

4.5 V ~ 36 V 入力 3.0 A MOSFET 内蔵 1ch 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

BD9E304FP4-LBZ

概要

本製品は産業機器市場へ向けた、長期の供給を保障するランクの製品です。これらのアプリケーションとして、ご使用される場合に最適な商品です。

BD9E304FP4-LBZ 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。カレントモード制御方式を採用しており、位相補償設定が容易であり、良好な負荷応答性能を実現します。小型パッケージを採用することにより、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

- 産業機器に適した長期の供給保証
- 1ch 同期整流降圧 DCDC コンバータ
- 軽負荷モード制御
- 効率 80 % (@ $I_{OUT} = 10 \text{ mA}, V_{IN} = 32 \text{ V}, V_{OUT} = 5 \text{ V}$)
- 出力コンデンサディスチャージ機能
- 過電圧保護 (OVP)
- 過電流保護 (OCP)
- 負荷短絡保護 (SCP)
- 温度保護 (TSD)
- 低入力電圧誤動作防止 (UVLO)
- TSOT23-8L パッケージ

用途

- 産業機器
- 2次電源やアダプター向け製品
- 通信インフラ機器

重要特性

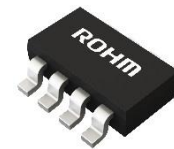
- 入力電圧範囲: 4.5 V to 36.0 V
- 出力電圧範囲: $V_{IN} \times 0.1$ or 0.7 V to $V_{IN} \times 0.8$ V
- 出力電流: 3 A (Max)
- スイッチング周波数: 300 kHz (Typ)
- High Side FET ON 抵抗: 100 m Ω (Typ)
- Low Side FET ON 抵抗: 60 m Ω (Typ)
- シャットダウン時回路電流: 3 μ A (Typ)
- 動作静止時電流: 45 μ A (Typ)

パッケージ

TSOT23-8L

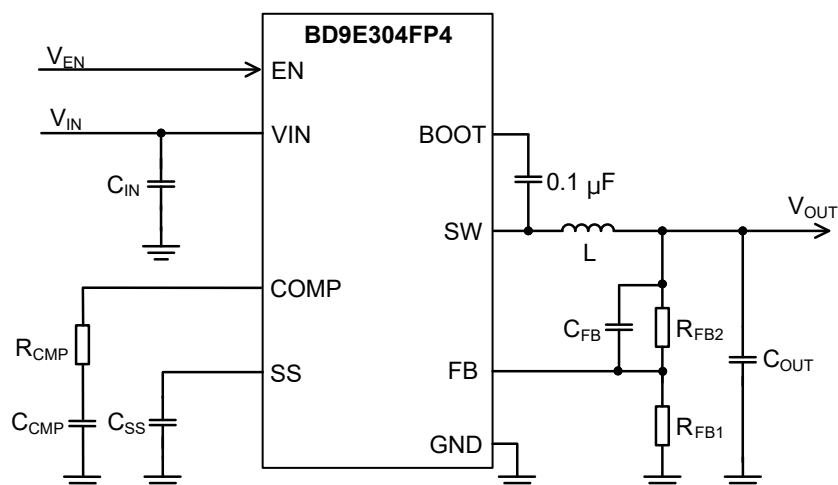
W (Typ) x D (Typ) x H (Max)

