車載向け 2.7 V ～ 5.5 V 入力 4 A 1ch 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

BD9S402MUF-C

概要

BD9S402MUF-C は低 ON 抵抗のパワーMOSFET を内蔵した同期整流降圧型 DC/DC コンバータです。最大 4 A の電流を出力することが可能です。スイッチング周波数が 2.2 MHz と高速なため小型インダクタの使用が可能です。カレントモード制御による高速な過渡応答性能を持ちます。また位相補償回路を内蔵しており、少ない外付け部品でアプリケーションを構成可能です。

重要特性

- 入力電圧： 2.7 V ～ 5.5 V
- 出力電圧設定： 0.6 V ～ V_{PVIN} x 0.75 V
- 出力電流： 4 A (Max)
- スイッチング周波数： 2.2 MHz (Typ)
- High Side FET ON 抵抗： 60 mΩ (Typ)
- Low Side FET ON 抵抗： 35 mΩ (Typ)
- シャットダウン時回路電流： 0 μA (Typ)
- 動作周囲温度： -40 °C ～ +125 °C

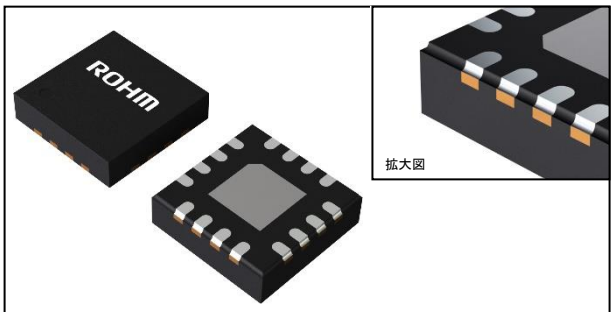
特長

- QuiCur™
- Nano Pulse Control™
- AEC-Q100 対応*(Note 1)*
- 機能安全をサポート
- 1ch 同期整流型降圧 DC/DC コンバータ
- 可変ソフトスタート機能
- 出力ディスチャージ機能
- パワーグッド出力
- 低入力電圧誤動作防止機能 (UVLO)
- 負荷短絡保護機能 (SCP)
- 出力過電圧保護機能 (OVP)
- 過電流保護機能 (OCP)
- 温度保護機能 (TSD)
- ウェッタブル・フランク QFN パッケージ

(Note 1) Grade 1

パッケージ

	W (Typ) x D (Typ) x H (Max)
VQFN16FV3030	3.0 mm x 3.0 mm x 1.0 mm

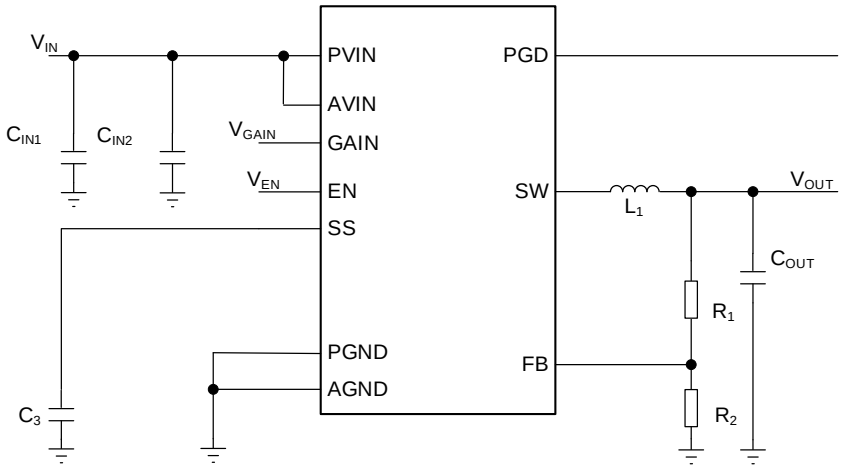


VQFN16FV3030
Wettable Flank Package

用途

- 車載機器
- その他電子機器

基本アプリケーション回路



QuiCur™、Nano Pulse Control™ はローム株式会社の商標または登録商標です。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

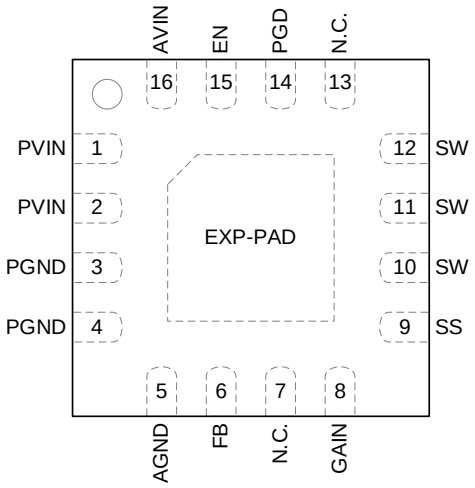
目 次

概要 1
特長 1
用途 1
重要特性 1
パッケージ 1
基本アプリケーション回路 1
端子配置図 3
端子説明 3
ブロック図 4
各ブロック動作説明 5
絶対最大定格 6
熱抵抗 6
推奨動作条件 6
電気的特性 7
特性データ(参考データ) 9
機能説明 15
1. イネーブル制御 15
2. Nano Pulse Control™ 15
3. パワーグッド機能 16
4. 出力ディスチャージ機能 16
5. QuiCur™ 16
6. エラーアンプゲイン切り替え機能 16
保護機能 17
1. 負荷短絡保護機能 (SCP) 17
2. 過電流保護機能 (OCP) 17
3. 低入力電圧誤動作防止 (UVLO) 18
4. サーマルシャットダウン機能 (TSD) 18
5. 過電圧保護回路 (OVP) 18
アプリケーション部品選定方法 19
1. 応用回路例 19
2. スイッチング周波数 19
3. 出力電圧設定 19
4. 入力コンデンサの設定について 20
5. 出力 LC フィルタ 定数 20
6. ソフトスタートコンデンサの設定 21
7. 入力電圧起動について 22
アプリケーション特性データ（参考データ） 23
PCB レイアウト設計について 30
熱損失について 32
入出力等価回路図 33
使用上の注意 34
発注形名情報 36
標印図 36
外形寸法図と包装・フォーミング仕様 37
改訂履歴 38

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

端子配置図

(TOP VIEW)

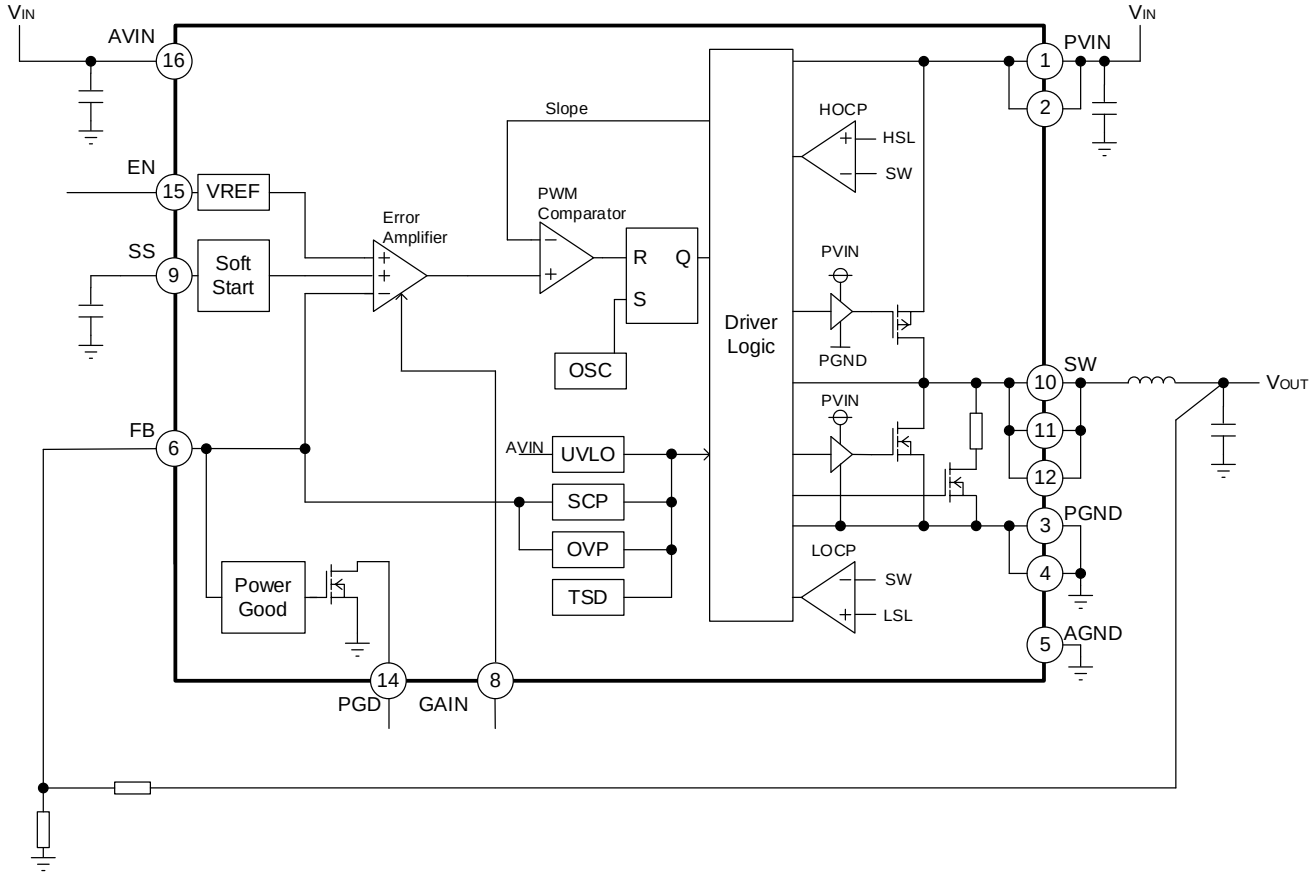


端子説明

端子番号	端子名	機　　能
1, 2	PVIN	スイッチングレギュレータ出力段への電源入力端子です。 推奨値として 10 µF のセラミック・コンデンサを接続してください。詳細については、アプリケーション部品選定方法 4. 入力コンデンサの設定についてを参照してください。
3, 4	PGND	スイッチングレギュレータ出力段のグラウンド端子です。
5	AGND	グラウンド端子です。
6	FB	出力電圧フィードバック端子です。設定電圧に合わせて出力電圧の分圧抵抗を接続してください。出力電圧設定方法はアプリケーション部品選定方法 3. 出力電圧設定を参照してください。
7	N.C.	この端子はチップに接続されていません。オープン状態でご使用ください。この端子をオープン以外で使用し隣接端子ショートを想定される場合は、実アプリケーションで問題ないか確認してください。
8	GAIN	デバイス内部エラーアンプゲイン切り替え端子です。この端子を High に設定すると高速負荷応答モードとなり、Low もしくはオープンに設定すると低出力容量モードとなります。詳細については、機能説明 6. エラーアンプゲイン切り替え機能を参照してください。
9	SS	ソフトスタート時間設定端子です。この端子にコンデンサを接続することによって出力電圧の立ち上がり時間を設定できます。容量値の設定方法はアプリケーション部品選定方法 6. ソフトスタートコンデンサの設定を参照してください。
10, 11, 12	SW	スイッチング端子です。High Side FET 及び Low Side FET のドレインに接続されています。
13	N.C.	この端子はチップに接続されていません。オープン状態でご使用ください。この端子をオープン以外で使用し隣接端子ショートを想定される場合は、実アプリケーションで問題ないか確認してください。
14	PGD	パワーグッド端子です。オープンドレイン出力のため抵抗で電源にプルアップして使用します。抵抗値の設定方法は機能説明 3. パワーグッド機能を参照してください。
15	EN	デバイスのイネーブル端子です。この端子を Low にするとデバイスがシャットダウンします。この端子を High にするとデバイスが起動します。
16	AVIN	内部回路の電源入力端子です。この端子は PVIN 端子とショートします。 推奨値として 4700 pF のセラミック・コンデンサを接続してください。
-	EXP-PAD	裏面放熱用パッドです。ビアを使用して内部の PCB グラウンドプレーンに接続することで優れた放熱特性が得られます。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

ブロック図



© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

各ブロック動作説明

1. VREF
   内部基準電圧回路です。

2. UVLO (Under Voltage Lock Out)
   低入力電圧誤動作防止回路です。V_{AVIN} が 2.45 V (Typ) 以下でデバイスをシャットダウンします。なお、スレッショルド電圧は 100 mV (Typ) のヒステリシスを持っています。

3. SCP (Short Circuit Protection)
   負荷短絡保護回路です。ソフトスタート完了判定後、FB 端子電圧が 0.42 V (Typ) 以下になり、その状態が 1 ms (Typ) 継続すると 14 ms (Typ) 間出力段の MOSFET を OFF し、その後再起動します。

4. OVP (Over Voltage Protection)
   出力過電圧保護回路です。FB 端子電圧が V_{FB} の+8 %以上になると出力段の MOSFET を OFF します。FB 端子電圧が V_{FB} の+6 %以下になると出力段の MOSFET が通常動作に戻ります。

5. TSD (Thermal Shutdown)
   温度保護回路です。温度保護回路は IC 内部温度 Tj が 175 °C (Typ) 以上になるとデバイスがシャットダウンし、IC 内部温度が TSD スレッショルドを下回ると、25 °C (Typ) のヒステリシスをもって再起動します。

6. HOCP (High Side Over Current Protection)
   High Side FET に流れる電流を検出し、スイッチング周波数の 1 サイクルごとに流れる電流を制限します。

7. LOCP (Low Side Over Current Protection)
   Low Side FET に流れる電流を検出し、スイッチング周波数の 1 サイクルごとに流れる電流を制限します。

8. Soft Start
   ソフトスタート回路です。緩やかに出力電圧を立ち上げることで、出力電圧のオーバーシュートを防ぐことができます。ソフトスタート時間は SS 端子にコンデンサを接続することで設定できます。（定数設定方法はアプリケーション部品選定方法 6. ソフトスタートコンデンサの設定を参照）また、SS 端子オープン時は内蔵ソフトスタート時間 t_{SS}（電気的特性）でソフトスタートします。

9. Error Amplifier
   基準電圧 0.6 V (Typ) と FB 端子電圧を入力とする誤差増幅器です。GAIN 端子の High/Low でゲイン設定を切り替えることができます。

10. PWM Comparator
    Error Amplifier の出力電圧と、Slope 信号を比較するコンパレータです。出力スイッチングパルスのデューティを制御します。

11. OSC (Oscillator)
    発振周波数を生成する回路です。

12. Driver Logic
    スイッチング動作と各種保護機能動作を制御する回路です。

13. Power Good
    FB 端子電圧が V_{FB}（0.6 V, Typ）の+6 % ～ -2 %以内の電圧に達すると、内蔵の Nch MOSFET が OFF し、PGD 出力が High になります。スレッショルド電圧には 2 %のヒステリシスがあるため、FB 端子電圧が V_{FB} の+8 % ～ -4 %以内の範囲を外れると PGD 出力が Low になります。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

絶対最大定格

項　目	記号	定　格	単位
入力電圧	V_{PVIN}, V_{AVIN}	-0.3 ～ +7.0	V
EN 端子電圧	V_{EN}	-0.3 ～ V_{AVIN}	V
GAIN 端子電圧	V_{GAIN}	-0.3 ～ V_{AVIN}	V
PGD 端子電圧	V_{PGD}	-0.3 ～ +7.0	V
FB, SS 端子電圧	V_{FB}, V_{SS}	-0.3 ～ V_{AVIN}	V
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)*	
VQFN16FV3030				
ジャンクション－周囲温度間熱抵抗	θ_{JA}	189.0	57.5	°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}	23.0	10.0	°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 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	74.2 mm□（正方形）	35 µm	74.2 mm□（正方形）	70 µm

(Note 5) 貫通ビア。1,2,4 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	最大	単位
入力電圧	V_{PVIN}, V_{AVIN}	2.7	5.5	V
動作温度	Ta	-40	+125	°C
出力電流	I_{OUT}	-	4	A
出力電圧設定	V_{OUT}	0.6 *(Note 1)*	V_{PVIN} x 0.75	V
SW 最小 ON 時間	t_{ONMIN}	-	50	ns

(Note 1) 出力電圧は 0.6 V 以上で設定可能ですが SW 最小パルス幅によって制限される場合があります。設定可能範囲については
アプリケーション部品選定方法の出力電圧設定をご覧ください。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

電気的特性 (特に指定のない限り Ta = Tj = -40 °C ～ +125 °C, V_{AVIN} = V_{PVIN} = 5.0 V, V_{EN} = 5.0 V, 標準値は Tj = +25 °C)

