

降圧 LED ドライバ

車載用

マトリクス LED 制御対応降圧 LED ドライバ

BD18395EFV-M

概要

BD18395EFV-M は、マトリクス LED 制御(シーケンシャル制御)に対応可能な降圧 LED ドライバです。4.5 V から 70 V までの幅広い入力電圧範囲、低消費電力シャットダウン機能を備え、最大 2.0 A の出力平均電流を供給可能です。LED 電流は外付けの電流設定抵抗によって設定可能で、ピーク電流検出 OFF TIME 制御により動作します。UVLO、過電流保護、LED オープン検出、サーマルシャットダウン機能、LED 低電圧検出、ステータスグッド出力機能を内蔵しています。マトリクス制御を行う LED のドライブに最適です。

重要特性

- 入力電圧範囲 : 4.5 V ~ 70 V
- 出力電圧範囲 : 0 V ~ 60 V
- 平均出力電流 : 0.1 A ~ 2.0 A
- High side FET オン抵抗 : 170 mΩ (Typ)
- スタンバイ電流 : 0 μA (Typ)
- 動作温度範囲 : -40 °C ~ +125 °C

パッケージ

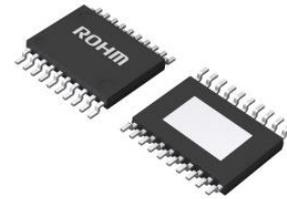
HTSSOP-B20

W(Typ) x D(Typ) x H(Max)

6.5 mm x 6.4 mm x 1.0 mm

特長

- AEC-Q100 対応 (Note 1)
- 機能安全をサポート
- ピーク電流検出 OFF TIME 制御方式
- マトリクス LED 制御対応 (高速応答電流制御)
- High-side LED 電流検出
- LED 電圧 最大 60 V
- 低消費電力シャットダウン
- 制御ループ補償回路不要
- 正常状態フラグ出力 (Status Good 信号)
- 各種保護機能 (Note 1) Grade 1

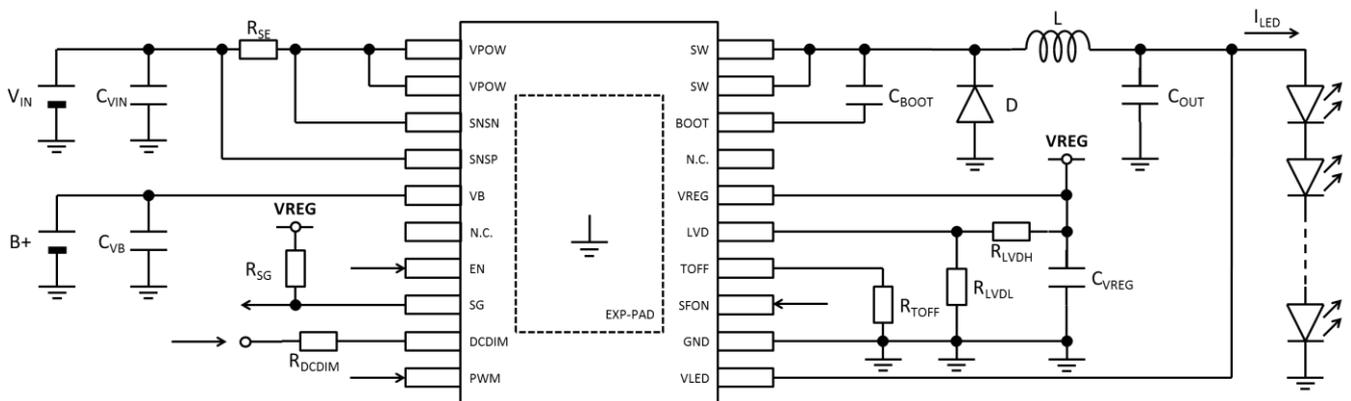


HTSSOP-B20

用途

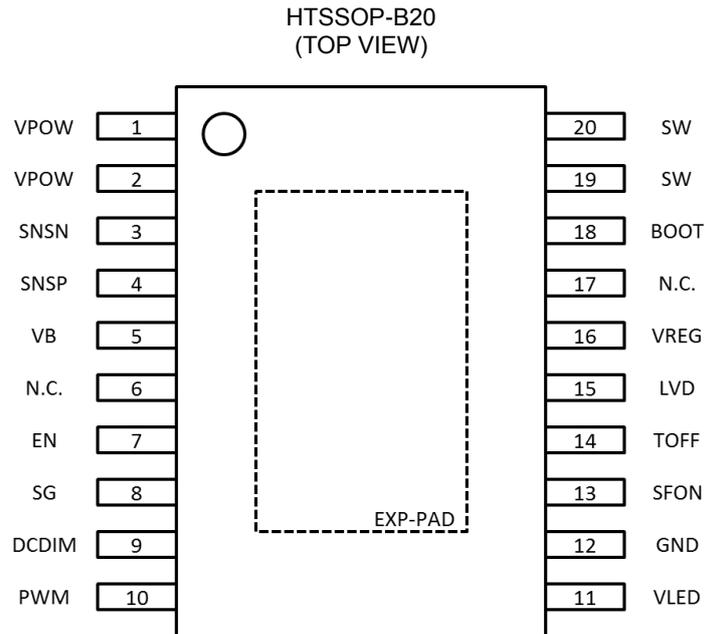
- 車載エクステリアランプ用 (リアランプ、ターンランプ、DRL/ポジションランプ、フォグランプ、シーケンシャルウインカー、ハイ/ロービーム、AFS ヘッドランプ、ADB ヘッドランプなど)

基本アプリケーション回路



○製品構造 : シリコンを主材料とした半導体集積回路 ○耐放射線設計はしていません

## 端子配置図

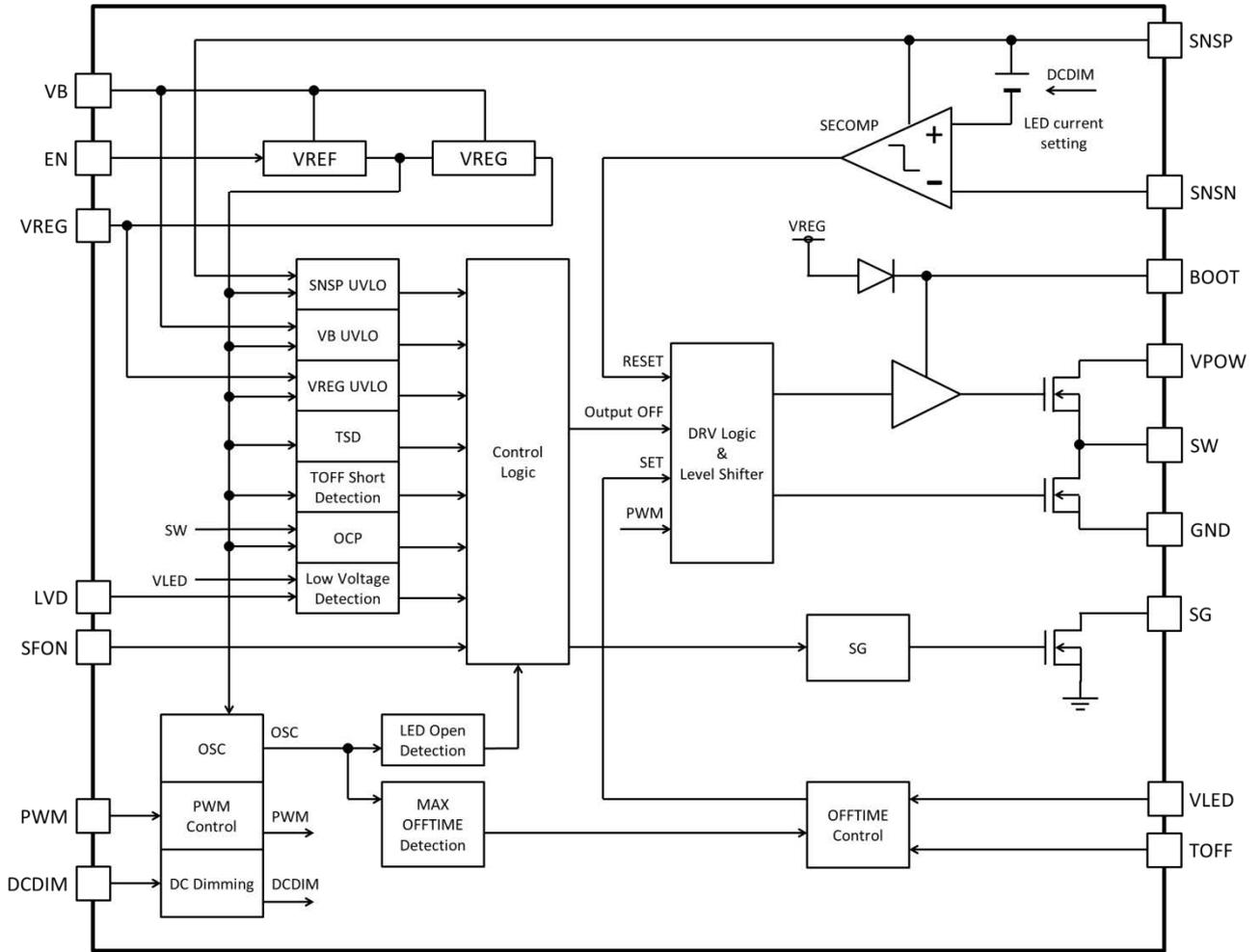


## 端子説明

端子番号	端子名	機能
1	VPOW	High side FET 駆動電源入力
2	VPOW	High side FET 駆動電源入力
3	SNSN	インダクタ電流検出入力
4	SNSP	インダクタ電流検出入力+
5	VB	電源電圧入力
6	N.C.	非接続端子 (Note 1)
7	EN	イネーブル入力
8	SG	Status good 出力
9	DCDIM	アナログ調光入力
10	PWM	PWM 調光入力
11	VLED	LED 電圧検出入力
12	GND	GND
13	SFON	ショート検出フラグイネーブル入力
14	TOFF	OFF TIME 設定用抵抗接続
15	LVD	低電圧検出設定入力
16	VREG	5 V ゲートドライブ用コンデンサ接続
17	N.C.	非接続端子 (Note 1)
18	BOOT	High side ゲートドライブ用ブートストラップコンデンサ接続
19	SW	High side FET ソース接続
20	SW	High side FET ソース接続
-	EXP-PAD	放熱パッド。EXP-PAD は GND 接続してください。

(Note 1) 非接続端子は必ずオープンにしてください。

ブロック図



## 各ブロック動作説明

## 1. 制御方式 (OFF TIME 制御)

本製品は LED 電流の制御に OFF TIME 制御方式を用いています。

OFF TIME 制御は、LED のピーク電流検出を行うコンパレータと、出力電圧に応じた時間で set 信号を生成する OFF TIME 生成回路で構成しています。

はじめに High side FET を ON してインダクタに電流を流します。インダクタに流れる電流がそのまま LED に流れます。インダクタに流れる電流をピーク電流検出抵抗  $R_{SE}$  間に発生する電圧でモニタして、設定したピーク電流を検出すると High side FET を OFF します。その後、発生する LED の  $V_f$  電圧に応じて回路内部で決められた OFF TIME が経過すると再度 High side FET を ON します。これを繰り返すことで LED 電流を制御します。

OFF TIME 制御方式の特徴として出力コンデンサ  $C_{OUT}$  を小さくできる点があります。出力コンデンサを大きくすると、マトリクス制御により LED の灯数を減らした際に、出力コンデンサの電荷がラッシュ電流として LED に流れてしまうため、LED のちらつきや定格を超えて破壊を引き起こす可能性があります。また、LED の灯数を切り替えた際に、インダクタとコンデンサで構成される LC フィルタによる出力応答性の遅れが発生します。このため、マトリクス制御時には出力コンデンサを極力小さくする必要があります。

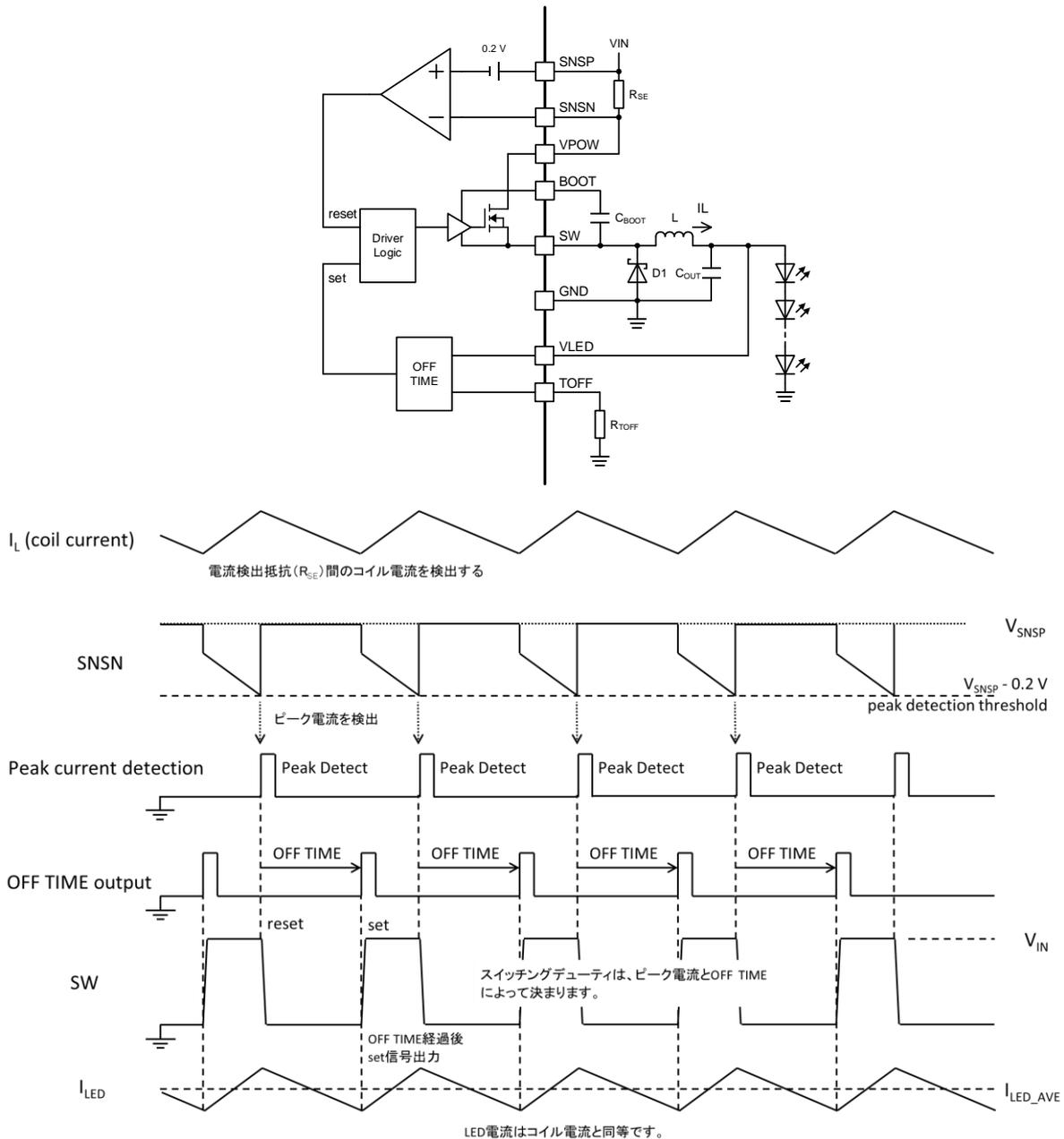


Figure 1. OFF TIME 制御方式

## 各ブロック動作説明 — 続き

## 2. 基準電圧 VREG (5 V 出力)

VREG 電圧 5.0 V(Typ)は、VB 端子電圧と VREF ブロックから生成されます。この電圧は IC 及び FET ドライブの内部電源として使用されます。また、SG 端子と LVD 端子に接続した抵抗に電流を供給します。抵抗に供給する合計電流は 10 mA 以下でなければなりません。フィードバック補償コンデンサとして  $C_{VREG} = 2.2 \mu\text{F}$  を VREG 端子に接続します。セラミック・コンデンサを IC の近くに配置して、VREG 端子及び IC グランドまでのトレース長を最小限に抑えます。この IC 以外の電源として VREG を使用しないでください。

EN 端子電圧がスレッシュホールド電圧  $V_{ENH}$  を超えると基準電圧生成回路が動作し始めます。また、EN 端子電圧がスレッシュホールド電圧  $V_{ENL}$  を下回ると基準電圧生成回路を含むすべての内部回路の動作が停止して回路電流が 0  $\mu\text{A}$ (Typ)となります。

## 3. SG (ステータスグッド信号)

SG 端子はオープンドレイン出力を備えており、使用するには電源への外部プルアップが必要です。LED ドライバが起動し電流制御回路がピーク電流を 3 回検出すると、SG 端子を Hiz 制御します。また、故障検出(UVLO、TSD、OCP、LED OPEN)すると SG 端子を Low 制御します(7. 故障検出 / 保護機能を参照してください)。この SG 信号は Matrix SW ドライバのイネーブル信号として使用できます。(Matrix SW を使用したアプリケーションについては応用回路例を参照してください。)

