

# 4.5 V ~ 28 V 入力 2.0 A MOSFET 内蔵 1ch 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

## BD9E202FP4-Z

### 概要

BD9E202FP4-Z は低 ON 抵抗のパワー-MOSFET を内蔵した 1ch 同期整流降圧 DC/DC コンバータです。軽負荷モード制御により、軽負荷での効率が改善されるため、待機時電力を抑えたい機器に最適です。位相補償部を内蔵したカレントモード制御方式を採用しており、小型パッケージを採用することで、高い電力密度を実現し、PCB 上のフットプリントを小さくします。

### 特長

- 1ch 同期整流降圧 DC/DC コンバータ
- 軽負荷モード制御
- 周波数スペクトラム拡散
- 位相補償内蔵
- 過電圧保護 (OVP)
- 過電流保護 (OCP)
- 負荷短絡保護 (SCP)
- 温度保護機能 (TSD)
- 低入力電圧誤動作防止 (UVLO)
- 外付けダイオード不要
- TSOT23-6CJ パッケージ

### 用途

- 白物家電 (エアコン, 冷蔵庫など)
- 2 次電源やアダプター向け製品
- 通信機器

### 重要特性

- 入力電圧範囲: 4.5 V to 28.0 V
- 出力電圧範囲:  $V_{IN} \times 0.1$  or 0.7 V to  $V_{IN} \times 0.8$  V
- 出力電流: 2 A (Max)
- スイッチング周波数: 500 kHz (Typ)
- High Side FET ON 抵抗: 185 mΩ (Typ)
- Low Side FET ON 抵抗: 98 mΩ (Typ)
- シャットダウン時回路電流: 4 μA (Typ)
- 動作静止時回路電流: 95 μA (Typ)

### パッケージ

TSOT23-6CJ

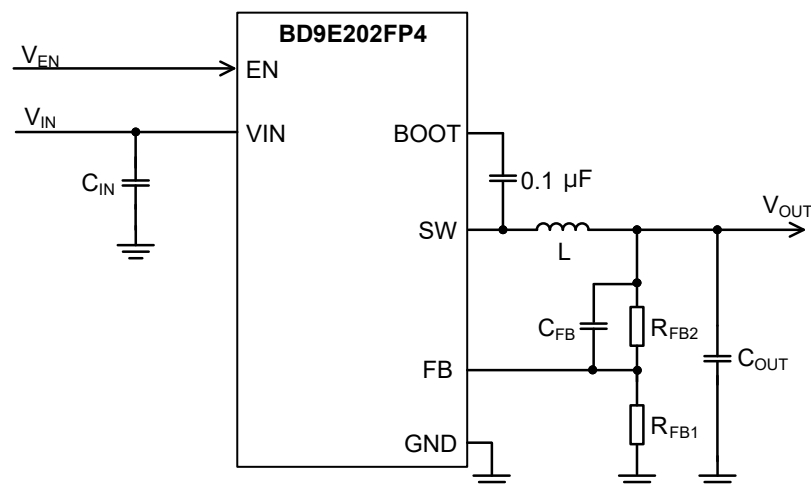
W (Typ) x D (Typ) x H (Max)

2.8 mm x 2.9 mm x 1.1 mm

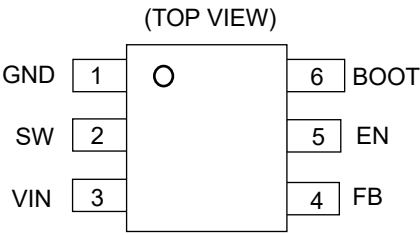


TSOT23-6CJ

### 基本アプリケーション回路



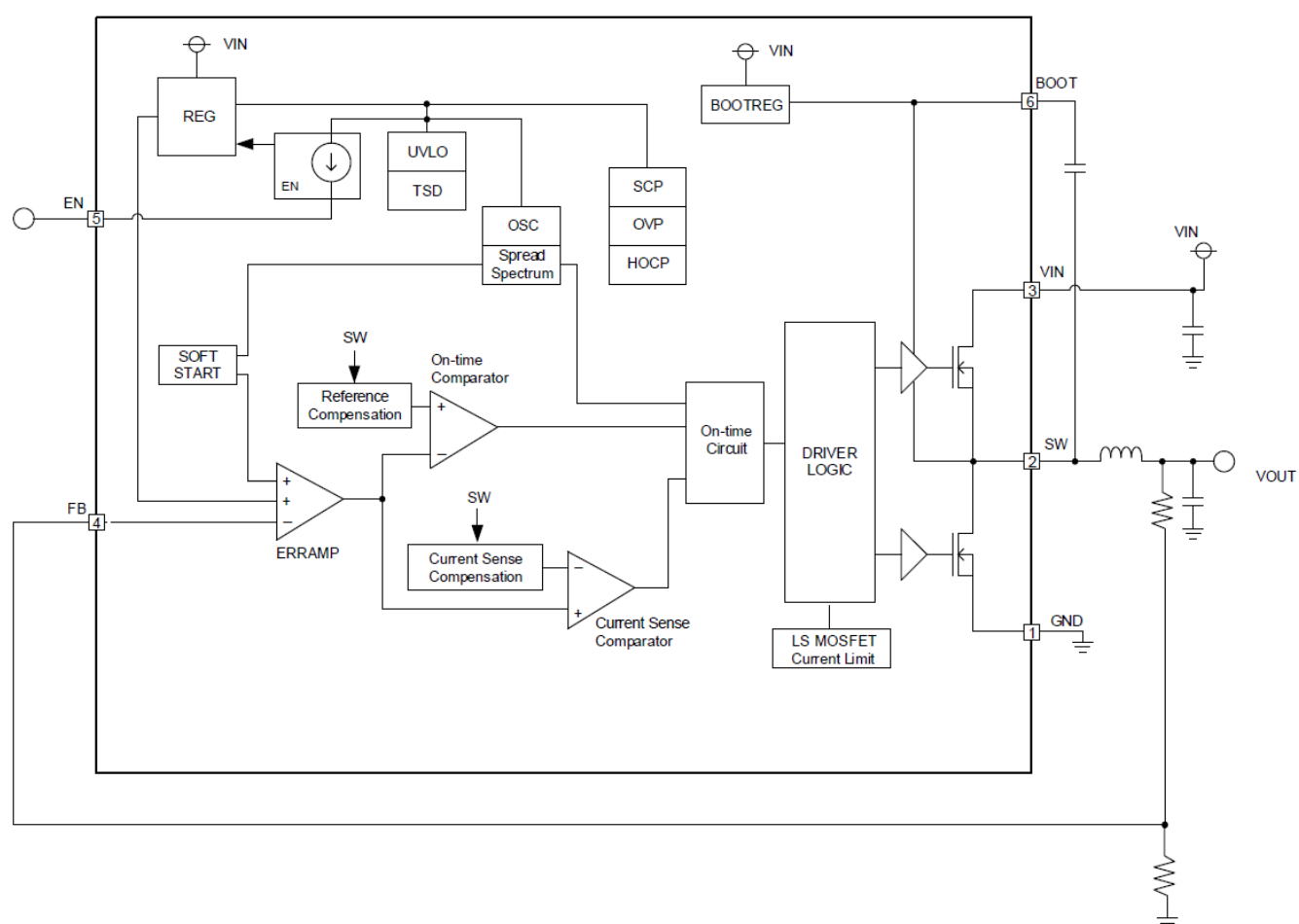
端子配置図



端子説明

Pin No.	Pin Name	Function
1	GND	スイッチングレギュレータの出力段と制御回路のグラウンド端子です。
2	SW	スイッチング出力端子です。High Side FET のソース、Low Side FET のドレインに接続されています。この端子と BOOT 端子間にブートストラップコンデンサ 0.1 $\mu$ F を接続します。また、インダクタを直流重畳特性に注意して接続してください。
3	VIN	電源入力端子です。推奨値として、0.1 $\mu$ F (Typ) と 10 $\mu$ F (Typ) のセラミック・コンデンサを接続してください。入力コンデンサ選定の詳細については、アプリケーション部品選定方法 1. 入力コンデンサを参照してください。
4	FB	出力電圧フィードバック端子です。出力電圧の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、FB コンデンサを参照してください。
5	EN	イネーブル端子です。 $V_{EN}$ を 1.21 V (Typ) 以上にすると、デバイスが起動します。 $V_{EN}$ を 1.19 V (Typ) 以下にすると、デバイスがシャットダウンします。この端子はオープンにすると、IC 内部でレギュレータにプルアップされ、デバイスがイネーブル状態となります。
6	BOOT	ブートストラップ用端子です。この端子と SW 端子の間にブートストラップコンデンサ 0.1 $\mu$ F (Typ)を接続します。この端子の電圧が High Side FET のゲート駆動電圧になります。

## ブロック図



## 各ブロック動作説明

1. REG  
内部電源電圧生成回路です。
2. BOOTREG  
ゲート駆動電圧を生成するブロックです。
3. SOFT START  
ソフトスタート回路です。起動時、緩やかに出力電圧を立ち上げ、出力電圧のオーバーシュートや突入電流を防ぎます。内蔵ソフトスタートにより 5 ms (Typ) で立ち上がります。
4. ERRAMP  
誤差増幅器です。内部基準電圧と FB 端子電圧( $V_{FB}$ )が等しくなるように調整します。出力電圧は FB に接続される外付け抵抗によって設定できます。
5. On-time Comparator  
ERRAMP 出力電圧とスイッチ平均電圧に補正された基準電圧とを比較するコンパレータです。ERRAMP 出力電圧が補正された基準電圧より高くなると Low を出力し、On-time Circuit に出力電圧が制御電圧よりも下がったことをフィードバックします。
6. On-time Circuit  
High Side FET のオンタイム信号を生成するブロックです。On-time Comparator 出力、OSC 信号と、Current Sense Comparator 出力によって決まるオンタイム信号を生成します。
7. Current Sense Comparator  
ERRAMP 信号とランプ補正された電流センス信号を比較するコンパレータです。
8. UVLO  
低入力電圧誤動作防止回路です。入力電圧  $V_{IN}$  が 3.9 V (Typ) 以下でシャットダウンします。スレッショルド電圧には 350 mV (Typ) のヒステリシスがあります。
9. TSD  
温度保護回路です。温度保護回路は IC 接合部温度  $T_j$  が 175 °C (Typ) 以上になると、デバイスがシャットダウンします。 $T_j$  が低下すると、25 °C (Typ) のヒステリシスにて、デバイスが再起動します。
10. EN  
イネーブルブロックです。EN 電圧を 1.21 V (Typ) 以上にすると、デバイスが起動します。EN 電圧を 1.19 V (Typ) 以下にすると、デバイスがシャットダウンします。この端子はオープンにすると、IC 内部でレギュレータにプルアップされ、デバイスがイネーブル状態となります。
11. OVP  
過電圧保護回路です。FB 端子電圧 ( $V_{FB}$ ) が FB 端子スレッショルド電圧  $V_{FBTH}$  の 120 % (Typ) 以上になると、MOSFETS は OFF されます。 $V_{FB}$  が  $V_{FBTH}$  の 115 % (Typ) 以下になると、通常動作状態に戻ります。
12. HOCP  
High Side FET の過電流保護回路です。High Side FET に流れる電流が過電流リミット値に達すると、High Side FET をオフし、Low Side FET をオンします。
13. SCP  
負荷短絡保護回路です。ソフトスタート完了後、 $V_{FB}$  が 0.596 V の 70 % (Typ) 以下になった状態で 1 ms (Typ) その状態が続くと 32.8 ms (Typ) の間、デバイスがシャットダウンし、その後デバイスは再起動します。
14. LS MOSFET Current Limit  
インダクタ電流をモニタするコンパレータです。Low Side FET が ON 状態の時に、インダクタ電流が 0 A (Typ) を下回ると、Low Side FET を OFF にします。
15. OSC  
発振周波数を生成するブロックです。
16. Spread Spectrum  
スペクトラム拡散を生成するブロックです。
17. DRIVER LOGIC  
スイッチング動作と保護機能動作を制御する回路です。

## 絶対最大定格 (Ta = 25 °C)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Input Voltage	V <sub>IN</sub>	-0.3 to +30	V
SW Voltage	V <sub>SW</sub>	-0.3 to V <sub>IN</sub> +0.3	V
SW Voltage (5 ns pulse width)	V <sub>SWAC</sub>	-4	V
Voltage from GND to BOOT	V <sub>BOOT</sub>	-0.3 to +35	V
Voltage from SW to BOOT	ΔV <sub>BOOT</sub>	-0.3 to +7	V
FB Voltage	V <sub>FB</sub>	-0.3 to +3	V
EN Voltage	V <sub>EN</sub>	-0.3 to +3	V
Output Current	I <sub>OUT</sub>	2	A
Maximum Junction Temperature	T <sub>Jmax</sub>	150	°C
Storage Temperature Range	T <sub>stg</sub>	-55 to +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ようご検討をお願いします。

**注意 2:** 最高接合部温度を超えるようなご使用をされますと、チップ温度上昇により、IC 本来の性質を悪化させることにつながります。最高接合部温度を超える場合は基板サイズを大きくする、放熱用銅箔面積を大きくする、放熱板を使用するなど、最高接合部温度を超えないよう熱抵抗にご配慮ください。

## 熱抵抗 (Note 1)

項目	記号	熱抵抗(Typ)		単位
		1 層基板 <small>(Note 3)</small>	4 層基板 <small>(Note 4)</small>	
TSOT23-6CJ				
ジャンクションー周囲温度間熱抵抗	$\theta_{JA}$	231.1	123.0	°C/W
ジャンクションーパッケージ上面中心間熱特性パラメータ <small>(Note 2)</small>	$\Psi_{JT}$	46.0	37.0	°C/W

(Note 1) JESD51-2A(Still-Air)に準拠。BD9E202FP4 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) JESD51-7 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
4 層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mmt

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

## 推奨動作条件

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Input Voltage	$V_{IN}$	4.5	-	28.0	V
Operating Temperature <sup>(Note 1)</sup>	$T_{opr}$	-40	-	+85	°C
Output Current <sup>(Note 1)</sup>	$I_{OUT}$	0	-	2	A
Output Voltage Setting <sup>(Note 2)</sup>	$V_{OUT}$	0.7	-	$V_{IN} \times 0.8$	V

(Note 1) 実動作環境下で  $T_J$  は 150 °C 以下となるようご使用ください。ジャンクション温度が 125 °C を超えると動作寿命が低減する恐れがあります。

(Note 2)  $V_{OUT} \geq V_{IN} \times 0.1$  [V] の範囲でご使用ください。

電気的特性 (特に指定のない限り  $T_a = 25\text{ °C}$ ,  $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $V_{EN} = 3\text{ V}$ )

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
<b>Input Supply</b>						
Shutdown Current	$I_{SDN}$	-	4	15	μA	$V_{EN} = 0\text{ V}$
Operating Quiescent Current	$I_Q$	-	95	175	μA	$I_{OUT} = 0\text{ A}$ , No switching
UVLO Threshold Voltage	$V_{UVLO}$	3.7	3.9	4.1	V	$V_{IN}$ falling
UVLO Hysteresis Voltage	$V_{UVLOHYS}$	300	350	400	mV	
<b>Enable</b>						
EN Threshold Voltage High	$V_{ENH}$	-	1.21	1.28	V	$V_{EN}$ rising
EN Threshold Voltage Low	$V_{ENL}$	1.10	1.19	-	V	$V_{EN}$ falling
EN Input Current <sup>(Note 3)</sup>	$I_{EN}$	-	0.7	-	μA	$V_{EN} = 1\text{ V}$
EN Input Hysteresis Current <sup>(Note 3)</sup>	$I_{EN\_HYS}$	-	1.50	-	μA	$I_{EN\_2V} - I_{EN\_1V}$
<b>Reference Voltage, Error Amplifier, Soft Start</b>						
FB Threshold Voltage	$V_{FBTH}$	0.587	0.596	0.605	V	
FB Input Current	$I_{FB}$	-	-	100	nA	$V_{FB} = 0.7\text{ V}$
Soft Start Time	$t_{SS}$	3.5	5.0	6.5	ms	
<b>SW (MOSFET)</b>						
Switching Frequency	$f_{SW}$	390	500	590	kHz	
Maximum Duty Ratio	$D_{MAX}$	80	-	-	%	
High Side FET ON Resistance	$R_{ONH}$	-	185	270	mΩ	$V_{BOOT} - V_{SW} = 5\text{ V}$
Low Side FET ON Resistance	$R_{ONL}$	-	98	140	mΩ	
<b>Protection</b>						
High Side Over Current Limit <sup>(Note 3)</sup>	$I_{HOCP}$	2.5	3.2	3.9	A	No switching