項　目	記号	最小	標準	最大	単位	条　件
AVIN						
シャットダウン時回路電流	I_{SDN}	-	0	10	μA	V_{EN} = 0 V, Tj = 25 °C
回路電流	I_{CC}	0.90	1.80	2.70	mA	V_{GAIN} = 0 V, I_{OUT} = 0 mA, Tj = 25 °C スイッチング停止時
UVLO 検出電圧	V_{UVLO1}	2.30	2.45	2.60	V	V_{AVIN} 下降時
UVLO 解除電圧	V_{UVLO2}	2.40	2.55	2.70	V	V_{AVIN} 上昇時
UVLO ヒステリシス電圧	$V_{UVLO-HYS}$	50	100	125	mV	
イネーブル						
EN 入力電圧 High	V_{ENH}	1.0	-	V_{AVN}	V	
EN 入力電圧 Low	V_{ENL}	GND	-	0.4	V	
EN 流入電流	I_{EN}	2	4	6	μA	V_{EN} = 5 V, Tj = 25 °C
ゲイン						
GAIN 入力電圧 High	V_{GAINH}	V_{AVN} - 1.0	-	V_{AVN}	V	
GAIN 入力電圧 Low	V_{GAINL}	GND	-	0.8	V	
GAIN 流入電流	I_{GAIN}	6	11	16	μA	V_{GAIN} = 5 V, Tj = 25 °C
基準電圧						
FB 端子電圧	V_{FB}	0.594	0.600	0.606	V	
FB 流入電流	I_{FB}	-	0	0.1	μA	V_{FB} = 0.6 V
ソフトスタート						
EN 待機時間	t_{WAIT}	100	230	400	μs	
ソフトスタート時間	t_{SS}	0.75	1.00	1.25	ms	SS 端子オープン時
SS 充電電流	I_{SS}	-1.4	-1.0	-0.6	μA	
スイッチング周波数						
スイッチング周波数	f_{SW}	2.0	2.2	2.4	MHz	
パワーグッド						
PGD Falling (Fault) 電圧	V_{PGDTH_FF}	V_{FB} x 0.94	V_{FB} x 0.96	V_{FB} x 0.97	V	V_{FB} 下降時
PGD Rising (Good) 電圧	V_{PGDTH_RG}	V_{FB} x 0.96	V_{FB} x 0.98	V_{FB} x 0.99	V	V_{FB} 上昇時
PGD Rising (Fault) 電圧	V_{PGDTH_RF}	V_{FB} x 1.06	V_{FB} x 1.08	V_{FB} x 1.09	V	V_{FB} 上昇時
PGD Falling (Good) 電圧	V_{PGDTH_FG}	V_{FB} x 1.04	V_{FB} x 1.06	V_{FB} x 1.07	V	V_{FB} 下降時
PGD Falling (Fault) 検出遅延時間	$t_{PGDELFF}$	60	105	150	μs	
PGD Rising (Fault) 検出遅延時間	$t_{PGDELRF}$	60	105	150	μs	
PGD 出力リーク電流	$I_{LEAKPGD}$	-	0	1	μA	V_{PGD} = 5 V, Tj = 25 °C
PGD FET ON 抵抗	R_{PGD}	20	50	80	Ω	
PGD 出力 Low Level 電圧	V_{PGDL}	0.02	0.05	0.12	V	I_{PGD} = 1 mA
スイッチ MOSFET						
High Side FET ON 抵抗	R_{ONH}	30	60	100	mΩ	V_{PVIN} = 5 V
		35	70	110	mΩ	V_{PVIN} = 3.3 V
Low Side FET ON 抵抗	R_{ONL}	20	35	60	mΩ	V_{PVIN} = 5 V
		23	38	63	mΩ	V_{PVIN} = 3.3 V
High Side FET リーク電流	$I_{LEAKSWH}$	-	0	5	μA	V_{PVIN} = 5.5 V, V_{SW} = 0 V, Tj = 25 °C
Low Side FET リーク電流	$I_{LEAKSWL}$	-	0	5	μA	V_{PVIN} = 5.5 V, V_{SW} = 5.5 V, Tj = 25 °C
High Side FET 電流制限 *(Note 1)*	I_{OCPH}	4.6	6.4	8.2	A	
Low Side FET 電流制限 *(Note 1)*	I_{OCPL}	4.0	5.4	7.0	A	
SW 放電抵抗	R_{DIS}	30	60	100	Ω	V_{EN} = 0 V, Vsw = 3.3 V

(Note 1) これは設計値です。量産出荷検査は行っておりません。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

電気的特性 － 続き

(特に指定のない限り Ta = Tj = -40 °C ～ +125 °C, V_{AVIN} = V_{PVIN} = 5.0 V, V_{EN} = 5.0 V, 標準値は Tj = +25 °C)

項 目	記号	最小	標準	最大	単位	条 件
SCP, OVP						
負荷短絡保護検出電圧	V_{SCP}	0.34	0.42	0.50	V	V_{FB} 下降時
出力過電圧保護検出電圧	V_{OVP}	V_{FB} x 1.06	V_{FB} x 1.08	V_{FB} x 1.09	V	V_{FB} 上昇時

