車載向け 3.0 V～36 V 入力 2.0 A FET 内蔵 1ch 同期整流 低暗電流 降圧 DC/DC コンバータ

BD9P233MUF-C

概要

BD9P233MUF-C は 3.3 V 出力の低暗電流降圧コンバータです。LLM (Light Load Mode) により重負荷及び軽負荷時共に低消費と高効率を実現した降圧 DC/DC コンバータです。

特長

- Nano Pulse Control®
- AEC-Q100 対応 *(Note 1)*
- 低ドロップアウト動作: 100 % ON Duty サイクル
- Light Load Mode (LLM)
- スペクトラム拡散機能
- スイッチング周波数可変
- 外部同期機能
- 温度保護機能
- 入力低電圧誤動作防止機能
- 過電流保護機能
- 出力過電圧保護機能
- Power Good 機能

(Note 1) Grade 1

用途

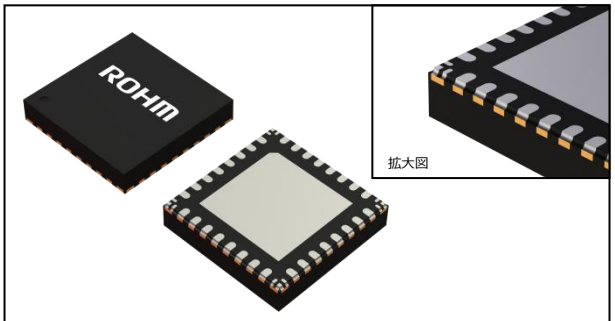
- 車載機器
  (クラスターパネル、カーインフォテインメント等)
- その他電子機器

重要特性

■ 入力電圧:	3.0 V ~ 36 V (初期起動時は 3.6 V 以上)
■ 出力電圧:	3.3 V
■ スイッチング周波数:	200 kHz ~ 2.4 MHz
■ 出力電流:	2 A (Max)
■ シャットダウン時回路電流:	10 µA (Max) (25 °C)
■ 暗電流:	26 µA (Typ) (25 °C)
■ 動作周囲温度:	-40 °C ~ +125 °C

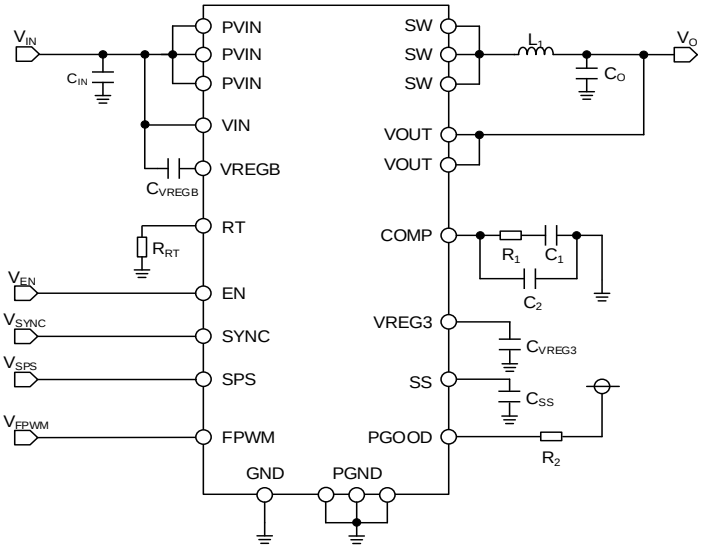
パッケージ

	W (Typ) x D (Typ) x H (Max)
VQFN32FAV050:	5.0 mm x 5.0 mm x 1.0 mm



VQFN32FAV050
ウェッタブル・フランクパッケージ

基本アプリケーション回路

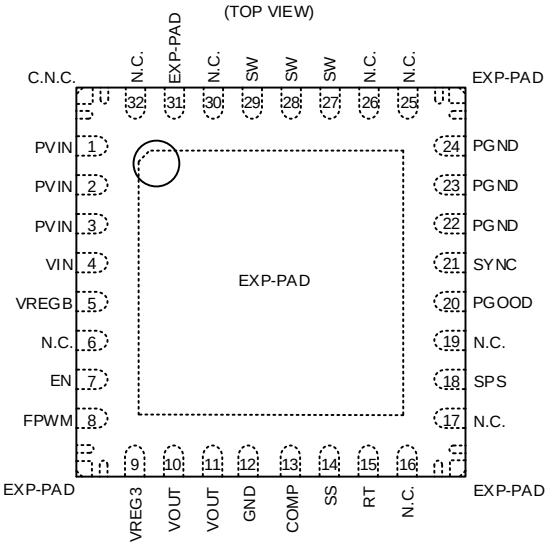


Nano Pulse Control®はローム株式会社の登録商標です。

○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おりません

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

端子配置図



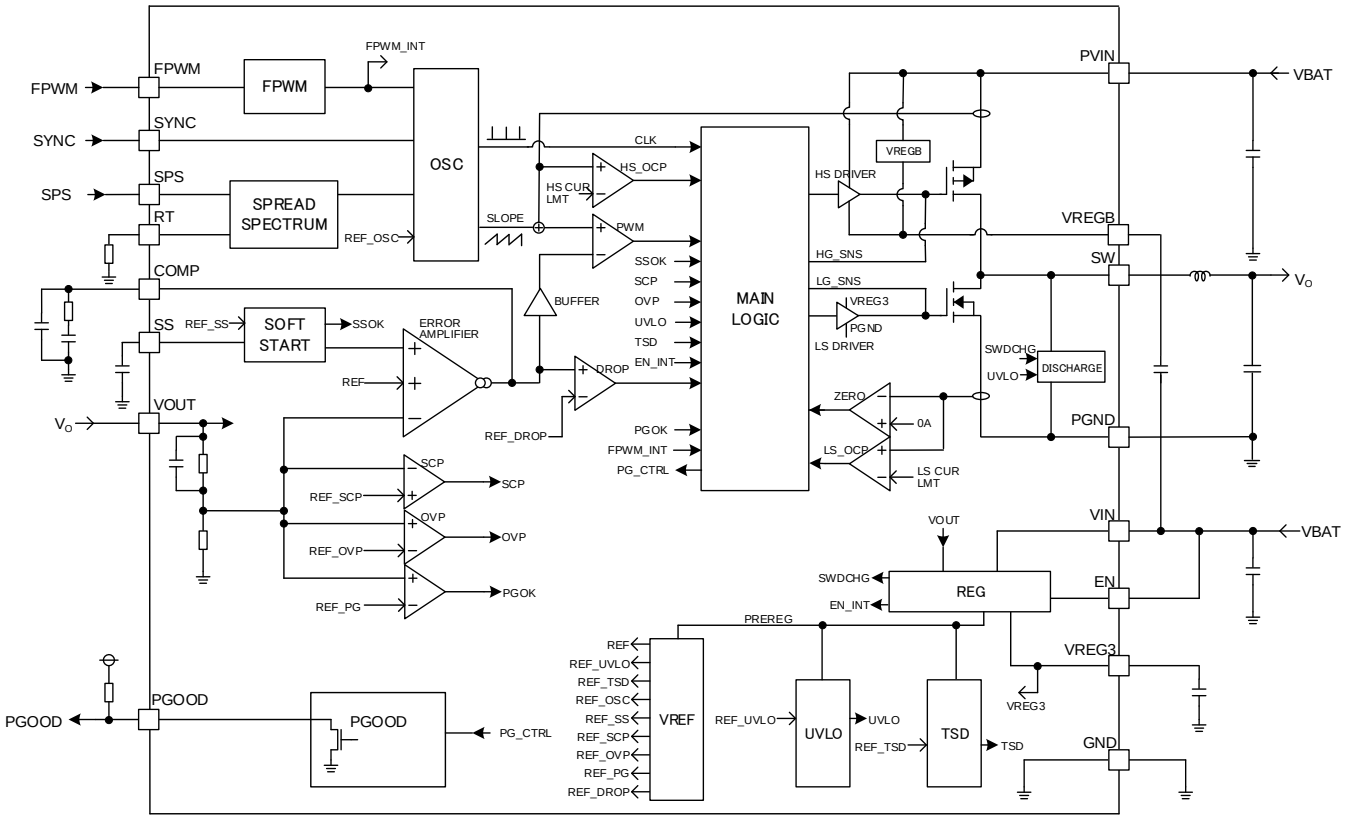
端子説明

端子番号	端子名	機能
1,2,3	PVIN	出力 FET 用電源入力端子。
4	VIN	電源入力端子。
5	VREGB	内部電源出力端子。High Side FET 駆動ドライバ用です。外部の負荷へ接続しないでください。この端子と VIN 端子間に 1.0 μF のセラミック・コンデンサを接続してください。VIN 端子と VREGB 端子間の電圧は 4.8 V (Typ)です。
6	N.C.	内部非接続端子。
7	EN	この端子が High 時、本デバイスはアクティブ、Low 時はシャットダウンになります。EN 端子のスルーレートは 1 V/ms より速くしてください。
8	FPWM	強制 PWM モード設定端子。
9	VREG3	内部電源出力端子。内部制御回路への電源供給に使用されます。FPWM 端子、SPS 端子、PGOOD のプルアップ抵抗を除く外部の負荷へ接続しないでください。 この端子とグラウンド間に 1.0 μF のセラミック・コンデンサを接続してください。
10,11	VOUT	フィードバック入力端子。出力電圧のセンスポイントへ接続します。
12	GND	基準系グラウンド端子。
13	COMP	エラーアンプ出力端子。位相補償用部品を接続します。
14	SS	ソフトスタート時間設定端子。この端子とグラウンド間にセラミック・コンデンサを接続します。
15	RT	スイッチング周波数設定端子。この端子とグラウンド間に抵抗を接続します。
16,17	N.C.	内部非接続端子。
18	SPS	スペクトラム拡散機能設定端子。この端子を使用しない場合はグラウンドへ接続してください。
19	N.C.	内部非接続端子。
20	PGOOD	オープンドレイン出力端子。安定電源に対しプルアップ抵抗を接続してください。 High 時は出力正常状態、Low 時は出力異常状態を示します。
21	SYNC	同期信号入力端子。 スイッチング周波数をシステムのクロックに同期させる場合に使用します。 この端子を使用しない場合はグラウンドへ接続してください。
22,23,24	PGND	パワーグラウンド端子。Low Side FET に接続されています。 グラウンドへ接続してください。
25,26	N.C.	内部非接続端子。
27,28,29	SW	スイッチング出力端子。出力インダクタへ接続してください。
30	N.C.	内部非接続端子。
31	EXP-PAD	この端子は中央の EXP-PAD を介して PGND 端子へ接続することができます。 詳細は P.36 の PCB レイアウトの注意点を参照ください。
32	N.C.	内部非接続端子。この端子は中央の EXP-PAD を介して PGND 端子へ接続することができます。 詳細は P.36 の PCB レイアウトの注意点を参照ください。
-	C.N.C.	コーナー内部非接続端子。この端子は他のラインへ接続しないでください。
-	EXP-PAD	中央の EXP-PAD を複数のビアを使用して PCB のグラウンド層に接続することで優れた放熱特性が得られます。中央の EXP-PAD と 31 ピン、3 つのコーナーの EXP-PAD はパッケージ内部でショートしています。

内部非接続端子の 6、26、30 ピンは隣接端子ショート時の安全を確保するため、他のラインへ接続しないでください。
内部非接続端子の 16、17、19、25 ピンはグラウンド接続またはオープンとしてください。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

ブロック図



各ブロック動作説明

1. REG (内部電源)
   内部回路と Low Side DRIVER へ電源供給を行います。ソフトスタート完了後、安定動作時は出力電圧と接続された VOUT 端子からの電源供給に切り替わります。VREG3 端子とグラウンド間には 1 μF のデカップリング用セラミック・コンデンサを配置してください。
   VOUT 端子を出力ライン Vo と接続することにより、ソフトスタート機能完了後、複数の内部回路の電源が VOUT から供給されるため、VIN 端子から消費する電流を低減します。

2. VREF
   内部基準電圧を生成します。エラーアンプや保護回路などの基準電圧です。

3. UVLO
   入力低電圧時の誤動作を防止します。VIN が 2.8 V (Typ) 以上で本デバイスが起動し、VIN が 2.5 V (Typ) 以下でシャットダウンします。なお、検出電圧値と解除電圧値には 300 mV (Typ) のヒステリシスを有しています。

4. TSD
   IC を熱破壊から防ぐための温度保護回路です。通常は許容損失範囲内で使用しますが、万が一許容損失を超えた状態が継続し、チップ温度 Tj が 175 °C (Typ) まで上昇すると、温度保護回路が動作し High Side FET と Low Side FET と VREG3 出力が OFF します。その後チップ温度 Tj 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、セットの温度保護機能として使用しないでください。

5. SCP
   出力短絡検出用コンパレータです。ソフトスタート完了後、出力電圧が 70 % (Typ) 以下で検出信号を出力します。

6. OVP
   過電圧保護用コンパレータです。出力電圧が 110 % (Typ) 以上で High Side FET と Low Side FET が OFF します。出力電圧が 105 % (Typ) 以下で通常動作に復帰します。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

各ブロック動作説明 ー 続き

7. SOFTSTART
   起動時に出力電圧を徐々に上昇させ、オーバーシュートとラッシュ電流を防止します。

8. ERROR AMPLIFIER
   基準電圧と SS 端子電圧、出力フィードバック電圧を入力とする誤差増幅器です。COMP 端子に抵抗とコンデンサを接続し位相補償を行います。(P.27 位相補償回路 R_1、C_1、C_2 の選定を参照ください)

9. MAIN LOGIC
   本デバイスの主制御を行うロジックブロックです。

10. PGOOD
    出力電圧が通常時の 95 % (Typ) に達すると、PGOOD 出力の Nch FET が OFF します。出力電圧が 90 % (Typ) 未満になる状態が 25 µs (Typ) 以上続くと、Nch FET が ON します。この機能はソフトスタート機能が完了すると有効となります。PGOOD 端子は外部プルアップ抵抗が必要です。

11. FPWM
    FPWM 端子が 2.5 V 以上になると本デバイスは強制 PWM モードとなり、0.8 V 以下になると LLM 制御となります。本端子を使用したモード切り替えの方法は P.16 を参照ください。

12. OSC
    スイッチング周波数を決めるためのクロック信号と PWM 制御用のスロープを生成します。RT 端子に接続された抵抗によりスイッチング周波数を設定します。(P.26 の Figure 32、及び Table 4 と Table 5 を参照ください)

13. SPREAD SPECTRUM
    SPS 端子が 2.5 V 以上になるとスペクトラム拡散機能が有効になります。P.16 のスペクトラム拡散を参照ください。

14. HS/LS DRIVER
    SW 端子部の High Side/Low Side FET を駆動するドライバです。

15. ZERO
    Low Side FET ON 時に SW 端子から PGND 端子へのインダクタ電流の逆流を検出します。検出信号は LLM 制御時のダイオードエミュレーション機能に使用されます。

16. HS/LS OCP
    High Side/Low Side FET を通過する電流が限界値に到達することを検出します。P.19 の過電流保護機能、出力短絡保護機能を参照ください。

17. PWM
    スイッチング Duty を制御します。

18. DROP
    LLM 制御信号を生成します。

19. DISCHARGE
    TSD、UVLO 検出時または EN OFF 時に SW 端子から出力コンデンサをディスチャージします。

20. VREGB
    High Side ドライバへ電源供給を行います。VIN 電圧 13 V 時に VREGB 電圧は VIN 電圧を基準に-4.8 V (Typ) となります。VREGB 端子と VIN 端子間には外付けコンデンサが必要です。1 µF のセラミック・コンデンサを配置してください。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

絶対最大定格 (Ta=25 °C)

項目	記号	定格	単位
入力電源電圧	V_{PVIN},V_{VIN}	-0.3 ~ +42	V
PVIN – VREGB、VIN – VREGB 間電圧	$V_{PVIN - VREGB}$, $V_{VIN - VREGB}$	-0.3 ~ +7	V
EN 端子電圧	V_{EN}	-0.3 ~ V_{VIN}	V
VREG3、SYNC、FPWM、SPS、VOUT、PGOOD 端子電圧	V_{VREG3} , V_{SYNC} , V_{FPWM} , V_{SPS} , V_{VOUT}, V_{PGOOD}	-0.3 ~ +7	V
接合部温度範囲	Tj	-40 ~ +150	°C
最高接合部温度	Tjmax	150	°C
保存温度範囲	Tstg	-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けるようご検討お願いします。

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)*	
VQFN32FAV050				
ジャンクション－周囲温度間熱抵抗	θ_{JA}	125.5	29.9	°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}	11	6	°C/W

(Note 1) JESD51-2A (Still-Air).に準拠。BD9P233MUF-C チップを使用しています。
(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 µm

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	Φ0.30 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	銅箔厚	銅箔厚
実装ランドパターン＋電極引出し用配線	70 µm	74.2 mm□（正方形）	35 µm	74.2 mm□（正方形）	70 µm

(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。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

推奨動作条件

項目	記号	最小	最大	単位
入力電圧	V_{VIN}	3 *(Note 1)*	36	V
出力電流	I_{OUT}	-	2	A
スイッチング周波数	f_{OSC}	200	2400	kHz
SW 最小 ON 時間	t_{ONMIN}	-	60	ns
外部同期周波数範囲	f_{SYNC}	200	2400	kHz
動作温度	Topr	-40	+125	°C

(Note 1) 初期起動時は 3.6 V 以上。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

電気的特性 (特に指定のない限り、Ta = -40 °C ~ +125 °C、V_{VIN} = 13 V、V_{EN} = 3 V)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
シャットダウン時回路電流	I_{SDN}	-	7	10	µA	V_{EN} = 0 V, Ta = 25 °C
回路電流	I_Q	-	26	60	µA	I_{OUT} = 0 A, V_{FPWM} = V_{SPS} = 0 V
UVLO 検出電圧	$V_{UVLO-TH}$	-	2.50	2.99	V	V_{VIN}: falling
UVLO ヒステリシス電圧	$V_{UVLO-HYS}$	150	300	600	mV	
出力電圧	V_{OUT}	3.234	3.300	3.366	V	V_{VIN} = 4 V ～ 36 V, PWM モード
		3.20 *(Note 1)*	3.30 *(Note 1)*	3.40 *(Note 1)*	V	V_{VIN} = 13 V, LLM, I_{OUT} = 0 A 出力電圧リップルを含む
High Side FET ON 抵抗	R_{ONH}	-	190	375	mΩ	I_{SW} = -50 mA, V_{VIN} = 13 V
Low Side FET ON 抵抗	R_{ONL}	-	120	244	mΩ	I_{SW} = -50 mA, V_{VIN} = 13 V
High Side FET 保護電流値 *(Note 1)*	I_{HSOCP}	3.5	5.0	6.5	A	
Low Side FET 保護電流値 *(Note 1)*	I_{LSOCP}	2.5	3.8	-	A	
エラーアンプ トランスコンダクタンス	G_{EA}	140	280	420	µA/V	V_{COMP} = 1 V
スイッチング周波数 1	f_{OSC1}	2.0	2.2	2.4	MHz	R_{RT} = 27 kΩ, V_{VIN} = 7 V ～ 18 V, V_{FPWM} = 3 V, I_{OUT} = 0 A
スイッチング周波数 2 (スペクトラム拡散)	f_{OSC2}	1.95	2.25	2.55	MHz	R_{RT} = 24 kΩ, V_{VIN}=7 V ～ 18 V, V_{FPWM} = V_{SPS} = 3 V, I_{OUT} = 0 A
スイッチング周波数 3 *(Note 1)*	f_{OSC3}	328	400	472	kHz	R_{RT} = 210 kΩ, V_{VIN} = 5 V ～ 36 V, V_{FPWM} = 3 V, I_{OUT} = 0 A
SYNC High スレッショルド電圧	$V_{IH-SYNC}$	2.5	-	-	V	SYNC 状態 High
SYNC Low スレッショルド電圧	$V_{IL-SYNC}$	-	-	0.8	V	SYNC 状態 Low
SYNC 流入電流	I_{SYNC}	3	6	12	µA	V_{SYNC} = 3 V
SYNC 入力パルス High 時間	t_{H-SYNC}	100	-	-	ns	
SYNC 入力パルス Low 時間	t_{L-SYNC}	100	-	-	ns	
FPWM ON スレッショルド電圧	$V_{IH-FPWM}$	2.5	-	-	V	強制 PWM モード
FPWM OFF スレッショルド電圧	$V_{IL-FPWM}$	-	-	0.8	V	LLM
FPWM 流入電流	I_{FPWM}	-	0.1	1.0	µA	V_{FPWM} = 3 V
SPS ON スレッショルド電圧	V_{IH-SPS}	2.5	-	-	V	スペクトラム拡散 ON
SPS OFF スレッショルド電圧	V_{IL-SPS}	-	-	0.8	V	スペクトラム拡散 OFF
SPS 流入電流	I_{SPS}	-	0.1	1.0	µA	V_{SPS} = 3 V
ソフトスタート充電電流	I_{SS}	1.3	1.9	2.4	µA	

