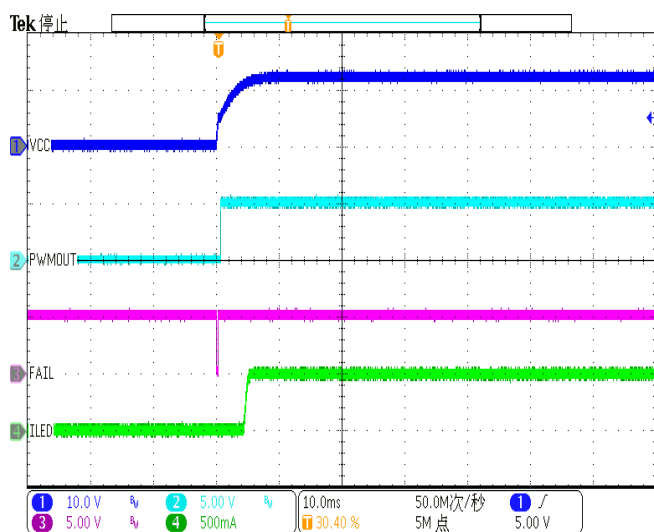


Figure 41. PWM 制御時動作起動波形(DRL = High)

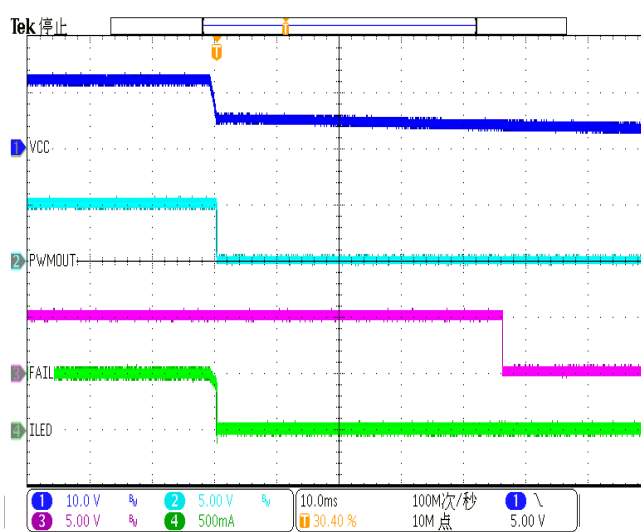


Figure 42. PWM 制御時動作停止波形(DRL = High)

タイミングチャート①

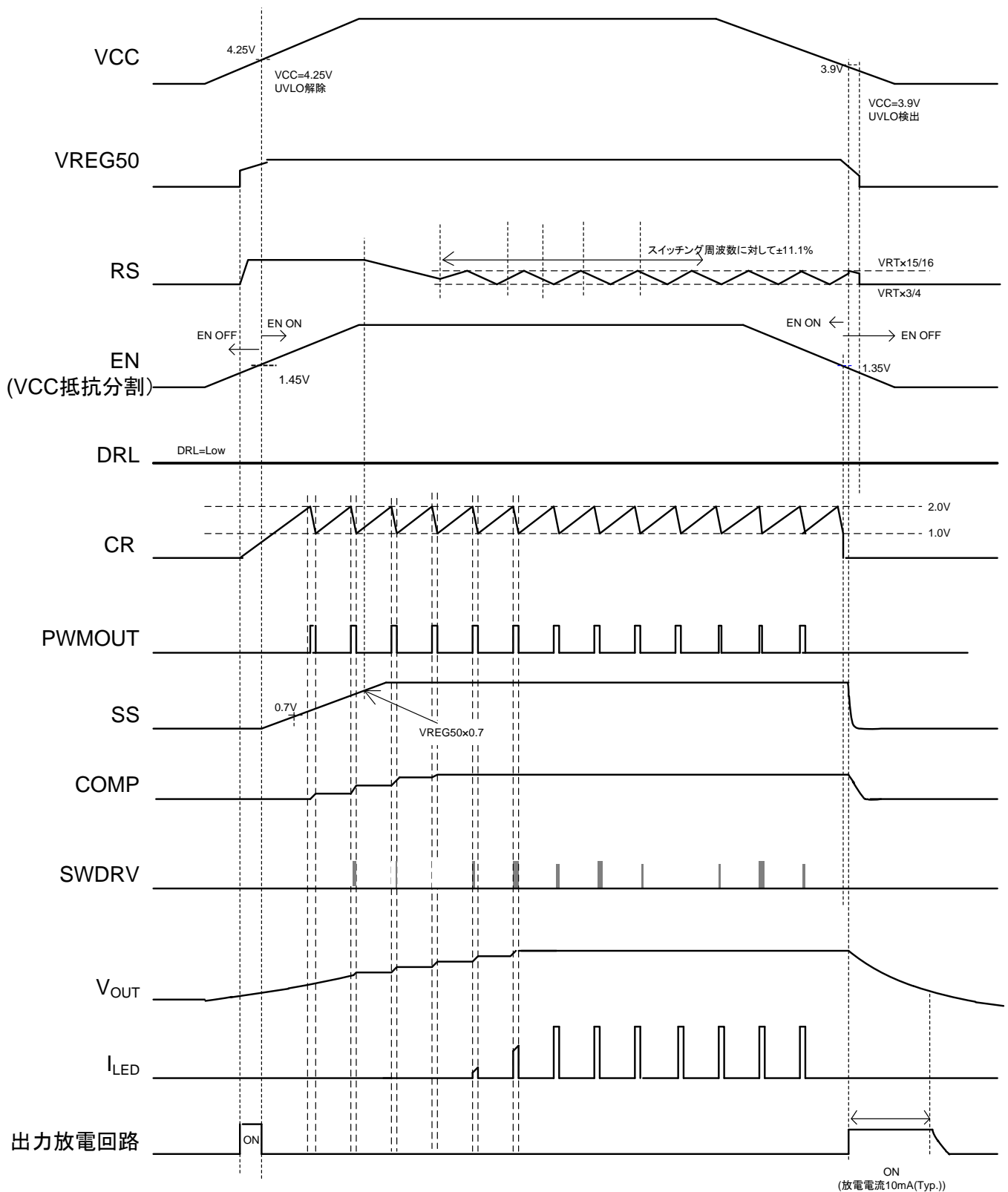


Figure 43. 起動/停止シーケンス タイミングチャート(PWM制御時)

タイミングチャート②

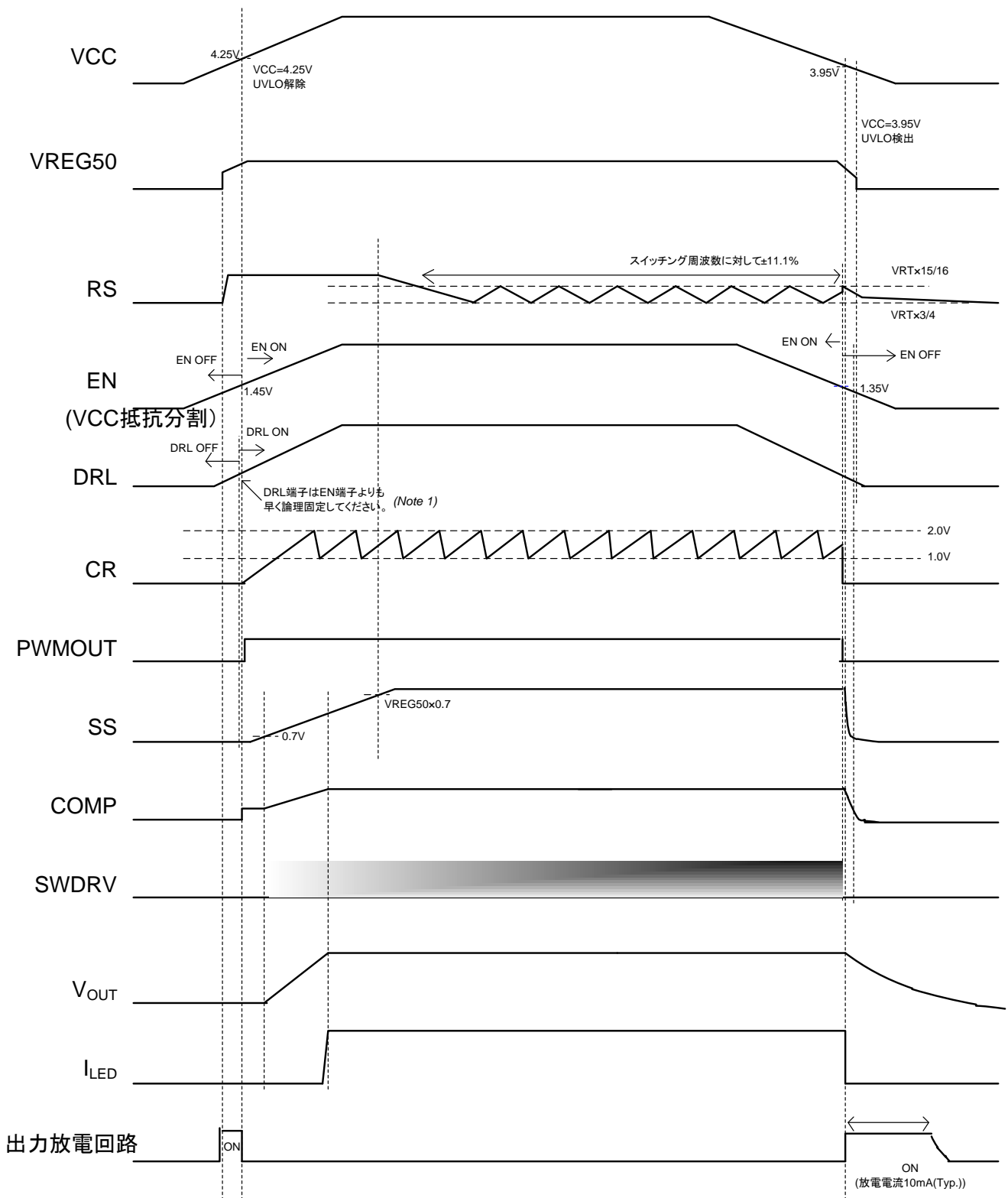


Figure 44. 起動/停止シーケンス タイミングチャート(PWM100 %制御時)