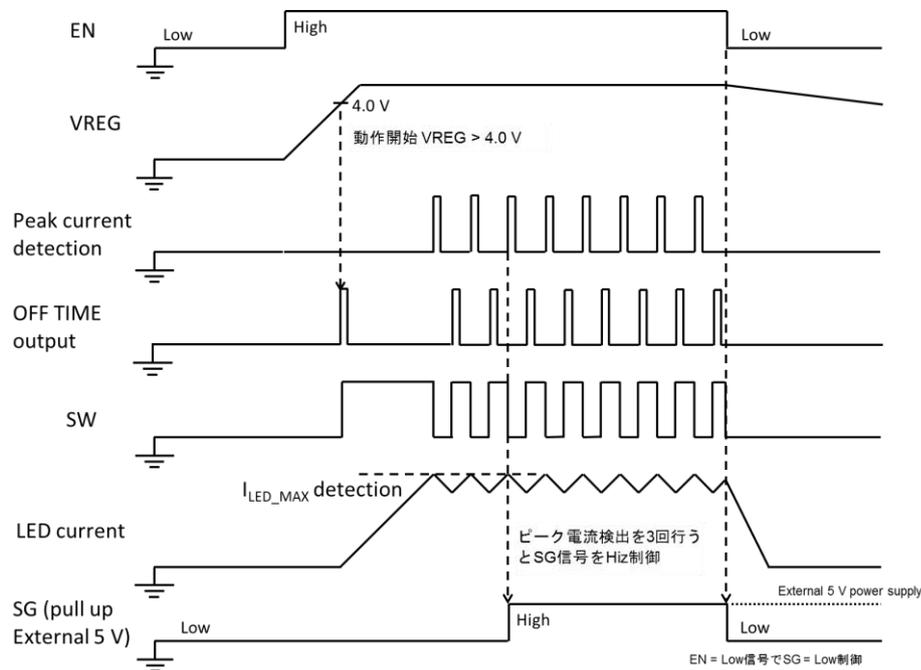


Figure 2. SG 信号動作説明(EN 端子 Low/High 切り替え時)

## 4. LED 平均電流制御部

## 4.1 SECOMP (ピーク電流検出)

SNSP 端子と SNSN 端子の間の電圧は、インダクタに流れるピーク電流を検出するために使用されます。検出抵抗  $R_{SE}$  は SNSP 端子と SNSN 端子の間に接続され、端子間の電圧は  $V_{SNS} = 200 \text{ mV}$ (Typ)に調整されます。したがって、LED ピーク電流  $I_{LED\_MAX}$  は次式で設定できます。

$$I_{LED\_MAX} = \frac{0.2}{R_{SE}} \quad [\text{A}]$$

$R_{SE}$  : ピーク電流検出抵抗値

## 4.2 OFF TIME Control (OFF TIME 生成回路)

$V_{LED}$  端子電圧  $V_{VLED}$  に応じた時間で set 信号を生成する回路です。ピーク電流検出を行うと High side FET が OFF し OFF TIME のカウントが開始します。OFF TIME が経過すると set 信号を出力し High side FET を ON します。OFF TIME は  $V_{LED}$  端子電圧に応じて生成されるため、Matrix SW コントローラの制御により変動しますが、LED 電流のリプルは一定に制御されます。TOFF 端子に接続する外付け抵抗  $R_{TOFF}$  により OFF TIME を可変できるようになっており、スイッチング周波数の調整が可能です。OFF TIME には最大時間が設定されており (MAX OFF TIME Detection)、80  $\mu\text{s}$  以上 ( $t_{OPEN}$  と同じ時間) カウントすると自動的に set 信号を出力します。

- 4.2 OFF TIME Control (OFF TIME 生成回路) — 続き  
OFF TIME( $t_{OFF}$ )は以下の式で設定します。

$$t_{OFF} = 1.05 \times 10^{-9} \times \frac{R_{TOFF}}{V_{VLED}} \quad [s]$$

$R_{TOFF}$  : TOFF 端子に接続する外付け抵抗値  
 $V_{VLED}$  : LED Vf 合計電圧(= VLED 端子電圧)

$t_{OFF}$  はスイッチング周波数  $f_{SW}$  に影響します。 $f_{SW}$  は次の式で計算されます。

$$f_{SW} = \frac{V_{SNSP} - V_{VLED}}{V_{SNSP} + V_{SBD}} \times \frac{1}{t_{OFF}} \quad [Hz]$$

$R_{TOFF}$  : TOFF 端子に接続された外付け抵抗値  
 $V_{VLED}$  : LED Vf 電圧(= VLED 端子電圧)  
 $V_{SNSP}$  : SNSP 端子電圧  
 $V_{SBD}$  : ショットキーバリアダイオード順方向電圧

この式は放物線状の特性を示し、 $V_{VLED} = V_{SNSP} / 2$  の時スイッチング周波数が最大となります。  
スイッチング周波数の最大値  $f_{SW\_MAX}$  は次の式で計算されます。

$$f_{SW\_MAX} = \frac{V_{SNSP}^2}{2 \times (V_{SNSP} + V_{SBD}) \times 2.10 \times 10^{-9} \times R_{TOFF}} \quad [Hz]$$

$R_{TOFF}$  : TOFF 端子に接続された外付け抵抗値  
 $V_{SNSP}$  : SNSP 端子電圧  
 $V_{SBD}$  : ショットキーバリアダイオード順方向電圧

なお、回路遅延があるため  $f_{SW\_MAX}$  はこの理論計算式より低くなります。

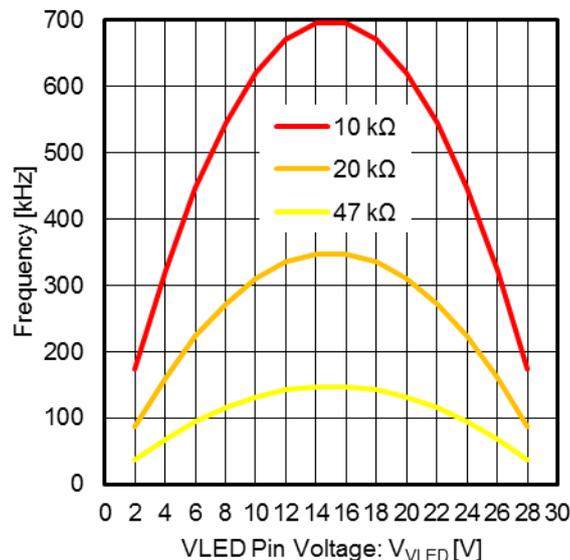


Figure 3. Switching Frequency vs  $V_{VLED}$   
( $V_{SNSP} = 30$  V,  $V_{SBD} = 0.7$  V,  $R_{TOFF} = 10$  kΩ, 20 kΩ, 47 kΩ)

以上から、 $V_{SNSP}$  と最大スイッチング周波数  $f_{SW\_MAX}$  を決定し、 $R_{TOFF}$  を決定してください。

$$R_{TOFF} = \frac{V_{SNSP}^2}{2 \times (V_{SNSP} + V_{SBD}) \times 2.10 \times 10^{-9} \times f_{SW\_MAX}} \quad [\Omega]$$

$V_{SNSP}$  : SNSP 端子電圧  
 $V_{SBD}$  : ショットキーバリアダイオード順方向電圧

- 4.3 DRV Logic (出力制御ロジック)  
SECOMP 回路の出力信号(reset)と、OFF TIME 回路の出力信号(set)に応じて High side FET を制御します。  
スイッチング周波数の調整が可能です。

## 各ブロック動作説明 — 続き

## 5. 調光機能

LED 電流を調整する方法として、PWM 調光機能とアナログ調光機能を内蔵しています。

## 5.1 PWM Control (PWM 調光)

LED 電流の ON/OFF は、PWM 端子に PWM 信号を入力することで制御します。PWM = High の場合は ON 制御、PWM = Low の場合は OFF 制御です。PWM 制御に追加の FET は必要ありません。

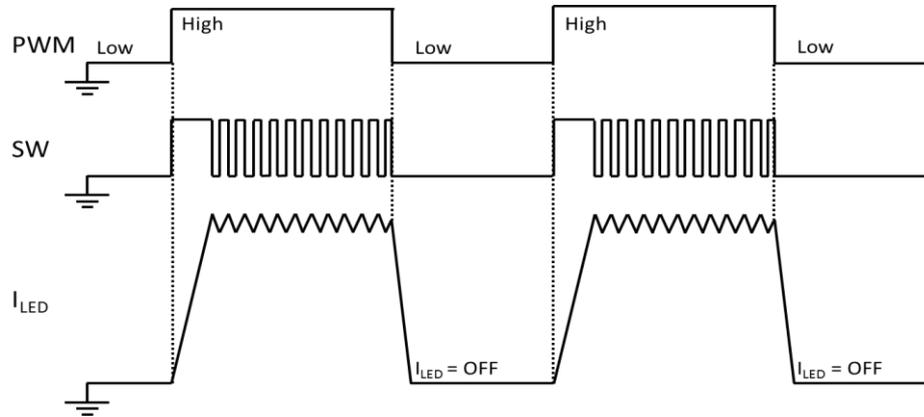


Figure 4. PWM 調光時動作

## 5.2 DC Dimming (アナログ調光)

LED の温度により電流のディレーティングが必要な場合は、アナログ調光機能を使用できます。LED のピーク電流は、DCDIM 端子に印加される電圧に応じて調整されます。DCDIM 電圧  $V_{DCDIM}$  が 1.0 V(Typ) を超える場合、ピーク検出電圧  $V_{SNS}$  は 200 mV(Typ) です。下の図に示すように、より低い電圧を印加すると、ピーク検出電圧が低下します。アナログ調光機能を使用しない場合は、DCDIM 端子を VREG 端子に 10 k $\Omega$  以上の抵抗で接続してください。

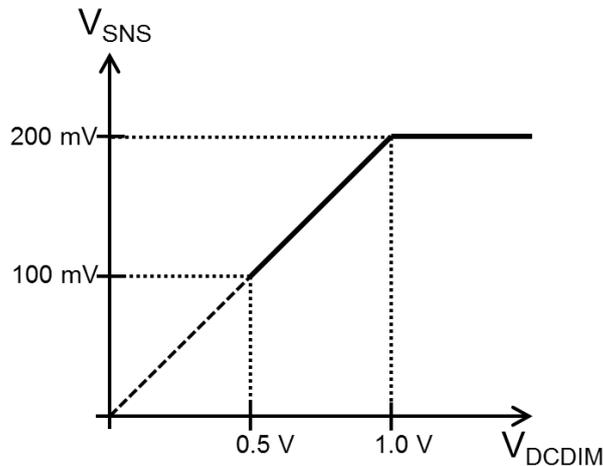


Figure 5. アナログ調光機能

## 各ブロック動作説明 — 続き

## 6. LED0 灯動作

シーケンシャルウインカーなど Matrix SW 駆動を行う場合、Matrix SW がすべて ON して LED が 0 灯となる場合があります。この際 LED ドライバから供給する電流は LED に流れず Matrix SW に流れ、スイッチング動作は継続します。

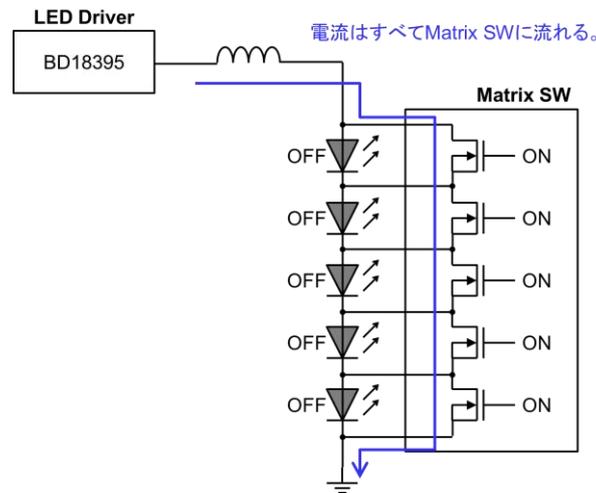


Figure 6. LED 0 灯時電流経路

## 6.1 Low Voltage Detection (LED アノード低電圧検出機能)

BD18395EFV-M には、LED アノード側に接続する VLED 端子の電圧の低下を検出するための LVD(低電圧検出)機能があります。SFON 端子電圧  $V_{SFON} > 2.4\text{V}$  の時に VLED 端子の電圧が設定電圧より低くなると、LED アノード側の地絡検出(SCP)として機能し、SG 端子を Low に出力して異常を通知します。SFON 端子電圧  $V_{SFON} < 0.6\text{V}$  の場合、SG 端子は Hiz 出力を維持したまま電流駆動動作が継続されます。LVD の検出電圧は LVD 端子に外部から入力された電圧値によって設定されます。VREG 端子と GND 端子の間に外部抵抗  $R_{LVDH}$ 、 $R_{LVDL}$  を接続し、LED の  $V_f$  に応じて任意に設定します。

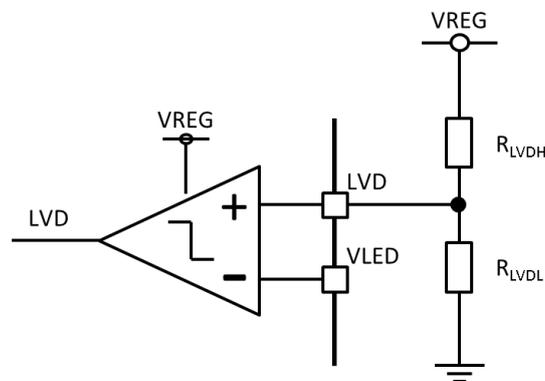


Figure 7. LVD 電圧設定方法

低電圧検出電圧  $V_{LVD}$  は次式で計算します。最小 VLED 端子電圧は、LED の数とその  $V_f$  によって異なります。LVD 検出電圧は  $1.5\text{V} \sim 2.75\text{V}$  でなければなりません。

$$V_{LVD} = V_{REG} \times \frac{R_{LVDL}}{R_{LVDH} + R_{LVDL}} \quad [\text{V}]$$

$V_{REG}$  : VREG 出力電圧

$R_{LVDH}$ ,  $R_{LVDL}$  : LVD 端子に接続する抵抗値

低電圧検出電圧  $V_{LVD}$  は単一の LED  $V_f$  よりも低く設定する必要があります。したがって、LED  $V_f$  のばらつきを考慮して、低電圧検出電圧を設定してください。以下に例を示します。

## 6.1 Low Voltage Detection (LED アノード低電圧検出機能) — 続き

## 6.1.1 低電圧検出電圧設定例 (Matrix SW 使用時)

条件

LED の Vf (Vf) : Min 1.6 V, Max 2.4 V (使用 LED 電流範囲、温度特性込み)

LED 灯数 (N) : 8

LED 平均電流 (I<sub>LED\_AVE</sub>) : 1.0 ALED 電流リップル(ΔI<sub>LED</sub>) : 0.1 AMatrix SW ON 抵抗(R<sub>ON\_MIN</sub>) : 0.12 Ω/ch

LED1 灯時の LED アノード側電圧 Min 値

$$V_{LED} = V_f + (I_{LED\_AVE} - \Delta I_{LED}) \times R_{ON\_MIN} \times (N - 1) \quad [V]$$

$$= 1.6 \text{ V} + (1.0 \text{ A} - 0.1 \text{ A}) \times 0.12 \text{ } \Omega \times (8 - 1) = 2.356 \text{ V}$$

低電圧検出電圧は V<sub>REG</sub> のバラつき(±5%)を考慮して 2.0 V に設定。以上より、LVD 端子に接続する抵抗を決定します。: R<sub>LVDH</sub> = 30 kΩ、R<sub>LVDL</sub> = 20 kΩ

## 各ブロック動作説明 — 続き

## 7. 異常検出 / 保護動作

検出/保護機能	検出条件(Typ)		検出時動作	検出時 SG 出力
	検出	解除		
UVLO	$V_{SNSP} < 4.1 \text{ V}$ or $V_B < 4.1 \text{ V}$ or $V_{REG} < 3.8 \text{ V}$	$V_{SNSP} \geq 4.5 \text{ V}$ and $V_B \geq 4.5 \text{ V}$ and $V_{REG} \geq 4.0 \text{ V}$	High side FET OFF	SG = Low
TSD	$T_j > 175 \text{ }^\circ\text{C}$	$T_j \leq 150 \text{ }^\circ\text{C}$	High side FET OFF	SG = Low
過電流保護 OCP	$I_{VPOW} > 3.5 \text{ A}$	$I_{VPOW} \leq 3.5 \text{ A}$	High side FET OFF 後 OFF TIME 動作開始	SG = Low
TOFF 端子 地絡保護	$I_{TOFF} > 0.5 \text{ mA}$	$I_{TOFF} \leq 0.5 \text{ mA}$	High side FET OFF	SG = Low
LED オープン 検出タイマ	High side FET の ON 時間 > 80 $\mu\text{s}$	High side FET の ON 時間 $\leq 80 \mu\text{s}$	High side FET OFF 後 OFF TIME 動作開始	SG = Low
LED アノード 地絡検出	$V_{LVD} < \text{設定電圧}$ (1.50 V ~ 2.75 V)	$V_{LVD} \geq \text{設定電圧}$ (1.50 V ~ 2.75 V)	-	SG = Low (SFON = High 時のみ有効)

## 7.1 低電圧誤動作防止回路(UVLO)

UVLOは電源投入時や電源瞬断時のIC誤動作を防止するための保護回路です。本ICではVB電圧用のUVLO VB、VREG電圧用のUVLO VREG、SNSP電圧用のUVLO SNSPの3つのUVLO回路を搭載しています。UVLOを検知するとスイッチング動作を停止し、High side FETをOFFします。またUVLO検知中はSG端子をLow出力し外部に異常を知らせます。

