

昇圧 LED ドライバ

車載用 1ch 大電流 LED コントローラ

BD18353EFV-M BD18353MUF-M

概要

BD18353EFV-M/MUF-Mは1ch LED コントローラです。ハイサイド電流検出アンプを内蔵しています。内蔵PWM生成回路により、PWM 調光 Duty を自由に設定できます。PWM 調光は外付け P-ch MOSFET を駆動することで実現しています。LED の異常状態を FAULT_B 端子に出力します。2 系統のアナログ調光を内蔵しています。アナログ調光及び PWM 調光設定用の高精度 3.0 V 出力電源を内蔵しています。

重要特性

- 入力電圧範囲 : 5 V ~ 65 V
- 出力最大電圧 : 65 V
- LED 電流センス電圧精度 : ±3 %
- スイッチング周波数 : 200 kHz ~ 2.5 MHz
- 動作周囲温度 : -40 °C ~ +125 °C

特長

- AEC-Q100 対応^(Note 1)
- 機能安全をサポート
- レールトゥレール電流センスアンプ
- PWM 調光信号生成回路
- 過電圧保護 (OVP)
- 短絡保護 (SCP)
- アナログ調光 (2 系統)
- DRL モード (100 % Duty) イネーブル
- LED 状態異常出力 (FAULT_B)
- スペクトラム拡散 ON/OFF (SSFM_B)

(Note 1) Grade1

パッケージ

HTSSOP-B20
VQFN20FV3535

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

6.5 mm x 6.4 mm x 1.0 mm
3.5 mm x 3.5 mm x 1.0 mm



HTSSOP-B20

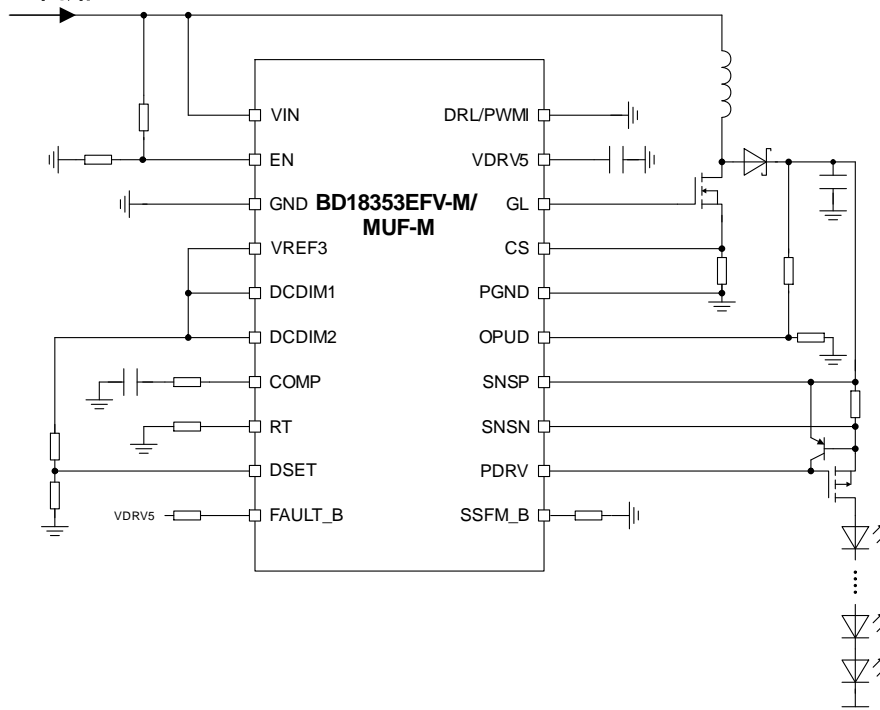


VQFN20FV3535

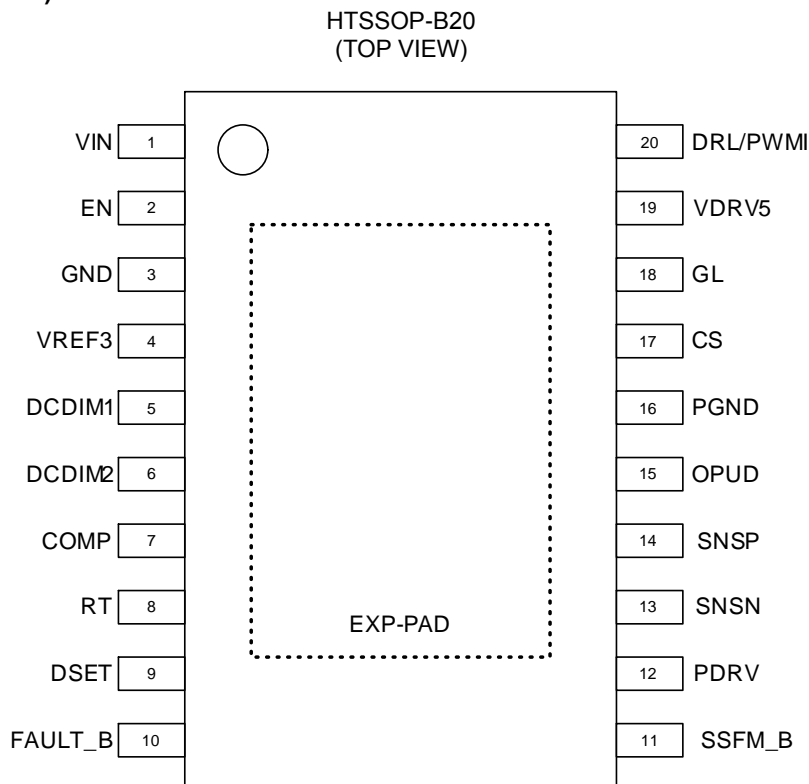
用途

- 車載エクステリアランプ用
リア、ターン、DRL/ポジション、フォグ、ハイ/ロー
ビームなど

基本アプリケーション回路



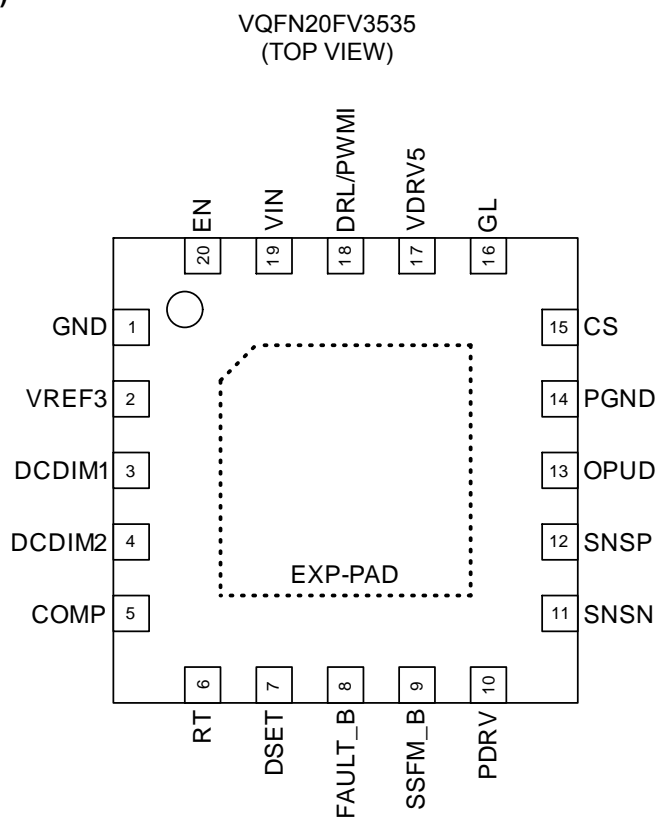
端子配置図 (HTSSOP-B20)



端子説明 (HTSSOP-B20)

端子番号	記号	機能
1	VIN	電源入力
2	EN	イネーブル入力
3	GND	GND
4	VREF3	アナログ調光、PWM 調光 Duty 設定用基準電圧
5	DCDIM1	アナログ調光入力
6	DCDIM2	アナログ調光入力
7	COMP	フィードバック補償コンデンサ接続
8	RT	スイッチング周波数設定用抵抗接続
9	DSET	PWM 調光 Duty 設定電圧入力 (VREF3 ~ GND 抵抗分圧接続)
10	FAULT_B	異常状態フラグ用オープンドレイン出力
11	SSFM_B	スペクトラム拡散周波数変調イネーブル入力 (SSFM enable @SSFM_B = Low)
12	PDRV	PWM 調光、LED 保護用、P-ch MOSFET ゲートドライブ端子
13	SNSN	電流センス入力 (-)
14	SNSP	電流センス入力 (+)
15	OPUD	過電圧保護、減電圧検出用、出力電圧モニタ端子 (出力 ~ GND 抵抗分圧接続)
16	PGND	Power GND
17	CS	インダクタ電流センス入力
18	GL	N-ch MOSFET ゲート駆動出力
19	VDRV5	ゲート駆動 5 V バイアス電源用バイパスコンデンサ接続
20	DRL/PWMI	DRL モード (100 % Duty) 信号入力/外部 PWM 調光信号入力
-	EXP-PAD	放熱パッド。EXP-PAD は GND 接続してください。

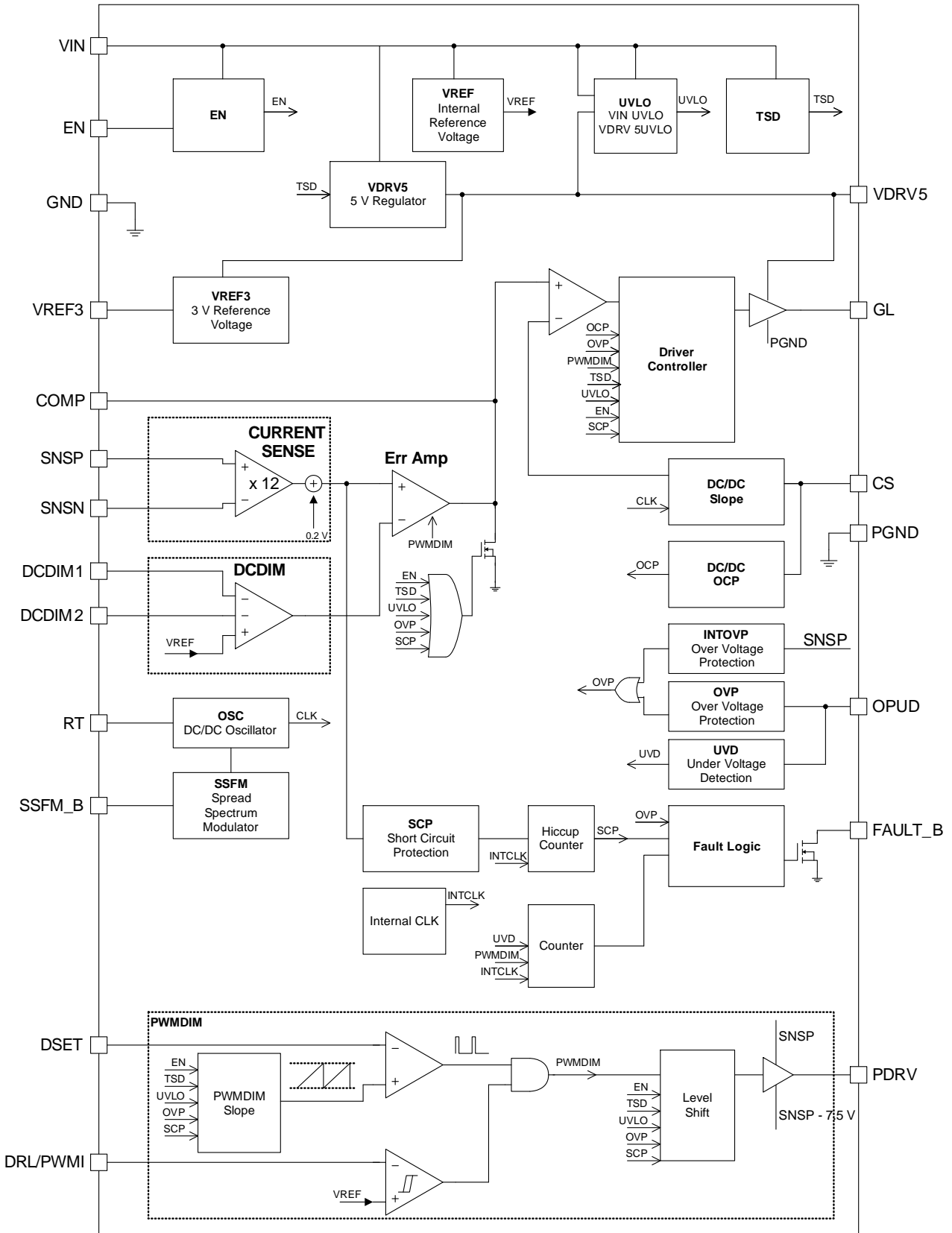
端子配置図 (VQFN20FV3535)



端子説明 (VQFN20FV3535)

端子番号	記号	機能
1	GND	GND
2	VREF3	アナログ調光、PWM 調光 Duty 設定用基準電圧
3	DCDIM1	アナログ調光入力
4	DCDIM2	アナログ調光入力
5	COMP	フィードバック補償コンデンサ接続
6	RT	スイッチング周波数設定用抵抗接続
7	DSET	PWM 調光 Duty 設定電圧入力 (VREF3 ~ GND 抵抗分圧接続)
8	FAULT_B	異常状態フラグ用オープンドレイン出力
9	SSFM_B	スペクトラム拡散周波数変調イネーブル入力 (SSFM enable @SSFM_B = Low)
10	PDRV	PWM 調光、LED 保護用、P-ch MOSFET ゲートドライブ端子
11	SNSN	電流センス入力 (-)
12	SNSP	電流センス入力 (+)
13	OPUD	過電圧保護、減電圧検出用、出力電圧モニタ端子 (出力 ~ GND 抵抗分圧接続)
14	PGND	Power GND
15	CS	インダクタ電流センス入力
16	GL	N-ch MOSFET ゲート駆動出力
17	VDRV5	ゲート駆動 5 V バイアス電源用バイパスコンデンサ接続
18	DRL/PWMI	DRL モード (100 % Duty) 信号入力/外部 PWM 調光信号入力
19	VIN	電源入力
20	EN	イネーブル入力
-	EXP-PAD	放熱パッド。EXP-PAD は GND 接続してください。

ブロック図



各ブロック動作説明

1 N-ch MOSFET ゲートドライバ及び内部回路用電源 (VDRV5)

VDRV5 電圧 5.0 V (Typ) は、VIN 端子の電圧から生成されます。この電圧は、IC の内部電源及び DC/DC N-ch MOSFET を駆動するための電源として使用されます。また、FAULT_B 端子のプルアップ抵抗にも電流を供給します。DC/DC N-ch MOSFET と抵抗に供給される合計電流は、 I_{DRV5LM} (VDRV5 出力電流リミット)以下に設定してください。DC/DC N-ch MOSFET (I_{MOSFET}) に供給される電流は、次の式で計算できます。

$$I_{MOSFET} = Q_G \times f_{SW}$$

Q_G : MOSFET のゲートチャージ
 f_{SW} : DC/DC スイッチング周波数

$C_{VDRV5} = 2.2 \mu F$ をフィードバック補償コンデンサとして VDRV5 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、VDRV5 端子と IC グラウンドを最小の配線で接続してください。
 この IC 以外の電源として VDRV5 を使用しないでください。

2 基準電圧 (VREF3)

VREF3 電圧 3.0 V (Typ) は、VDRV5 端子電圧から生成されます。VREF3 は、PWM 調光 Duty 及びアナログ調光設定の基準電圧として使用されます。VREF3 端子から DSET 端子、DCDIM1 端子、及び DCDIM2 端子に抵抗分割により設定された電圧を入力します。
 コンデンサを VREF3 端子に接続しないでください。
 この IC 以外の電源として VREF3 を使用しないでください。

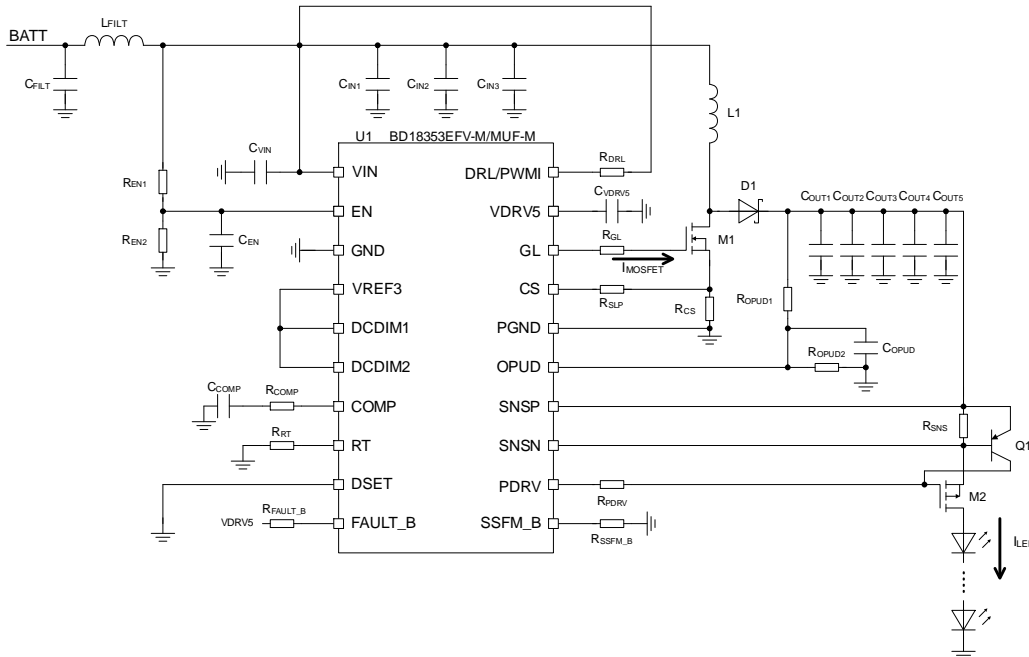
3 LED 電流設定 (CURRENT SENSE)

LED 電流 (I_{LED}) は SNSP 端子と SNSN 端子間に接続された抵抗 R_{SNS} により設定します。

$$I_{LED} = \frac{V_{SNS_100\%}}{R_{SNS}} \quad [A]$$

$$V_{DCDIM1}, V_{DCDIM2} > V_{DCD_100\%}$$

$V_{SNS_100\%}$: LED 電流センス電圧



各ブロック動作説明 — 続き

4 PWM 調光 (PWMDIM)

4.1 外付け P-ch MOSFET 駆動

PDRV 端子は外付け P-ch MOSFET を駆動して PWM 調光を実現します。P-ch MOSFET のゲートを PDRV 端子に接続します。PDRV 端子は SNSP 及び SNSP-7.5 V (Typ) を出力します。起動及び再起動時 (UVLO、TSD、SCP、OVP のリリース後、または EN = High 入力後)、DC/DC のスイッチング開始後、PDRV 端子は SNSP - 7.5 V (Typ) を出力します。PDRV 出力電圧と DC/DC 出力電圧 (SNSP 電圧) には、下図に示す特性があります。

LED 素子の数が少ない場合は、下図に示す特性を考慮して設計及び評価してください。外付け P-ch MOSFET を駆動できない可能性があります。

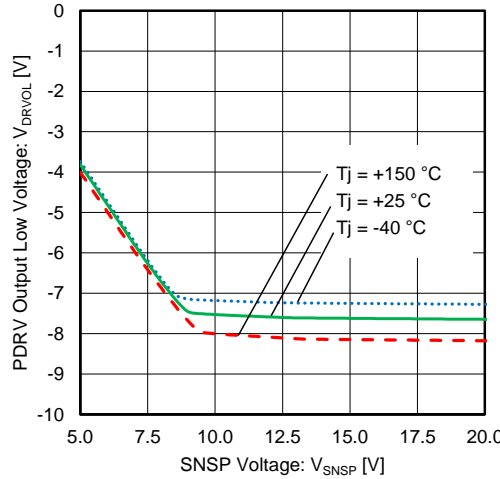


Figure 1. PDRV Output Low Voltage vs SNSP Voltage

4.2 PWM 調光 Duty 設定

BD18353EFV-M/MUF-M には、PWM 調光パルス生成回路が組み込まれています。内蔵のランプ波形と DSET 端子への電圧入力で PWM 調光 Duty を設定します。DSET 端子の電圧は、抵抗分圧によって VREF3 端子から設定されます。設定 Duty D_{PWM} は次の式で計算できます。

$$D_{PWM} = \frac{V_{DSET} - V_{RAMPB}}{V_{RAMPP} - V_{RAMPB}} \times 100 \quad [\%]$$

R_{DSET1} 、 R_{DSET2} : PWM 調光 Duty 設定抵抗

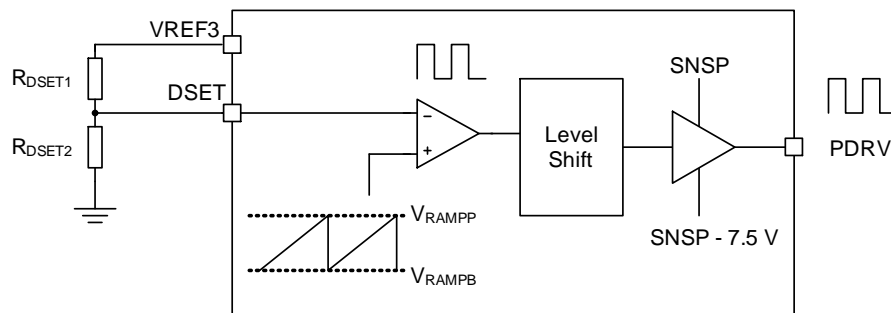
$$D_{PWM} = \frac{V_{REF3} \times \frac{R_{DSET2}}{R_{DSET1} + R_{DSET2}} - V_{RAMPB}}{V_{RAMPP} - V_{RAMPB}} \times 100 \quad [\%]$$