(Note 1) 出荷検査は行っておりません。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

電気的特性 ー 続き
(特に指定のない限り、Ta = -40 °C ~ +125 °C、V_{VIN} = 13 V、V_{EN} = 3 V)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
EN ON スレッショルド電圧	V_{IH-EN}	2.5	-	-	V	
EN OFF スレッショルド電圧	V_{IL-EN}	-	-	0.8	V	
EN 流入電流	I_{EN}	-	0.1	1.0	µA	V_{EN} = 3 V
PGOOD スレッショルド電圧	V_{PGD}	-15	-10	-5	%	% of V_{OUT} at PWM mode, V_{OUT}: falling
PGOOD ON 時流入電流	I_{PGD}	0.5	2	-	mA	V_{PGOOD} = 0.5 V
PGOOD リーク電流	$I_{PGDLEAK}$	-	0	1.0	µA	V_{PGOOD} = 3.3 V
SCP スレッショルド電圧	V_{SCP}	-35	-30	-25	%	% of V_{OUT} at PWM mode, V_{OUT}: falling
OVP スレッショルド電圧	V_{OVP}	5	10	15	%	% of V_{OUT} at PWM mode, V_{OUT}: rising
SW OFF 時シンク電流	I_{SWSHUT}	4.7	8.2	-	mA	V_{EN} = 0 V, V_{SW} = 3.3 V

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ (参考データ)
(特に指定のない限り、Ta = -40 °C ~ +125 °C、V_{VIN} = 13 V、V_{EN} = 3 V)

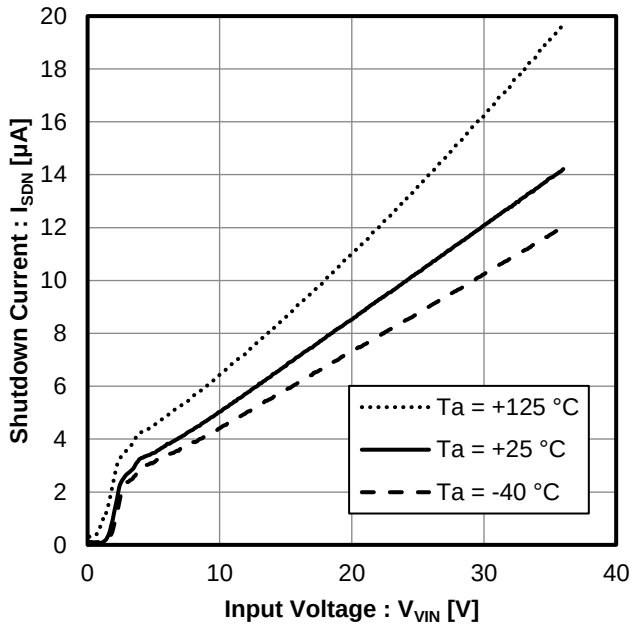


Figure 1. シャットダウン時回路電流 vs 入力電圧

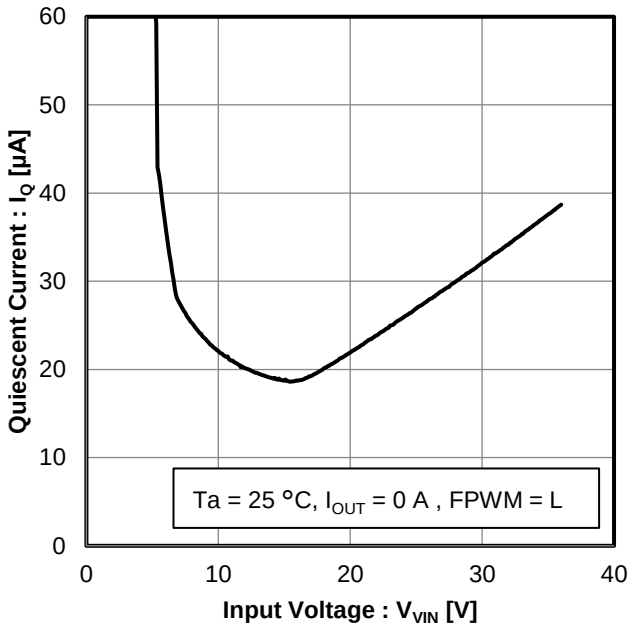


Figure 2. 回路電流 vs 入力電圧

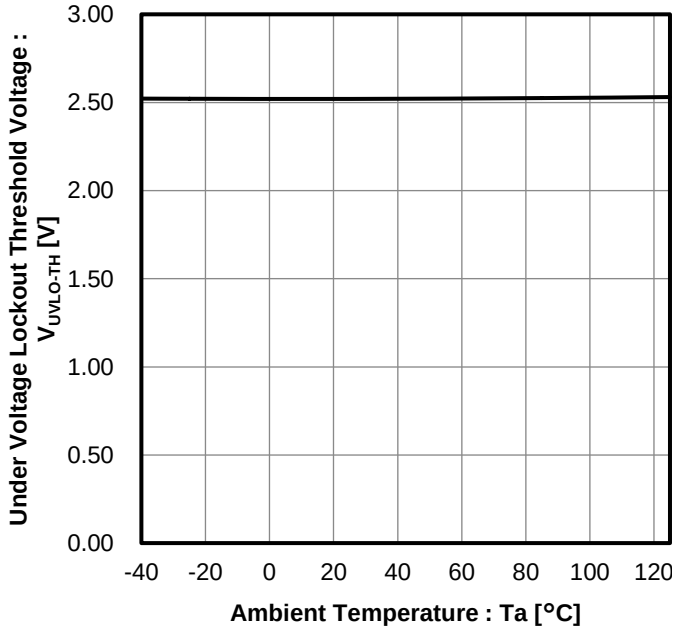


Figure 3. UVLO 検出電圧 vs 温度

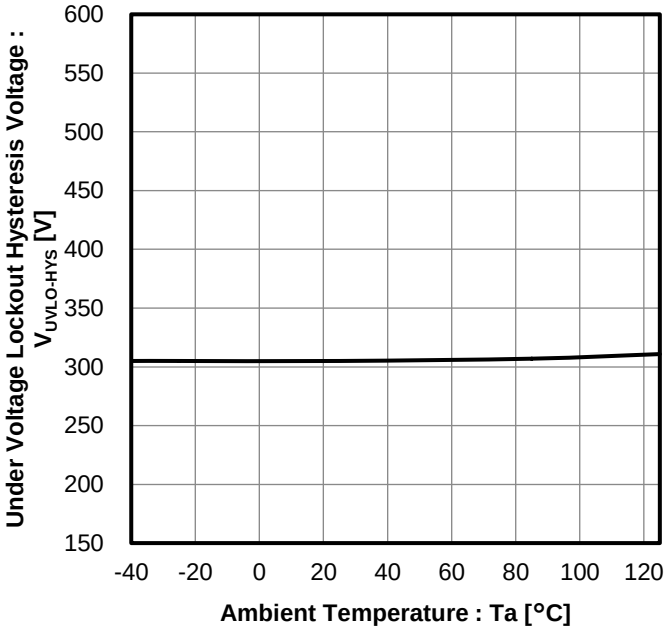


Figure 4. UVLO ヒステリシス電圧 vs 温度

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ (参考データ) ー 続き
(特に指定のない限り、Ta = -40 °C ~ +125 °C、V_{VIN} = 13 V、V_{EN} = 3 V)

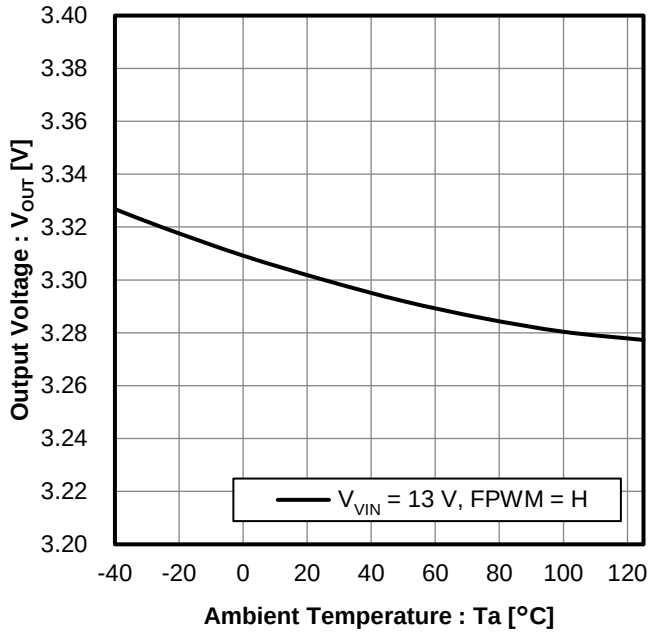


Figure 5. 出力電圧 vs 温度

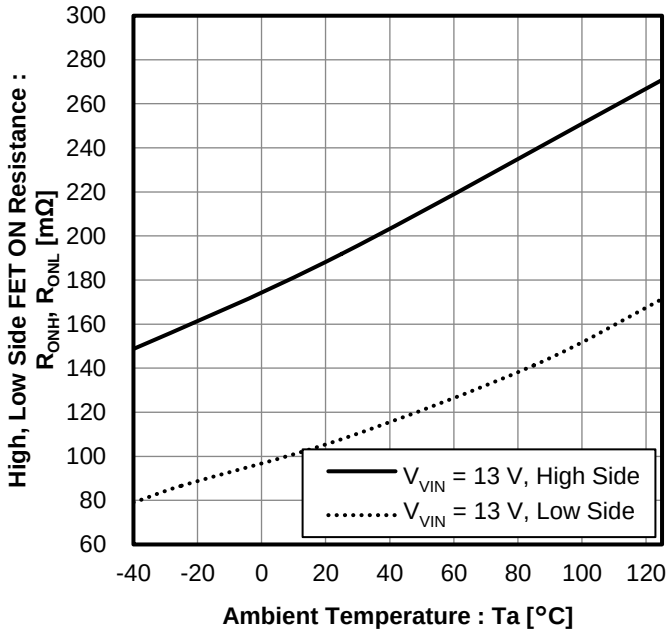


Figure 6. High/Low Side FET ON 抵抗 vs 温度

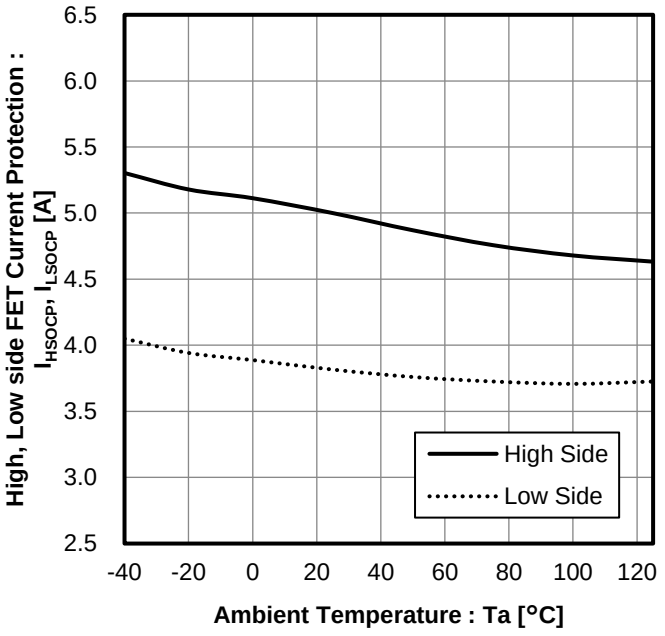


Figure 7. High/Low Side FET 保護電流値 vs 温度

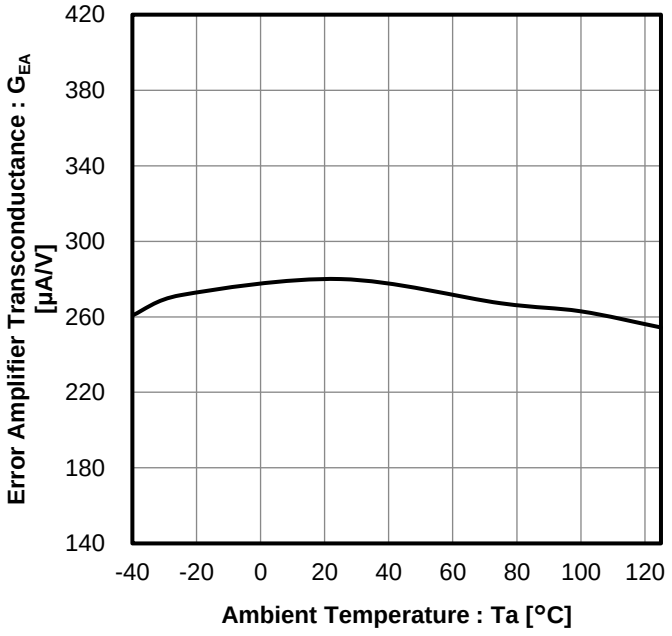


Figure 8. エラーアンプトランスコンダクタンス vs 温度

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ (参考データ) ー 続き
(特に指定のない限り、Ta = -40 °C ~ +125 °C、V_{VIN} = 13 V、V_{EN} = 3 V)

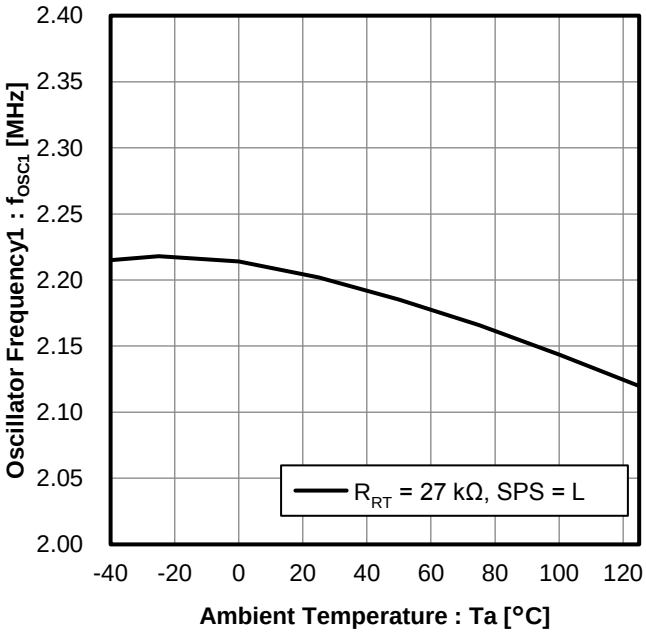


Figure 9. スイッチング周波数 1 vs 温度

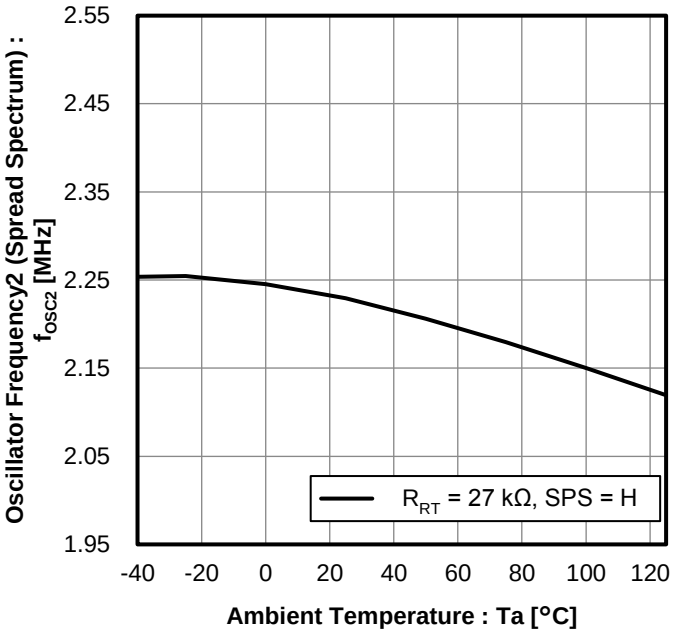


Figure 10. スイッチング周波数 2 (スペクトラム拡散) vs 温度

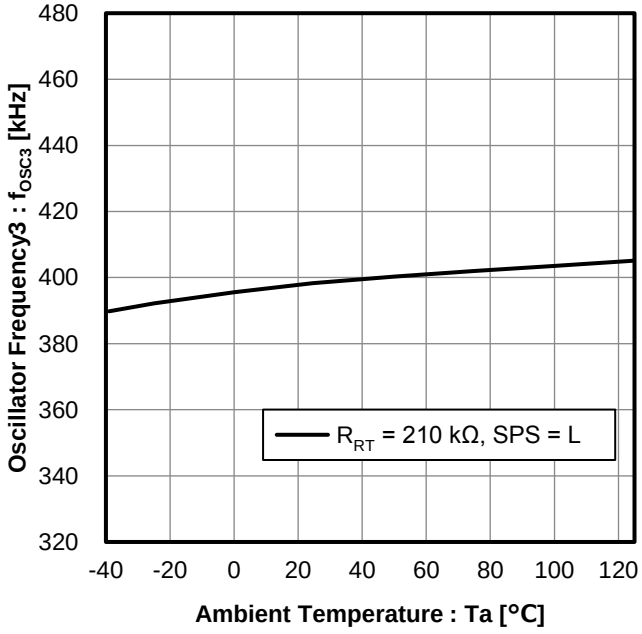


Figure 11. スイッチング周波数 3 vs 温度

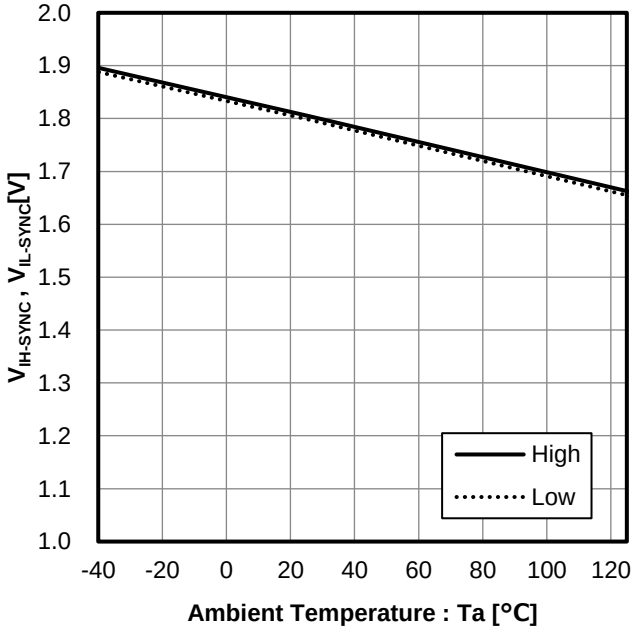


Figure 12. SYNC High/Low スレッショルド電圧 vs 温度

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ (参考データ) ー 続き
(特に指定のない限り、Ta = -40 °C ~ +125 °C、V_{VIN} = 13 V、V_{EN} = 3 V)