© 2020 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 $V_{IN} = V_{EN}$

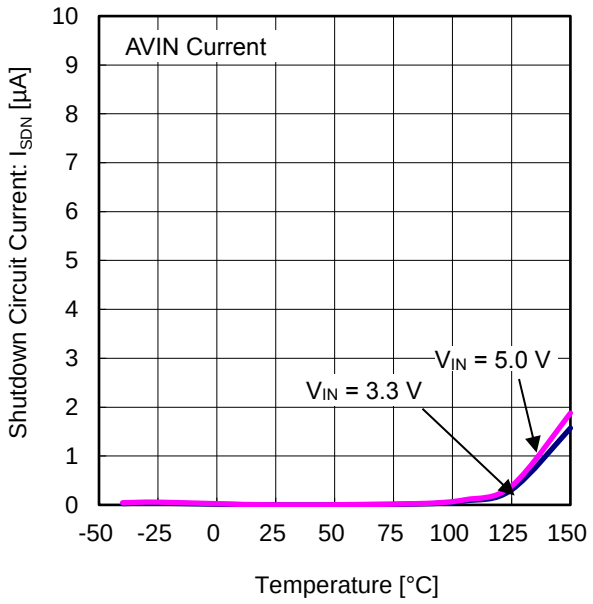


Figure 1. シャットダウン時回路電流 vs 温度

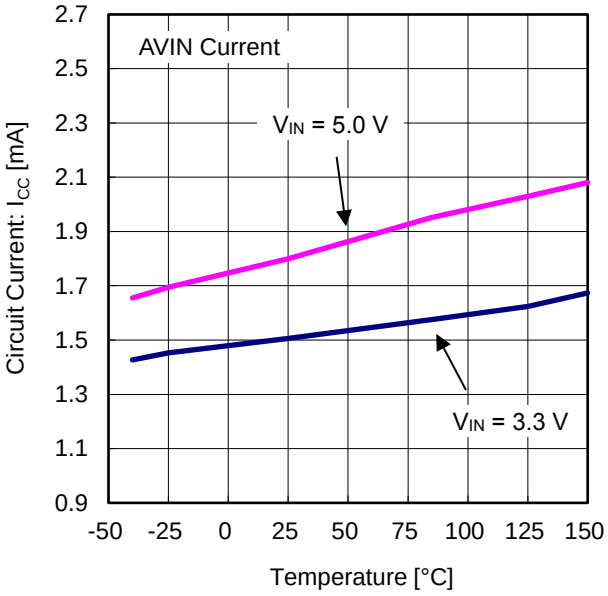


Figure 2. 回路電流 vs 温度

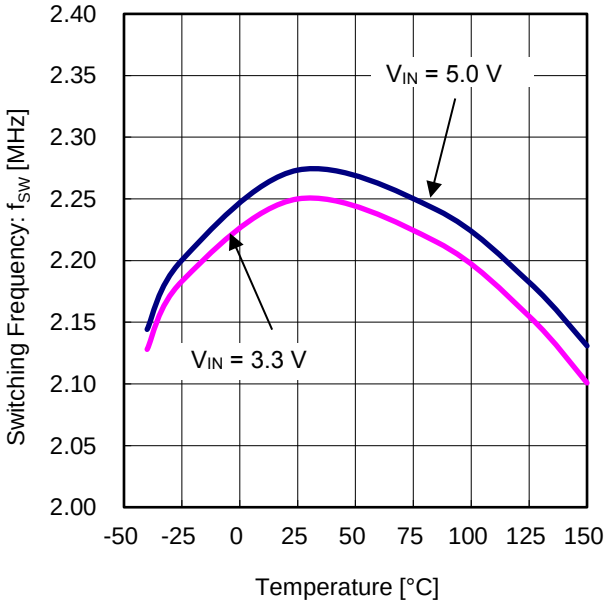


Figure 3. スイッチング周波数 vs 温度

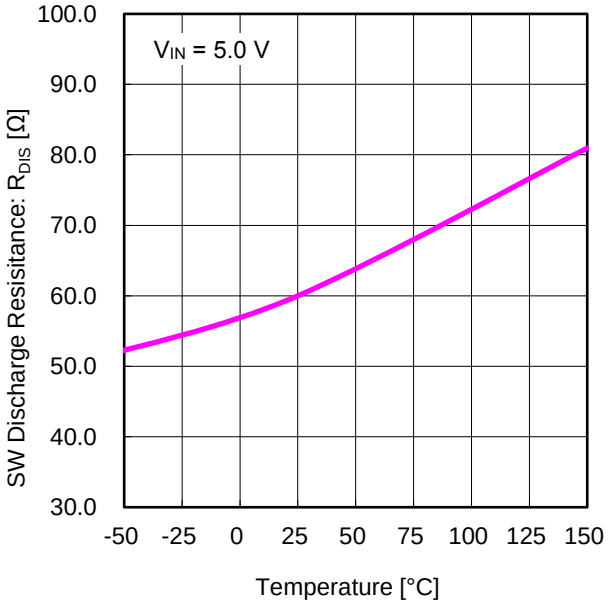


Figure 4. SW 放電抵抗 vs 温度

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ（参考データ） ー 続き

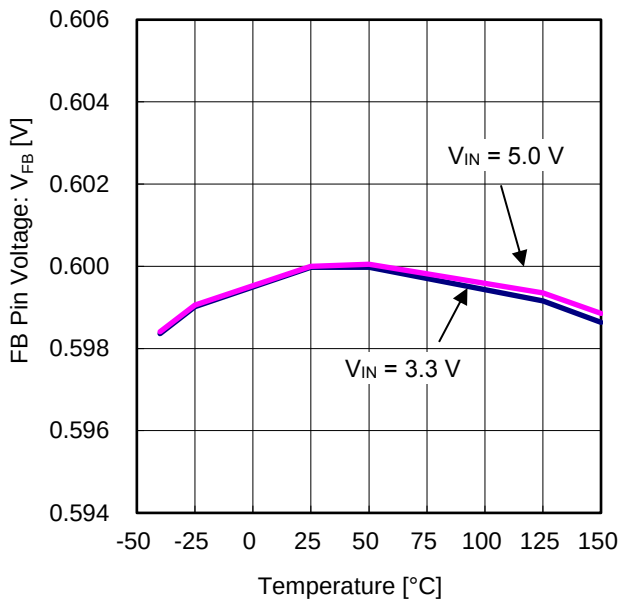


Figure 5. FB 端子電圧 vs 温度

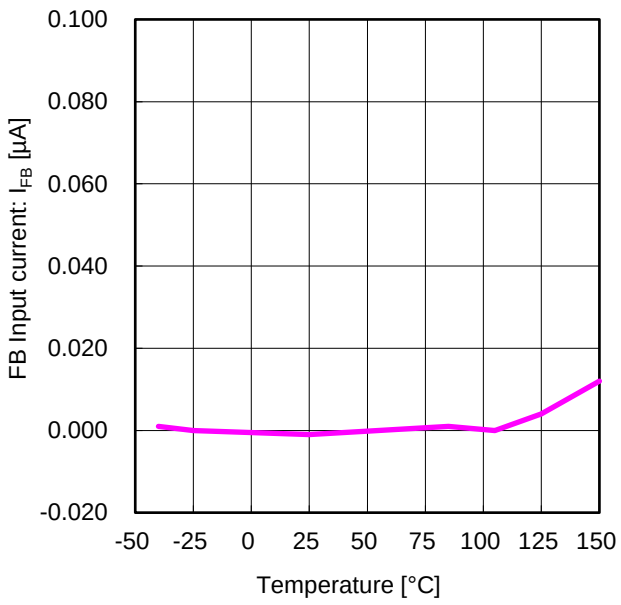


Figure 6. FB 流入電流 vs 温度

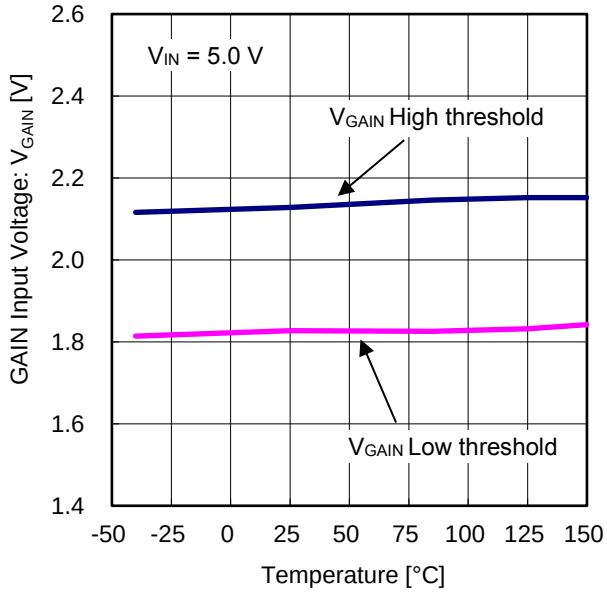


Figure 7. GAIN 入力電圧 vs 温度

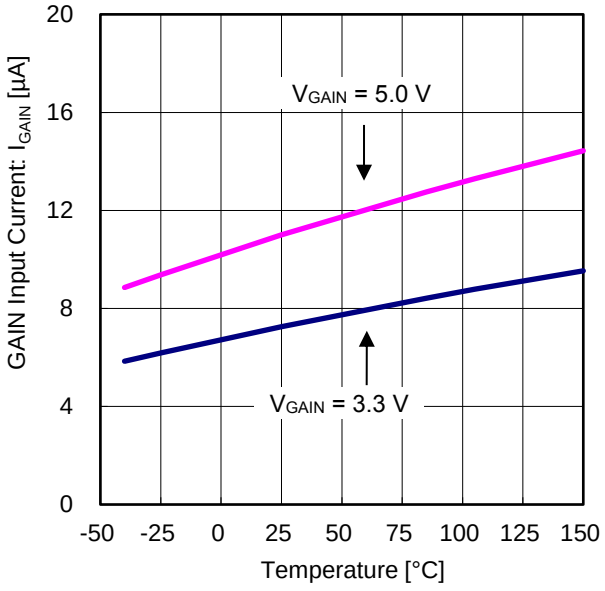


Figure 8. GAIN 流入電流 vs 温度

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ（参考データ） ー 続き

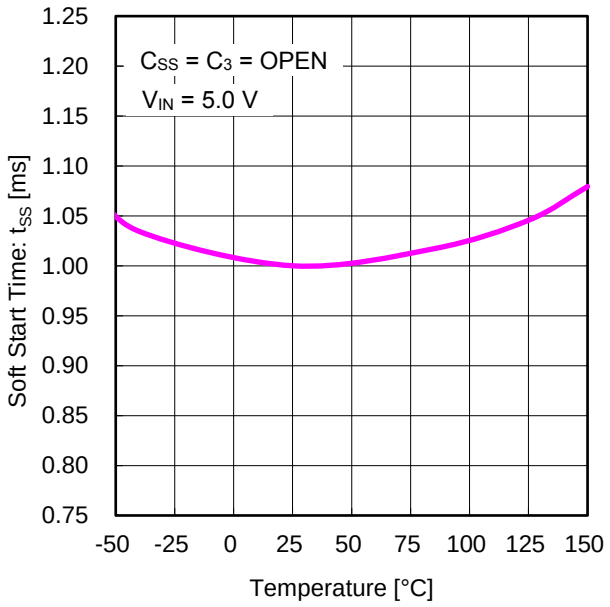


Figure 9. ソフトスタート時間 vs 温度

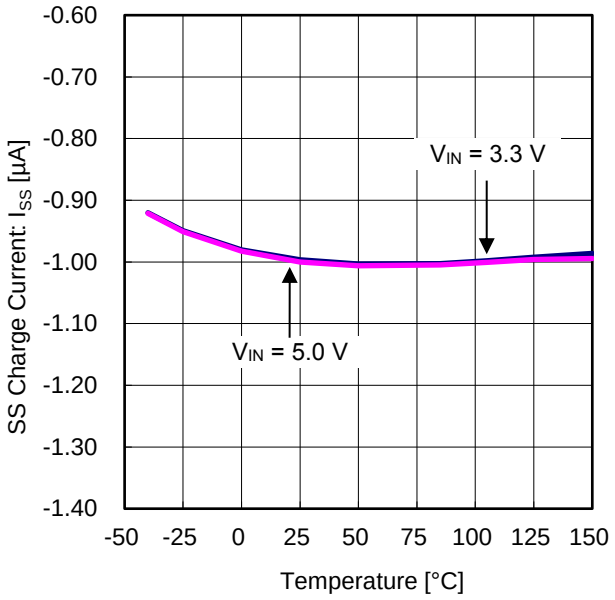


Figure 10. SS 充電電流 vs 温度

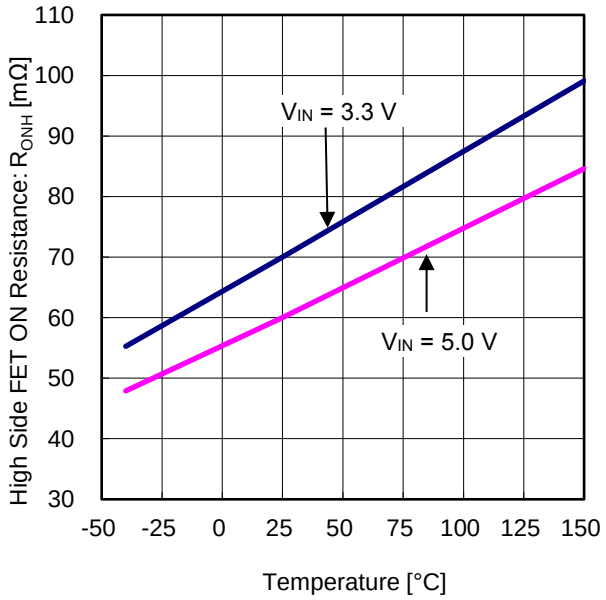


Figure 11. High Side FET ON 抵抗 vs 温度

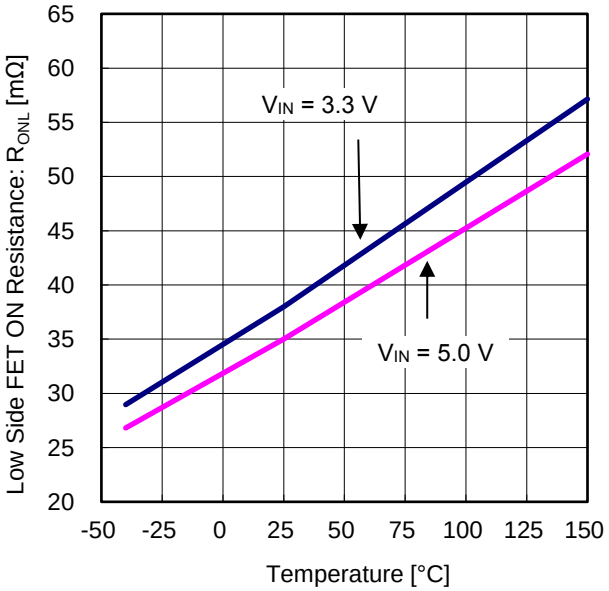


Figure 12. Low Side FET ON 抵抗 vs 温度

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ（参考データ） ー 続き

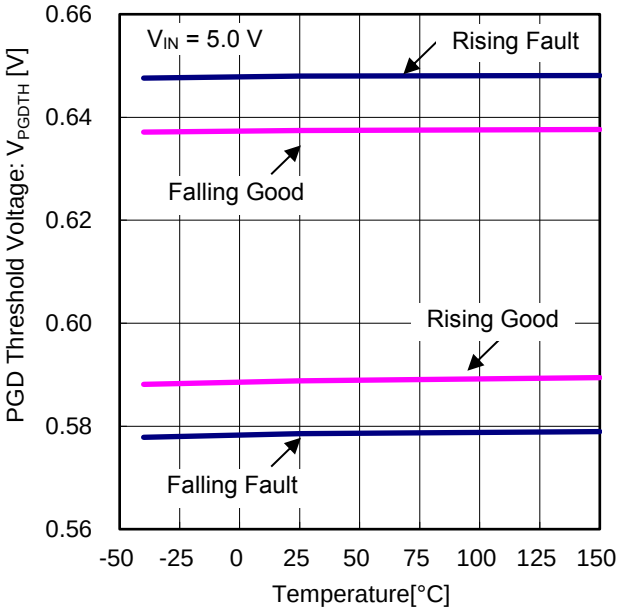


Figure 13. PGD スレッショルド電圧 vs 温度

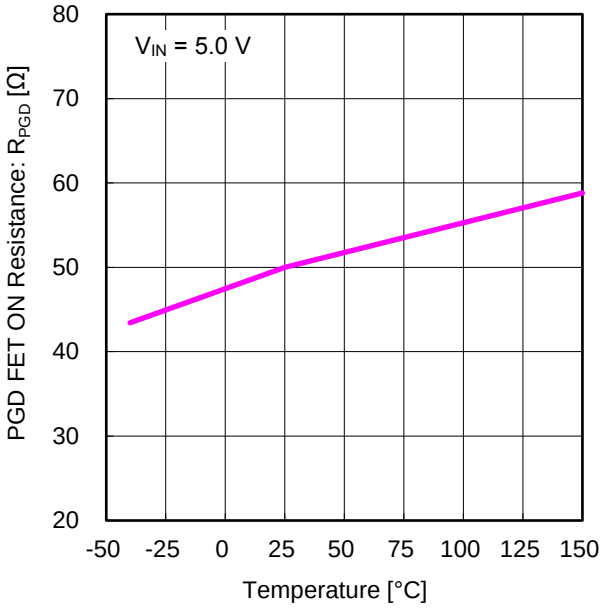


Figure 14. PGD FET ON 抵抗 vs 温度

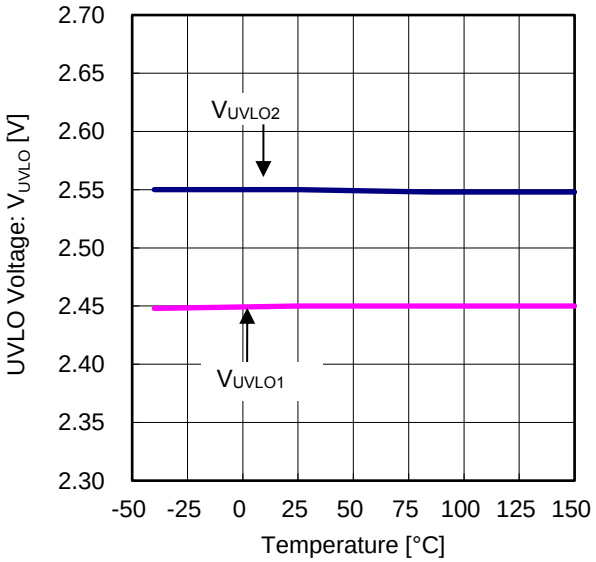


Figure 15. UVLO 電圧 vs 温度

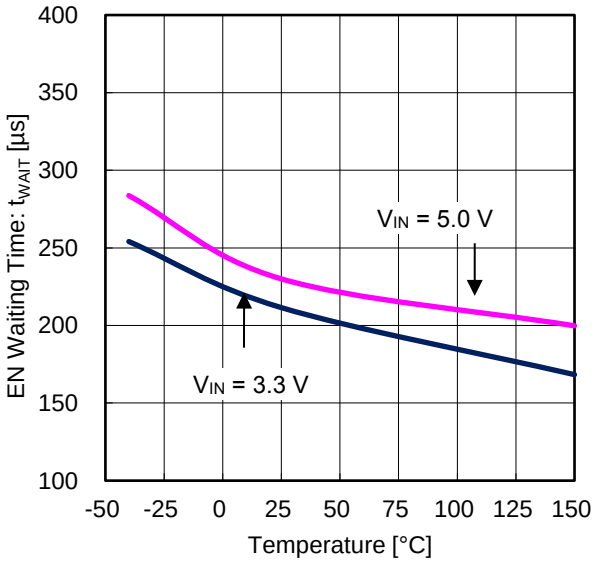


Figure 16. EN 待機時間 vs 温度

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ（参考データ） ー 続き

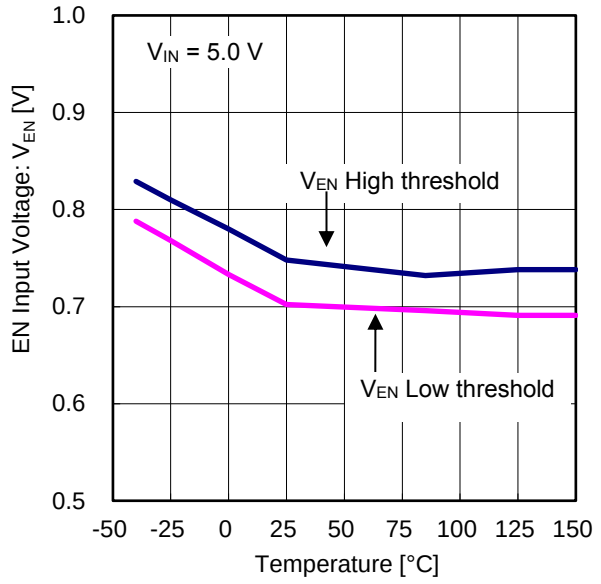


Figure 17. EN 入力電圧 vs 温度

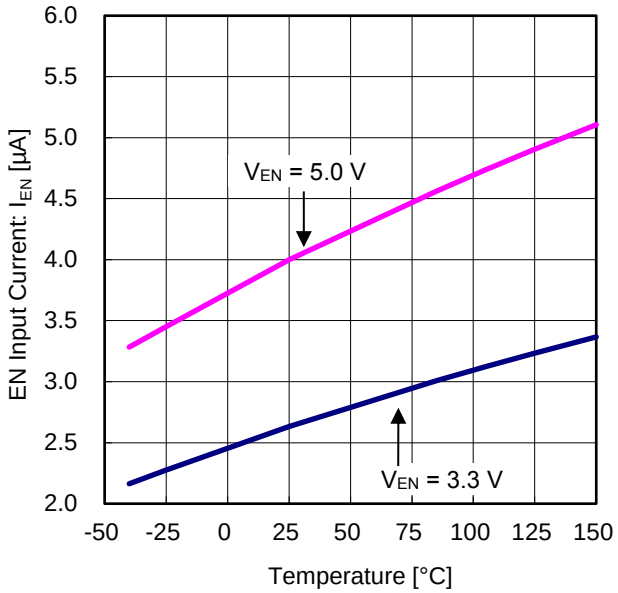


Figure 18. EN 流入電流 vs 温度

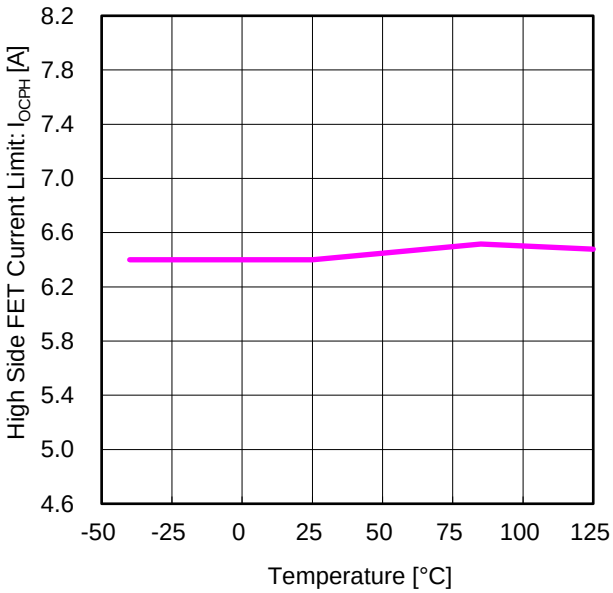


Figure 19. High Side FET 電流制限 vs 温度

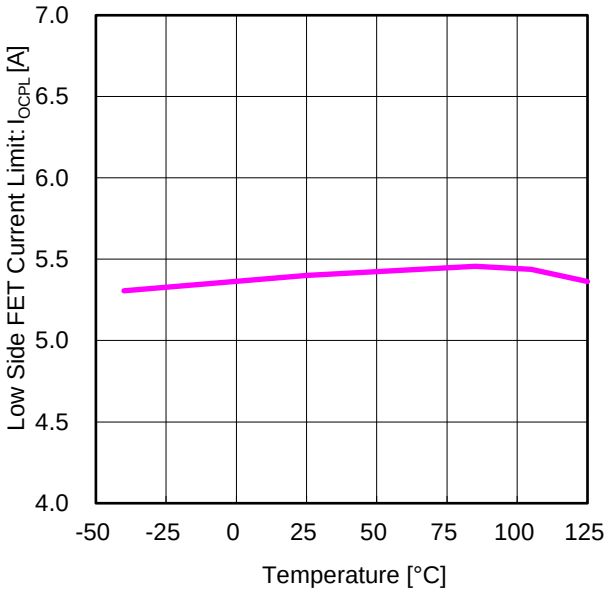


Figure 20. Low Side FET 電流制限 vs 温度

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

特性データ（参考データ） ー 続き

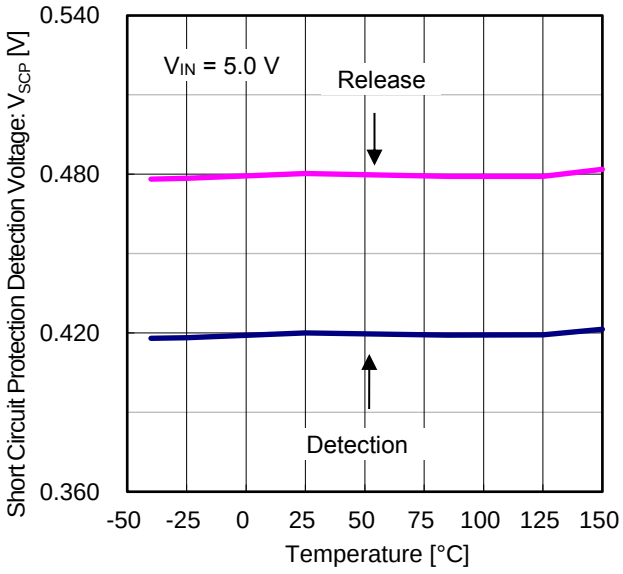


Figure 21. 負荷短絡保護検出電圧 vs 温度

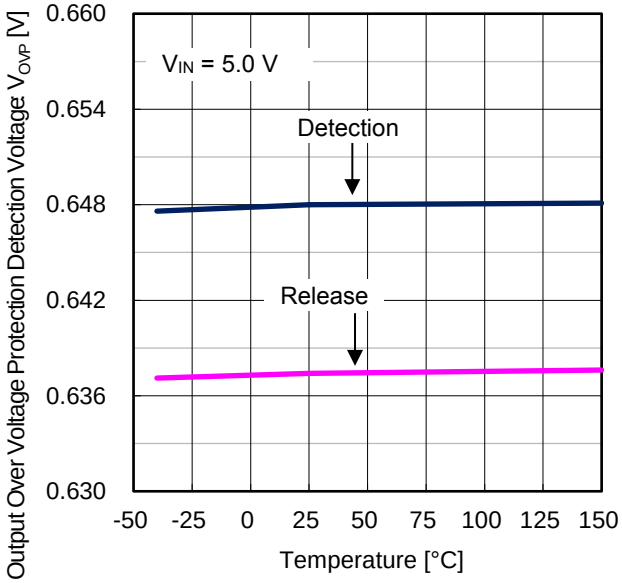


Figure 22. 出力過電圧保護検出電圧 vs 温度

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

機能説明

1. イネーブル制御

EN 端子によって、デバイスのシャットダウンをコントロールできます。EN 電圧 V_{EN} を V_{ENH}（1.0 V）以上にすると内部回路が動作し、ソフトスタートを伴ってデバイスが起動します。EN 端子が High になってから V_{OUT} 起動までの遅延時間 t_{WAIT}（230 µs, Typ）が実装されています。SS 端子オープン時は内蔵ソフトスタート時間 t_{SS}（1.0 ms, Typ）でソフトスタートします。V_{EN} を V_{ENL}（0.4 V）以下にするとデバイスがシャットダウンします。シャットダウン時、SW 端子は抵抗値 R_{DIS}（60 Ω, Typ）でプルダウンされ、出力電圧をディスチャージします。

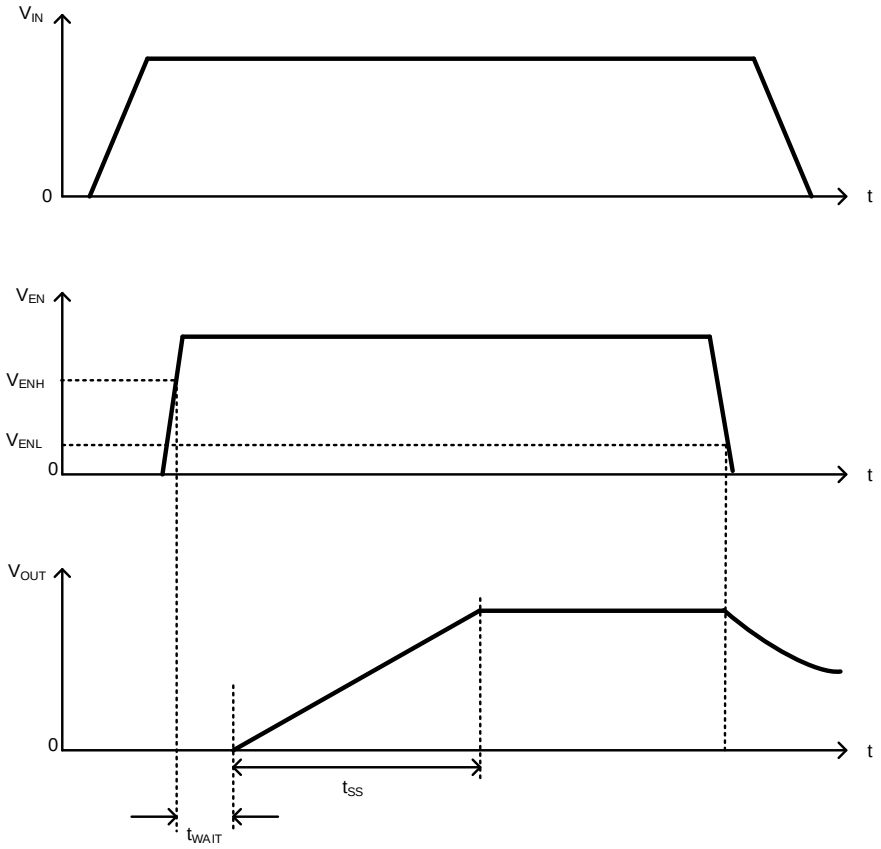


Figure 23. イネーブル ON/OFF タイミングチャート

2. Nano Pulse Control™

Nano Pulse Control™ とは、ローム株式会社独自方式により従来困難であった 50 ns 未満（標準条件時）の細い SW ON 時間においても、安定した制御を可能にする技術です。細い SW ON パルスにより高い入力電圧から低い出力電圧に直接電力変換することができます。2.2 MHz で電源電圧 V_{IN} = 5 V から出力電圧 V_{OUT} = 0.8 V 以下の低い電圧を直接出力することが可能になります。