例 : $R_{DSET1} = 20 \text{ k}\Omega$ 、 $R_{DSET2} = 10 \text{ k}\Omega$ の時

$$D_{PWM} (Typ) = \frac{3.00 \times \frac{10 \text{ k}\Omega}{20 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} - 0.40}{2.40 - 0.40} \times 100 = 30.0 \quad [\%]$$

V_{RAMPP} : PWM 内部ランプ上限電圧 = 2.40 V (Typ)

V_{RAMPB} : PWM 内部ランプ下限電圧 = 0.40 V (Typ)

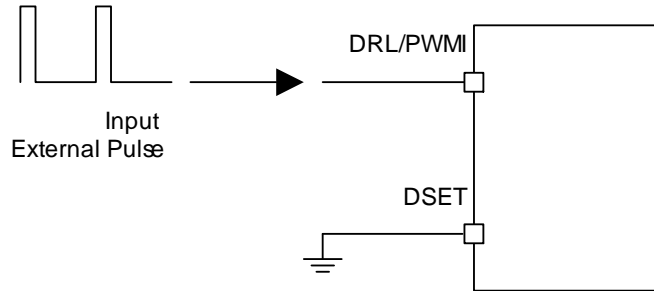


UVLO 検出、OVP 検出、SCP 検出 (ヒックアップ動作中)、TSD 検出または EN = Low 入力で、内部ランプ電圧は V_{RAMPB} 電圧になります。

4 PWM 調光 (PWMDIM) — 続き

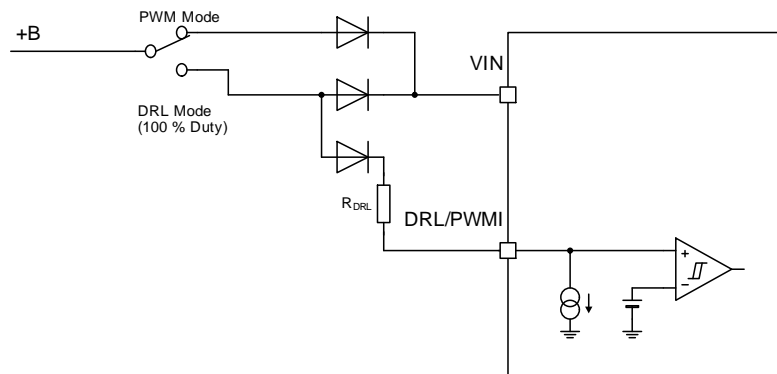
4.3 外部パルス信号入力による PWM 調光

DRL/PWMI 端子の電圧が V_{DRLIH} 以上の場合、PWM 100 % Duty 設定で動作します。DRL/PWMI 端子の電圧が V_{DRLIL} 以下の場合、DSET 端子による PWM 調光 Duty 設定で動作します。したがって、外部 PWM パルス信号で PWM 調光を制御するには、DSET 端子を GND に接続し、PWM 信号を DRL/PWMI 端子に入力します。



4.4 DRL モード (100 % Duty) イネーブル入力

PWM 調光と DRL モード (100 % Duty) は、DRL/PWMI 端子の入力電圧によって切り替えることができます。DRL/PWMI 端子の電圧が V_{DRLIH} 以上の場合、PWM 100 % Duty 設定で動作します。DRL/PWMI 端子の電圧が V_{DRLIL} 以下の場合、DSET 端子による PWM 調光 Duty 設定で動作します。DRL/PWMI 端子は高電圧素子で構成されており、バッテリー電圧を直接入力できます。DRL/PWMI 端子は電流によってプルダウンされます。DRL/PWMI 端子と VDRV5 端子間の短絡を考慮し、下図に示すように制限抵抗 R_{DRL} (47 kΩ 以上) を挿入することを推奨します。



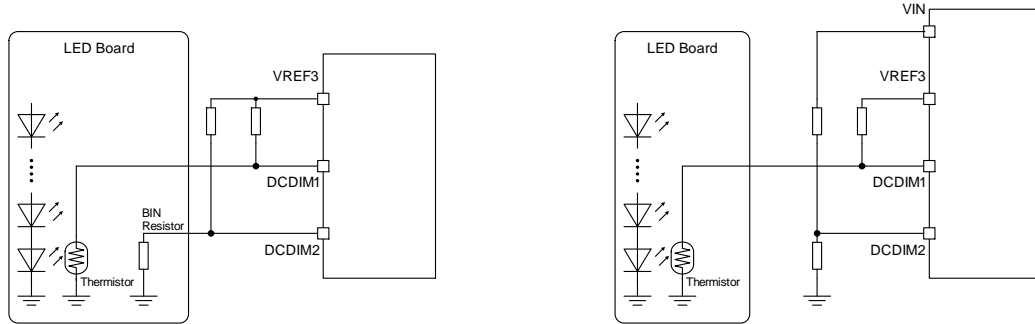
DRL モード (100 % Duty) 切り替え回路例

各ブロック動作説明 — 続き

5 アナログ調光 (DCDIM)

BD18353EFV-M/MUF-M のアナログ調光機能は 2 つのシステムがあります。例えば、Figure 2. (a) 熱ディレーティング機能と BIN 設定機能、または Figure 2. (b) 熱ディレーティング機能と入力低電圧ディレーティング機能のように使用できます。

DCDIM1 または DCDIM2 端子 (低電圧が優先) が 2.2 V (Typ) 以下になると、LED 電流が減少します。アナログ調光機能を使用しない場合は、DCDIM1、DCDIM2 電圧を VREF3 端子に接続するなど、2.5 V 以上に設定します。アナログ調光率が低いと、DC/DC 制御が不安定になり、LED がちらつくことがあります。評価で十分に確認してください。



(a) 熱ディレーティング機能と BIN 設定機能

(b) 熱ディレーティング機能と入力低電圧ディレーティング機能

Figure 2. アナログ調光アプリケーション例

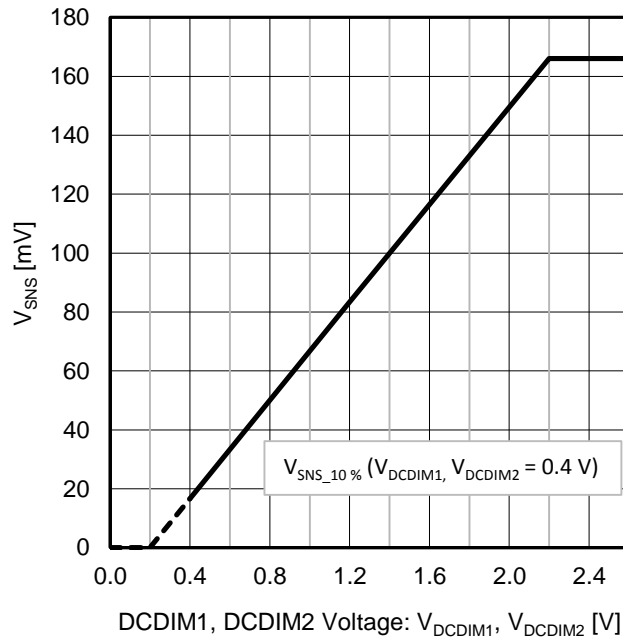


Figure 3. V_{SNS} vs DCDIM1, DCDIM2 Voltage

各ブロック動作説明 — 続き

6 イネーブル設定 (EN)

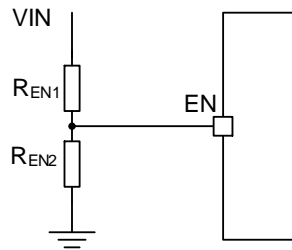
BD18353EFV-M/MUF-M は、EN 端子で ON/OFF 制御できます。
起動電圧は抵抗によって設定できます。

$$V_{INON} = \frac{(R_{EN1} + R_{EN2})}{R_{EN2}} \times V_{ENIH} \quad [V]$$

$$V_{INOFF} = \frac{(R_{EN1} + R_{EN2})}{R_{EN2}} \times V_{ENIL} \quad [V]$$

V_{ENIH} : EN スレッシュホールド High 電圧 = 1.0 V (Typ)

V_{ENIL} : EN スレッシュホールド Low 電圧 = 0.9 V (Typ)



EN 端子の電圧が V_{ENIL} 以下になると、PDRV 端子は High レベルを出力して、外部 P-ch MOSFET を OFF にします。DC/DC は停止し、GL 端子は Low レベルを出力します。

EN 端子を High 固定するために VIN 端子にプルアップする場合、EN 端子と GND 端子間の短絡を考慮して、制限抵抗を挿入することを推奨します。

7 スイッチング周波数設定 (OSC)

DC/DC のスイッチング周波数は、RT 端子に接続された抵抗 R_{RT} によって設定できます。

$$f_{SW1} \cong \frac{9900}{R_{RT}} \times 10^3 \quad [\text{kHz}] \quad (200 \text{ kHz} \sim 700 \text{ kHz})$$

$$f_{SW2} \cong \frac{9000}{R_{RT}} \times 10^3 \quad [\text{kHz}] \quad (2.0 \text{ MHz} \sim 2.5 \text{ MHz})$$

8 スペクトラム拡散周波数変調 (SSFM)

BD18353EFV-M/MUF-M には、スペクトラム拡散機能が組み込まれています。 R_{RT} によって設定された周波数 f_{SW} の $\pm 6\%$ (Typ) の周波数で動作します。SSFM_B 端子で、スペクトラム拡散機能の ON/OFF を設定します。

スペクトラム拡散機能を使用するには、SSFM_B 端子を GND にプルダウンします。

スペクトラム拡散機能を使用しない時は、SSFM_B 端子を VDRV5 端子にプルアップします。

SSFM_B 端子と PDRV 端子間の短絡を考慮すると、プルアップ抵抗、またはプルダウン抵抗 (47 k Ω 以上) を挿入することを推奨します。

各ブロック動作説明 — 続き

9 保護機能

9.1 低電圧ロックアウト (UVLO)

UVLO は、電源投入時または電源切断時の IC の誤動作を防ぐ保護回路です。
VIN 端子電圧が V_{INUVLO} 以下になると、VDRV5 端子電圧が $V_{DRV5UVLO}$ 以下になると、PDRV 端子は High 出力して外部 P-ch MOSFET を OFF します。DC/DC は停止し、GL は Low 出力します。

9.2 サーマルシャットダウン (TSD)

TSD は、175 °C (Typ) で回路をシャットダウンし、150 °C (Typ) で回路を解放します

9.3 過電流保護 (OCP)

CS 端子の電圧が V_{CSOCP} 以上になると、過電流が検出され、GL 端子は次のスイッチングサイクルまで Low を出力します。

9.4 過電圧保護 (OVP)

OVP 電圧は、DC/DC 出力と GND の間に接続された抵抗 R_{OPUD1} 、 R_{OPUD2} の分圧で設定できます。
LED オープン状態は、OVP 機能によっても検出できます。検出電圧 V_{OUT_OVP} は次の式で設定されます。

$$V_{OUT_OVP} = \frac{R_{OPUD1} + R_{OPUD2}}{R_{OPUD2}} \times V_{OVP} [V]$$

V_{OVP} : 過電圧保護検出電圧 = 1.00 V (Typ)

OVP が検出されると、PDRV 端子は High 出力して、外付け P-ch MOSFET を OFF にします。DC/DC は停止し、GL は Low 出力します。FAULT_B は Low 出力し、エラーを検出します。OVP にはヒステリシスがあり、OPUD 端子の電圧が $V_{OVP} - V_{OVP_PHYS}$ 以下になると、DC/DC が再起動します。LED がオープン状態になると、OVP が再び検出され、OVP 検出動作が繰り返されます。OVP が解除され、SNSP 端子と SNSN 端子間の電圧が V_{SG} (Status Good 電圧) 以上になると、FAULT_B は High 出力します。FAULT_B は、OVP が解除されてから t_{FAULT_BL} が経過するまで、Low 出力を保持します。

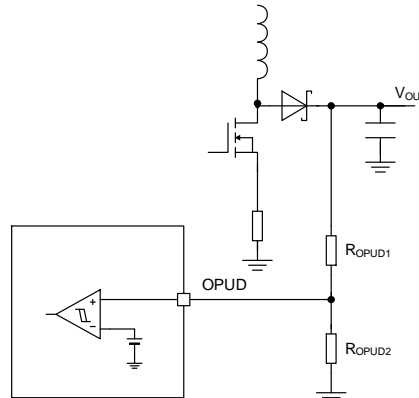


Figure 4. OVP 設定回路

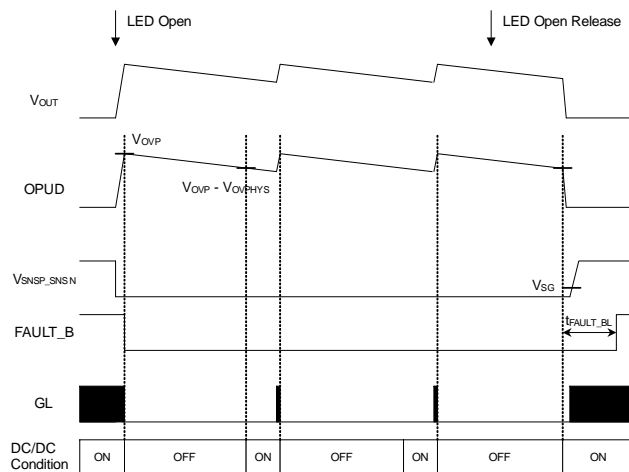


Figure 5. タイミングチャート (OVP)

9 保護機能 — 続き

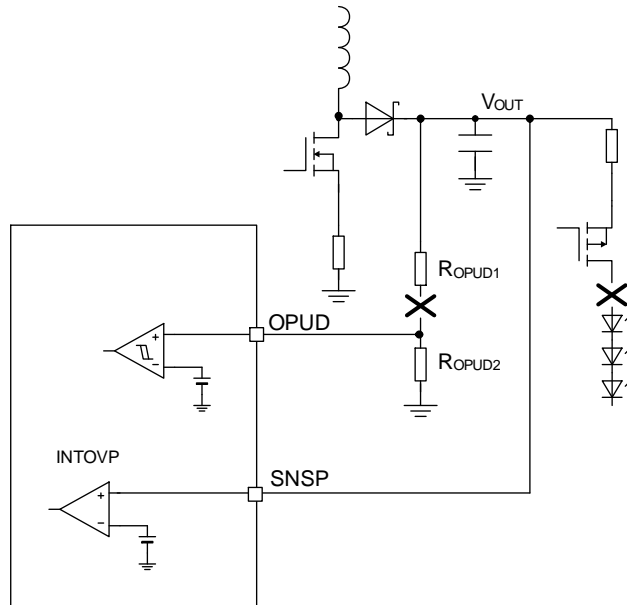
9.5 内蔵過電圧保護 (INTOVP)

抵抗 R_{OPUD1} がオープン状態で LED がオープン状態となった場合、または OPUD 端子が接地された場合 (二重故障)、DC/DC 出力が過電圧になり、IC が破壊します。

BD18353EFV-M/MUF-M には、SNSP 端子の電圧を監視して IC の破壊を防ぐ内蔵 OVP 回路が内蔵されています。ただし、しきい値は固定 (V_{INTOVP}) であるため、外付け部品の定格電圧が低い場合、部品が破壊される可能性があります。

INTOVP が検出されると、PDRV 端子は High 出力して、外付け P-ch MOSFET を OFF にします。DC/DC は停止し、GL は Low 出力します。FAULT_B は Low 出力し、エラーを検出します。INTOVP が解除され、SNSP 端子と SNSN 端子間の電圧が V_{SG} 以上になると、FAULT_B は High 出力します。

FAULT_B は、OVP が解除されてから t_{FAULT_BL} が経過するまで、Low 出力を保持します。



INTOVP 回路

9 保護機能 — 続き

9.6 低電圧検出 (UVD)

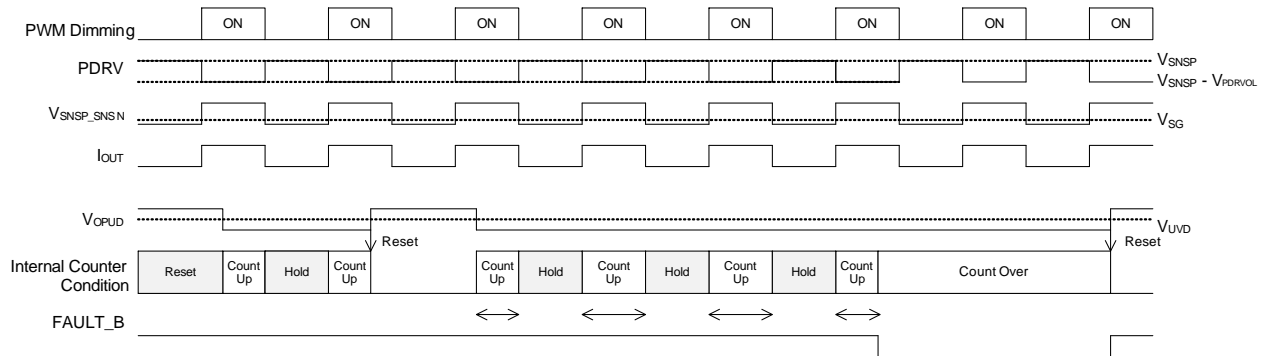
UVD 電圧は、DC/DC 出力と GND の間に接続された抵抗 R_{OPUD1} 、 R_{OPUD2} の分圧により設定できます。検出電圧 (V_{OUT_UVD}) は次の式で設定されます。

$$V_{OUT_UVD} = \frac{R_{OPUD1} + R_{OPUD2}}{R_{OPUD2}} \times V_{UVD} \quad [V]$$

V_{UVD} : 低電圧検出電圧 = 100 mV (Typ)

UVD は、OPUD 端子の電圧が V_{UVD} 以下になると検出されます。PWM 調光の ON 区間であり、SNSP 端子と SNSN 端子間の電圧が V_{SG} 以上になると、UVD を監視します。

UVD 検出後、内部カウンターが起動します。PWM 調光の ON 区間であり、SNSP 端子と SNSN 端子間の電圧が V_{SG} 以上の間、カウントアップします。カウントアップの合計時間が t_{UVD} に達すると、FAULT_B 出力は Low になります。UVLO、TSD、SCP、OVP が解除された後、または EN = High 入力の後 t_{UVDIS} が経過するまで、UVD は検出されません。



タイミングチャート (UVD)

9 保護機能 — 続き

9.7 短絡保護 (SCP)

LED のアノードが GND に短絡した場合、SNSP 端子と SNSN 端子間の電圧を監視し短絡保護動作になります。SNSP 端子と SNSN 端子間の電圧が V_{SCPON} 以上になると、SCP 遅延時間 (t_{SCPDLY}) 後に SCP が検出されます。SCP が検出されると、PDRV 端子は High 出力して外付け P-ch MOSFET を OFF にします。DC/DC は停止し、GL は Low 出力します。FAULT_B は Low 出力し、エラー検出します。

ヒカッパ時間 (t_{HICCUP}) 経過後再起動します。LED のアノードが GND に短絡すると、SCP が再度検出され検出動作が繰り返されます。

FAULT_B は、再起動後 t_{FAULT_BL} が経過するまで Low 出力を保持します。

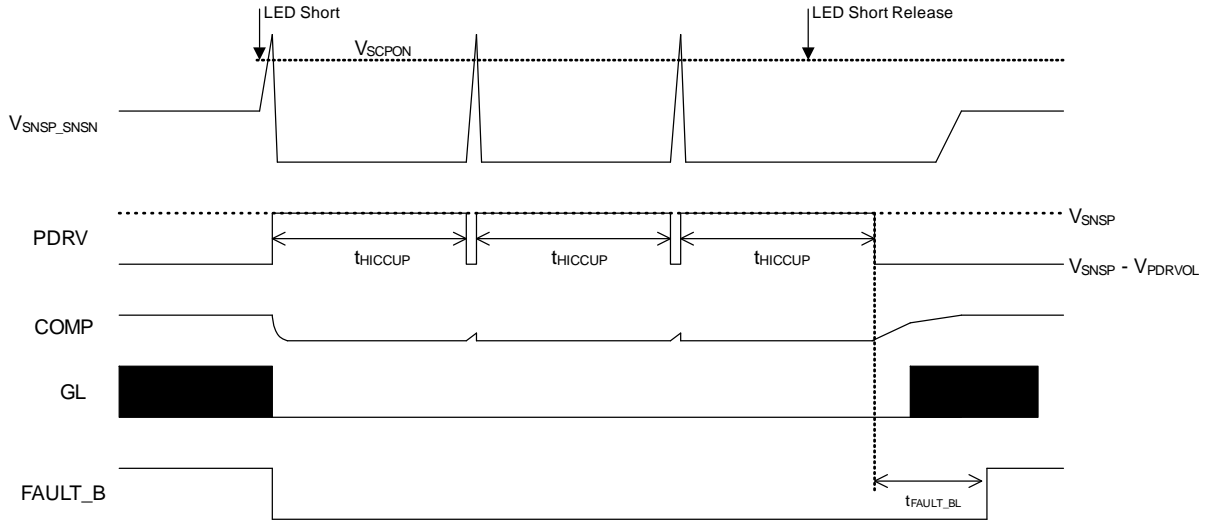


Figure 6. タイミングチャート (SCP)

LED のアノードが GND に短絡すると、SNSP 端子と SNSN 端子間の電圧が定格電圧を超える場合があります。下図に示すように PNP トランジスタを挿入し、電圧をクランプすることを推奨します。

R_{SNS} 及び P-ch MOSFET の電力損失を十分に考慮し部品を選定してください。

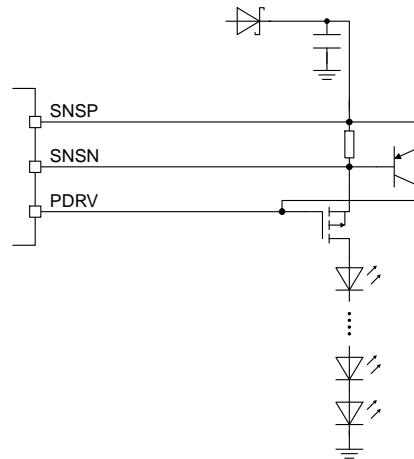


Figure 7. 電流クランプ回路例

各ブロック動作説明 — 続き

10 異常状態出力 (FAULT_B)