## 7.2 温度保護回路(TSD サーマルシャットダウン)

TSDは異常発熱によるIC破壊を防止するための保護回路です。

TSDは175 °C(Typ)でスイッチングを停止し、150 °C(Typ)で復帰して再度スイッチング動作を開始します。またTSD検知中はSG端子をLow出力として外部に異常を知らせます。

## 7.3 過電流保護回路(OCP)

VPOW端子とSW端子間に流れる電流を検出して、High side FETやインダクタ、LEDに許容量以上の電流が流れることによる破壊を防ぎます。過電流保護がかかると降圧スイッチング動作を停止し、High side FETをOFFしてSW端子がLow出力となります。SW端子がLow出力となった後は、VLED端子電圧によって決まるOFF TIME経過後、再度降圧スイッチング動作が始まります。

7.3 過電流保護回路(OCP) - 続き

一度でも OCP を検知すると SG 端子を Low 出力として外部に異常を知らせます。また SG 端子が Low 出力の時に OCP を 2 回検知するとヒカッパ動作となり、OCP 検知 10 ms(Typ)経過後、再度降圧スイッチング動作を開始します。OCP を検知せずにピーク電流検出コンパレータが 3 回連続動作すると SG 端子を Low 状態から Hiz 状態へ復帰します。

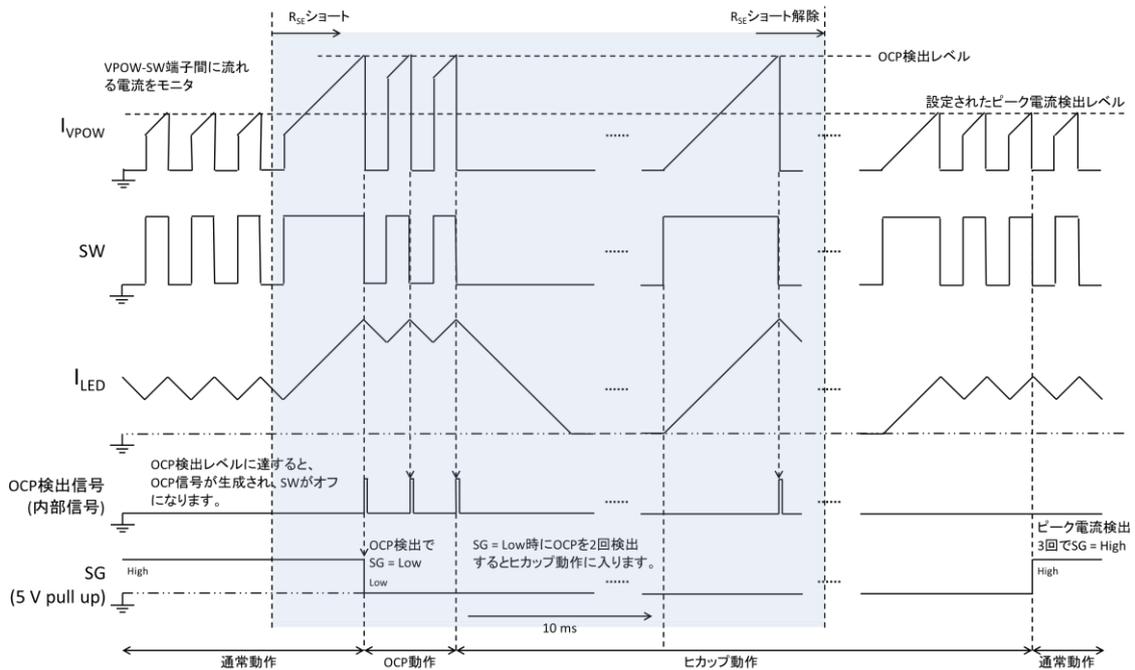


Figure 8. OCP 検出時動作

7.4 LED オープン検出 (LED OPEN)

LED がオープン故障や、LED 基板へのコネクタオープンなどの発生時に異常を検出します。LED オープン時には電流検出抵抗に電流が流れないため、ピーク電流検出信号が生成されず、High side FET が ON した状態を保持します。High side FET が ON している状態が 80 μs 以上経過すると、LED オープン状態を認識し reset 信号を出力して High side FET を OFF させます。また、SG 端子を Low 出力して外部に異常を知らせます。

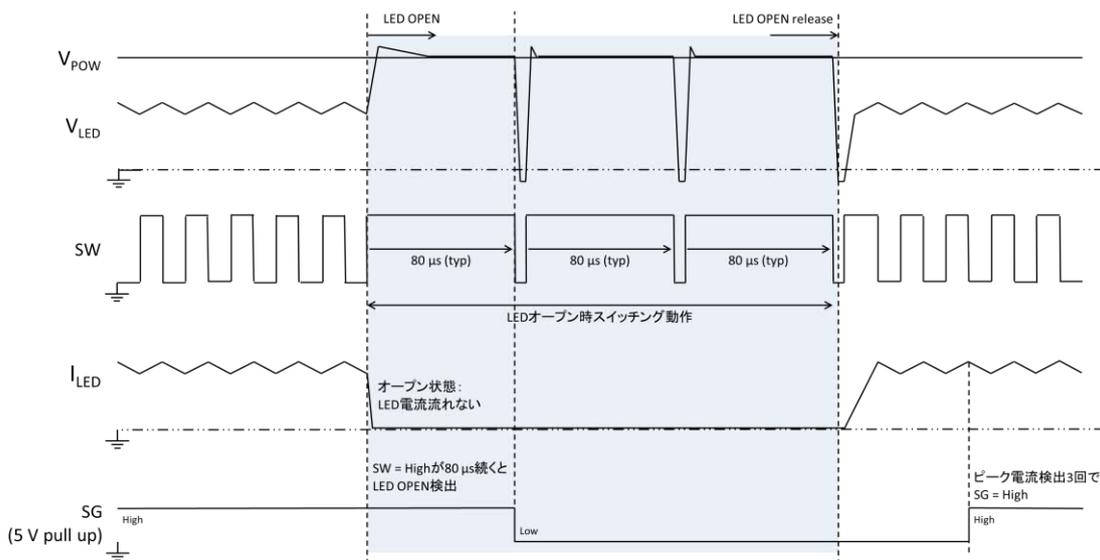


Figure 9. LED OPEN 検出時動作

## 7. 異常検出 / 保護動作 — 続き

### 7.5 TOFF 端子短絡検出

TOFF 端子が GND とショートしたり、外付け部品  $R_{TOFF}$  がショートした際に異常を検出します。

TOFF 端子短絡検出機能が異常を検出すると、High side FET がオフになり SG 端子が Low を出力します。

## 絶対最大定格(Ta = 25 °C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧(VB)	V <sub>B</sub>	-0.3 ~ +72	V
電源電圧(SNSP)	V <sub>SNSP</sub>	-0.3 ~ +72	V
VREG 端子電圧	V <sub>REG</sub>	-0.3 ~ +7 ≤ V <sub>B</sub> + 0.3	V
EN 端子電圧	V <sub>EN</sub>	-0.3 ~ +72 ≤ V <sub>B</sub> + 0.3	V
VPOW, SNSN, SW, VLED 端子電圧	V <sub>POW</sub> , V <sub>SNSN</sub> , V <sub>SW</sub> , V <sub>VLED</sub>	-0.3 ~ +72 ≤ V <sub>SNSP</sub> + 0.3	V
SNSP, SNSN 端子間電圧	V <sub>SNSP_SNSN</sub>	-0.3 ~ +2	V
SNSP, VPOW 端子間電圧	V <sub>SNSP_VPOW</sub>	-0.3 ~ +2	V
BOOT 端子電圧	V <sub>BOOT</sub>	-0.3 ~ +72 ≤ V <sub>SNSP</sub> + 7	V
BOOT, SW 端子間電圧	V <sub>BOOT_SW</sub>	-0.3 ~ +7	V
DCDIM, TOFF, LVD 端子電圧	V <sub>DCDIM</sub> , V <sub>TOFF</sub> , V <sub>LVD</sub>	-0.3 ~ +7.0 ≤ V <sub>REG</sub> + 0.3	V
PWM, SFON, SG 端子電圧	V <sub>PWM</sub> , V <sub>SFON</sub> , V <sub>SG</sub>	-0.3 ~ +7.0 ≤ V <sub>REG</sub> + 0.3	V
DCDIM 端子流入電流	I <sub>DCDIM</sub>	-0.01 ~ +10	mA
最高接合部温度	T <sub>jmax</sub>	150	°C
保存温度範囲	T <sub>stg</sub>	-55 ~ +150	°C

**注意 1:** 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いただくようご検討をお願いします。

**注意 2:** 最高接合部温度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。最高接合部温度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、最高接合部温度を超えないよう熱抵抗にご配慮ください。

## 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-B20				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	$\theta_{JA}$	143.0	26.8	°C/W
ジャンクション—パッケージ上面中心間熱特性パラメータ (Note 2)	$\Psi_{JT}$	8	4	°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。

(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
1層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.57 mmt

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 $\mu$ m

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	114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mmt	1.20 mm	$\Phi$ 0.30 mm

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 $\mu$ m	74.2 mm $\square$ (正方形)	35 $\mu$ m	74.2 mm $\square$ (正方形)	70 $\mu$ 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。

## 推奨動作条件

項目	記号	最小	標準	最大	単位
電源電圧(VB) (Note 1)(Note 2)	V <sub>B</sub>	4.5	13.0	70.0	V
電源電圧(SNSP) (Note 1)(Note 2)	V <sub>SNSP</sub>	4.5	13.0	70.0	V
動作温度	T <sub>opr</sub>	-40	-	+125	°C
VLED 電圧	V <sub>VLED</sub>	0	-	60	V
LED 平均電流	I <sub>SW</sub>	0.1	-	2.0	A
VREG 出力電流	I <sub>VREG</sub>	-	-	10	mA
TOFF 出力電流	I <sub>TOFF</sub>	2	-	250	μA
PWM 周波数入力	f <sub>PWM</sub>	100	-	2000	Hz
低電圧検出電圧	V <sub>LVD</sub>	1.50	-	2.75	V

(Note 1) ASO を超えないこと。

(Note 2) 起動時は一度 5 V 以上の電圧を印加してください。値は一旦 5 V 以上にした後の電圧範囲です。

## 部品設定範囲

項目	記号	最小	標準	最大	単位
VREG 端子接続コンデンサ (Note 3)	C <sub>VREG</sub>	1.0	2.2	4.7	μF
VLED 端子接続コンデンサ (Note 3)	C <sub>VLED</sub>	10	100	1000	nF
ブートストラップ用コンデンサ (Note 3)	C <sub>BOOT_SW</sub>	0.10	0.22	0.33	μF
インダクタ設定	L	22	220	470	μH
SG 端子用抵抗	R <sub>SG</sub>	10	47	200	kΩ

(Note 3) コンデンサの容量は温度特性、DC バイアス特性などを考慮して設定してください。

電氣的特性(特に指定のない限り  $V_B = 13\text{ V}$ ,  $V_{SNSP} = 13\text{ V}$ ,  $V_{EN} = 5\text{ V}$ ,  $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ )

項目	記号	規格値			単位	条件
		最小	標準	最大		
<b>[全体]</b>						
VB 回路電流	I <sub>CCVB</sub>	-	2.5	6.0	mA	V <sub>PWM</sub> = 5 V, V <sub>DCDIM</sub> = 5 V
SNSP 回路電流	I <sub>CCSNSP</sub>	-	0.4	2.0	mA	V <sub>PWM</sub> = 5 V, V <sub>DCDIM</sub> = 5 V
VB スタンバイ電流	I <sub>STVB</sub>	-	0	10	μA	V <sub>EN</sub> = 0 V
SNSP スタンバイ電流	I <sub>STSNSP</sub>	-	0	10	μA	V <sub>EN</sub> = 0 V
VB UVLO 検出電圧	V <sub>BUVD</sub>	3.75	4.10	4.45	V	V <sub>B</sub> falling
VB UVLO 解除電圧	V <sub>BUVR</sub>	4.15	4.50	4.85	V	V <sub>B</sub> rising
VB UVLO ヒステリシス電圧	V <sub>BUVHYS</sub>	-	0.4	-	V	-
SNSP UVLO 検出電圧	V <sub>SNSPUVD</sub>	3.75	4.10	4.45	V	V <sub>SNSP</sub> falling
SNSP UVLO 解除電圧	V <sub>SNSPUVR</sub>	4.15	4.50	4.85	V	V <sub>SNSP</sub> rising
SNSP UVLO ヒステリシス電圧	V <sub>SNSPUVHYS</sub>	-	0.4	-	V	-
<b>[基準電圧]</b>						
VREG 電圧	V <sub>REG</sub>	4.75	5.00	5.25	V	C <sub>VREG</sub> = 2.2 μF
VREG ラインレギュレーション	V <sub>LINEREG</sub>	-	10	-	mV	C <sub>VREG</sub> = 2.2 μF V <sub>B</sub> = 13 V ~ 70 V
VREG ロードレギュレーション	V <sub>LOADREG</sub>	4.75	5.00	5.25	V	C <sub>VREG</sub> = 2.2 μF I <sub>VREG</sub> = -10 mA
<b>[EN]</b>						
EN 端子流入電流	I <sub>EN</sub>	-	7	15	μA	V <sub>EN</sub> = 5 V
EN スレッシュホールドH 電圧	V <sub>ENH</sub>	2.4	-	-	V	V <sub>EN</sub> rising
EN スレッシュホールドL 電圧	V <sub>ENL</sub>	-	-	0.6	V	V <sub>EN</sub> falling
EN ヒステリシス電圧	V <sub>ENHYS</sub>	-	50	-	mV	-
<b>[PWM]</b>						
PWM 端子流入電流	I <sub>PWM</sub>	-	50	100	μA	V <sub>PWM</sub> = 5 V
PWM スレッシュホールドH 電圧	V <sub>PWMH</sub>	2.0	-	-	V	V <sub>PWM</sub> rising
PWM スレッシュホールドL 電圧	V <sub>PWML</sub>	-	-	0.8	V	V <sub>PWM</sub> falling
PWM ヒステリシス電圧	V <sub>PWMHYS</sub>	-	0.25	-	V	-
<b>[DCDIM]</b>						
DCDIM ゲイン	G <sub>A<sub>DCDIM</sub></sub>	-	0.2	-	V/V	V <sub>SNS</sub> / V <sub>DCDIM</sub>
DCDIM 電圧	V <sub>DCDIM</sub>	-	1.00	-	V	-
DCDIM 端子流出電流	I <sub>DCDIM</sub>	1.0	3.5	7.0	μA	V <sub>DCDIM</sub> = GND

電氣的特性 — 続き(特に指定のない限り  $V_B = 13\text{ V}$ ,  $V_{SNSP} = 13\text{ V}$ ,  $V_{EN} = 5\text{ V}$ ,  $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ )

項目	記号	規格値			単位	条件
		最小	標準	最大		
<b>[Status Good]</b>						
SG 出力リーク電流	$I_{SGLK}$	-	0	10	$\mu\text{A}$	$V_{SG} = 5\text{ V}$
SG 端子 Low 出力電圧	$V_{SGL}$	-	0.1	0.4	V	$I_{SG} = 0.5\text{ mA input}$
<b>[SFON (Short Flag ON)]</b>						
SFON スレッシュホールド H 電圧	$V_{SFONH}$	2.4	-	-	V	$V_{SFON}$ rising
SFON スレッシュホールド L 電圧	$V_{SFONL}$	-	-	0.6	V	$V_{SFON}$ falling
SFON ヒステリシス電圧	$V_{SFONHYS}$	-	50	-	mV	-
<b>[LVD (Low Voltage Detection)]</b>						
LVD スレッシュホールド電圧	$V_{LVDTH}$	1.9	2.0	2.1	V	$V_{VLED} = 2\text{ V}$
LVD 端子流入電流	$I_{LVD}$	-	0	10	$\mu\text{A}$	$V_{LVD} = 2\text{ V}$
<b>[降圧回路部]</b>						
VPOW-SW 端子間 MOS FET ON 抵抗	$R_{ONH}$	-	170	500	m $\Omega$	$I_{SW} = -100\text{ mA}$
SW-GND 端子間 MOS FET ON 抵抗	$R_{ONL}$	-	6	15	$\Omega$	$I_{SW} = 10\text{ mA}$
LED ピーク電流検出電圧	$V_{SNS}$	196	200	205	mV	$T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , $V_{VLED} = 5\text{ V}$ , $V_{SNS} = V_{SNSP} - V_{SNSN}$
		194	200	206	mV	$T_a = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +125\text{ }^\circ\text{C}$ , $V_{VLED} = 5\text{ V}$ , $V_{SNS} = V_{SNSP} - V_{SNSN}$
$V_{VLED} \times t_{OFF}$	$V_{VLED} \times t_{OFF}$	44.40	49.35	54.20	V $\mu\text{s}$	$R_{TOFF} = 47\text{ k}\Omega$
VLED 端子流入電流	$I_{VLED}$	0	15	30	$\mu\text{A}$	$V_{PWM} = 5\text{ V}$ , $V_{VLED} = 5\text{ V}$
SW 端子最小 ON 時間	$t_{ONMIN}$	-	200	-	ns	-
LED オープン検出時間	$t_{OPEN}$	60	80	100	$\mu\text{s}$	-
過電流検出電流	$I_{OCP}$	3.0	3.5	-	A	-
ヒカップ時間	$t_{HICCUP}$	-	10	-	ms	-