(Note 3) 出荷検査は行っておりません。

特性データ (参考データ)

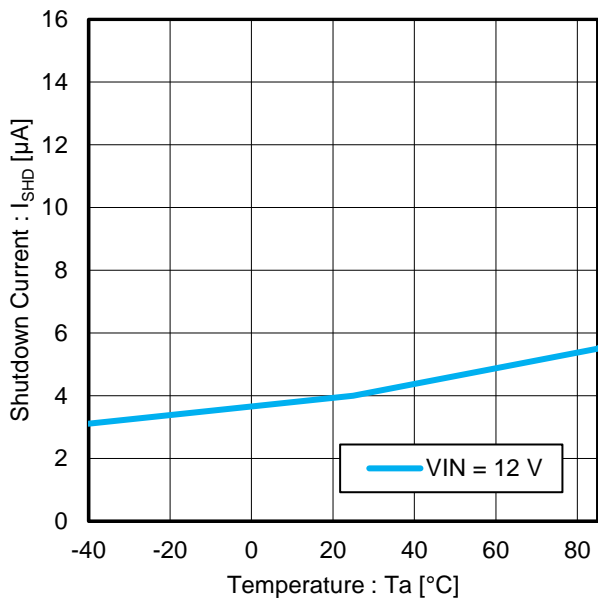


Figure 1. Shutdown Current vs Temperature

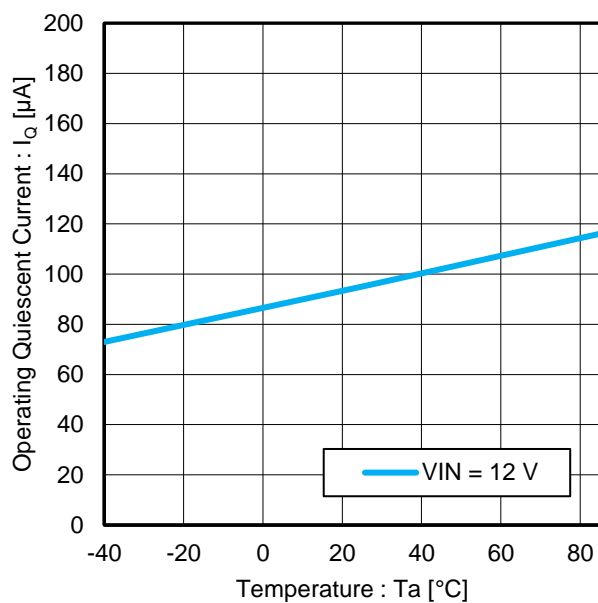


Figure 2. Operating Quiescent Current vs Temperature

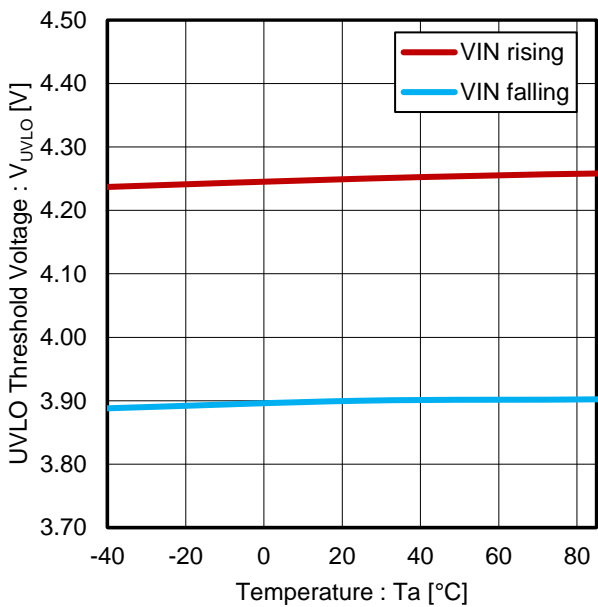


Figure 3. UVLO Threshold Voltage vs Temperature

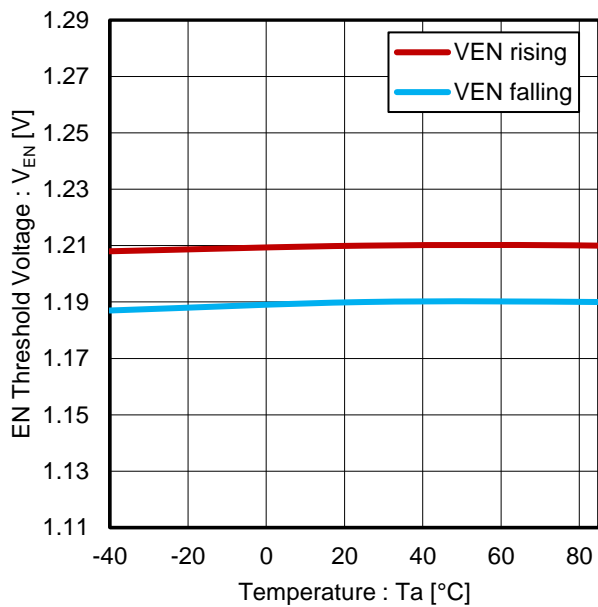


Figure 4. EN Threshold Voltage vs Temperature

特性データ (参考データ) — 続き

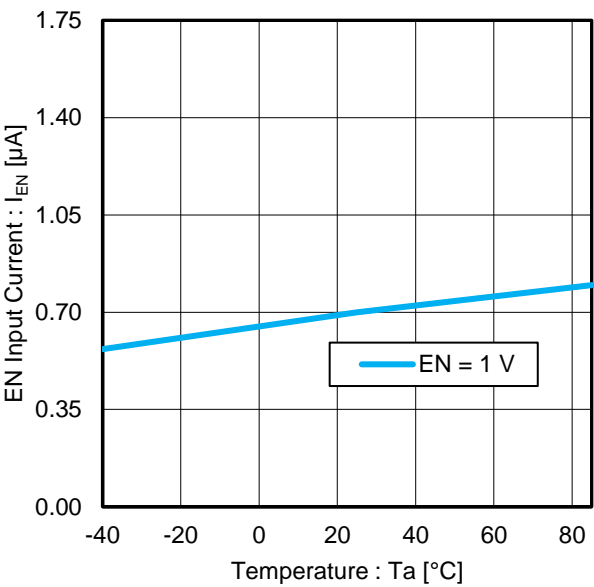


Figure 5. EN Input Current vs Temperature

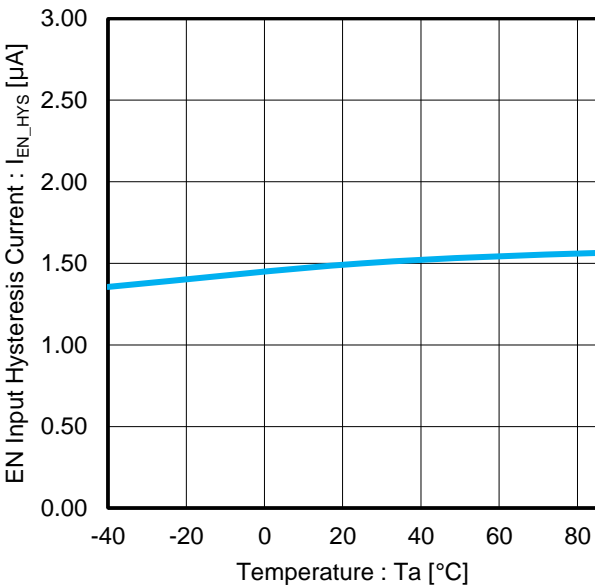


Figure 6. EN Input Hysteresis Current vs Temperature

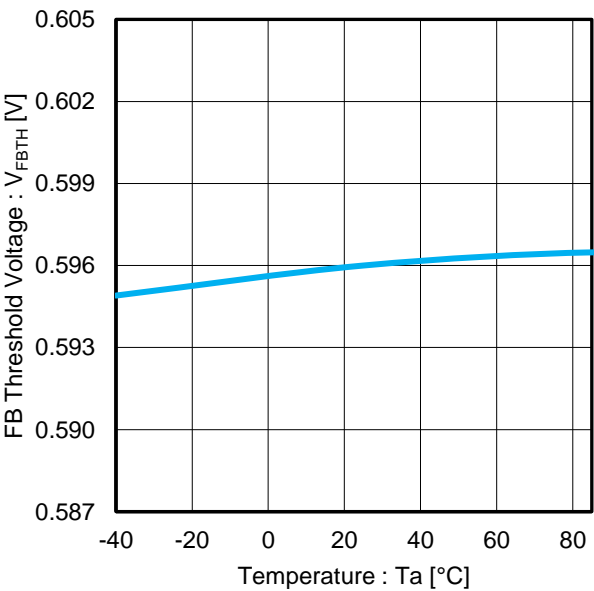


Figure 7. FB Threshold Voltage vs Temperature

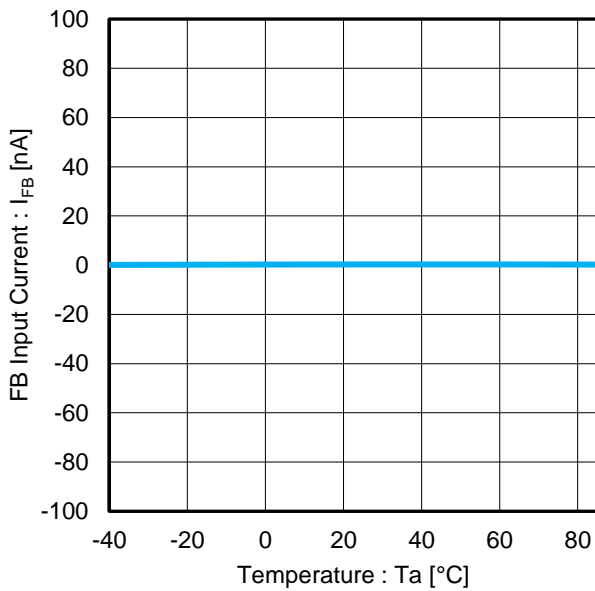


Figure 8. FB Input Current vs Temperature



特性データ (参考データ) — 続き

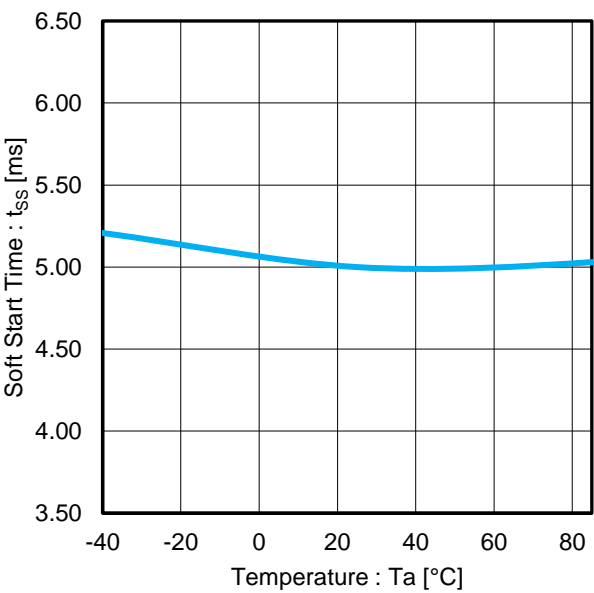


Figure 9. Soft Start Time vs Temperature

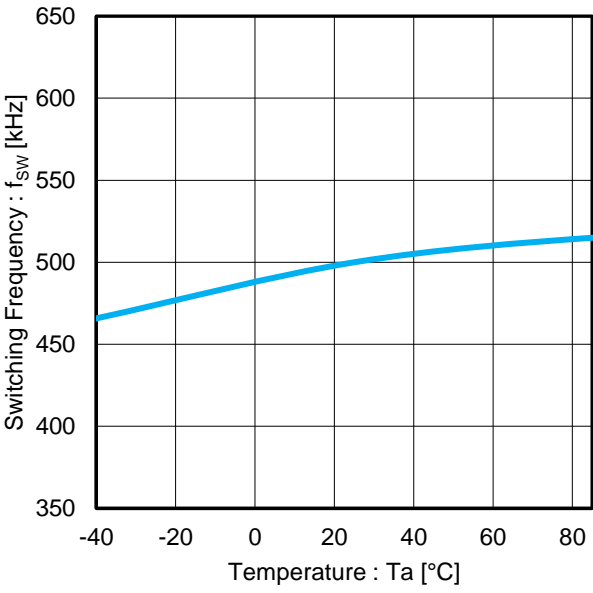


Figure 10. Switching Frequency vs Temperature

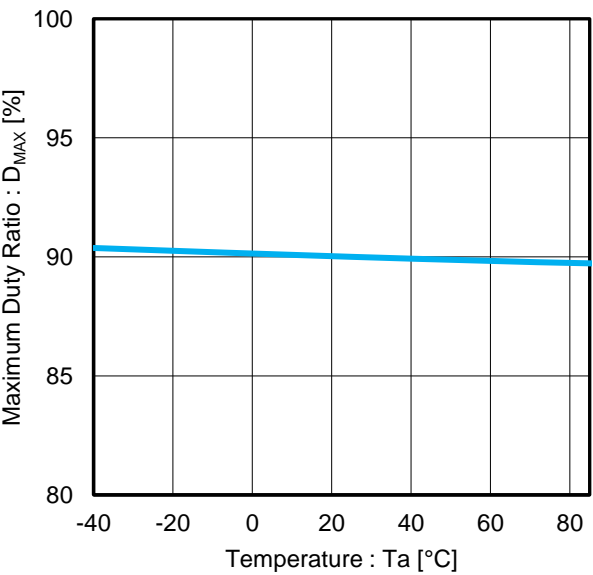


Figure 11. Maximum Duty Ratio vs Temperature

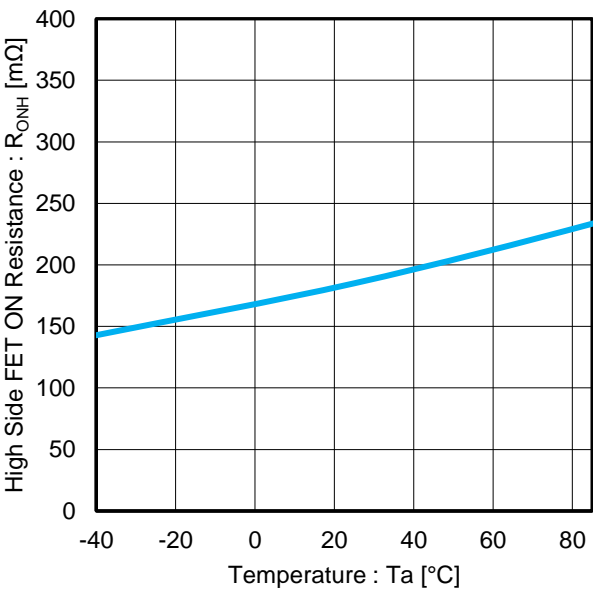


Figure 12. High Side FET ON Resistance vs Temperature

特性データ (参考データ) — 続き

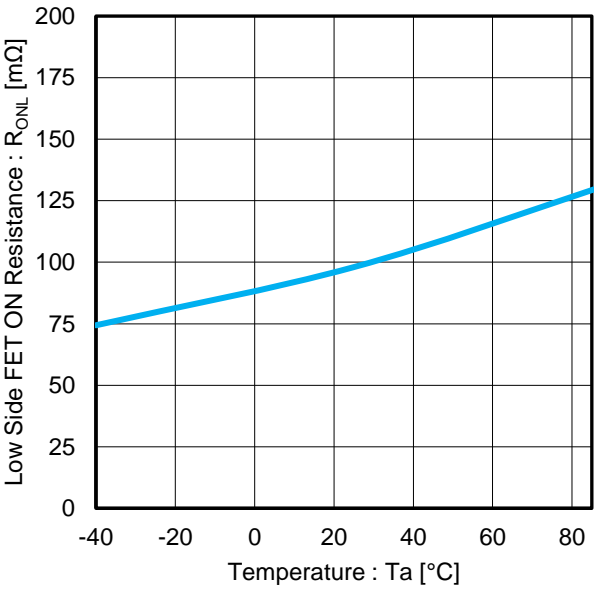


Figure 13. Low Side FET ON Resistance vs Temperature

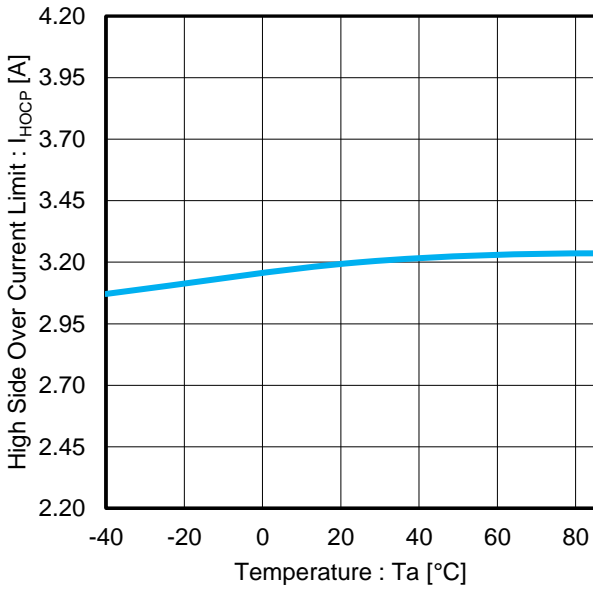


Figure 14. High Side Over Current Limit vs Temperature

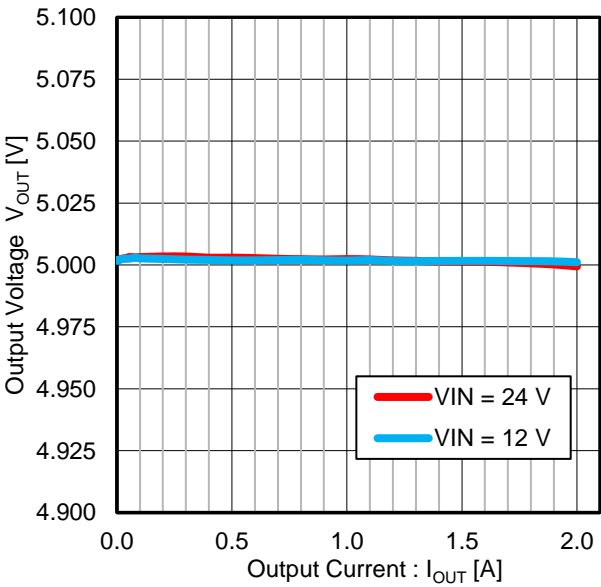


Figure 15. Output Voltage vs Output Current

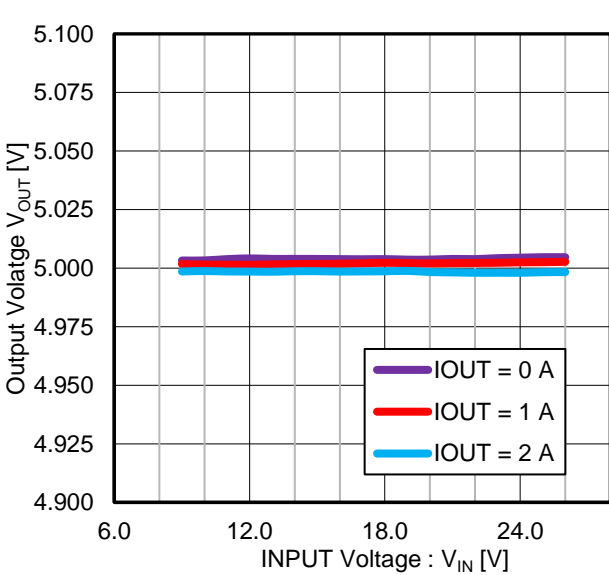


Figure 16. Output Voltage vs Input voltage

特性データ (参考データ) — 続き

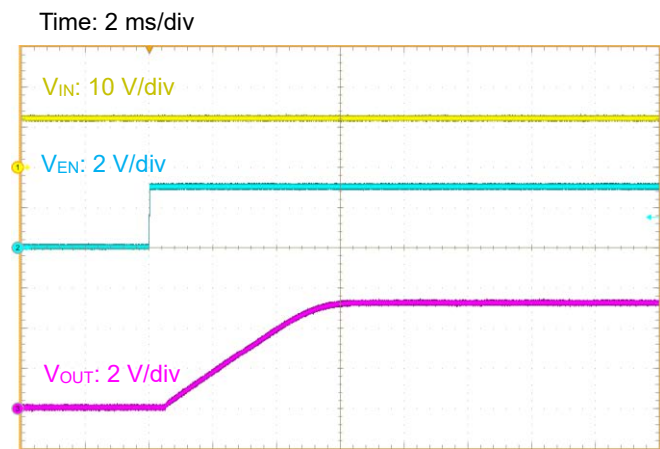


Figure 17. Start-up at No load:  $V_{EN} = 0\text{ V}$  to  $3\text{ V}$   
( $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{ V}$ )

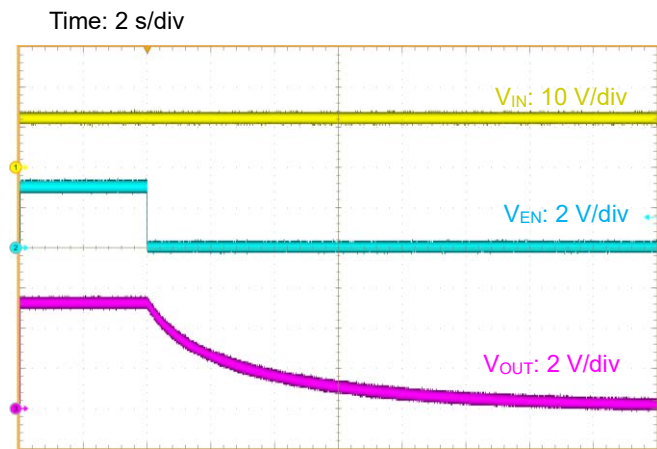


Figure 18. Shutdown at No Load  $V_{EN} = 3\text{ V}$  to  $0\text{ V}$   