次の表は保護機能動作時のデバイスの動作をまとめたものです。

異常検出動作

保護機能	検出時動作			FAULT_B 出力
	DC/DC	PDRV Pin	COMP Pin	
EN = Low 検出	OFF	High (= SNSP)	Discharge	Hiz
VIN UVLO 検出	OFF	High (= SNSP)	Discharge	Hiz
VDRV5 UVLO 検出	OFF	High (= SNSP)	Discharge	Hiz
TSD 検出	OFF	High (= SNSP)	Discharge	Hiz
DC/DC OCP 検出	OFF	-	-	-
DC/DC OVP 検出	OFF	High (= SNSP)	Discharge	Low
DC/DC INTOVP 検出	OFF	High (= SNSP)	Discharge	Low
DC/DC UVD 検出	-	-	-	Low (t _{UVD} カウントアップ完了後)
SCP 検出	OFF	High (= SNSP)	Discharge	Low

絶対最大定格 (Tj = 25 °C)

項目	記号	定格	単位
入力端子電圧 (VIN)	V _{IN}	-0.3 ~ +70	V
EN, DRL/PWMI 端子電圧	V _{EN} , V _{DRL/PWMI}	-0.3 ~ +70	V
SNSP, SNSN 端子電圧	V _{SNSP} , V _{SNSN}	-0.3 ~ +70	V
PDRV 端子電圧	V _{PDRV}	-0.3 ~ +70	V
OPUD, SSFM_B 端子電圧	V _{OPUD} , V _{SSFM_B}	-0.3 ~ +70	V
SNSP ~ OPUD 端子間電圧	V _{SNSP_OPUD}	-7 ~ +70	V
SNSP ~ SSFM_B 端子間電圧	V _{SNSP_SSFM_B}	-7 ~ +70	V
SNSP ~ SNSN 端子間電圧	V _{SNSP_SNSN}	-0.3 ~ +0.6	V
SNSP ~ PDRV 端子間電圧	V _{SNSP_PDRV}	-0.3 ~ +10	V
VDRV5 端子電圧	V _{VDRV5}	-0.3 ~ +7	V
VIN ~ VDRV5 端子間電圧	V _{VIN_VDRV5}	-0.3 ~ +70	V
VREF3, DCDIM1, DCDIM2, COMP RT, DSET 端子電圧	V _{VREF3} , V _{DCDIM1} , V _{DCDIM2} , V _{COMP} , V _{RT} , V _{DSET}	-0.3 ~ +7	V
GL, CS 端子電圧	V _{GL} , V _{CS}	-0.3 ~ +7	V
FAULT_B 端子電圧	V _{FAULT_B}	-0.3 ~ +7	V
最高接合部温度	T _{jmax}	150	°C
保存温度範囲	T _{stg}	-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お願いいたします。

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	θ_{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)	Ψ_{JT}	8	4	°C/W
VQFN20FV3535				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	θ_{JA}	181.9	50.5	°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)	Ψ_{JT}	19	7	°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 μ 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	Φ 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 μ m	74.2 mm \square （正方形）	35 μ m	74.2 mm \square （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。

推奨動作条件

項目	記号	最小	標準	最大	単位
入力電圧 (VIN) ^(Note 1)	V _{IN}	5	13	65	V
出力電圧 (SNSP)	V _{SNSP}	-	-	65	V
PWM 周波数入力	f _{PWMI}	30	-	2000	Hz
PWM 最小パルス幅	t _{MIN}	10	-	-	μs
スイッチング周波数	f _{SW}	200	-	2500	kHz
動作周囲温度	Topr	-40	-	+125	°C

(Note 1) ASO を超えないこと。

推奨部品設定範囲

項目	記号	最小	標準	最大	単位
VIN 端子接続コンデンサ ^(Note2)	C _{VIN}	1.4	2.2	3.3	μF
VDRV5 端子接続コンデンサ ^(Note2)	C _{VDRV5}	1.4	2.2	3.3	μF
COMP 端子接続コンデンサ ^(Note2)	C _{COMP}	0.6	1.0	1.5	μF
合計 DC/DC 出力コンデンサ ^(Note2)	C _{OUT}	10	-	-	μF
EN 端子接続抵抗	R _{EN1} , R _{EN2}	4.7	-	100	kΩ
COMP 端子接続抵抗	R _{COMP}	-	33	100	Ω
RT 端子接続抵抗	R _{RT}	3.9	-	49	kΩ
DSET1, DSET2 端子接続抵抗	R _{DSET1} , R _{DSET2}	4.7	-	100	kΩ
FAULT_B 端子接続抵抗	R _{FAULT_B}	10	-	-	kΩ
SSFM_B 端子接続抵抗	R _{SSFM_B}	47	-	-	kΩ
DRL/PWMI 端子接続抵抗	R _{DRL}	47	-	-	kΩ

(Note 2) コンデンサは温度特性、DC バイアス特性等を考慮して設定してください。

電気的特性

(特に指定のない限り $V_{IN} = 13\text{ V}$ 、 $T_j = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +150\text{ }^\circ\text{C}$)

項目	記号	規格			単位	条件
		最小	標準	最大		
[全体]						
VIN 回路電流 1	I_{IN1}	-	380	580	μA	$V_{EN} = 0\text{ V}$, No switching
VIN 回路電流 2	I_{IN2}	-	1.7	2.3	mA	$V_{EN} = 5\text{ V}$ $V_{SNSP_SNSN} > V_{SNS_100\%}$ $V_{DCDIM1} = V_{DCDIM2} = 3.0\text{ V}$
VIN UVLO 検出電圧	V_{INUVL}	4.10	4.30	4.49	V	VIN falling
VIN UVLO 解除電圧	V_{INUVH}	4.49	4.70	4.91	V	VIN rising
VIN UVLO ヒステリシス電圧	$V_{INUVHYS}$	-	0.4	-	V	$V_{INUVH} - V_{INUVL}$
VDRV5 UVLO 検出電圧	$V_{DRV5UVL}$	3.94	4.15	4.38	V	VDRV5 falling
VDRV5 UVLO 解除電圧	$V_{DRV5UVH}$	4.22	4.45	4.68	V	VDRV5 rising
VDRV5 UVLO ヒステリシス電圧	$V_{DRV5UVHYS}$	-	0.3	-	V	$V_{DRV5UVH} - V_{DRV5UVL}$
[基準電圧]						
VDRV5 基準電圧	V_{DRV5}	4.76	5.00	5.25	V	$C_{VDRV5} = 2.2\text{ }\mu\text{F}$ $I_{VDRV5} = 0\text{ mA to }10\text{ mA load}$
VDRV5 ドロップ電圧	V_{DRV5DP}	-	0.25	0.65	V	$V_{IN} = 4.75\text{ V}$ $I_{VDRV5} = 10\text{ mA load}$
VDRV5 出力電流リミット	I_{DRV5LM}	45	-	-	mA	
VREF3 基準電圧	V_{REF3}	2.91	3.00	3.09	V	$I_{VREF3} = 0\text{ mA to }2\text{ mA load}$
VREF3 出力電流リミット	I_{REF3LM}	2	-	-	mA	
[EN]						
EN ブルダウン電流	I_{EN}	0.6	1.2	1.8	μA	$V_{EN} = 5\text{ V}$
EN スレッシュホールド High 電圧	V_{ENIH}	0.96	1.00	1.04	V	V_{EN} rising
EN スレッシュホールド Low 電圧	V_{ENIL}	0.86	0.90	0.94	V	V_{EN} falling
EN ヒステリシス電圧	V_{ENHYS}	-	0.1	-	V	$V_{ENIH} - V_{ENIL}$
[発振回路]						
スイッチング周波数 1	f_{SW1}	270	300	330	kHz	$R_{RT} = 33\text{ k}\Omega$
スイッチング周波数 2	f_{SW2}	2070	2300	2530	kHz	$R_{RT} = 3.9\text{ k}\Omega$
RT 出力電圧	V_{RT}	-	0.8	-	V	$V_{SSFM_B} = 4\text{ V}$
スペクトラム拡散周波数	f_{SSFM}	-	$f_{sw}/1024$	-	Hz	$V_{SSFM_B} = 0\text{ V}$
スペクトラム拡散周波数変調幅	f_{SSFMW}	-	± 6	-	%	$V_{SSFM_B} = 0\text{ V}$
SSFM_B 入力 High 電圧	V_{SSFM_BIH}	3.0	-	-	V	スペクトラム拡散無効
SSFM_B 入力 Low 電圧	V_{SSFM_BIL}	-	-	0.4	V	スペクトラム拡散有効
SSFM_B ブルダウン抵抗	R_{SSFM_BD}	200	400	800	k Ω	$V_{SSFM_B} = 4\text{ V}$

電氣的特性 — 続き

(特に指定のない限り $V_{IN} = 13\text{ V}$ 、 $T_j = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +150\text{ }^\circ\text{C}$)

項目	記号	規格			単位	条件
		最小	標準	最大		
[N-ch Gate Driver]						
GL ON 抵抗 High	R _{GLH}	-	1.0	2.5	Ω	I _{GL} = 10 mA load
GL ON 抵抗 Low	R _{GLL}	-	0.6	1.5	Ω	I _{GL} = 10 mA input
最小 OFF 時間 1	t _{OFFMIN1}	-	60	-	ns	R _{RT} = 33 kΩ
最小 OFF 時間 2	t _{OFFMIN2}	-	35	-	ns	R _{RT} = 3.9 kΩ
[DC/DC Current Detection]						
過電流検出電圧	V _{CSOCP}	275	300	321	mV	V _{CS} rising
CS 端子リーディングエッジ ブランキング時間	T _{CSBLK}	-	120	-	ns	
ピークスロープ補償電流	I _{CSSLPP}	-	50	-	μA	
CS – COMP レベルシフト電圧	V _{CSCMPLS}	-	1.26	-	V	スロープ補償未加算
[Error Amplifier]						
トランスコンダクタンス	g _M	-	1300	-	μS	V _{SNSP_SNSN} = 166.5 mV
COMP シンク電流	I _{COMPSI}	-	200	-	μA	V _{SNSP_SNSN} = 83.3 mV V _{DCCDIM1} = V _{DCCDIM2} = 0 V
COMP ソース電流	I _{COMPSO}	-	200	-	μA	V _{SNSP_SNSN} = 83.3 mV V _{DCCDIM1} = V _{DCCDIM2} = 3.0 V

電氣的特性 — 続き

(特に指定のない限り $V_{IN} = 13\text{ V}$ 、 $T_j = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +150\text{ }^\circ\text{C}$)

項目	記号	規格			単位	条件
		最小	標準	最大		
[Current Sense Amplifier]						
LED 電流センス電圧 100 %	$V_{SNS_100\%}$	165.0	166.7	171.7	mV	$T_j = +25\text{ }^\circ\text{C}$ $V_{SNS_100\%} = V_{SNSP} - V_{SNSN}$ $V_{SNSN} = 0\text{ V}, 30\text{ V}$ $V_{DCDIM1} = V_{DCDIM2} = 2.5\text{ V}$
		161.7	166.7	171.7	mV	$T_j = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +125\text{ }^\circ\text{C}$ $V_{SNS_100\%} = V_{SNSP} - V_{SNSN}$ $V_{SNSN} = 0\text{ V}, 30\text{ V}$ $V_{DCDIM1} = V_{DCDIM2} = 2.5\text{ V}$
LED 電流センス電圧 90 %	$V_{SNS_90\%}$	146	150	153	mV	$V_{SNS_90\%} = V_{SNSP} - V_{SNSN}$ $V_{SNSN} = 0\text{ V}, 30\text{ V}$ $V_{DCDIM1} = 2.0\text{ V}$ $V_{DCDIM2} = 2.5\text{ V}$
LED 電流センス電圧 10 %	$V_{SNS_10\%}$	13.7	16.7	19.7	mV	$V_{SNS_10\%} = V_{SNSP} - V_{SNSN}$ $V_{SNSN} = 0\text{ V}, 30\text{ V}$ $V_{DCDIM1} = 0.4\text{ V}$ $V_{DCDIM2} = 2.5\text{ V}$
コモンモード入力電圧 (High サイド電圧検出)	V_{SNSN_HSS}	1.9	2.0	2.1	V	V_{SNSN} rising
コモンモード入力電圧 (Low サイド電圧検出)	V_{SNSN_LSS}	1.8	1.9	2.0	V	V_{SNSN} falling
SNSP 端子流入電流 (High サイド電圧)	I_{SNSP_HSS}	160	330	530	μA	$V_{SNSP_SNSN} = 166.5\text{ mV}$ $V_{SNSN} = 60\text{ V}$
SNSN 端子流入電流 (High サイド電圧)	I_{SNSN_HSS}	18	35	54	μA	$V_{SNSP_SNSN} = 166.5\text{ mV}$ $V_{SNSN} = 60\text{ V}$
SNSP 端子流入電流 (Low サイド電圧)	I_{SNSP_LSS}	-8	-4	-2	μA	$V_{SNSP_SNSN} = 166.5\text{ mV}$ $V_{SNSN} = 0\text{ V}$
SNSN 端子流入電流 (Low サイド電圧)	I_{SNSN_LSS}	-92	-50	-28	μA	$V_{SNSP_SNSN} = 166.5\text{ mV}$ $V_{SNSN} = 0\text{ V}$
短絡保護検出電圧 (SCP)	V_{SCPON}	325	350	375	mV	V_{SNSP_SNSN} rising
短絡保護検出遅延時間 (SCP)	t_{SCPDLY}	40	50	60	μs	
ヒカップ時間	t_{HICUP}	33	40	48	ms	地絡検出
[Over Voltage Protection / Under Voltage Detection]						
過電圧保護検出電圧 (OVP)	V_{OVP}	0.96	1.00	1.04	V	V_{OPUD} rising
過電圧保護ヒステリシス電圧 (OVP)	V_{OVPHYS}	-	0.1	-	V	
低電圧検出電圧 (UVD)	V_{UVD}	-	100	-	mV	
内蔵過電圧保護検出電圧	V_{INTOVP}	65	-	-	V	V_{SNSP} monitor

電気的特性 — 続き

(特に指定のない限り $V_{IN} = 13\text{ V}$ 、 $T_j = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +150\text{ }^\circ\text{C}$)

項目	記号	規格			単位	条件
		最小	標準	最大		
[PWM Dimming]						
PWM 調光周波数	f_{PWM}	320	400	480	Hz	
PWM 内部ランプ下限電圧	V_{RAMPB}	$V_{\text{REF3}}/3 \times 0.4 - 0.02$	$V_{\text{REF3}}/3 \times 0.4$	$V_{\text{REF3}}/3 \times 0.4 + 0.02$	V	
PWM 内部ランプ上限電圧	V_{RAMPP}	$V_{\text{REF3}}/3 \times 2.4 - 0.02$	$V_{\text{REF3}}/3 \times 2.4$	$V_{\text{REF3}}/3 \times 2.4 + 0.02$	V	
DSET 端子流入電流	I_{DSET}	-	0	1	μA	$V_{\text{DSET}} = 3.0\text{ V}$
PDRV ブルアップ ON 抵抗	$R_{\text{PDRV_U}}$	-	20	50	Ω	$I_{\text{PDRV}} = 10\text{ mA load}$ $V_{\text{SNSP}} = 30\text{ V}$ $V_{\text{DSET}} = 0\text{ V}$, $V_{\text{DRL/PWMI}} = 0\text{ V}$
PDRV プルダウン電流	$I_{\text{PDRV_D}}$	17	38	65	mA	$V_{\text{SNSP_PDRV}} = 0\text{ V}$, $V_{\text{SNSP}} = 30\text{ V}$ $V_{\text{DSET}} = 5\text{ V}$, $V_{\text{DRL/PWMI}} = 0\text{ V}$
PDRV 出力 Low 電圧	V_{PDRVOL}	6.5	7.5	9.0	V	$V_{\text{SNSP_PDRV}}$, $V_{\text{SNSP}} = 30\text{ V}$
[DRL Mode]						
DRL/PWMI スレシヨルド電圧 DRL モード	V_{DRLIH}	1.42	1.50	1.58	V	$V_{\text{DRL/PWMI rising}}$
DRL/PWMI スレシヨルド電圧 PWM モード	V_{DRLIL}	0.95	1.00	1.05	V	$V_{\text{DRL/PWMI falling}}$
DRL/PWMI ヒステリシス電圧	V_{DRLHYS}	-	0.5	-	V	$V_{\text{DRLIH}} - V_{\text{DRLIL}}$
DRL/PWMI プルダウン電流	$I_{\text{DRL/PWMI}}$	0.5	1.0	2.0	μA	$V_{\text{DRL/PWMI}} = 5\text{ V}$
[Analog Dimming]						
DCDIM1, DCDIM2 0%スレシヨルド電圧	$V_{\text{DCD}_0\%}$	0.17	0.20	0.23	V	V_{DCDIM1} , V_{DCDIM2}
DCDIM1, DCDIM2 100%スレシヨルド電圧	$V_{\text{DCD}_100\%}$	2.14	2.20	2.26	V	V_{DCDIM1} , V_{DCDIM2}
DCDIM1, DCDIM2 端子流入電流	I_{DCD}	-	0	1	μA	$V_{\text{DCDIM1}} = V_{\text{DCDIM2}} = 3.0\text{ V}$
[Outputs LED Status]						
FAULT_B 出力 Low 電圧	$V_{\text{FAULT_BOL}}$	-	0.1	0.4	V	$I_{\text{FAULT_B}} = 5\text{ mA input}$
FAULT_B リーク電流	$I_{\text{FAULT_B}}$	-	0	1	μA	$V_{\text{FAULT_B}} = 5.5\text{ V}$
減電圧検出遅延時間	t_{UVD}	16	20	24	ms	
減電圧検出マスク時間	t_{UVDIS}	16	20	24	ms	EN = Low ~ High VINUVLO release VDRV5UVLO release TSD release
FAULT_B 端子 Low 出力保持時間	$t_{\text{FAULT_BL}}$	16	20	24	ms	SCP release OVP release
Status Good 電圧	V_{SG}	-	20	-	mV	$V_{\text{SNSP_SNSN rising}}$

特性データ

(特に指定のない限り $V_{IN} = 13\text{ V}$ 、 $T_j = +25\text{ }^\circ\text{C}$)

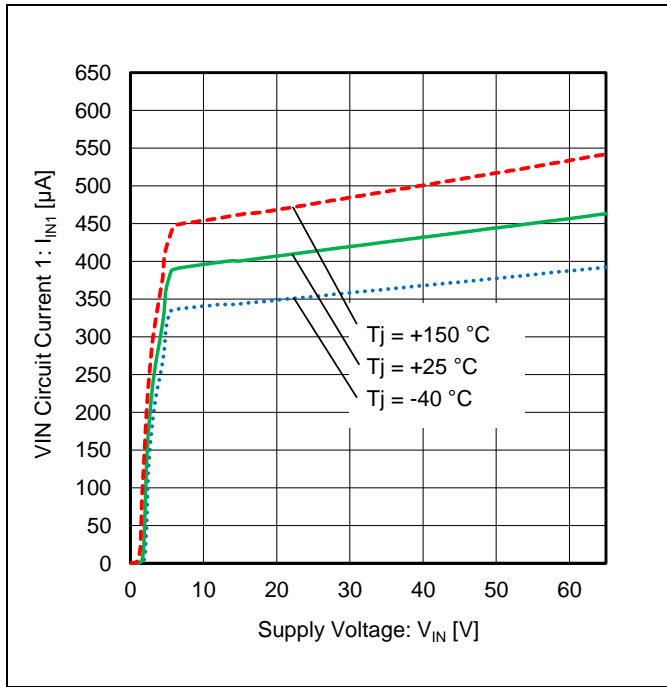


Figure 8. VIN Circuit Current 1 vs Supply Voltage

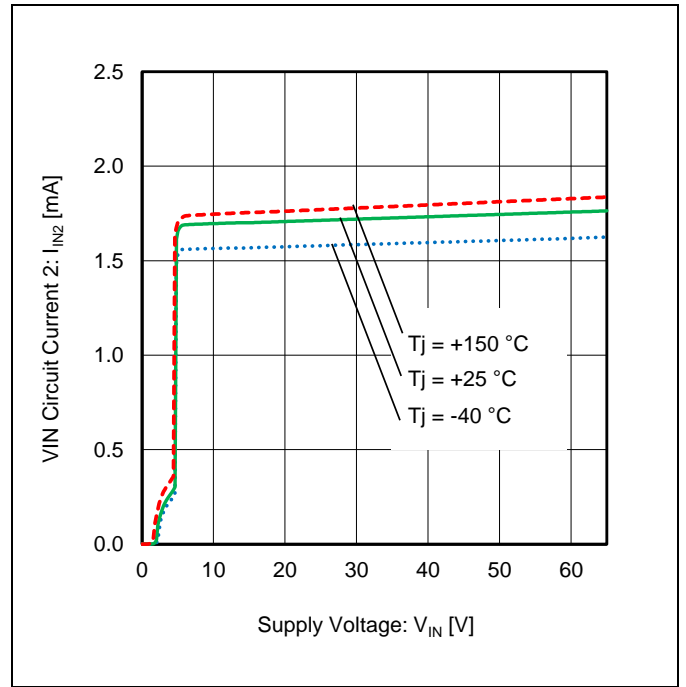


Figure 9. VIN Circuit Current 2 vs Supply Voltage

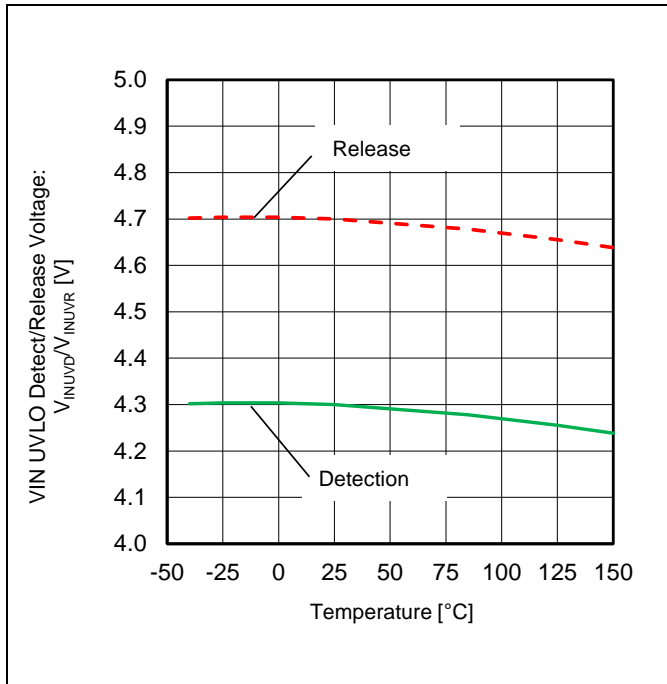


Figure 10. VIN UVLO Detect/Release Voltage vs Temperature

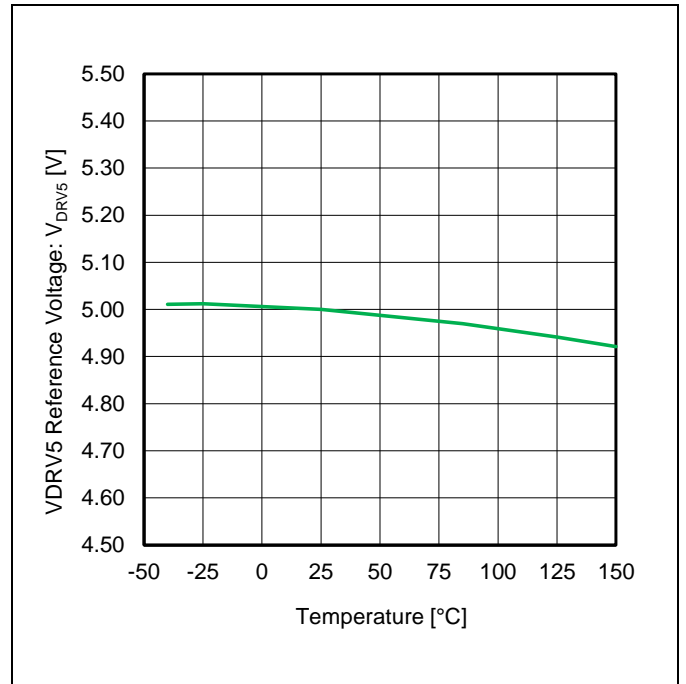


Figure 11. VDRV5 Reference Voltage vs Temperature

特性データ — 続き

(特に指定のない限り $V_{IN} = 13\text{ V}$ 、 $T_j = +25\text{ }^\circ\text{C}$)