特性データ  
(参考データ)

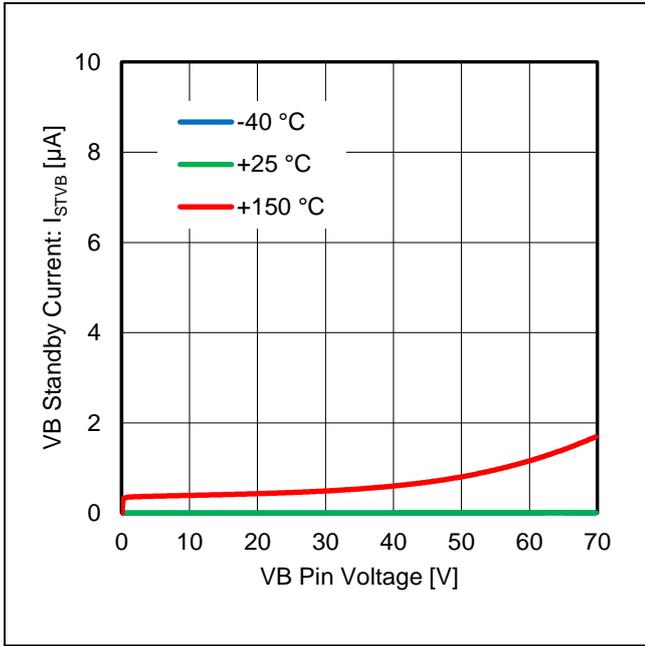


Figure 10. VB Standby Current vs VB Pin Voltage

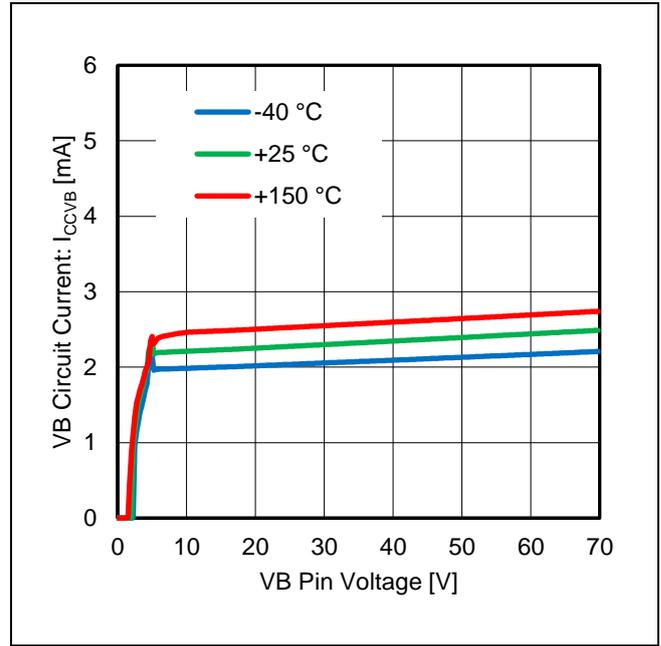


Figure 11. VB Circuit Current vs VB Pin Voltage

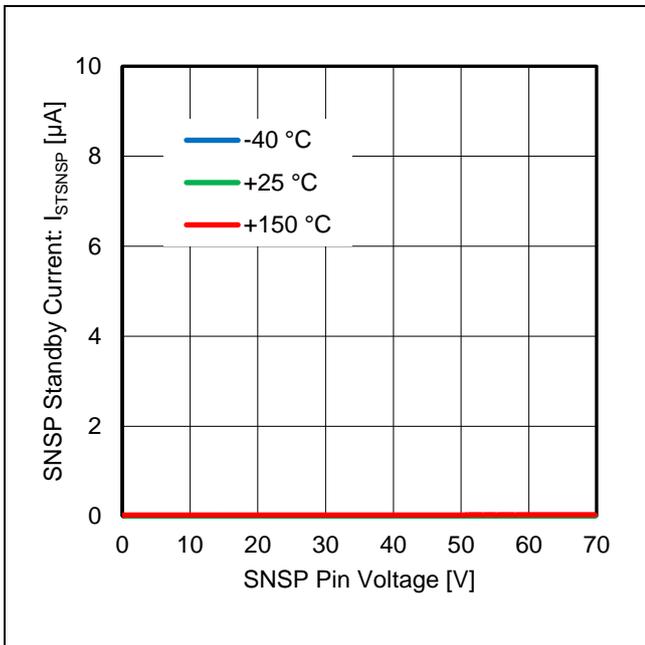


Figure 12. SNSP Standby Current vs SNSP Pin Voltage

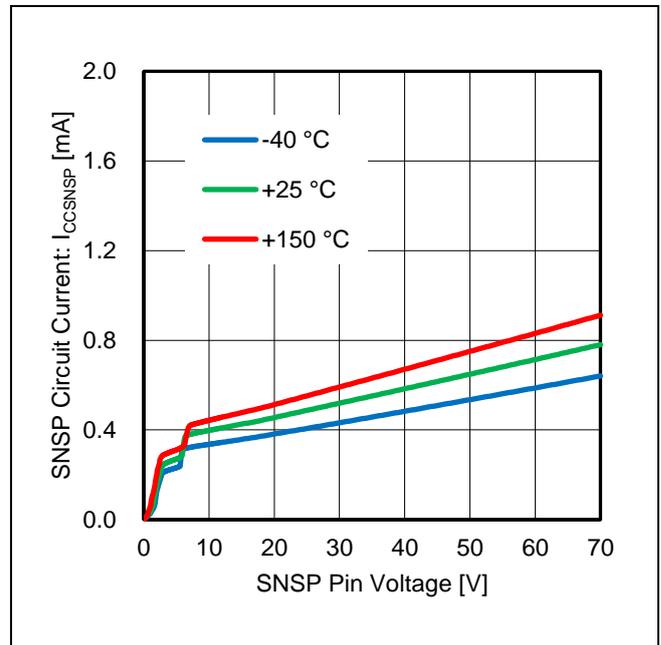


Figure 13. SNSP Circuit Current vs SNSP Pin Voltage

特性データ - 続き  
(参考データ)

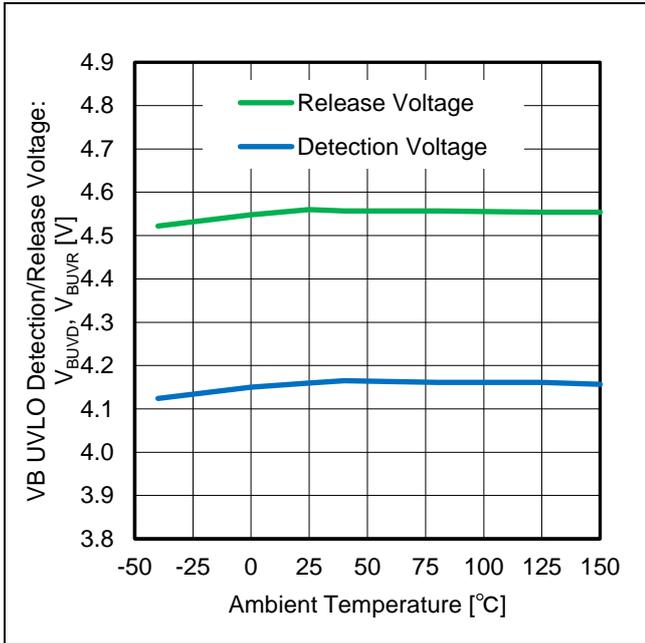


Figure 14. VB UVLO Detection/Release Voltage vs Ambient Temperature

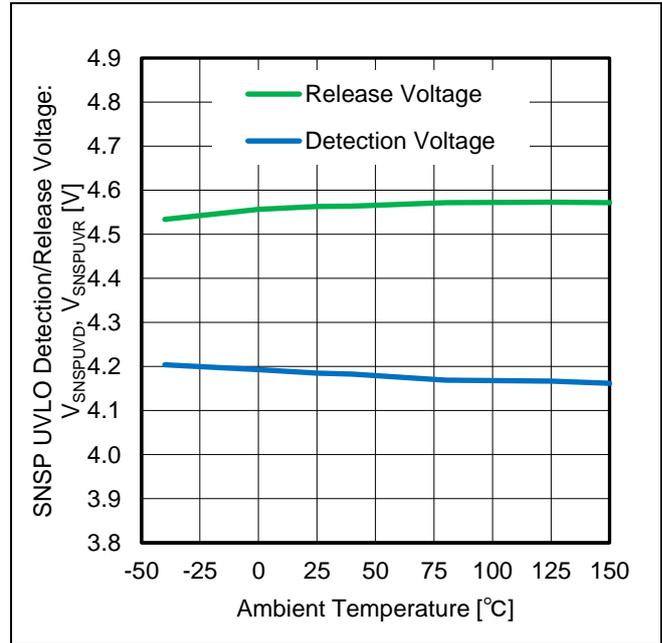


Figure 15. SNSP UVLO Detection/Release Voltage vs Ambient Temperature

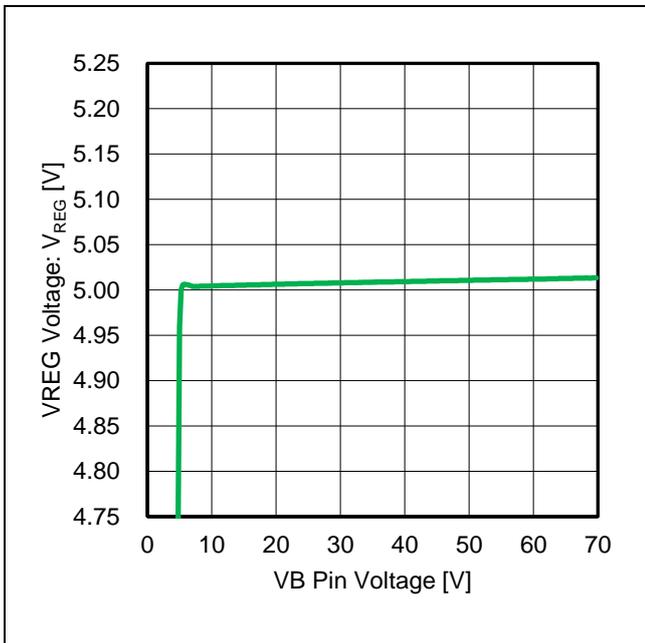


Figure 16. VREG Voltage vs VB Pin Voltage

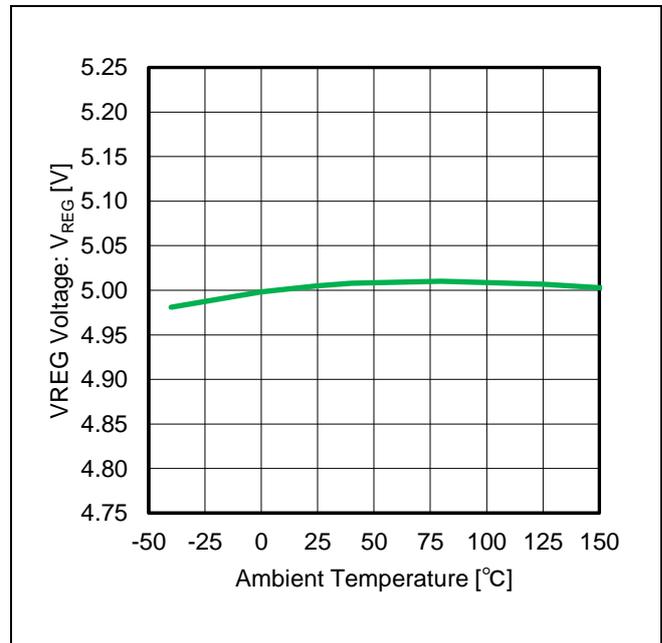


Figure 17. VREG Voltage vs Ambient Temperature

特性データ - 続き  
(参考データ)

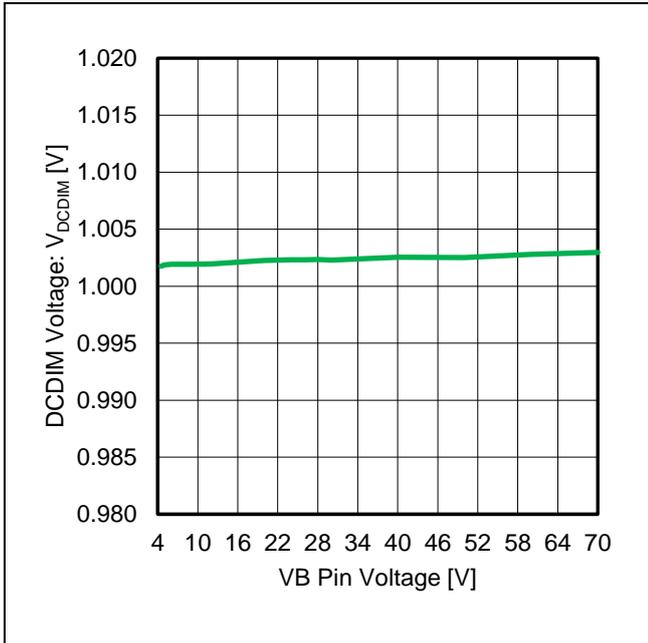


Figure 18. DCDIM Voltage vs VB Pin Voltage

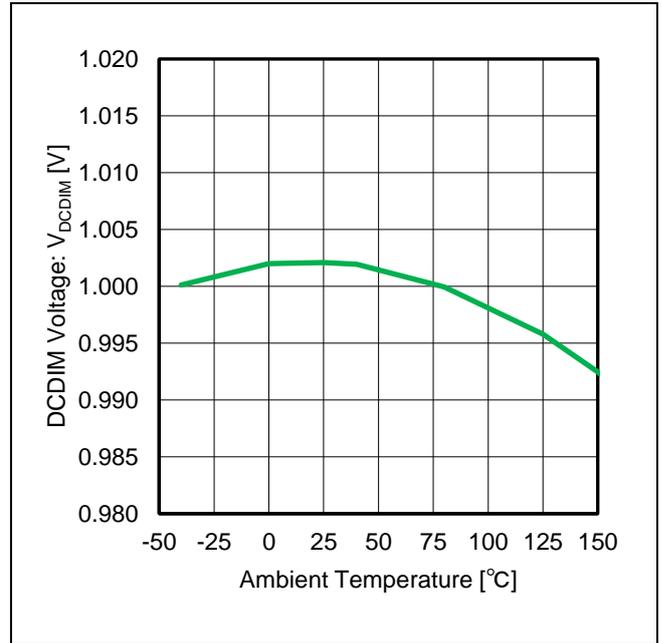


Figure 19. DCDIM Voltage vs Ambient Temperature

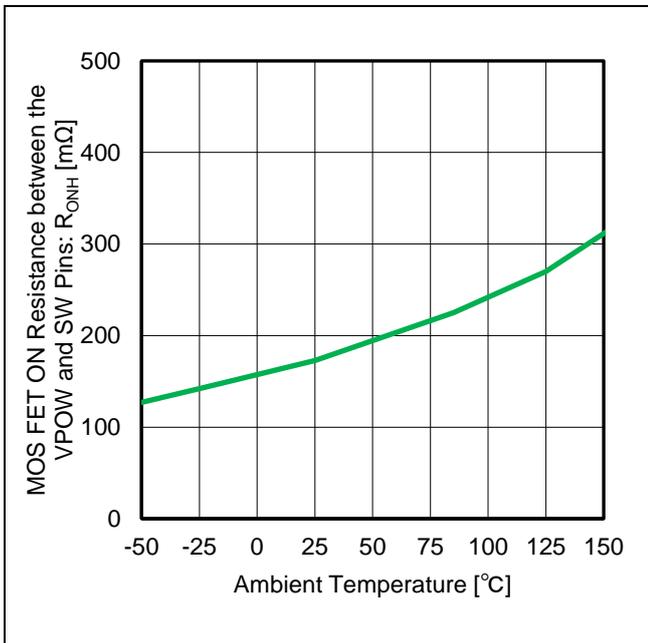


Figure 20. MOS FET ON Resistance between the VPOW and SW Pins vs Ambient Temperature  
( $I_{SW} = -100$  mA)

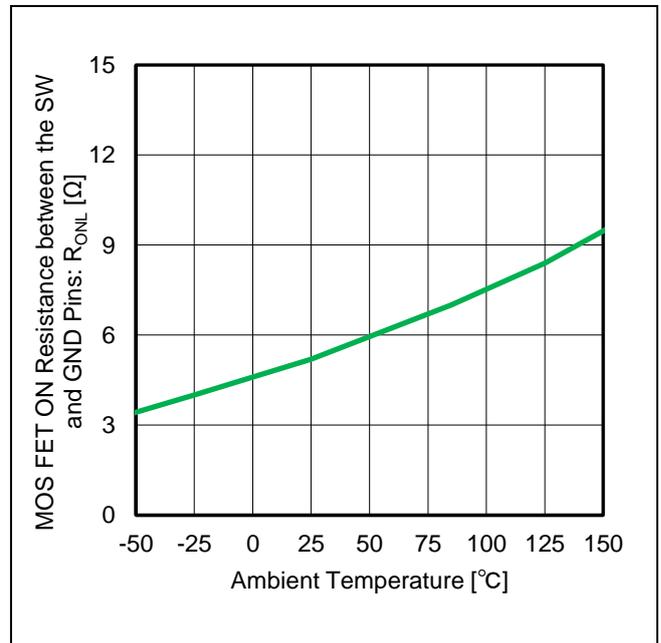


Figure 21. MOS FET ON Resistance between the SW and GND Pins vs Ambient Temperature  
( $I_{SW} = 10$  mA)