( $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{ V}$ )

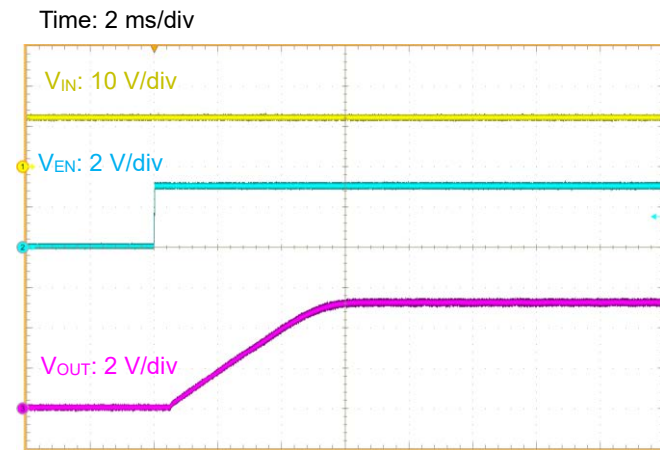


Figure 19. Start-up at  $R_{LOAD} = 2.5\text{ }\Omega$ :  $V_{EN} = 0\text{ V}$  to  $3\text{ V}$   
( $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{ V}$ )

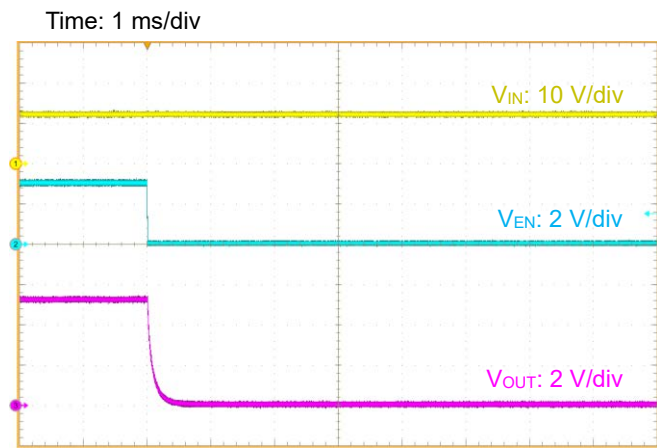


Figure 20. Shutdown at  $R_{LOAD} = 2.5\text{ }\Omega$ :  $V_{EN} = 3\text{ V}$  to  $0\text{ V}$   
( $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{ V}$ )

特性データ (参考データ) — 続き

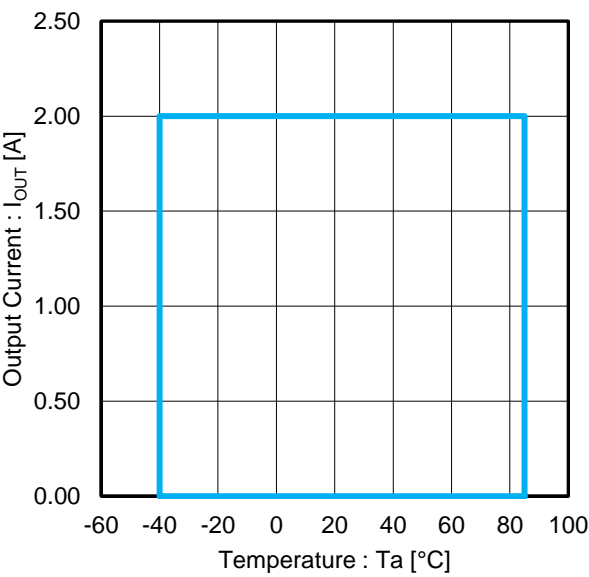


Figure 21. Output Current vs Temperature<sup>(Note 1)</sup>  
Operating Range: Tj < 150 °C (VIN = 12 V, VOUT = 3.3 V)

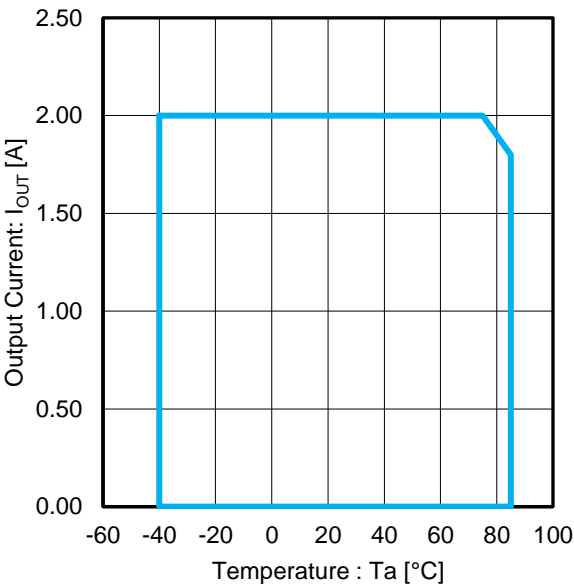


Figure 22. Output Current vs Temperature<sup>(Note 1)</sup>  
Operating Range: Tj < 150 °C (VIN = 12 V, VOUT = 5 V)

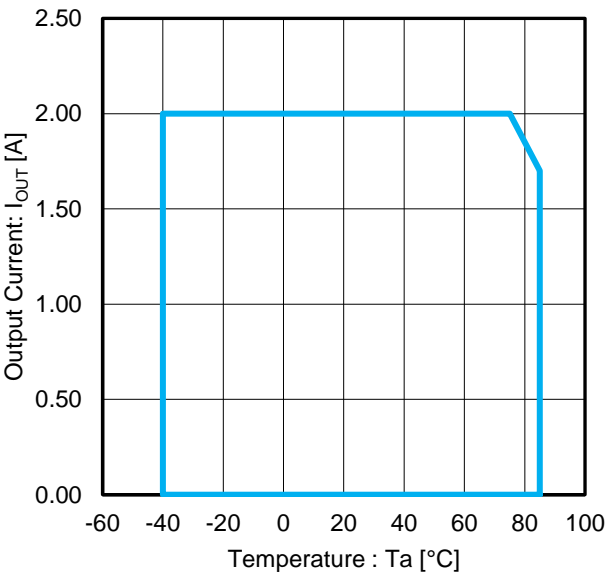


Figure 23. Output Current vs Temperature<sup>(Note 1)</sup>  
Operating Range: Tj < 150 °C (VIN = 24 V, VOUT = 12 V)

(Note 1) Measured on FR-4 board 67.5 mm x 67.5 mm, Copper Thickness: Top and Bottom 70 μm, 2 Internal Layers 35 μm.

特性データ (参考データ) — 続き

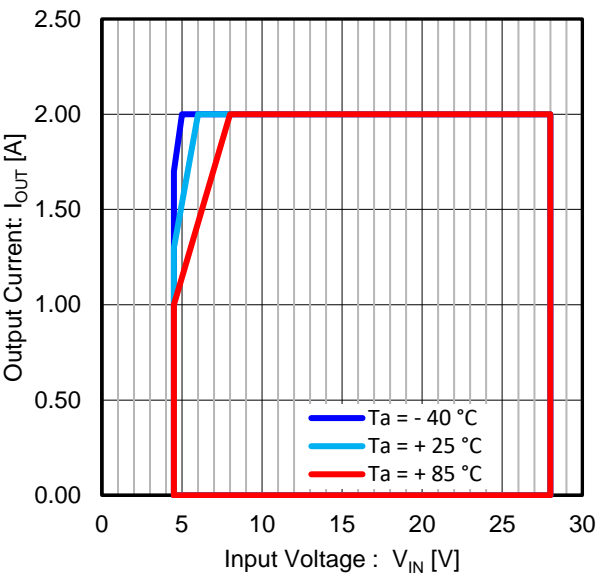


Figure 24. Output Current vs Input Voltage<sup>(Note 1) (Note 2)</sup>  
Operating Range:  $T_j < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$ )

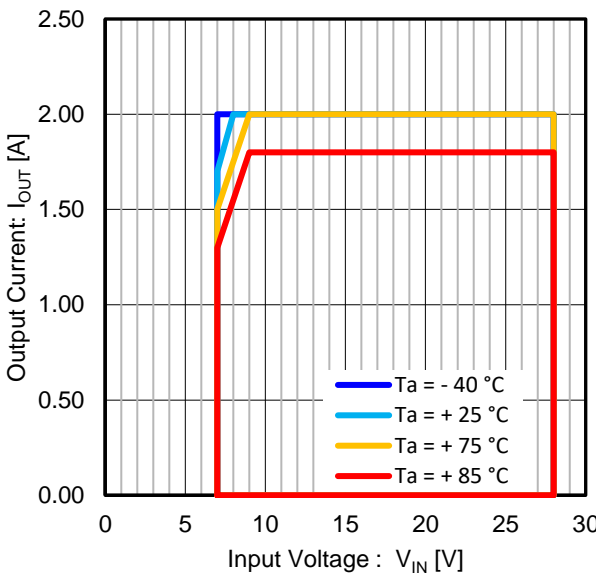


Figure 25. Output Current vs Input Voltage<sup>(Note 1) (Note 2)</sup>  
Operating Range:  $T_j < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $V_{OUT} = 5.0\text{ V}$ )

(Note 1) Measured on FR-4 board 67.5 mm x 67.5 mm, Copper Thickness: Top and Bottom 70  $\mu\text{m}$ , 2 Internal Layers 35  $\mu\text{m}$ .  
(Note 2) At low input voltage and high output voltage setting,  $I_{OUT}$  ability is reduced due to increase in ON resistance losses.