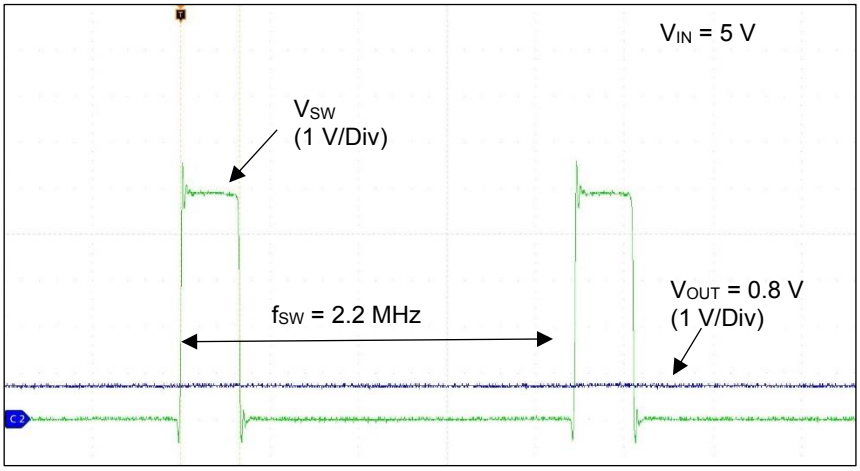


Figure 24. スイッチング波形（V_{IN} = 5.0 V, V_{OUT} = 0.8 V, I_{OUT} = 1.0 A, f_{SW} = 2.2 MHz）

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

機能説明　ー　続き

3. パワーグッド機能

FB 端子電圧が 0.6 V (Typ) -2 %内の電圧になると、PGD 端子のオープンドレイン出力 MOSFET が OFF し、PGD 端子出力がプルアップ抵抗により High になります。また、FB 端子電圧が 0.6 V (Typ) -4 %の電圧から外れ、その状態が $t_{PGDELFF}$ (105 µs, Typ) 時間継続しますと PGD 端子オープンドレイン MOSFET が ON し、PGD 端子が 60 Ω (Typ) のインピーダンスでプルダウンされます。FB 端子電圧が 0.6 V (Typ) -4 %の電圧から外れ、-2 %内の電圧に復帰するまでの時間が $t_{PGDELFF}$ より短い場合、PGD 状態は High が維持されます。

パワーグッド機能は出力過電圧を検出した場合にも動作します。FB 端子電圧が 0.6 V (Typ) +8 %の電圧から外れ、その状態が $t_{PGDELRF}$ (105 µs, Typ) 時間継続すると PGD 端子のオープンドレイン出力 MOSFET が ON し、PGD 端子が 60 Ω (Typ) のインピーダンスでプルダウンされます。FB 端子電圧が 0.6 V (Typ) +6 %内の電圧になりますと、PGD 端子のオープンドレイン出力 MOSFET が OFF し、出力が High になります。PGD 端子は 2 kΩ から 100 kΩ 以下の抵抗で電源にプルアップすることを推奨します。

パワーグッド機能を使用しない場合は PGD 端子を OPEN または GND に接続してください。

シャットダウン中は、V_{AVIN} が 1.2 V 以上であれば PGD 端子がプルダウンされます。

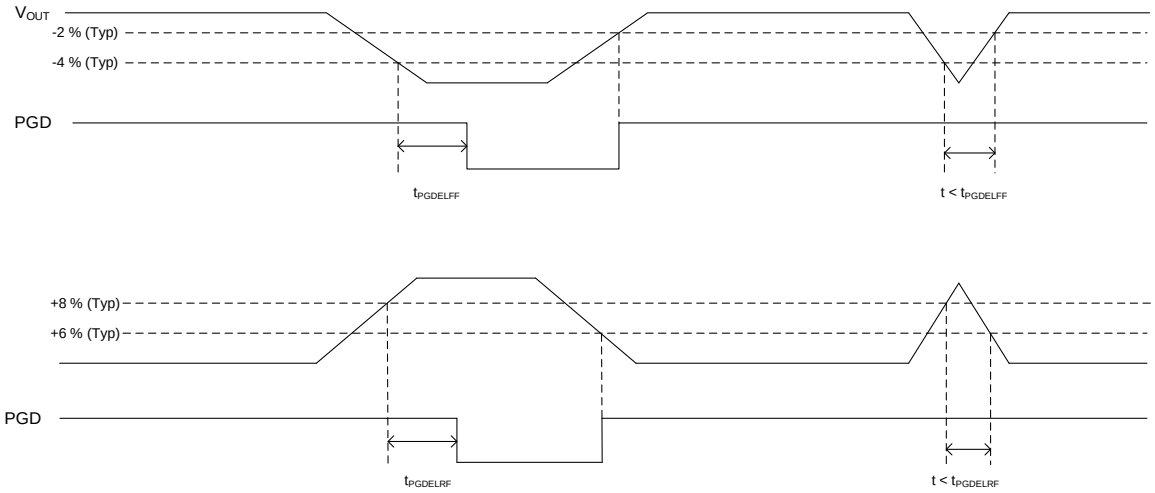


Figure 25. Power Good タイミングチャート

4. 出力ディスチャージ機能

以下の条件を 1 つでも満たすと、SW 端子は 50 Ω (Typ) の抵抗で出力をディスチャージします。

・V_{EN} が 0.4 V 以下
・V_{IN} が 2.45 V (Typ) 以下 (UVLO)
・V_{FB} が 0.42 V (Typ) 以下になり、その状態が 1 ms (Typ) 継続 (SCP)
・V_{FB} が 0.6 V (Typ) +8 % 以上 (OVP)
・Tj が 175 °C (Typ) 以上 (TSD)

また、上記の条件がすべて解除されると出力のディスチャージを停止します。

5. QuiCur™

QuiCur™ とは、ローム株式会社独自方式により電源 IC の応答性能を極限まで追求可能にする制御技術です。

この技術により負荷電流の過渡的な変動に対する出力電圧の変動量を小さくすることができます。また、電源 IC に必要な出力コンデンサ容量を低減し、部品点数や基板実装面積を削減することができます。

6. エラーアンプゲイン切り替え機能

GAIN 端子の接続先によって、デバイス内のエラーアンプのゲインを切り替えることができます。GAIN 端子を AVIN 端子に接続すると、エラーアンプのゲインを高く設定する高速負荷応答モードとなり、負荷変動時の出力電圧変動を抑えることができます。この時、出力コンデンサ C_{OUT} は 44 µF (Typ) 以上を接続してください。

AGND 端子に接続またはオープンにするとエラーアンプのゲインを低く設定し、C_{OUT} が 22 µF (Typ) でも安定して動作する低出力容量モードとなります。ただし、高速負荷応答モード時に比べ負荷変動時の出力電圧変動は大きくなります。なお、動作途中で GAIN 端子の接続は切り替えないでください。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

保護機能

1. 負荷短絡保護機能 (SCP)

負荷短絡保護機能は、FB 端子電圧を内部基準電圧 V_{REF} と比較し、FB 端子電圧が 0.42 V (Typ) 以下になり、その状態が 1 ms (Typ) 継続すると 14 ms (Typ) 間動作を停止しその後再起動します。ただし、この保護回路は突発的な事故による破壊防止に有効的なもので、連続的な保護回路動作（例えば出力電流能力を大きく上回る負荷が常時接続される場合など）でのご使用は避けてください。

EN 端子	FB 端子	短絡保護機能	短絡保護動作
1.0 V 以上	≤ 0.42 V (Typ)	有効	ON
	≥ 0.48 V (Typ)		OFF
0.4 V 以下	-	無効	OFF

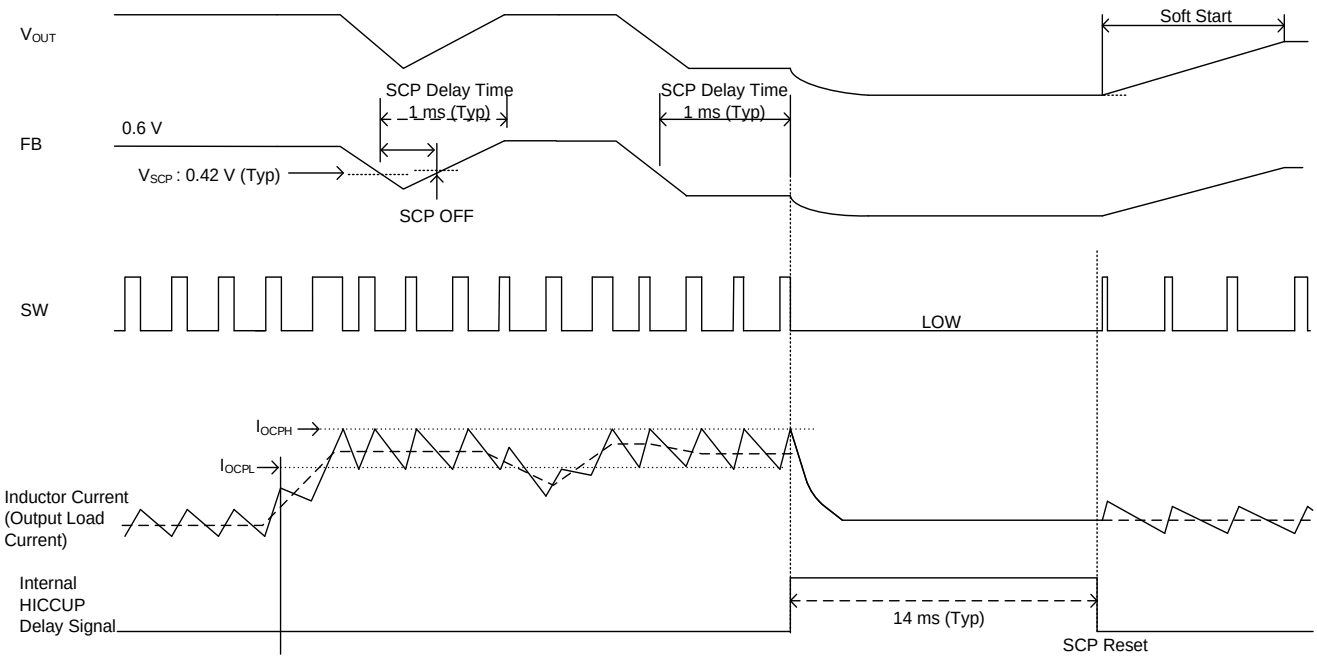


Figure 26. 負荷短絡保護機能 (SCP) タイミングチャート

2. 過電流保護機能 (OCP)

過電流保護機能によって High Side FET、Low Side FET に流れる電流を制限します。High Side FET に流れる電流が I_{OCPH} に到達すると High Side FET を OFF し、ピーク電流制限がかかります。次に Low Side FET が ON すると Low Side FET に流れる電流を監視し I_{OCPL} より大きい場合、Low Side FET の電流制限によりターンオン動作はスキップされます。Low Side FET ON 状態が継続するとインダクタ電流は低下し I_{OCPL} 以下となると、電流制限が解除され、デバイス内部の次のセット信号で SW ON となります。この一連の動作によって過電流保護を実現しています。ただし、この保護回路は突発的な事故による破壊防止に有効的なもので、連続的な保護回路動作（例えば出力電流能力を大きく上回る負荷が常時接続される場合など）でのご使用は避けてください。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

保護機能 ー 続き

3. 低入力電圧誤動作防止 (UVLO)

AVIN 端子電圧が 2.45 V (Typ) 以下でデバイスをシャットダウンします。
なお、スレッショルド電圧は 100 mV (Typ) のヒステリシスを持っています。

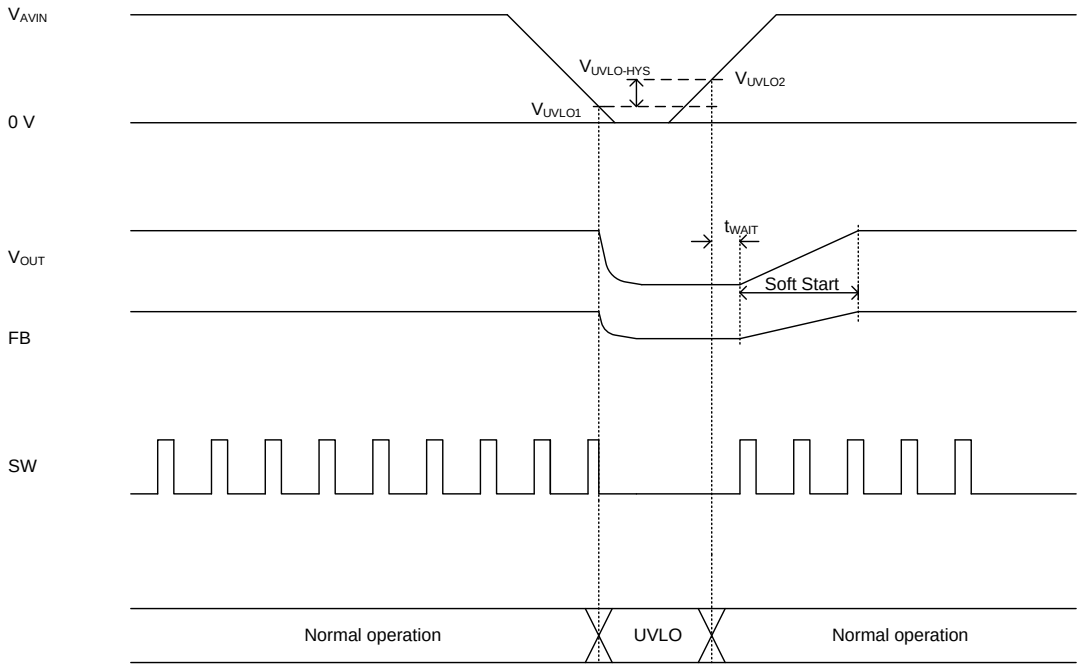


Figure 27. UVLO タイミングチャート

4. サーマルシャットダウン機能 (TSD)

IC を熱破壊から防ぐための温度保護回路です。通常は最高接合部温度内で使用しますが、万が一最高接合部温度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段の MOSFET 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. 過電圧保護回路 (OVP)

急峻な負荷変動や出力障害状態からの復帰時に出力オーバーシュートを最小限に抑えるための過電圧保護回路です。FB 端子電圧が出力過電圧保護検出電圧 V_{FB} +8 %以上になると、出力段の MOSFET を OFF し、出力電圧の上昇を抑えます。検知後、出力が低下して過電圧状態が解除されるとスイッチング動作を再開します。出力過電圧保護検出電圧と解除電圧には 2 %のヒステリシスがあります。

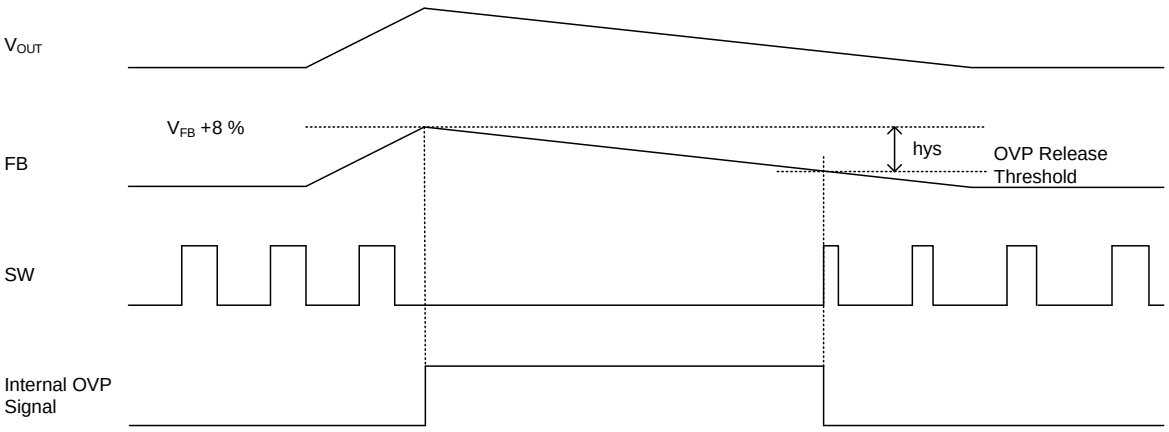


Figure 28. OVP タイミングチャート

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション部品選定方法

電源を設計するにあたり必要なパラメータは下記になります。

Table 1. アプリケーション仕様

項目	記号	仕様例
入力電圧	V_{IN}	5.0 V
出力電圧	V_{OUT}	1.2 V
スイッチング周波数	f_{SW}	2.2 MHz (Typ)
出力コンデンサ	C_{OUT}	44 µF
ソフトスタート設定時間	t_{SS_EXT}	6.0 ms (Typ)
最大出力電流	I_{OUTMAX}	4 A