(Note 1) DRL 端子を High 側 (PWM100 %状態)で使用する場合には必ず EN よりも先に Hi 側へ論理固定可能な電圧を印加してください。

応用回路例

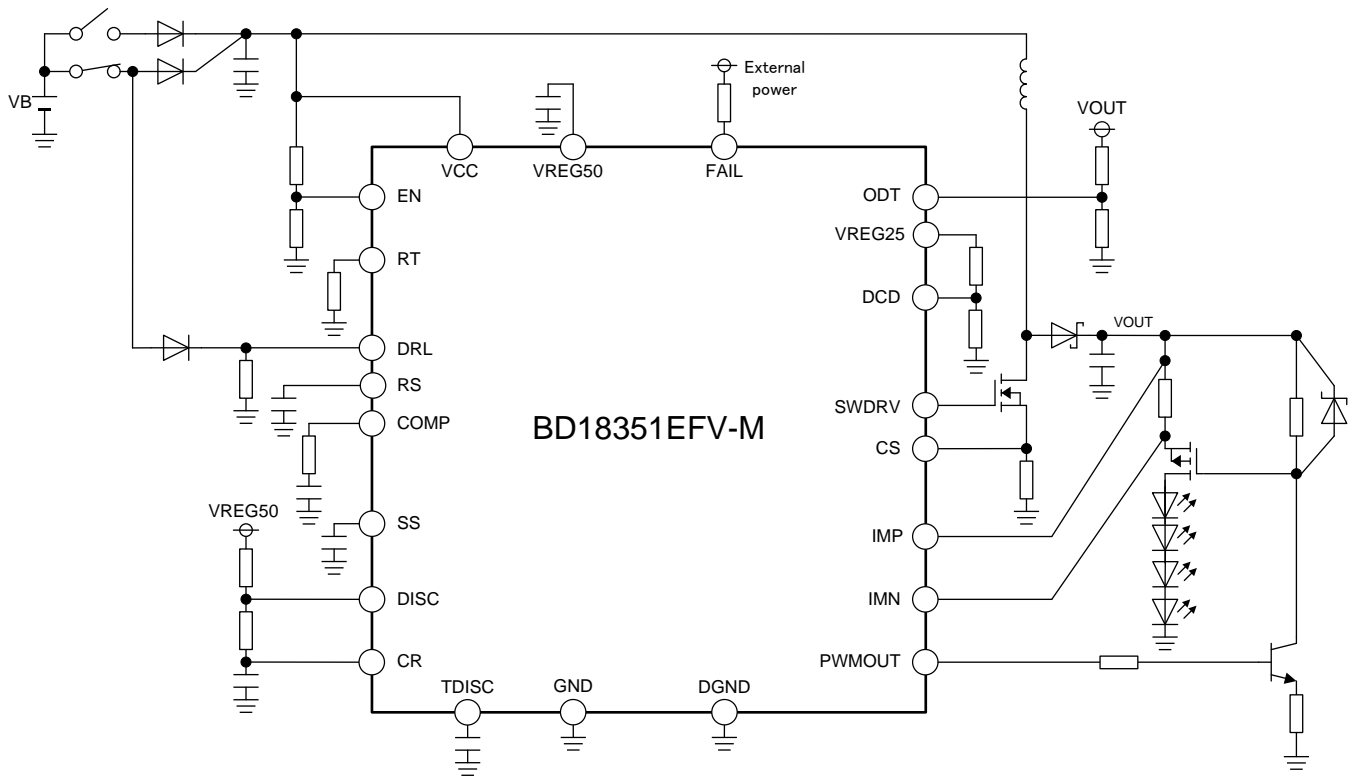


Figure 45. PchMOS を用いた昇圧アプリケーション

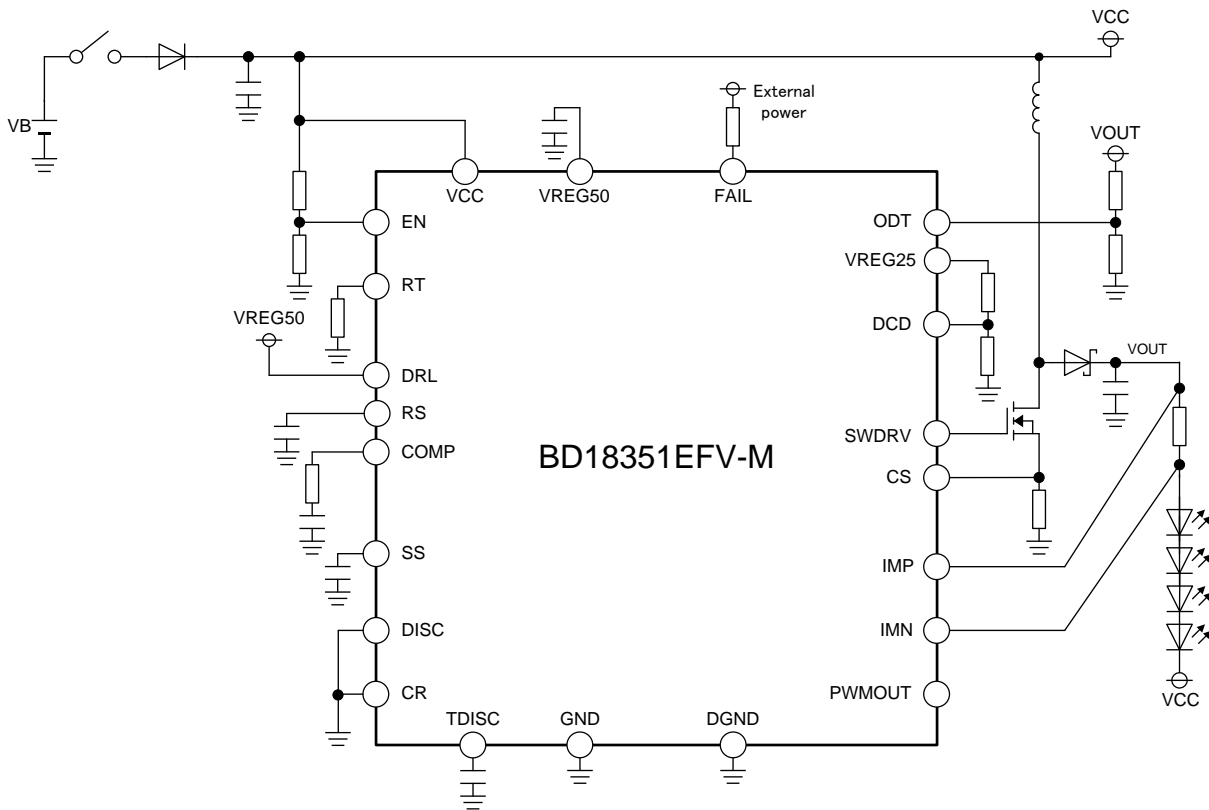


Figure 46. LED カソードを電源へ帰還をかえた昇降圧アプリケーション

アプリケーション部品選定方法 (昇圧アプリケーション)

次の手順により、アプリケーション部品を選定してください。

1. EN 端子動作電圧の設定



2. PWM 調光率 / 周波数の設定



3. スイッチング周波数の設定



4. LED 電流を設定し、使用条件より入力ピーク電流 I_{L_MAX} を導出



5. 過電流保護電流値 $I_{OCP} > I_{L_MAX}$ となるよう R_{CS} を設定



6. $(V_{OUT} - V_{CC}) / L \times R_{CS} \times R_{RT} < 13 \times V_{RT}$ となるよう L 値定数を設定



7. LED オープン保護電圧の設定



8. 定格電流、定格電圧を満たすよう SBD、MOSFET を選定



9. 出力リップル電圧条件を満たすよう、出力コンデンサを設定



10. 出力放電時間の設定



11. 入力コンデンサの選定



12. 位相補償回路の設定



13. ソフトスタート時間、起動時間の設定



14. 実機動作確認

L 値をフィードバック

1.EN 端子動作電圧の設定

EN 端子を電源電圧から抵抗分割で入力することで LSI の ON / OFF を行うことが可能です。LSI の ON / OFF を制御する EN 端子電圧の設定は下記のように設定することが可能です。

$$V_{CCON} = \frac{(R_{EN1} + R_{EN2})}{R_{EN2}} \times 1.45V(Typ)$$

$$V_{CCOFF} = \frac{(R_{EN1} + R_{EN2})}{R_{EN2}} \times 1.35V(Typ)$$

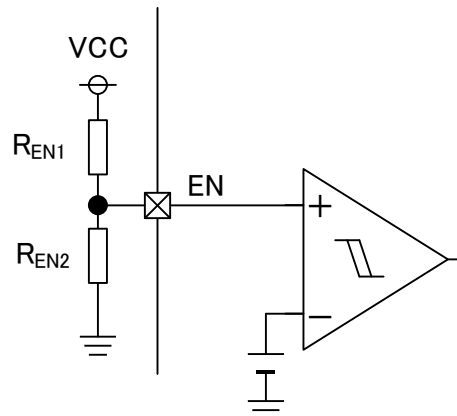


Figure 47. EN 端子設定方法について

2.PWM 調光率 / 周波数の設定

LSI に内蔵している CR タイマー機能により抵抗とコンデンサで PWM 調光周波数(F_{PWM})、PWM 調光 ON Duty (D_{PWM})を設定することが可能です。DRL 端子電圧 ≥ 3.0 V では PWM 調光は 100 % 調光となり、それ以外では外付け C、R で設定された調光率で制御されます。また推奨の動作周波数は 100 Hz ~ 2 kHz となり、外付け部品定数の推奨範囲は C_{CR}: 0.01 μF ~ 1.0 μF で、R_{DISC2}: 10kΩ ~ 33 kΩ までの設定を推奨いたします。(詳細は P.4~6 を参照ください。)