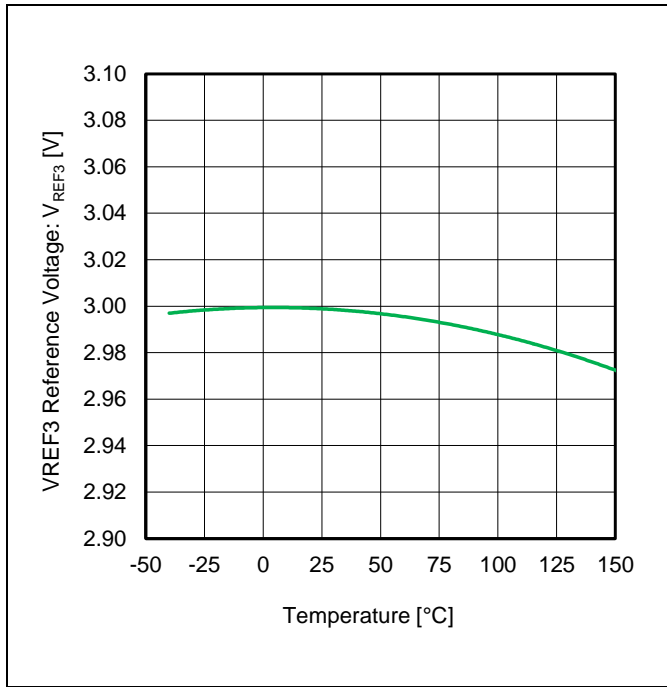


Figure 12. VREF3 Reference Voltage vs Temperature ($I_{VREF3} = 0\text{ mA}$ to 2 mA load)

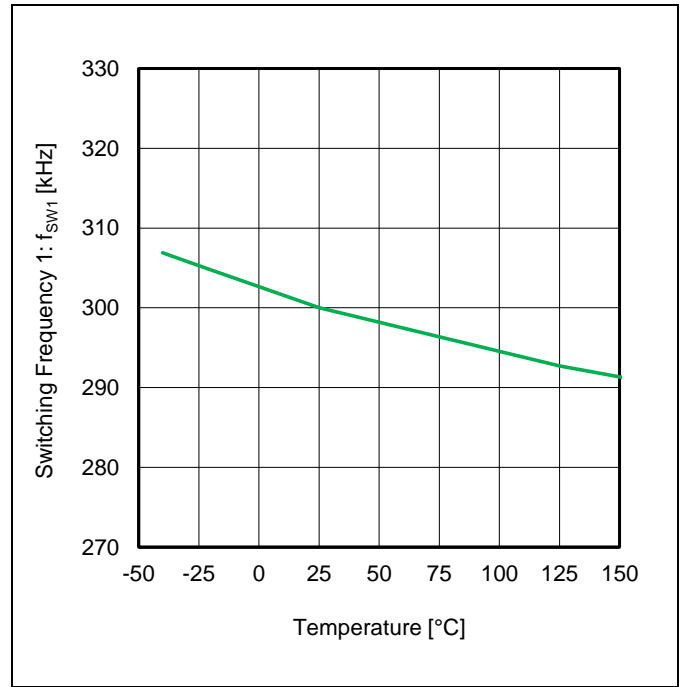


Figure 13. Switching Frequency 1 vs Temperature ($R_{RT} = 33\text{ k}\Omega$)

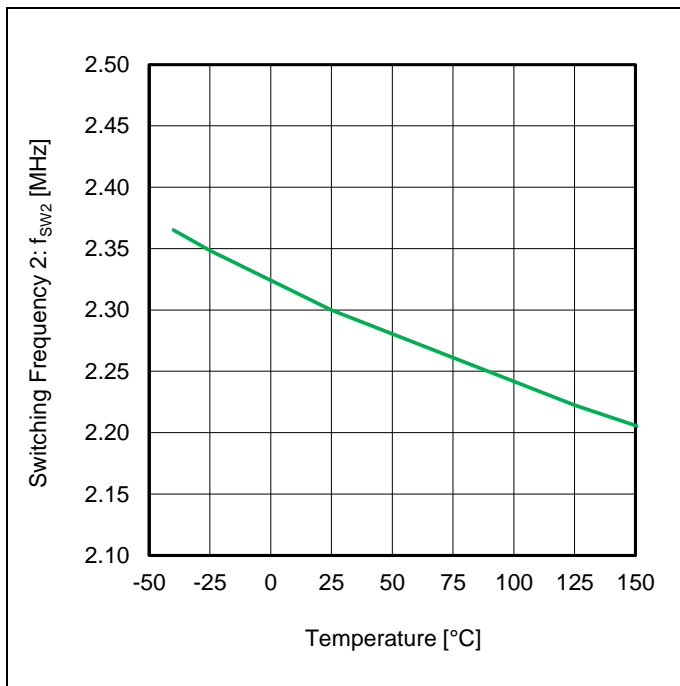


Figure 14. Switching Frequency 2 vs Temperature ($R_{RT} = 3.9\text{ k}\Omega$)

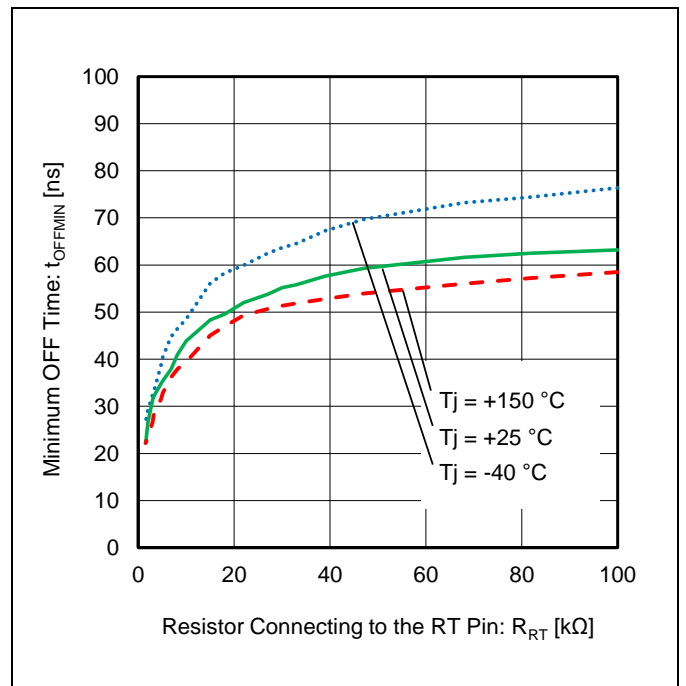


Figure 15. Minimum OFF Time vs Resistor Connecting to the RT Pin

特性データ — 続き

(特に指定のない限り $V_{IN} = 13\text{ V}$ 、 $T_j = +25\text{ }^\circ\text{C}$)

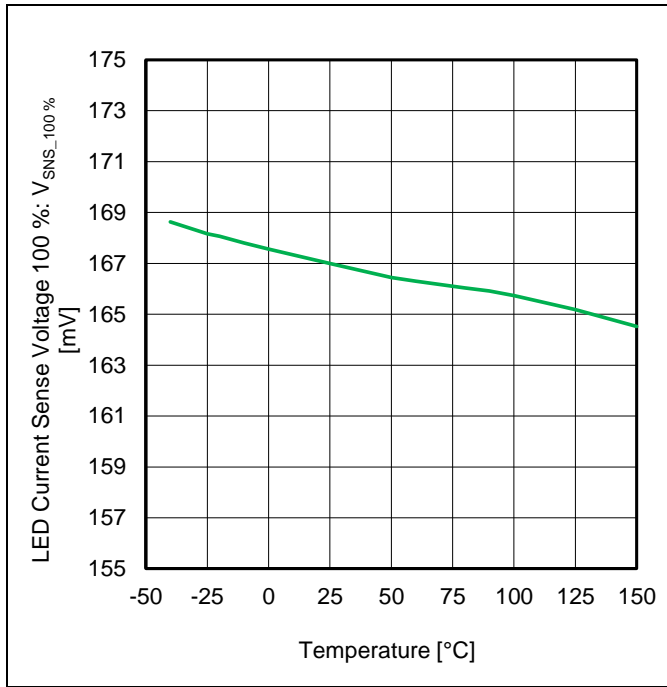


Figure 16. LED Current Sense Voltage 100 % vs Temperature
($V_{DCDIM1} = V_{DCDIM2} = 2.5\text{ V}$)

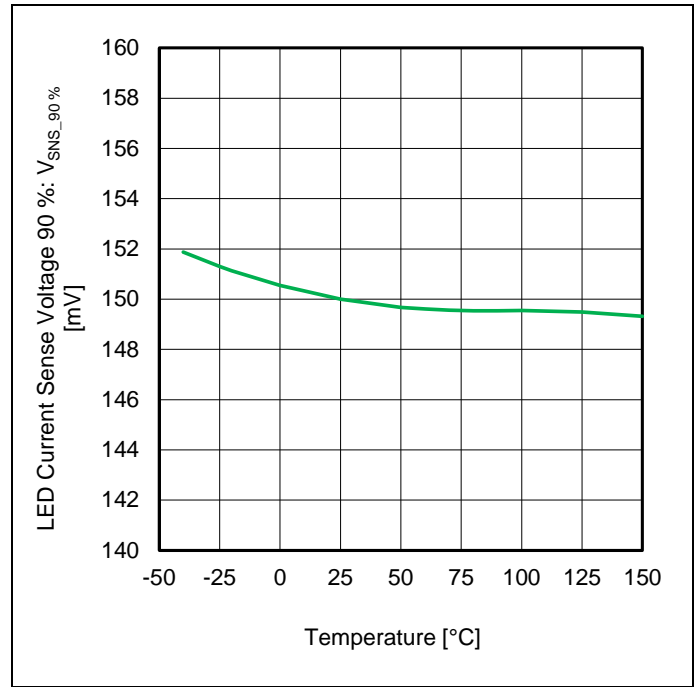


Figure 17. LED Current Sense Voltage 90 % vs Temperature
($V_{DCDIM1} = 2.0\text{ V}$, $V_{DCDIM2} = 2.5\text{ V}$)

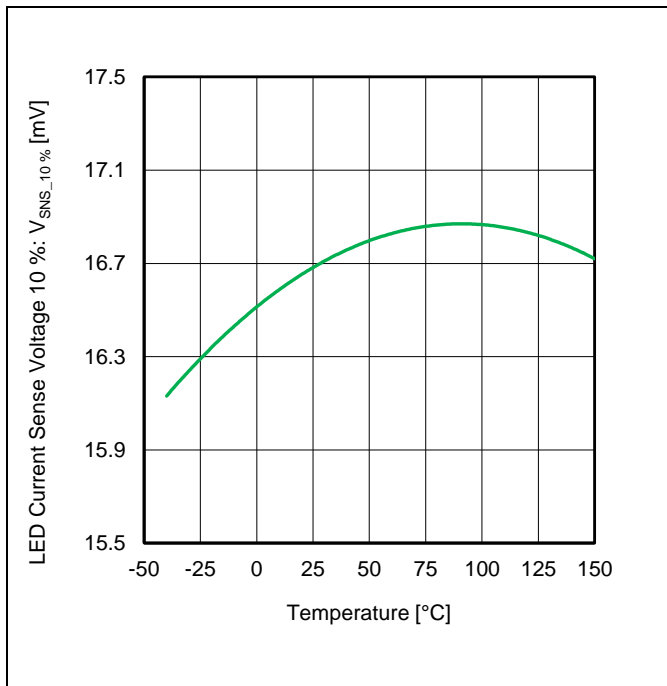


Figure 18. LED Current Sense Voltage 10 % vs Temperature
($V_{DCDIM1} = 0.4\text{ V}$, $V_{DCDIM2} = 2.5\text{ V}$)

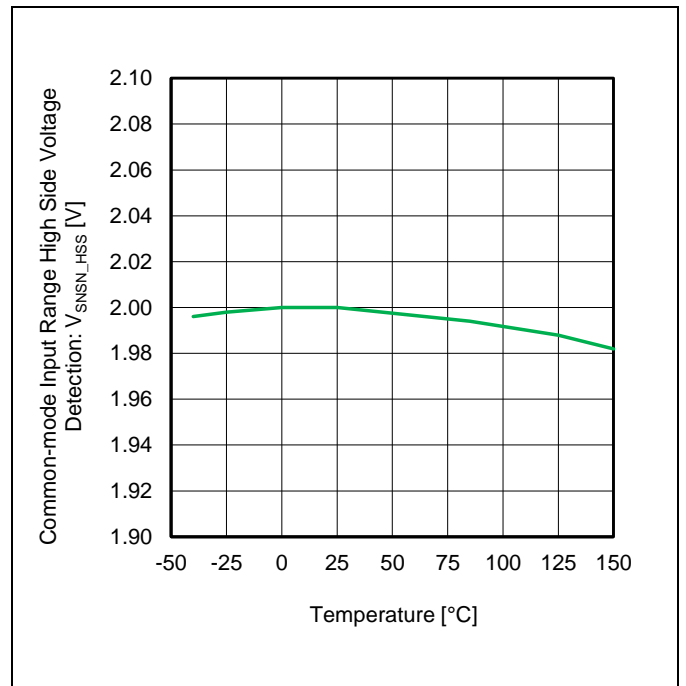


Figure 19. Common-mode Input Range High Side Voltage Detection vs Temperature

特性データ — 続き

(特に指定のない限り $V_{IN} = 13\text{ V}$ 、 $T_j = +25\text{ }^\circ\text{C}$)

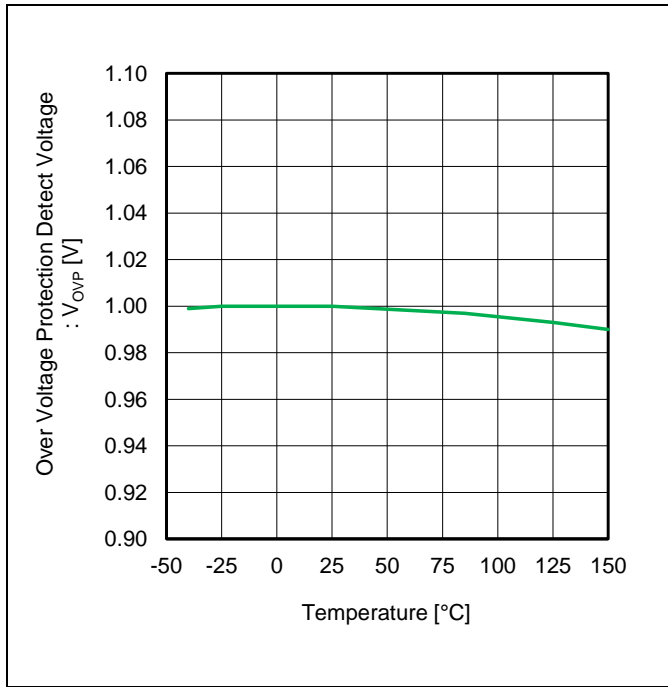


Figure 20. Over Voltage Protection Detect Voltage vs Temperature

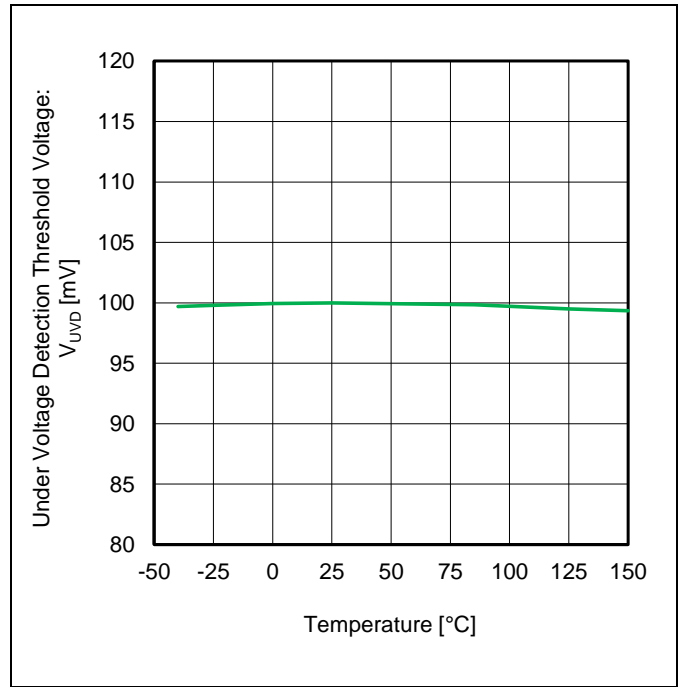


Figure 21. Under Voltage Detection Threshold Voltage vs Temperature

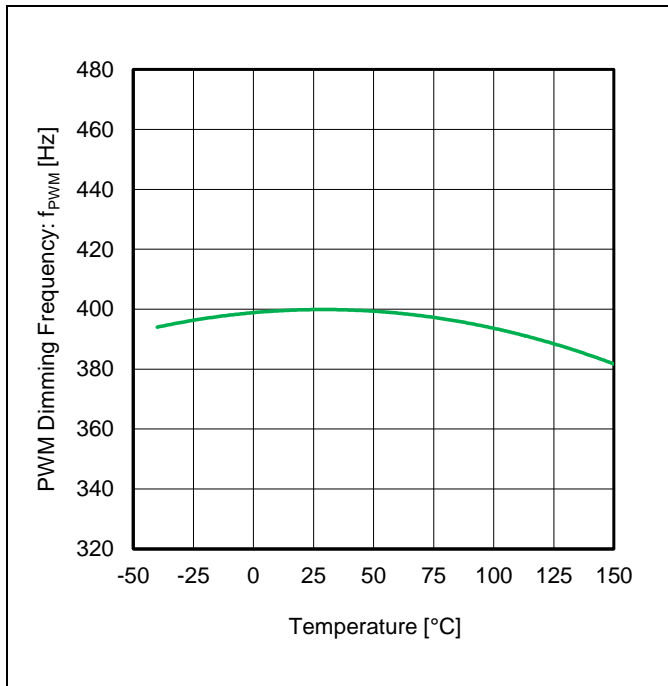


Figure 22. PWM Dimming Frequency vs Temperature

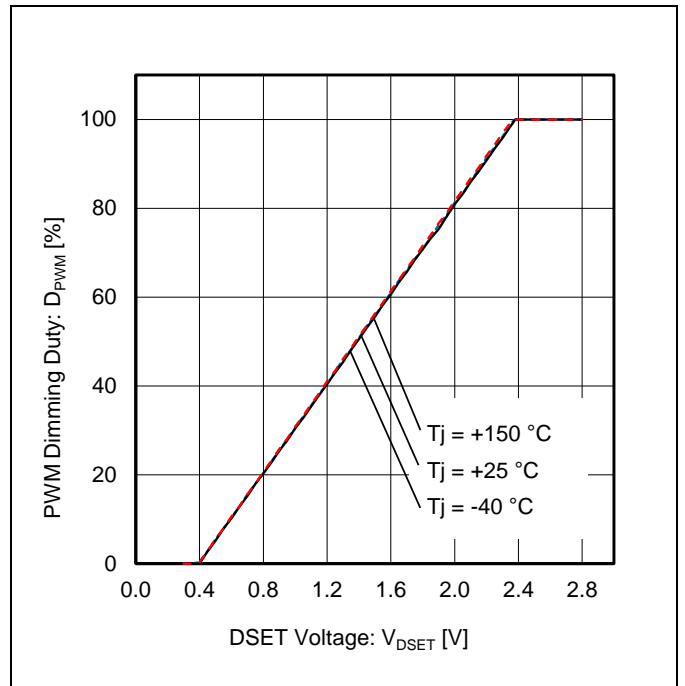


Figure 23. PWM Dimming Duty vs DSET Voltage

特性データ — 続き

(特に指定のない限り $V_{IN} = 13\text{ V}$ 、 $T_j = +25\text{ }^\circ\text{C}$)