## 機能説明

## 1. 基本動作

## (1) DC/DC コンバータ動作

BD9E202FP4-Z はカレントモード制御を採用した同期整流降圧 DC/DC コンバータです。重負荷では Pulse Width Modulation (PWM) モード制御でスイッチング動作し、軽負荷では効率を向上させるために軽負荷モード制御を行います。

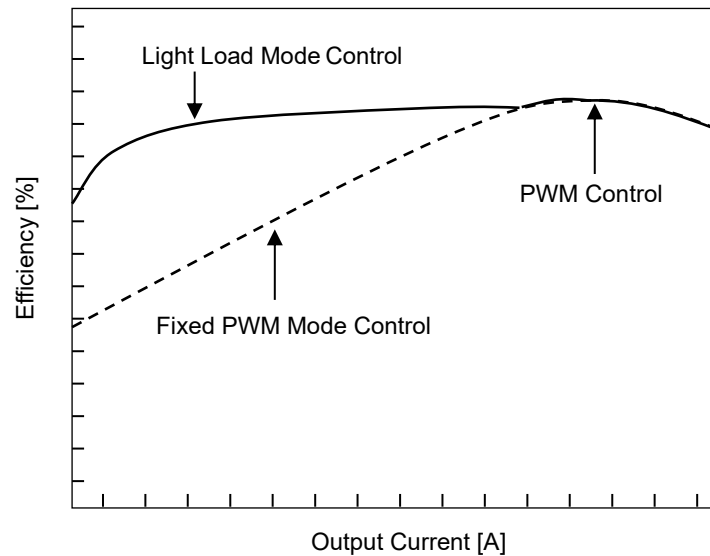


Figure 26. 軽負荷モード制御と PWM モード制御の効率イメージ

## (2) イネーブル制御

EN 端子電圧  $V_{EN}$  によって、デバイスの起動とシャットダウンを制御できます。 $V_{EN}$  が 1.21 V (Typ) 以上になると、内部回路が動作し、デバイスが起動します。 $V_{EN}$  を 1.19 V (Typ) 以下にすると、デバイスがシャットダウンします。EN によるシャットダウン動作の間隔は、100  $\mu$ s 以上に設定してください。この端子はオープンにすると、IC 内部でレギュレータにプルアップされ、デバイスがイネーブル状態となります。

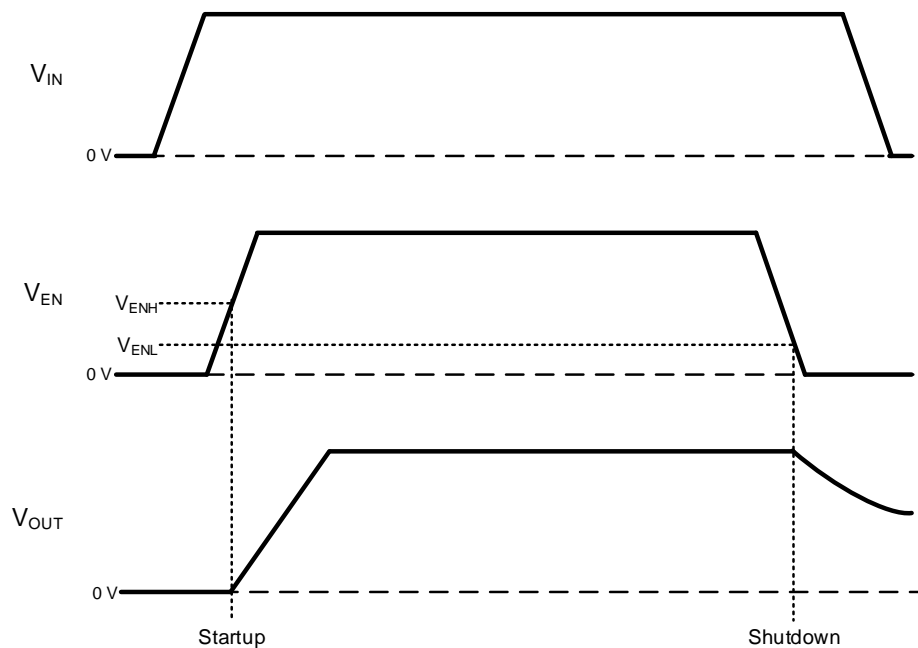


Figure 27. イネーブル制御による起動・シャットダウン タイミングチャート

## 1. 基本動作 - 続き

## (3) ソフトスタート

$V_{EN}$  を High にすると、ソフトスタート機能が動作し出力電圧が緩やかに立ち上がります。また、ソフトスタート機能により、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。ソフトスタート時間  $t_{ss}$  は 5 ms (Typ) になります。

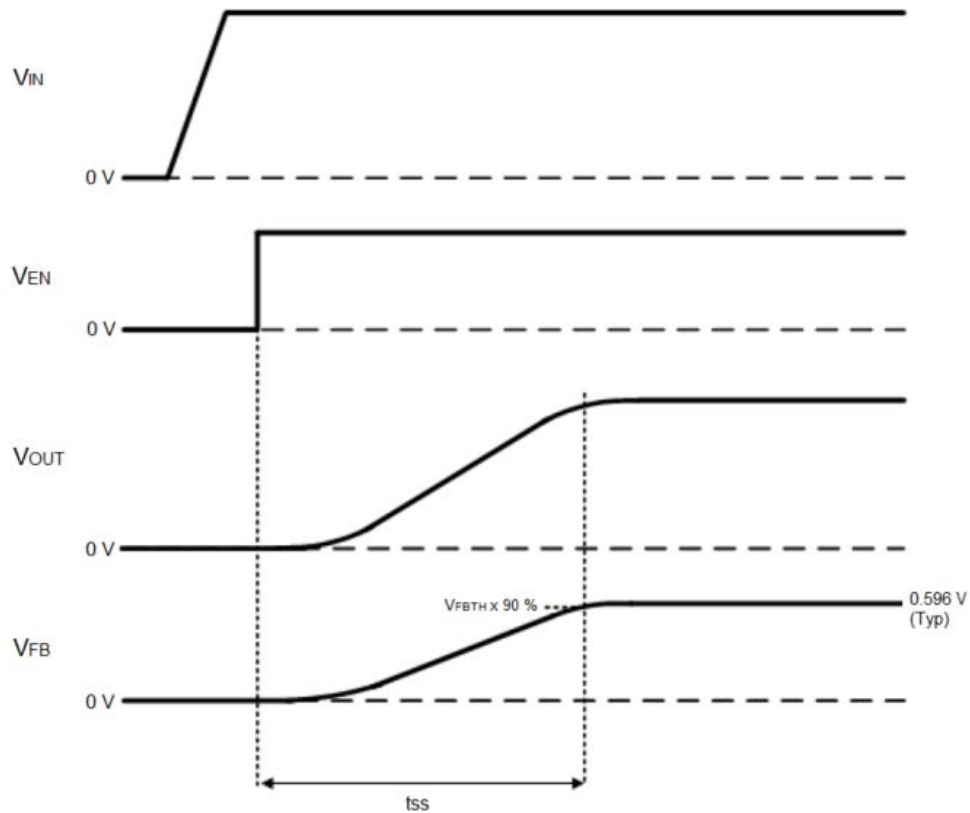


Figure 28. ソフトスタート タイミングチャート

## (4) 周波数スペクトラム拡散

ソフトスタートファンクション (SSEND) が完了するとスペクトラム拡散機能が有効となり EMI ノイズレベルを減らせます。スペクトラム拡散機能動作時はスイッチング周波数 500 kHz(Typ)を中心に $\pm 6\%$  (Typ)の振幅で三角波状に変化します。その時の三角波の周期は 1.024 ms (Typ) となります。

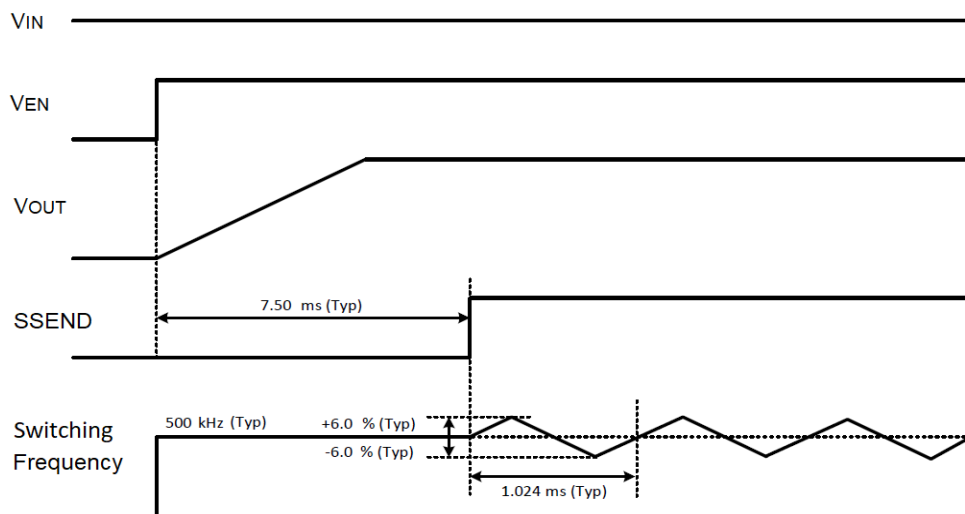


Figure 29. 周波数スペクトラム拡散

## 機能説明 — 続き

## 2. 保護機能

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あり、連続的な保護動作のご使用はしないでください。

## (1) 過電流保護機能 (OCP) / 負荷短絡保護機能 (SCP)

過電流保護機能 (OCP) は、High Side FET に流れる電流をスイッチング周期ごとに制限します。OCP が検出されるとスイッチング動作はスイッチング周波数の 3 周期間マスクされます。

負荷短絡保護機能 (SCP) はヒカップモードです。EN 端子電圧  $V_{EN}$  が 1.21 V (Typ) 以上、 $V_{FB}$  が  $V_{FBTH} \times 70\%$  以下の状態で、1.0 ms (Typ) 間、継続検出されると、32.8 ms (Typ) 間スイッチング動作を停止します。停止後、デバイスは再起動します。OCP 及び SCP 動作時に最高接合部温度 ( $T_{jmax} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) を超えないようご配慮ください。EN 端子電圧  $V_{EN}$  が 1.19 V (Typ) 以下の場合にはヒカップモードは動作しません。

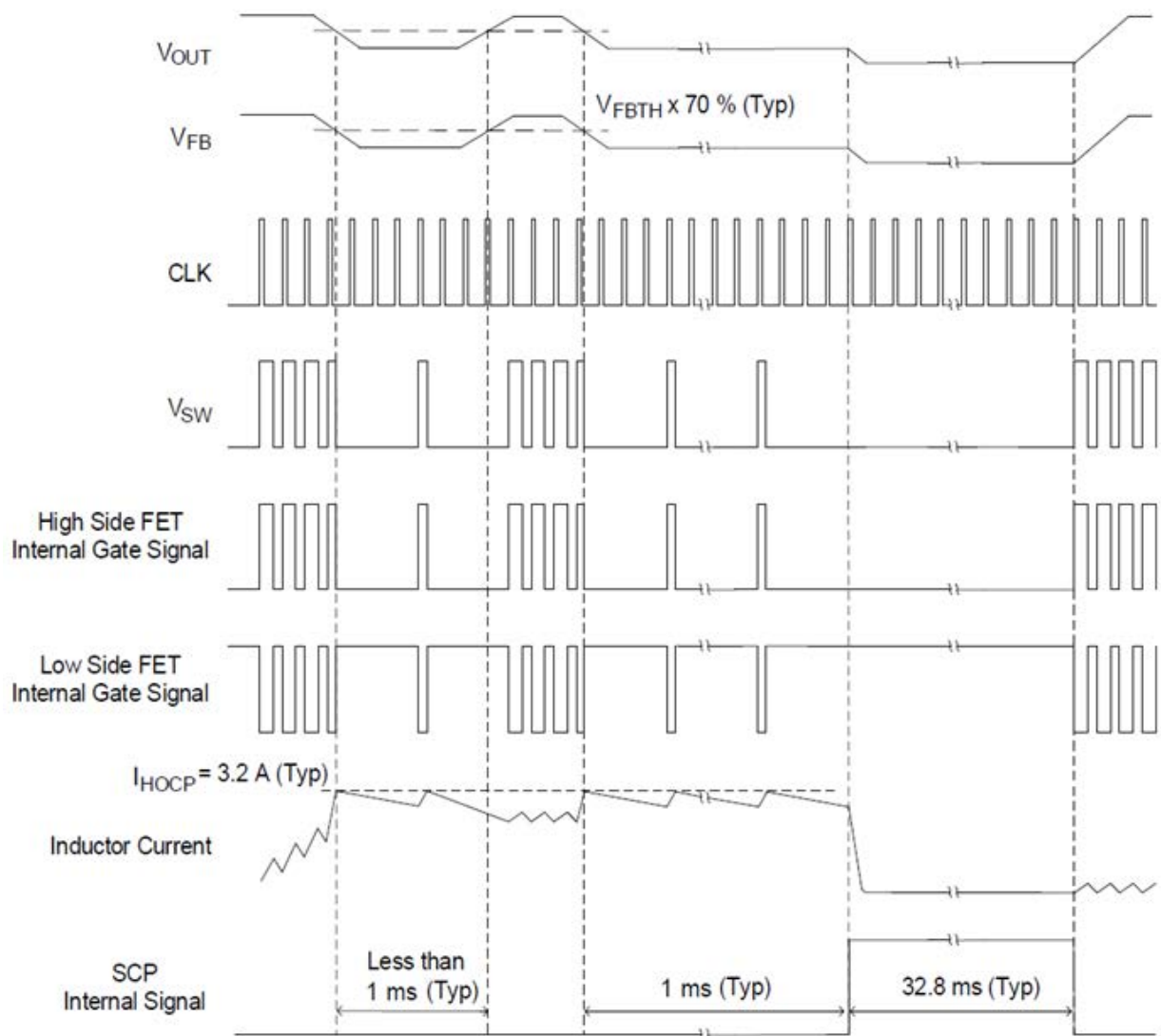


Figure 30. OCP and SCP Timing Chart



## 2. 保護機能 - 続き

## (2) 低入力電圧誤動作防止機能 (UVLO)

入力電圧  $V_{IN}$  が 3.9 V (Typ) 以下になると、デバイスがシャットダウンします。 $V_{IN}$  が 4.25 V (Typ) 以上になると、デバイスが起動します。ヒステリシスは 350 mV (Typ) です。