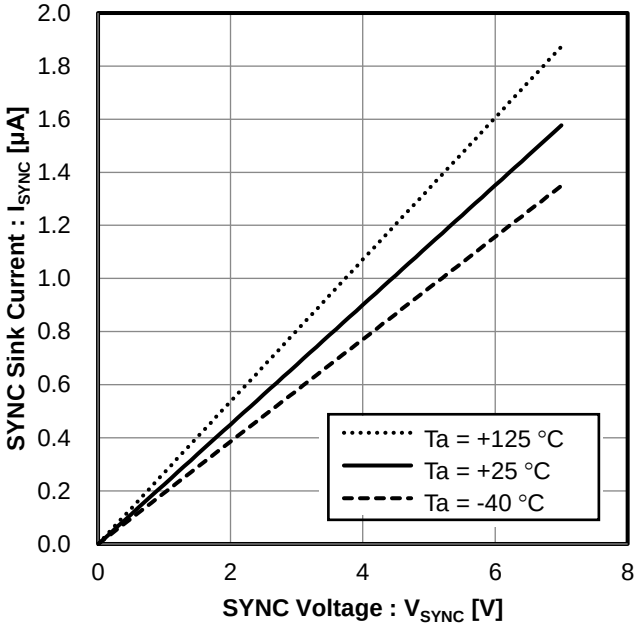


Figure 13. SYNC 流入電流 vs SYNC 電圧

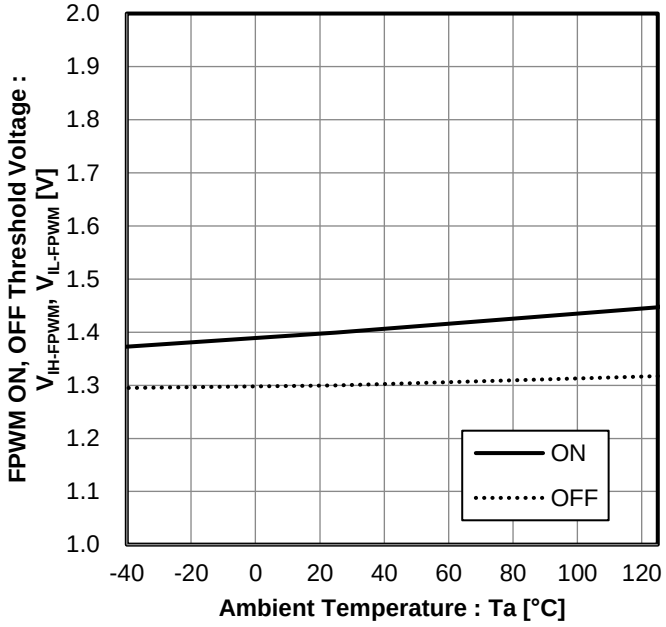


Figure 14. FPWM ON/OFF スレッショルド電圧 vs 温度

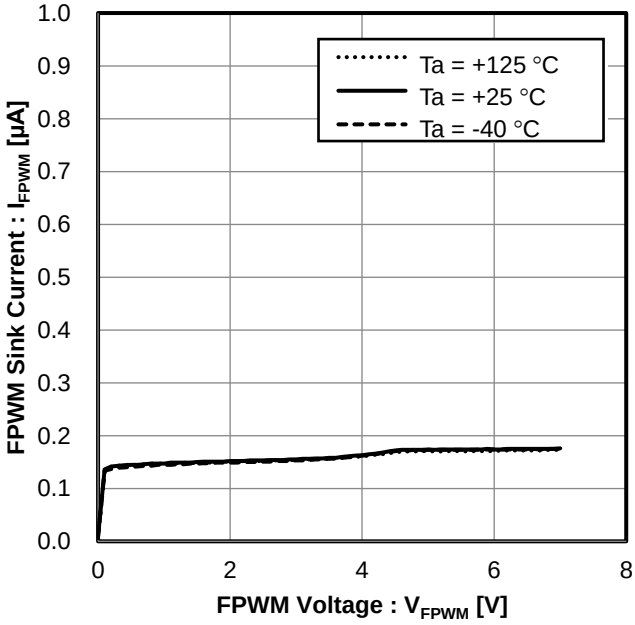


Figure 15. FPWM 流入電流 vs FPWM 電圧

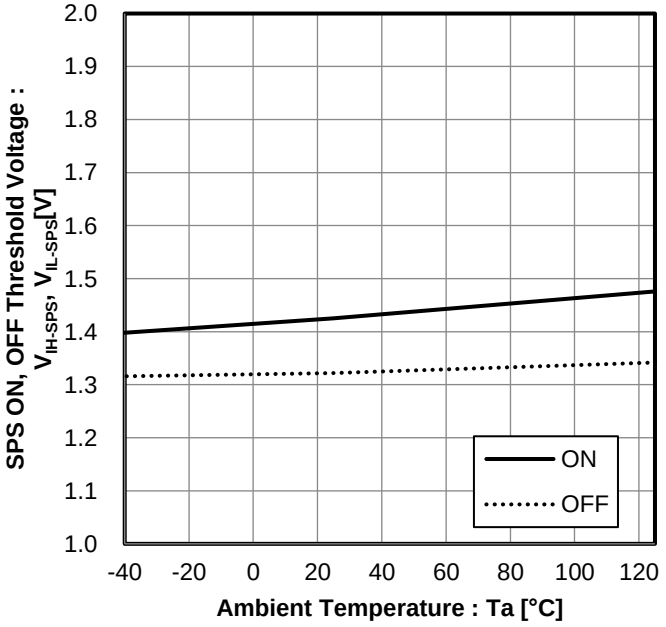


Figure 16. SPS ON/OFF スレッショルド電圧 vs 温度

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ (参考データ) ー 続き
(特に指定のない限り、Ta = -40 °C ~ +125 °C、V_{VIN} = 13 V、V_{EN} = 3 V)

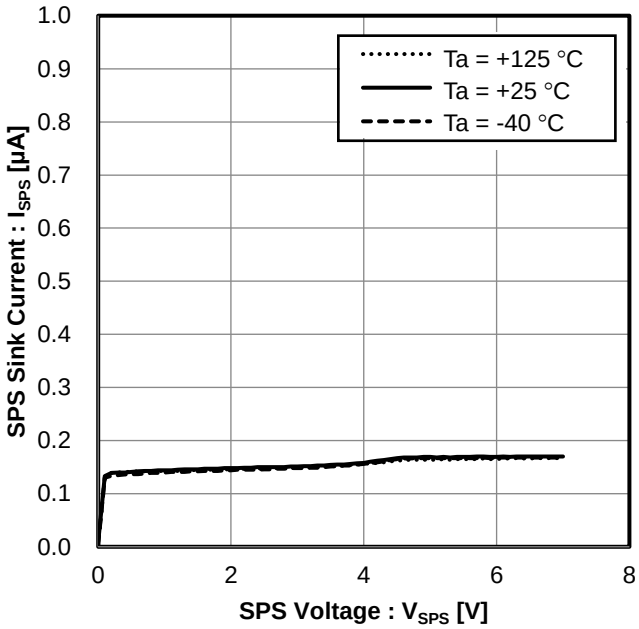


Figure 17. SPS 流入電流 vs SPS 電圧

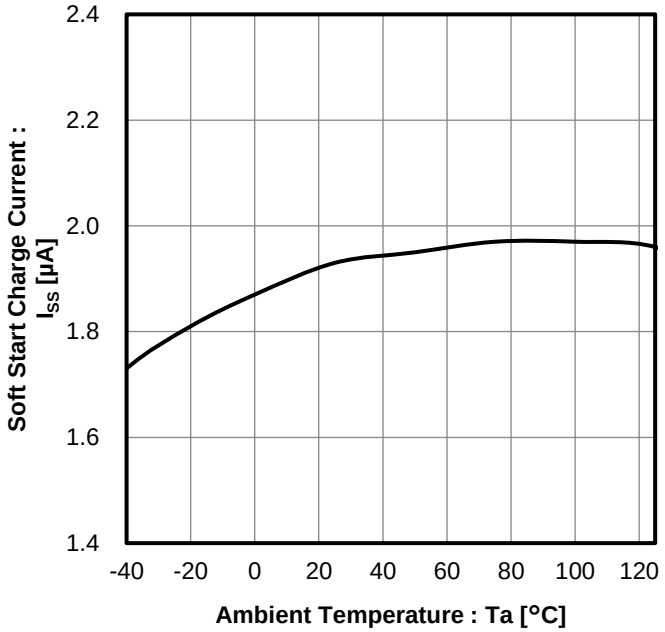


Figure 18. ソフトスタート充電電流 vs 温度

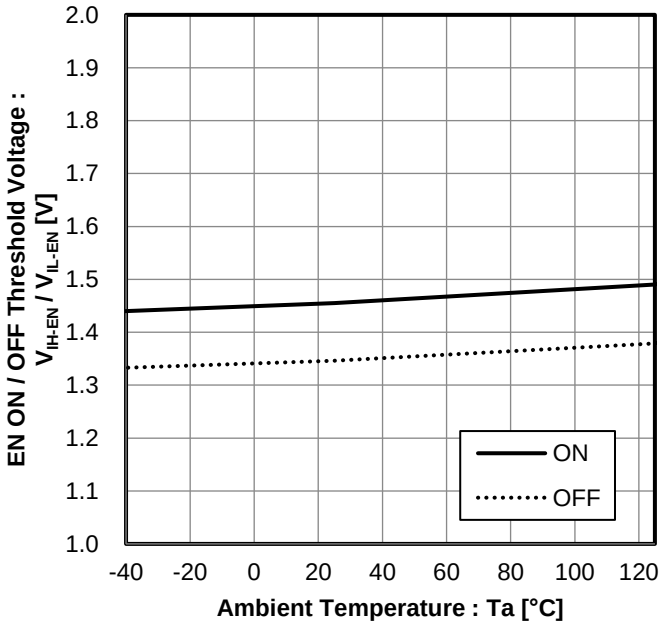


Figure 19. EN ON/OFF スレッショルド電圧 vs 温度

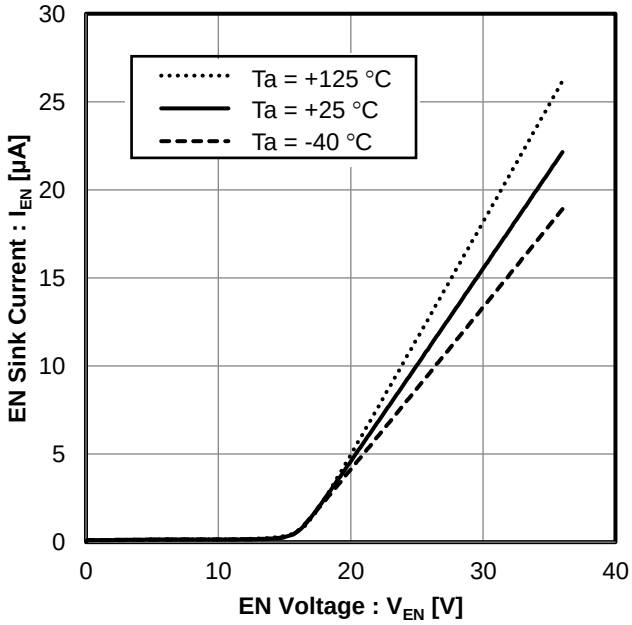


Figure 20. EN 流入電流 vs EN 電圧

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ (参考データ) ー 続き
(特に指定のない限り、Ta = -40 °C ~ +125 °C、V_{VIN} = 13 V、V_{EN} = 3 V)

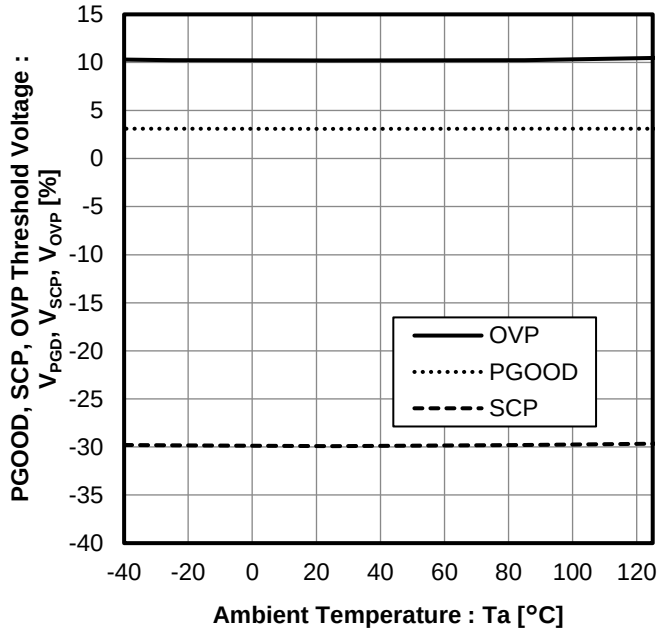


Figure 21. PGOOD/SCP/OVP スレッショルド電圧 vs 温度

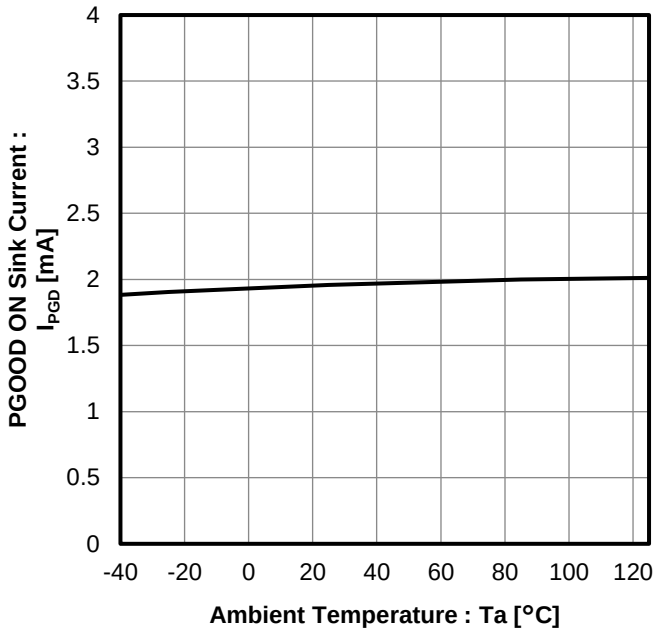


Figure 22. PGOOD ON 時流入電流 vs 温度

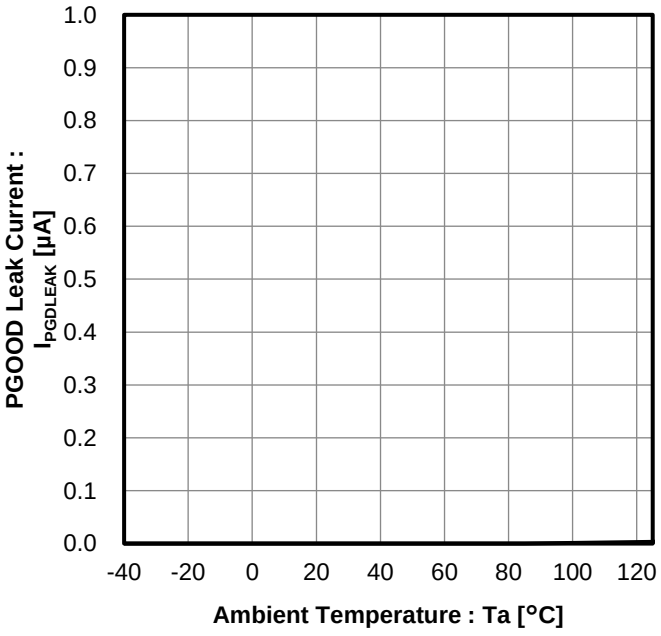


Figure 23. PGOOD リーク電流 vs 温度

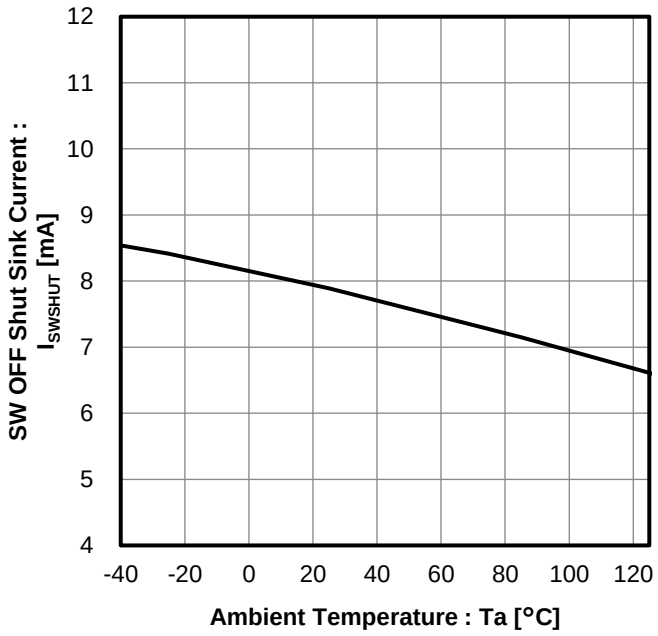


Figure 24. SW OFF 時シンク電流 vs 温度

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

機能説明

1. 起動/シャットダウン動作

EN 端子に印加される電圧によって起動及びシャットダウン制御を行います。2.5 V 以上の入力電圧で本デバイスは起動し、シャットダウンするには 0.8 V 以下の電圧入力を行います。この機能が不要な場合は、EN 端子を VIN 端子に直接接続して使用することができますが、EN 端子と FPWM 端子の隣接ショート時を考慮して VIN 端子に対して抵抗を介してプルアップすることを推奨します。EN 端子はフローティング状態にしないでください。
本デバイスは起動時にソフトスタート動作によって出力電圧のオーバーシュートや突入電流を防ぐことができます。起動時のスイッチング周波数は SS 端子電圧に比例して増加します。
Figure 25 に代表的な起動及びシャットダウンのタイミングチャートを示します。

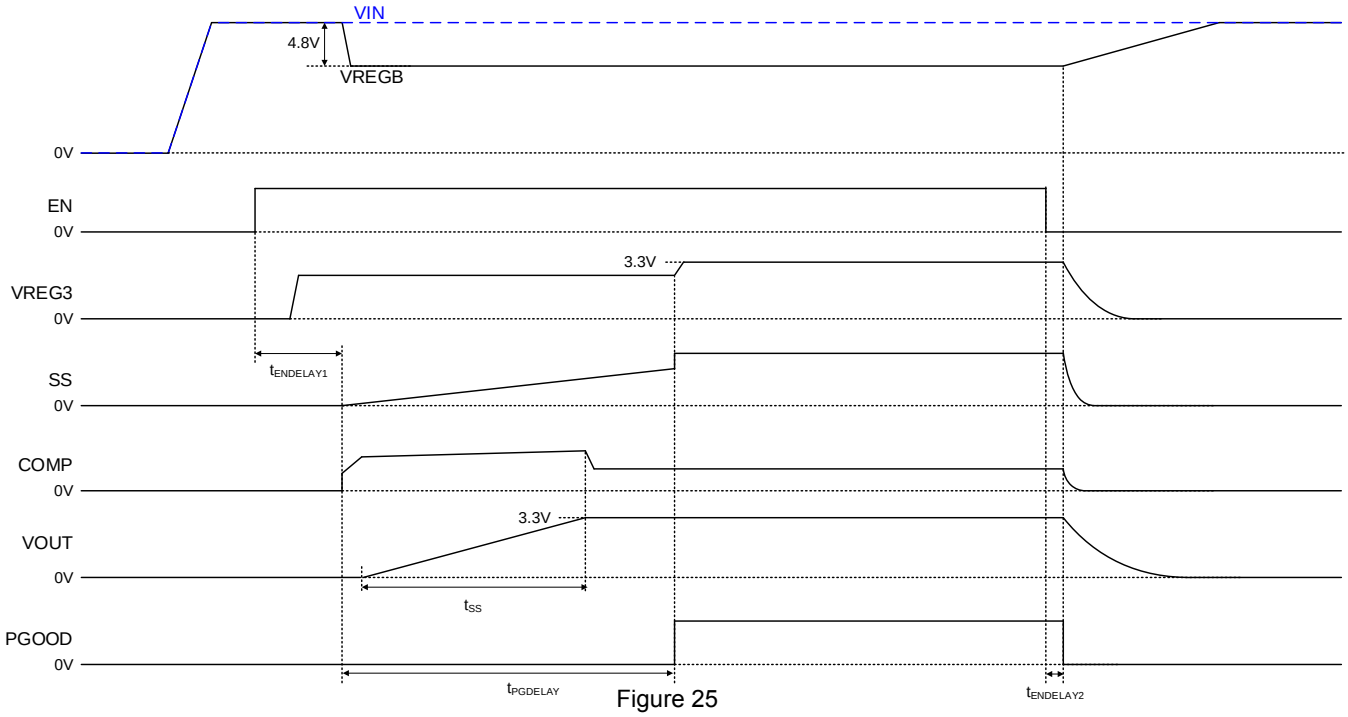


Figure 25

遅延時間
$t_{ENDELAY1}$: 165 µs (Typ)
$t_{ENDELAY2}$: 10 µs (Typ)