1. 応用回路例

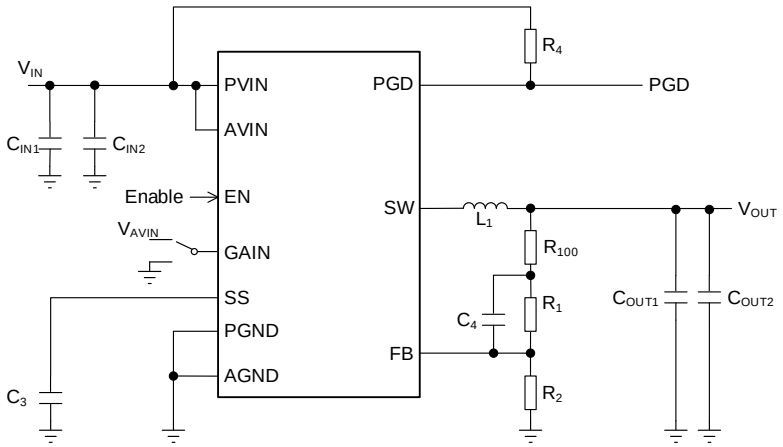


Figure 29. アプリケーション回路

2. スイッチング周波数

スイッチング周波数は f_{SW} = 2.2 MHz (Typ) に IC 内部で固定されています。

3. 出力電圧設定

フィードバック抵抗比によって出力電圧値を設定できます。各出力電圧設定時における抵抗値は Table 2 に示す値の使用をお勧めします。

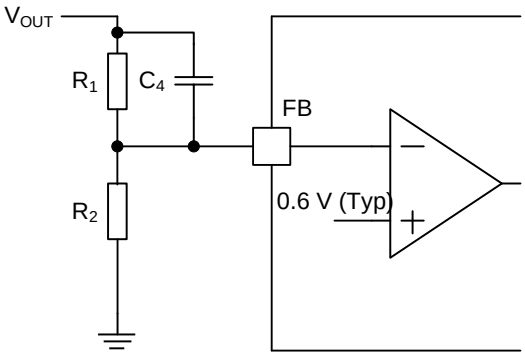


Figure 30. フィードバック抵抗回路

$$V_{OUT} = \frac{R_1+R_2}{R_2} \times 0.6 \ \text{[V]}$$

※ BD9S402MUF-C が全負荷領域で安定して出力可能な SW 最小 ON 時間が 50 ns となっています。
以下の式を満たす入出力条件にてご使用ください。

$$50 \ \text{[ns]} \leq \frac{V_{OUT}}{V_{IN} \times f_{SW}}$$

Table 2. Configuration Resistors and Capacitor

出力電圧 V_{OUT}	R_1	R_2	C_4
0.8 V	13 kΩ	39 kΩ	47 pF
0.9 V	15 kΩ	30 kΩ	47 pF
1.0 V	22 kΩ	33 kΩ	47 pF
1.2 V	47 kΩ	47 kΩ	47 pF
1.5 V	15 kΩ	10 kΩ	47 pF
1.8 V	30 kΩ	15 kΩ	33 pF
3.3 V	68 kΩ	15 kΩ	33 pF

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション部品選定方法　－　続き

4. 入力コンデンサの設定について

入力コンデンサには、大容量のC_{IN1}と小容量のC_{IN2}の2種類が必要です。これらにはセラミック・コンデンサをご利用ください。C_{IN1}はリップルノイズの低減に、C_{IN2}はスイッチングノイズの低減に効果があります。これらのセラミック・コンデンサはPVIN端子とAVIN端子の極力近くに配置することで効果を発揮します。C_{IN1}の容量値は4.7 µF以上で定格電圧は通常時入力電圧の2倍以上のものをご使用ください。容量値はばらつき、温度特性、DCバイアス特性、経時変化等を含めて最小を下回らないように設定する必要があります。そのため、アプリケーション特性データ（参考データ）にあります部品相当のものをご使用ください。C_{IN2}の容量値は公称の4700 pFを推奨します。また基板パターンやコンデンサの位置によってはICが誤動作する可能性がありますので、PCBレイアウト設計についてをご参照のうえ、設計をお願いします。

5. 出力 LC フィルタ 定数

DC/DC コンバータのインダクタは、負荷に連続的な電流を供給し、出力電圧を平滑するフィルタとして機能します。インダクタンスが大きな値を選択すると、インダクタリップル電流 ΔI_L が小さくなり、出力リップル電圧 ΔV_{P-P} が小さくなりますが、インダクタのサイズ・コストとトレードオフになります。インダクタンス値は公称の 0.33 µH から 0.68 µH で選定してください。

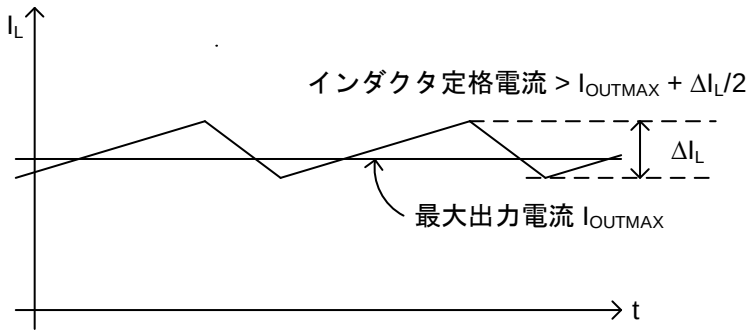


Figure 31. インダクタに流れる電流波形

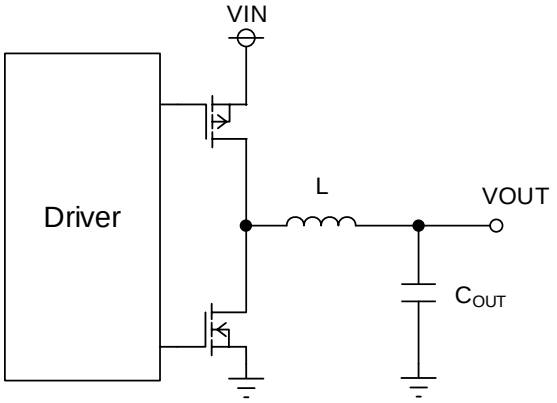


Figure 32. 出力 LC フィルタ回路

ここで V_{IN} = 5.0 V、V_{OUT} = 1.2 V、L_1 = 0.47 µH、スイッチング周波数 f_{SW} = 2.2 MHz で計算するとインダクタリップル電流 ΔI_L は次式になります。

$$\Delta I_L = V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT}) \times \frac{1}{V_{IN} \times f_{SW} \times L_1} = 882 \ \text{[mA]}$$

また、使用するインダクタの定格電流は、最大出力電流にインダクタリップル電流 ΔI_L の 1/2 を足し合わせた電流よりも大きいものを選択してください。

Table 3. List of Inductors

メーカー	インダクタシリーズ	インダクタンス [µH]	DCR [mΩ]	I_{TEMP} [A]	W x L x H [mm]
TDK	SPM5030VT	0.33	4.2	14.2	5.1 x 5.3 x 3.0
TDK	SPM5030VT	0.47	5.4	12.9	5.1 x 5.3 x 3.0
TDK	SPM5030VT	0.68	7.4	10.7	5.1 x 5.3 x 3.0
TDK	TFM252012ALMA	0.33	13.0	7.8	2.5 x 2.0 x 1.2
TDK	TFM252012ALMA	0.47	19.0	6.5	2.5 x 2.0 x 1.2
Panasonic	ETQP3M	0.47	5.8	11.6	5.5 x 5.0 x 3.0
Panasonic	ETQP3M	0.68	7.6	10.2	5.5 x 5.0 x 3.0
Coilcraft	XGL4020	0.47	4.2	19.7	4.0 x 4.0 x 2.1

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

5. 出力 LC フィルタ 定数 ー 続き

出力コンデンサ C_{OUT} は、出力リップル電圧特性に影響を与えます。必要とされるリップル電圧特性を満たせるように出力コンデンサ C_{OUT} を選定してください。
出力リップル電圧は次式で表されます。

$$\Delta V_{RPL} = \Delta I_L \times \left(R_{ESR} + \frac{1}{8 \times C_{OUT} \times f_{SW}}\right) \text{ [V]}$$

R_{ESR} ：出力コンデンサの等価直列抵抗

ここで C_{OUT} = 44 µF、R_{ESR} = 10 mΩ とすると、出力リップル電圧 ΔV_{RPL} は

$$\Delta V_{RPL} = 0.882 \times \left(10 \times 10^{-3} + \frac{1}{8 \times 44 \times 2.2}\right) = 9.96 \text{ [mV]}$$

と計算されます。

次に、GAIN 端子の設定によって、出力コンデンサ C_{OUT} に必要な容量値が異なります。GAIN 端子を High に設定する場合、C_{OUT} は 44 µF (Typ) 以上を推奨します。GAIN 端子を Low もしくはオープンに設定すると低出力容量モードとなり C_{OUT} は 22 µF (Typ) 以上で動作可能です。ばらつき、温度特性、DC バイアス特性、経時変化等を考慮し、アプリケーション特性データ（参考データ）にあります部品相当のものをご使用ください。

また、V_{OUT} に接続されるすべてのコンデンサの合計値が多い場合、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。この場合は次式を満たすようソフトスタート時間を設定してください。ソフトスタート時間設定方法は 6. ソフトスタートコンデンサの設定を参照してください。

$$t_{SS_EXT} > \frac{V_{OUT} \times C_{OUT(TOTAL)}}{(I_{OCPH(MIN)} - I_{SWSTART(MAX)})} \text{ [s]}$$

t_{SS_EXT}	：ソフトスタート設定時間 [s]
$C_{OUT(TOTAL)}$	：V_{OUT} に接続されるすべてのコンデンサの合計値 [F]
$I_{SWSTART(MAX)}$	：起動時に想定される出力負荷電流の最大値 [A]
$I_{OCPH(MIN)}$	：過電流保護 SW 電流の最小値 4.6 A（Min）
V_{OUT}	：出力電圧 [V]

入力電圧変動、出力電流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します。

6. ソフトスタートコンデンサの設定

EN 端子を High にすると、ソフトスタート機能が働き起動時の電流に制限をかけながら緩やかに出力電圧が立ち上がりますので、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。立ち上がり時間 t_{SS_EXT} は SS 端子に接続するコンデンサの定数に依存します。コンデンサの容量値は 3300 pF から 0.1 µF の間で設定してください。

$$t_{SS_EXT} = \frac{(C_3 \times V_{FB})}{I_{SS}} \text{ [s]}$$

t_{SS_EXT}	：ソフトスタート設定時間
C_3	：SS 端子接続コンデンサ
V_{FB}	：FB 端子電圧 0.6 V (Typ)
I_{SS}	：SS 充電電流 1.0 µA (Typ)

ここで C_3 = 0.01 µF とすると

$$t_{SS_EXT} = \frac{(0.01 \times 0.6)}{1.0} = 6.0 \text{ [ms]}$$

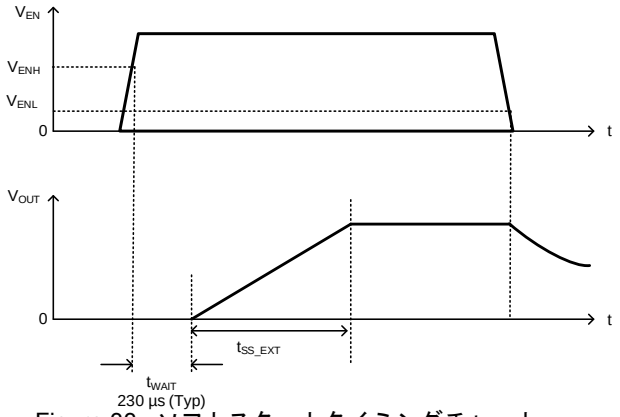


Figure 33. ソフトスタートタイミングチャート

SS 端子にコンデンサを接続せず、OPEN、または 10 kΩ ～ 100 kΩ 程度の抵抗で電源にプルアップした状態で EN 端子を High にすると t_{SS} = 1.0 ms (Typ) の時間で出力電圧は立ち上がります。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション部品選定方法　ー　続き

7.　入力電圧起動について

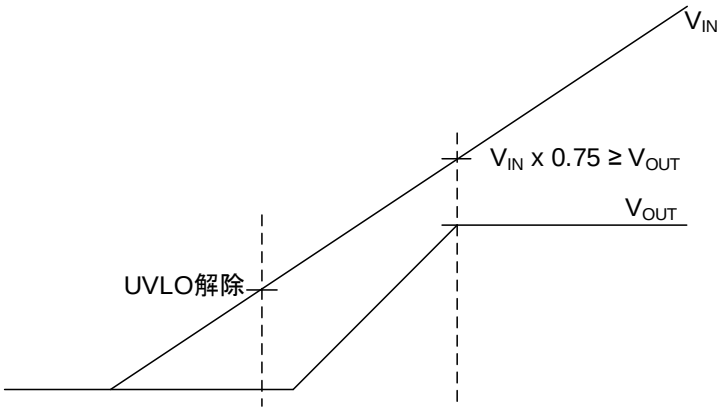


Figure 34. 入力電圧起動時間

本 IC はソフトスタート機能により、設定されたソフトスタート時間にしたがって起動します。UVLO 解除後、ソフトスタート動作中も出力可能な電圧範囲は入力電圧の 75 %以下となります。ソフトスタート動作中も入力電圧と出力電圧の関係が以下の式を満たすよう注意してください。

$$V_{IN} \geq \frac{V_{OUT}}{0.75} \text{ [V]}$$

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション特性データ（参考データ）

測定回路図

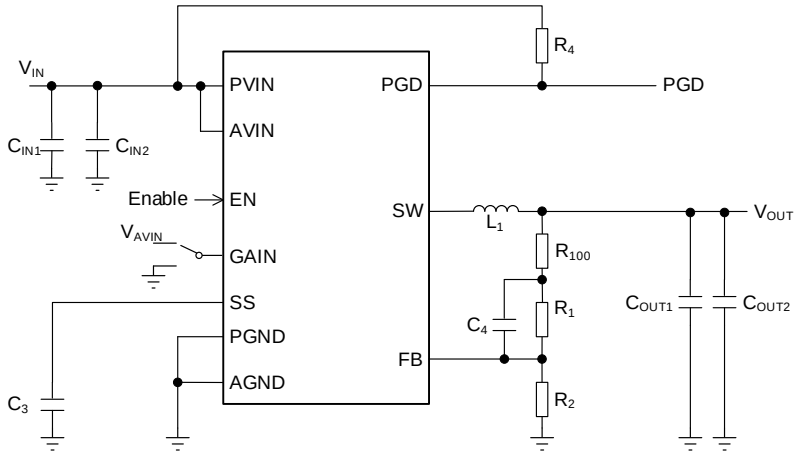


Figure 35. 測定回路図

Table 4. 高速負荷応答モード(Note 1) (GAIN = High) 時部品表

NO	パッケージ	パラメータ	製品名(シリーズ)	分類	メーカー
L_1	-	0.47 µH	SPM5030VT-R47M-D	Inductor	TDK
C_{OUT1}	3216	22 µF, X7R, 6.3 V	GCM31CR70J226KE26	Ceramic Capacitor	Murata
C_{OUT2}	3216	22 µF, X7R, 6.3 V	GCM31CR70J226KE26	Ceramic Capacitor	Murata
C_{IN1}	2012	10 µF, X7R, 10 V	GCM21BR71A106KE21	Ceramic Capacitor	Murata
C_{IN2}	1005	4700 pF, X7R, 25 V	GCM155R71E472KA37	Ceramic Capacitor	Murata
R_{100}	-	SHORT	-	-	-
R_1	1005	Depending on V_{OUT} (Note 2)	MCR01MZPF Series	Chip Resistor	ROHM
R_2	1005	Depending on V_{OUT} (Note 2)	MCR01MZPF Series	Chip Resistor	ROHM
R_4	1005	100 kΩ, 1 %, 1/16 W	MCR01MZPF Series	Chip Resistor	ROHM
C_3	OPEN	-	-	-	-
C_4	1005	Depending on V_{OUT} (Note 2)	GCM155R71E Series	Ceramic Capacitor	Murata
GAIN	-	High	-	-	-

Table 5. 低出力容量モード(Note 1) (GAIN = Low) 時部品表

NO	パッケージ	パラメータ	製品名(シリーズ)	分類	メーカー
L_1	-	0.47 µH	SPM5030VT-R47M-D	Inductor	TDK
C_{OUT1}	3216	22 µF, X7R, 6.3 V	GCM31CR70J226KE26	Ceramic Capacitor	Murata
C_{OUT2}	OPEN	-	-	-	-
C_{IN1}	2012	10 µF, X7R, 10 V	GCM21BR71A106KE21	Ceramic Capacitor	Murata
C_{IN2}	1005	4700 pF, X7R, 25 V	GCM155R71E472KA37	Ceramic Capacitor	Murata
R_{100}	-	SHORT	-	-	-
R_1	1005	Depending on V_{OUT} (Note 2)	MCR01MZPF Series	Chip Resistor	ROHM
R_2	1005	Depending on V_{OUT} (Note 2)	MCR01MZPF Series	Chip Resistor	ROHM
R_4	1005	100 kΩ, 1 %, 1/16 W	MCR01MZPF Series	Chip Resistor	ROHM
C_3	OPEN	-		-	-
C_4	1005	Depending on V_{OUT} (Note 2)	GCM155R71E Series	Ceramic Capacitor	Murata
GAIN	-	Low	-	-	-

(Note 1) 各モードについては機能説明 6. エラーアンプゲイン切り替え機能をご参照ください。
(Note 2) 定数についてはアプリケーション部品選定方法 3. 出力電圧設定をご参照ください。