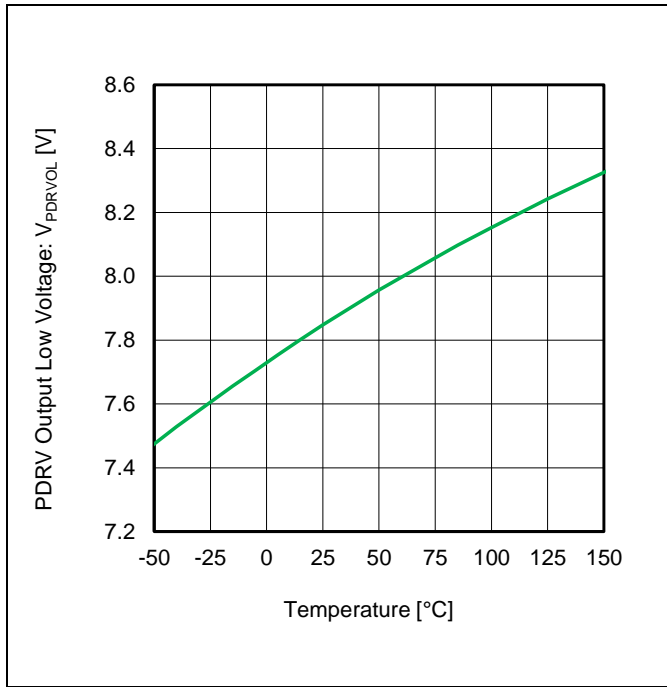


Figure 24. PDRV Output Low Voltage vs Temperature

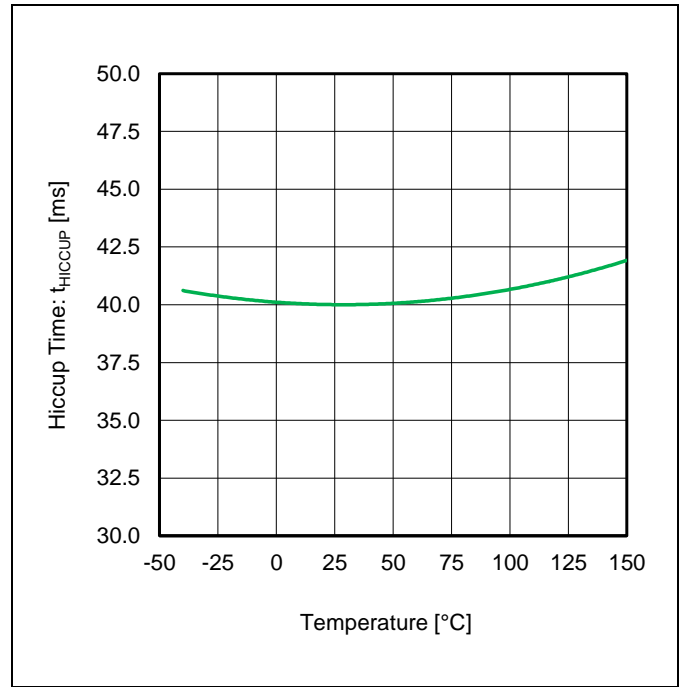


Figure 25. Hiccup Time vs Temperature

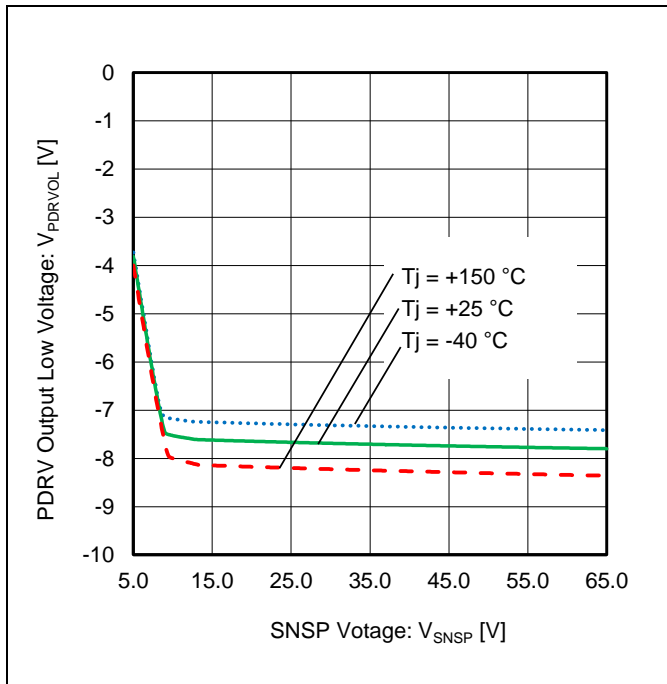


Figure 26. PDRV Output Low Voltage vs SNSP Voltage

特性データ — 続き

(アプリケーション例 1 BOOST (Position Mode / DRL Mode))

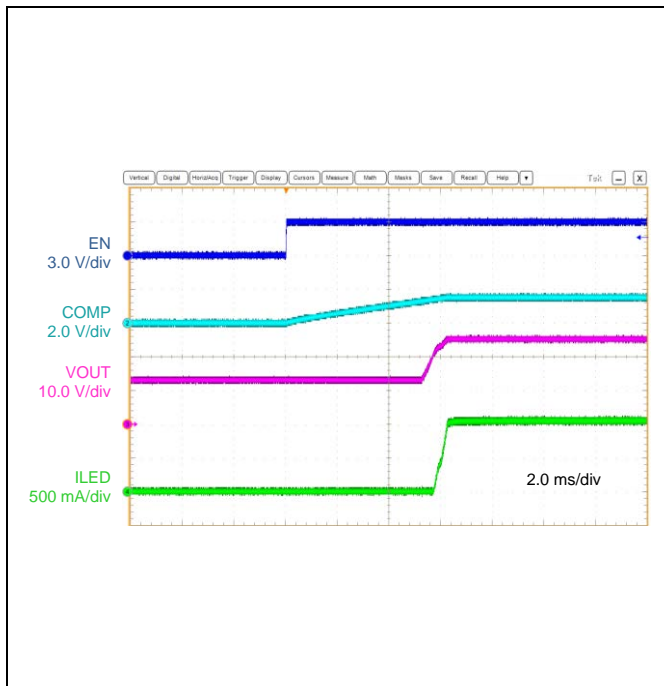


Figure 27. EN Power ON (DRL Mode)

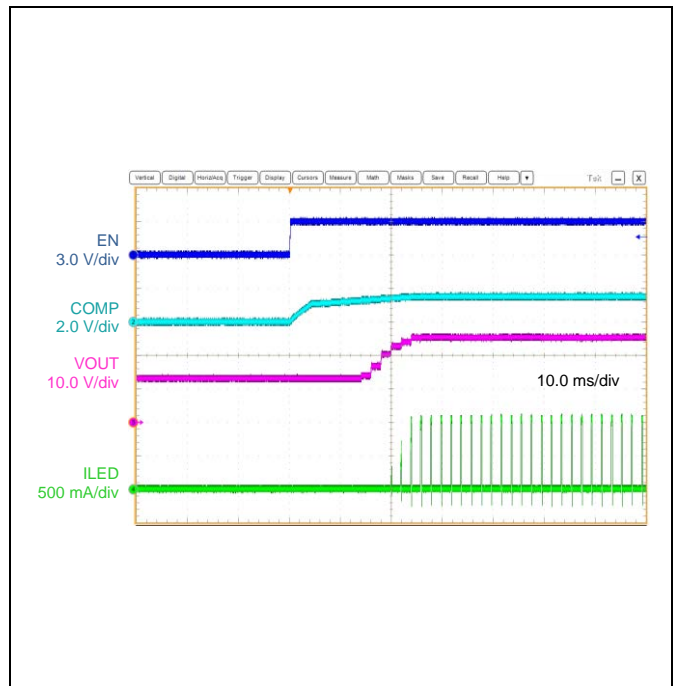


Figure 28. EN Power ON (PWM Mode)

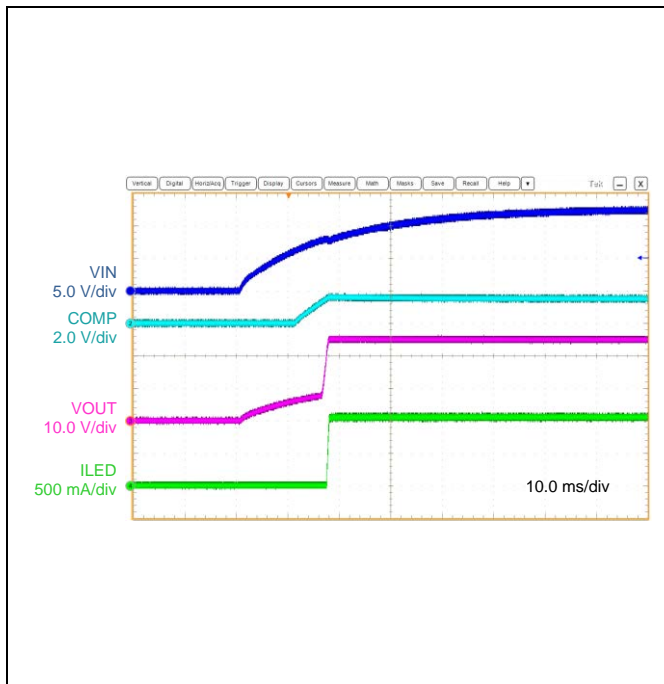


Figure 29. VIN Power ON (DRL Mode)

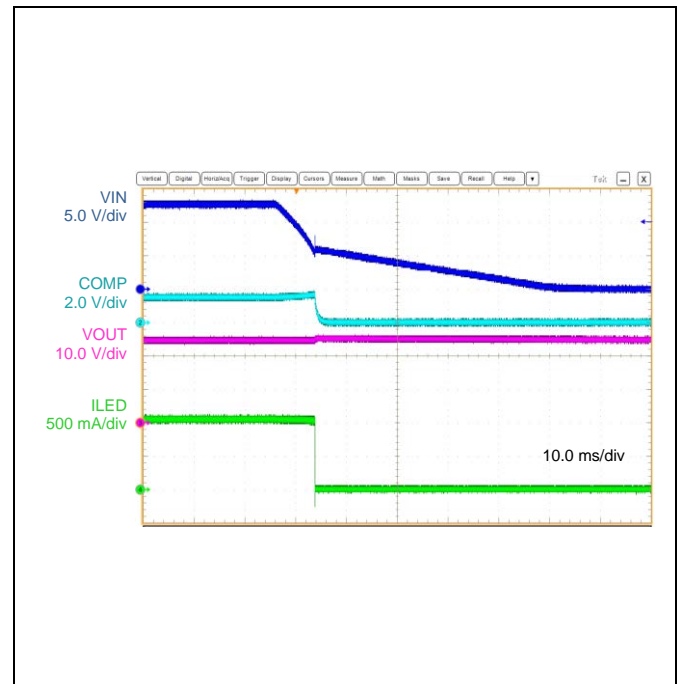


Figure 30. VIN Power OFF (DRL Mode)

特性データ — 続き

(アプリケーション例 1 BOOST (Position Mode / DRL Mode))

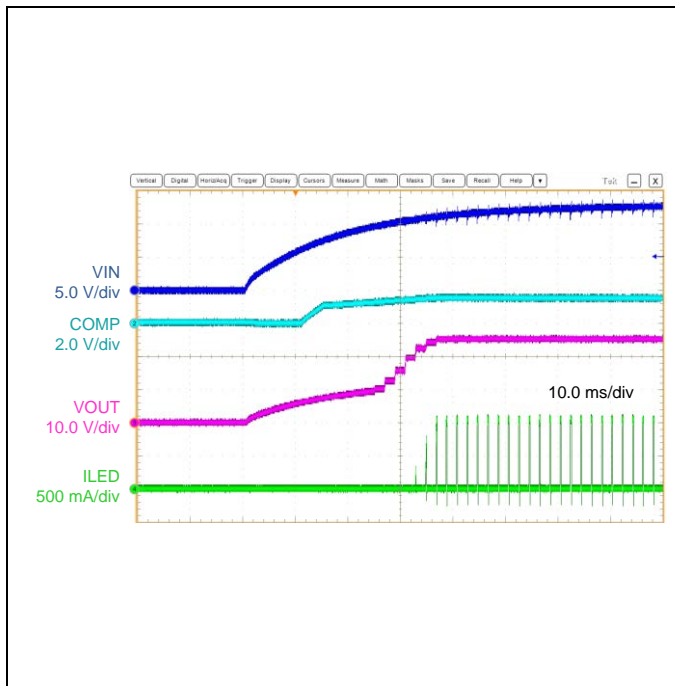


Figure 31. VIN Power ON (PWM Mode)

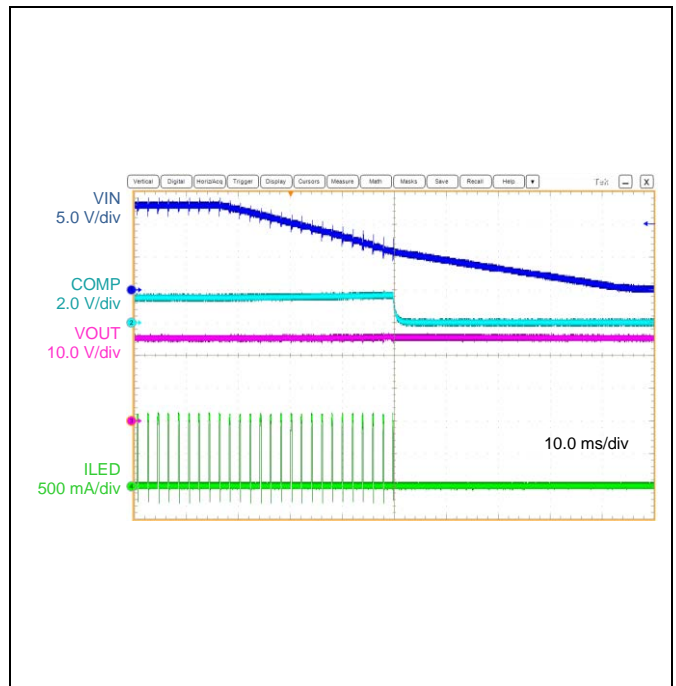


Figure 32. VIN Power OFF (PWM Mode)

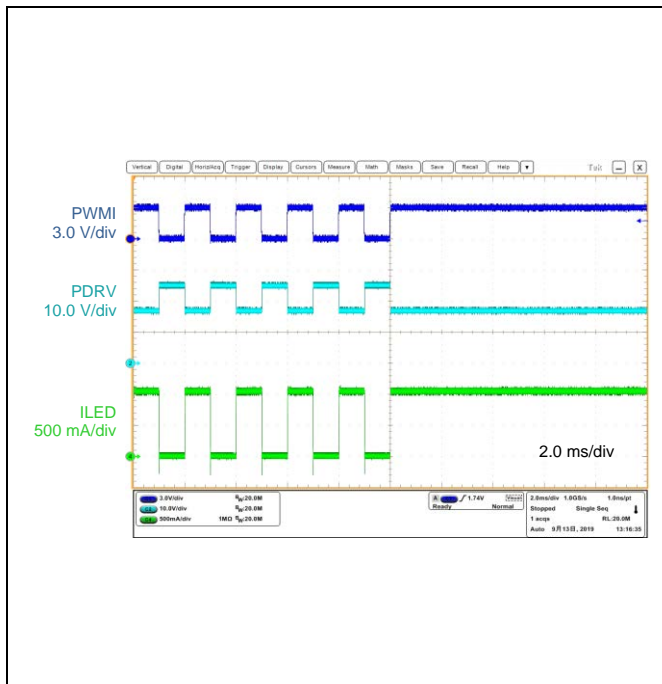


Figure 33. PWM Mode → DRL Mode

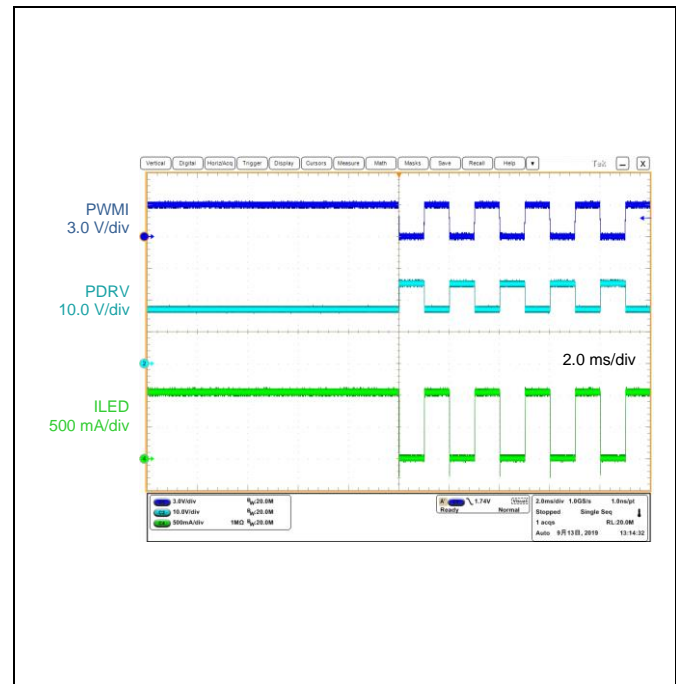


Figure 34. DRL Mode → PWM Mode

特性データ — 続き

(アプリケーション例 1 BOOST (Position Mode / DRL Mode))

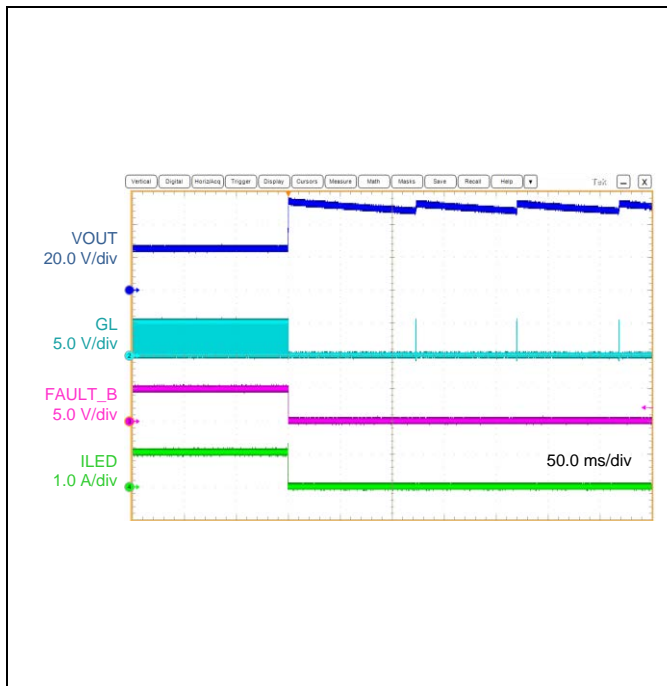


Figure 35. LED Open Operation (Normal → Open)
DRL Mode

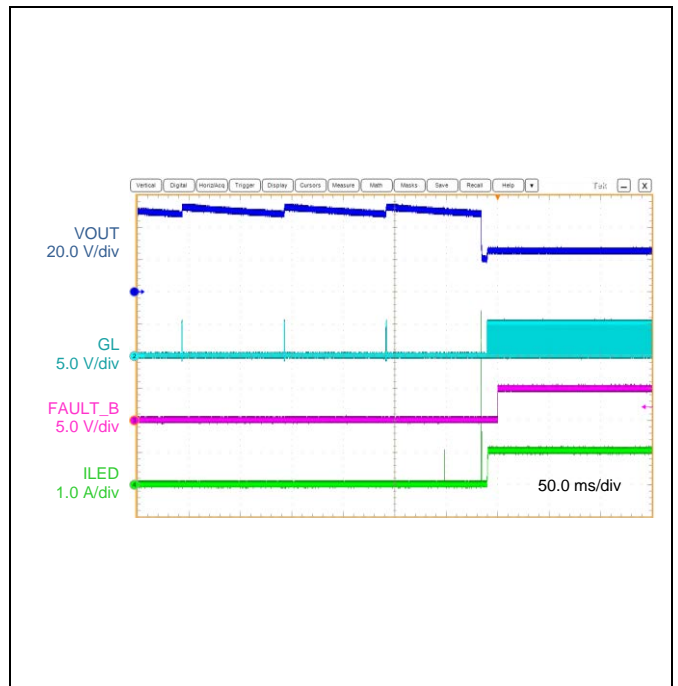


Figure 36. LED Open Operation (Open → Normal)
DRL Mode

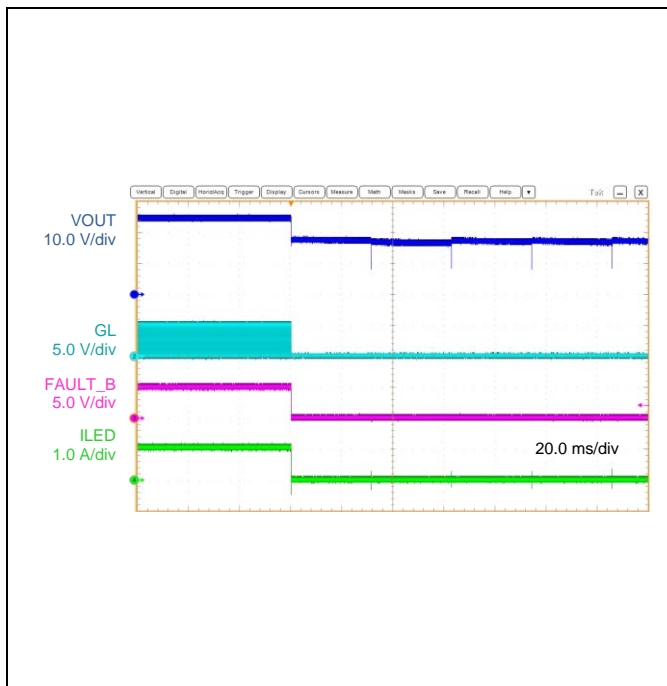


Figure 37. SCP Operation (Normal → Short)
DRL Mode

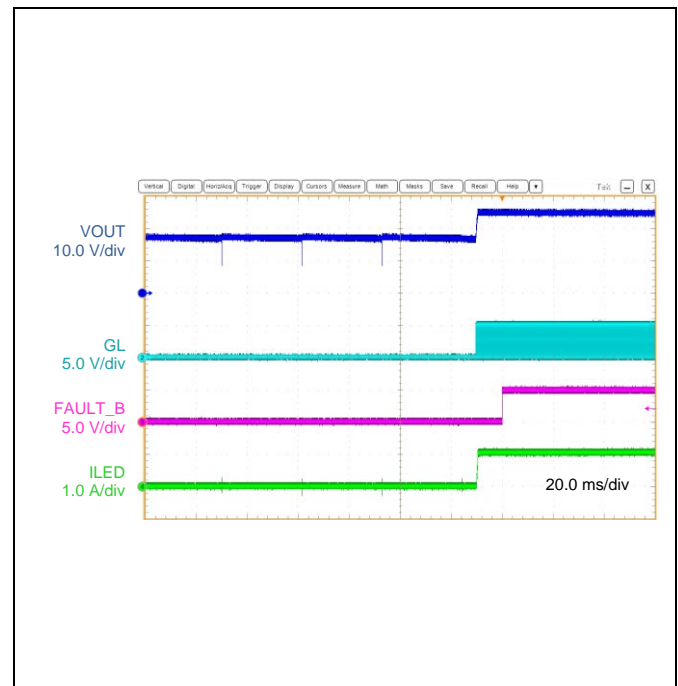


Figure 38. SCP Operation (Short → Normal)
DRL Mode

特性データ — 続き

(アプリケーション例 1 BOOST (Position Mode / DRL Mode))