ソフトスタート機能は $t_{ENDELAY1}$ 時間と $t_{PGDELAY}$ 時間を経過して完了となります。$t_{PGDELAY}$ 時間は t_{SS} 時間(P.28 のソフトスタート時間設定参照) の約 1.5 倍となり、下記の式で求められます。

$$t_{PGDELAY} = \frac{C_{SS}(nF) \times 1.2(V)}{I_{SS}(\mu A)} \text{ [ms]}$$

Power Good 出力はこのソフトスタート機能が完了後に有効となります。

2. LLM 制御/強制 PWM モード

本デバイスは Table 1 に示す 2 つのモードを搭載しています。これらのモードは FPWM 端子の入力で制御されます。FPWM 端子はフローティング状態にしないでください。

Table 1

FPWM 入力	モード	説明
H : ≥ 2.5 V	Forced PWM (FPWM)	強制 PWM モードとなり、すべての負荷領域において電流モードの同期整流で一定周波数動作を行います。
L : ≤ 0.8 V	LLM	LLM 制御で動作します。LLM 時の周波数は負荷に依存します。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

2. LLM 制御/強制 PWM モード　ー　続き

強制 PWM モードでは本デバイスは常時 PWM 制御となります。無負荷の時でもインダクタ電流を出力から IC 側へ流すことにより PWM 制御を維持します。このモードの時は一定周波数でスイッチングしますが軽負荷時の効率が低下します。

PWM 制御時は、一定周期でパルス幅を調整し負荷に対し出力電圧を制御する同期整流の電流モードで動作します。優れたラインレギュレーションとロードレギュレーション、低出力リップル電圧を実現します。

LLM 制御時は、High Side FET が断続的に ON し負荷側へエネルギーを供給します。この周期は負荷電流に応じて定まり、ダイオードエミュレーション制御により効率を上げます。出力電圧制御のための供給電流を削減し、高効率を実現しますが、出力リップル電圧が大きくなりスイッチング周期が一定ではなくなります。このため LLM 制御は負荷条件により AM 帯で良好な EMI 特性が得られない場合があります。これを避けるには強制 PWM モードをご使用ください。

LLM 制御は 2.2 MHz 以上の周波数設定 (P.26 Table 4、5 参照) で、負荷が 50 mA 未満の場合に有効です。
50 mA 以上の負荷を印加する際は、負荷印加前に FPWM 端子を H に切り替えてください。また、強制 PWM モードを解除する際は、負荷が 50 mA 未満となった後に FPWM 端子を L に切り替えてください (Figure 26 参照)。

ソフトスタート中本デバイスは PWM 制御で動作し、ソフトスタート機能完了後に LLM 制御が有効となります。

2.2 MHz より低い周波数設定の場合は FPWM 端子を VREG3 端子または VOUT 端子に接続し、強制 PWM モードに固定してご使用ください。

FPWM 端子の L パルス入力時間 t_{PWL} は、出力ラインに接続される容量 C_O により決定される下式を満たすようにしてください。

$$t_{PWL} > C_O(F) \times 2200 \text{ [s]}$$

C_O：出力ライン接続コンデンサ容量値

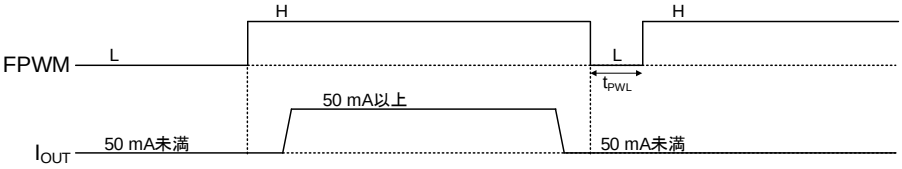


Figure 26

3. スペクトラム拡散

本デバイスは EMI の高調波を拡散させる機能があります。この機能は Table 2 に示す状態で有効となります。

Table 2

SPS 入力	SPS モード	説明
≥ 2.5 V	有効	RT 端子に接続された抵抗により設定されたスイッチング周波数から 6.25 % 低下した周波数を中心に ±4 % の周波数範囲で拡散します。
≤ 0.8 V	無効	周波数は RT 端子に接続された抵抗により決定されます。

RT 電圧は周期が 22 µs の三角波で変動します。周波数の中心から 4 %上昇し中心に戻るまでの時間が 11 µs、周波数の中心から 4 %減少し中心に戻るまでの時間が 11 µs となり、その動作を繰り返します。
本機能における入出力のタイミングチャートを Figure 27 に示します。SPS モードはソフトスタート機能の完了後に動作します。SPS 端子は VREG3 端子または VOUT 端子に接続して使用可能です。

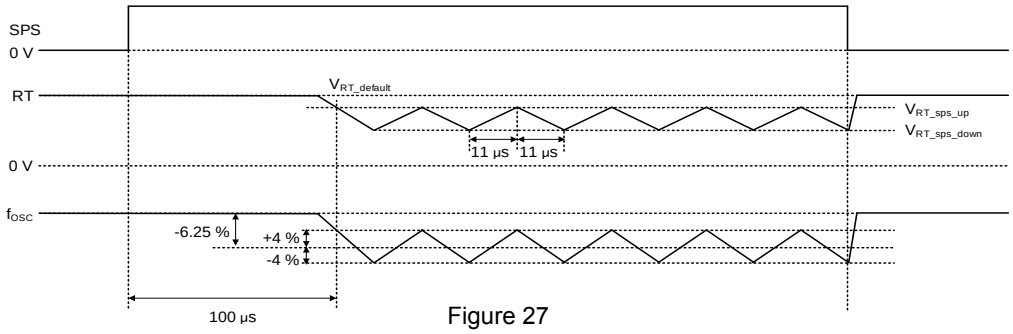


Figure 27

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

機能説明　ー　続き

4. 外部同期

本デバイスは SYNC 端子から入力されるクロックを用いた PLL による同期機能を搭載しています。

外部同期を有効にするためには強制 PWM モードにし、SYNC 端子から同期信号を入力してください。
LLM 制御時は SYNC 端子への入力は無効となります。立ち上がりエッジを 5 回入力後、128 周期経過すると PLL モードによる外部同期動作が開始します。
SYNC 端子への入力が High または Low に 4 周期固定されると PLL モードは OFF となります。
この機能で参照する周期は RT 端子に接続された R_{RT} の値によって決まります。

外部同期周波数は R_{RT} によって設定された周波数の ±30 % 以内でご使用ください。
例)　R_{RT} が 300 kΩ (f_{OSC} = 290 kHz) の時、外部同期周波数範囲は 203 kHz～377 kHz となります。

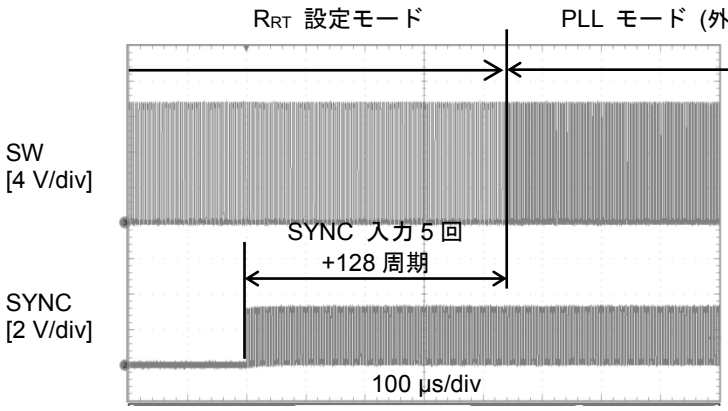


Figure 28. PLL OFF から ON 時の波形
(R_{RT} 設定 : 290 kHz, SYNC : 377 kHz)

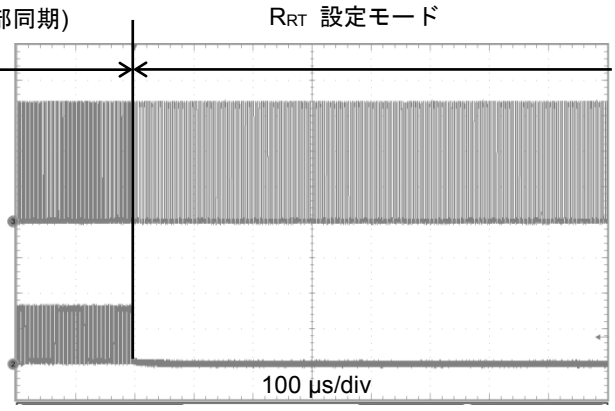


Figure 29. PLL ON から OFF 時の波形
(R_{RT} 設定 : 290 kHz, SYNC : 377 kHz)

5. Power Good

本デバイスは出力電圧を監視する機能を搭載しています。PGOOD 出力は Nch FET オープンドレイン形式です。
PGOOD 端子は VOUT もしくは VREG3 に抵抗を介してプルアップしてください。
出力電圧が 95 % (Typ) 以上に達すると Nch FET が OFF し、PGOOD 端子は外付けのプルアップ抵抗により High 状態となります。出力電圧が 90 % (Typ) を下回ると Nch FET が ON し、PGOOD 端子は Low 状態となります。この機能はソフトスタートが完了した後に有効となります。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

機能説明 ー 続き

6. 出力からの電源供給

本デバイスは VOUT 端子を介して出力電圧から制御回路へ電力を供給する機能を搭載しています。
この機能はソフトスタート機能完了後に PGOOD を検出した時に有効となります。V_O/VIN の割合に応じて回路電流が削減されます。これにより軽負荷時の効率が改善されます。
起動時と起動完了後の電流供給経路の違いは Figure 30 と Figure 31 を参照ください。
起動時は VREG3 と PREREG には VIN から電力が供給されます。ソフトスタート機能完了後、PGOOD を検出すると、大半の電流は Vo に接続された VOUT 端子から内部のスイッチを通して供給されます。

ソフトスタート時

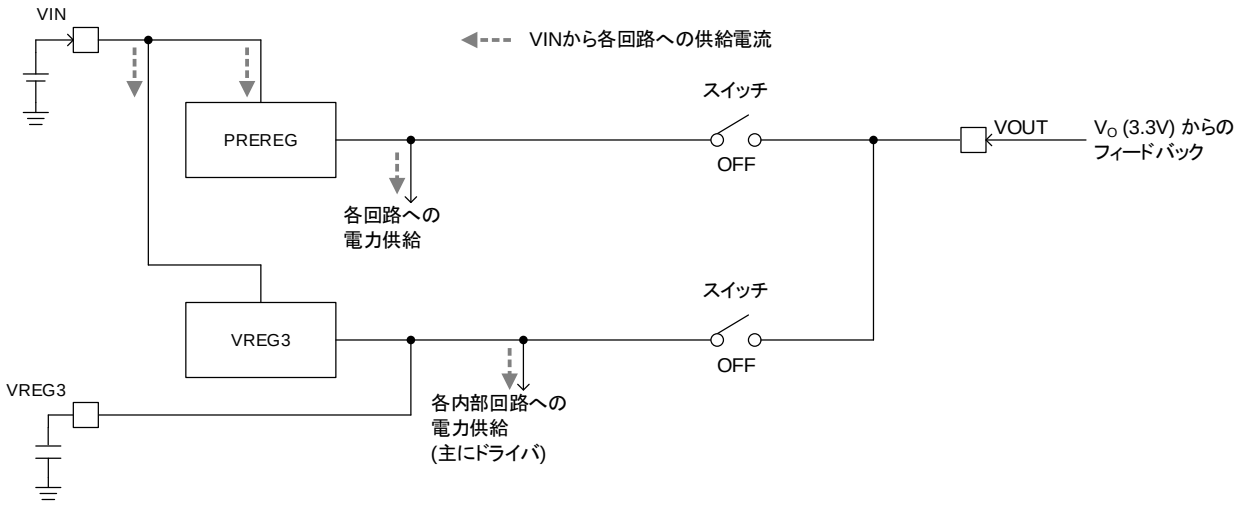


Figure 30

ソフトスタート完了後

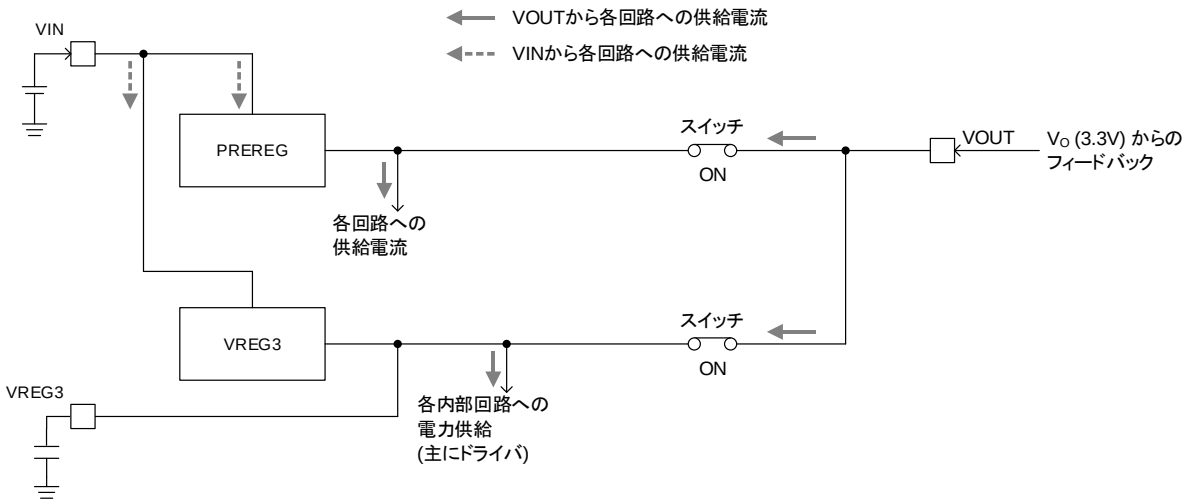


Figure 31

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

保護機能

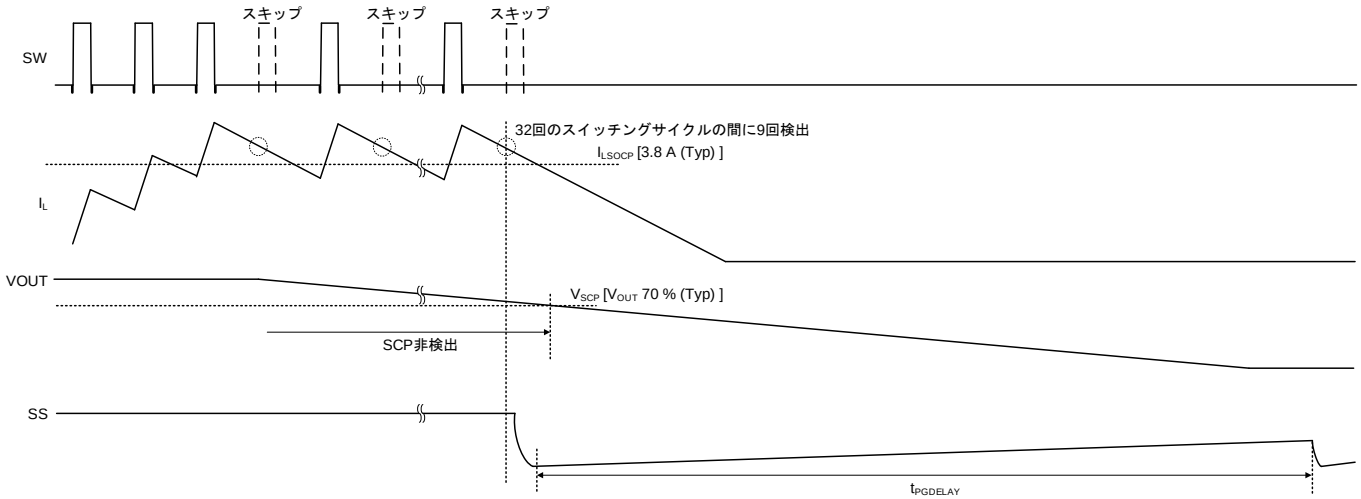
1. 過電流保護機能 (OCP)、出力短絡保護機能 (SCP)

本デバイスは過電流負荷及び出力短絡の場合に対してインダクタ電流を用いた Low Side FET での電流制限と、High Side FET でのピーク電流制限を搭載しています。

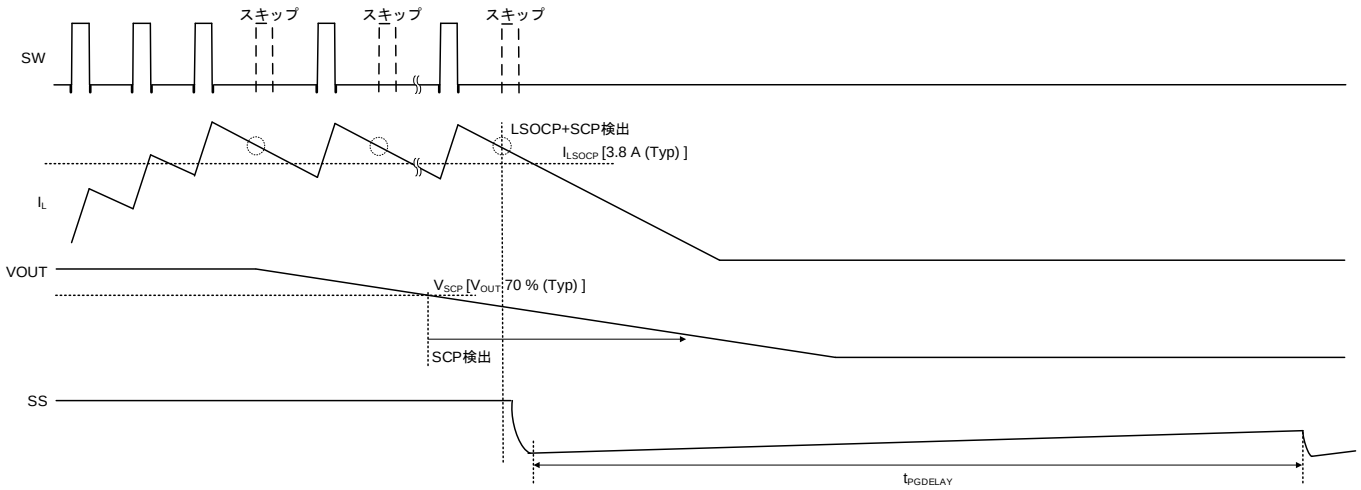
Low Side FET が ON するとインダクタ電流 (I_L) は低下します。次のターンオン動作前にインダクタ電流が 3.8 A (Typ) 未満に低下しない場合、Low Side FET での電流制限により、ターンオン動作はスキップされます。その後、インダクタ電流が 3.8 A (Typ) 未満に低下するまで Low Side FET は ON を継続します。
32 回のスイッチングサイクルの間に 9 回この電流制限が検出されると High Side 及び Low Side FET を OFF し、この状態を $t_{PGDELAY}$ 時間の 7 回分の間継続し、その後ソフトスタート機能を伴った再起動動作を行います。この保護動作をヒカップ動作と呼びます。また、出力電圧が 70 % 以下となると SCP 検出状態となり、この状態で電流制限を検出すると、直ちに High Side 及び Low Side FET を OFF し、ヒカップ動作が開始されます。電流制限とパルススキップに関するタイミングチャートを Case1 と Case2 に示します。