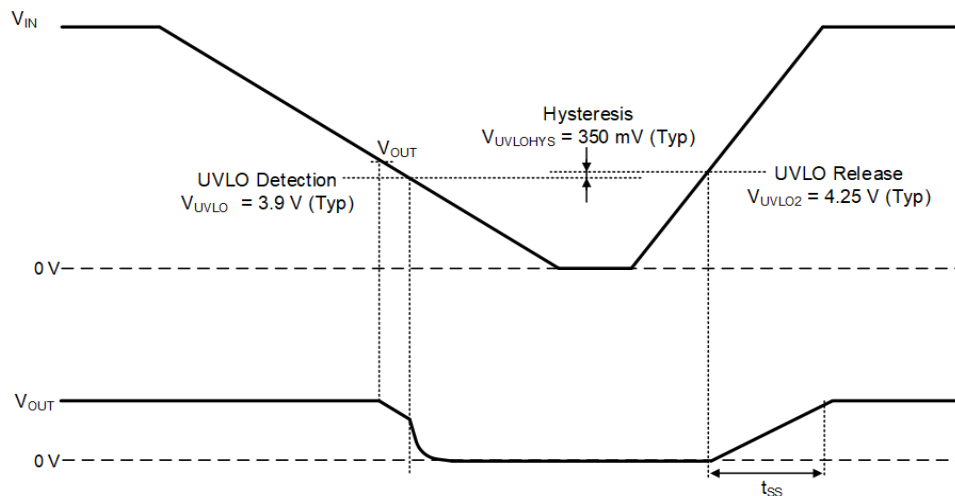


Figure 31. UVLO タイミングチャート

UVLO スレッシュホールド電圧は、 $V_{IN}$  端子と EN 端子間に接続された抵抗分割によって、IC 内部で設定される UVLO スレッシュホールド電圧よりも高く設定できます。

抵抗分割による UVLO 電圧は以下のように計算できます。

where as

$$R_4 = \frac{V_{START} \times \frac{V_{ENL}}{V_{ENH}} - V_{STOP}}{I_{EN} \times \left(1 - \frac{V_{ENL}}{V_{ENH}}\right) + I_{EN\_HYS}} \quad \Omega$$

$$R_5 = \frac{R_4 \times V_{ENL}}{V_{STOP} - V_{ENL} + R_4 \times (I_{EN} + I_{EN\_HYS})} \quad \Omega$$

$V_{START}$ ,  $V_{STOP}$ : 外付け UVLO スレッシュホールド電圧

$V_{START} - V_{STOP} = 500 \text{ mV (Typ)}$

$V_{ENL} = 1.19 \text{ V (Typ)}$

$V_{ENH} = 1.21 \text{ V (Typ)}$

$I_{EN} = 0.7 \mu\text{A (Typ)}$

$I_{EN\_HYS} = 1.5 \mu\text{A (Typ)}$

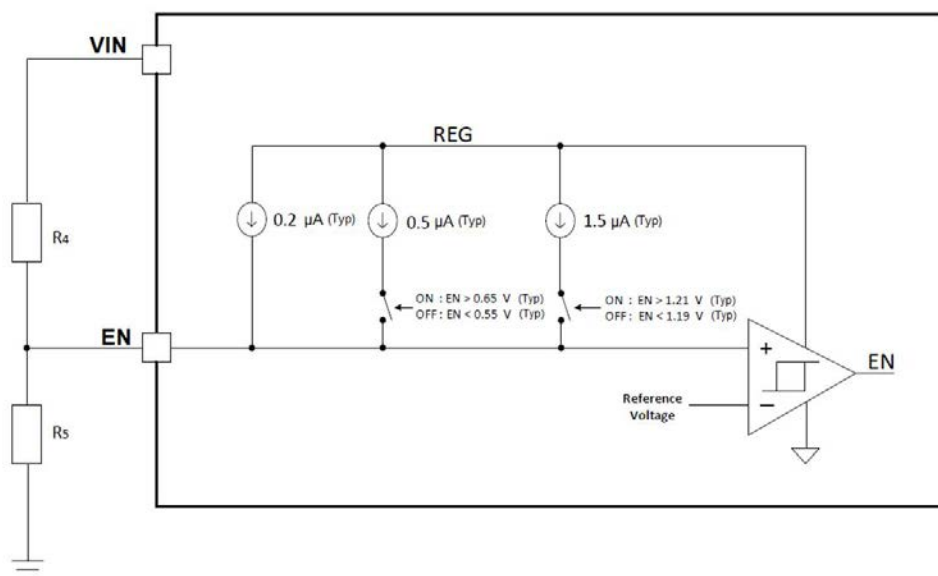


Figure 32. External UVLO Setting

## 2. 保護機能 - 続き

### (3) 温度保護機能 (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 ( $T_{jmax} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) 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  $T_j$  が  $175\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Typ) まで上昇すると、温度保護回路 (TSD) が動作し出力段の MOSFET を OFF します。その後、チップ温度  $T_j$  が低下し、TSD スレッシュホールドを下回ると自動で復帰します。TSD スレッシュホールドは、 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Typ) のヒステリシスを持っています。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) 過電圧保護機能 (OVP)

FB 端子電圧  $V_{FB}$  が  $V_{FBTH} \times 120\%$  (Typ) 以上になると、MOSFETs を OFF させることで、出力電圧の上昇を抑えます。 $V_{FB}$  が  $V_{FBTH} \times 115\%$  (Typ) 以下になると、通常動作状態に戻ります。スイッチング動作は、 $V_{FB}$  が  $V_{FBTH}$  (Typ) 以下になったときに再開されます。

## 応用回路例

1.  $V_{IN} = 9\text{ V to }24\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$ 

Table 1. アプリケーション仕様

Parameter	Symbol	Specification Value
Input Voltage	$V_{IN}$	9 V to 24 V (Typ)
Output Voltage	$V_{OUT}$	3.3 V (Typ)
Maximum Output Current	$I_{OUTMAX}$	2 A
Temperature	$T_a$	25 °C

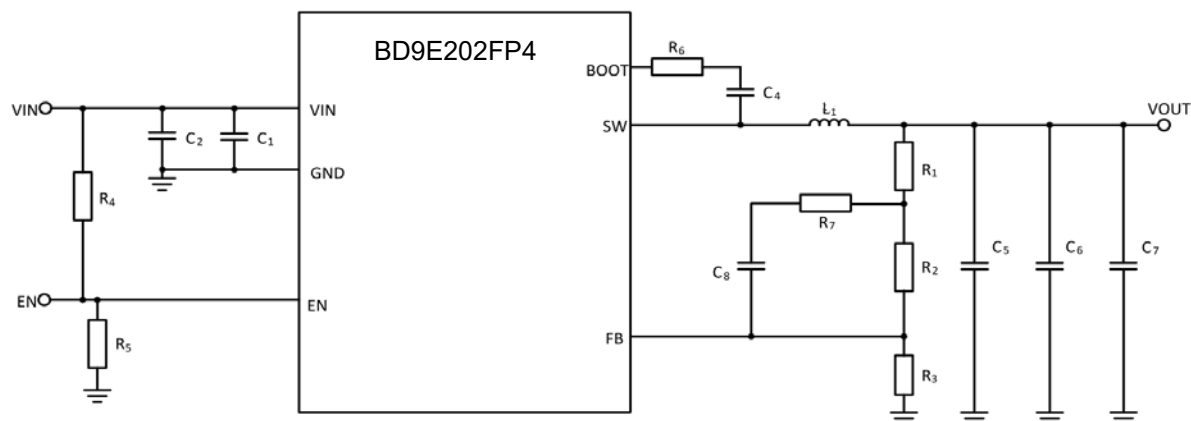


Figure 33. アプリケーション回路図

Table 2. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L <sub>1</sub>	10 $\mu\text{H}$	1217AS-H-100M	8080	Murata
C <sub>1</sub> (Note 1)	0.1 $\mu\text{F}$ (50 V, X5R, $\pm 10\%$ )	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C <sub>2</sub> (Note 2)	10 $\mu\text{F}$ (100 V, X7S, $\pm 10\%$ )	GRM32EC72A106KE05	3225	Murata
C <sub>4</sub> (Note 3)	0.1 $\mu\text{F}$ (50 V, X5R, $\pm 10\%$ )	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
R <sub>6</sub>	Short	-	-	-
C <sub>5</sub> (Note 4)	22 $\mu\text{F}$ (25 V, X7R, $\pm 10\%$ )	GRM32ER71E226KE15	3225	Murata
C <sub>6</sub> (Note 4)	22 $\mu\text{F}$ (25 V, X7R, $\pm 10\%$ )	GRM32ER71E226KE15	3225	Murata
C <sub>7</sub> (Note 4)	-	-	-	-
C <sub>8</sub>	56 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$ )	GRM0335C1H560JA01D	0603	Murata
R <sub>7</sub>	Short	-	-	-
R <sub>1</sub> (Note 5)	Short	-	-	-
R <sub>2</sub>	100 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R <sub>3</sub>	22 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF2202	1005	ROHM
R <sub>4</sub> (Note 6)	510 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF5103	1005	ROHM
R <sub>5</sub> (Note 6)	82 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF8202	1005	ROHM

(Note 1) 高周波ノイズの影響を低減するために、C<sub>1</sub>に0.1  $\mu\text{F}$ のセラミック・コンデンサをVIN端子とGND端子の極力近くに配置してください。

(Note 2) 入力コンデンサC<sub>2</sub>は温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が3.0  $\mu\text{F}$ を下回らないように設定してください。

(Note 3) ブートストラップコンデンサC<sub>4</sub>は、温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が0.022  $\mu\text{F}$ を下回らないように設定してください。

(Note 4) 出力コンデンサC<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>の温度特性、DCバイアス特性などにより、実容量値が変わり、ループ特性が変動する可能性があります。実アプリケーションでの十分な確認をお願いします。

(Note 5) R<sub>1</sub>はフィードバックの周波数特性測定用であり、オプションとなります。R<sub>1</sub>に抵抗を挿入することで、FRAなどを用いて周波数特性（位相マージン）を測定することができます。なお、実アプリケーションではこの抵抗は使用しないため、ショートして使用ください。

(Note 6) R<sub>4</sub>とR<sub>5</sub>はUVLOスレッシュホールド電圧設定に使用します。P17にて計算方法をご参照ください。

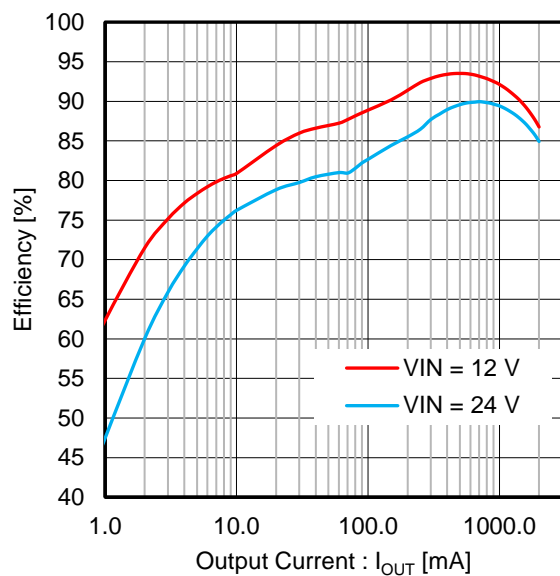
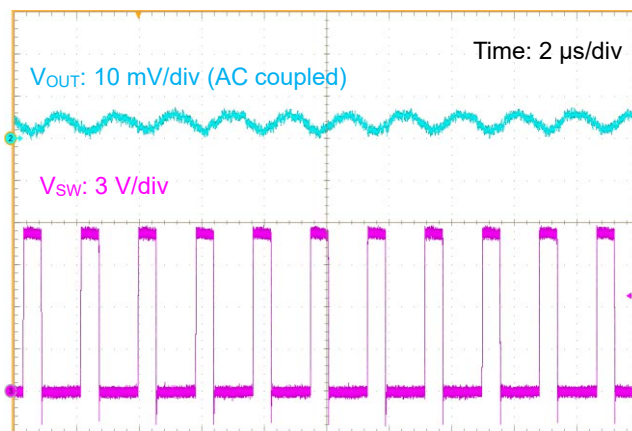
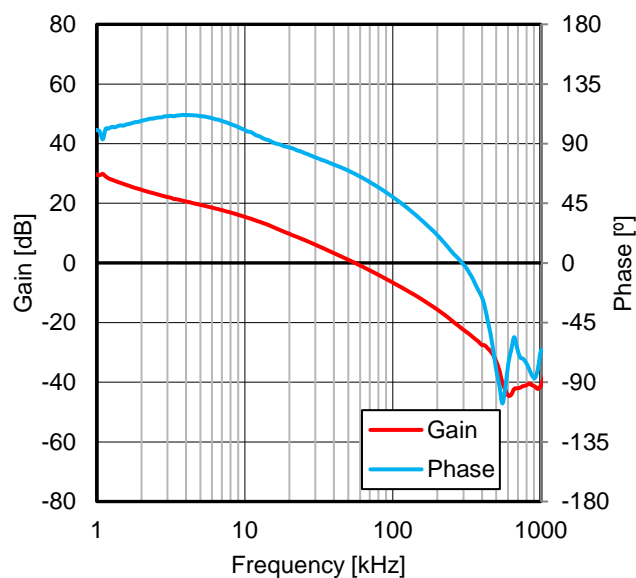
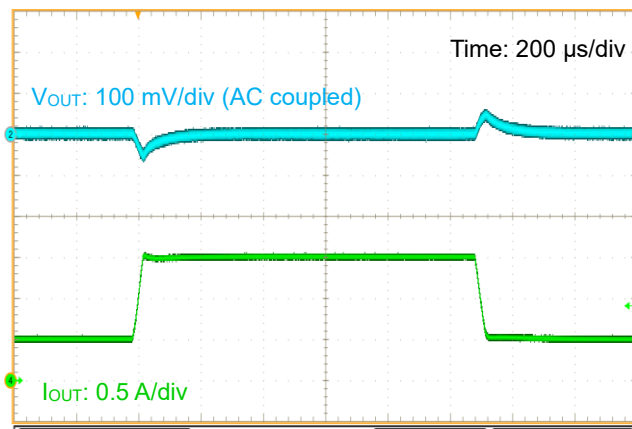
1.  $V_{IN} = 9\text{ V}$  to  $24\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$  – 続き

Figure 34. Efficiency vs Output Current

Figure 35. Output Ripple Voltage ( $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 2\text{ A}$ )Figure 36. Frequency Characteristics  
( $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 2\text{ A}$ )Figure 37. Load Transient Response  
( $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 0.5\text{ A}$  to  $1.5\text{ A}$ )

## 応用回路例 — 続き

2.  $V_{IN} = 9\text{ V to }24\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{ V}$ 

Table 3. アプリケーション仕様

Parameter	Symbol	Specification Value
Input Voltage	$V_{IN}$	9 V to 24 V (Typ)
Output Voltage	$V_{OUT}$	5 V (Typ)
Maximum Output Current	$I_{OUTMAX}$	2 A
Temperature	$T_a$	25 °C