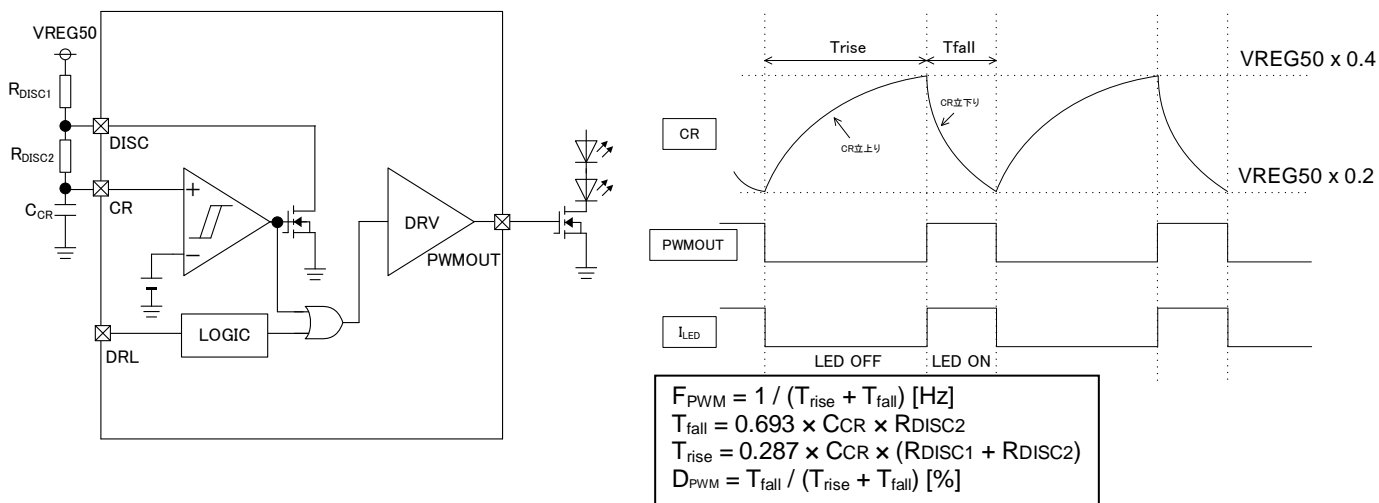


Figure 48. CR タイマー設定方法について

3.スイッチング周波数の設定

LSI に内蔵しているスペクトラム拡散機能を用いてノイズを低減させることが可能です。スペクトラム拡散制御を行うと P.9 Figure 12 に示す RT 抵抗で決まる周波数 F_{OSC1} でスイッチング動作せず、F_{OSC1} × 0.84 の周波数をセンターとして ±11.1 % を変調した周波数で動作します。変調周波数 F_{RS} やノイズ減衰量の目安値は P.10 に記載している式から算出可能です。(スペクトラム拡散時には周波数が変調されるので、コイル電流など周波数が低い場合に最大となり、各定数を算出する際に使用してください。(詳細は P.10、11 を参照ください)スペクトラム拡散機能を使用しない場合には RS 端子を VREG50 端子とショートしてください。周波数設定も変わるので注意してください。

4.入力ピーク電流 I_{L_MAX} を導出($V_{DCD} > 1.21$ V)

① 出力電圧 (V_{OUT})の算出

$$V_{OUT} = V_F \times N + V_{REF1} + R_{ON_PWMFET} \times I_{LED}$$

② 出力電流 I_{LED} の算出

$$I_{LED} = \frac{V_{REF1}}{R_{SET}}$$

③ 入力ピーク電流 I_{L_MAX} の算出

$$I_{L_MAX} = I_{L_AVE} + \frac{1}{2} \Delta I_L$$

$$I_{L_MIN} = I_{L_AVE} - \frac{1}{2} \Delta I_L$$

$$I_{L_AVE} = \frac{V_{OUT} \times I_{LED}}{\eta \times V_{CC}}$$

$$\Delta I_L = \frac{V_{CC}}{L} \times \frac{(V_{OUT} - V_{CC})}{V_{OUT}} \times \frac{1}{F_{OSC}}$$

駆動する LED の V_F : V_F
 LED 電流設定基準電圧 : V_{REF1}
 PWM 調光用 FET の ON 抵抗 : R_{ON_PWMFET}
 LED 電流 : I_{LED}
 LED 電流設定用抵抗 : R_{SET}
 最大コイル電流 : I_{L_MAX}
 コイル平均電流 : I_{L_AVE}
 リップル電流 : ΔI_L
 電源電圧 : V_{CC}
 出力電圧 : V_{OUT}
 効率 : η
 DC / DC 発振周波数 : F_{OSC}

- ・ V_{CC} は最小入力電圧がワーストケースとなるため、最小入力電圧を代入してください。
- ・ BD18351EFV-M はカレントモード DC / DC コンバータ制御を採用しております。 I_{L_MIN} が正になる場合は連続モードとなり、 I_{L_MIN} が負になる場合には不連続モードとなります。不連続モード時は位相特性が不十分になりやすく、応答性の悪化やスイッチング波形が不定期になるなど、安定性が悪化しやすいため、位相特性を十分に確認していただきますようお願いいたします。
- ・ η (効率)は 90 %程度となります。
- ・ $V_{DCD} < 1.21$ V では P.4 2(1)「LED 電流の設定方法について」に記載している式より I_{LED} を算出してください。

5.過電流保護電流値の設定

下記を満たすような R_{CS} (過電流検出用抵抗)を選定してください。

$$I_{OCP_MIN} = \frac{V_{OCP_MIN}}{R_{CS}} > I_{L_MAX}$$

コイル L の値は ± 30 %程度のバラツキを持つことがありますので、十分のマージンを持って設定してください。

6.コイル L 値定数の選定

カレントモード DCDC コンバータ動作安定化のため、次の条件内にて L 値を調整することを推奨します。

$$\frac{(V_{OUT} - V_{CC}) \times R_{CS} \times R_{RT} \times 10^{-3}}{L \times 10^6} < 13 \times V_{RT}$$

算出値を小さくすることで、より安定性が増しますが、電源電圧変動など応答性が低下する恐れがあります。上式を満たさず、大きくするとサブハーモニック発振を起こし、スイッチング Duty が不安定になり、LED がちらつく恐れがあります。またスペクトラム拡散機能を使用しない場合は $V_{RT} = 0.8$ V、スペクトラム拡散機能を使用する場合は $V_{RT} = 0.675$ V を代入してください。

7.LED オープン保護電圧の設定

LED オープン検出電圧は起動不良を回避する為、起動時の出力電圧のオーバーシュートよりも高い電圧設定が必要です。また R_{ODT1} 、 R_{ODT2} を設定することでLED オープン検出時の出力電圧(V_{OUT_ODT})は下記のように算出できます。

$$V_{OUT_ODT} = \frac{(R_{ODT1} + R_{ODT2})}{R_{ODT2}} \times 1.5V(Typ)$$

さらにODT 抵抗は PWM = Low 時に V_{OUT} に接続された出力コンデンサに電荷を放電する経路になるため、PWM = Low 時の V_{OUT} のリップルが大きくなり、LED のちらつきの原因になります。そのため、 R_{ODT1} の推奨範囲は 600 k Ω ~ 1000 k Ω で選定ください。

また出力コンデンサやLED の特性により異なるため LED のちらつきは実機にて十分な確認をお願い致します。

(出力コンデンサ、ODT 抵抗を大きくすることで V_{OUT} の低下を防ぐことができます。)