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション特性データ（参考データ） ー 続き

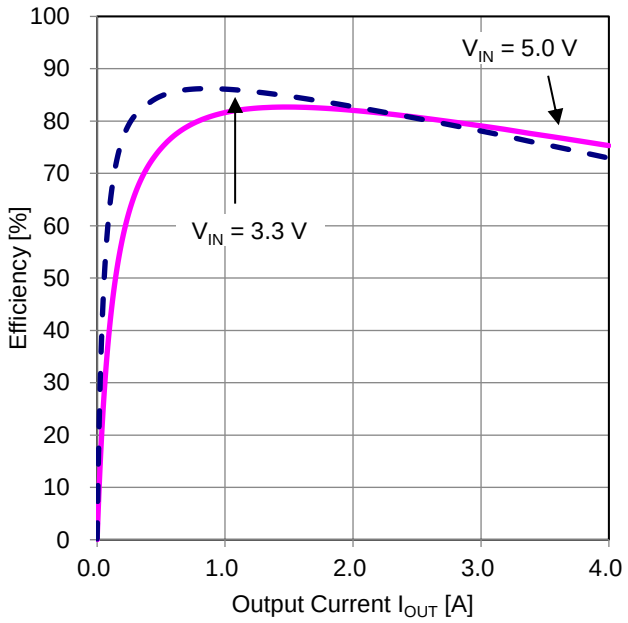


Figure 36. 効率 vs 出力電流
(V_{OUT} = 1.0 V)

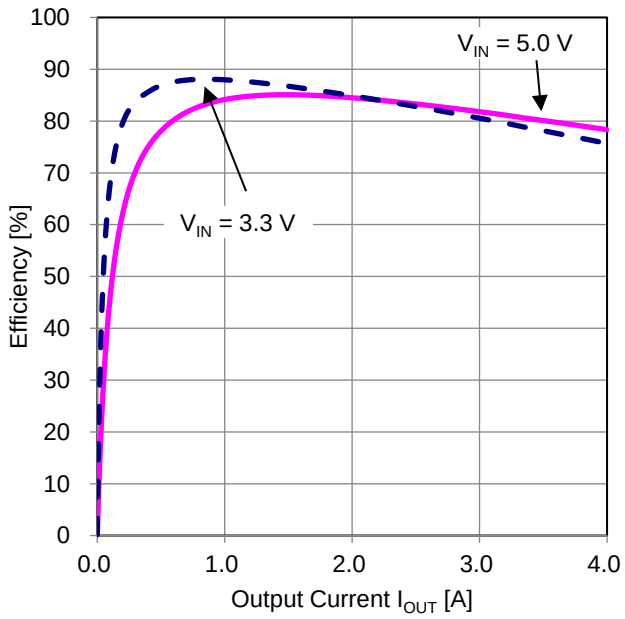


Figure 37. 効率 vs 出力電流
(V_{OUT} = 1.2 V)

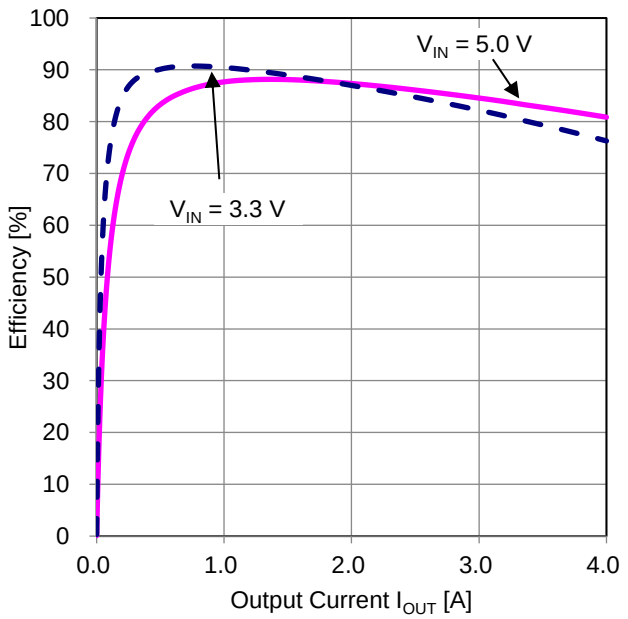


Figure 38. 効率 vs 出力電流
(V_{OUT} = 1.8 V)

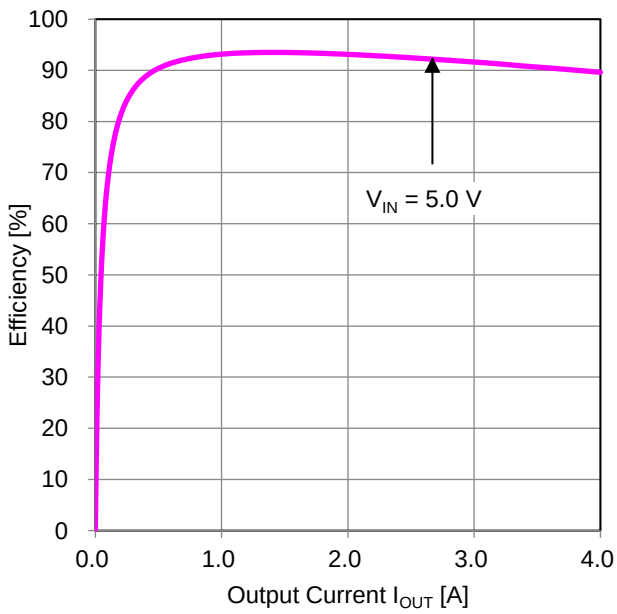


Figure 39. 効率 vs 出力電流
(V_{OUT} = 3.3 V)

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション特性データ（参考データ） ー 続き

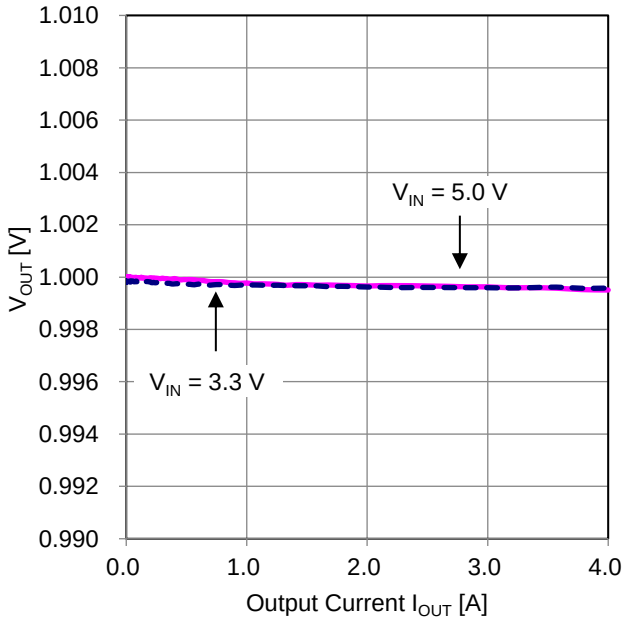


Figure 40. 出力電圧 vs 出力電流
(V_{OUT} = 1.0 V)

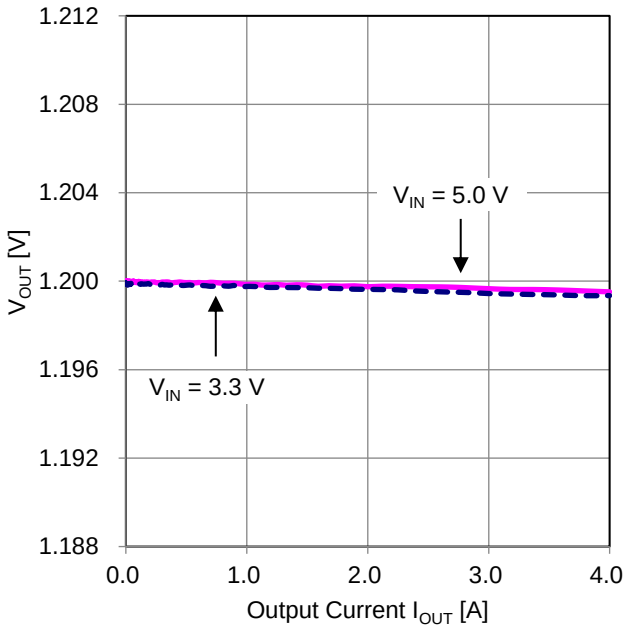


Figure 41. 出力電圧 vs 出力電流
(V_{OUT} = 1.2 V)

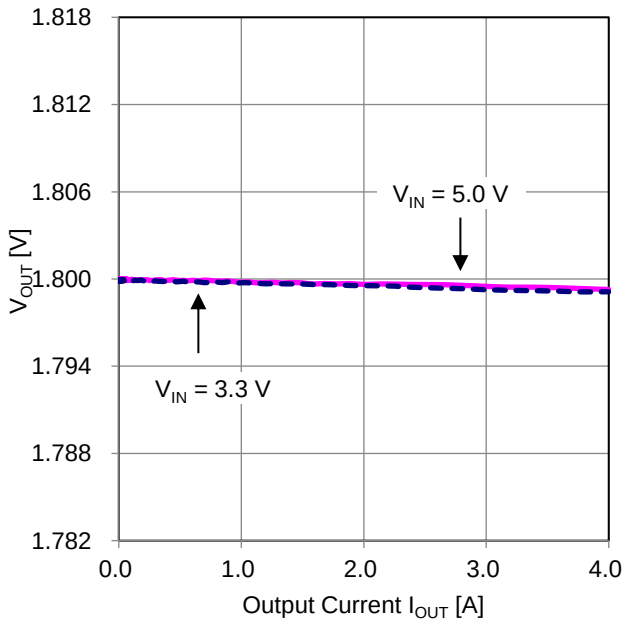


Figure 42. 出力電圧 vs 出力電流
(V_{OUT} = 1.8 V)

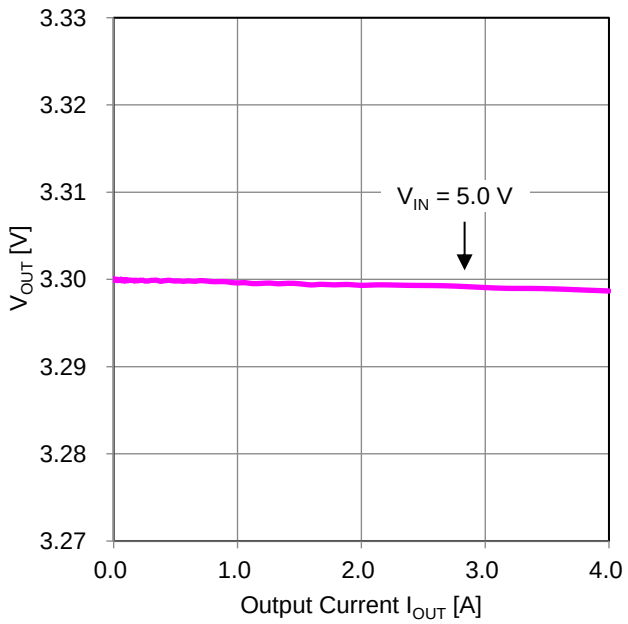


Figure 43. 出力電圧 vs 出力電流
(V_{OUT} = 3.3 V)

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション特性データ（参考データ） ― 続き

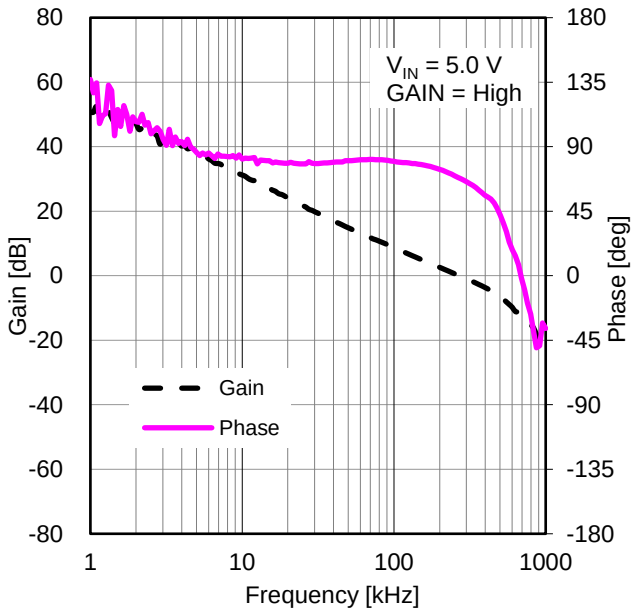


Figure 44. 周波数特性
(V_{OUT} = 1.0 V, GAIN = High, I_{OUT} = 2 A)

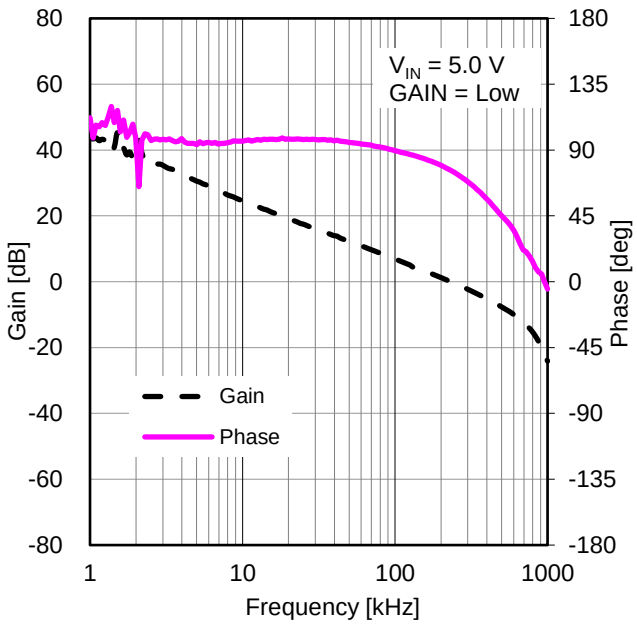


Figure 45. 周波数特性
(V_{OUT} = 1.0 V, GAIN = Low, I_{OUT} = 2 A)

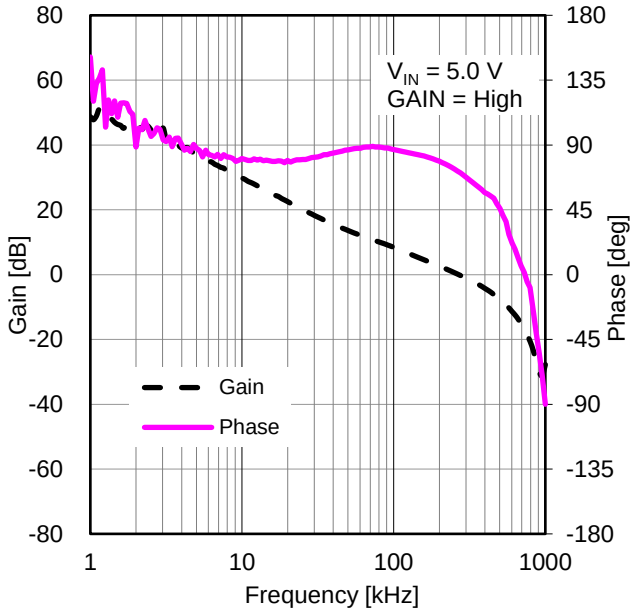


Figure 46. 周波数特性
(V_{OUT} = 1.2 V, GAIN = High, I_{OUT} = 2 A)

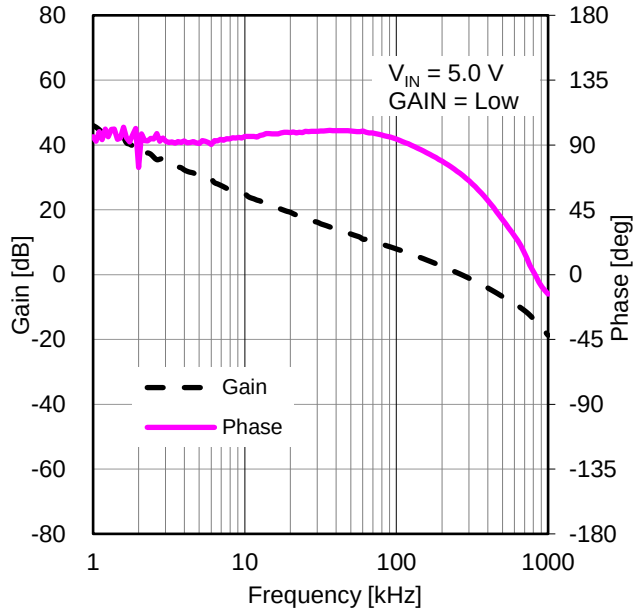


Figure 47. 周波数特性
(V_{OUT} = 1.2 V, GAIN = Low, I_{OUT} = 2 A)

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション特性データ（参考データ） － 続き

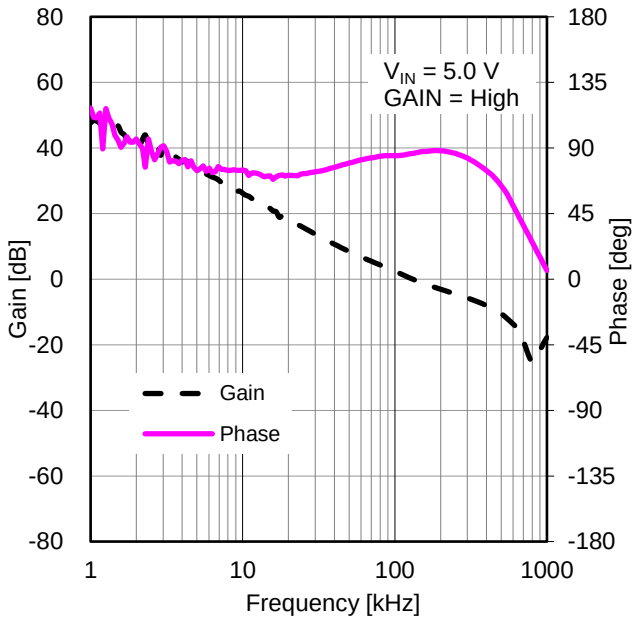


Figure 48. 周波数特性
(V_{OUT} = 1.8 V, GAIN = High, I_{OUT} = 2 A)