インダクタ電流のピーク値が 5.0 A (Typ) に到達すると、High Side FET によるピーク電流制限がかかります。この制限はスイッチングサイクル毎の電流制限となります。32 回のスイッチングサイクルの間に 9 回このピーク電流制限が検出されると Low Side での電流制限と同様に両 FET を OFF しヒカップ動作に入ります。ピーク電流制限に関するタイミングチャートを Case3 に示します。
また、SCP 検出と共にピーク電流制限が検出された場合も両 FET は OFF しヒカップ動作に入ります。代表的な短絡時のタイミングチャートを Case4 に示します。また、ヒカップ動作及び復帰動作については Case5 に示します。

Case1: 9 回の下限電流制限検出



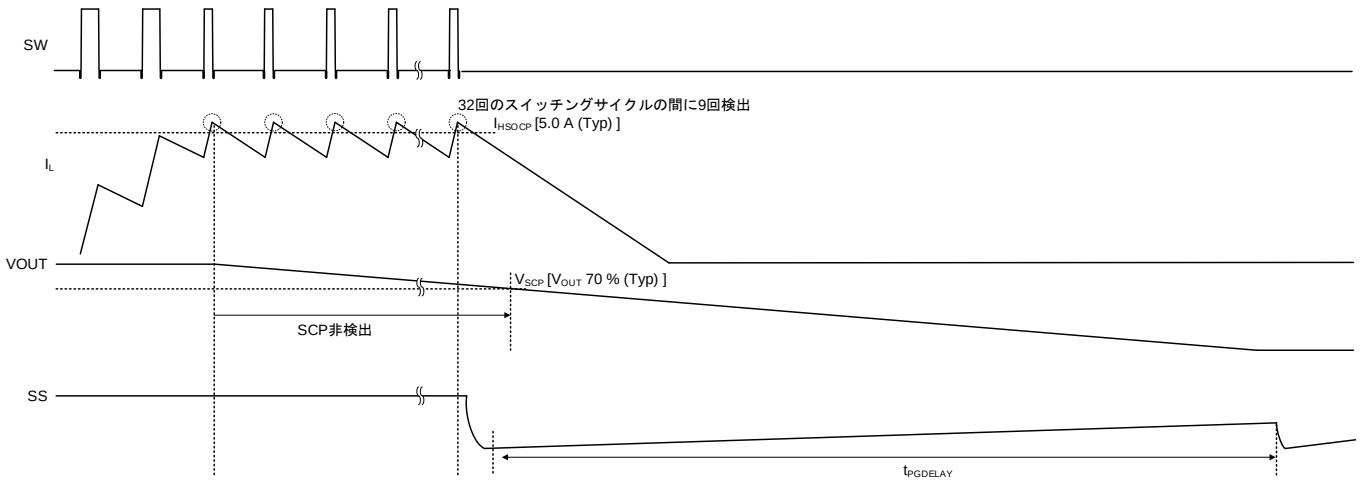
Case2: SCP 検出時の下限電流制限検出



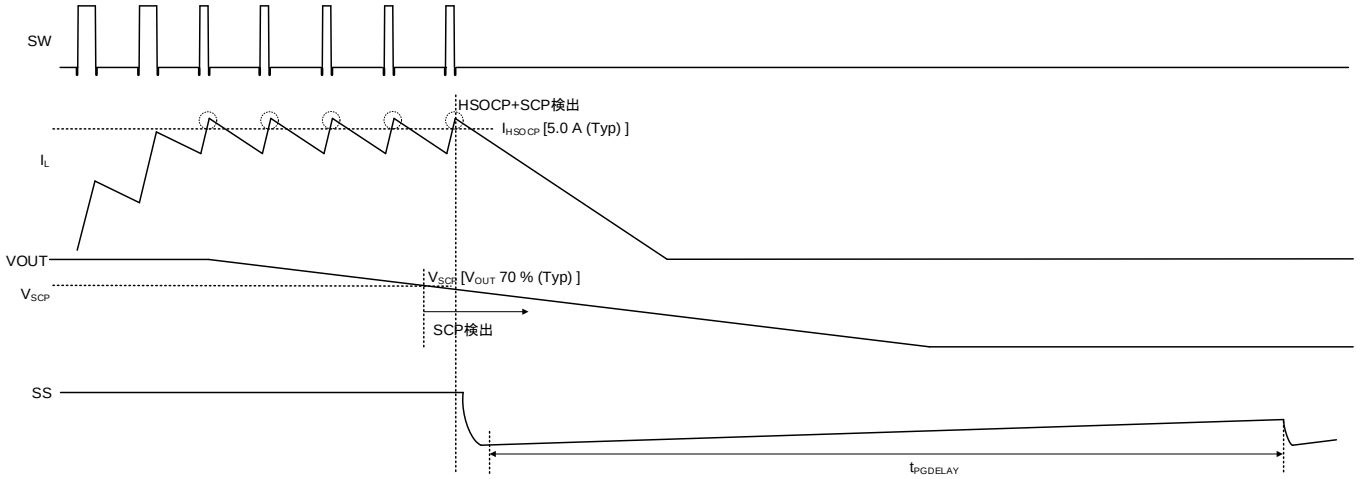
© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

保護機能 — 続き

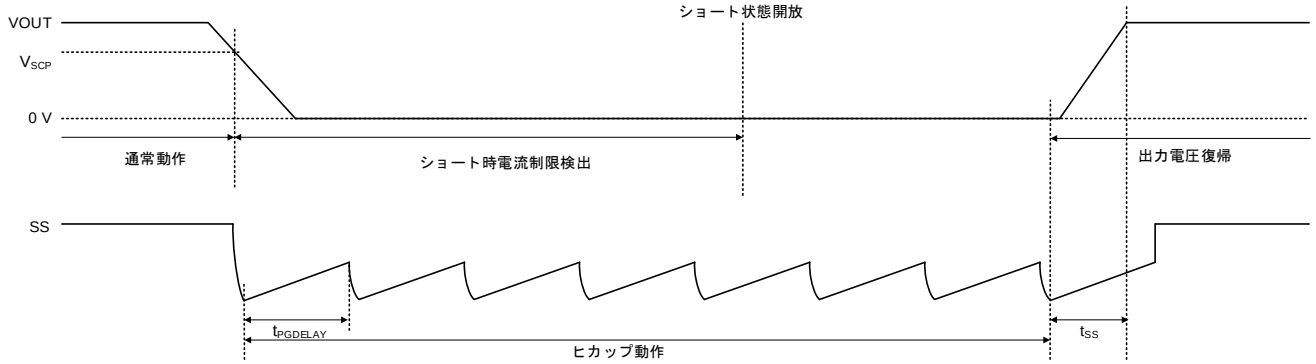
Case3: 9 回のピーク電流制限検出



Case4: SCP 検出後のピーク電流制限検出



Case5: ヒカップ動作と復帰動作



© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

保護機能 — 続き

2. 出力過電圧保護機能 (OVP)

このデバイスは出力過電圧保護機能を搭載しています。
出力電圧を分圧した内部ノード電圧と基準電圧を比較し、出力電圧が通常の 110 % (Typ)以上になると High Side 及び Low Side FET が OFF します。出力電圧が 105 % (Typ) 以下になると通常動作に復帰します。

3. 温度保護機能 (TSD)

このデバイスは温度保護機能を搭載しています。通常は許容損失範囲内で使用しますが、万が一許容損失を超えた状態が継続し、チップ温度 Tj が 175 °C (Typ) まで上昇すると、温度保護回路が動作し出力 FET と VREG3 出力が OFF します。その後チップ温度 Tj 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、セットの温度保護機能として使用しないでください。

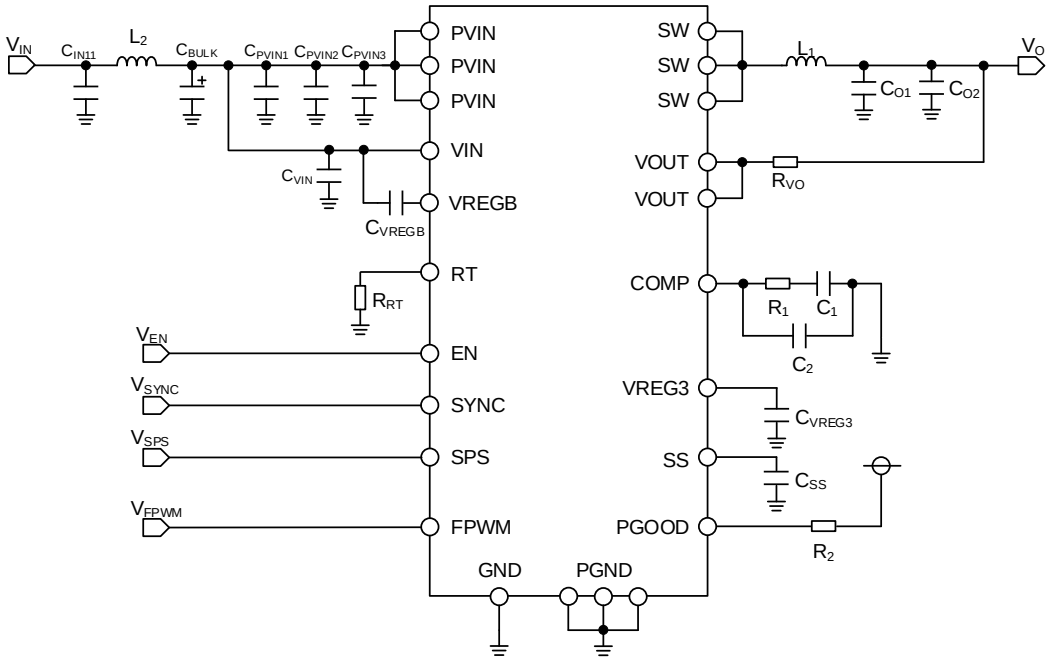
4. 入力低電圧誤動作防止機能 (UVLO)

このデバイスは入力低電圧誤動作防止機能を搭載しています。VIN 電圧が 2.8 V (Typ) 以上になるとこのデバイスは起動し、VIN 電圧が 2.5 V (Typ) 以下になるとシャットダウンします。なお、検出電圧値と解除電圧値には 300 mV (Typ) のヒステリシスを有しています。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

応用回路例

以下に応用回路例を示します。



© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション部品選定方法

1. インダクタ L_1 の選定

スイッチング電源では、負荷に連続的な電流を供給するために出力電圧の平滑用の LC フィルタが必要になります。インダクタンスは大きな値を選択するとインダクタに流れるリップル電流 ΔI_L が小さくなります。そのため出力リップル電圧も小さくなりますが、インダクタのサイズ・コストとのトレードオフになります。

以下の Table 3 にインダクタンスの推奨値を示します。

Table 3

スイッチング周波数設定	L_1
200 kHz ≤ f_{OSC} < 1 MHz	6.8 μH ～ 10 μH
1 MHz ≤ f_{OSC} ≤ 2.4 MHz	2.2 μH ～ 6.8 μH

リップル電流 ΔI_L の最大値とリップル電圧 ΔV_{PP} は次式で表されます。

$$\Delta I_L = \frac{(V_{VIN(Max)} - VOUT) \times VOUT}{V_{VIN(Max)} \times f_{OSC} \times L_1} \quad [A]$$

$$\Delta V_{PP} = \Delta I_L \times ESR + \frac{\Delta I_L}{8 \times C_O \times f_{OSC}} \quad [V] \quad \cdots (a)$$

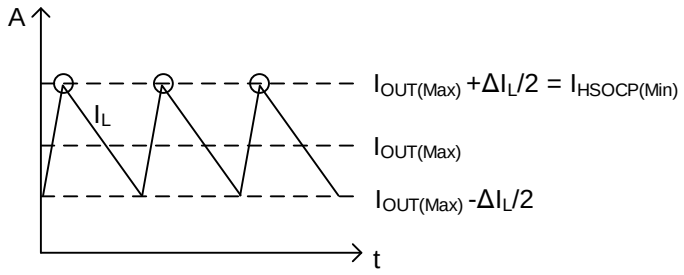
$V_{VIN(Max)}$ ：入力電圧 MAX 値
ESR ：出力コンデンサ等価直列抵抗
C_O ：出力コンデンサ容量

一般的にセラミック・コンデンサは低 ESR であるため、ΔI_L が大きくても目標の ΔV_{PP} を満足します。メリットとしてはインダクタンス値を小さく設定できることです。
インダクタンス値が小さければ定格電流が大きく小型のインダクタを選択できるため、セットの省スペース化に貢献します。デメリットは、インダクタのコア損失の増加、最大出力電流低下です。また、出力コンデンサ C_O にその他のコンデンサ(電解コンデンサ、タンタルコンデンサ、導電性高分子など)をご使用の際はメーカーのデータシートより ESR を確認し、ΔV_{PP} が許容範囲内に収まるように ΔI_L を決定します。
特に、電解コンデンサは低温時の容量低下が顕著であるため、ΔV_{PP} が増大します。

なお、最大出力電流は、次式の通り過電流保護動作にて制限されます。

$$I_{OUT(Max)} = I_{HSOCP(Min)} - \frac{\Delta I_L}{2} \quad [A]$$

$I_{OUT(Max)}$ ：最大出力電流
$I_{HSOCP(Min)}$ ：過電流保護電流最小値



© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション部品選定方法 — 続き

2. 出力コンデンサ C_O の選定

出力コンデンサは、式(a)より必要な ESR に基づき選定します。

$$Co > \frac{\Delta I_L}{8 \times f_{OSC} \times (\Delta V_{PP} - \Delta I_L \times ESR)} \quad [F]$$

ESR の小さなコンデンサを使用することで ΔV_{PP} を小さくできます。この要件を満たす最適な選択として、セラミック・コンデンサがあります。セラミック・コンデンサは低 ESR であることに加え、小型であるためセットの省スペース化にも貢献します。メーカーのデータシートより、ESR の周波数特性をご確認いただき、使用するスイッチング周波数での ESR が低いものをご選定ください。
セラミック・コンデンサは DC バイアス特性が顕著であるため注意が必要です。通常セラミック・コンデンサの定格電圧は、最大出力電圧の 2 倍以上が望まれます。定格電圧が高いものを選定することで、DC バイアス特性の影響を低減することができます。また、温度特性を良好に保つため、X7R 以上の特性のものを推奨します。大容量セラミック・コンデンサは定格電圧が低いため、出力電圧が高いアプリケーションでは選択が困難になります。その場合は、電解コンデンサを選択することを推奨します。電解コンデンサをご使用の際は出力電圧の 1.2 倍以上の定格電圧のものをご選択ください。電解コンデンサは高耐圧、大容量、DC バイアス特性がほとんどなく、一般的に安価です。主な故障モードがオープンであるので、車載など信頼性の要求されるアプリケーションでは有効な選択です。デメリットとして、比較的 ESR が大きい、低温時の容量低下があります。低温時特に ΔV_{PP} が増大するため注意が必要です。また、ドライアップがあるため寿命の定義があるのもこのコンデンサの特長です。
タンタルコンデンサ、導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサについては電解コンデンサのデメリットである温度特性に関して、非常に良好な特性を持っています。また電解コンデンサと比べて ESR が小さいため、広い温度範囲で比較的小さなリップル電圧を得ることができます。電解コンデンサ同様、DC バイアス特性もほとんどないため設計を容易にします。通常、タンタルコンデンサは出力電圧の 2 倍、導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサについては出力電圧の 1.2 倍程度の定格電圧のものを選択します。タンタルコンデンサのデメリットは故障モードがショートであること、耐圧が低いことです。車載など信頼性の要求されるアプリケーションでは一般的に選択されません。導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサの故障モードはオープンであるため、信頼性の要求には有効ですが、デメリットとしては一般的に高価であることです。
出力 Pch FET 降圧スイッチングレギュレータは入力電圧 PVIN を低下させ、入出力電圧間差が小さくなると 100 %ON Duty となる前にスイッチングパルスが抜け始めます。
それにより、スイッチングパルスが抜けると出力リップル電圧が増加する場合があります。
出力リップル電圧の改善が必要な場合、出力コンデンサ C_O に以下の対策の検討をお願いします。

1. セラミック・コンデンサ、導電性高分子ハイブリッドアルミ電解コンデンサなどの低 ESR コンデンサを使用。
2. 出力コンデンサ C_O の容量値の増加。

これらのコンデンサは定格リップル電流が規定されております。
次式で求まる出力リップル電流の RMS 値 $I_{CO(RMS)}$が定格リップル電流を超えないよう選定してください。

$$I_{CO(RMS)} = \frac{\Delta I_L}{\sqrt{12}} \quad [A]$$

$I_{CO(RMS)}$ ： 出力リップル電流の RMS 値

また、出力 Vo ラインにつくすべてのコンデンサの合計値 $C_{O(Max)}$は次式を満たす範囲にしてください。

$$C_{O(Max)} < \frac{t_{SS(Min)} \times (I_{HSOCP(Min)} - I_{OSTART(Max)})}{V_O} \quad [F]$$

$I_{HSOCP(Min)}$ ：High Side FET 電流保護最小値
$t_{SS(Min)}$ ： ソフトスタート時間の最小値
$I_{OSTART(Max)}$ ： 起動時に流れる負荷による出力スイッチ電流の最大値

上記を外れると起動不良などが発生する可能性があります。特に容量値が極端に大きい場合、起動時の突入電流により過電流保護が動作し、出力が起動しない可能性がありますのでセットでの十分な確認をお願いします。
過渡応答性、ループの安定動作は C_O に依存します。位相補償回路の設定をご確認のうえご選定ください。
また、入力電圧変動、負荷変動が大きい場合などは、仕様に応じて実アプリケーションにて十分ご確認のうえ、容量値の決定をお願い致します。
軽負荷時では出力コンデンサは、通常動作時と違うメカニズムにより出力リップル電圧を決めています。通常、大きめの出力負荷の場合には幾分か大きな出力リップル電圧となります。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション部品選定 — 続き

3. 入力コンデンサ C_{VIN}、C_{PVIN2}、C_{PVIN3}、C_{BULK} の選定

入力コンデンサには、デカップリングコンデンサ CIN とバルクコンデンサ C_{BULK} の 2 種類があります。
デカップリングコンデンサとして少なくとも 3 つのセラミック・コンデンサが必要です。PVIN 端子に対しては CPVIN2 へ 4.7 µF 以上と CPVIN3 へ 0.1 µF 以上、VIN 端子に対しては CVIN へ 0.1 µF 以上のものを各端子の極力近くに配置することで効果を発揮します。定格電圧は最大入力電圧の 1.2 倍以上、通常時入力電圧の 2 倍以上のものを推奨します。CPVIN2 の容量値は、温度特性、DC バイアス特性、経時変化を含めて 2.5 µF を下回らないように設定してください。また基板パターンやコンデンサの位置によって誤動作する可能性がありますので基板レイアウトの注意点 (P.36) をご参照のうえ、設計をお願いします。

バルクコンデンサ C_{BULK} はオプションであり、ライン電圧の低下を防ぎ、入力電圧を保持するバックアップ電源の役割を果たします。バルクコンデンサ C_{BULK} には大容量の低 ESR 電解コンデンサが適しています。容量値はセットによって最適な値を選定する必要があります。その際、コンデンサの定格リップル電流を超えないよう選定してください。

入力リップル電流の RMS 値は次式で求まります。

$$I_{CIN} = \sqrt{D\left\{\frac{\Delta I_L{}^2}{12} + I_{OUT}{}^2(1-D)\right\}} \quad \text{[Arms]}$$