特性データ - 続き  
(参考データ)

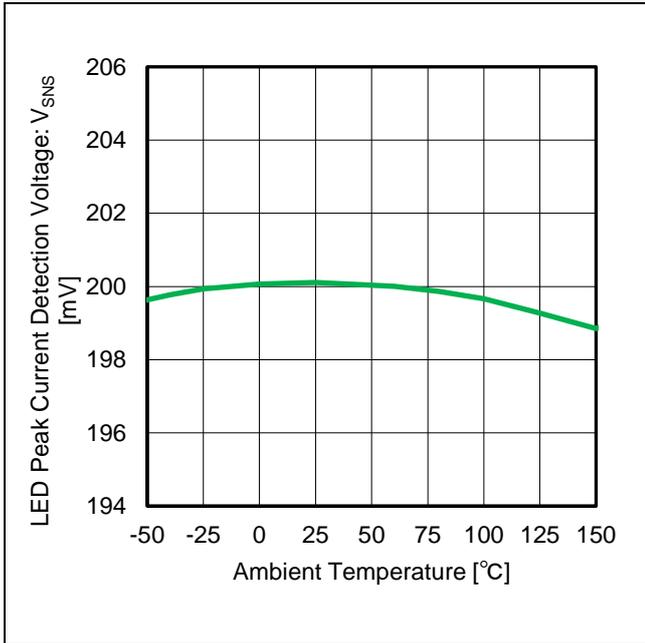


Figure 22. LED Peak Current Detection Voltage vs Ambient Temperature

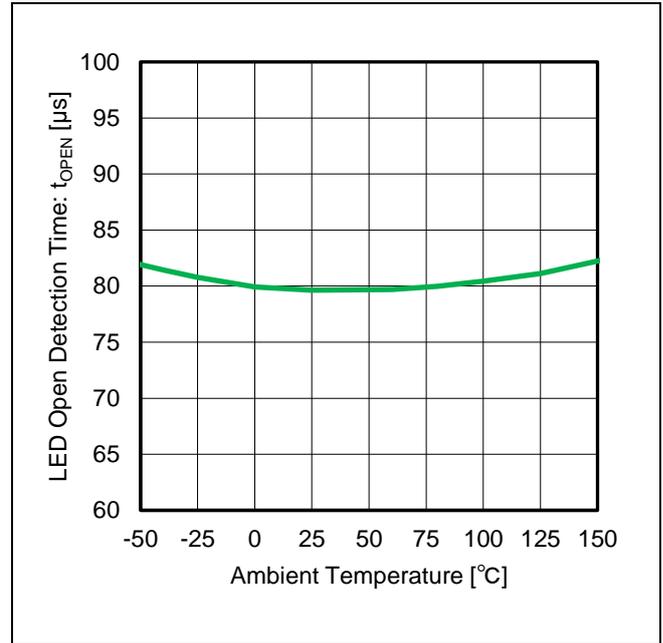


Figure 23. LED Open Detection Time vs Ambient Temperature

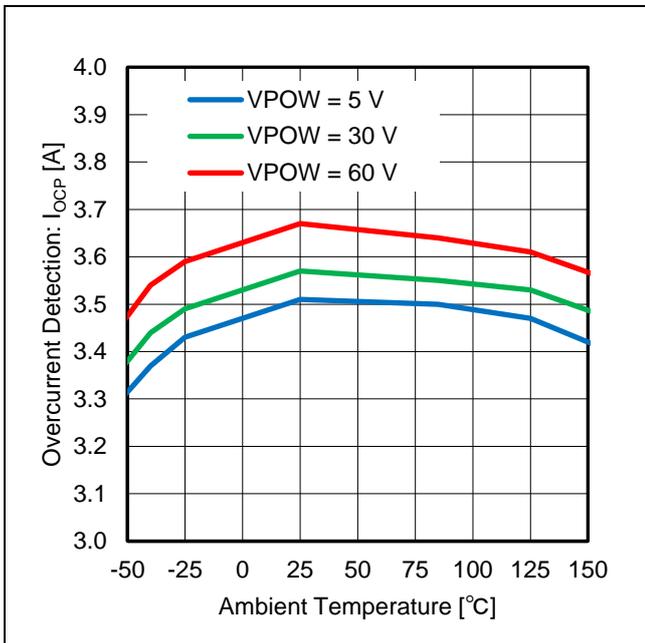


Figure 24. Overcurrent Detection vs Ambient Temperature

特性データ - 続き  
(参考データ)

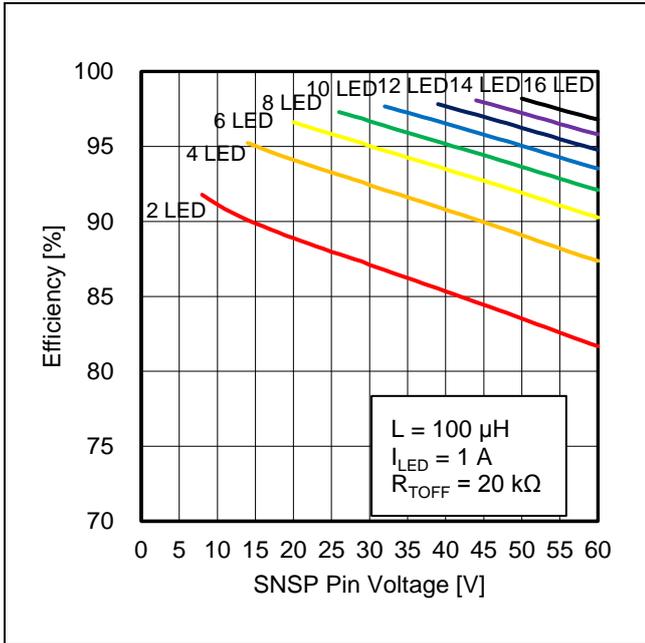


Figure 25. Efficiency vs SNSP Pin Voltage  
( $V_B = 13\text{ V}$ ,  $I_{LED} = 1\text{ A}$ ,  $R_{TOFF} = 20\text{ k}\Omega$ ,  $L = 100\text{ }\mu\text{H}$ )

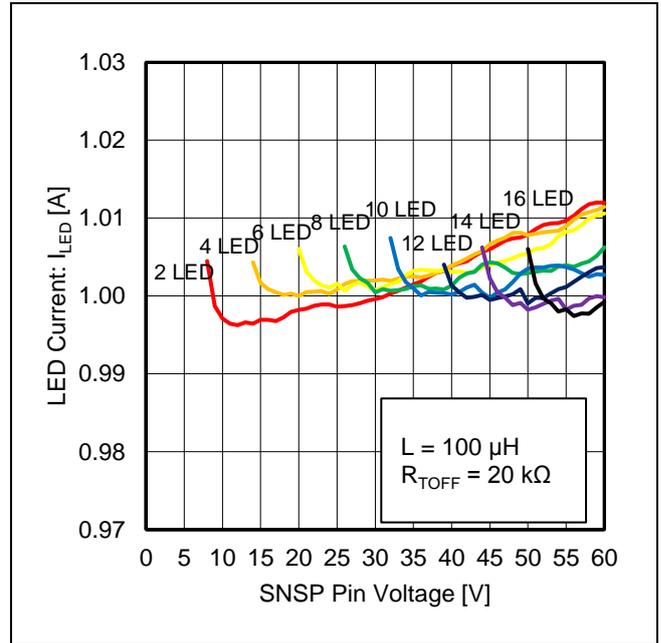


Figure 26. LED Current vs SNSP Pin Voltage  
( $V_B = 13\text{ V}$ ,  $R_{TOFF} = 20\text{ k}\Omega$ ,  $L = 100\text{ }\mu\text{H}$ )

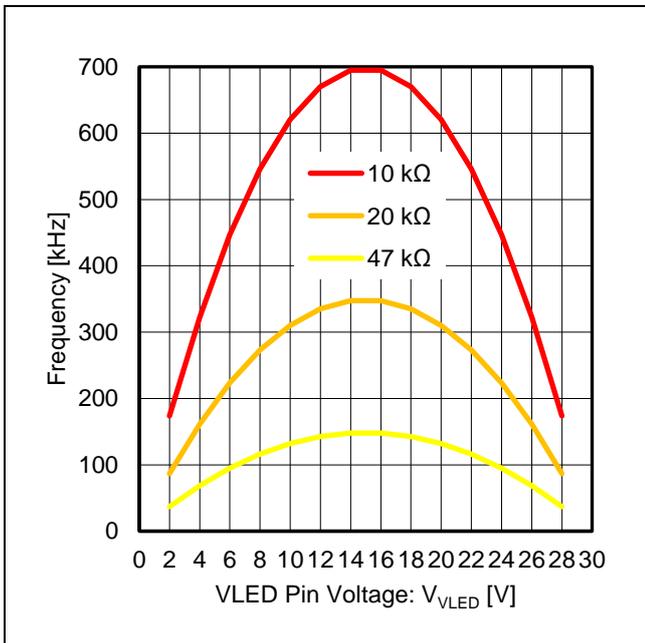


Figure 27. Frequency vs VLED Pin Voltage  
( $V_{SNSP} = 30\text{ V}$ ,  $R_{TOFF} = 10\text{ k}\Omega$ ,  $20\text{ k}\Omega$ ,  $47\text{ k}\Omega$ )

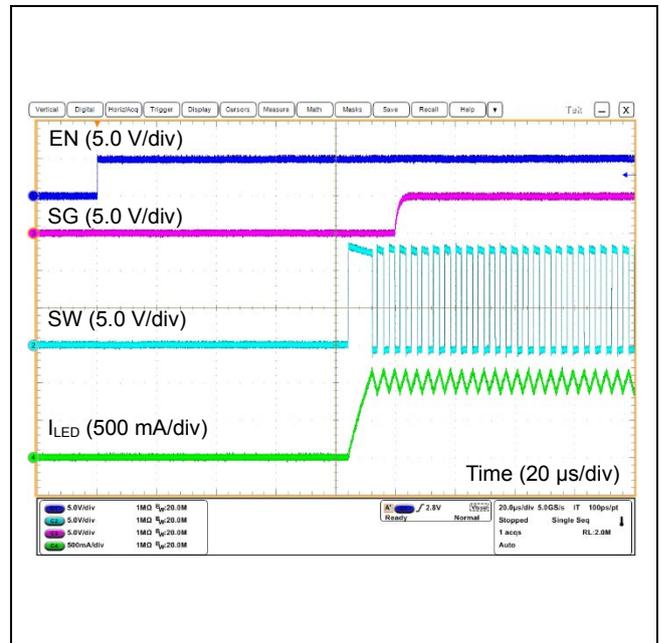


Figure 28. EN Start-up  
( $V_B = 13\text{ V}$ ,  $V_{SNSP} = 13\text{ V}$ ,  $L = 47\text{ }\mu\text{H}$ ,  $I_{LED} = 1\text{ A}$ )

特性データ — 続き  
(参考データ)

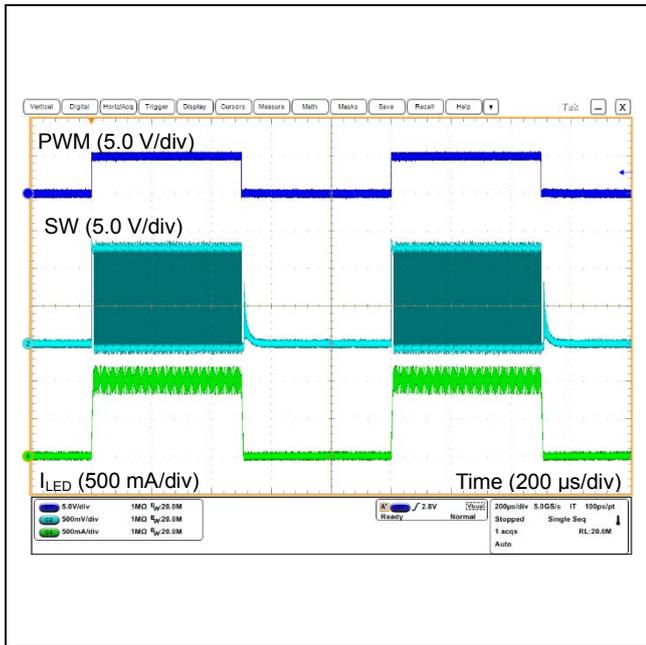


Figure 29. PWM Dimming  
( $V_B = 13\text{ V}$ ,  $V_{SNSP} = 13\text{ V}$ ,  $L = 47\text{ }\mu\text{H}$ ,  $I_{LED} = 1\text{ A}$ ,  
PWM = 1 kHz, Duty = 50 %)

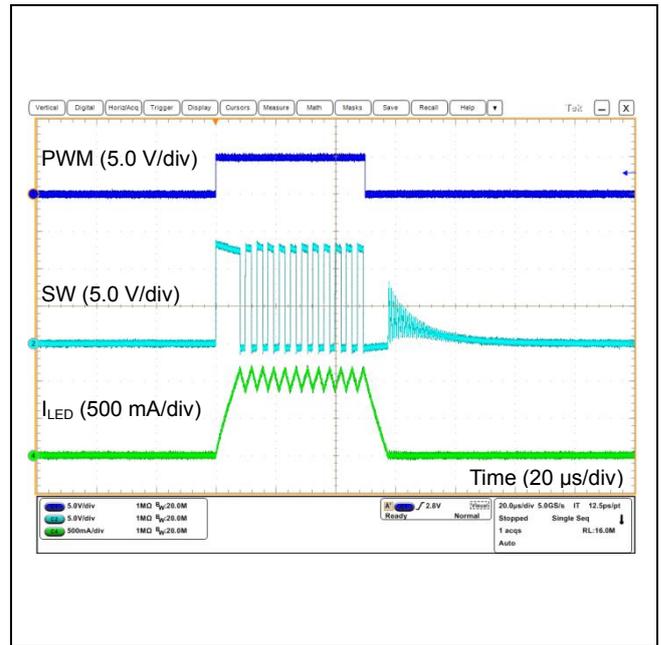


Figure 30. PWM Dimming  
( $V_B = 13\text{ V}$ ,  $V_{SNSP} = 13\text{ V}$ ,  $L = 47\text{ }\mu\text{H}$ ,  $I_{LED} = 1\text{ A}$ ,  
PWM = 1 kHz, Duty = 0.5 %)

タイミングチャート

1. EN による起動シーケンス  
 VB/SNSP の立上げ順序はシーケンスフリー

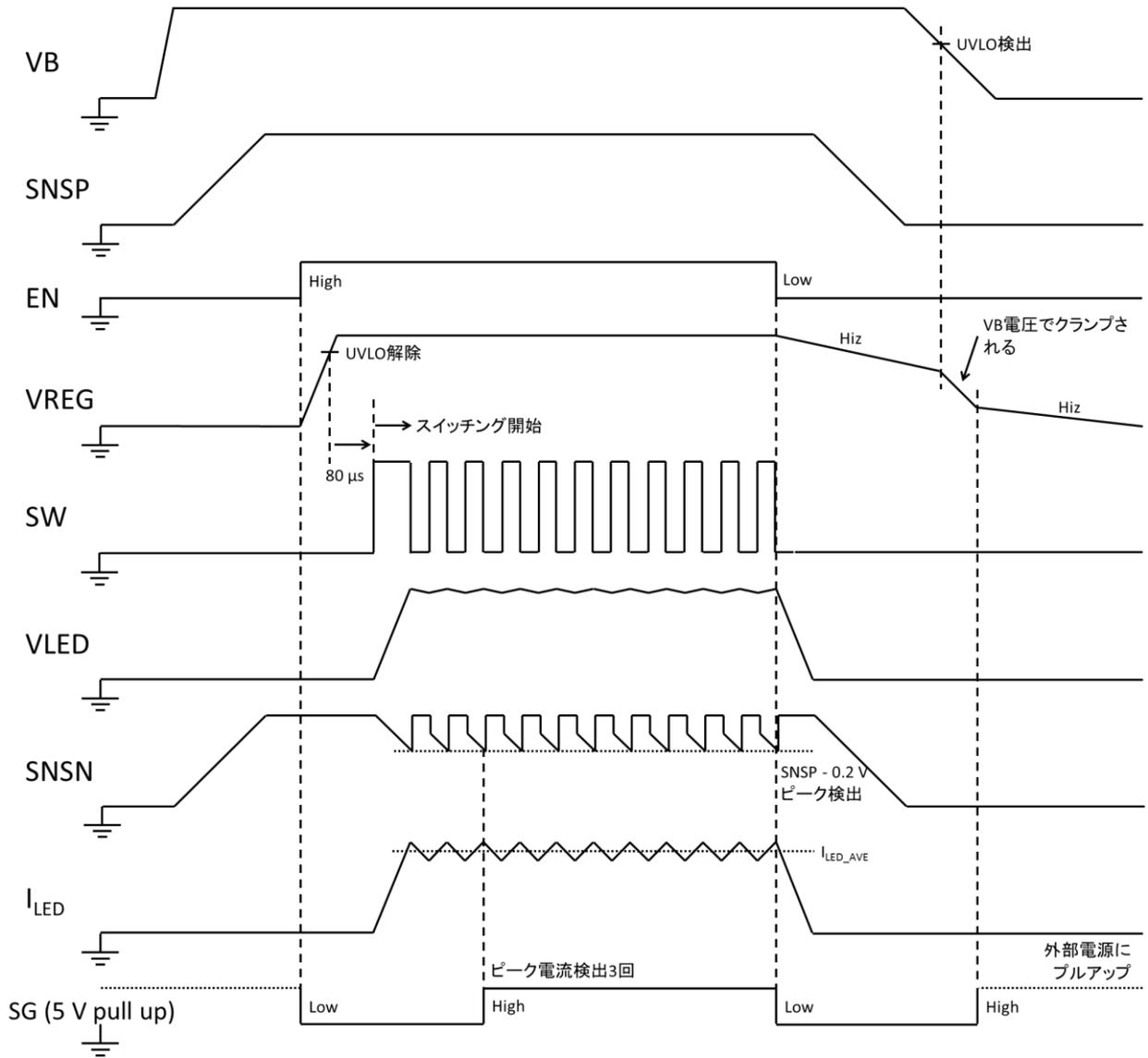


Figure 31. タイミングチャート(EN 端子で ON/OFF 制御)