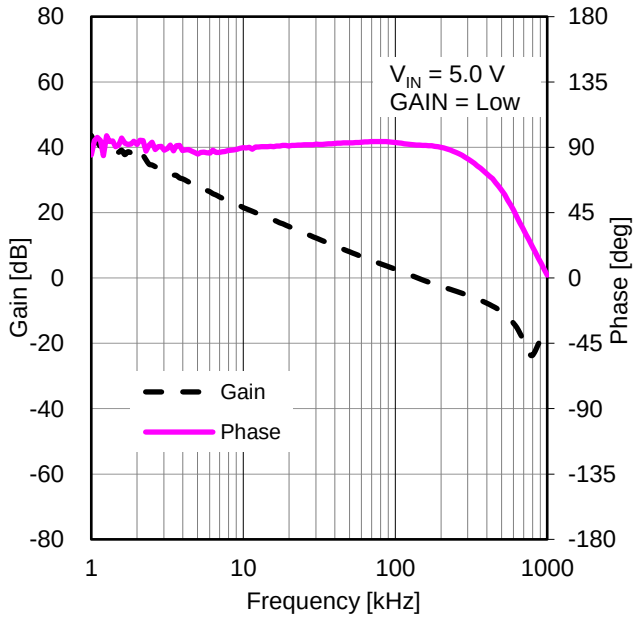


Figure 49. 周波数特性
(V_{OUT} = 1.8 V, GAIN = Low, I_{OUT} = 2 A)

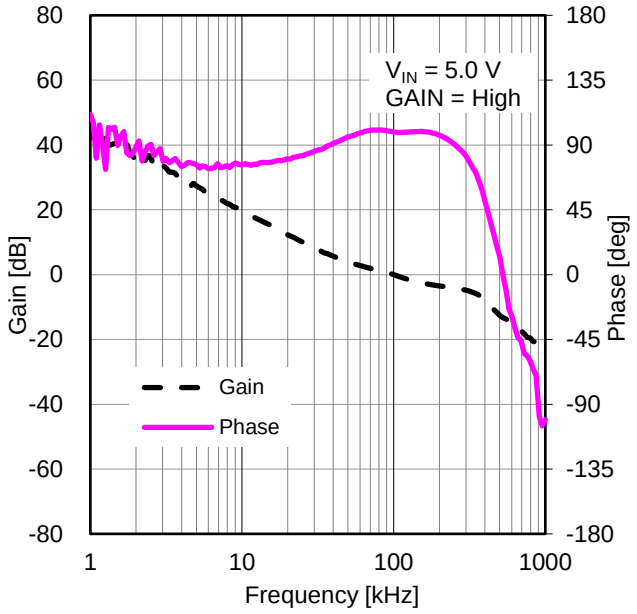


Figure 50. 周波数特性
(V_{OUT} = 3.3 V, GAIN = High, I_{OUT} = 2 A)

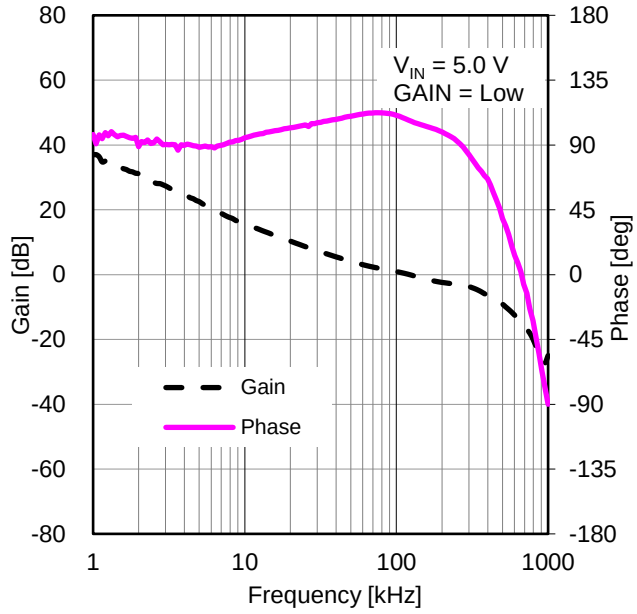
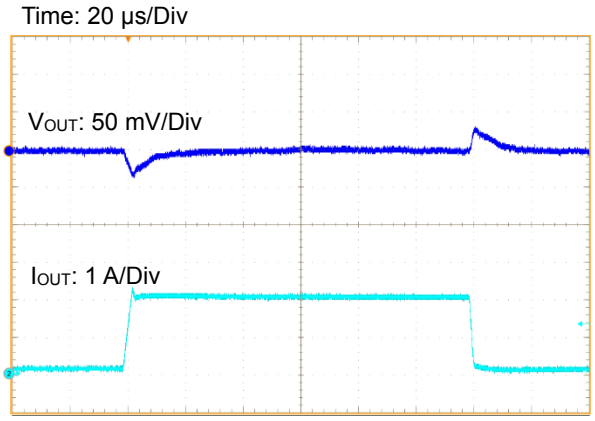


Figure 51. 周波数特性
(V_{OUT} = 3.3 V, GAIN = Low, I_{OUT} = 2 A)

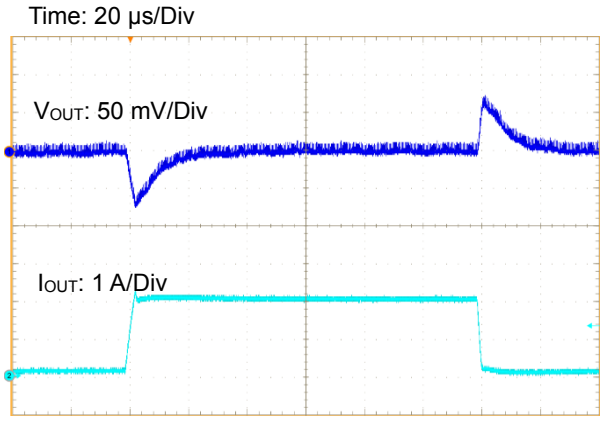
© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション特性データ（参考データ） － 続き



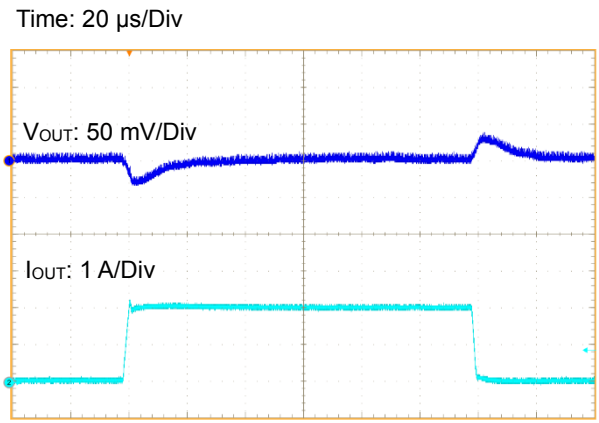
V_{OUT} = 1.0 V, V_{IN} = 5.0 V, GAIN = High,
I_{OUT} = 0.0 A ↔ 2.0 A (1 A/µs)

Figure 52. 負荷応答 (V_{OUT} = 1.0 V, GAIN = High)



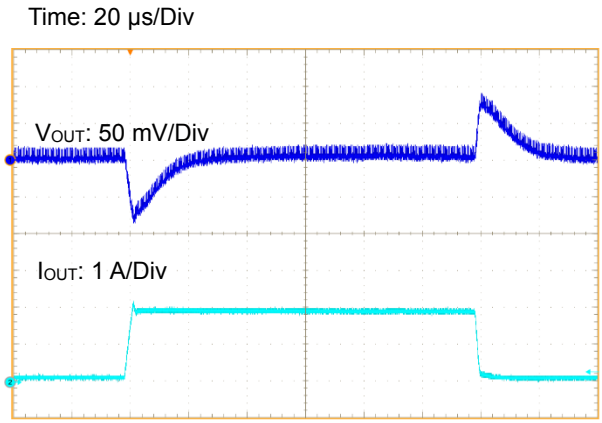
V_{OUT} = 1.0 V, V_{IN} = 5.0 V, GAIN = Low,
I_{OUT} = 0.0 A ↔ 2.0 A (1 A/µs)

Figure 53. 負荷応答 (V_{OUT} = 1.0 V, GAIN = Low)



V_{OUT} = 1.2 V, V_{IN} = 5.0 V, GAIN = High,
I_{OUT} = 0.0 A ↔ 2.0 A (1 A/µs)

Figure 54. 負荷応答 (V_{OUT} = 1.2 V, GAIN = High)

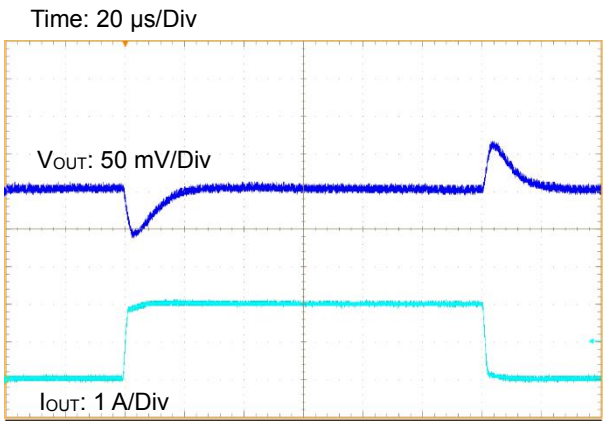


V_{OUT} = 1.2 V, V_{IN} = 5.0 V, GAIN = Low,
I_{OUT} = 0.0 A ↔ 2.0 A (1 A/µs)

Figure 55. 負荷応答 (V_{OUT} = 1.2 V, GAIN = Low)

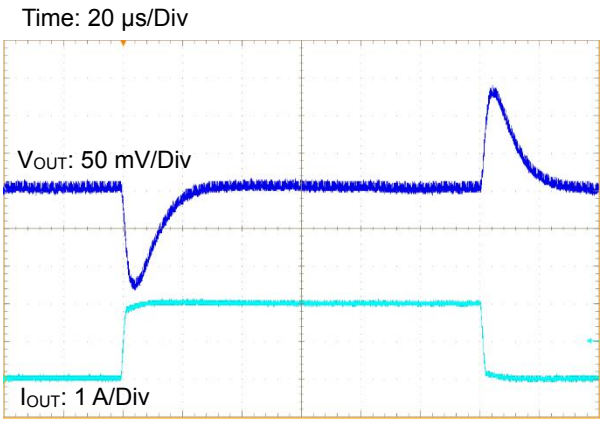
© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

アプリケーション特性データ（参考データ） － 続き



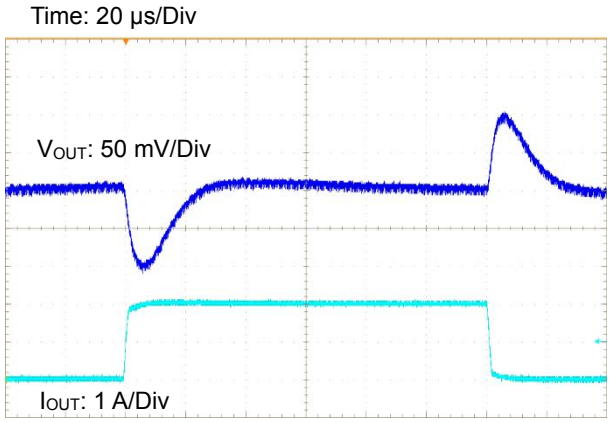
V_{OUT} = 1.8 V, V_{IN} = 5.0 V, GAIN = High,
I_{OUT} = 0.0 A ↔ 2.0 A (1 A/µs)

Figure 56. 負荷応答 (V_{OUT} = 1.8 V, GAIN = High)



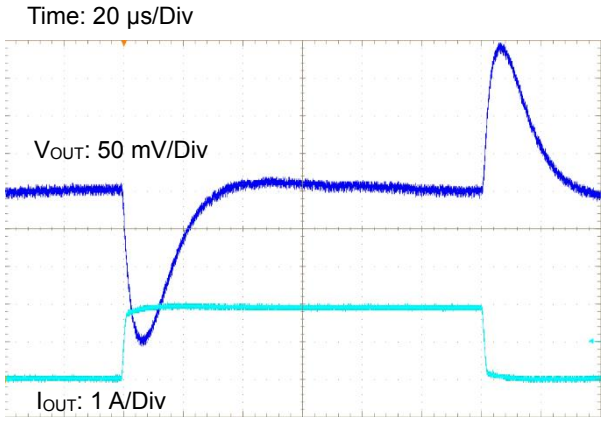
V_{OUT} = 1.8 V, V_{IN} = 5.0 V, GAIN = Low,
I_{OUT} = 0.0 A ↔ 2.0 A (1 A/µs)

Figure 57. 負荷応答 (V_{OUT} = 1.8 V, GAIN = Low)



V_{OUT} = 3.3 V, VI_{N} = 5.0 V, GAIN = High,
I_{OUT} = 0.0 A ↔ 2.0 A (1 A/µs)

Figure 58. 負荷応答 (V_{OUT} = 3.3 V, GAIN = High)



V_{OUT} = 3.3 V, V_{IN} = 5.0 V, GAIN = Low,
I_{OUT} = 0.0 A ↔ 2.0 A (1 A/µs)

Figure 59. 負荷応答 (V_{OUT} = 3.3 V, GAIN = Low)

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

PCB レイアウト設計について

DC/DC コンバータの設計において PCB レイアウトの設計は非常に重要です。適切なレイアウトにより、電源に関する様々な問題を回避することができます。Figure 60 から Figure 62 は降圧 DC/DC コンバータの電流経路を示した図です。Figure 60 の Loop1 は High Side Switch が ON、Low Side Switch が OFF 時にコンバータに流れる電流を表しており、Figure 61 の Loop2 は High Side Switch が OFF、Low Side Switch が ON 時にコンバータに流れる電流を表しています。Figure 62 の太線は Loop1 と Loop2 の差分を表しています。High Side FET と Low Side FET がオフからオンへ、オンからオフへ変化するたびに太線部分の電流は激しく変化します。この系は変化が急峻なため高周波を含んだ波形が現れます。そのため入力コンデンサと IC で構成される太線部の面積をできるだけ小さくすることで、ノイズを減らすことができます。詳細につきましてはスイッチングレギュレータシリーズのアプリケーションノート「降圧コンバータの PCB レイアウト手法」をご参照ください。