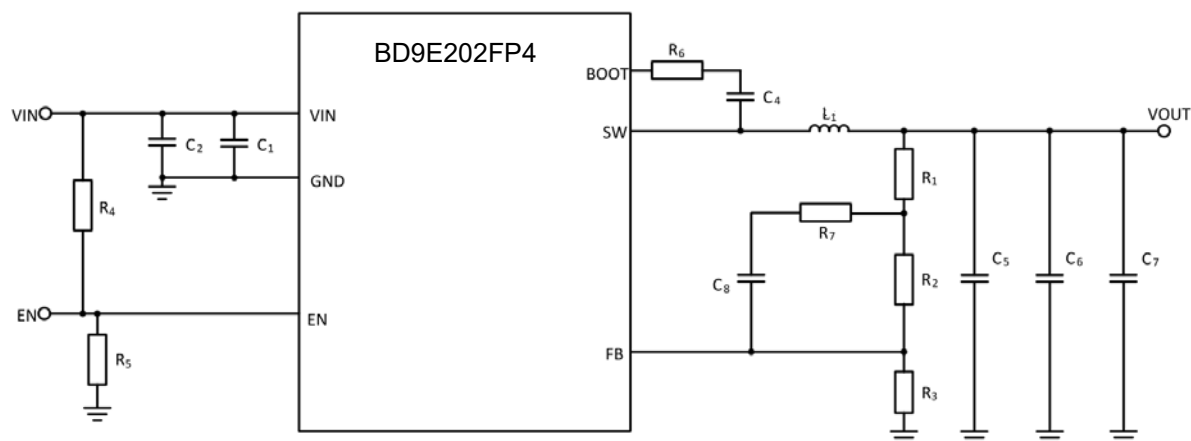


Figure 38. アプリケーション回路図

Table 4. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L <sub>1</sub>	15 $\mu$ H	1217AS-H-150M	8080	Murata
C <sub>1</sub> (Note 1)	0.1 $\mu$ F (50 V, X5R, $\pm 10\%$ )	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C <sub>2</sub> (Note 2)	10 $\mu$ F (100 V, X7S, $\pm 10\%$ )	GRM32EC72A106KE05	3225	Murata
C <sub>4</sub> (Note 3)	0.1 $\mu$ F (50 V, X5R, $\pm 10\%$ )	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
R <sub>6</sub>	Short	-	-	-
C <sub>5</sub> (Note 4)	22 $\mu$ F (25 V, X7R, $\pm 10\%$ )	GRM32ER71E226KE15	3225	Murata
C <sub>6</sub> (Note 4)	22 $\mu$ F (25 V, X7R, $\pm 10\%$ )	GRM32ER71E226KE15	3225	Murata
C <sub>7</sub> (Note 4)	-	-	-	-
C <sub>8</sub>	75 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$ )	GRM0335C1H750JA01D	0603	Murata
R <sub>7</sub>	Short	-	-	-
R <sub>1</sub> (Note 5)	0.82 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF8200	1005	ROHM
R <sub>2</sub>	110 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1103	1005	ROHM
R <sub>3</sub>	15 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1502	1005	ROHM
R <sub>4</sub> (Note 6)	510 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF5103	1005	ROHM
R <sub>5</sub> (Note 6)	82 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF8202	1005	ROHM

(Note 1) 高周波ノイズの影響を低減するために、C<sub>1</sub>に0.1  $\mu$ Fのセラミック・コンデンサをVIN端子とGND端子の極力近くに配置してください。(Note 2) 入力コンデンサC<sub>2</sub>は温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が3.0  $\mu$ Fを下回らないように設定してください。(Note 3) ブートストラップコンデンサC<sub>4</sub>は、温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が0.022  $\mu$ Fを下回らないように設定してください。(Note 4) 出力コンデンサC<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>の温度特性、DCバイアス特性などにより、実容量値が変わり、ループ特性が変動する可能性があります。実アプリケーションでの十分な確認をお願いします。(Note 5) R<sub>1</sub>はフィードバックの周波数特性測定用であり、オプションとなります。R<sub>1</sub>に抵抗を挿入することで、FRAなどを用いて周波数特性（位相マージン）を測定することができます。なお、実アプリケーションではこの抵抗は使用しないため、ショートして使用ください。(Note 6) R<sub>4</sub>とR<sub>5</sub>はUVLOスレッシュホールド電圧設定に使用します。P17にて計算方法をご参照ください。

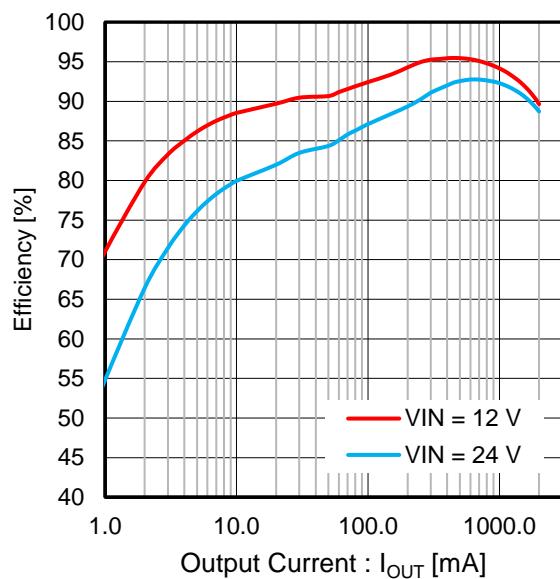
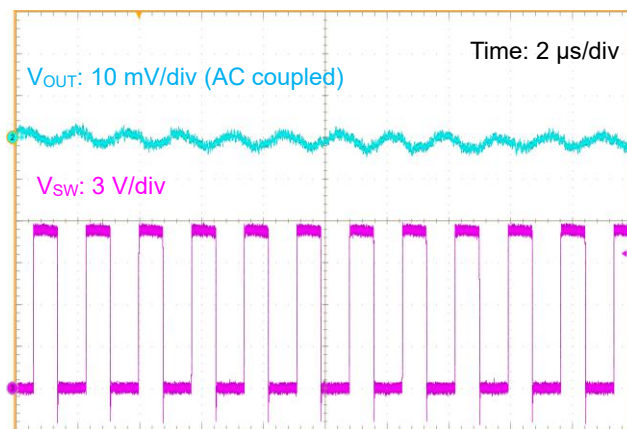
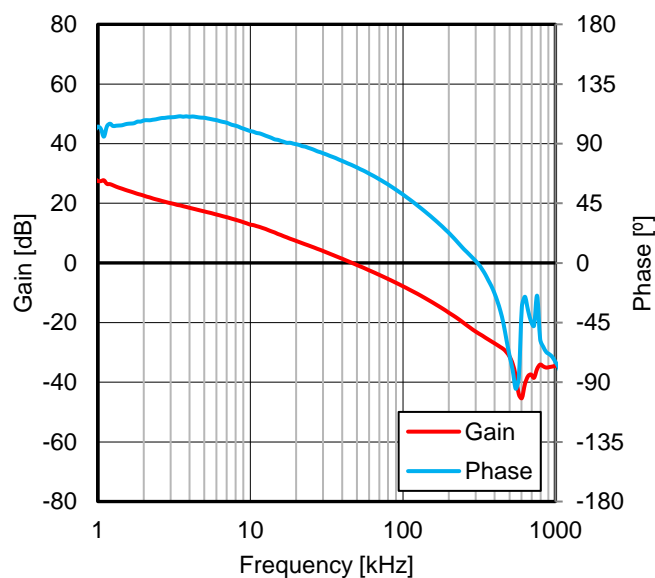
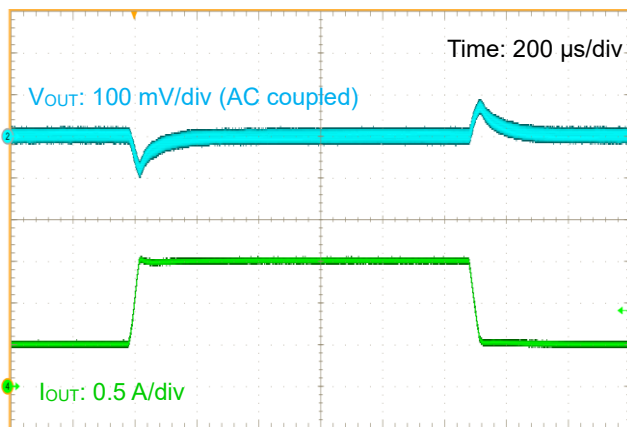
2.  $V_{IN} = 9\text{ V}$  to  $24\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{ V}$  – 続き

Figure 39. Efficiency vs Output Current

Figure 40. Output Ripple Voltage ( $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 2\text{ A}$ )Figure 41. Frequency Characteristics  
( $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 2\text{ A}$ )Figure 42. Load Transient Response  
( $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 0.5\text{ A}$  to  $1.5\text{ A}$ )

## 応用回路例 — 続き

3.  $V_{IN} = 24\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 12\text{ V}$ 

Table 5. アプリケーション仕様

Parameter	Symbol	Specification Value
Input Voltage	$V_{IN}$	24 V (Typ)
Output Voltage	$V_{OUT}$	12 V (Typ)
Maximum Output Current	$I_{OUTMAX}$	2 A
Temperature	$T_a$	25 °C

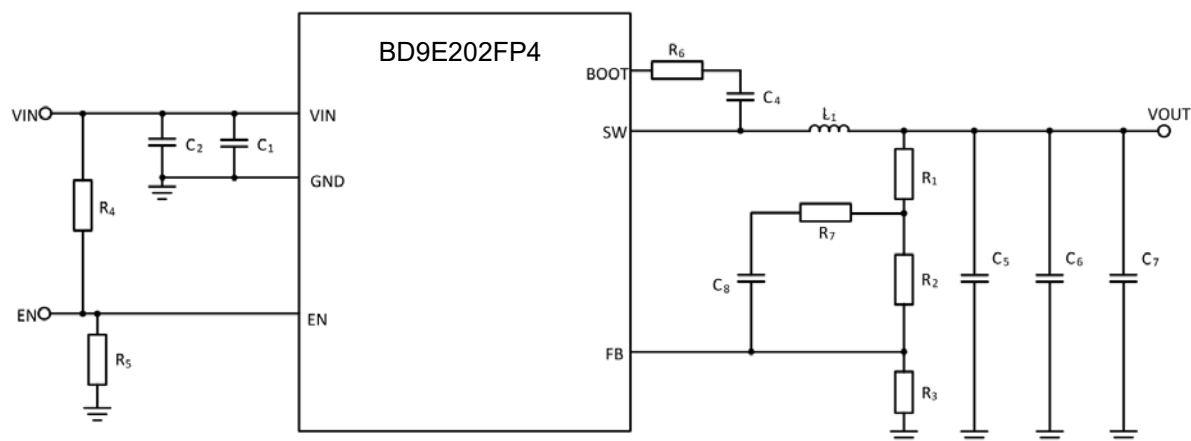


Figure 43. アプリケーション回路図

Table 6. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L <sub>1</sub>	22 $\mu$ H	1217AS-H-220M	8080	Murata
C <sub>1</sub> (Note 1)	0.1 $\mu$ F (50 V, X5R, $\pm 10\%$ )	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C <sub>2</sub> (Note 2)	10 $\mu$ F (100 V, X7S, $\pm 10\%$ )	GRM32EC72A106KE05	3225	Murata
C <sub>4</sub> (Note 3)	0.1 $\mu$ F (50 V, X5R, $\pm 10\%$ )	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
R <sub>6</sub>	Short	-	-	-
C <sub>5</sub> (Note 4)	22 $\mu$ F (25 V, X7R, $\pm 10\%$ )	GRM32ER71E226KE15	3225	Murata
C <sub>6</sub> (Note 4)	22 $\mu$ F (25 V, X7R, $\pm 10\%$ )	GRM32ER71E226KE15	3225	Murata
C <sub>7</sub> (Note 4)	-	-	-	-
C <sub>8</sub>	100 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$ )	GRM0335C1H101JA01D	0603	Murata
R <sub>7</sub>	Short	-	-	-
R <sub>1</sub> (Note 5)	Short	-	-	-
R <sub>2</sub>	130 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1303	1005	ROHM
R <sub>3</sub>	6.8 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF6801	1005	ROHM
R <sub>4</sub> (Note 6)	470 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF4703	1005	ROHM
R <sub>5</sub> (Note 6)	33 k $\Omega$ (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF3302	1005	ROHM

(Note 1) 高周波ノイズの影響を低減するために、C<sub>1</sub>に0.1  $\mu$ Fのセラミック・コンデンサをVIN端子とGND端子の極力近くに配置してください。(Note 2) 入力コンデンサC<sub>2</sub>は温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が3.0  $\mu$ Fを下回らないように設定してください。(Note 3) ブートストラップコンデンサC<sub>4</sub>は、温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が0.022  $\mu$ Fを下回らないように設定してください。(Note 4) 出力コンデンサC<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>の温度特性、DCバイアス特性などにより、実容量値が変わり、ループ特性が変動する可能性があります。実アプリケーションでの十分な確認をお願いします。(Note 5) R<sub>1</sub>はフィードバックの周波数特性測定用であり、オプションとなります。R<sub>1</sub>に抵抗を挿入することで、FRAなどを用いて周波数特性（位相マージン）を測定することができます。なお、実アプリケーションではこの抵抗は使用しないため、ショートして使用ください。(Note 6) R<sub>4</sub>とR<sub>5</sub>はUVLOスレッシュホールド電圧設定に使用します。P17にて計算方法をご参照ください。

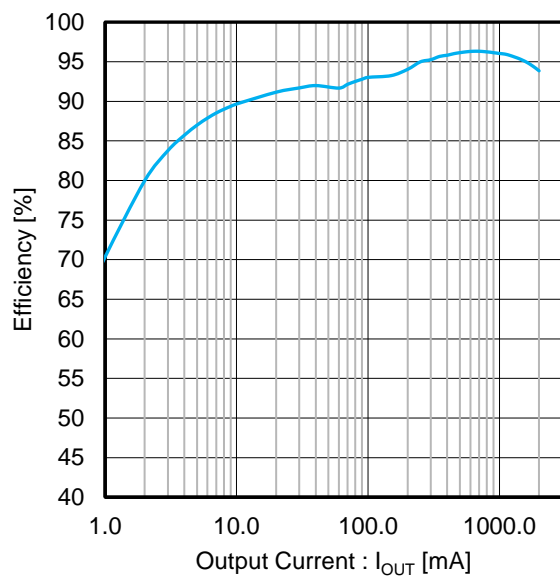
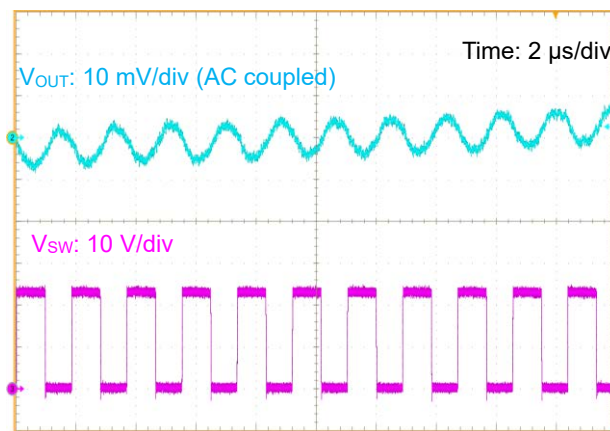
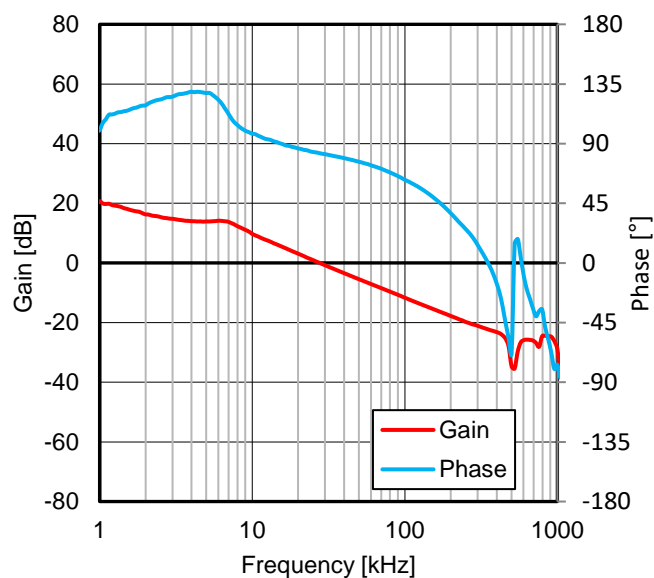
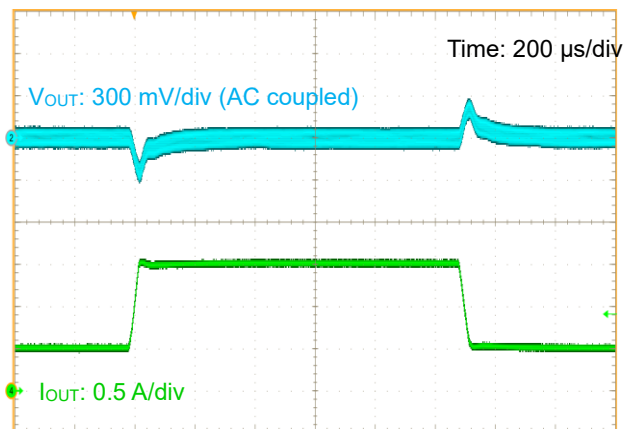
3.  $V_{IN} = 24\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 12\text{ V}$  – 続き