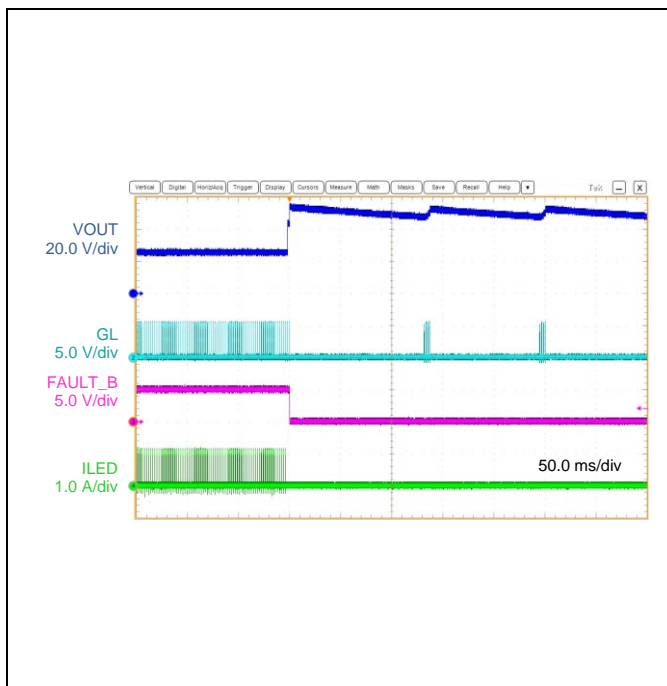


Figure 39. LED Open Operation (Normal → Open) PWM Mode

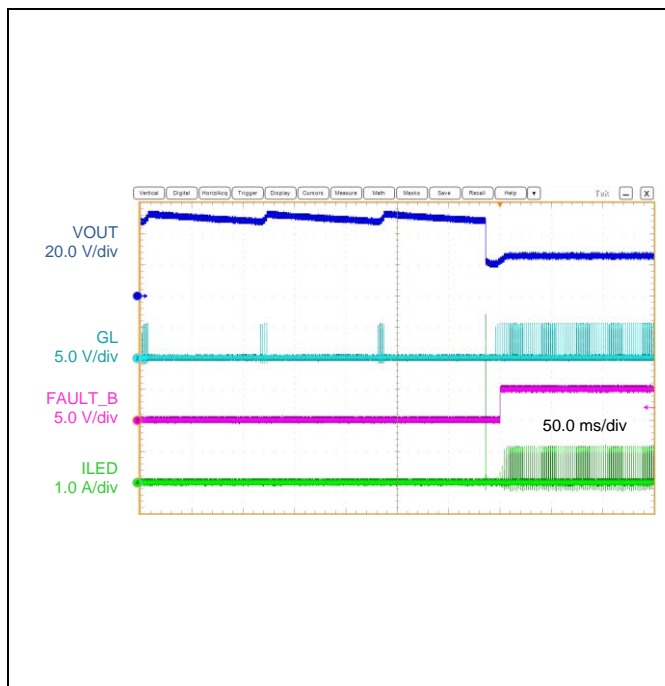


Figure 40. LED Open Operation (Open → Normal) PWM Mode

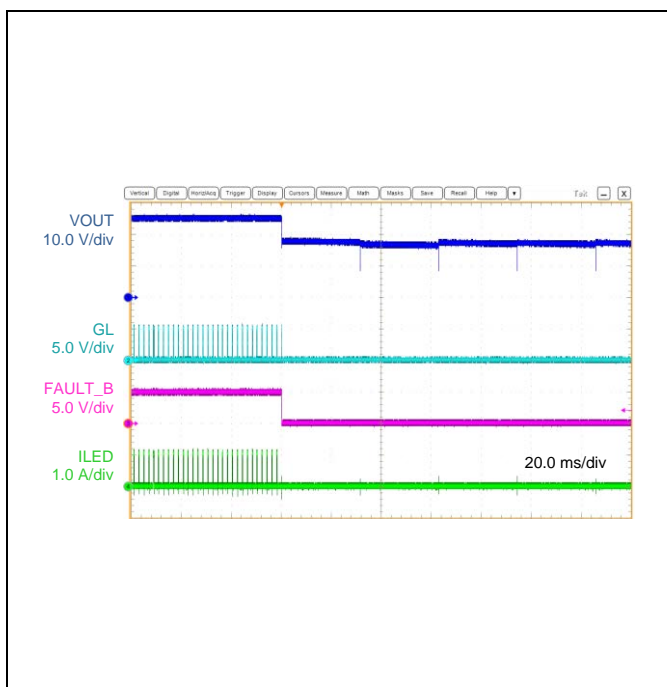


Figure 41. SCP Operation (Normal → Short) PWM Mode

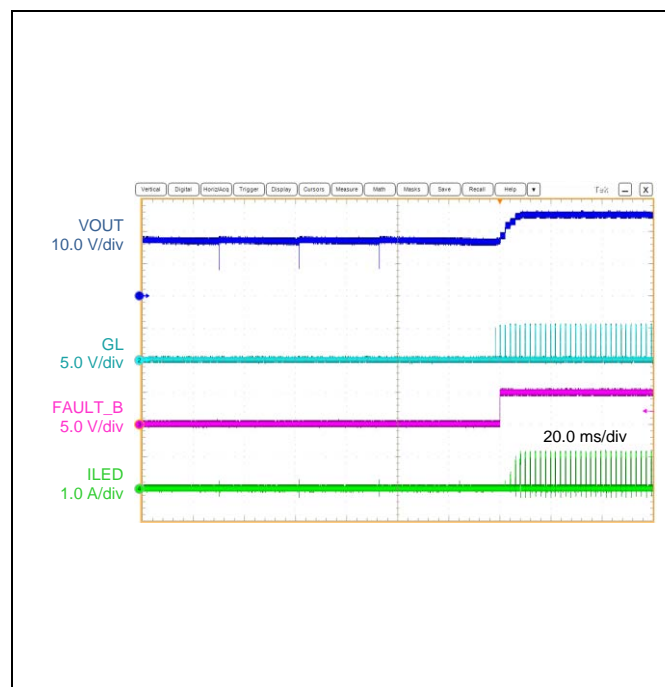


Figure 42. SCP Operation (Short → Normal) PWM Mode

特性データ — 続き

(アプリケーション例 1 BOOST (Position Mode / DRL Mode))

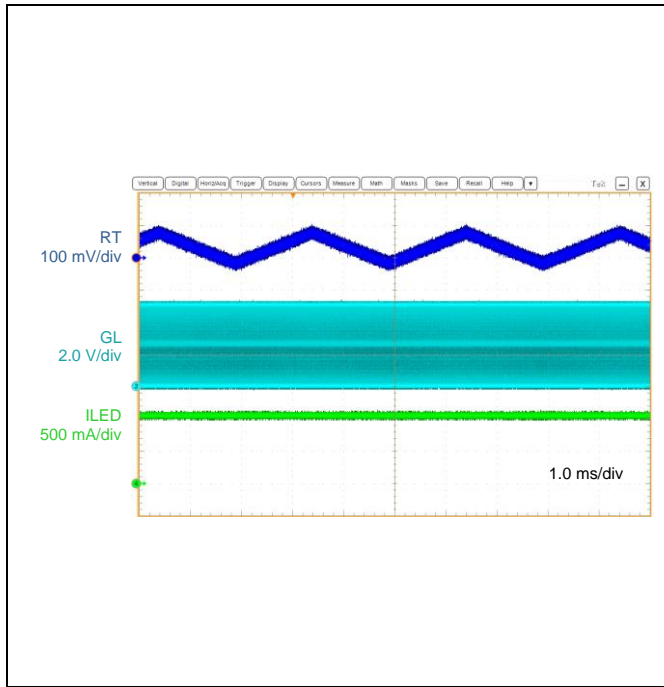


Figure 43. SSFM Operation (DRL Mode)

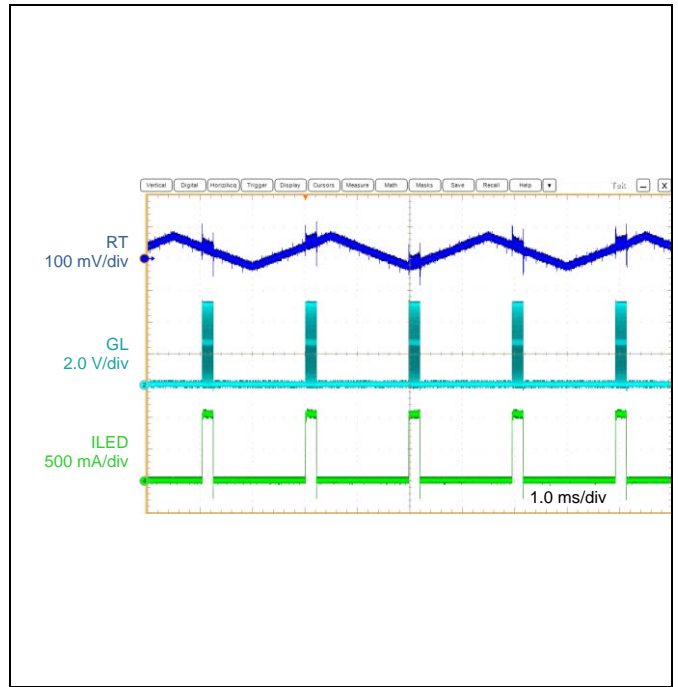
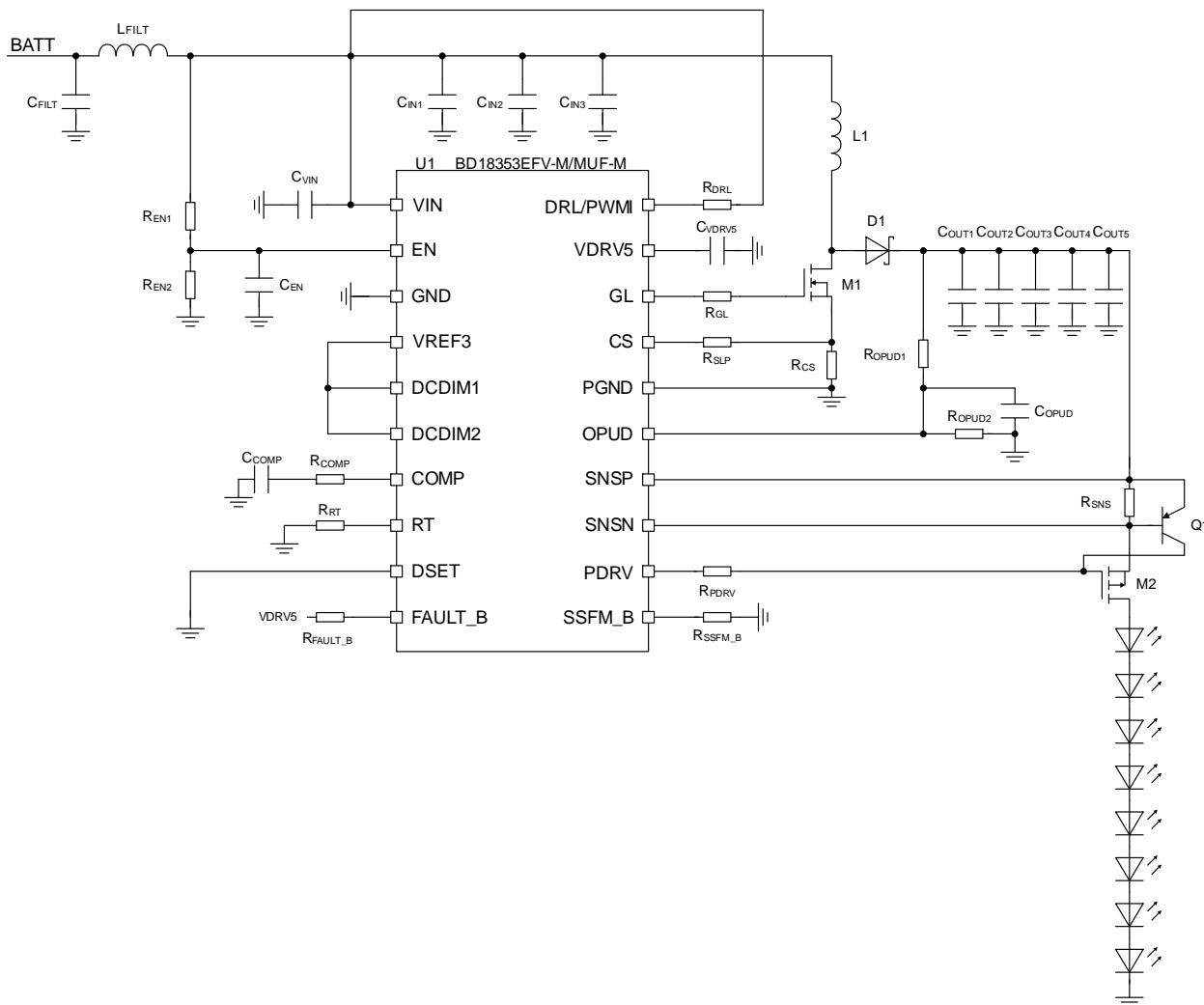


Figure 44. SSFM Operation (PWM Mode)

アプリケーション例

1 BOOST (Position Mode / DRL Mode)

- BATT = 8 V ~ 18 V
- LED = 8 直列、Vf = 3.0 V (Typ)、3.5 V (Max)
- LED 電流 = 1.04 A
- VIN イネーブル = 6.1 V
- OVP 設定電圧 = 51.9 V
- DC/DC スイッチング周波数 = 300 kHz



1 BOOST (Position Mode / DRL Mode) — 続き

1.1 推奨部品リスト

Parts	Symbol	Parts Name	Value	Unit	Product Maker
IC	U1	BD18353EFV-M/MUF-M	-	-	ROHM
Resistor	R _{EN1}	MCR03	51	kΩ	ROHM
	R _{EN2}	MCR03	10	kΩ	ROHM
	R _{DSET1}	MCR03	39	kΩ	ROHM
	R _{DSET2}	MCR03	10	kΩ	ROHM
	R _{COMP}	MCR03	33	Ω	ROHM
	R _{RT}	MCR03	33	kΩ	ROHM
	R _{FAULT_B}	MCR03	10	kΩ	ROHM
	R _{SSFMB}	MCR03	47	kΩ	ROHM
	R _{PDRV}	MCR03	0	Ω	ROHM
	R _{SNS}	LTR18	0.16	Ω	ROHM
	R _{OPUD1}	MCR03	560	kΩ	ROHM
	R _{OPUD2}	MCR03	11	kΩ	ROHM
	R _{Cs}	LTR18	0.024	Ω	ROHM
	R _{GL}	MCR03	10	Ω	ROHM
	R _{SLP}	MCR03	0	kΩ	ROHM
R _{DRL}	MCR03	10	kΩ	ROHM	
Capacitor	C _{FILT}	GCM32ER71H475KA	4.7	μF	murata
	C _{IN1}	GCM32ER71H475KA	4.7	μF	murata
	C _{IN2}	GCM32ER71H475KA	4.7	μF	murata
	C _{IN3}	GCM32ER71H475KA	4.7	μF	murata
	C _{VIN}	GCM188L81H104KA	0.1	μF	murata
	C _{EN}	GCM155R71H103KA	0.01	μF	murata
	C _{COMP}	GCM21BR11E105KA	1	μF	murata
	C _{OPUD}	GCM155R72A102KA	1000	pF	murata
	C _{VDRV5}	GCM21BR71E225KA	2.2	μF	murata
	C _{OUT1}	GCJ188R72A104KA	0.1	μF	murata
	C _{OUT2, C_{OUT3}, C_{OUT4}, C_{OUT5}}	GCM32DC72A475KE	4.7	μF	murata
Inductor	L _{FILT}	CLF6045NIT-2R2N-D	2.2	μH	TDK
	L1	MSS1278-103MLB	10	μH	Coil Craft
Diode MOSFET	D1	RBQ10BM65AFHTL	-	-	ROHM
	M1	IRLR3110ZTRPBF	-	-	Infineon
MOSFET	M2	FDC3535	-	-	ON Semiconductor
Transistor	Q1	SST2907AHZG	-	-	ROHM

アプリケーション例 — 続き

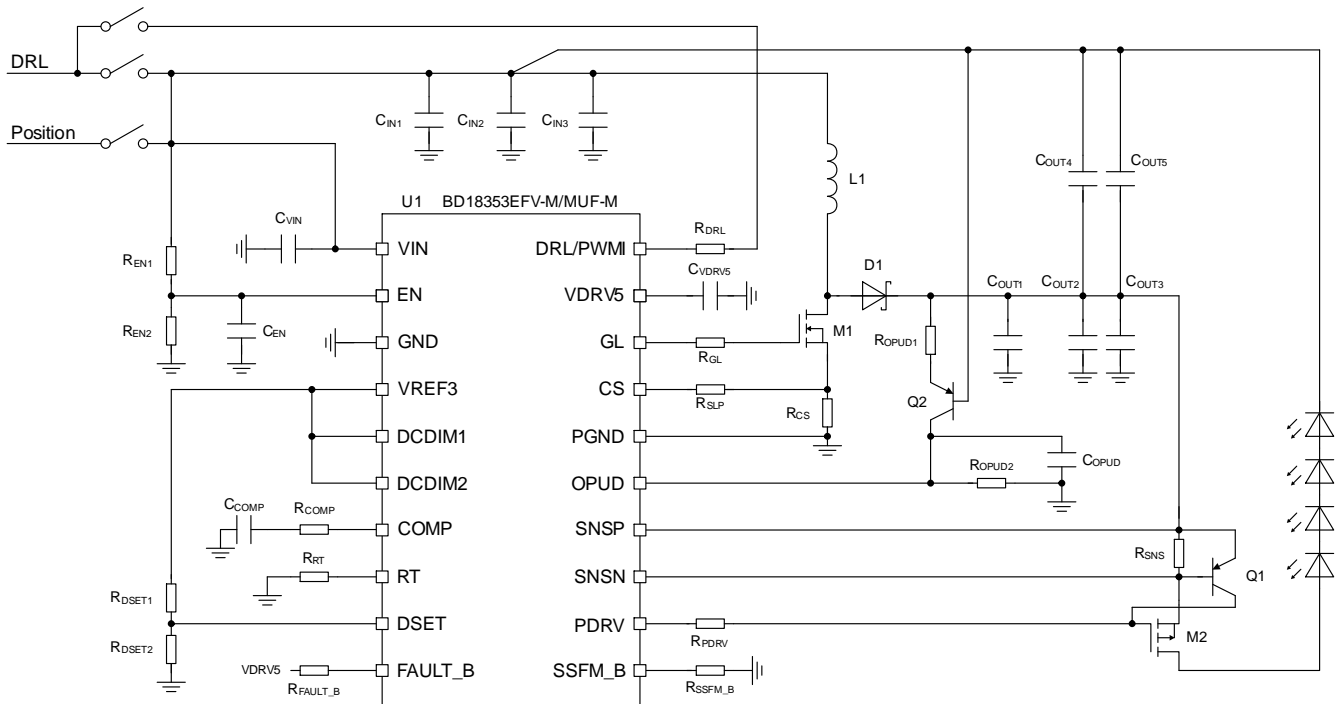
2 BOOST to VIN (Position Mode / DRL Mode)

Position Mode

- Position = 13 V
- LED = 4 直列、Vf = 3.0 V (Typ)
- LED 電流 = 1.04 A
- PWM 周波数 = 400 Hz
- PWM 調光 Duty = 10.6 %
- VIN イネーブル = 6.1 V
- OVP 設定電圧 = 51.9 V
- DC/DC スイッチング周波数 = 412 kHz