タイミングチャート - 続き

2. SNSP 端子による起動シーケンス 1 (EN 端子を VB 端子とショート)  
 VB 立上げ ⇒ SNSP 立上げ / SNSP 立下げ ⇒ VB 立下げ

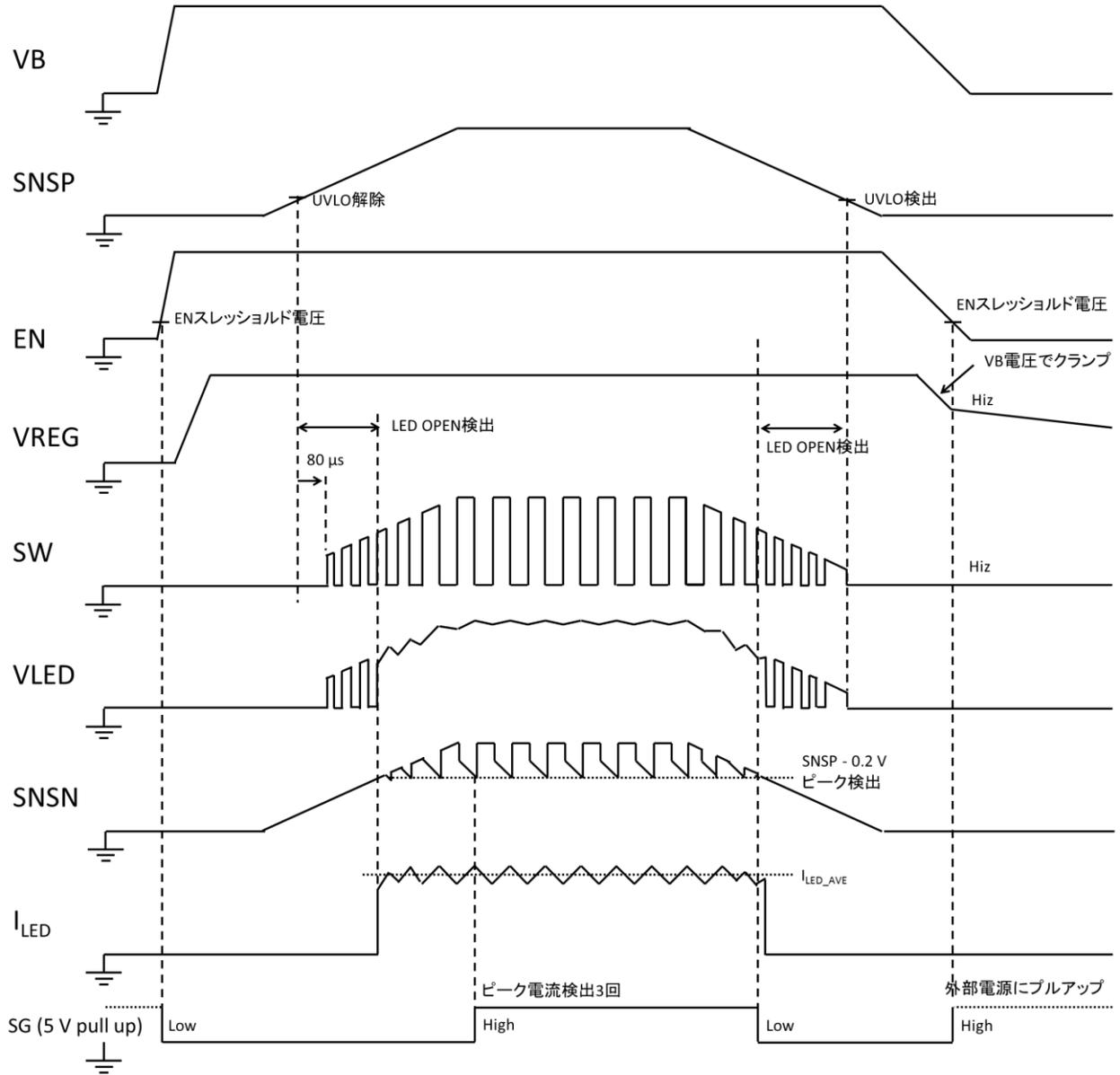


Figure 32. タイミングチャート(VB 立上げ ⇒ SNSP 立上げ)

タイミングチャート - 続き

3. SNSP 端子による起動シーケンス 2 (EN 端子を VB 端子とショート)  
 SNSP 立上げ ⇒ VB 立上げ / VB 立下げ ⇒ SNSP 立下げ

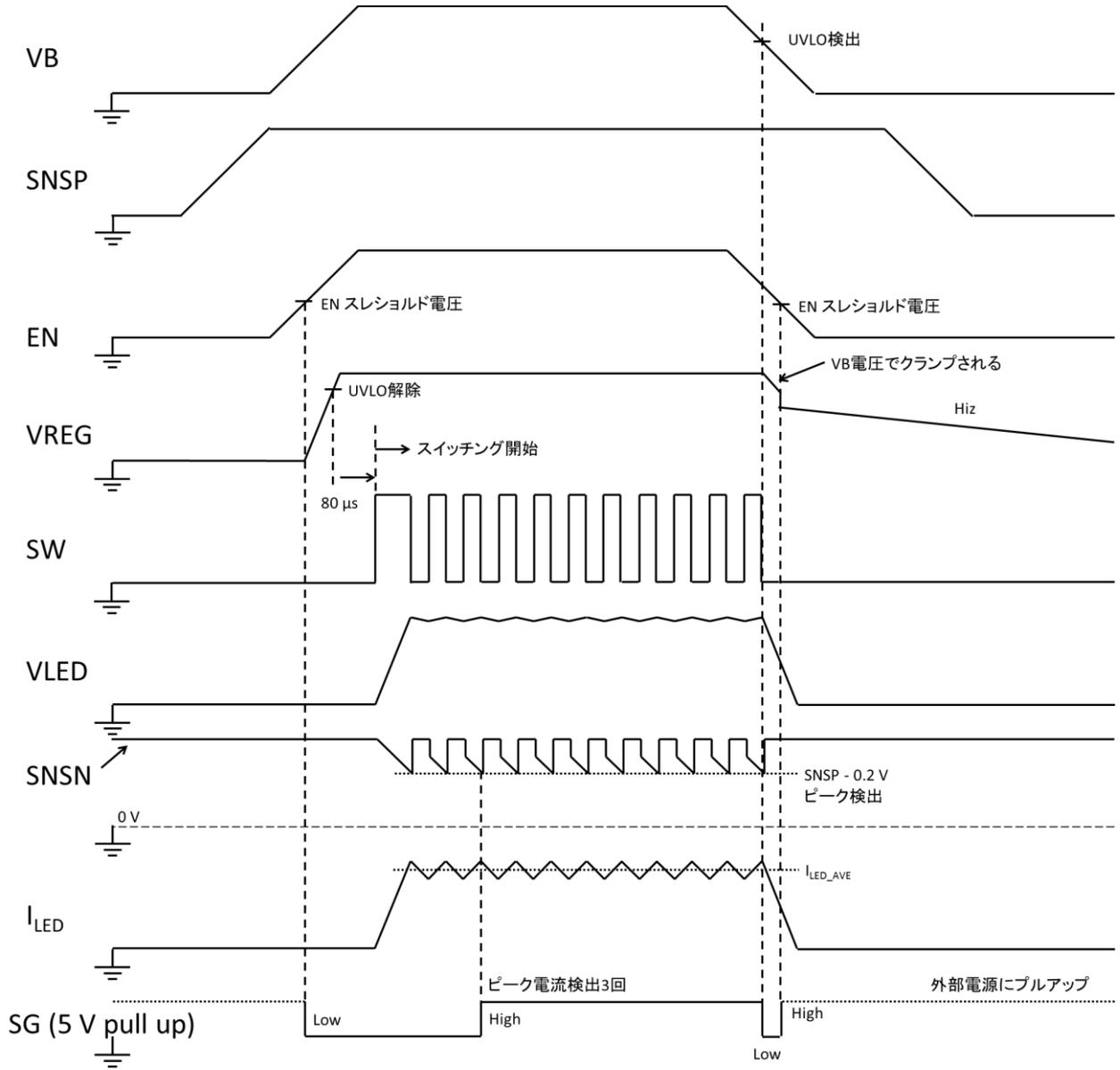
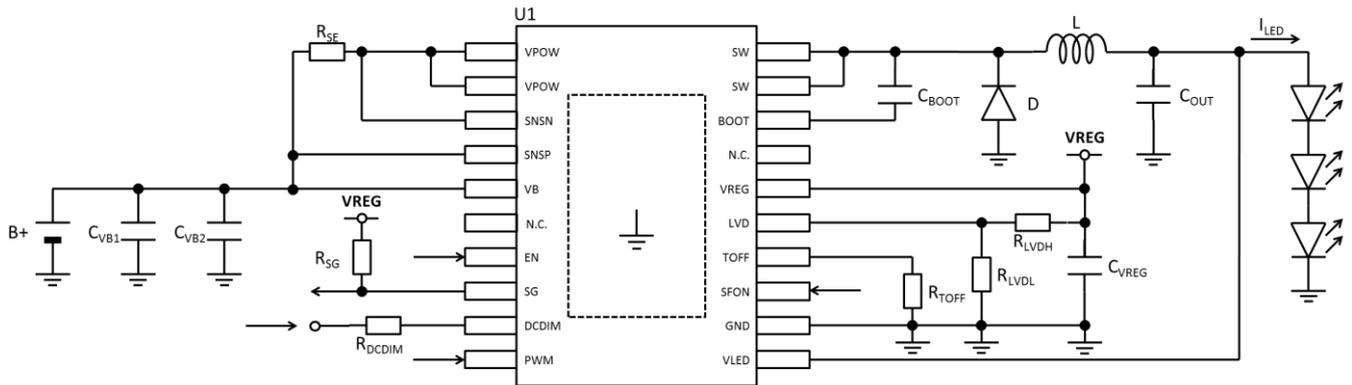


Figure 33. タイミングチャート(SNSP 立上げ ⇒ VB 立上げ)

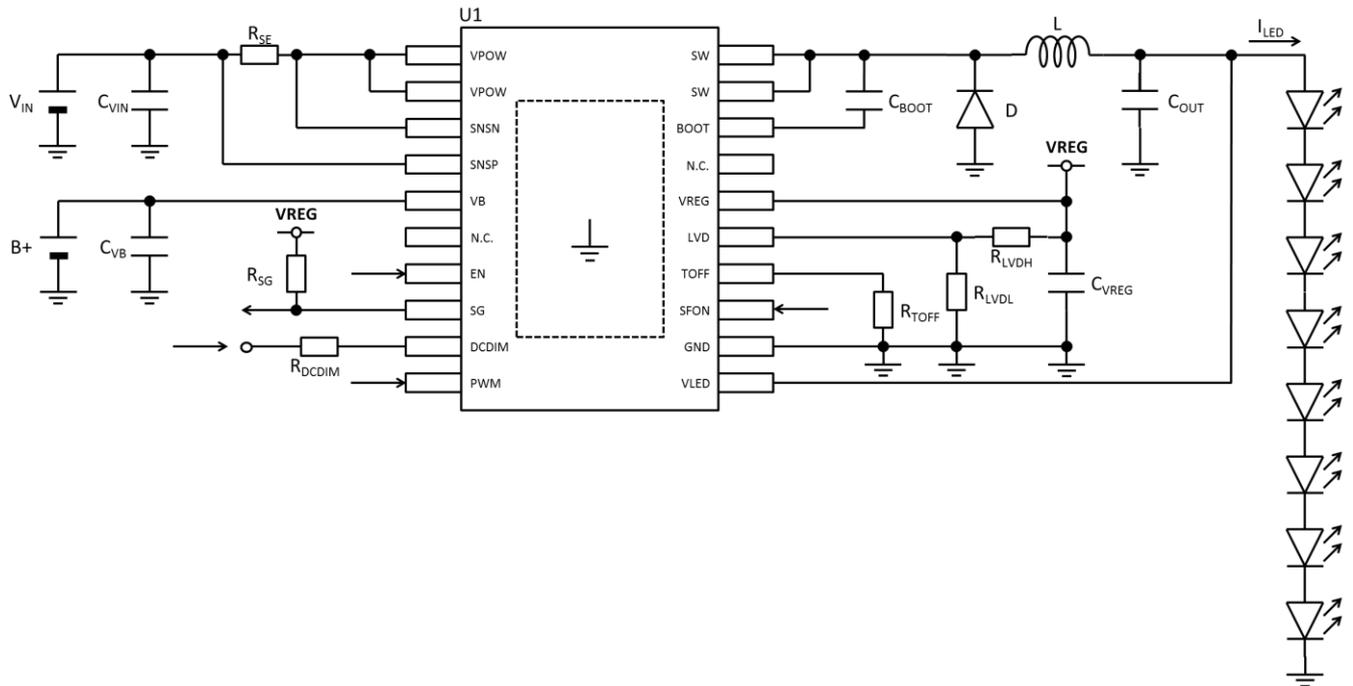
## 応用回路例

1 3 LEDs(白色),  $I_{LED} = 2\text{ A}$  設定Figure 34.  $V_B = 13\text{ V}$ ,  $I_{LED} = 2\text{ A}$ , LED = 3 直列, frequency = 210 kHz

## 推奨部品リスト

Parts	Symbol	Parts Name	Value	Unit	Product Maker
IC	U1	BD18395EFV-M	-	-	ROHM
Resistor	$R_{SE}$	LTR18	91	m $\Omega$	ROHM
	$R_{SG}$	MCR01	47	k $\Omega$	ROHM
	$R_{DCDIM}$	MCR01	10	k $\Omega$	ROHM
	$R_{TOFF}$	MCR01	11	k $\Omega$	ROHM
	$R_{LVDH}$	MCR01	30	k $\Omega$	ROHM
	$R_{LVDL}$	MCR01	20	k $\Omega$	ROHM
Capacitor	$C_{VB1}$	GCM32EC71H106KA	10	$\mu\text{F}$	Murata
	$C_{VB2}$	GCM155R71H104KE	0.1	$\mu\text{F}$	Murata
	$C_{BOOT}$	GCM155R71C224KE	0.22	$\mu\text{F}$	Murata
	$C_{VREG}$	GCM21BR71E225KA	2.2	$\mu\text{F}$	Murata
	$C_{OUT}$	GCM155R71H103KA	0.01	$\mu\text{F}$	Murata
Diode	D	RBR5LAM60ATF	-	-	ROHM
Inductor	L	CLF12577NIT-330M-D	33	$\mu\text{H}$	TDK

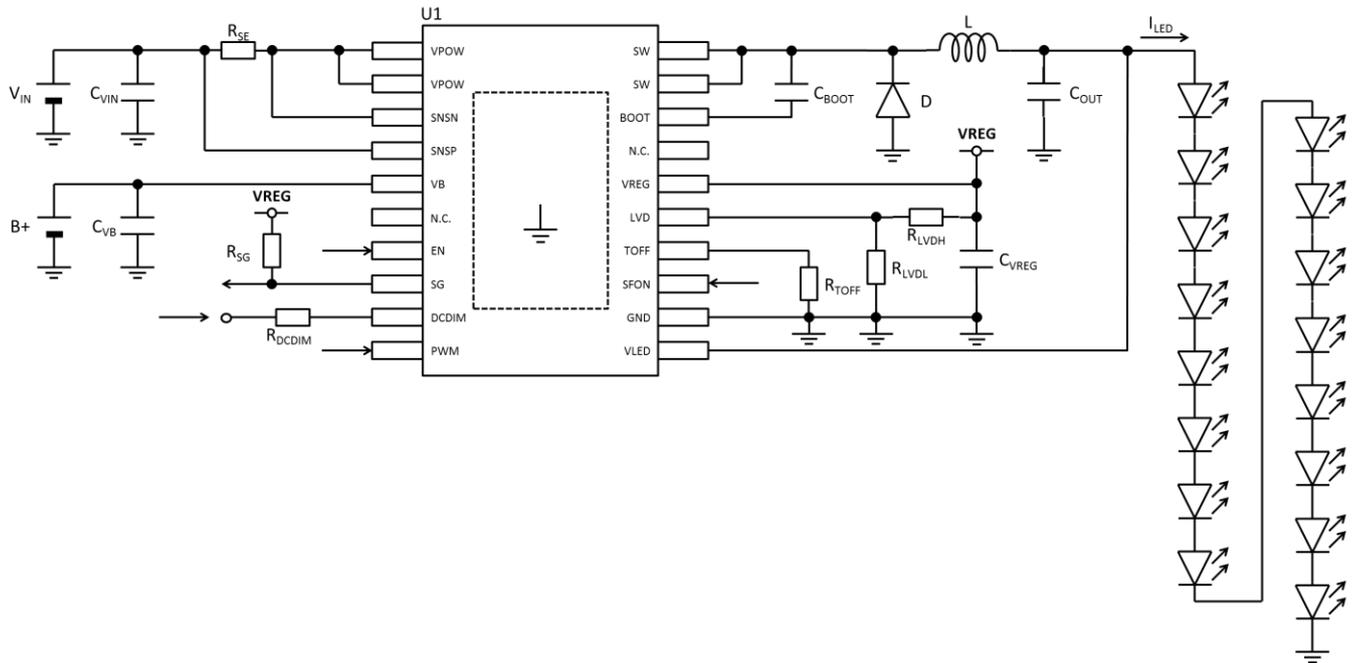
## 応用回路例 ー 続き

2 8 LEDs(白色),  $I_{LED} = 1 A$  設定Figure 35.  $V_{IN} = 48 V$ ,  $V_B = 13 V$ ,  $I_{LED} = 1 A$ , LED = 8 直列, frequency = 250 kHz