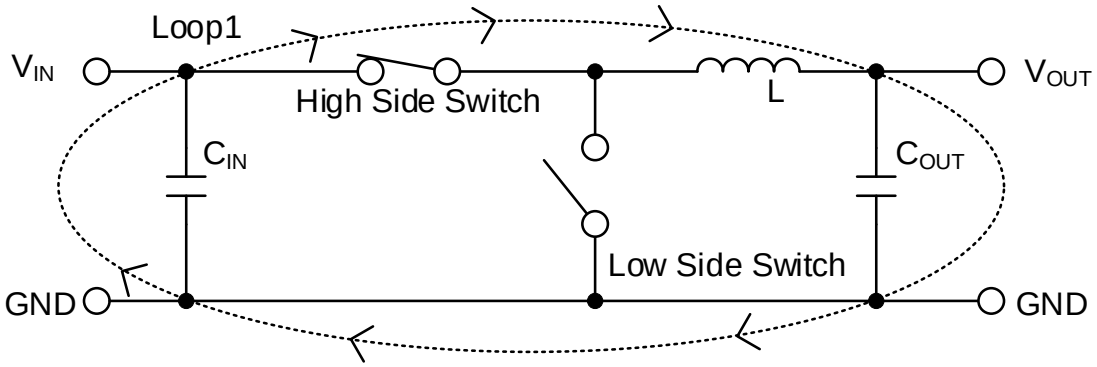


Figure 60. High Side Switch: ON、Low Side Switch: OFF 時の電流経路

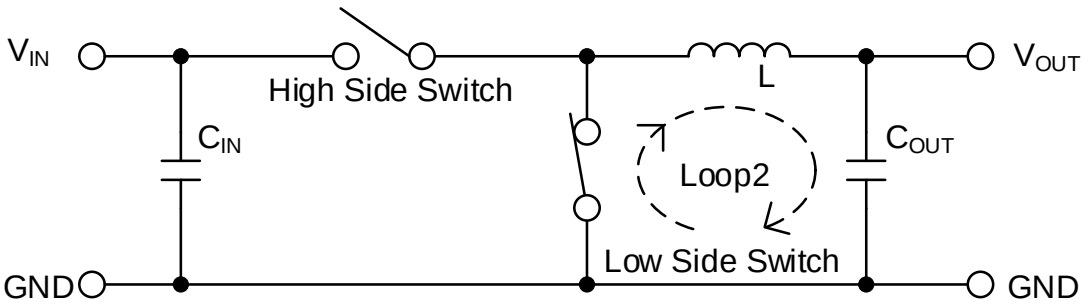


Figure 61. High Side Switch: OFF、Low Side Switch: ON 時の電流経路

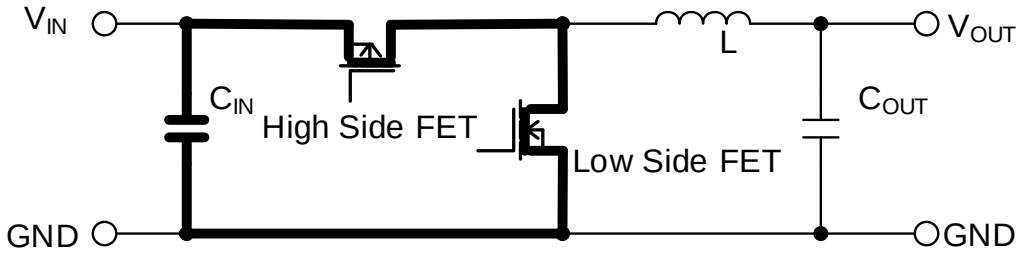


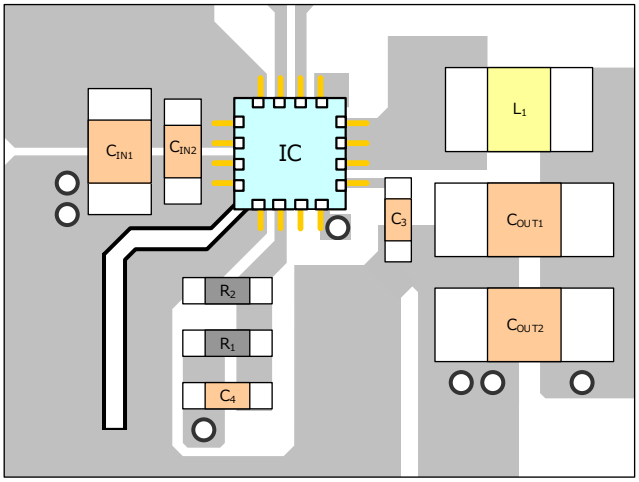
Figure 62. 電流の差分、レイアウト上での重要箇所

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

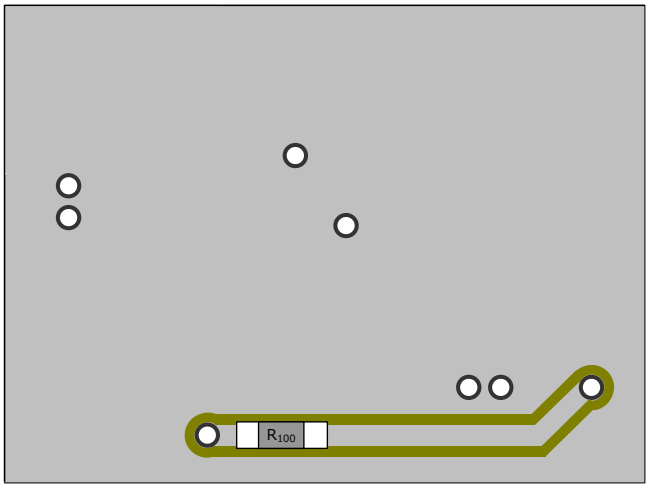
PCB レイアウト設計について　ー　続き

PCB レイアウトを設計する際には、以下に挙げる点を特に注意して設計してください。

・入力コンデンサは、IC の PVIN 端子に可能な限り近く IC と同じ面に配置してください。
・SW 等のスイッチングノードは、他ノードへの AC 結合によるノイズの影響が懸念されるため、インダクタに可能な限り太く短くトレースしてください。
・R_1 と R_2 は FB 端子にできるだけ近い位置に配置し、R_1,R_2 から FB 端子までの配線を短くしてください。
・FB につながるラインは、SW のノードとは可能な限り離してください。
・パワー系（入出力コンデンサ）GND と基準系（FB）GND を分けることにより SW ノイズの影響が小さくなります。
・R_{100} はフィードバックの周波数特性の測定用であり、オプションとなります。
R_{100} に抵抗を挿入することで、FRA 等を用いてフィードバックの周波数特性（位相マージン）を測定することができます。なお、通常時はショートしてご使用ください。



参考レイアウトパターン（Top View）



参考レイアウトパターン（Bottom View）

Figure 63. PCB レイアウト例

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

熱損失について

熱設計において、次の条件内で動作させてください。
（下記温度は保証温度ですので、必ずマージンを考慮してください。）

1. 周囲温度 Ta が 125 °C 以下であること。
2. チップジャンクション温度 Tj が 150 °C 以下であること。

チップジャンクション温度 Tj は以下の 2 通りで考えることができます。

1. 実使用状態でのパッケージ上面中心温度 Tt から求める場合、

$$Tj = Tt + \psi_{JT} \times W \ [°C]$$

2. 周囲温度 Ta から求める場合、

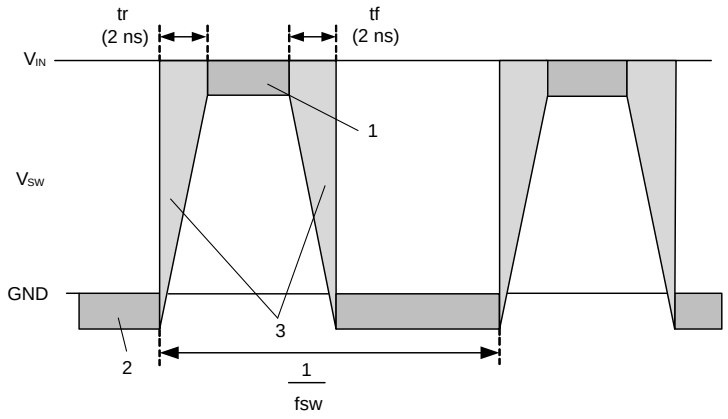
$$Tj = Ta + \theta_{JA} \times W \ [°C]$$

ψ_{JT} ：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（熱抵抗）
θ_{JA} ：ジャンクション—周囲温度間熱抵抗（熱抵抗）

IC の熱損失 W は以下の式で求まります。

$$W = R_{ONH} \times {I_{OUT}}^2 \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} + R_{ONL} \times {I_{OUT}}^2 \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$
$$+V_{IN} \times I_{CC} + \frac{1}{2} \times (tr + tf) \times V_{IN} \times I_{OUT} \times f_{SW} \ [W]$$

R_{ONH}	:	High Side FET ON 抵抗（電気的特性）[Ω]
R_{ONL}	:	Low Side FET ON 抵抗（電気的特性）[Ω]
I_{OUT}	:	出力電流 [A]
V_{OUT}	:	出力電圧 [V]
V_{IN}	:	入力電圧 [V]
I_{CC}	:	回路電流（電気的特性）[A]
tr	:	スイッチング立ち上がり時間 [s] (Typ:2 ns)
tf	:	スイッチング立ち下がり時間 [s] (Typ:2 ns)
f_{SW}	:	スイッチング周波数（電気的特性）[Hz]

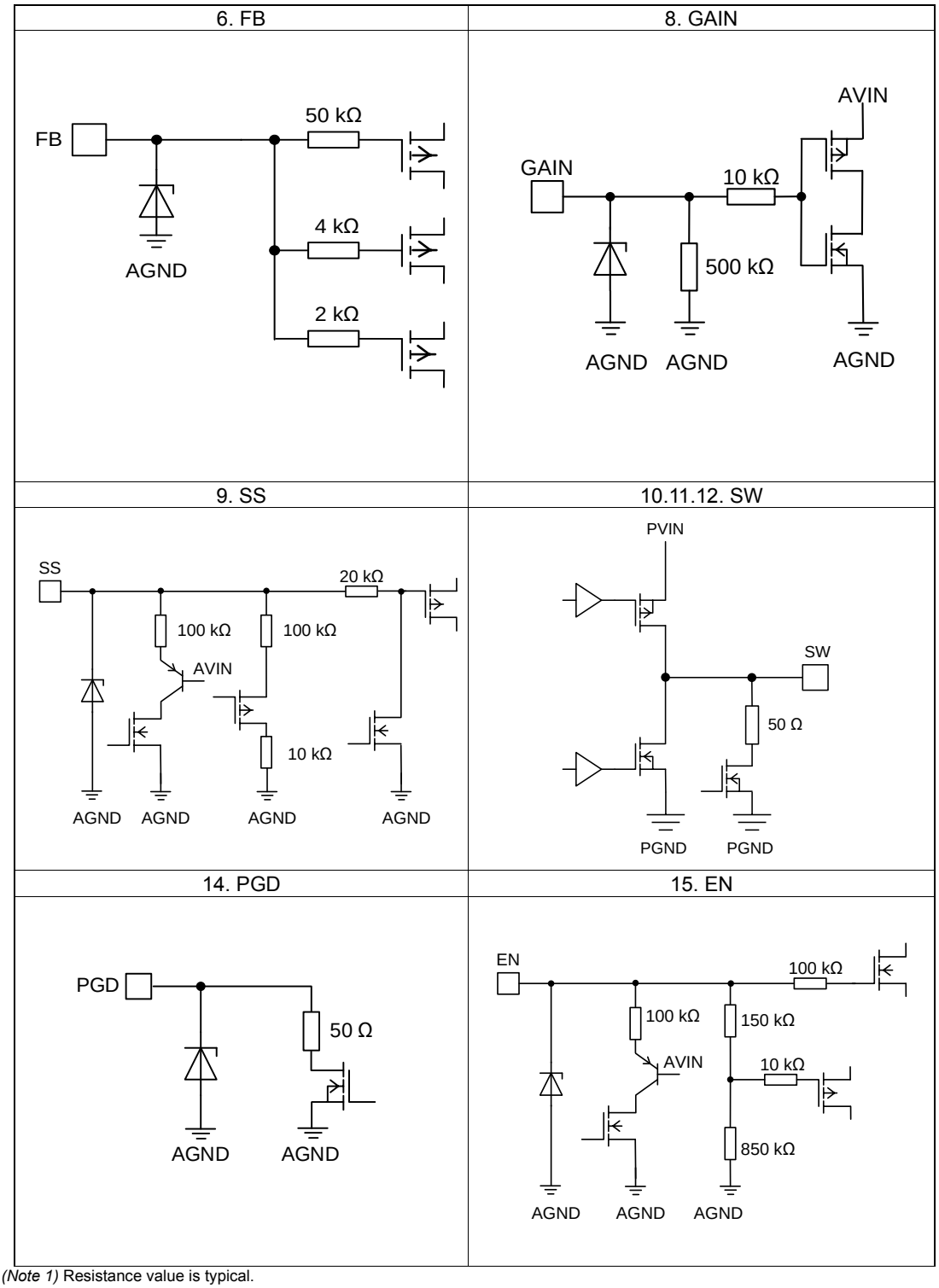


1. $R_{ONH} \times {I_{OUT}}^2$
2. $R_{ONL} \times {I_{OUT}}^2$
3. $\frac{1}{2} \times (tr + tf) \times V_{IN} \times I_{OUT} \times f_{SW}$

Figure 64. SW 波形

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

入出力等価回路図*(Note 1)*



(Note 1) Resistance value is typical.

© 2020 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。

© 2020 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、

- ○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。

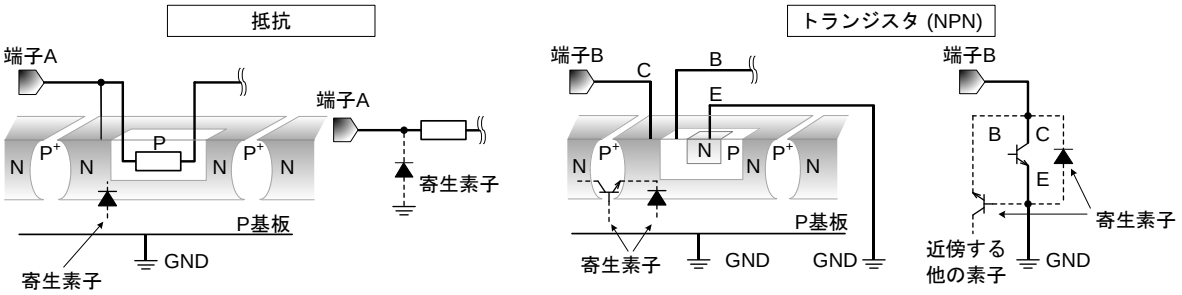


Figure 65. モノリシック IC 構造例

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。

14. 機能安全について

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

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

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

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

© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

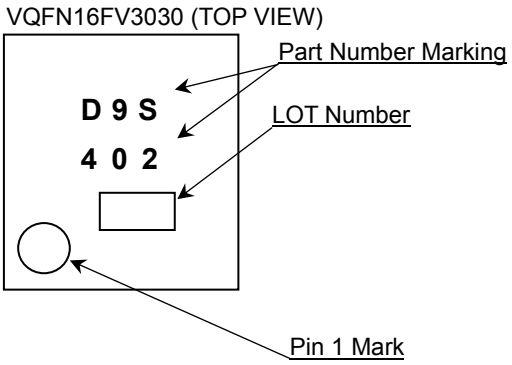
発注形名情報

B	D	9	S	4	0	2	M	U	F	-	CE2

パッケージ
VQFN16FV3030

製品ランク
C: 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ピング

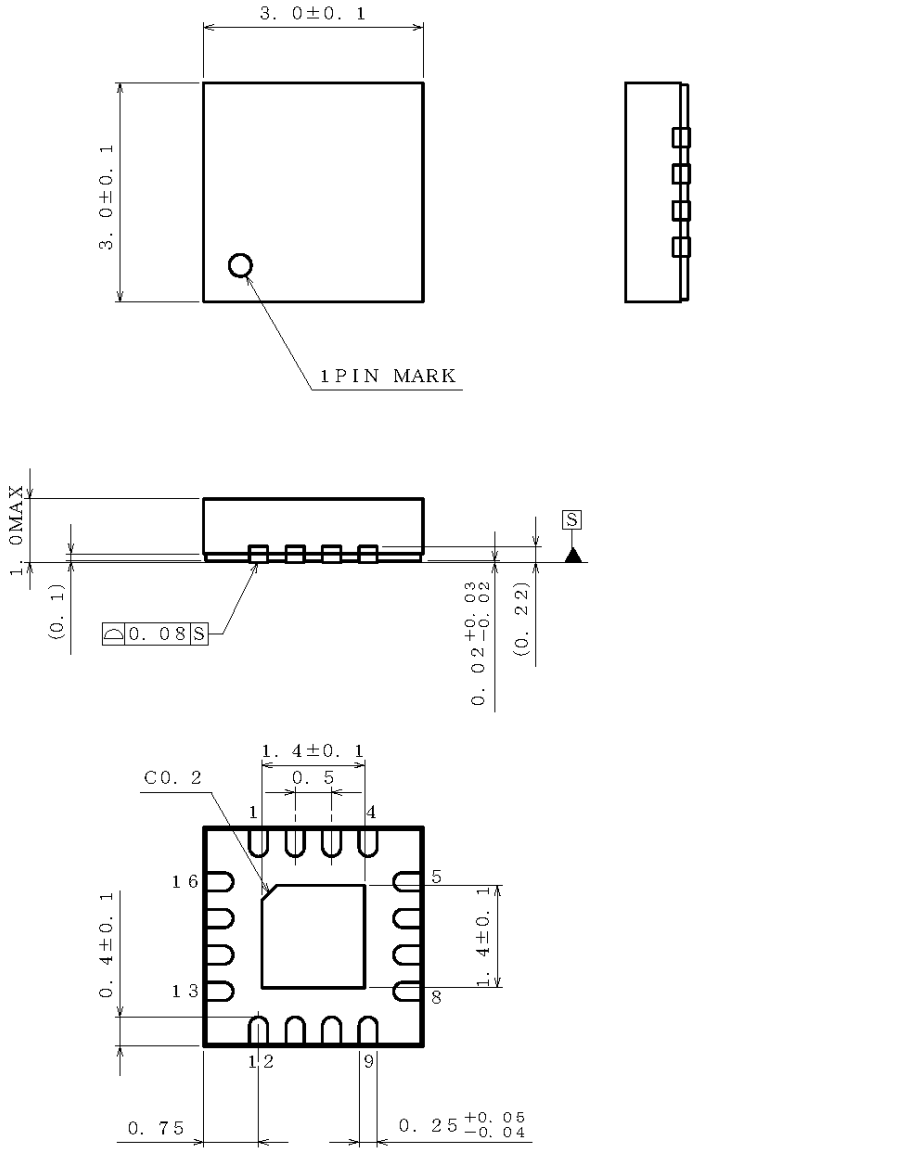
標印図



© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

外形寸法図と包装・フォーミング仕様

Package Name	VQFN16FV3030

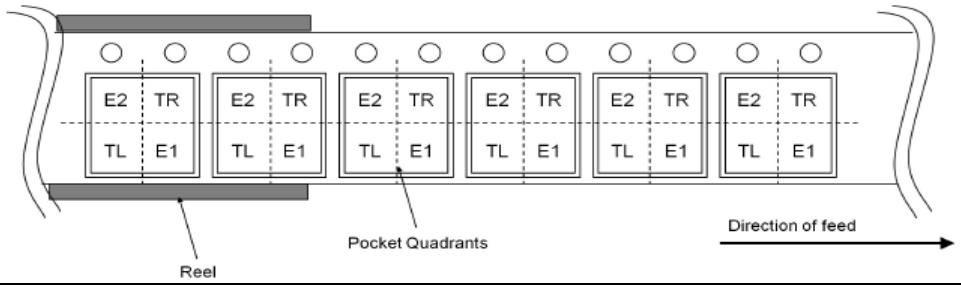


(UNIT : mm)
PKG : VQFN16FV3030
Drawing No. EX396−5001

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	3000pcs
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。）



© 2020 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

改訂履歴

日付	版	変更内容
2022.05.10	001	新規作成

© 2020 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.