I_{CIN} : 入力リップル電流 RMS 値
D : スイッチングパルス ON Duty
I_{OUT} : 出力電流

また、車載など信頼性の必要なアプリケーションでは、電解コンデンサのドライアップに対応するため複数個並列に接続することを推奨します。セラミック・コンデンサについてもショート破壊によるリスクを低減するため、2 直列+2 並列構造にすることをお勧めします。2 直列、2 並列構造をそれぞれ 1pack にまとめたものも各コンデンサメーカーでラインアップされているため、各メーカーへご確認ください。

容量値は電源から PVIN 端子や VIN 端子までの配線が長いなど、入力側のインピーダンスが高い場合は高容量が必要になります。実使用状態にて、過渡応答時の PVIN 端子や VIN 端子の電圧変動によって、出力が OFF する、出力がオーバーシュートするなど動作に問題が無いことを検証する必要があります。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション部品選定 — 続き

4. スイッチング周波数設定抵抗 R_{RT} の選定

RT 端子と GND 端子間に抵抗を接続することにより、スイッチング周波数を設定することが可能です。
設定範囲は 200 kHz ~ 2400 kHz で、抵抗値とスイッチング周波数の関係は下図のように決まります。
この範囲から外れた設定では使用しないでください。

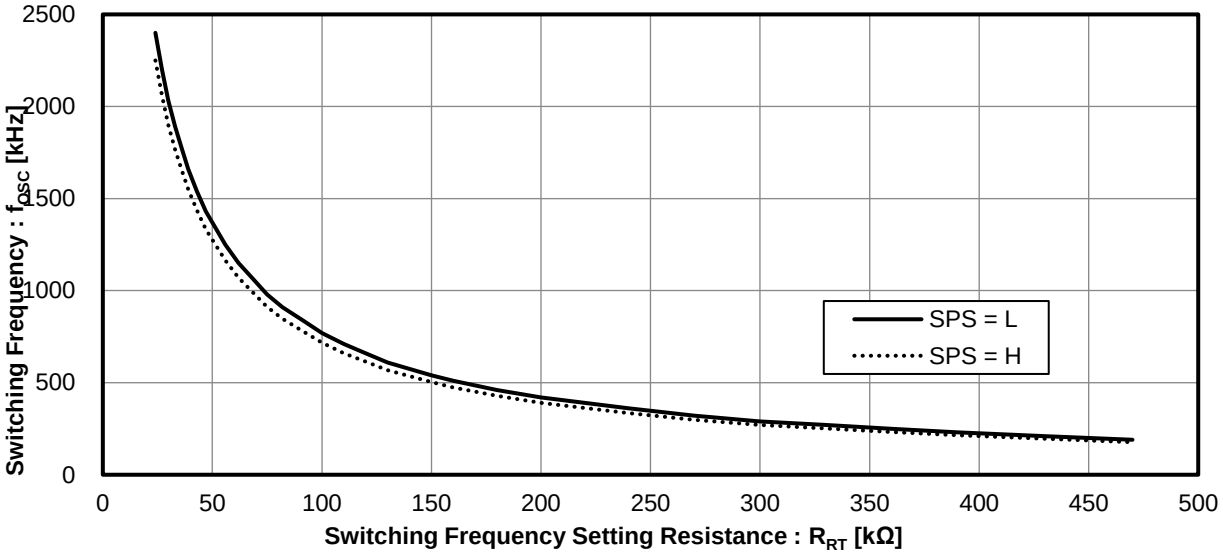


Figure 32. スイッチング周波数 vs スイッチング周波数設定抵抗

Table 4. スイッチング周波数設定抵抗 (SPS = L)

R_{RT} [kΩ]	f_{OSC} [kHz] (SPS = L)	R_{RT} [kΩ]	f_{OSC} [kHz] (SPS = L)
24(Note 1)	2400	110(Note 2)	710
27(Note 1)	2200	120(Note 2)	660
30(Note 2)	2030	130(Note 2)	610
33(Note 2)	1890	150(Note 2)	540
36(Note 2)	1770	160(Note 2)	510
39(Note 2)	1660	180(Note 2)	460
43(Note 2)	1540	200(Note 2)	420
47(Note 2)	1430	220(Note 2)	390
51(Note 2)	1350	240(Note 2)	360
56(Note 2)	1250	270(Note 2)	320
62(Note 2)	1150	300(Note 2)	290
68(Note 2)	1070	330(Note 2)	270
75(Note 2)	980	360(Note 2)	250
82(Note 2)	910	390(Note 2)	230
91(Note 2)	840	430(Note 2)	210
100(Note 2)	770		

(Note 1) LLM (FPWM = L) と強制PWM(FPWM=H)を使用可能
(Note 2) 強制PWM (FPWM = H) のみ使用可能

Table 5. スイッチング周波数設定抵抗 (SPS = H)

R_{RT} [kΩ]	f_{OSC} [kHz] (SPS = H)	R_{RT} [kΩ]	f_{OSC} [kHz] (SPS = H)
24(Note 1)	2250	110(Note 2)	661
27(Note 2)	2060	120(Note 2)	614
30(Note 2)	1898	130(Note 2)	568
33(Note 2)	1766	150(Note 2)	502
36(Note 2)	1653	160(Note 2)	475
39(Note 2)	1550	180(Note 2)	428
43(Note 2)	1437	200(Note 2)	391
47(Note 2)	1333	220(Note 2)	363
51(Note 2)	1258	240(Note 2)	335
56(Note 2)	1164	270(Note 2)	298
62(Note 2)	1071	300(Note 2)	270
68(Note 2)	996	330(Note 2)	251
75(Note 2)	912	360(Note 2)	233
82(Note 2)	847	390(Note 2)	214
91(Note 2)	782		
100(Note 2)	717		

(Note 1) LLM (FPWM = L) と強制PWM(FPWM=H)を使用可能
(Note 2) 強制PWM (FPWM = H) のみ使用可能

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション部品選定方法 — 続き

5. 位相補償回路 R_1、C_1、C_2 の選定

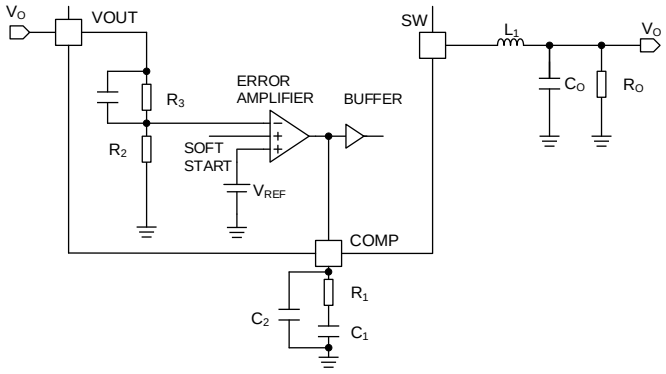


Figure 33. 位相補償素子設定

クロスオーバー周波数f_C (ゲイン0 dBの周波数) はFigure 34に示すf_{C_MAX}より低い値に設定してください。

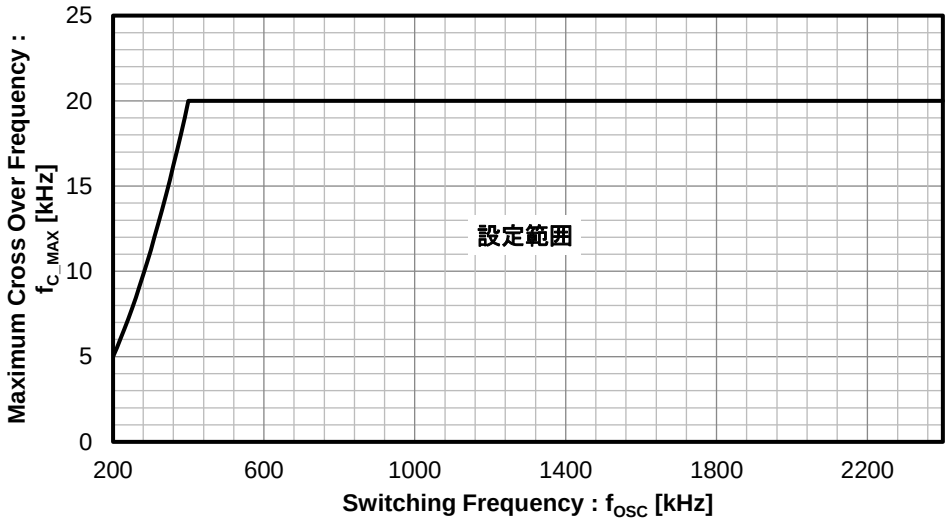


Figure 34. 最大クロスオーバー周波数 vs スイッチング周波数

(1) 位相補償抵抗R_1の選定
R_1は以下の式で与えられます。

$$R_1 = f_C \times \frac{R_2+R_3}{g_m \times R_2} \times 2\pi \times R_s \times Co \qquad [\Omega]$$

f_C : クロスオーバー周波数 [kHz]

$\frac{R_2+R_3}{R_2}$: フィードバック抵抗比 4.125 (Typ)

R_S : カレントセンスゲイン 230 [mΩ] (Typ)

g_m : エラーアンプトランスコンダクタンス 280 [μA/V] (Typ) x 電圧バッファゲイン 2.0 [V/V] (Typ)

C_o : 出力コンデンサ [μF]

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション部品選定方法 — 続き

(2) 位相補償コンデンサC_1の選定
C_1を決定するために、R_1とC_1によって形成されるzero点の周波数を設定します。
このzero点は以下の式で表されます。

$$f_Z = \frac{1}{2\pi \times C_1 \times R_1} \quad [\mathrm{Hz}]$$

f_Zをクロスオーバー周波数f_Cに対し、0.05倍から1.5倍の周波数に設定してください。

$$0.05 \times f_C < f_Z < 1.5 \times f_C \quad [\mathrm{Hz}]$$

これより、C_1は以下の式で与えられます。

$$\frac{1}{2\pi \times 1.5 \times f_C \times R_1} < C_1 < \frac{1}{2\pi \times 0.05 \times f_C \times R_1} \quad [\mathrm{F}]$$

(3) 位相補償コンデンサC_2の選定
C_2とR_1により形成されるポールf_Pをf_Cに対し十分高く設定し、高域でのゲインを減少させます。
C_2は以下の式で与えられます。

$$C_2 = \frac{1}{2\pi \times R_1 \times f_p} \quad [\mathrm{F}]$$

6. ソフトスタート時間 (t_{SS}) の設定
ソフトスタートは、起動時の出力電圧のオーバーシュートとインダクタのラッシュ電流を防ぐために必要となります。
本デバイスはソフトスタート端子に接続されたコンデンサへチャージ電流I_{SS}を供給する電流源を内蔵しています。
ソフトスタート時間の計算式を以下に示します。

$$t_{SS} = \frac{C_{SS}(nF) \times 0.8(V)}{I_{SS}(\mu A)} \quad [\mathrm{ms}]$$

C_{SS} ：SS 端子接続コンデンサ容量値
I_{SS} ：ソフトスタートチャージ電流

C_{SS}は 2200 pF ~ 68000 pF の範囲で設定できます。

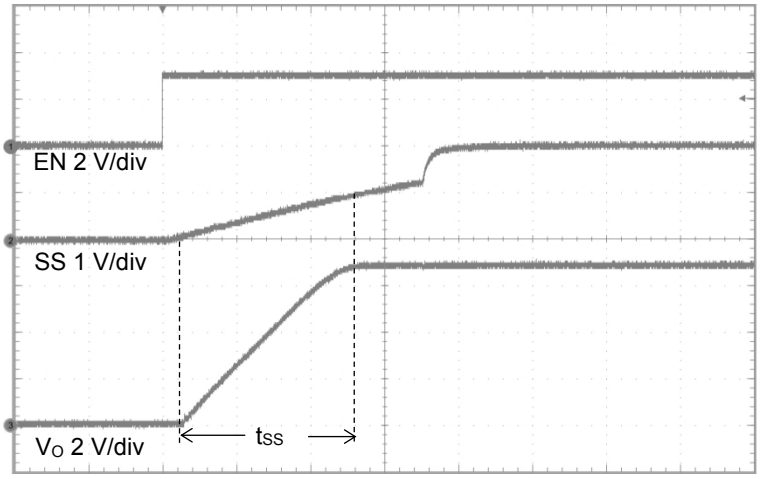


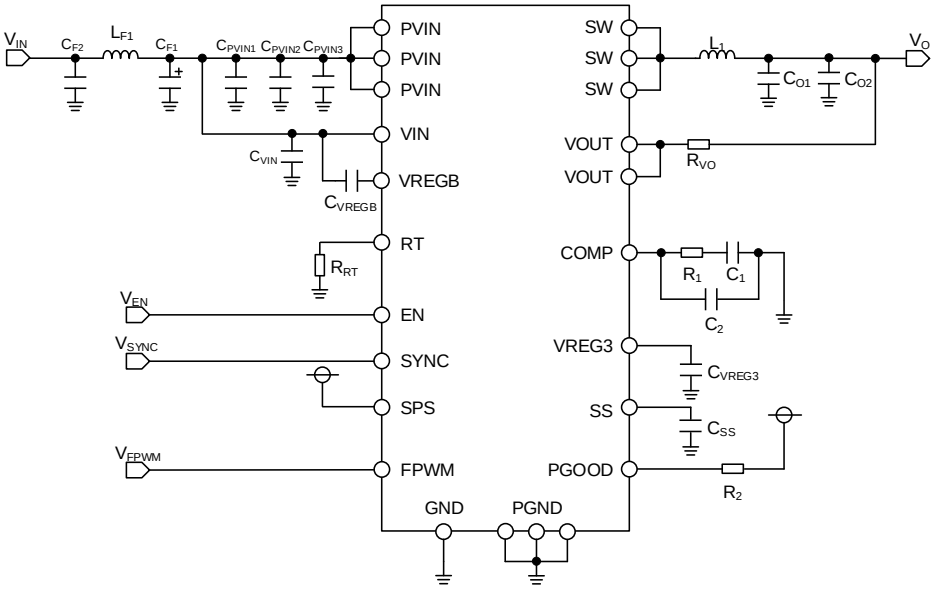
Figure 35. ソフトスタート波形
(V_{VIN}=13 V, C_{SS}=0.01 µF, 2 ms/div)

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

応用回路例 1

パラメータ	シンボル	仕様例
機種名	IC	BD9P233MUF-C
入力電圧	V_{VIN}	8 V ~ 18 V
出力電圧	V_O	3.3 V
出力電流	I_{OUT}	Min 0.5 A/Typ 1.0 A/Max 1.5 A
スイッチング周波数	f_{OSC}	2.2 MHz, SPS = H
動作温度	Ta	-40 °C ~ +105 °C

仕様例



参考回路

No.	サイズ	パラメータ	型番（シリーズ）	タイプ	メーカー
C_{F1}	ϕ10 mm x L10 mm	220 µF, 50 V	UCD1H221MNL1GS	Electrolytic capacitor	NICHICON
C_{PVIN1}	3225	Open	-	-	-
C_{PVIN2}	3225	4.7 µF, X7R, 50 V	GCM32ER71H475KA	Ceramic	MURATA
C_{PVIN3}	2012	0.1 µF, X7R, 50 V	CEU4J2X7R1H104K	Ceramic	TDK
C_{VIN}	2012	0.1 µF, X7R, 50 V	CEU4J2X7R1H104K	Ceramic	TDK
C_{VREGB}	1608	1.0 µF, X7R ,16 V	GCM188R71C105KA	Ceramic	MURATA
C_{VREG3}	1608	1.0 µF, X7R ,16 V	GCM188R71C105KA	Ceramic	MURATA
R_1	1005	10 kΩ, 1%, 1/16 W	MCR01MZPF1002	Chip resistor	ROHM
C_1	1005	0.01 µF, R, 50 V	GCM155R11H103KA	Ceramic	MURATA
C_2	1005	10 pF, CH, 50 V	GCM1552C1H100JA	Ceramic	MURATA
C_{SS}	1005	2200 pF, R, 50 V	GCM155R11H222KA	Ceramic	MURATA
R_2	1005	10 kΩ, 1%, 1/16 W	MCR01MZPF1002	Chip resister	ROHM
R_{RT}	1005	24 kΩ, 1%, 1/16 W	MCR01MZPF2402	Chip resister	ROHM
L_1	W6.0 x H4.5 x L6.3 mm^3	2.2 µH	CLF6045NIT-2R2N-D	Inductor	TDK
C_{O1}	3225	22 µF, R, 10 V	GCM32ER11A226KE11	Ceramic	MURATA
C_{O2}	3225	22 µF, R, 10 V	GCM32ER11A226KE11	Ceramic	MURATA
R_{VO}	-	Short	-	-	-
C_{F2}	3225	4.7 µF, X7R, 50 V	GCM32ER71H475KA	Ceramic	MURATA
L_{F1}	W6.0 x H4.5 x L6.3 mm^3	2.2 µH	CLF6045NIT-2R2N-D	Inductor	TDK

選定部品例

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ（応用回路例 1）

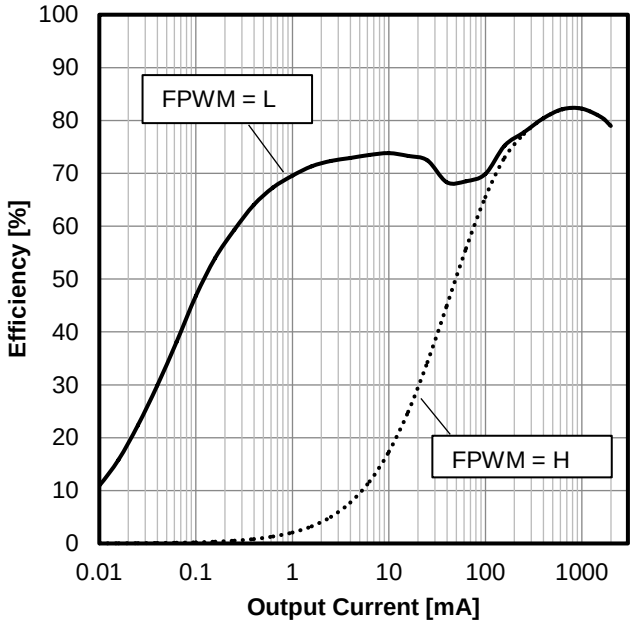


Figure 36. 効率 vs 出力電流
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C)

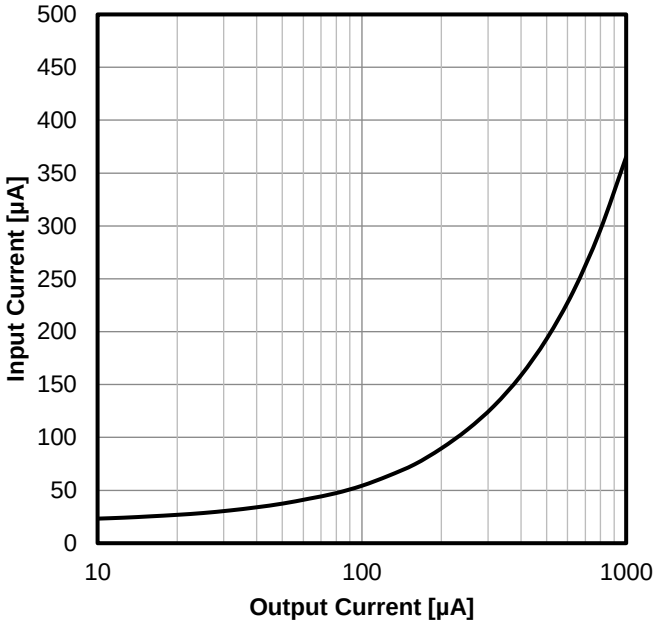


Figure 37. 入力電流 vs 出力電流
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, LLM)