## 推奨部品リスト

Parts	Symbol	Parts Name	Value	Unit	Product Maker
IC	U1	BD18395EFV-M	-	-	ROHM
Resistor	R <sub>SE</sub>	LTR18	182	mΩ	ROHM
	R <sub>SG</sub>	MCR01	47	kΩ	ROHM
	R <sub>DCDIM</sub>	MCR01	10	kΩ	ROHM
	R <sub>TOFF</sub>	MCR01	40	kΩ	ROHM
	R <sub>LVDH</sub>	MCR01	30	kΩ	ROHM
	R <sub>LVDL</sub>	MCR01	20	kΩ	ROHM
Capacitor	C <sub>VIN</sub>	GCM32EC71H106KA	10	μF	Murata
	C <sub>VB</sub>	GCM21BR71C225KA	2.2	μF	Murata
	C <sub>BOOT</sub>	GCM155R71C224KE	0.22	μF	Murata
	C <sub>VREG</sub>	GCM21BR71E225KA	2.2	μF	Murata
	C <sub>OUT</sub>	GCM155R71H103KA	0.01	μF	Murata
Diode	D	RB058LAM100TF	-	-	ROHM
Inductor	L	CLF12577NIT-221M-D	220	μH	TDK

## 応用回路例 ー 続き

3 16 LEDs(黄色),  $I_{LED} = 350 \text{ mA}$  設定Figure 36.  $V_{IN} = 60 \text{ V}$ ,  $V_B = 13 \text{ V}$ ,  $I_{LED} = 350 \text{ mA}$ , LED = 黄色 16 直列, frequency = 350 kHz

## 推奨部品リスト

Parts	Symbol	Parts Name	Value	Unit	Product Maker
IC	U1	BD18395EFV-M	-	-	ROHM
Resistor	RSE	LTR18	510	mΩ	ROHM
	RSG	MCR01	47	kΩ	ROHM
	RDCDIM	MCR01	10	kΩ	ROHM
	RTOFF	MCR01	36	kΩ	ROHM
	RLVDH	MCR01	39	kΩ	ROHM
	RLVDL	MCR01	22	kΩ	ROHM
Capacitor	CVIN	GCM32DC72A475KE	4.7	μF	Murata
	CVB	GCM21BR71C225KA	2.2	μF	Murata
	CBOOT	GCM155R71C224KE	0.22	μF	Murata
	CVREG	GCM21BR71E225KA	2.2	μF	Murata
	COUT	GCM155R71H103KA	0.01	μF	Murata
Diode	D	RB058LAM100TF	-	-	ROHM
Inductor	L	CLF12577NIT-471M-D	470	μH	TDK

## 応用回路例 ー 続き

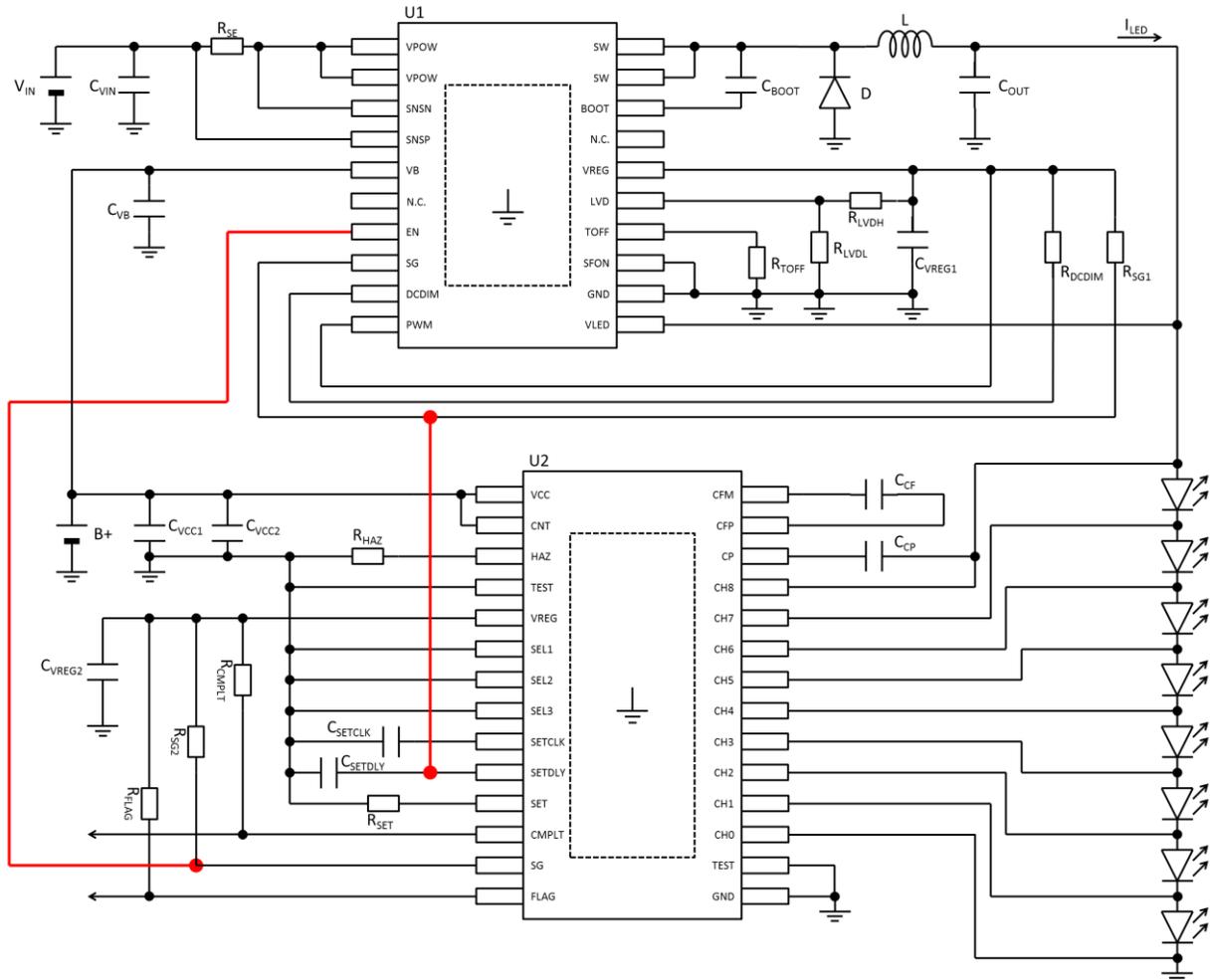
4 8 LEDs(黄色),  $I_{LED} = 300 \text{ mA}$  Matrix SW を使用する設定

Figure 37. BD18395EFV-M と BD18362EFV-M<sup>(Note 1)</sup>を使用した 8 ch シーケンシャルウインカー  
 {BD18395EFV-M :  $V_{IN} = 24 \text{ V}$ ,  $V_B = 13 \text{ V}$ ,  $I_{LED} = 300 \text{ mA}$ , LED = 黄色 8 灯(18.4 V), 動作周波数 = 310 kHz}  
 {BD18362EFV-M : 8 ch 設定、順次点灯時間  $t_{PS1} = 15 \text{ ms}$ 、点灯開始遅延時間  $t_{DL} = 1.25 \text{ ms}$ }

・ BD18395EFV-M と BD18362EFV-M<sup>(Note 1)</sup>を使用したシーケンシャルウインカーアプリケーション

BD18395EFV-M には SG 機能(ステータスグッド)が備わっており、この機能を利用することで BD18362EFV-M(8 ch Matrix SW)を使用したシーケンシャルウインカーアプリケーションを容易に設計することができます。

- ・ BD18362EFV-M の SG 信号を BD18395EFV-M の EN 端子に接続
- ・ BD18395EFV-M の SG 信号を BD18362EFV-M の SETDLY 端子に接続

上記 2 点の接続を行うことで、

動作開始

- BD18362EFV-M の SW がすべて ON 状態(BD18362EFV-M の SG 端子 = High)
- BD18395EFV-M の EN 端子 = High となりドライバ動作開始
- LED に正常に電流が流せる状態になると BD18395EFV-M の SG 端子 = High
- BD18362EFV-M の SETDLY = High となりシーケンシャル動作を開始

という動作となるため、起動時間設定のバラツキによる LED 起動時のチャタリングを防ぐことができます。

(Note 1) BD18362EFV-M の使用方法については datasheet を参照してください。

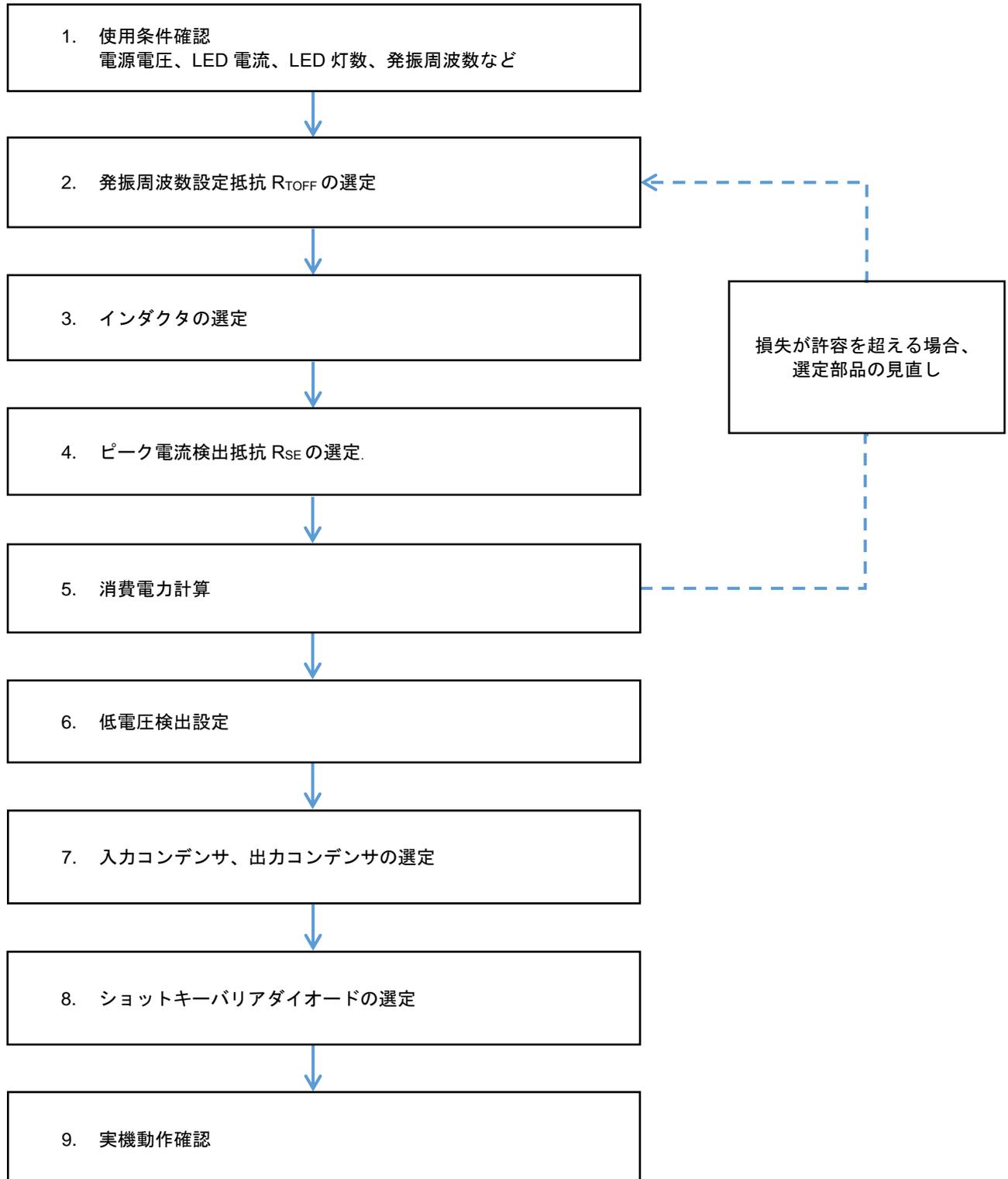
4 8 LEDs(黄色), I<sub>LED</sub> = 300 mA Matrix SW を使用する設定 — 続き

## 推奨部品リスト

Parts	Symbol	Parts Name	Value	Unit	Product Maker
IC	U1	BD18395EFV-M	-	-	ROHM
Resistor	R <sub>SE</sub>	LTR18	510	mΩ	ROHM
	R <sub>SG1</sub>	MCR01	47	kΩ	ROHM
	R <sub>DIM</sub>	MCR01	10	kΩ	ROHM
	R <sub>TOFF</sub>	MCR01	13	kΩ	ROHM
	R <sub>LVDH</sub>	MCR01	39	kΩ	ROHM
	R <sub>LVDL</sub>	MCR01	22	kΩ	ROHM
Capacitor	C <sub>VIN</sub>	GCM32EC71H106KA	4.7	μF	Murata
	C <sub>VB</sub>	GCM21BR71C225KA	2.2	μF	Murata
	C <sub>BOOT</sub>	GCM155R71C224KE	0.22	μF	Murata
	C <sub>VREG</sub>	GCM21BR71E225KA	2.2	μF	Murata
	C <sub>OUT</sub>	GCM155R71H103KA	0.01	μF	Murata
Diode	D	RBR5LAM60ATF	-	-	ROHM
Inductor	L	CLF12577NIT-221M-D	220	μH	TDK
IC	U2	BD18362EFV-M	-	-	ROHM
Resistor	R <sub>HAZ</sub>	MCR01	10	kΩ	ROHM
	R <sub>SET</sub>	MCR01	10	kΩ	ROHM
	R <sub>CMPLT</sub>	MCR01	22	kΩ	ROHM
	R <sub>FLAG</sub>	MCR01	22	kΩ	ROHM
	R <sub>SG2</sub>	MCR01	22	kΩ	ROHM
Capacitor	C <sub>VCC1</sub>	GCM32EC71H106KA	10	μF	Murata
	C <sub>VCC2</sub>	GCM155R71H104KE	0.1	μF	Murata
	C <sub>VREG2</sub>	GCM21BR71C225KA49	2.2	μF	Murata
	C <sub>SETDLY</sub>	GCM155R71H473KE01	0.047	μF	Murata
	C <sub>SETCLK</sub>	GCM2162C1K472JA01	0.0047	μF	Murata
	C <sub>CF</sub>	GCJ188R71H473KA12	0.047	μF	Murata
	C <sub>CP</sub>	GCJ188R71H473KA12	0.047	μF	Murata

## アプリケーション部品選定方法

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。



## アプリケーション部品選定方法 — 続き

## 1. 使用条件確認

定数を算出するため使用条件を確認します。

- |     |                     |                  |
|-----|---------------------|------------------|
| 1.1 | LED 電流(平均)          | : $I_{LED\_AVE}$ |
| 1.2 | 電源電圧                | : $V_{SNSP}$     |
| 1.3 | VLED 電圧             | : $V_{VLED}$     |
| 1.4 | 発振周波数               | : $f_{SW}$       |
| 1.5 | ショットキーバリアダイオード順方向電圧 | : $V_{SBD}$      |

2. 発振周波数設定用抵抗  $R_{TOFF}$  の選定

電源電圧  $V_{SNSP}$  と VLED 端子電圧  $V_{VLED}$  より発振周波数を計算します。外付け抵抗  $R_{TOFF}$  により発振周波数の調整が可能です。発振周波数  $f_{SW}$  は以下の式で求めます。

$$f_{SW} = \frac{V_{SNSP} - V_{VLED}}{V_{SNSP} + V_{SBD}} \times \frac{1}{t_{OFF}} = \frac{V_{SNSP} - V_{VLED}}{V_{SNSP} + V_{SBD}} \times \frac{V_{VLED}}{1.05 \times 10^{-9} \times R_{TOFF}} \quad [\text{Hz}]$$

$R_{TOFF}$  : TOFF 端子に接続する外付け抵抗値

$V_{VLED}$  : LED Vf 電圧(= VLED 端子電圧)