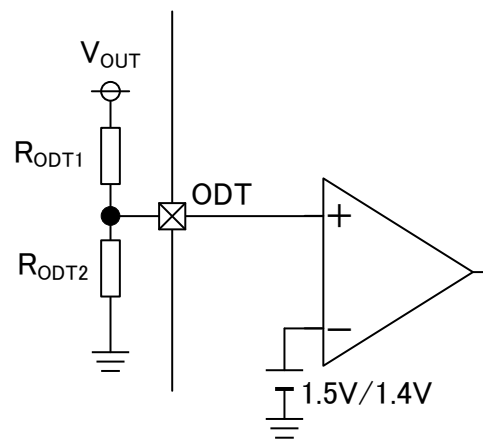


Figure 49. ODT 端子等価回路

8.パワー素子、ダイオード D_1 、MOSFET Q_1 、 Q_2 の選定

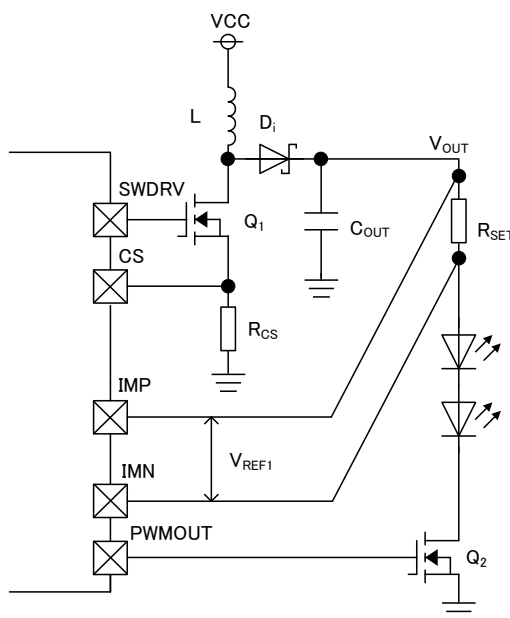


Figure 50. 昇圧アプリケーション回路

MOSFET Q_1 の選定

V_{DS} 定格が LED オープン動作最大出力電圧よりも高くなるように MOSFET (Q_1) を選択してください。

$$V_{OUT_ODT_MAX} > \frac{(R_{ODT1} + R_{ODT2})}{R_{ODT2}} \times 1.575V(Max)$$

V_{DS} : MOSFET の DS 間耐圧

また Q_1 のドレイン-ソース間に流れる RMS 電流定格は下記のように算出することが可能です。

$$I_{DS_RMS} = 1.3 \times \sqrt{(I_{L_AVE})^2 \times D_{SW}}$$

D_{SW} : スイッチング Duty

次に Q1 の損失を計算します。Q1 の損失はスイッチング損失 Ploss1 と Q1 オン時の損失 Ploss2 になります。スイッチング損失 Ploss1 と Q1 オン時の損失 Ploss2 は関しては下記のように算出することが可能です。

$$P_{loss1} = \frac{(T_r + T_f)}{2} \times F_{OSC} \times (V_{OUT} + V_{Di}) \times I_{L_AVE}$$

$$P_{loss2} = I_{L_AVE}^2 \times R_{on} \times D_{SW}$$

Tr/Tf : ドレインソースス立ち上り/立ち下り時間
Ron : Q1 の Ron

整流ダイオード Di の選定

消費電力低減のために整流ダイオード Di はショットキーダイオードを使用してください。ダイオードの耐圧は LED オープン保護電圧より高い定格をもつ素子を選定ください。また PWM 調光を使用する場合には、漏れ電流が十分に小さいショットキーダイオードを選定する必要があります。漏れ電流は温度と共に増加するので PWM = Low 時に出力コンデンサの電荷を放電し LED 電流を安定供給できない可能性があるためです。Di の電流定格は下式で算出することが可能です。

$$I_{Di} = I_{L_AVE} \times (1 - D_{SW}) \times 1.5$$

MOSFET Q2 の選定

使用する LED 電流と出力電圧 V_{OUT} に対してマージンをとり高めに設定してください。

9. 出力コンデンサ C_{OUT} の選定

出力容量には 2 つの目的があり、1 つ目として出力リップルを低減する。2 つ目にスイッチング MOSFET (Q1) がオンした時に LED へ電流を供給することで、バルク容量と ESR の両方が出力電圧のリップルに影響を及ぼします。(セラミックコンデンサを使用する場合にはリップルの大部分がバルク容量から生じます。) バルク容量と ESR は下式で算出することができます。

$$C_{OUT} \geq I_{LED} \times \frac{D_{SW}}{\Delta V_{COUT} \times F_{OSC}}$$

ΔV_{COUT} : 出力リップルのうちコンデンサによる影響
 ΔV_{ESR} : 出力コンデンサの ESR で発生するリップル

$$R_{ESR} < \frac{\Delta V_{ESR}}{I_{L_MAX}}$$

ここで許容される総出力リップルを算定するには LED 電流リップルと駆動する LED の等価抵抗の積で表すことができます。この等価抵抗は駆動する LED 電流における $\Delta V/\Delta I$ と定義され、使用する LED のデータシートにある I-V 特性から算出する必要があります。仮に LED 駆動灯数を 8 灯(等価抵抗 0.2 Ω /LED)、LED 電流が 1 A ($I_{L_MAX} = 4.5$ A)、スイッチング Duty が 60%、スイッチング周波数が 300 kHz 時に 5% の LED 電流リップルと仮定します。すると総出力リップルは次のように算出することが可能です。

$$V_{OUT_ripple} = 1A \times 5\% \times (0.2\Omega \times 8) = 80mV$$

総出力リップルのうち、95% がバルク容量から生じるとすると、出力コンデンサは次のように計算されます。

$$C_{OUT} \geq 1 \times \frac{0.6}{0.08 \times 0.95} \times \frac{1}{300kHz} = 26.4\mu F$$

$$R_{ESR} < \frac{V_{OUT_ripple}}{I_{L_MAX}} = \frac{(0.08 \times 0.05)}{4.5} = 0.88m\Omega$$

ただし、上記の出力コンデンサ容量は必要最低限の容量となりますのでコンデンサのばらつきや DC バイアス特性を考慮した選定をお願いいたします。さらに出力電圧につながる外付け部品が小さいなどで出力電圧のリップル電圧大きくなり、それによる LED のちらつきの可能性もありますので、実機での評価を十分に行っていただき、必要に応じて出力コンデンサの増加を増やしてください。

また PWM 調光中にセラミックコンデンサの圧電効果により可聴ノイズを生じることがあります。このノイズを低減するには電解コンデンサをセラミックコンデンサとともに使用します。ただし、セラミックコンデンサでは電圧の変化と共に静電容量が大幅に減少することがあり、理論算出した数値と一致しないことがありますのでご注意ください。

10. TDISC 端子の設定

TDISC 端子にコンデンサを接続することで出力電荷放電時間、出力地絡保護時間を設定することができます。コンデンサの推奨範囲は 0.01 μF ~ 0.47 μF になりますが、TDISC 端子のコンデンサ (C_{TDISC}) が小さいと出力電荷の放電時間が短く、電源電圧再起動時に LED が瞬灯する可能性があります。一方で C_{TDISC} が大きいと放電時間が長くなります。仮に V_{OUT} が高く、放電時間が長い場合には LSI の発熱が大きくなるため、設計時に注意し実機における評価を行ってください。

11. 入力コンデンサの選定

DC/DC コンバータでは、ピーク電流が入力側出力間で流れるため、入力側にもコンデンサが必要です。そのため入力コンデンサとして容量が 10 μF 以上かつ ESR 成分が 100 m Ω 以下の低 ESR コンデンサを推奨します。この範囲外のコンデンサを選定しますと、入力電圧に過大なリップル電圧が重畳し、LSI の誤動作を引き起こす可能性があります。

12. 位相補償回路の設定

- ・アプリケーションの安定条件について

負帰還がかかるフィードバック系の安定条件は、次のようになります。ゲインが 1 倍 (0 dB) の時の位相遅れが 150° 以下 (すなわち位相マージン 30° 以上) です。また、DC/DC コンバータアプリケーションは、スイッチング周波数によりサンプリングされていますので全体の系の GBW は、スイッチング周波数の 1/10 以下に設定します。まとめると、アプリケーションが目標とする特性は以下のようになります。

- ・ゲインが 1 倍 (0 dB) の時の位相遅れが 150° 以下 (すなわち位相マージン 30° 以上)
- ・その時の GBW (すなわちゲイン 0 dB の周波数) がスイッチング周波数の 1/10 以下

そのため、GBW の制限により応答性をあげるためには、スイッチング周波数の高周波化が必要となります。

位相補償により安定性を確保するコツは、GBW 付近に位相進み F_{Z1} を挿入することです。GBW は、 C_{OUT} と出力インピーダンス $R_L (= V_{\text{OUT}} / I_{\text{LED}})$ による位相遅れ F_{P1} により決まってきます。それぞれは、次式のようにになります。

位相進み

$$F_{Z1} = \frac{1}{2\pi \times C_{PC} \times R_{PC}}$$

位相遅れ

$$F_P = \frac{1}{2\pi \times R_L \times C_{OUT}}$$

$$R_L = \frac{V_{OUT}}{I_{LED}}$$

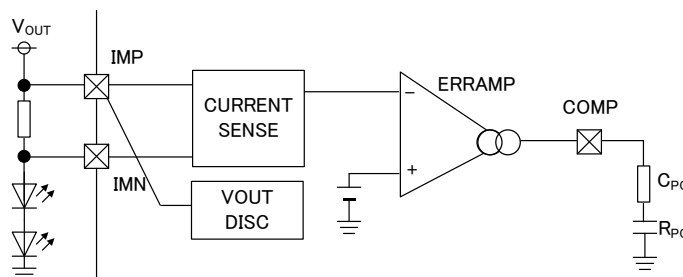


Figure 51. ERRAMP 等価回路

上記のように位相余裕度を確保してください。 R_L には最大負荷時の値を代入してください。また昇圧 DC/DC では、右半平面ゼロ (RHP ゼロ) を持ちます。このゼロは、ゲインとしてゼロの特性を持ち、位相ではポールの特性を持ちます。このゼロが制御ループに作用すると発振を引き起こしますので、RHP ゼロの手前に GBW を持つてくる必要があります。RHP ゼロは下式で算出することができ、GBW の目安としては RHP ゼロの 1/10 以下に設定することで良い特性を得ることができます。

$$F_{Z2} = \frac{R_L \times \left(\frac{V_{CC}}{V_{OUT}}\right)^2}{2\pi \times L}$$