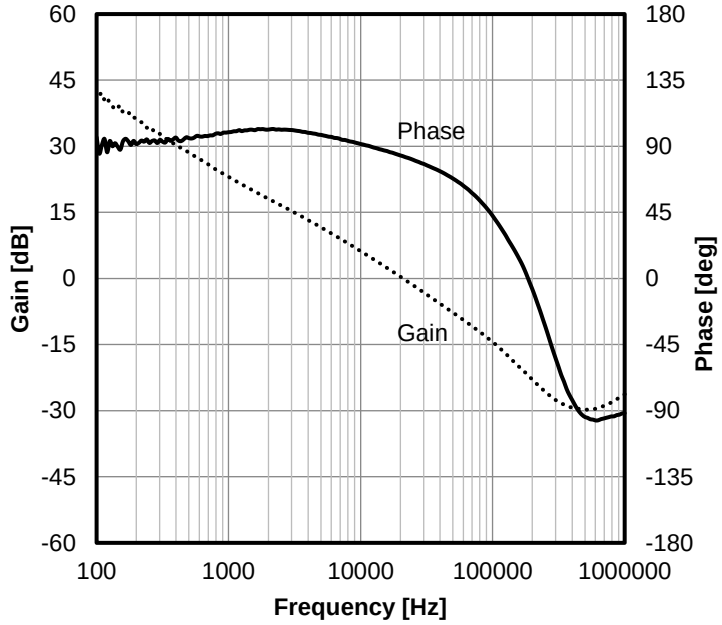


Figure 38. 周波数特性
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, I_{OUT} = 1.0 A)

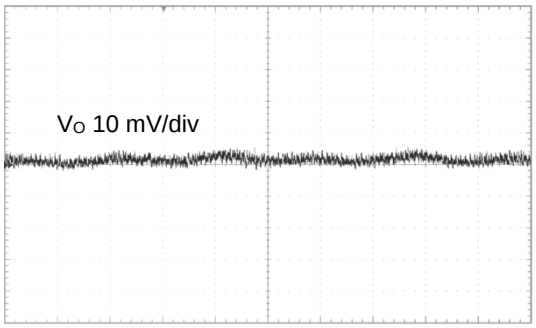


Figure 39. 出力リップル電圧
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, I_{OUT} = 1.0 A, 10 µs/div)

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ（応用回路例 1） — 続き

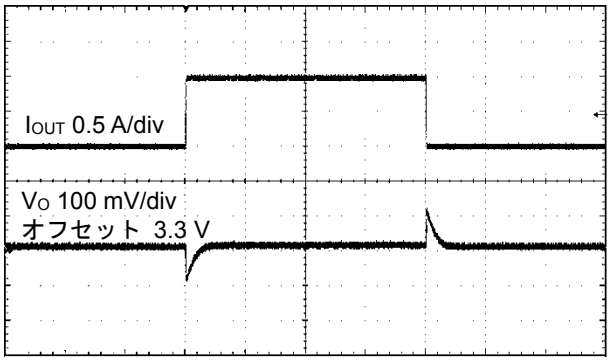


Figure 40. 負荷応答 1
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, FPWM = H,
I_{OUT} = 10 mA~1.0 A, 1 ms/div)

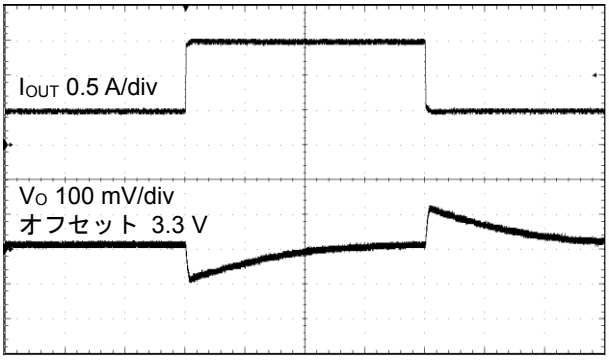


Figure 41. 負荷応答 2
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, FPWM = H,
I_{OUT} = 0.5 A~1.5 A, 100 μs/div)

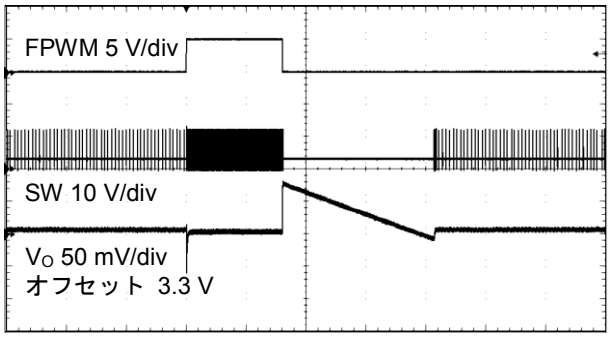


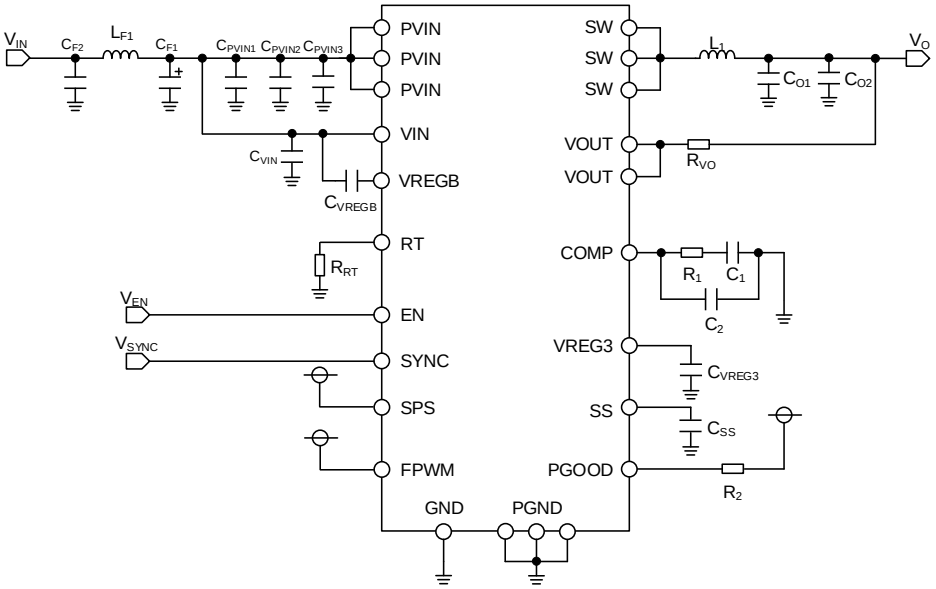
Figure 42. FPWM ON/OFF Response
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, I_{OUT} = 100 μA, 10 ms/div)

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

応用回路例 2

パラメータ	シンボル	仕様例
機種名	IC	BD9P233MUF-C
入力電圧	V_{VIN}	8 V ~ 18 V
出力電圧	V_O	3.3 V
出力電流	I_{OUT}	Min 0.5 A/Typ 1.0 A/Max 1.5 A
スイッチング周波数	f_{OSC}	391 kHz, SPS = H, FPWM = H
動作温度	Ta	-40 °C ~ +105 °C

仕様例



参考回路

No.	サイズ	パラメータ	型番（シリーズ）	タイプ	メーカー
C_{F1}	ϕ10 mm x L10 mm	220 µF, 50 V	UCD1H221MNL1GS	Electrolytic capacitor	NICHICON
C_{PVIN1}	3225	4.7 µF, X7R, 50 V	GCM32ER71H475KA	Ceramic	MURATA
C_{PVIN2}	3225	4.7 µF, X7R, 50 V	GCM32ER71H475KA	Ceramic	MURATA
C_{PVIN3}	2012	0.1 µF, X7R, 50 V	CEU4J2X7R1H104K	Ceramic	TDK
C_{VIN}	2012	0.1 µF, X7R, 50 V	CEU4J2X7R1H104K	Ceramic	TDK
C_{VREGB}	1608	1.0 µF, X7R ,16 V	GCM188R71C105KA	Ceramic	MURATA
C_{VREG3}	1608	1.0 µF, X7R ,16 V	GCM188R71C105KA	Ceramic	MURATA
R_1	1005	4.7 kΩ, 1 %, 1/16 W	MCR01MZPF4701	Chip resistor	ROHM
C_1	1005	0.01 µF, R, 50 V	GCM155R11H103KA	Ceramic	MURATA
C_2	1005	100 pF, CH, 50 V	GCM1552C1H101JA	Ceramic	MURATA
C_{SS}	1005	2200 pF, R, 50 V	GCM155R11H222KA	Ceramic	MURATA
R_2	1005	10 kΩ, 1 %, 1/16 W	MCR01MZPF1002	Chip resister	ROHM
R_{RT}	1005	200 kΩ, 1 %, 1/16 W	MCR01MZPF2003	Chip resister	ROHM
L_1	W6.0 x H4.5 x L6.3 mm^3	6.8 µH	CLF6045NIT-6R8N-D	Inductor	TDK
C_{O1}	3225	22 µF, R, 10 V	GCM32ER11A226KE11	Ceramic	MURATA
C_{O2}	3225	22 µF, R, 10 V	GCM32ER11A226KE11	Ceramic	MURATA
R_{VO}	-	Short	-	-	-
C_{F2}	3225	4.7 µF, X7R, 50 V	GCM32ER71H475KA	Ceramic	MURATA
L_{F1}	W6.0 x H4.5 x L6.3 mm^3	10 µH	CLF6045NIT-100M-D	Inductor	TDK

部品選定例

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ（応用回路例 2）

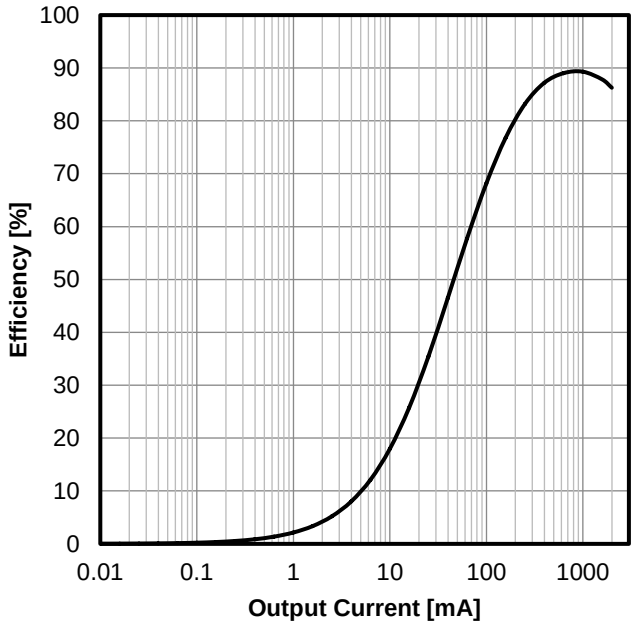


Figure 43. 効率 vs 出力電流
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, FPWM = H)

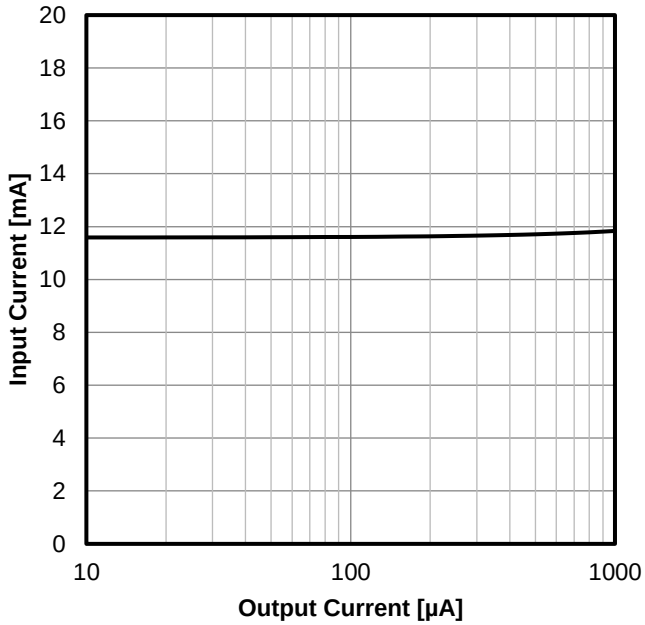


Figure 44. 入力電流 vs 出力電流
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, FPWM = H)

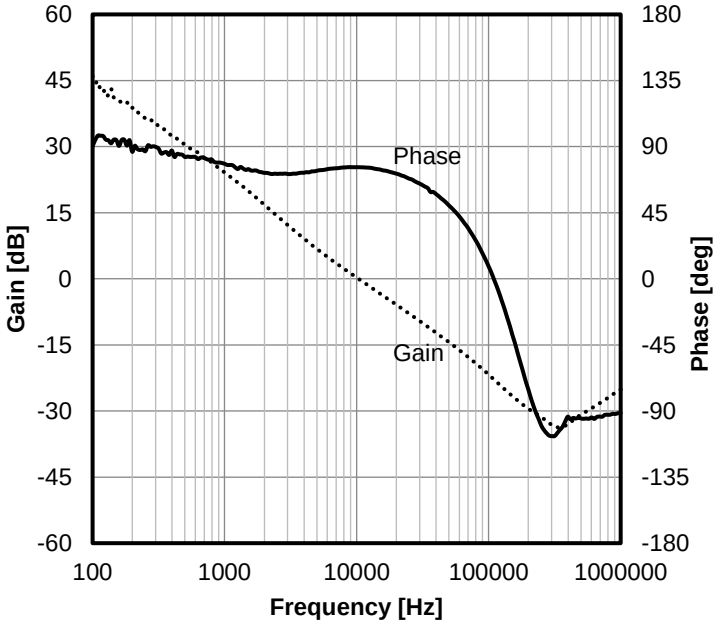


Figure 45. 周波数特性
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, I_{OUT} = 1.0 A)

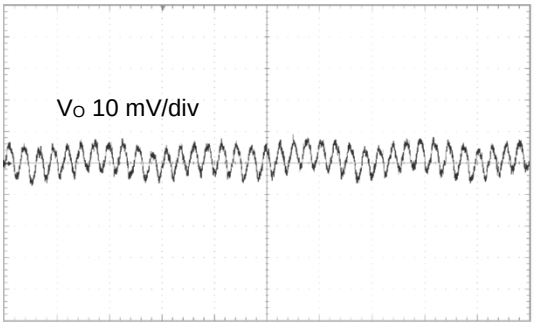


Figure 46. 出力リップル電圧
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, I_{OUT} = 1.0 A, 10 µs/div)

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ（応用回路例 2） — 続き

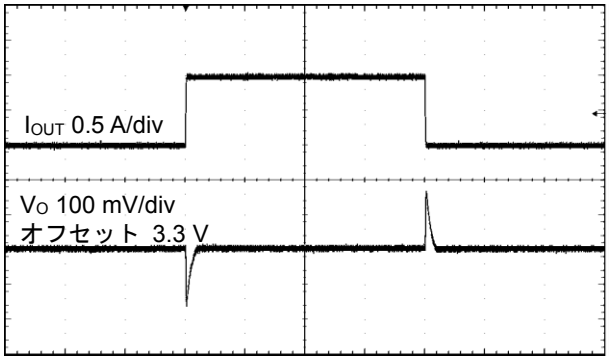


Figure 47. 負荷応答 1
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, FPWM = H,
I_{OUT} = 10 mA~1.0 A, 1 ms/div)

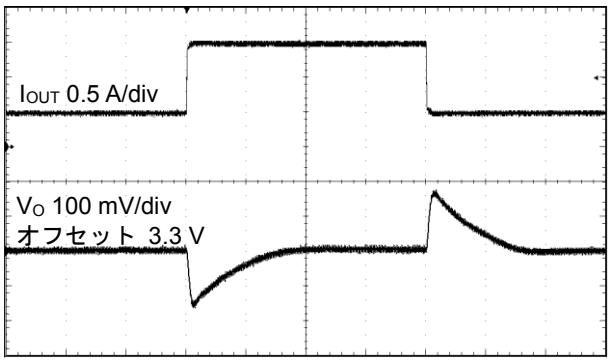


Figure 48. 負荷応答 2
(V_{VIN} = 13 V, Ta = 25 °C, FPWM = H,
I_{OUT} = 0.5 A~1.5 A, 100 μs/div)

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

車載電源供給ライン回路例

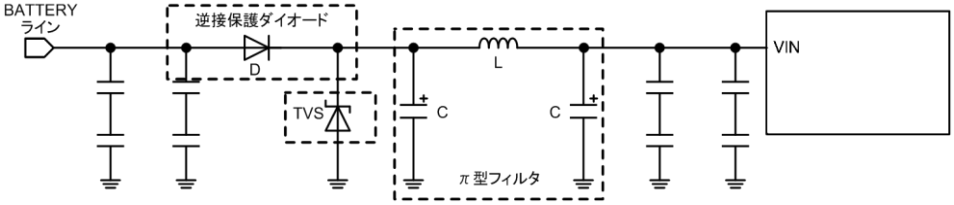


Figure 49. 車載電源供給ライン回路例

参考として、Figure 49 に車載電源供給ライン回路例を記載します。
π 型フィルタは、3 次の LC フィルタです。一般的には高周波用のデカップリングコンデンサと併用して使用します。大きな減衰特性を得られるため EMI フィルタとして良好な特性を得ることが可能です。なお、π 型フィルタを構成する部品は近接配置をしてください。
TVS (Transient Voltage Suppressors) は車載電源供給ラインの一次保護に使用されます。ロードダンプ状態の高いエネルギーに耐える必要があるため、一般的なツェナーダイオードでは不十分です。下記を推奨します。
逆接保護ダイオードは、バッテリなどの電源を誤って逆に接続した際の保護のために必要となります。

Device	Part name (series)	Manufacturer	Device	Part name (series)	Manufacturer
L	CLF series	TDK	TVS	SM8 series	Vishay
L	XAL series	Coilcraft	D	S3A ～ S3M series	Vishay
C	UCJ series / UCZ series	NICHICON			

車載電源供給ライン回路部品例

推奨部品メーカー一覧

参考に推奨の部品メーカーを示します。

Type	Manufacturer	URL
Electrolytic capacitor	NICHICON	www.nichicon.com
Ceramic capacitor	Murata	www.murata.com
Ceramic capacitor, Inductor	TDK	www.global.tdk.com
Inductor	Coilcraft	www.coilcraft.com
Inductor	SUMIDA	www.sumida.com
Diode	Vishay	www.vishay.com
Diode/Resistor	ROHM	www.rohm.co.jp

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

基板レイアウトの注意点

基板レイアウトは IC の安定動作に大きく影響します。基板レイアウトによっては、IC 本来の特性が出ない場合や正常に動作しない場合があります。基板レイアウトの際には以下の点にご注意ください。P.37 Figure 51 に推奨レイアウトパターンと部品配置を示します。本デバイスでは 4 層基板の使用を推奨します。

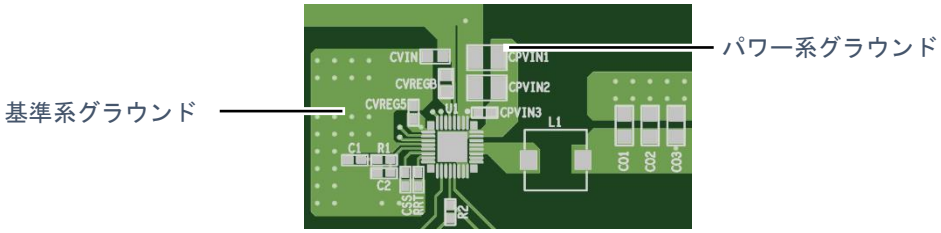


Figure 50. IC周辺のPCBパターン

1. デカップリングコンデンサ 4.7 µF (C_{PVIN2})と 0.1 µF (C_{PVIN3}) は PVIN 端子 (pin 1, 2, 3) と PGND 端子 (pin 22, 23, 24) が最短となるように配置してください。推奨レイアウト例のように、両コンデンサを PVIN 端子の直近に配置し、PGND 端子への配線を EXP-PAD (pin 31)と N.C.端子 (pin 32) を経由して IC 裏面を通すことで配線が最短となります。また、4.7 µF (C_{PVIN2}) よりも小容量のコンデンサ (C_{PVIN3}) を PVIN 端子直近に配置することで高周波ノイズの低減に効果を発揮します。