Figure 44. Efficiency vs Output Current

Figure 45. Output Ripple Voltage ( $V_{IN} = 24\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 2\text{ A}$ )Figure 46. Frequency Characteristics  
( $V_{IN} = 24\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 2\text{ A}$ )Figure 47. Load Transient Response  
( $V_{IN} = 24\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 0.5\text{ A}$  to  $1.5\text{ A}$ )



## アプリケーション部品選定方法

応用回路例に示す推奨定数以外の設定をご使用の場合、弊社までお問い合わせください。

## 1. 入力コンデンサ

入力コンデンサにはセラミック・コンデンサをご使用ください。入力コンデンサは入力リップルノイズの低減に効果があり、VIN 端子の極力近くに配置することでその効果を発揮します。ばらつき、温度特性、DC バイアス特性、経時変化などを含めて実効容量値が 3  $\mu$ F を下回らないように設定してください。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。また、高周波ノイズを低減するために 0.1  $\mu$ F のコンデンサを VIN 端子と GND 端子の極力近くに配置してください。

## 2. 出力 LC フィルタ

DC/DC コンバータでは、負荷に連続的な電流を供給するために、出力電圧平滑化用の LC フィルタが必要です。インダクタンス値の推奨値は Table 7 を参照ください。

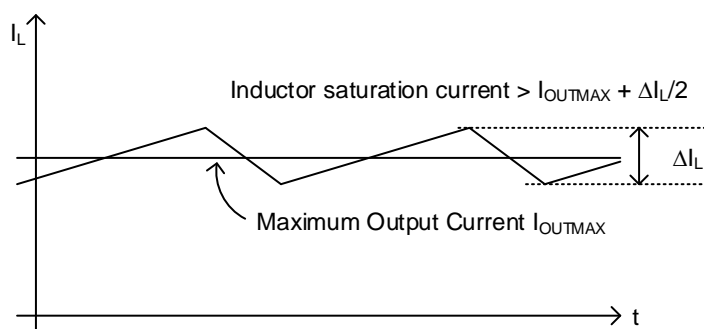


Figure 48. インダクタに流れる電流波形

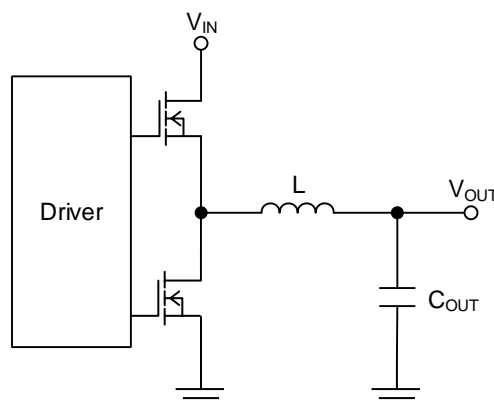


Figure 49. 出力 LC フィルタ回路

$V_{IN} = 12$  V、 $V_{OUT} = 5$  V、 $L = 15$   $\mu$ H、スイッチング周波数  $f_{SW} = 500$  kHz で計算するとインダクタ電流  $\Delta I_L$  は次式になります。

$$\Delta I_L = V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT}) \times \frac{1}{V_{IN} \times f_{SW} \times L} = 0.389 \text{ [A]}$$

インダクタの定格電流は、出力最大負荷電流  $I_{OUTMAX}$  にインダクタリップル電流  $\Delta I_L$  の 1/2 を足し合わせた電流よりも大きいものを使用してください。出力コンデンサ  $C_{OUT}$  にはセラミック・コンデンサを使用してください。実容量値の推奨値は Table 7 を参照ください。 $C_{OUT}$  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  $C_{OUT}$  を選定してください。出力リップル電圧は次式で見積もることができます。

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

$R_{ESR}$  : 出力コンデンサの等価直列抵抗

ここで  $C_{OUT} = 44$   $\mu$ F、 $R_{ESR} = 5$  m $\Omega$  とすると、出力リップル電圧  $\Delta V_{RPL}$  は

$$\Delta V_{RPL} = 0.389 \text{ A} \times \left( 5 \text{ m}\Omega + \frac{1}{8 \times 44 \text{ }\mu\text{F} \times 500 \text{ kHz}} \right) = 4.15 \text{ [mV]}$$

と計算されます。

## 2. 出力 LC フィルタ — 続き

また、 $V_{OUT}$  に接続されるすべてのコンデンサの合計値  $C_{OUTMAX}$  は次式を満たす範囲にしてください。

$$C_{OUTMAX} < \frac{t_{SSMIN}}{V_{OUT}} \times (I_{OUTSS} - I_{OUTMAX} - \frac{\Delta I_L}{2}) \quad [F]$$

where:

$t_{SSMIN}$  最小ソフトスタート時間

$V_{OUT}$  出力電圧

$I_{OUTMAX}$  最大出力電流

$\Delta I_L$  インダクタリップル電流

$I_{OUTSS}$  ソフトスタート時の最大出力電流

例として、 $V_{IN} = 12\text{ V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{ V}$ 、 $L = 15\text{ }\mu\text{H}$ 、 $f_{SW} = 500\text{ kHz (Typ)}$ 、 $t_{SSMIN} = 3.5\text{ ms}$ 、 $I_{OUTMAX} = 2\text{ A}$ 、 $I_{OUTSS} = 2.5\text{ A}$  時に  $C_{OUTMAX}$  は下記で計算できます。

$$C_{OUTMAX} < \frac{3.5\text{ ms}}{5.0\text{ V}} \times \left( 2.5\text{ A} - 2\text{ A} - \frac{0.389\text{ A}}{2} \right) = 214\text{ }\mu\text{F}$$

$V_{OUT}$  に  $C_{OUTMAX}$  より大きい容量が接続された場合、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、実アプリケーションでの十分な確認をお願いします。

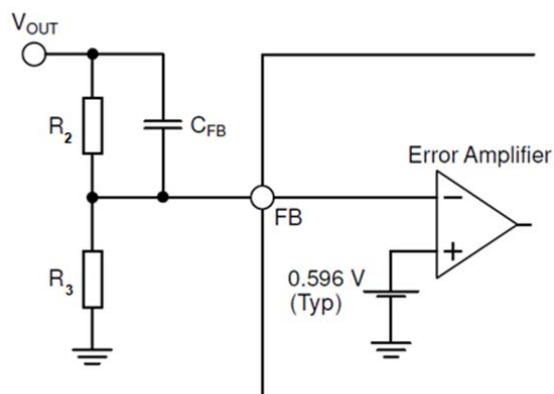
Table 7. 推奨外付け定数

$V_{IN}$ [V]	$V_{OUT}$ [V]	Inductor L [ $\mu\text{H}$ ]	$C_{OUT\_EFF}$ (Note 1) [ $\mu\text{F}$ ]	$R_2$ [k $\Omega$ ]	$R_3$ [k $\Omega$ ]	$C_{FB}$ [pF]
9 to 24	3.3	10	44	100	22	56
9 to 24	5	15	44	110.82	15	75
24	12	22	44	130	6.8	100

(Note 1)  $C_{OUT\_EFF}$  は出力実容量の和です。

## 3. 出力電圧設定、FB コンデンサ

FB 端子に接続する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。フィードバック抵抗  $R_2$  と  $R_3$  の推奨値は Table 7 を参照ください。



出力電圧  $V_{OUT}$  は、下式で計算できます。

$$V_{OUT} = \frac{R_2 + R_3}{R_3} \times 0.596\text{ [V]}$$

$$0.7 \leq V_{OUT} \leq (V_{IN} \times 0.8)\text{ [V]}$$

Figure 50. フィードバック抵抗回路

## 4. ブートストラップコンデンサ

ブートストラップコンデンサの値は  $0.1\text{ }\mu\text{F}$  を推奨します。SW 端子と BOOT 端子の間に接続してください。ブートストラップコンデンサの容量は温度特性、DC バイアス特性などを考慮して実容量が  $0.022\text{ }\mu\text{F}$  を下回らないように設定してください。

## PCB レイアウト設計について

DC/DC コンバータにおいて 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 51-a から Figure 51-c は降圧 DC/DC の電流経路を示した図です。Figure 51-a の Loop1 は上側の switch が ON、下側の switch が OFF 時を表しており、Figure 51-b の Loop2 は上側の switch が OFF、下側の switch が ON 時にコンバータに流れる電流を表しています。Figure 51-c の太線は Loop1 と Loop2 の差分を表しています。上下 switch 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。

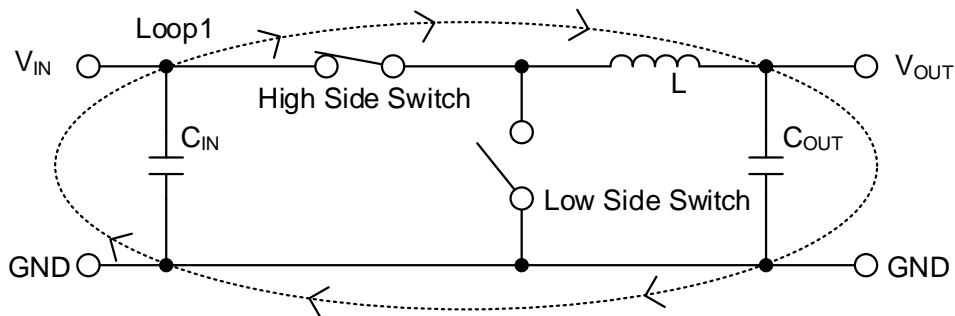


Figure 51-a. High Side Switch = ON, Low Side Switch = OFF 時の電流経路

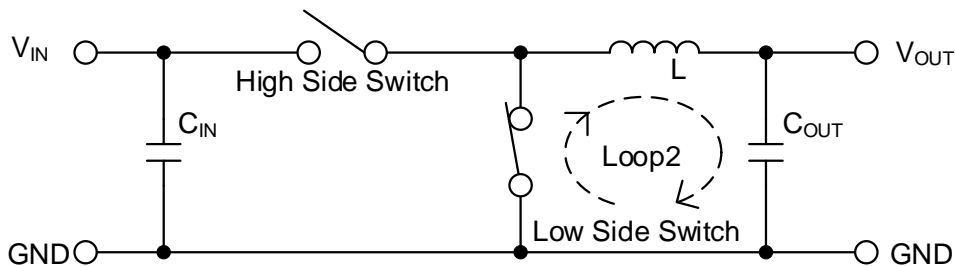


Figure 51-b. High Side Switch = OFF, Low Side Switch = ON 時の電流経路

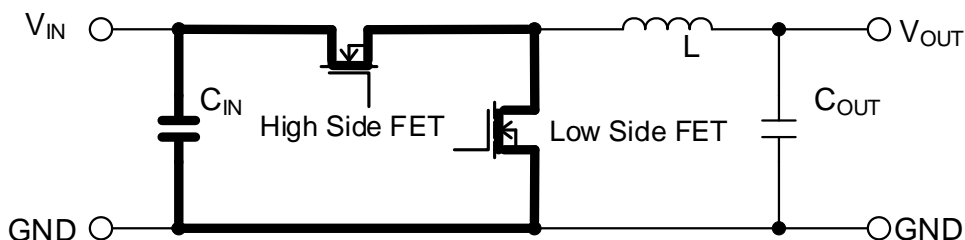


Figure 51-c. 電流の差分、レイアウト上での重要箇所

## PCB レイアウト設計について — 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  $C_1$ 、 $C_2$  は IC の VIN 端子と GND 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 など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 L に可能な限り太く短くトレースしてください。
- ・FB 端子につながるフィードバックラインは、SW のノードとは可能な限り離してください。
- ・出力コンデンサ  $C_5$ 、 $C_6$ 、 $C_7$  は、入力からの高調波ノイズの影響を避けるため、入力コンデンサ  $C_1$ 、 $C_2$  から離して配置してください。
- ・ $R_1$  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。  
 $R_1$  に抵抗を挿入することで、FRA など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。

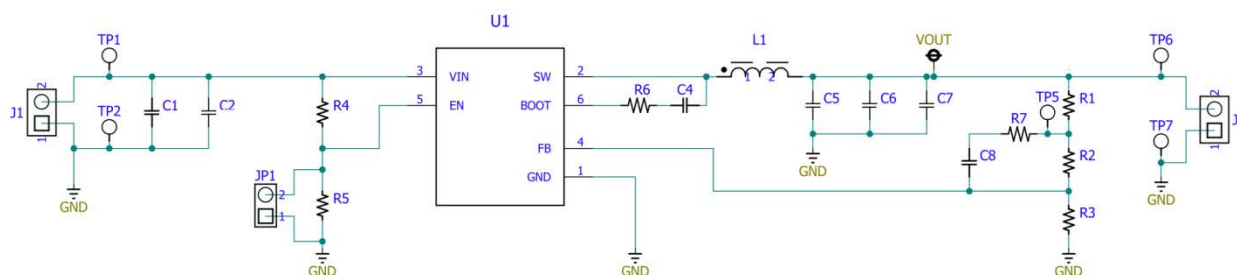


Figure 52. アプリケーション回路図

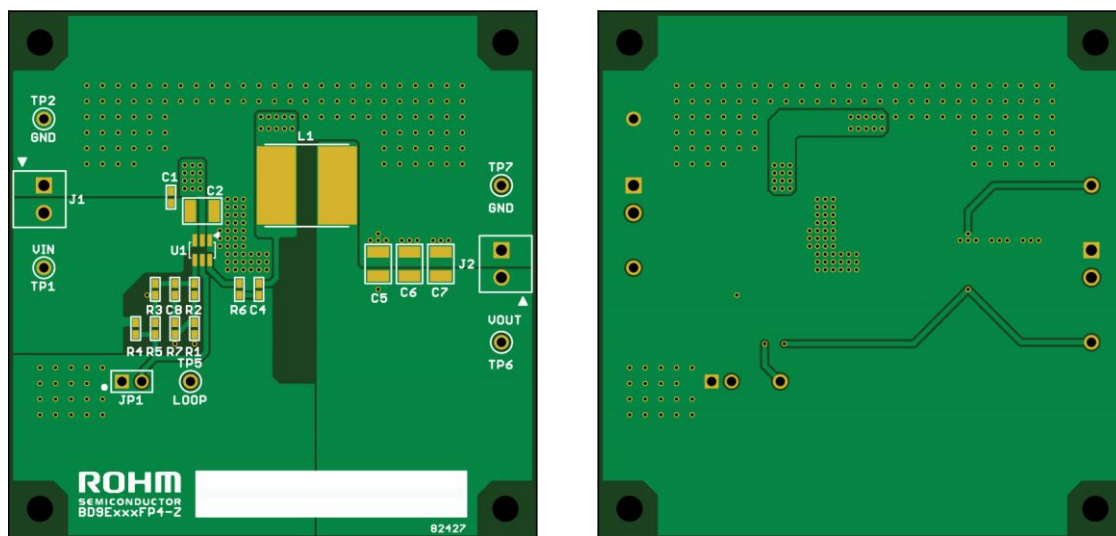


Figure 53. PCB レイアウト例 (Silkscreen Overlay)