特に電源電圧が高くなり、出力電圧に近い場合にはスイッチング出力が不定期、出力電圧のリップルが増加します。それにより LED 電流のリップルが大きくなる場合があります。

なおこの設定は簡易的に求めたもので厳密な計算など行っておりませんので実機での調整が必要となる場合があります。またこれらの特性は基板レイアウト、負荷条件などにより変化しますので、量産設計の際には実機での十分な確認をお願い致します。

13. ソフトスタート時間と起動時間の確認

ソフトスタート機能を内蔵しており、外付けコンデンサを挿入することで突入電流を防止できます。ソフトスタートの充電電流は 5 μ A (Typ) で PWM に依存せずに充電を行います。ソフトスタート容量を大きくすることで突入電流を抑えることが可能ですが、起動時間が遅くなります。その一方でソフトスタート容量を小さくすることで起動時間は速くなりますが、突入電流が大きくなり起動時のコイルの音鳴りにつながりますので、注意が必要です。起動時の LED 電流のオーバーシュートを抑制するため、0.01 μ F ~ 1 μ F を推奨します。また起動時間は PWM 調光条件によって異なります。P.11、12 に詳細を記載しておりますのでご確認ください。

14. 実機動作確認

上記の定数設定に関する手順や注意点に従い、定数を選定していただきますようお願いいたします。またこの選定は理論計算での算出になるため、外付け部品のばらつきやその特性変化を含んだものではなく、保証するものではありません。製品の特性に影響のあるパラメータとして電源電圧や LED 電流/灯数、インダクタ値、出力コンデンサ容量、スイッチング周波数などや、実際のレイアウトパターンによっても変化しますので、必ず実機での確認を行っていただきますようお願い致します。

PCB アプリケーション回路図

VCC = 9 V ~ 16 V、LED 駆動段数 7 段 (V_{OUT} ≒ 23 V)、LED 電流 300 mA、DC / DC 発振周波数 280 kHz (SSCG = ON 時)、SSCG モード ON/OFF

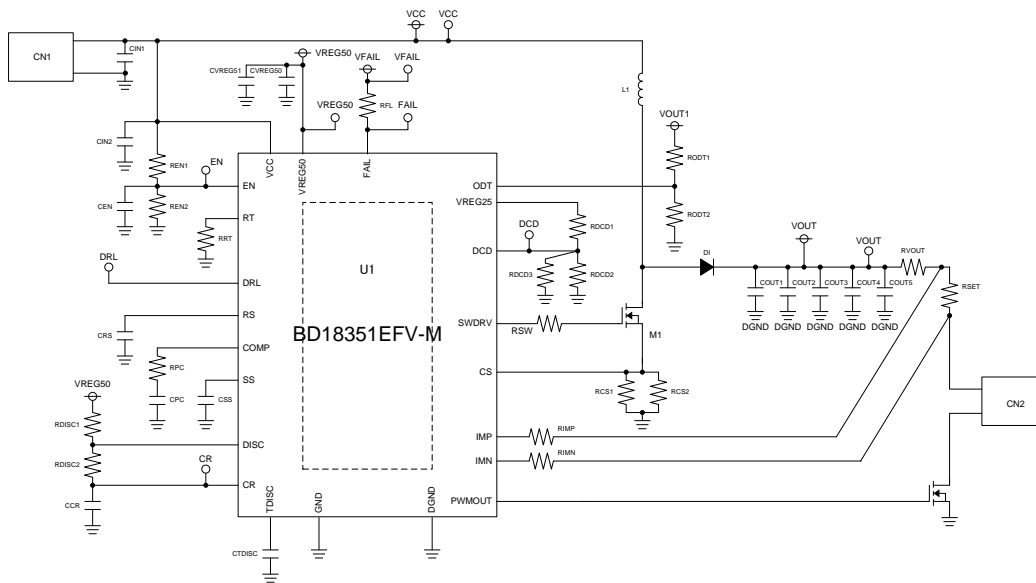


Figure 52. 昇圧 PWM 調光アプリケーション

PCB レイアウト時のご注意点について

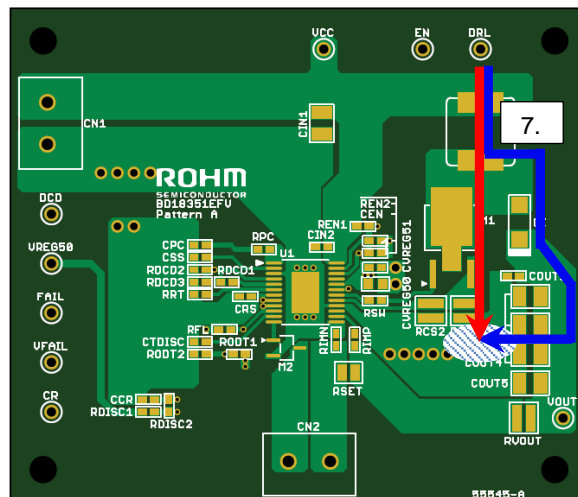
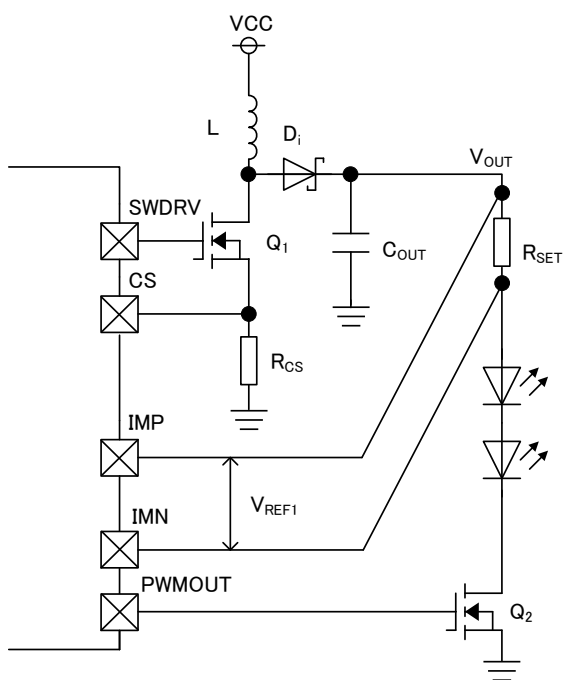


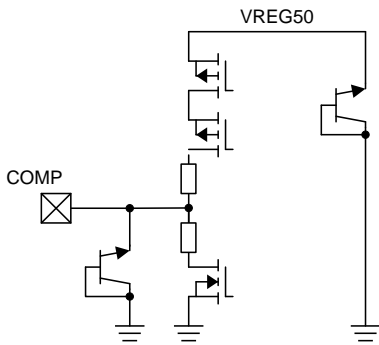
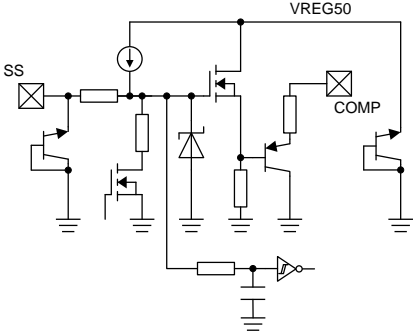
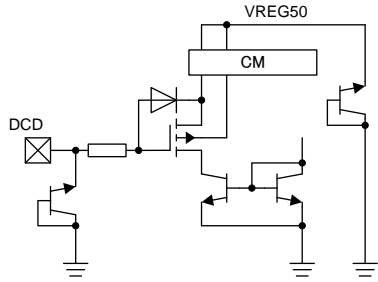
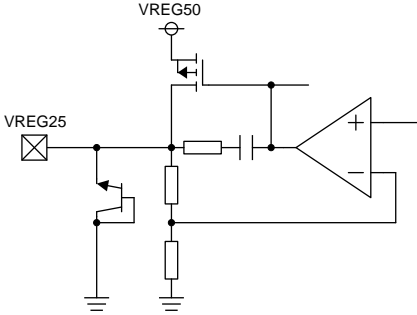
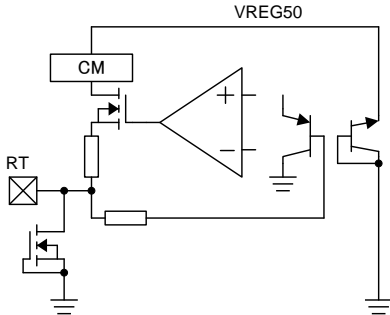
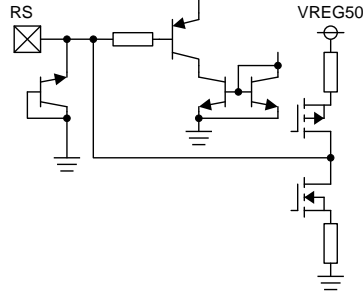
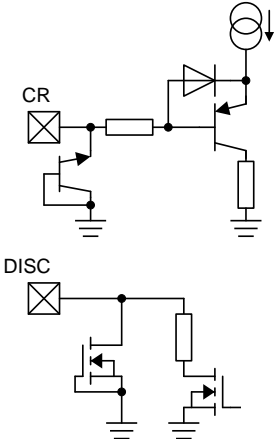
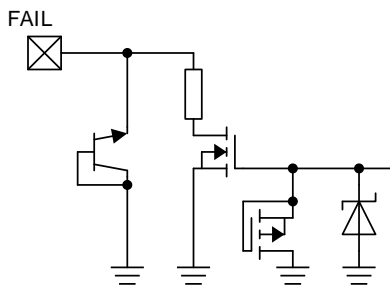
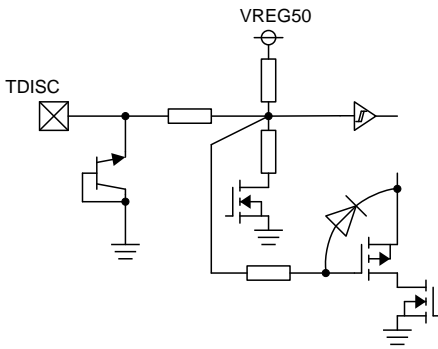
Figure 53. 昇圧ハイサイド PWM 調光アプリケーション