DRL Mode

- DRL = 13 V
- LED = 4 直列、Vf = 3.0 V (Typ)
- LED 電流 = 1.04 A
- PWM 調光 Duty = 100 %
- VIN イネーブル = 6.1 V
- OVP 設定電圧 = 51.9 V
- DC/DC スイッチング周波数 = 412 kHz



2 BOOST to VIN (Position Mode / DRL Mode) — 続き

2.1 推奨部品リスト

Parts	Symbol	Parts Name	Value	Unit	Product Maker
IC	U1	BD18353EFV-M/MUF-M	-	-	ROHM
Resistor	REN1	MCR03	51	kΩ	ROHM
	REN2	MCR03	10	kΩ	ROHM
	RDSET1	MCR03	39	kΩ	ROHM
	RDSET2	MCR03	10	kΩ	ROHM
	R _{COMP}	MCR03	33	Ω	ROHM
	R _{RT}	MCR03	24	kΩ	ROHM
	R _{FAULT_B}	MCR03	10	kΩ	ROHM
	R _{SSFM_B}	MCR03	47	kΩ	ROHM
	R _{PDRV}	MCR03	0	Ω	ROHM
	R _{SNS}	LTR18	0.16	Ω	ROHM
	R _{OPUD1}	MCR03	680	kΩ	ROHM
	R _{OPUD2}	MCR03	18	kΩ	ROHM
	R _{CS}	LTR18	0.024	Ω	ROHM
	R _{GL}	MCR03	10	Ω	ROHM
	R _{SLP}	MCR03	2.4	kΩ	ROHM
	R _{DRL}	MCR03	10	kΩ	ROHM
Capacitor	C _{FILT}	GCM32ER71H475KA	4.7	μF	murata
	C _{IN1}	GCM32ER71H475KA	4.7	μF	murata
	C _{IN2}	GCM32ER71H475KA	4.7	μF	murata
	C _{IN3}	GCM32ER71H475KA	4.7	μF	murata
	C _{VIN}	GCM188L81H104KA	0.1	μF	murata
	C _{EN}	GCM155R71H103KA	0.01	μF	murata
	C _{COMP}	GCM21BR11E105KA	1	μF	murata
	C _{OPUD}	GCM155R72A102KA	1000	pF	murata
	C _{VDRV5}	GCM21BR71E225KA	2.2	μF	murata
	C _{OUT1}	GCJ188R72A104KA	0.1	μF	murata
	C _{OUT2, C_{OUT3}, C_{OUT4}, C_{OUT5}}	GCM32DC72A475KE	4.7	μF	murata
Inductor	L1	MSS1278-103MLB	10	μH	Coil Craft
Diode	D1	RBQ10BM65AFHTL	-	-	ROHM
MOSFET	M1	IRLR3110ZTRPBF	-	-	Infineon
	M2	FDC3535	-	-	ON Semiconductor
Transistor	Q1	SST2907AHZG	-	-	ROHM
	Q2	SST2907AHZG	-	-	ROHM

アプリケーション例 — 続き

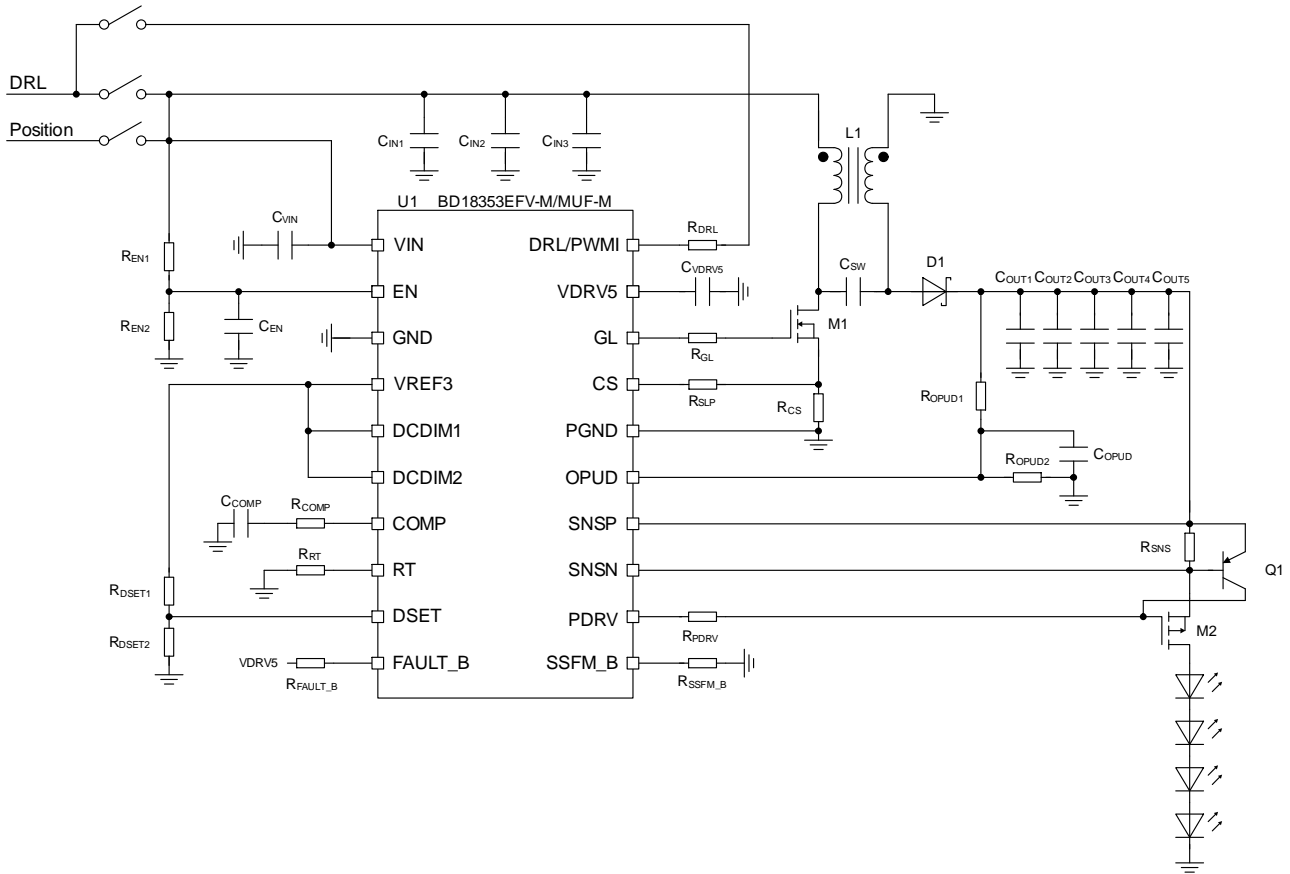
3 SEPIC

Position Mode

- Position = 13 V
- LED = 4 直列、Vf = 3.0 V (Typ)
- LED 電流 = 1.04 A
- PWM 周波数 = 400 Hz
- PWM 調光 Duty = 10.6 %
- VIN イネーブル = 6.1 V
- OVP 設定電圧 = 51.9 V
- DC/DC スイッチング周波数 = 412 kHz

DRL Mode

- DRL = 13 V
- LED = 4 直列、Vf = 3.0 V (Typ)
- LED 電流 = 1.04 A
- PWM 調光 Duty = 100 %
- VIN イネーブル = 6.1 V
- OVP 設定電圧 = 51.9 V
- DC/DC スイッチング周波数 = 412 kHz



3 SEPIC — 続き

3.1 推奨部品リスト

Parts	Symbol	Parts Name	Value	Unit	Product Maker
IC	U1	BD18353EFV-M/MUF-M	-	-	ROHM
Resistor	REN1	MCR03	51	kΩ	ROHM
	REN2	MCR03	10	kΩ	ROHM
	RDSET1	MCR03	39	kΩ	ROHM
	RDSET2	MCR03	10	kΩ	ROHM
	RCOMP	MCR03	15	Ω	ROHM
	RRT	MCR03	24	kΩ	ROHM
	RFAULT_B	MCR03	10	kΩ	ROHM
	RSSFMB_B	MCR03	47	kΩ	ROHM
	RPDRV	MCR03	0	Ω	ROHM
	RSNS	LTR18	0.16	Ω	ROHM
	ROPUD1	MCR03	470	kΩ	ROHM
	ROPUD2	MCR03	11	kΩ	ROHM
	RCS	LTR18	0.024	Ω	ROHM
	RGL	MCR03	10	Ω	ROHM
	RSLP	MCR03	2.4	kΩ	ROHM
	RDRL	MCR03	10	kΩ	ROHM
Capacitor	CIN1	GCM32ER71H475KA	4.7	μF	murata
	CIN2	GCM32ER71H475KA	4.7	μF	murata
	CIN3	-	-	-	-
	CVIN	-	-	-	-
	CEN	GCM155R71H103KA	0.01	μF	murata
	CCOMP	GCM21BR11E105KA	1	μF	murata
	COPUD	GCM155R72A102KA	1000	pF	murata
	CVDRV5	GCM21BR71E225KA	2.2	μF	murata
	COU1	GCJ188R72A104KA	0.1	μF	murata
	C _{SW}	GCM32DC72A475KE	4.7 x 2	μF	murata
	C _{OUT2} , C _{OUT3} , C _{OUT4} , C _{OUT5}	GCM32DC72A475KE	4.7	μF	murata
Inductor	L1	MSD1278T-103MLB	10	μH	Coil Craft
Diode	D1	RBQ10BM65AFHTL	-	-	ROHM
MOSFET	M1	IRLR3110ZTRPBF	-	-	Infineon
	M2	FDC3535	-	-	ON Semiconductor
Transistor	Q1	SST2907AHZG	-	-	ROHM

アプリケーション部品選定方法 (Boost Mode Application)

回路図は[アプリケーション例 1. BOOST \(Position Mode / DRL Mode\)](#)を参照
定数設定シートを用意しています。直接 ROHM へお問い合わせください。

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. イネーブル設定



2. PWM 調光 Duty の設定



3. スイッチング周波数の設定



4. 入力ピーク電流の導出 (I_{L_MAX})



5. 過電流保護の設定



6. インダクタの選定



7. OVP (LED オープン) 検出電圧の設定



8. ダイオード、MOSFET の選定



9. 出力コンデンサの選定



10. 入力コンデンサの選定



11. フィードバック補償



12. 実機動作確認



変更値のフィード
バック

アプリケーション部品選定方法 (Boost Mode Application) — 続き

1 EN 端子動作電圧の設定

BD18353EFV-M/MUF-M は、EN 端子で ON/OFF 制御できます。

設定値 : $V_{INON} = 6.1 \text{ V}$ 、 $V_{INOFF} = 5.5 \text{ V}$

$$V_{INON} = \frac{(R_{EN1} + R_{EN2})}{R_{EN2}} \times V_{ENIH} = \frac{(51 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega)}{10 \text{ k}\Omega} \times 1.0 = 6.1 \quad [\text{V}]$$

$$V_{INOFF} = \frac{(R_{EN1} + R_{EN2})}{R_{EN2}} \times V_{ENIL} = \frac{(51 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega)}{10 \text{ k}\Omega} \times 0.9 = 5.49 \quad [\text{V}]$$

2 PWM 調光 Duty の設定 (内蔵 PWM 生成回路)

BD18353EFV-M/MUF-M には、PWM 調光パルス生成回路が組み込まれています。内蔵ランプ波形と DSET 端子への電圧入力にて PWM 調光 Duty を設定します。DSET 端子の電圧は、VREF3 端子からの抵抗分圧により設定されます。

設定値 : PWM 調光 Duty (D_{PWM}) = 10.6 %

$$D_{PWM} = \frac{V_{REF3} \times \frac{R_{DSET2}}{R_{DSET1} + R_{DSET2}} - V_{RAMPB}}{V_{RAMPP} - V_{RAMPB}} \times 100$$

$$= \frac{3.0 \times \frac{10 \text{ k}\Omega}{39 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} - 0.40}{2.40 - 0.40} \times 100 = 10.6 \quad [\%]$$

3 スイッチング周波数の設定

DC/DC のスイッチング周波数は、RT 端子に接続された抵抗 R_{RT} によって設定できます。

設定値 : スイッチング周波数 = 300 kHz

$$f_{SW1} \doteq \frac{9900}{R_{RT}} \times 10^3 = \frac{9900}{33 \text{ k}\Omega} \times 10^3 = 300 \quad [\text{kHz}]$$

アプリケーション部品選定方法 (Boost Mode Application) — 続き

4 入力ピーク電流の導出 I_{L_MAX} ($V_{DCDIM1} > 2.5 V$ 、 $V_{DCDIM2} > 2.5 V$)4.1 出力電圧の算出 (V_{OUT})

BOOST Setting :

$$\begin{aligned} V_{OUT} &= V_{f_LED} \times N + V_{SNS_100\%} + R_{ON_PWMFET} \times I_{LED} \\ &= 3 \times 8 + 0.1667 + 0.2 \times 1 \approx 24.4 \end{aligned} \quad [V]$$

V_{f_LED} : LED の Vf (Typ: 3.0 V、Max: 3.5 V)
 N : 直列 LED 個数
 R_{ON_PWMFET} : PWM 調光用 MOSFET (M1) の ON 抵抗
 I_{LED} : 出力 LED 電流

4.2 DC/DC スイッチング Duty の算出 (D_{SW})

$$D_{SW} = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}} = \frac{24 V - 13 V}{24 V} \approx 0.458$$

4.3 出力電流の算出 (I_{LED})

$$I_{LED} = \frac{V_{SNS_100\%}}{R_{SNS}} = \frac{0.1667}{0.16} \approx 1.04 \quad [A]$$

4.4 入力ピーク電流の算出 (I_{L_MAX})

$$I_{L_MAX} = I_{L_AVE_MAX} + \frac{1}{2} \Delta I_{L_MAX} = 3.90 + 1.30 = 5.2 \quad [A]$$

$$I_{L_MIN} = I_{L_AVE_MIN} - \frac{1}{2} \Delta I_{L_MAX} = 1.48 - 1.30 = 0.18 \quad [A]$$

$$I_{L_AVE_MAX} = \frac{V_{OUT_MAX} \times I_{LED}}{\eta \times V_{IN_MIN}} = \frac{28 V \times 1 A}{0.9 \times 8} \approx 3.90 \quad [A]$$

$$I_{L_AVE_MIN} = \frac{V_{OUT_MIN} \times I_{LED}}{\eta \times V_{IN_MAX}} = \frac{24 V \times 1 A}{0.9 \times 18} \approx 1.48 \quad [A]$$

$$\begin{aligned} \Delta I_{L_MAX} &= \frac{V_{IN}}{L} \times \frac{(V_{OUT} - V_{IN})}{V_{OUT}} \times \frac{1}{f_{SW_MIN}} \\ &= \frac{14 V}{10 \mu H} \times \frac{(28 V - 14 V)}{28 V} \times \frac{1}{270 kHz} \approx 2.59 \end{aligned} \quad [A]$$

I_{L_MAX} : 最大インダクタ電流
 I_{L_MIN} : 最小インダクタ電流
 I_{L_AVE} : 平均インダクタ電流
 $I_{L_AVE_MAX}$: 最大平均インダクタ電流
 $I_{L_AVE_MIN}$: 最小平均インダクタ電流
 ΔI_{L_MAX} : 最大インダクタリップル電流
 η : 効率
 f_{SW_MIN} : 最小スイッチング周波数

- 算出には V_{IN} の最小入力電圧を使用します。
- BD18353EFV-M/MUF-M は、電流モード DC/DC コンバータ制御を採用しています。 I_{L_MIN} が正の場合、連続モードになり、 I_{L_MIN} が負の場合、不連続モードになります。不連続モードではフィードバック特性が不十分になり、応答性の悪化、スイッチング波形が不規則になり安定性が悪化します。したがって、フィードバック特性の十分な検証を行ってください。
- η (効率) は約 90 % として算出しています。
- $V_{DCDIM1} \leq 2.5 V$ または $V_{DCDIM2} \leq 2.5 V$ の場合、[各ブロック動作説明 5 アナログ調光 \(DCDIM\)](#) を参考に I_{LED} を計算してください。

アプリケーション部品選定方法 (Boost Mode Application) — 続き

5 過電流保護の設定

過電流保護電流値は CS 端子に接続された抵抗 R_{CS} によって算出されます。
設定値：過電流保護 = 12.5 A

$$I_{OCP_MIN} = \frac{V_{CSOCP_MIN}}{R_{CS}} > I_{L_MAX} \quad [A]$$

$$I_{OCP_MIN} = \frac{V_{CSOCP_MIN}}{R_{CS}} = \frac{0.275}{0.024} \approx 11.46 > 5.2 \quad [A]$$

I_{OCP_MIN} : 最小過電流検出電流
 V_{CSOCP_MIN} : 最小過電流検出電圧

インダクタのばらつきを考慮し十分なマージンを確保して設定してください。

6 インダクタの選定

電流モード DC/DC コンバータの動作を安定させるために、以下の条件で L 値を選定してください。
設計値： $R_{SLP} = 0.0 \text{ k}\Omega$

$$L > \frac{(V_{OUT} - V_{IN}) \times R_{CS} \times R_{RT} \times 1.5 \times 10^{-6}}{4 \text{ k} + R_{SLP}}$$

$$L > \frac{(28 - 8) \times 24.24 \text{ m} \times 33.33 \text{ k} \times 1.5 \times 10^{-6}}{4 \text{ k}} \approx 6 \quad [\mu\text{H}]$$

設定値： $R_{SLP} = 1.2 \text{ k}\Omega$

$$L > \frac{(28 - 8) \times 24.24 \text{ m} \times 33.33 \text{ k} \times 1.5 \times 10^{-6}}{4 \text{ k} + 1.2 \text{ k}} \approx 4.7 \quad [\mu\text{H}]$$

計算値を減らすと安定性は向上しますが、電源電圧の変動などの応答性が低下する場合があります。上記の式を満たさない場合、サブハーモニック発振によりスイッチング Duty が不安定になり、LED がちらつく可能性があります。この状態は、 R_{SLP} を追加することで緩和できます。ただし、 R_{SLP} を追加すると、OCP 検出 (I_{OCP}) レベルも変更されることに注意してください。 R_{SLP} を追加した場合の OCP 検出レベル (I_{OCP}) の計算式は次のとおりです。
設定値： $R_{SLP} = 1.2 \text{ k}\Omega$

$$I_{OCP_MIN} = \frac{\left(V_{CSOCP_MIN} - \frac{1.06}{R_{RT} \times 1.2 \times 10^{-6}} \times \frac{D_{SW_MAX}}{f_{SW_MIN}} \times R_{SLP} \right)}{R_{CS}} > I_{L_MAX} \quad [A]$$

$$I_{OCP_MIN} = \frac{\left(0.275 - \frac{1.06}{33 \text{ k} \times 1.2 \times 10^{-6}} \times \frac{0.72}{270 \text{ k}} \times 1.2 \text{ k} \right)}{0.024} \approx 7.89 > I_{L_MAX} \quad [A]$$

D_{SW_MAX} : 最大 DC/DC スイッチング Duty
 f_{SW_MIN} : 最小スイッチング周波数
 I_{L_MAX} : 最大インダクタ電流

アプリケーション部品選定方法 (Boost Mode Application) — 続き

7 OVP(LED オープン)検出電圧の設定

OVP (LED オープン) 検出電圧は、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_{OPUD1} と R_{OPUD2} を設定することにより、OVP 検出時の出力電圧 (V_{OUT_OVP}) は以下のように計算できます。

設計値 : OVP (LED オープン) 検出電圧 = 51.9 V

$$\begin{aligned} V_{OUT_OVP} &= \frac{R_{OPUD1} + R_{OPUD2}}{R_{OPUD2}} \times V_{OVP} \\ &= \frac{560 \text{ k} + 11 \text{ k}}{11 \text{ k}} \times 1.0 \text{ V} \approx 51.9 \text{ (Typ)} \quad [\text{V}] \end{aligned}$$

V_{OUT_OVP} : OVP (LED オープン) 検出電圧

R_{OPUD1} 、 R_{OPUD2} 抵抗は出力コンデンサの電流放電パスになります。抵抗値の設定が適正でないと PWM = Low 時に V_{OUT} リップルが大きくなり LED がちらつく可能性があるため、 R_{OPUD1} は 500 k Ω ~ 1000 k Ω の範囲で選定してください。実際のアプリケーション動作は出力コンデンサと LED の特性によって異なるため、LED のちらつきを十分に検証する必要があります。(V_{OUT} の低下は、より大きな出力コンデンサ C_{OUT} または R_{OPUD1} 抵抗を挿入することで緩和できます。)

8 ダイオード、MOSFET の選定

MOSFET M1 の選定

V_{DS} 定格が OVP (LED オープン) 検出の最大電圧より高い MOSFET を選定してください。

$$\begin{aligned} M1 V_{DS} > V_{OUT_OVP_MAX} &= \frac{R_{OPUD1} + R_{OPUD2}}{R_{OPUD2}} \times V_{OVP_MAX} \\ &= \frac{560 \text{ k} + 11 \text{ k}}{11 \text{ k}} \times 1.04 \text{ V} \approx 54 \text{ (Max)} \quad [\text{V}] \end{aligned}$$