## PCB レイアウト設計について — 続き

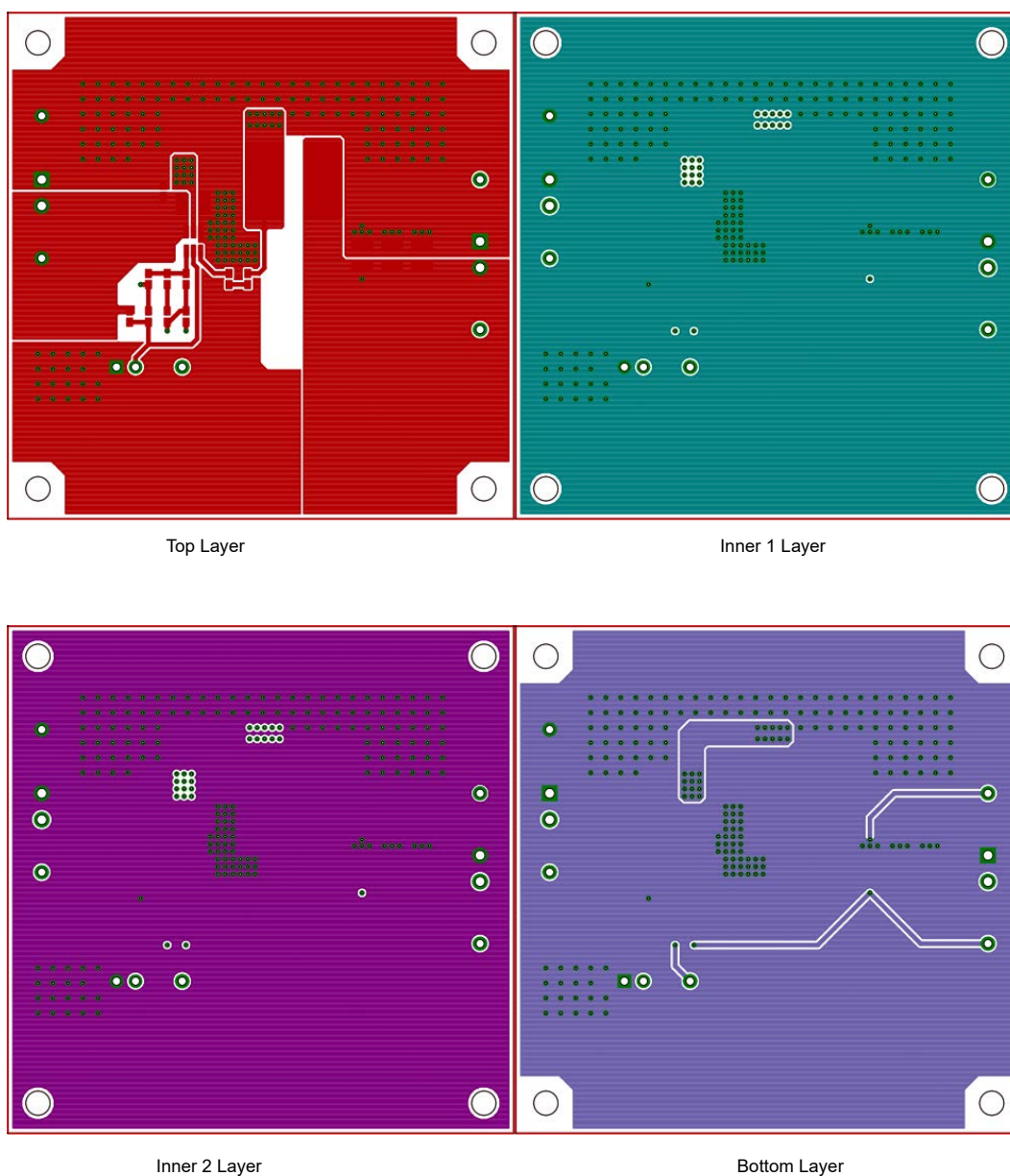
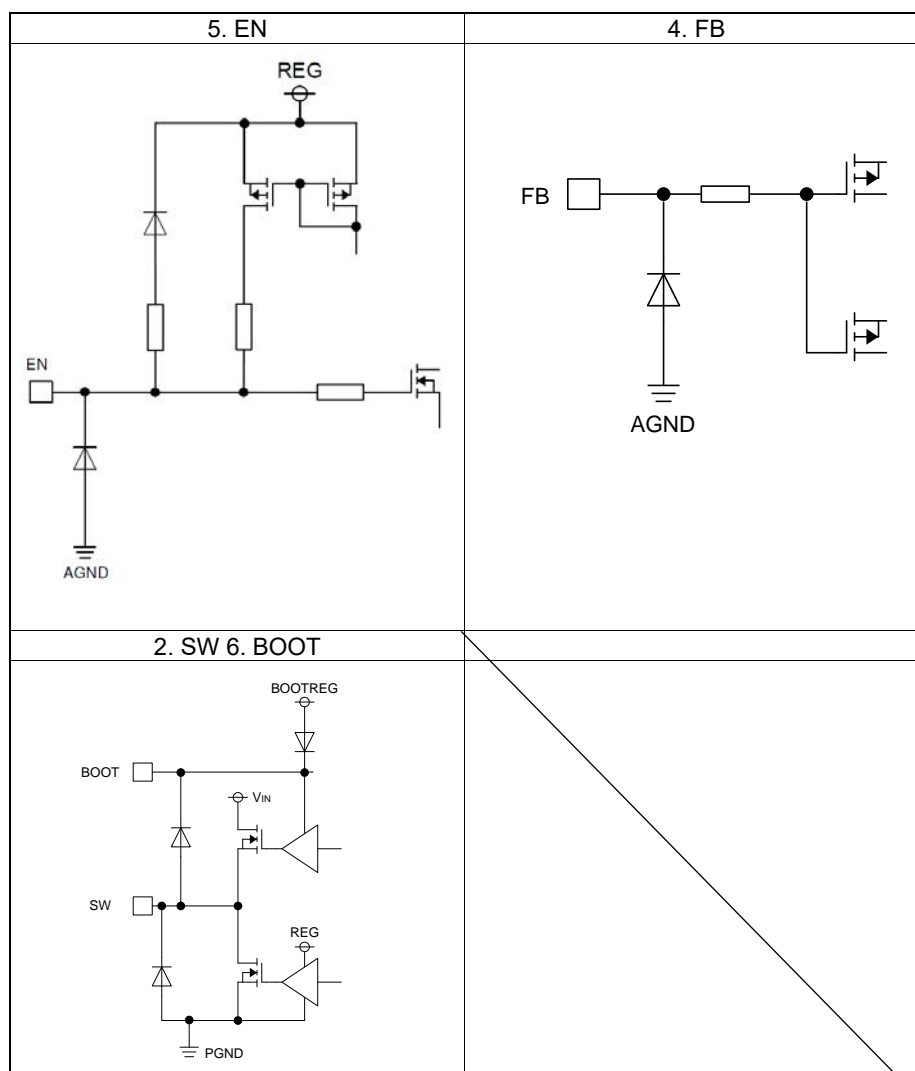


Figure 54. PCB レイアウト例

### 入出力等価回路図



## 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。誤って取り付けした場合、IC が破壊する恐れがあります。また、出力と電源及びグラウンド間、出力間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。

## 9. 未使用の入力端子の処理について

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

## 使用上の注意 — 続き

## 10. 各入力端子について

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

例えば、下図のように、抵抗とトランジスタが端子と接続されている場合、

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

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

IC の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的にできます。寄生素子が動作することにより、回路動作の干渉を引き起こし、誤動作、ひいては破壊の原因ともなり得ます。したがって、入出力端子に  $GND$ (P 基板)より低い電圧を印加するなど、寄生素子が動作するような使い方をしないよう十分に注意してください。アプリケーションにおいて電源端子と各端子電圧が逆になった場合、内部回路または素子を損傷する可能性があります。例えば、外付けコンデンサに電荷がチャージされた状態で、電源端子が  $GND$  にショートされた場合などです。また、電源端子直列に逆流防止のダイオードもしくは各端子と電源端子間にバイパスのダイオードを挿入することを推奨します。

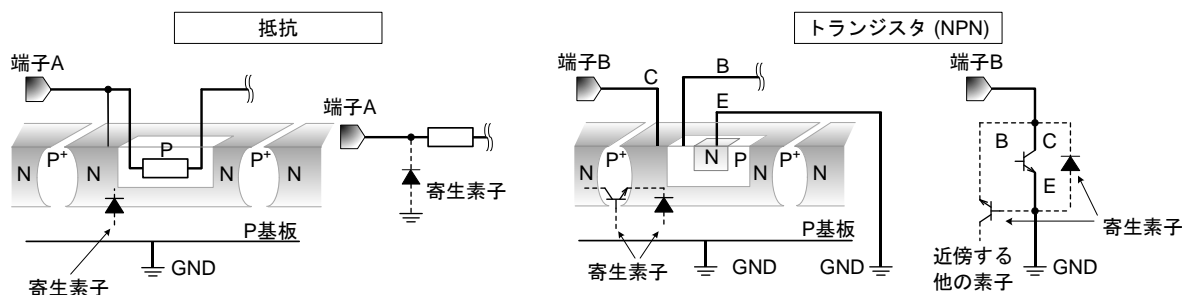


Figure 55. モノリシック IC 構造例

## 11. セラミック・コンデンサの特性変動について

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

## 12. 温度保護回路について

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

## 13. 過電流保護回路について

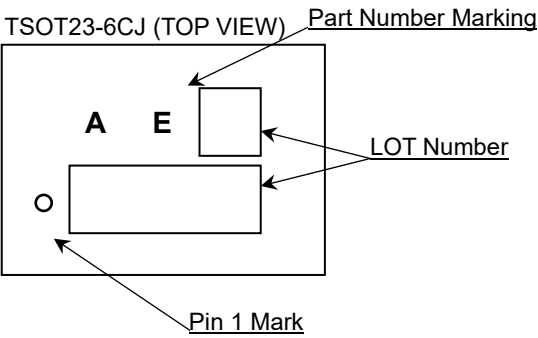
出力には電流能力に応じた過電流保護回路が内部に内蔵されているため、負荷ショート時には IC 破壊を防止しますが、この保護回路は突発的な事故による破壊防止に有効なもので、連続的な保護回路動作、過渡時でのご使用に対応するものではありません。



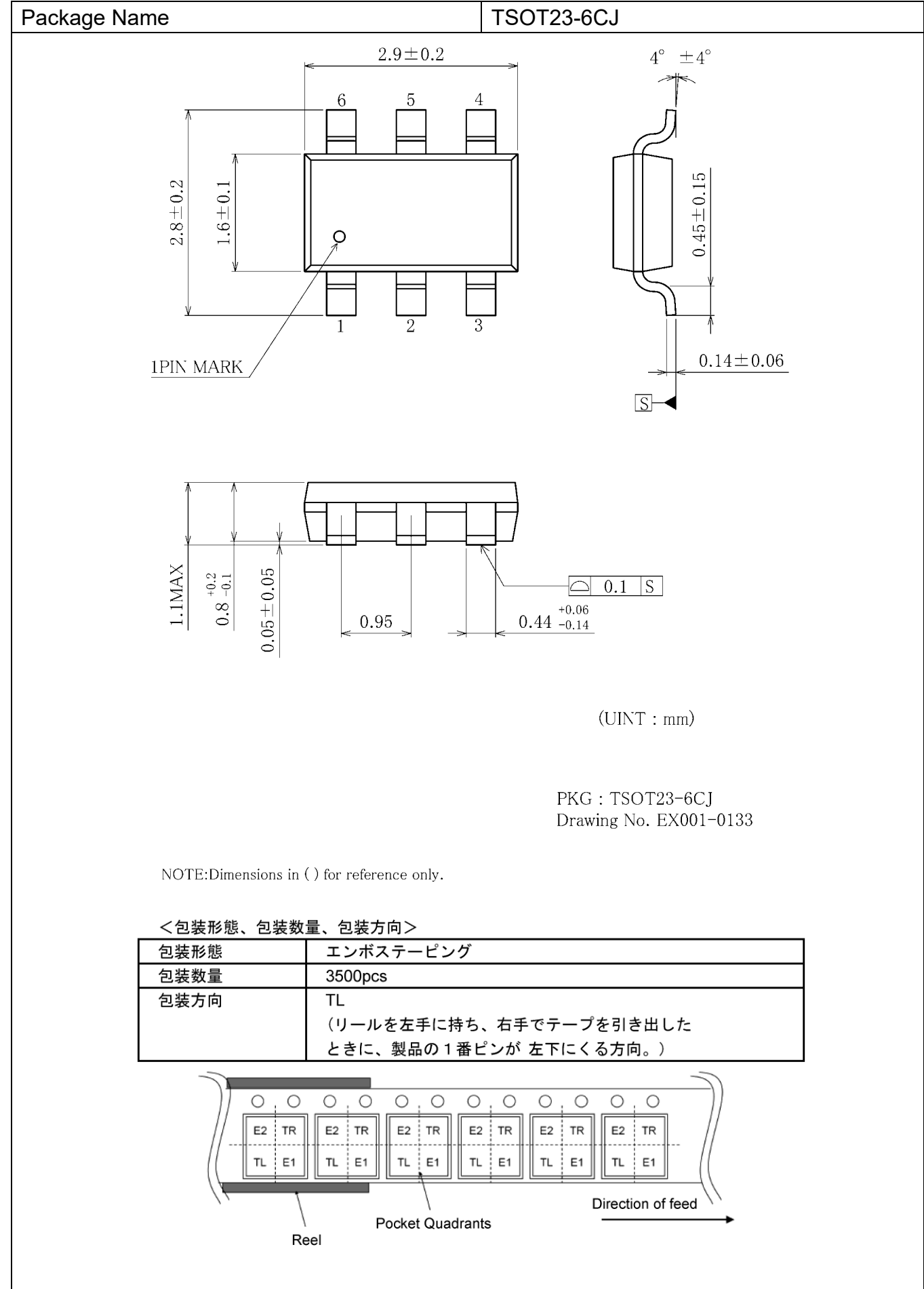
発注形名情報



標印図



外形寸法図と包装・フォーミング仕様



改訂履歴

日付	版	変更内容
2023.01.18	001	新規作成
2023.03.22	002	Corrected R <sub>5</sub> calculation formula (Page 17).

# ご注意

## ローム製品取扱い上の注意事項

1. 本製品は一般的な電子機器（AV 機器、OA 機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器等）への使用を意図して設計・製造されております。したがって、極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器<sup>(Note 1)</sup>、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリを含む車載機器、各種安全装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

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

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、かかる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、一般的な電子機器に標準的な用途で使用されることを意図して設計・製造されており、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておられません。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
  - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
  - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
  - ③潮風、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
  - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
  - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合。
  - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用。
  - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合（無洗浄タイプのフラックスを使用される場合は除く。ただし、残渣については十分に確認をお願いします。）又は、はんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合
  - ⑧本製品が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られません。
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いただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。  
その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

## **応用回路、外付け回路等に関する注意事項**

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

## **静電気に対する注意事項**

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

## **保管・運搬上の注意事項**

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
  - ①潮風、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>等の腐食性ガスの多い場所での保管
  - ②推奨温度、湿度以外での保管
  - ③直射日光や結露する場所での保管
  - ④強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き（梱包箱に表示されている天面方向）で取り扱ってください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

## **製品ラベルに関する注意事項**

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

## **製品廃棄上の注意事項**

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

## **外国為替及び外国貿易法に関する注意事項**

本製品は外国為替及び外国貿易法に定める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、ロームにお問い合わせください。

## **知的財産権に関する注意事項**

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

## **その他の注意事項**

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

**一般的な注意事項**

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