1. C_{IN2}、C_{VREG50}、C_{VREG51} のデカップリングコンデンサはできるだけ LSI ピンの直近に付けてください。
2. R_{RT} は RT 端子の直近に配置して容量を付けないでください。
3. DGND には大電流が流れる可能性がありますので、インピーダンスを低くしてください。
4. EN、DRL、COMP、SS、RT、RS、DCD、IMP、IMN 端子にはノイズが乗らない様、注意してください。
5. CR、DISC、SWDRV、PWMOUT 端子はスイッチングしますので周辺パターンに影響を与えないよう注意してください。
6. パッケージ裏面に放熱 PAD があります。
7. ノイズ低減のため、R_{CS1}、R_{CS2} の DGND と C_{OUT} の DGND は一点接地することを推奨します。また M1 → R_{CS1}、R_{CS2} → DGND の電流計路と Di → C_{OUT} → DGND の電流計路は最短、最小インピーダンスにて基板レイアウトをご検討ください。

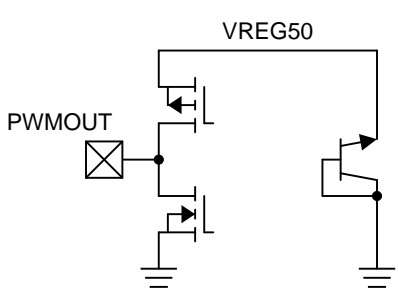
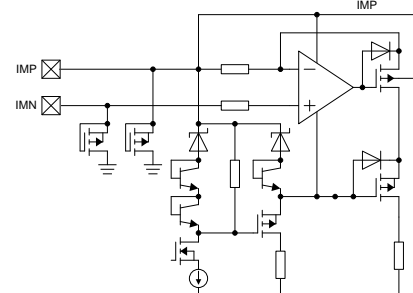
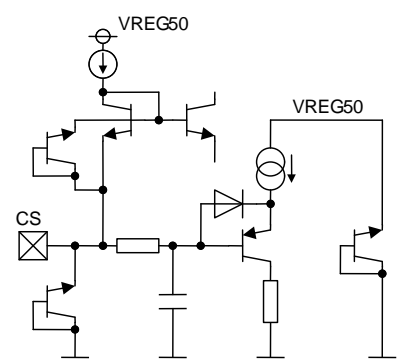
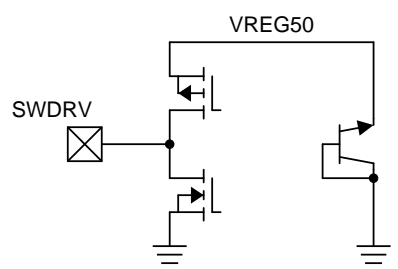
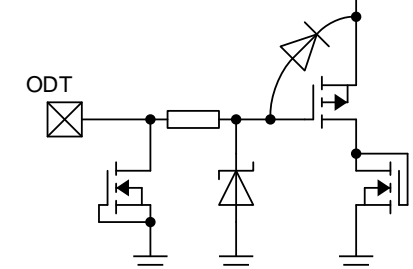
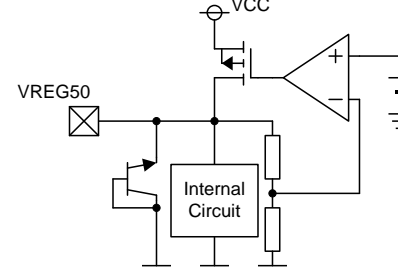
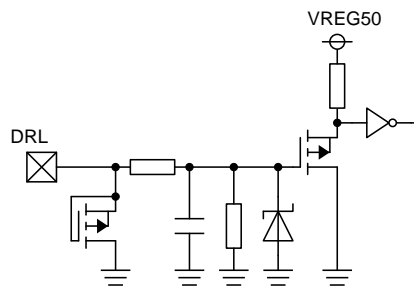
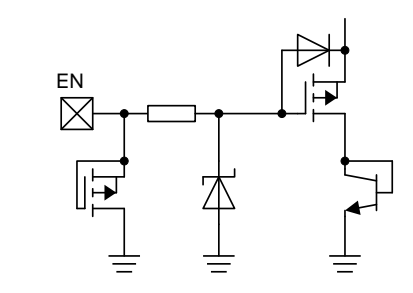
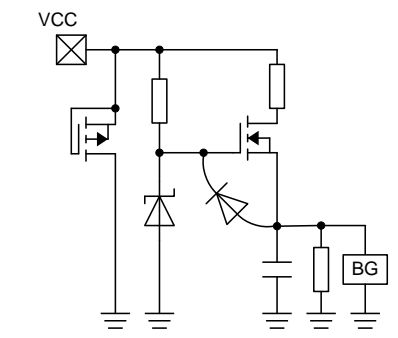
PCB ボード外付け部品一覧

| Bom_No | Value | Parts No | Product Maker |
|---------|---------------|-------------------|---------------|
| CIN1 | 10 μ F | GCM32EC71H106KA01 | Murata |
| CIN2 | 0.1 μ F | GCM188R11H104KA01 | Murata |
| CVREG50 | 2.2 μ F | GCM21BR71C225KA49 | Murata |
| CVREG51 | 1000pF | GCM155R11H102KA01 | Murata |
| REN1 | 100k Ω | MCR03 | Rohm |
| REN2 | 39k Ω | MCR03 | Rohm |
| CEN | 1000pF | GCM155R11H102KA01 | Murata |
| RRT | 30k Ω | MCR03 | Rohm |
| CRS | 0.047 μ F | GCM188R11H473KA01 | Murata |
| RPC | 5.1k Ω | MCR03 | Rohm |
| CPC | 0.047 μ F | GCM188R11H473KA01 | Murata |
| RDISC1 | 100k Ω | MCR03 | Rohm |
| RDISC2 | 20k Ω | MCR03 | Rohm |
| CCR | 0.1 μ F | GCM188R11H104KA01 | Murata |
| CSS | 0.1 μ F | GCM188R11H104KA01 | Murata |
| CTDISC | 0.1 μ F | GCM188R11H104KA01 | Murata |
| RFL | 100k Ω | MCR03 | Rohm |
| L1 | 10 μ H | IHLP-3232DZ-11 | Vishay |
| RODT1 | 680k Ω | MCR03 | Rohm |
| RODT2 | 33k Ω | MCR03 | Rohm |
| RDCD1 | 12k Ω | MCR03 | Rohm |
| RDCD2 | 100k Ω | MCR03 | Rohm |
| RDCD3 | 100k Ω | NTCG104EF104F | TDK |
| M1 | - | RSD150N06FRA | Rohm |
| RSW | 22 Ω | MCR03 | Rohm |
| RCS1 | 150m Ω | LTR18 | Rohm |
| RCS2 | 150m Ω | LTR18 | Rohm |
| Di | - | RB058L150 | Rohm |
| RIMP | 0 Ω | MCR03 | Rohm |
| RIMN | 0 Ω | MCR03 | Rohm |
| COUT1 | 0.1 μ F | GCM188R11H104KA01 | Murata |
| COUT2 | 10 μ F | GCM32EC71H106KA01 | Murata |
| COUT3 | 10 μ F | GCM32EC71H106KA01 | Murata |
| COUT4 | 10 μ F | GCM32EC71H106KA01 | Murata |
| COUT5 | 10 μ F | GCM32EC71H106KA01 | Murata |
| RVOUT | 0 Ω | LTR18 | Rohm |
| RSET | 680m Ω | LTR10 | Rohm |
| M2 | - | RTR020N05 | Rohm |
| IC | - | BD18351EFV-M | Rohm |

入出力等価回路図

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. COMP</p>  | <p>2. SS</p>  | <p>4. DCD</p>  |
| <p>5. VREG25</p>  | <p>6. RT</p>  | <p>7. RS</p>  |
| <p>8. CR, 9. DISC</p>  | <p>10. FAIL</p>  | <p>11. TDISC</p>  |

入出力等価回路図 - 続き

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>12. PWMOUT</p>  | <p>13. IMN、14. IMP</p>  | <p>17. CS</p>  |
| <p>18. SWDRV</p>  | <p>19. ODT</p>  | <p>20. VREG50</p>  |
| <p>22. DRL</p>  | <p>23. EN</p>  | <p>24. VCC</p>  |

使用上の注意

1. 電源の逆接続について

電源コネクタの逆接続により LSI が破壊する恐れがあります。逆接続破壊保護用として外部に電源と LSI の電源端子間にダイオードを入れるなどの対策を施してください。