$M1 V_{DS}$: MOSFET M1 のドレイン-ソース間絶対最大定格

$V_{OUT_OVP_MAX}$: 最大 LED オープン検出電圧

M1 のドレイン-ソース間に流れる RMS 電流定格 (I_{DS_RMS}) は、次のように計算できます。

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

I_{L_AVE} : 平均インダクタ電流

D_{SW} : DC/DC スイッチング Duty

M1 の損失は次式で計算されます。M1 の損失はスイッチング損失 P_{LOSS1} と ON 時の損失 P_{LOSS2} になります。スイッチング損失 P_{LOSS1} 、及び M1ON 時の損失 P_{LOSS2} は、次のように計算できます。

$$P_{LOSS1} = \frac{(t_R + t_F)}{2} \times f_{SW} \times (V_{OUT} + V_{D1}) \times I_{L_AVE}$$

$$P_{LOSS2} = I_{L_AVE}^2 \times R_{ON} \times D_{SW}$$

t_R : M1 ドレイン-ソースの立ち上がり時間

t_F : M1 ドレイン-ソースの立ち下がり時間

V_{D1} : D1 の順方向電圧

R_{ON} : M1 の ON 抵抗

8 ダイオード、MOSFET の選定 — 続き

整流ダイオード D1 の選定

消費電力を削減するため、整流ダイオード D1 にショットキーバリアダイオードを使用してください。ダイオードの定格は、OVP(LED オープン)検出電圧よりも高くなければなりません。PWM 調光を使用する場合は、漏れ電流の少ないショットキーバリアダイオードを選択する必要があります。高温環境では漏れ電流が増加するため、出力コンデンサは PWM = Low 時に放電され、LED 電流が不安定になる可能性があります。D1 の電流定格は、次の式で計算できます。

$$I_{D1} = I_{L_AVE} \times (1 - D_{SW})$$

I_{L_AVE} : 平均インダクタ電流
 D_{SW} : DC/DC スイッチング Duty

MOSFET M2 の選定

マージンを考慮し、LED 電流と出力電圧の実際の使用条件よりも高い定格電圧の部品を選定してください。

電流クランプ用トランジスタ Q1 の選定

アノード地絡時に過度の大電流が流れるのを防ぐため、電流クランプ用トランジスタ Q1 を挿入することを推奨します。Q1 を挿入すると、設定電流が Q1 の Vf によってクランプされるため、M2 の耐量を抑えることができます。例えば、Vf = 0.5 V の場合、電流は設定電流の約 3 倍にクランプされます。選定にあたっては次式を満たす Q1 を選択してください。

$$V_{CE} > V_{OUT_OVP_MAX}$$

これに加え、hfe、速度、飽和電圧を考慮して選定を行い、実機で十分な評価を行ってください。

9 出力コンデンサの選定

出力コンデンサには 2 つの目的があります。1 つ目は、出力リップルを減らすことです。2 つ目は、MOSFET (M1) が ON した時に LED に電流を供給することです。出力電圧リップルは、バルク容量と ESR の両方の影響を受けます。(セラミック・コンデンサを使用する場合、リップルの大部分がバルク容量により発生します。) バルク容量と ESR は、下式で計算できます。

$$C_{OUT} \geq I_{LED} \times \frac{D_{SW_MAX}}{\Delta V_{COUT} \times f_{SW_MIN}}$$

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

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
 f_{SW_MIN} : 最小スイッチング周波数

ここで許容される合計出力リップルは、LED 電流リップルと LED の等価抵抗の積として表すことができます。この等価抵抗は「LED 電流の $\Delta V / \Delta I$ 」として定義されており、選択した LED のデータシートの I-V 特性から計算する必要があります。駆動される LED の数 = 8 個 (等価抵抗 0.2 Ω / LED)、LED 電流 = 1 A ($I_{L_MAX} = 5.2$ A)、スイッチング Duty = 72 % ($V_{IN} = 8$ V、 $V_{OUT} = 28$ V)、スイッチング周波数 = 300 kHz の場合に、LED 電流リップルを 5 % と仮定します。すると合計出力リップルは次のように計算できます。

$$V_{OUT_RIPPLE} = 1 \text{ A} \times 5 \% \times (0.2 \Omega \times 8) = 80 \quad [\text{mV}]$$

V_{OUT_RIPPLE} : V_{OUT} リップル電圧

バルク容量が合計出力リップルの 95 % を占める場合、出力コンデンサは次のように計算されます。

$$C_{OUT} \geq 1 \times \frac{0.72}{0.08 \times 0.95} \times \frac{1}{300 \text{ kHz}} \approx 31.6 \quad [\mu\text{F}]$$

$$R_{ESR} < \frac{V_{OUT_RIPPLE}}{I_{L_MAX}} = \frac{(0.08 \times 0.05)}{5.2} \approx 0.77 \quad [\text{m}\Omega]$$

9 出力コンデンサの選定 — 続き

ただし、上記の出力コンデンサの容量は最小容量です。したがって、コンデンサの許容誤差と DC バイアス特性を考慮して部品を選択してください。さらに出力コンデンサが小さい場合、出力電圧のリプルが大きくなり、LED のちらつきが発生する可能性があるため、実際のアプリケーションの十分な検証が必要です。検証が必要と判断された場合、出力コンデンサを増やしてください。さらに、PWM 調光中のセラミック・コンデンサの圧電効果により、音響ノイズが発生する場合があります。低 ESR の電解コンデンサとセラミック・コンデンサを併用すると、このノイズを減らすことができます。ただし、静電容量は、セラミック・コンデンサによる電圧の変化に伴って大幅に減少し、理論から計算された数値と一致しない場合があります。

10 入力コンデンサの選定

DC/DC コンバータでは、入力と出力の間にピーク電流が流れるため、入力側にもコンデンサが必要です。したがって、10 μF 以上のコンデンサと 100 m Ω 以下の ESR 成分を持つ低 ESR コンデンサを入力コンデンサとして推奨します。範囲外のコンデンサを選択すると、過剰なリプル電圧が入力電圧とオーバーラップするため、IC が誤動作する可能性があります。

$$C_{IN} \geq \frac{\Delta I_L}{8 \times V_{IN_RIPPLE} \times f_{SW}}$$

V_{IN_RIPPLE} : V_{IN} リプル電圧

11 フィードバック補償回路の設定

●アプリケーションの安定条件について

負のフィードバックを伴うシステムの安定条件は、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 度以下(すなわち位相マージン 30 度以上)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 度以下 (すなわち位相マージン 30 度以上)
- 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高めるためには、スイッチング周波数の高周波化が必要となります。
- 位相マージン : 60 度以上
- GBW : スwitching周波数の 1/20 以下
を推奨します。

フィードバック補償により安定性を確保するコツは、GBW の近くに位相進み f_{z1} を挿入することです。GBW は、出力インピーダンス $R_L (= V_{OUT} / I_{LED})$ による C_{OUT} と位相遅れ f_p によって決まります。それぞれ次式で算出されます。

Phase-lead

$$f_{Z1} = \frac{1}{2\pi \times C_{COMP} \times R_{COMP}}$$

Phase-lag

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

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

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 f_{z2} 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。

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

11 フィードバック補償回路の設定 — 続き

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規則になり、出力電圧のリプルが増加します。それにより LED 電流のリ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。

12 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、定数を選定してください。またこの選定は理論算出値のため、外付け部品のばらつきやその特性変化を含み、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ください。

PCB レイアウト時の注意点について

1. C_{VIN} 、 C_{VDRV5} のデカップリングコンデンサはできるだけ LSI の端子近くに配置してください。
2. R_{RT} は RT 端子の近くに配置して容量を付けないでください。
3. PGND 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、VREF3、COMP、RT、DCDIM1、DCDIM2、DSET、OPUD、SNSP 及び SNSN 端子にノイズが乗らない様、注意してください。
5. GL、CS、PDRV 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 EXP-PAD があります。
7. ノイズ低減のため、 R_{CS} の PGND と C_{OUT} の PGND は一点接地することを推奨します。また $M1 \rightarrow R_{CS}$ 、 $R_{CS} \rightarrow PGND$ の電流計路と $M1 \rightarrow D1 \rightarrow C_{OUT} \rightarrow PGND$ の電流計路はビアを介さず同一面で最短、最小インピーダンスになるように PCB レイアウトをご検討ください。

入出力等価回路図

端子番号	端子名	入出力等価回路図	端子番号	端子名	入出力等価回路図
2 (20)	EN		4 (2)	VREF3	
5 (3)	DCDIM1		7 (5)	COMP	
6 (4)	DCDIM2				
8 (6)	RT		9 (7)	DSET	
10 (8)	FAULT_B		11 (9)	SSFM_B	

() 内は VQFN20FV3535 パッケージ

入出力等価回路図 — 続き

端子番号	端子名	入出力等価回路図	端子番号	端子名	入出力等価回路図
12 (10)	PDRV		13 (11)	SNSN	
			14 (12)	SNSP	
15 (13)	OPUD		17 (15)	CS	
18 (16)	GL		19 (17)	VDRV5	
20 (18)	DRL/ PWMI				

() 内は VQFN20FV3535 パッケージ

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

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. 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

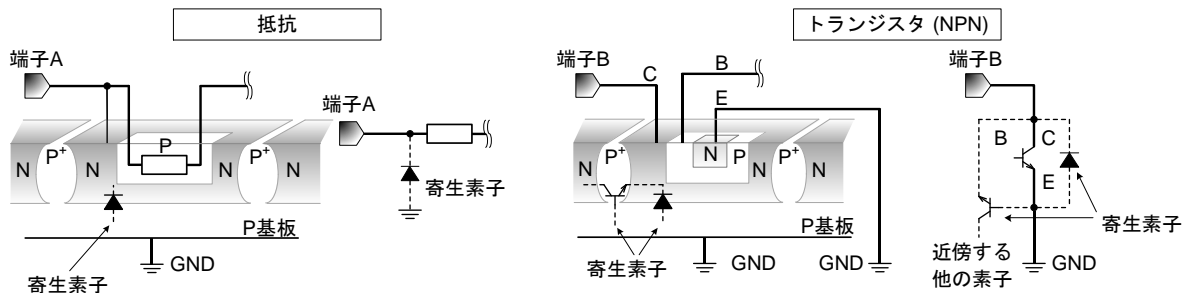
本 IC はモノリシック IC であり、各素子間に素子分離のための P+アイソレーションと、P 基板を有しています。この P 層と各素子の N 層とで P-N 接合が形成され、各種の寄生素子が構成されます。

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 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。

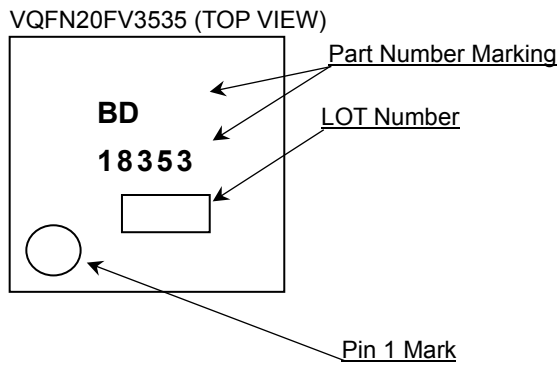
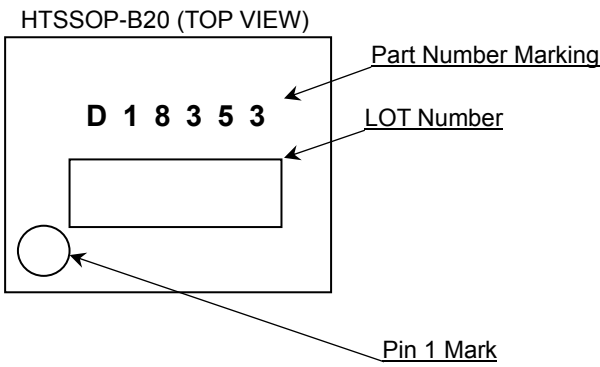
発注形名情報

B D 1 8 3 5 3 X X X - M E 2

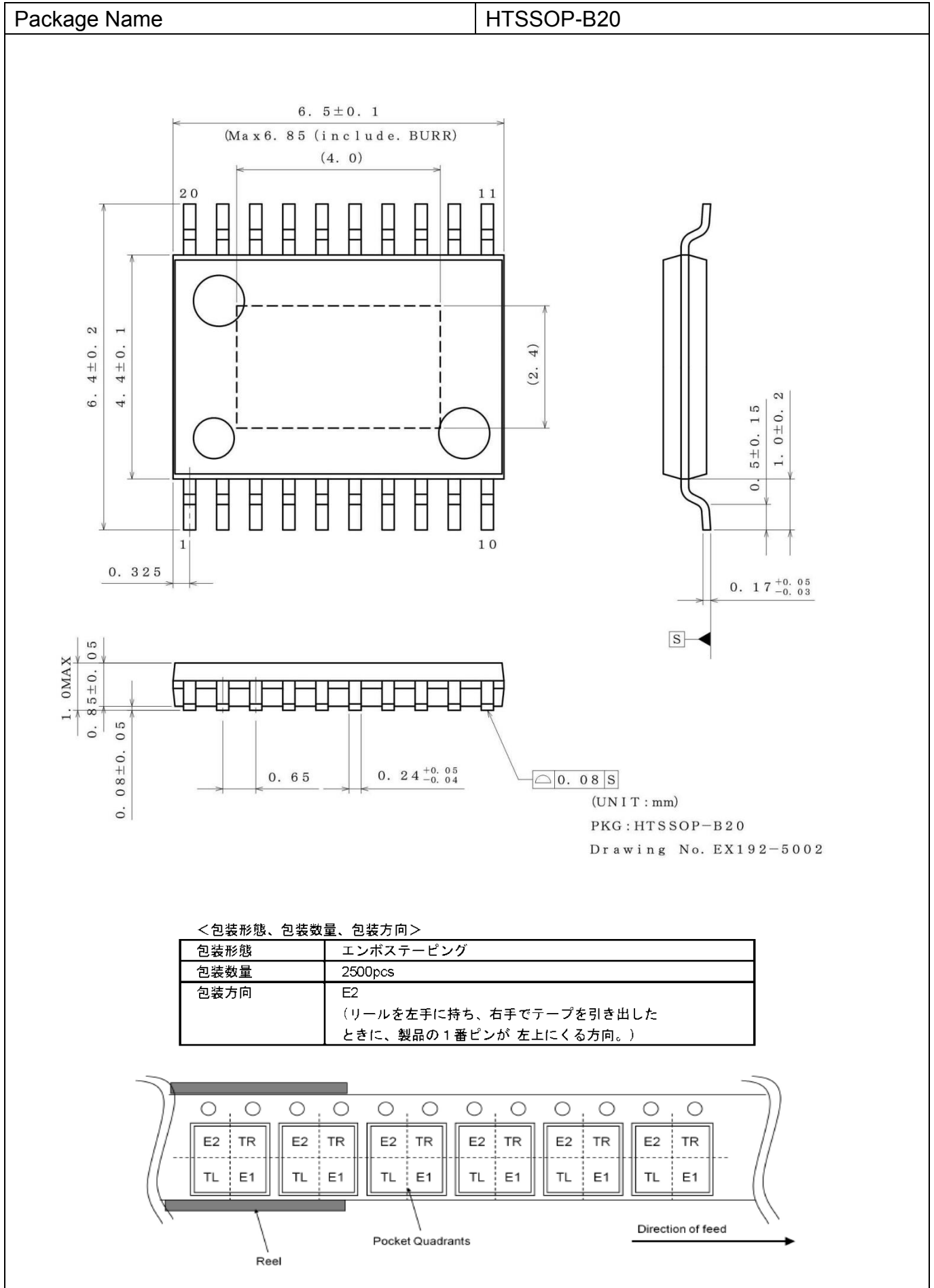
パッケージ
 EFV : HTSSOP-B20
 MUF : VQFN20FV3535

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

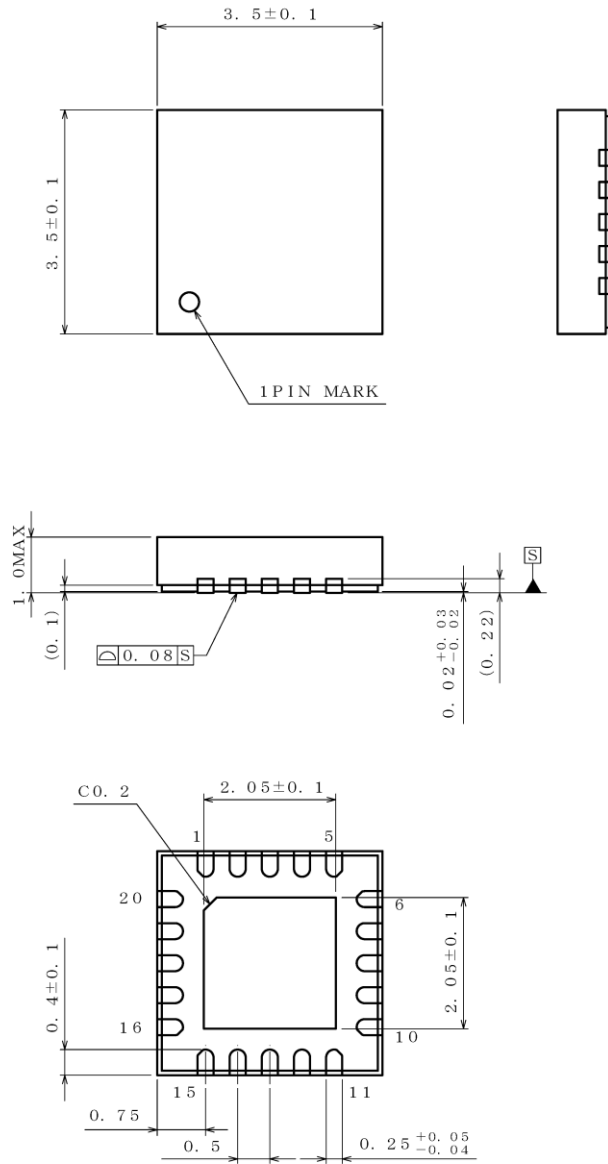


外形寸法図と包装・フォーミング仕様



外形寸法図と包装・フォーミング仕様

Package Name	VQFN20FV3535
--------------	--------------

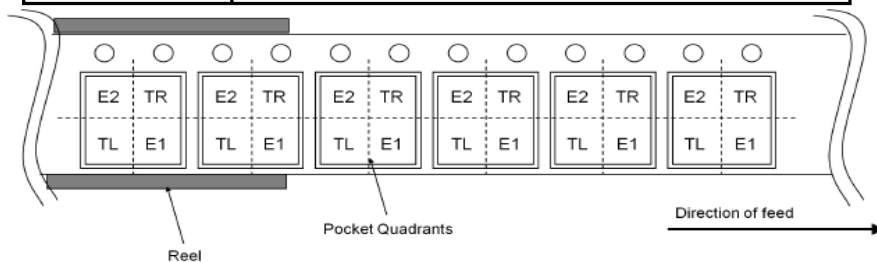


(UNIT: mm)
 PKG: VQFN20FV3535
 Drawing No. EX375-5001-4

NOTE: Dimensions in () for reference only.

<包装形態、包装数量、包装方向>

包装形態	エンボステーピング
包装数量	2500pcs
包装方向	E2 (リールを左手に持ち、右手でテープを引き出したときに、製品の1番ピンが左上にくる方向。)



改訂履歴

日付	版	変更内容
2020.03.16	001	新規作成
2021.02.05	002	<p>電気的特性を変更</p> <p>VDRV5 基準電圧 変更前: $I_{VDRV5} = 0 \text{ mA} \sim 10 \text{ mA}$ 変更後: $I_{VDRV5} = 0 \text{ mA to } 10 \text{ mA load}$</p> <p>VDRV5 ドロップ電圧 変更前: $I_{VDRV5} = 10 \text{ mA}$ 変更後: $I_{VDRV5} = 10 \text{ mA load}$</p> <p>VREF3 基準電圧 変更前: $I_{VREF3} = 0 \text{ mA} \sim 2 \text{ mA}$ 変更後: $I_{VREF3} = 0 \text{ mA to } 2 \text{ mA load}$</p> <p>GL ON 抵抗 High 変更前: $I_{GL} = -10 \text{ mA}$ 変更後: $I_{GL} = 10 \text{ mA load}$</p> <p>GL ON 抵抗 Low 変更前: $I_{GL} = +10 \text{ mA}$ 変更後: $I_{GL} = 10 \text{ mA input}$</p> <p>COMP シンク電流 変更前: $V_{DCDIM} = 0 \text{ V}$ 変更後: $V_{DCDIM1} = V_{DCDIM2} = 0 \text{ V}$</p> <p>PWM 内部ランプ下限電圧 変更前: (Min) 0.38 (Typ) 0.40 (Max) 0.42 変更後: (Min) $V_{REF3} / 3 \times 0.4 - 0.02$ (Typ) $V_{REF3} / 3 \times 0.4$ (Max) $V_{REF3} / 3 \times 0.4 + 0.02$ 削除: $V_{REF3} = 3.0 \text{ V}$</p> <p>PWM 内部ランプ下限電圧 変更前: (Min) 2.38 (Typ) 2.40 (Max) 2.42 変更後: (Min) $V_{REF3} / 3 \times 2.4 - 0.02$ (Typ) $V_{REF3} / 3 \times 2.4$ (Max) $V_{REF3} / 3 \times 2.4 + 0.02$ 削除: $V_{REF3} = 3.0 \text{ V}$</p> <p>PDRV プルアップ ON 抵抗 変更前: $V_{SNSP_PDRV} = 7 \text{ V}$, $V_{SNSP} = 30 \text{ V}$, $V_{DSET} = 5 \text{ V}$, $V_{DRL/PWM} = 0 \text{ V}$ 変更後: $I_{PDRV} = 10 \text{ mA load}$, $V_{SNSP} = 30 \text{ V}$, $V_{DSET} = 0 \text{ V}$, $V_{DRL/PWMI} = 0 \text{ V}$</p> <p>PDRV プルダウン電流 変更前: $V_{DSET} = 0 \text{ V}$, $V_{DRL/PWM} = 0 \text{ V}$ 変更後: $V_{DSET} = 5 \text{ V}$, $V_{DRL/PWMI} = 0 \text{ V}$</p> <p>FAULT_B 出力 Low 電圧 変更前: $I_{FAULT_B} = 5 \text{ mA}$ 変更後: $I_{FAULT_B} = 5 \text{ mA input}$</p> <p>特性データを変更</p> <p>変更前: VREF3 Reference Voltage vs Temperature ($I_{VREF3} = 0 \text{ mA} \sim 2 \text{ mA}$) 変更後: VREF3 Reference Voltage vs Temperature ($I_{VREF3} = 0 \text{ mA to } 2 \text{ mA load}$)</p> <p>アプリケーション例を変更</p> <p>SEPIC 推奨部品リスト Inductor L1 変更前: MSS1278T-103MLB 変更後: MSD1278T-103MLB</p> <p>14. 機能安全についてを追記</p>

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。