2. PVIN 端子と VIN 端子 (pin 4) の間にはスリットを設けてください。VIN 端子は IC 内部回路の電源となりますので安定した電圧の供給が必要となり、スリットを設けることで PVIN 端子に発生する揺れを VIN 端子へ直接伝えることを低減します。VIN 端子のデカップリングコンデンサ 0.1 µF (C_{VIN}) は推奨レイアウト例のようにスリット内に配置し、基準系グラウンドへ接続してください。

3. IC、入力コンデンサ、出力インダクタ、出力コンデンサは基板の同じ表面層に配置し、各部品間の接続は同じ層で接続を行うようにしてください。

4. IC の配置された表面層に最も近い層にグラウンドプレーンを配置してください。

5. GND 端子 (pin 12) は基準系グラウンドで PGND 端子はパワー系グラウンドとなります。これらを表層面で分けておくことで IC 内部は安定したグラウンドとすることができます。そのため、GND 端子は IC 裏面のグラウンドラインとは切り離してください。

6. 表面層では基準系グラウンドとパワー系グラウンドを分け、各々を VIA によりグラウンドプレーンに接続してください。グラウンド接続先を以下に示します。
   ・基準系グラウンド : GND 端子、C_{VIN}・C_{VREG3}・C_1・C_2・C_{SS}・R_{RT} のグラウンド
   ・パワー系グラウンド: PGND 端子、中央の EXP-PAD、31 ピン (EXP-PAD)、32 ピン (N.C.端子)、
   入力デカップリングコンデンサ (C_{PVIN1}～C_{PVIN3}) のグラウンド

7. スイッチングノードからの輻射ノイズを最小限にするため、SW 端子からインダクタまでの距離は短くし、銅箔パターン面積は必要以上に広げないようにしてください。

8. 出力からのフィードバックラインはインダクタとスイッチングノードから遠ざけて配線を引いてください。この配線が外来ノイズの影響を受けると出力電圧に誤差が生じる場合や動作が不安定になる場合があります。そのためフィードバックラインは VIA を介して裏面へ移動し、VOUT 端子 (pin 10、11) へ接続してください。R_{VO} の位置 (Figure 51 Bottom view 参照) に抵抗を挿入することで FRA を用いて周波数特性 (位相余裕) を測定することができます。なお、通常時はいかなる部品も挿入せず、ショートしてご使用ください。

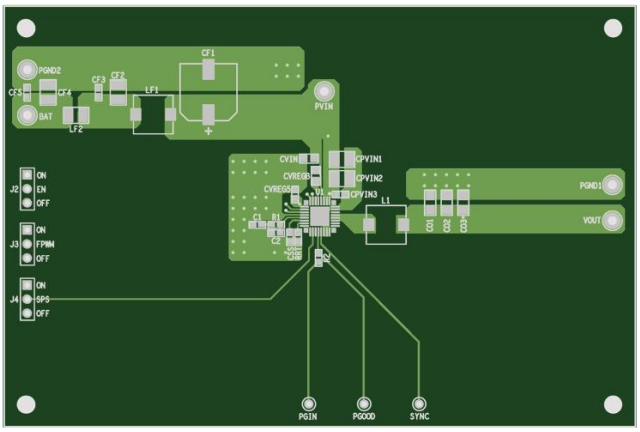
9. 位相補償回路 (R_1, C_1, C_2) は COMP 端子 (pin 13) とできるだけ近い位置に配置してください。

10. C_{SS} は SS 端子 (pin 14) とできるだけ近い位置に配置してください。

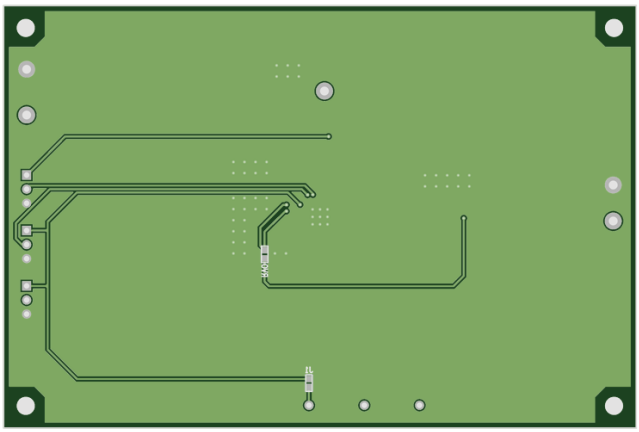
11. R_{RT} は RT 端子 (pin 15) とできるだけ近い位置に配置してください。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

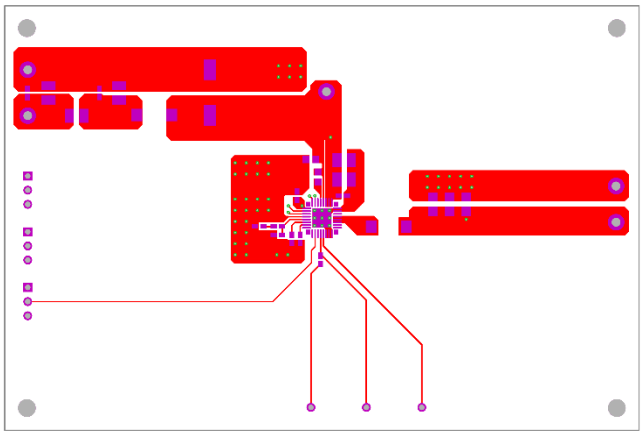
基板レイアウトの注意点 — 続き



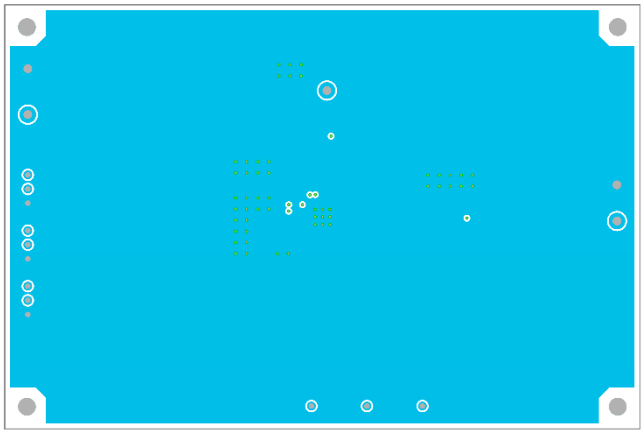
Top view



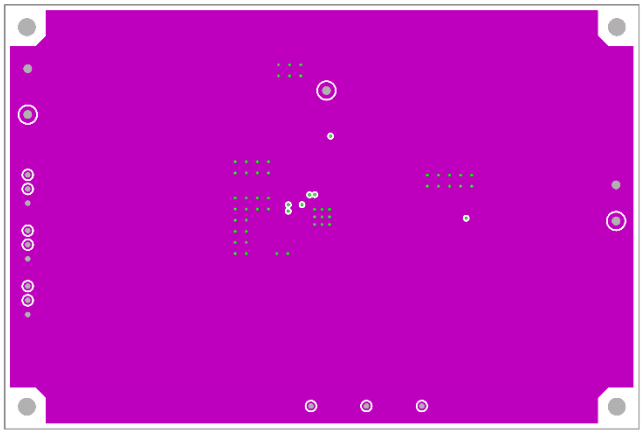
Bottom view



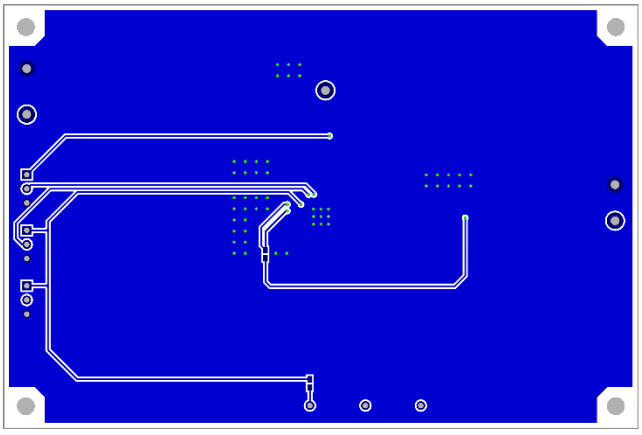
Top layer



Middle layer1



Middle layer2

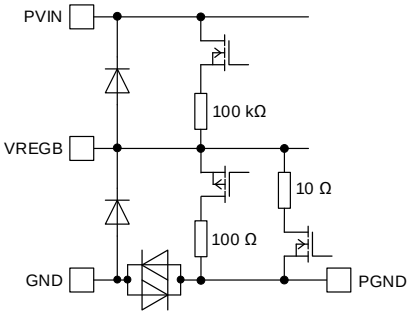
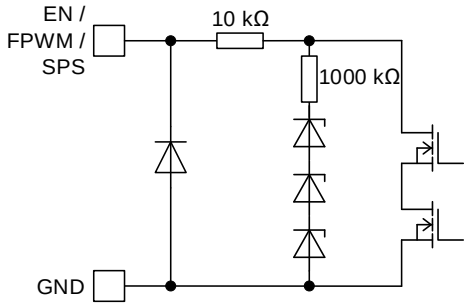
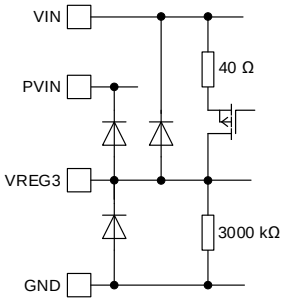
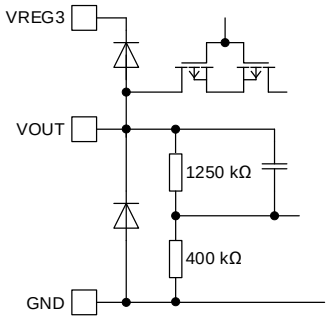
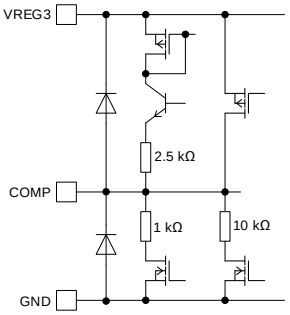
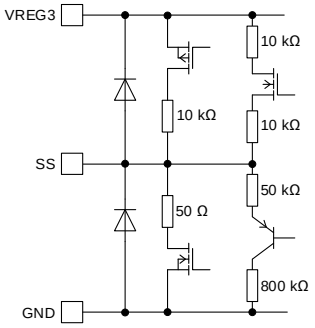
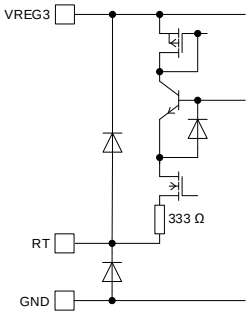
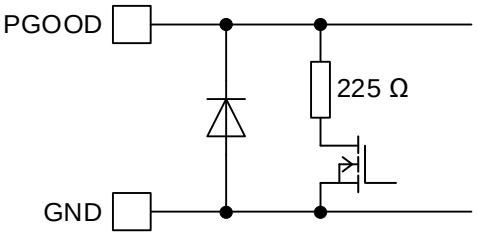
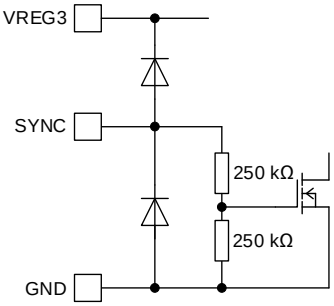
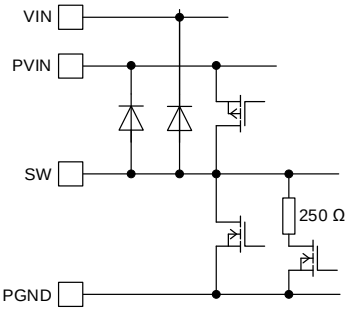


Bottom layer

Figure 51. 参考PCBパターン

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

入出力等価回路図

5. VREGB	7. EN, 8. FPWM, 18. SPS
	
9. VREG3	**10. 11. VOUT**
	
13. COMP	**14. SS**
	
15. RT	**20. PGOOD**
	
21. SYNC	**27. 28. 29. SW**
	

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

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。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

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、

- 〇抵抗では、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。
- 〇また、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。

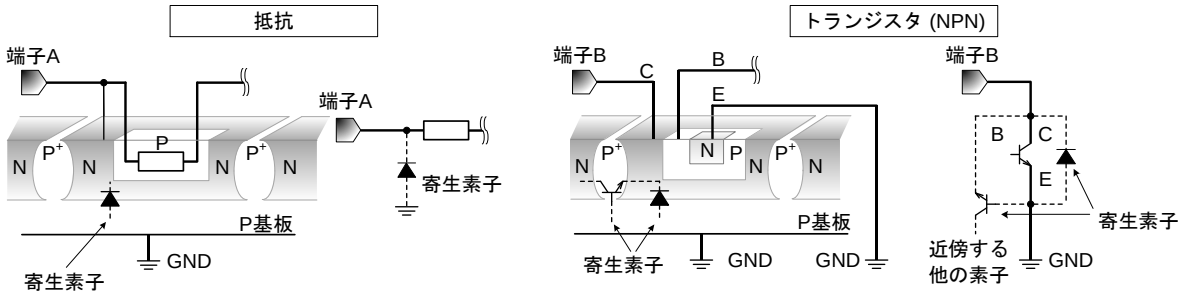


Figure 52. モノリシック IC 構造例

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

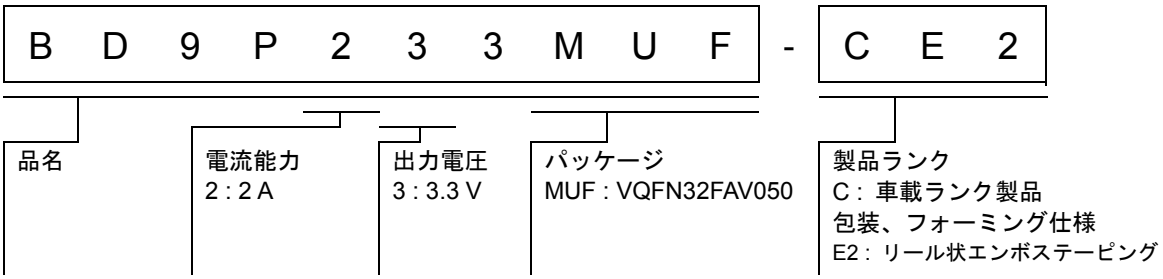
IC を熱破壊から防ぐための温度保護回路を内蔵しております。最高接合部温度内でご使用いただきますが、万が一最高接合部温度を超えた状態が継続すると、温度保護回路が動作し出力パワー素子が OFF します。その後チップ温度 Tj が低下すると回路は自動で復帰します。なお、温度保護回路は絶対最大定格を超えた状態での動作となりますので、温度保護回路を使用したセット設計などは、絶対に避けてください。

13. 過電流保護回路について

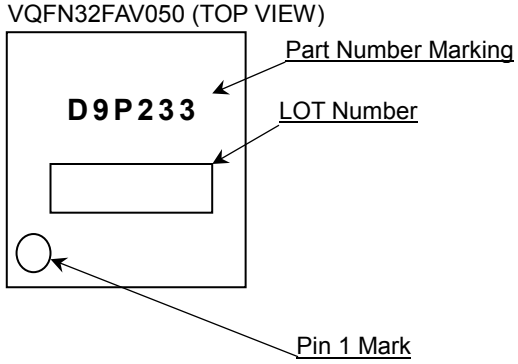
出力には電流能力に応じた過電流保護回路が内部に内蔵されているため、負荷ショート時には IC 破壊を防止しますが、この保護回路は突発的な事故による破壊防止に有効なもので、連続的な保護回路動作、過渡時でのご使用に対応するものではありません。

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

発注形名情報



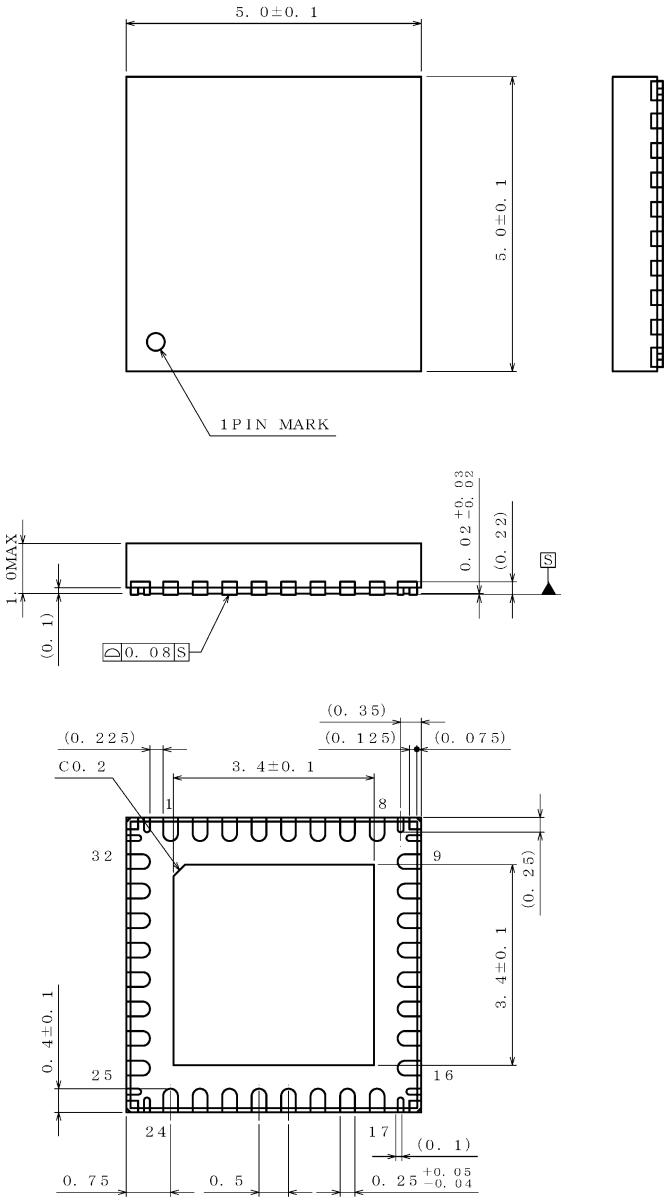
標印図



© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

外形寸法図と包装・フォーミング仕様

Package Name	VQFN32FAV050



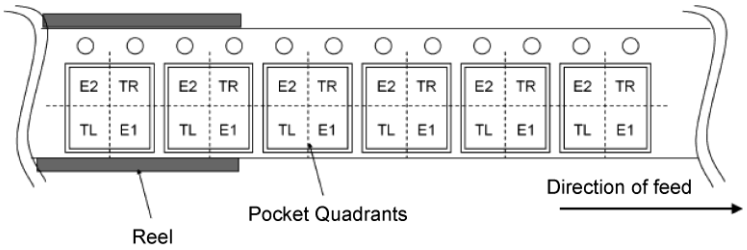
(UNIT : mm)

PKG : VQFN32FAV050
Drawing No. EX403−5001−1

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（防湿仕様）
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。）



© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

改訂履歴

日付	Revision	変更内容
2019.07.19	001	新規作成

© 2019 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

ご注意

ローム製品取扱い上の注意事項

1. 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
CLASSⅢ	CLASSⅢ	CLASSⅡb	Ⅲ類
CLASSⅣ		CLASSⅢ	

2. 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。

3. 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りません。したがいまして、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_2、H_2S、NH_3、SO_2、NO_2 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

4. 本製品は耐放射線設計はなされておりません。

5. 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。

6. 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。

7. 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。

8. 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。

9. 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

1. 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。

2. 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頂きます。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。

© 2015 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

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。したがいまして、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_2、H_2S、NH_3、SO_2、NO_2 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）で取り扱いください。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。

© 2015 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

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。

© 2015 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.