2. 電源ラインについて

基板パターンの設計においては、電源ラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。

その際、デジタル系電源とアナログ系電源は、それらが同電位であっても、デジタル系電源パターンとアナログ系電源パターンは分離し、配線パターンの共通インピーダンスによるアナログ電源へのデジタル・ノイズの回り込みを抑止してください。グラウンドラインについても、同様のパターン設計を考慮してください。

また、LSI のすべての電源端子について電源-グラウンド端子間にコンデンサを挿入するとともに、電解コンデンサ使用の際は、低温で容量ぬげが起こることなど使用するコンデンサの諸特性に問題ないことを十分ご確認のうえ、定数を決定してください。

3. グラウンド電位について

グラウンド端子の電位はいかなる動作状態においても、最低電位になるようにしてください。また実際に過渡現象を含め、グラウンド端子以外のすべての端子がグラウンド以下の電圧にならないようにしてください。

4. グラウンド配線パターンについて

小信号グラウンドと大電流グラウンドがある場合、大電流グラウンドパターンと小信号グラウンドパターンは分離し、パターン配線の抵抗分と大電流による電圧変化が小信号グラウンドの電圧を変化させないように、セットの基準点で 1 点アースすることを推奨します。外付け部品のグラウンドの配線パターンも変動しないよう注意してください。

グラウンドラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。

5. 熱設計について

万一、許容損失を超えるようなご使用をされますと、チップ温度上昇により、IC 本来の性質を悪化させることにつながります。本仕様書の絶対最大定格に記載しています許容損失は、70 mm x 70 mm x 1.6 mm ガラスエポキシ基板実装時、放熱板なし時の値であり、これを超える場合は基板サイズを大きくする、放熱用銅箔面積を大きくする、放熱板を使用するなどの対策をして、許容損失を超えないようにしてください。

6. 推奨動作条件について

この範囲であればほぼ期待通りの特性を得ることができる範囲です。電気特性については各項目の条件下において保証されるものです。推奨動作範囲内であっても電圧、温度特性を示します。

7. ラッシュカレントについて

IC 内部論理回路は、電源投入時に論理不定状態で、瞬間的にラッシュカレントが流れる場合がありますので、電源カップリング容量や電源、グラウンドパターン配線の幅、引き回しに注意してください。

8. 強電磁界中の動作について

強電磁界中でのご使用では、まれに誤動作する可能性がありますのでご注意ください。

9. セット基板での検査について

セット基板での検査時に、インピーダンスの低いピンにコンデンサを接続する場合は、IC にストレスがかかる恐れがあるので、1 工程ごとに必ず放電を行ってください。静電気対策として、組立工程にはアースを施し、運搬や保存の際には十分ご注意ください。また、検査工程での治具への接続をする際には必ず電源を OFF にしてから接続し、電源を OFF にしてから取り外してください。

10. 端子間ショートと誤装着について

プリント基板に取り付ける際、IC の向きや位置ずれに十分注意してください。誤って取り付けられた場合、IC が破壊する恐れがあります。また、出力と電源及びグラウンド間、出力間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。

使用上の注意 — 続き

11. 未使用の入力端子の処理について

CMOS トランジスタの入力は非常にインピーダンスが高く、入力端子をオープンにすることで論理不定の状態になります。これにより内部の論理ゲートの p チャネル、n チャネルトランジスタが導通状態となり、不要な電源電流が流れます。また 論理不定により、想定外の動作をすることがあります。よって、未使用の端子は特に仕様書上でうたわれていない限り、適切な電源、もしくはグラウンドに接続するようにしてください。

12. 各入力端子について

本 IC はモノリシック IC であり、各素子間に素子分離のための P+アイソレーションと、P 基板を有しています。この P 層と各素子の N 層とで P-N 接合が形成され、各種の寄生素子が構成されます。

例えば、下図のように、抵抗とトランジスタが端子と接続されている場合、

○抵抗では、 $GND > (\text{端子 A})$ の時、トランジスタ (NPN) では $GND > (\text{端子 B})$ の時、P-N 接合が寄生ダイオードとして動作します。

○また、トランジスタ (NPN) では、 $GND > (\text{端子 B})$ の時、前述の寄生ダイオードと近接する他の素子の N 層によって寄生の NPN トランジスタが動作します。

IC の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的にできます。寄生素子が動作することにより、回路動作の干渉を引き起こし、誤動作、ひいては破壊の原因ともなり得ます。したがって、入出力端子に GND (P 基板) より低い電圧を印加するなど、寄生素子が動作するような使い方をしないよう十分に注意してください。アプリケーションにおいて電源端子と各端子電圧が逆になった場合、内部回路または素子を損傷する可能性があります。

例えば、外付けコンデンサに電荷がチャージされた状態で、電源端子が GND にショートされた場合などです。

また、電源端子直列に逆流防止のダイオードもしくは各端子と電源端子間にバイパスのダイオードを挿入することを推奨します。

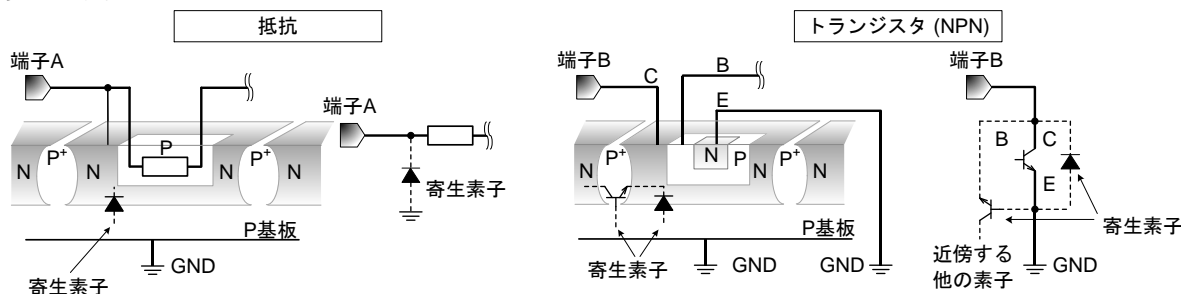


Figure 54. モノリシック IC 構造例

13. セラミックコンデンサの特性変動について

外付けコンデンサに、セラミックコンデンサを使用する場合、直流バイアスによる公称容量の低下、及び温度などによる容量の変化を考慮のうえ定数を決定してください。

14. 安全動作領域について

本製品を使用する際には、出力トランジスタが絶対最大定格及び ASO を越えないよう設定してください。

15. 温度保護回路について

IC を熱破壊から防ぐための温度保護回路を内蔵しております。許容損失範囲内でご使用いただきますが、万が一許容損失を超えた状態が継続すると、チップ温度 T_j が上昇し温度保護回路が動作し出力パワー素子が OFF します。その後チップ温度 T_j が低下すると回路は自動で復帰します。なお、温度保護回路は絶対最大定格を超えた状態での動作となりますので、温度保護回路を使用したセット設計などは、絶対に避けてください。

16. 過電流保護回路について

出力には電流能力に応じた過電流保護回路が内部に内蔵されているため、負荷ショート時には IC 破壊を防止しますが、この保護回路は突発的な事故による破壊防止に有効なもので、連続的な保護回路動作、過渡時でのご使用に対応するものではありません。