$V_{SNSP}$  : SNSP 端子電圧

$V_{SBD}$  : 外付けショットキーバリアダイオード順方向電圧

Matrix SW コントローラと組み合わせて使用し、LED の灯数が切り替わる際は、LED 灯数最小時(0 灯以外)と LED 灯数最大時のどちらかで周波数が最小となります。

また、 $V_{VLED} = V_{SNSP} / 2$  の時に発振周波数が最大となります。

## 3. インダクタの選定

LED 電流のリップル  $I_{LED\_RIPPLE}$  を計算し、最適なインダクタ値を選択します。

リップル電流は流したい LED 電流の 5 % 以上、20 % 以下の範囲を推奨します。

上記 2 で求めた  $R_{TOFF}$  の値をもとにインダクタ値を算出します。

LED リップル電流  $I_{LED\_RIPPLE}$  は以下の式で求めます。

$$I_{LED\_RIPPLE} = \frac{V_{VLED} + V_{SBD}}{L} \times t_{OFF} = \frac{V_{VLED} + V_{SBD}}{L} \times 1.05 \times 10^{-9} \times \frac{R_{TOFF}}{V_{VLED}} \quad [\text{A}]$$

$R_{TOFF}$  : TOFF 端子に接続する外付け抵抗値

$V_{VLED}$  : LED Vf 電圧(= VLED 端子電圧)

$V_{SBD}$  : 外付けショットキーバリアダイオード順方向電圧

$L$  : インダクタ値

4. ピーク電流検出抵抗  $R_{SE}$  の選定

LED 平均電流  $I_{LED\_AVE}$  を計算し、ピーク電流検出抵抗  $R_{SE}$  の値を選択します。

上記 2、3 で求めた  $R_{TOFF}$ 、 $L$  の値をもとに LED 平均電流を求め、ピーク電流検出抵抗の値を算出します。

LED 平均電流  $I_{LED\_AVE}$  は以下の式で求めます。

$$I_{LED\_AVE} = \frac{0.2}{R_{SE}} - \frac{I_{LED\_RIPPLE}}{2} \quad [\text{A}]$$

$R_{SE}$  : ピーク電流検出抵抗

$I_{LED\_RIPPLE}$  : LED リップル電流

## アプリケーション部品選定方法 — 続き

## 5. 消費電力確認

入力電圧、LED 灯数、LED 平均電流、発振周波数より消費電力を算出します。  
IC の消費電力は以下の式で求めます。

$$P_{TOTAL} = P_{FET} + P_{preDRV} + P_{ICC} \text{ [W]}$$

$$P_{FET} = P_{tr} + P_{tf} + P_{ton} + P_{toff} \text{ [W]}$$

$$P_{ICC} = V_B \times I_{CCVB} + V_{SNSP} \times I_{CCSNSP} \text{ [W]}$$

$$P_{tf} = V_{SNSP} \times I_{L\_AVE} \times 0.5 \times t_f \times f_{SW} \text{ [W]}$$

$$P_{toff} = \frac{V_{SBD}^2}{R_{ONL}} \times \frac{V_{SNSP} - V_{VLED}}{V_{SNSP} + V_{SBD}} \text{ [W]}$$

$$P_{preDRV} = Q_g \times V_{REG} \times f_{SW} \text{ [W]}$$

$$P_{tr} = V_{SNSP} \times I_{L\_AVE} \times 0.5 \times t_r \times f_{SW} \text{ [W]}$$

$$P_{ton} = I_{L\_AVE} \times I_{L\_AVE} \times R_{ONH} \times \frac{V_{VLED} + V_{SBD}}{V_{SNSP} + V_{SBD}} \text{ [W]}$$

$P_{TOTAL}$	: 消費電力合計
$V_{SNSP}$	: SNSP 電圧
$V_B$	: VB 電圧
$V_{VLED}$	: VLED 電圧
$V_{REG}$	: VREG 電圧
$V_{SBD}$	: ショットキーバリアダイオード順方向電圧
$I_{L\_AVE}$	: 平均インダクタ電流
$I_{CCSNSP}$	: SNSP 電流
$I_{CCVB}$	: VB 電源電流
$Q_g$	: ゲート電荷 (1.4 nC)
$f_{SW}$	: 発振周波数
$R_{ONH}$	: VPOW-SW 端子間 MOS FET ON 抵抗値
$R_{ONL}$	: SW-GND 端子間 MOS FET ON 抵抗値
$t_r$	: SW 端子立ち上がり時間
$t_f$	: SW 端子立ち下がり時間

## 6. 低電圧検出設定

Matrix SW コントローラを使用しスイッチがすべてオンして LED が 0 灯となる状況がある場合、LED が 0 灯であることを検出する低電圧検出電圧  $V_{LVD}$  を設定する必要があります。低電圧検出電圧は、LVD 端子に外部から入力した電圧値によって設定します。VREG 端子と GND 端子間に外付け抵抗  $R_{LVDH}$ 、 $R_{LVDL}$  を接続してください。また、低電圧検出電圧は 1.5 V ~ 2.75 V の範囲となるように設定してください。LED1 灯時の  $V_f$  電圧よりも低く設定する必要があります。

低電圧検出電圧  $V_{LVD}$  は以下の式で求めます。

$$V_{LVD} = V_{REG} \times \frac{R_{LVDL}}{R_{LVDH} + R_{LVDL}} \text{ [V]}$$

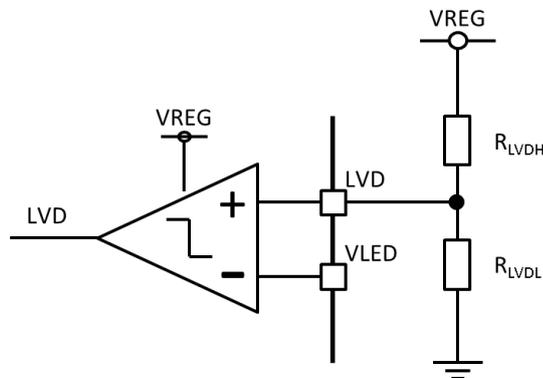


Figure 38. LVD 電圧設定方法

## アプリケーション部品選定方法 - 続き

## 7. 入力コンデンサ、出力コンデンサ選定

スイッチングタイプの LED ドライバでは、ピーク電流が入力～出力間で流れるため、入力側にコンデンサが必要です。そのため入力コンデンサとして 4.7  $\mu$ F 以上かつ ESR が 100 m $\Omega$  以下の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すると、入力に過大なリップルが重畳し、IC の誤動作を引き起こす可能性があります。

## 8. ショットキーバリアダイオード選定

スイッチングタイプの降圧 LED ドライバでは、High side FET が OFF した際に、外付けのショットキーバリアダイオードから電流を供給します。そのため、LED 電流より十分電流容量の高いショットキーバリアダイオードを選定してください。また、ダイオードの Vf 電圧が高いと電力損失分が上がるだけでなく、SW 端子電圧が負電圧となることで LSI 内部の回路が誤動作を引き起こす可能性があるため、できるだけ Vf 電圧が低いダイオードを推奨します。

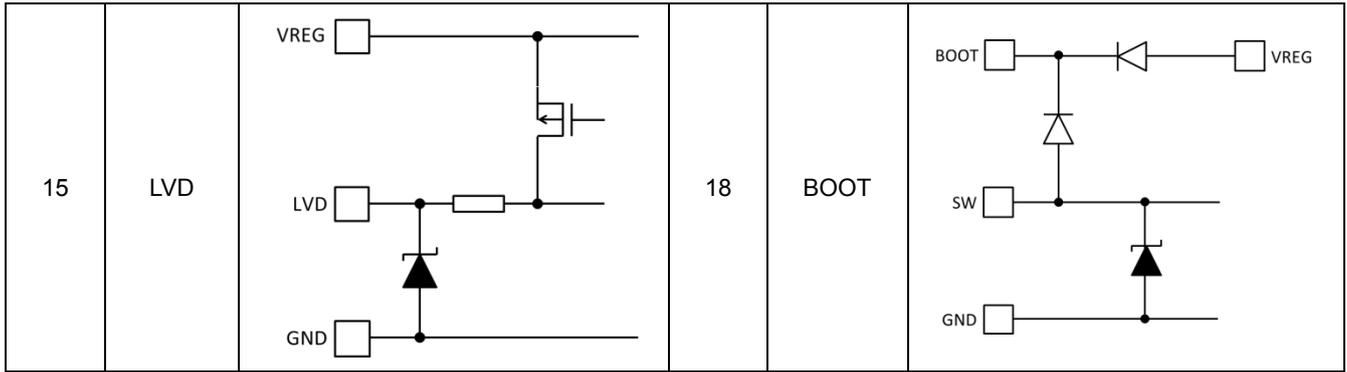
## 9. 実機動作確認

LED 電流、入力電圧、出力電圧、インダクタ値、負荷容量、スイッチング周波数、実装パターンなどにより特性は変化しますので、必ず実機での確認を行ってください。

入出力等価回路図

<p>1 2 4 19 20</p>	<p>VPOW VPOW SNSP SW SW</p>		<p>9</p>	<p>DCDIM</p>	
<p>3</p>	<p>SNSN</p>		<p>10</p>	<p>PWM</p>	
<p>5 16</p>	<p>VB VREG</p>		<p>11</p>	<p>VLED</p>	
<p>7</p>	<p>EN</p>		<p>13</p>	<p>SFON</p>	
<p>8</p>	<p>SG</p>		<p>14</p>	<p>TOFF</p>	

入出力等価回路図 - 続き



## 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。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、低温で容量低下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**

L 負荷駆動端子（例：モータドライバの出力、DC-DC コンバータの出力など）については、L 負荷の逆起電圧の影響でグラウンド以下に振れることが考えられます。L 負荷駆動端子が逆起電圧によって負電位になる場合を除き、グラウンド端子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、L 負荷駆動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。使用条件、環境及び L 負荷個々の特性によっては誤動作などの不具合が発生する可能性があります。IC の動作などに問題のないことを十分ご確認ください。

**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. 推奨動作条件について**

推奨動作条件で規定される範囲で IC の機能・動作を保証します。また、特性値は電気的特性で規定される各項目の条件下においてのみ保証されます。

**6. 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。

**7. 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端子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。

**8. 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。

**9. 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。

## 使用上の注意 — 続き

## 10. 各入力端子について

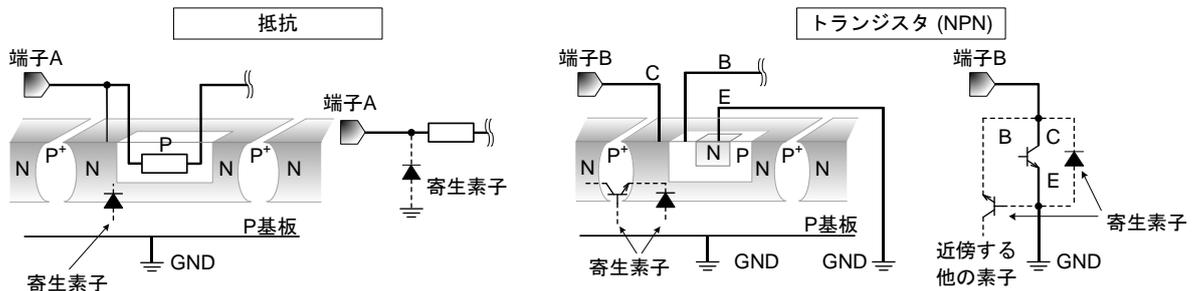
本 IC はモノリシック IC であり、各素子間に素子分離のための P+アイソレーションと、P 基板を有しています。この P 層と各素子の N 層とで P-N 接合が形成され、各種の寄生素子が構成されます。

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 > (端子 A)の時、トランジスタ(NPN)では GND > (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 > (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。



モノリシック IC 構造例

## 11. 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。

## 12. 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。最高接合部温度内でご使用いただきますが、万が一最高接合部温度を超えた状態が継続すると、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。

## 13. 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。

## 14. 機能安全について

「ISO 26262 ASIL-x に準拠したプロセスで開発」とは、記載した ASIL レベルに準拠した ISO 26262 対応プロセスで開発した LSI であることを示します。

「機能安全をサポートする安全機構を搭載(ASIL-x)」とは、記載している ASIL レベルに必要な安全機構を搭載した LSI であることを示します。

「機能安全をサポート」とは、車載向けに開発した LSI で、機能安全に関する安全分析のサポートをすることが可能であることを示します。

※「ASIL-x」の「x」は、「A」、「B」、「C」、「D」のいずれかを表します。

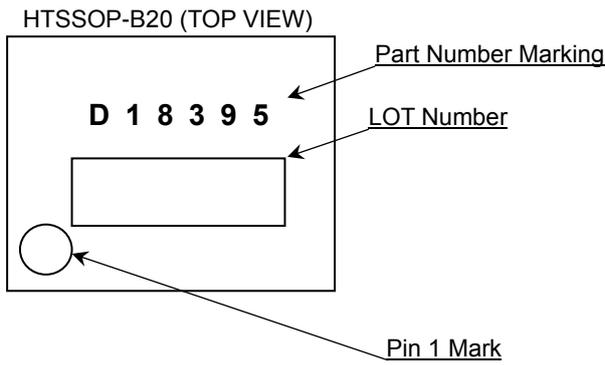
発注形名情報

B D 1 8 3 9 5 E F V - M E 2

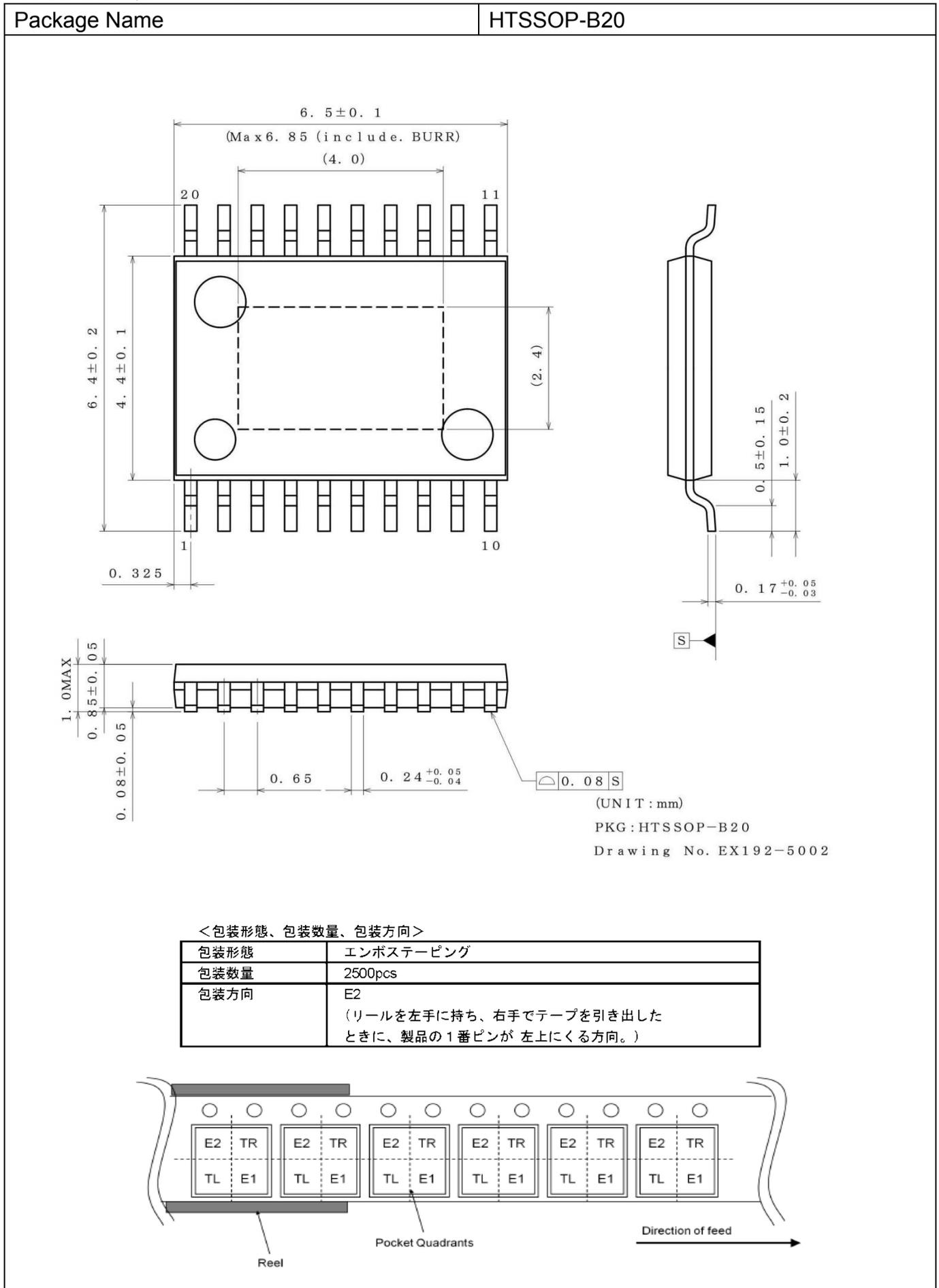
パッケージ  
EFV : HTSSOP-B20

製品ランク  
M : 車載ランク製品  
包装、フォーミング仕様  
E2 : リール状エンボステーパーピング

標印図



外形寸法図と包装・フォーミング仕様



## 改訂履歴

日付	Rev.	変更内容
2020.12.15	001	新規作成

# 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<sup>(Note 1)</sup>、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、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>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、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>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。