発注形名情報

B D 1 8 3 5 1 E F V

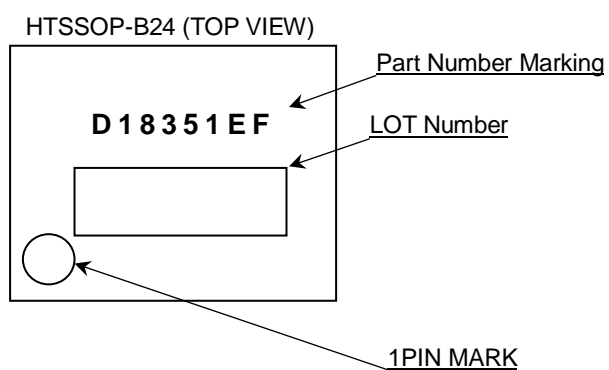
-

M E 2

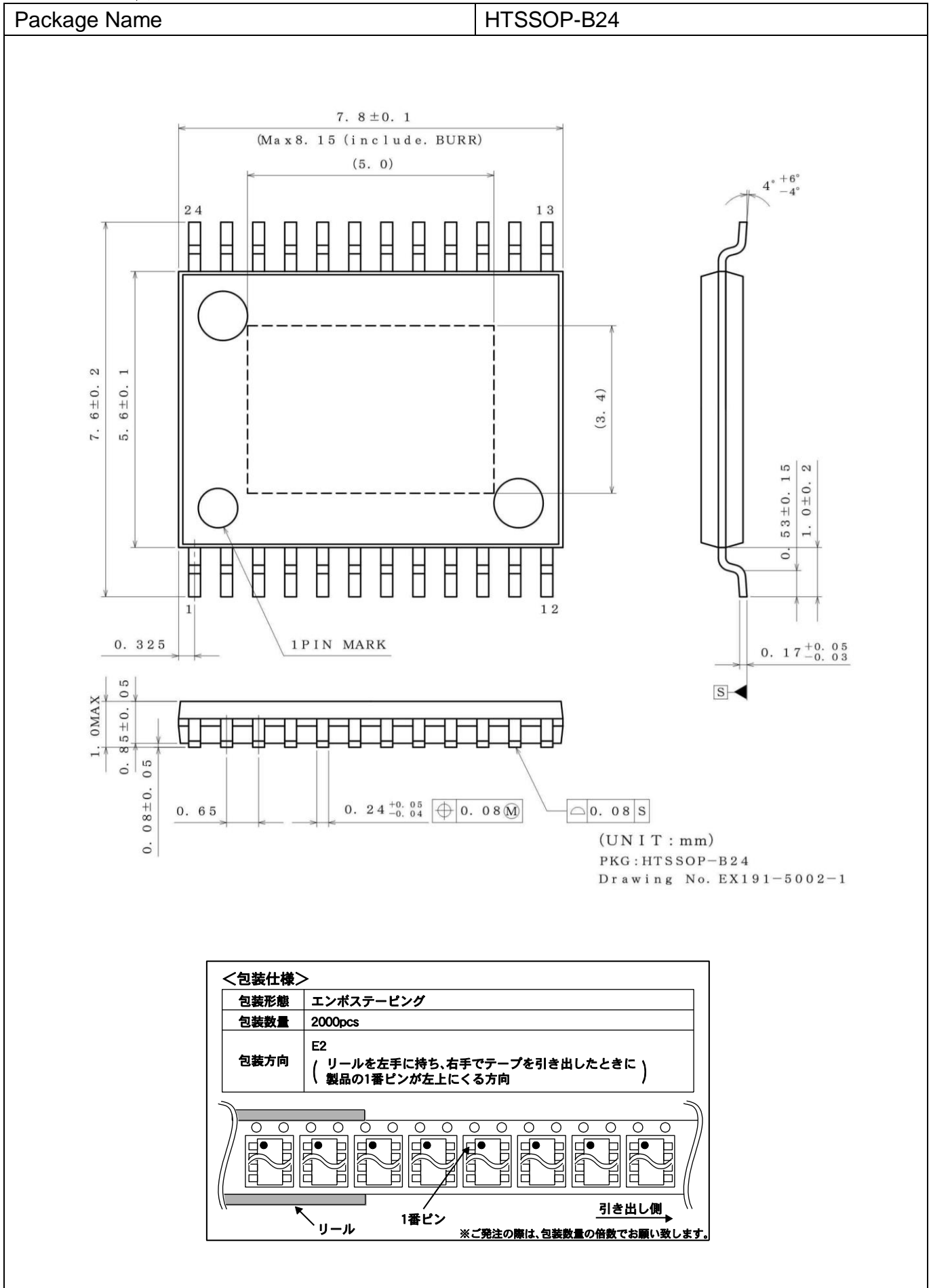
形名

パッケージ
EFV : HTSSOP-B24包装・フォーミング仕様
M : 車載ランク製品
E2 : リール状エンボステーピング
(HTSSOP-B24)

標印図



外形寸法図と包装・フォーミング仕様



改訂履歴

| Date | Revision | Changes |
|------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2016.3.4 | 001 | 新規作成 |
| 2016.5.12 | 002 | P.11 Figure 16.内 誤字改訂 P.13 (4), P.14 出力地絡検出機能(SCP) 変更前「IMN 端子がGND ショートすると」⇒変更後「LED のアノードがGND ショートすると」 P.20 推奨動作条件 CRTIMER 出力 Duty Min 変更前「5%」⇒変更後「2%」 P.27 Figure 43.内 誤字改訂 P.31 Figure 48.内 誤字改訂 P.39,40 等価回路図修正 |
| 2018.11.7 | 003 | P.1 PWM 調光最小パルス幅 : 「100 μs」⇒「50 μs」 P.4 「(最小パルス幅は 100 μs)」⇒「(最小パルス幅は 50 μs)」 P.6 「最小パルス幅は 100 μs」⇒「最小パルス幅は 50 μs」 P.8 V_{OUT_MAX} , V_{F_MAX} , LED 直列段数計算式改訂 P.20 「動作条件 (外付け定数範囲)」⇒「推奨外付け定数範囲」 P.20 (Note3), (Note4), (Note5)を追加 P.21 電気的特性 LED オープン検出電圧 規格値 最小 「1.35」⇒「1.42」 P.21 電気的特性 LED オープン検出電圧 規格値 最大 「1.65」⇒「1.575」 P.21 電気的特性 PWM 最小パルス幅 規格値 最小 「100」⇒「50」 P.33 $V_{OUT_ODT_MAX}$ 計算式改訂 |
| 2019.09.02 | 004 | P.21 電気的特性 VREG50 基準電圧 条件追記 変更前「CVREG50 = 2.2 μF」⇒ 変更後「CVREG50 = 2.2 μF IVREG50 = 0mA ~ 20 mA」 P.32 6.コイルL 値定数の選定 算出式単位修正 |

ご注意

ローム製品取扱い上の注意事項

- 極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器^(Note 1)、航空宇宙機器、原子力制御装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

| 日本 | USA | EU | 中国 |
|-----------|-----------|------------|----|
| CLASS III | CLASS III | CLASS II b | Ⅲ類 |
| CLASS IV | | CLASS III | |

- 半導体製品は一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、本製品の不具合により、人の生命、身体、財産への危険又は損害が生じないように、お客様の責任において次の例に示すようなフェールセーフ設計など安全対策をお願い致します。
 - ①保護回路及び保護装置を設けてシステムとしての安全性を確保する。
 - ②冗長回路等を設けて単一故障では危険が生じないようにシステムとしての安全を確保する。
- 本製品は、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておられません。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
 - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
 - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
 - ③潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
 - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
 - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合
 - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用
 - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合(無洗浄タイプのフラックスを使用される場合は除く。ただし、残渣については十分に確認をお願いします。)又は、はんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合
 - ⑧結露するような場所でのご使用
- 本製品は耐放射線設計はなされておられません。
- 本製品単体品の評価では予測できない症状・事態を確認するためにも、本製品のご使用にあたってはお客様製品に実装された状態での評価及び確認をお願い致します。
- パルス等の過渡的な負荷（短時間での大きな負荷）が加わる場合は、お客様製品に本製品を実装した状態で必ずその評価及び確認の実施をお願い致します。また、定常時での負荷条件において定格電力以上の負荷を印加されますと、本製品の性能又は信頼性が損なわれるおそれがあるため必ず定格電力以下でご使用ください。
- 電力損失は周囲温度に合わせてディレーティングしてください。また、密閉された環境下でご使用の場合は、必ず温度測定を行い、最高接合部温度を超えていない範囲であることをご確認ください。
- 使用温度は納入仕様書に記載の温度範囲内であることをご確認ください。
- 本資料の記載内容を逸脱して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いません。

実装及び基板設計上の注意事項

- ハロゲン系（塩素系、臭素系等）の活性度の高いフラックスを使用する場合、フラックスの残渣により本製品の性能又は信頼性への影響が考えられますので、事前にお客様にてご確認ください。
- はんだ付けは、表面実装製品の場合リフロー方式、挿入実装製品の場合フロー方式を原則とさせていただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

応用回路、外付け回路等に関する注意事項

1. 本製品の外付け回路定数を変更してご使用になる際は静特性のみならず、過渡特性も含め外付け部品及び本製品のバラツキ等を考慮して十分なマージンをみて決定してください。
2. 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、本製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様又は第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。

静電気に対する注意事項

本製品は静電気に対して敏感な製品であり、静電放電等により破壊することがあります。取り扱い時や工程での実装時、保管時において静電気対策を実施のうえ、絶対最大定格以上の過電圧等が印加されないようにご使用ください。特に乾燥環境下では静電気が発生しやすくなるため、十分な静電対策を実施ください。(人体及び設備のアース、帯電物からの隔離、イオナイザの設置、摩擦防止、温湿度管理、はんだごてのこて先のアース等)

保管・運搬上の注意事項

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
 - ① 潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所での保管
 - ② 推奨温度、湿度以外での保管
 - ③ 直射日光や結露する場所での保管
 - ④ 強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き(梱包箱に表示されている天面方向)で取り扱ってください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

製品ラベルに関する注意事項

本製品に貼付されている製品ラベルに2次元バーコードが印字されていますが、2次元バーコードはロームの社内管理のみを目的としたものです。

製品廃棄上の注意事項

本製品を廃棄する際は、専門の産業廃棄物処理業者にて、適切な処置をしてください。

外国為替及び外国貿易法に関する注意事項

本製品は、外国為替及び外国貿易法に定めるリスト規制貨物等に該当するおそれがありますので、輸出する場合には、ロームへお問い合わせください。

知的財産権に関する注意事項

1. 本資料に記載された本製品に関する応用回路例、情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。
2. ロームは、本製品とその他の外部素子、外部回路あるいは外部装置等(ソフトウェア含む)との組み合わせに起因して生じた紛争に関して、何ら義務を負うものではありません。
3. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有又は管理している知的財産権その他の権利の実施又は利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。ただし、本製品を通常の用法にて使用される限りにおいて、ロームが所有又は管理する知的財産権を利用されることを妨げません。

その他の注意事項

1. 本資料の全部又は一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載又は複製することを固くお断り致します。
2. 本製品をロームの文書による事前の承諾を得ることなく、分解、改造、改変、複製等しないでください。
3. 本製品又は本資料に記載された技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用、あるいはその他軍事用途目的で使用しないでください。
4. 本資料に記載されている社名及び製品名等の固有名詞は、ローム、ローム関係会社もしくは第三者の商標又は登録商標です。

一般的な注意事項

1. 本製品をご使用になる前に、本資料をよく読み、その内容を十分に理解されるようお願い致します。本資料に記載される注意事項に反して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いませんのでご注意願います。
2. 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。本製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
3. ロームは本資料に記載されている情報は誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様又は第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。