2.8 mm x 2.92 mm x 0.95 mm

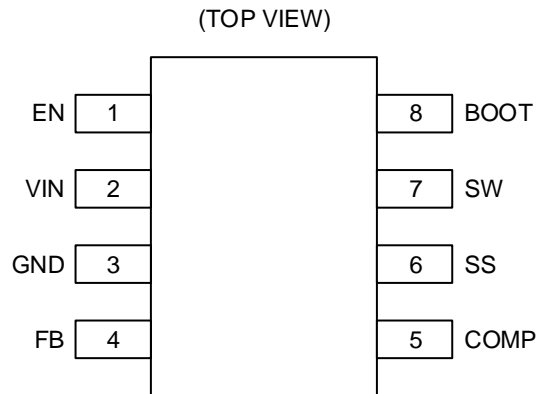


TSOT23-8L

基本アプリケーション回路



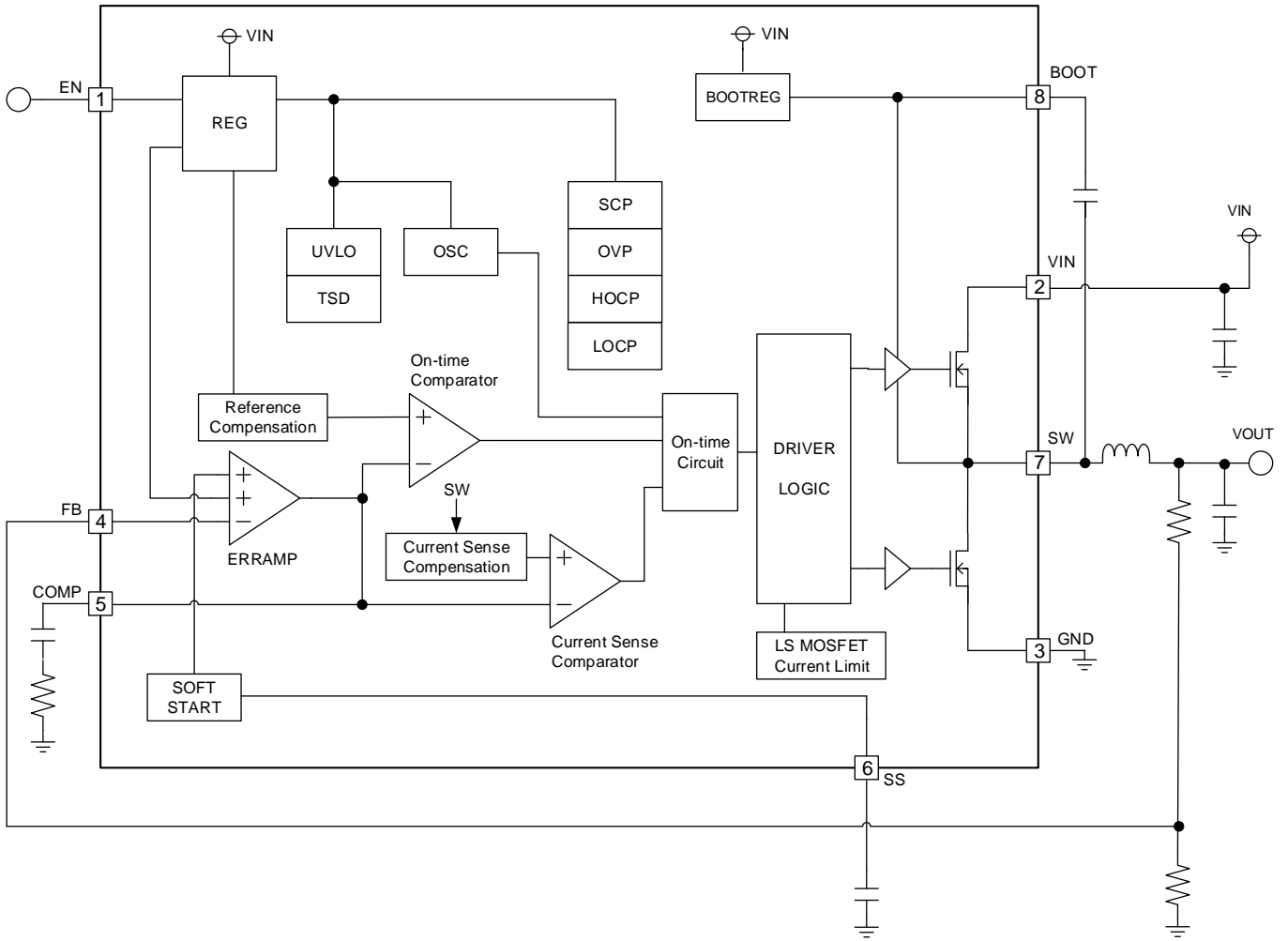
端子配置図



端子説明

端子番号	端子名	機能
1	EN	イネーブル端子です。V _{ENH} を 1.2 V (Typ) 以上にすると、デバイスが起動します。V _{ENL} を 1.1 V (Typ) 以下にすると、デバイスがシャットダウンします。この端子は終端する必要があります。
2	VIN	電源入力端子です。推奨値として、0.1 μF (Typ) と 10 μF (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。
3	GND	グランド端子です。
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	COMP	エラーアンプ出力端子、PWM コンパレータの入力端子となります。位相補償の設定方法に関してはアプリケーション部品選定方法 4. 位相補償を参照ください。
6	SS	出力電圧ソフトスタート時間設定端子です。SS 端子がオープン時のソフトスタート時間は 2.5 ms (Typ) です。ソフトスタート時間を 2.5 ms より長く設定したい場合は、SS 端子にセラミック・コンデンサを接続してください。コンデンサ値の定数設定方法はアプリケーション部品選定方法 5. ソフトスタートコンデンサを参照してください。
7	SW	スイッチング端子です。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 μF 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。
8	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 μF 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. 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。SS 端子がオープン時は、内蔵ソフトスタートは 2.5 ms (Typ) となります。SS 端子にコンデンサを接続することによって立ち上がり時間を 2.5 ms より長く設定できます。
3. ERRAMP
誤差増幅器です。内部基準電圧と FB 電圧を比較します。COMP 端子はスイッチングデューティを制御し位相補償が必要です。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。
4. On-time Comparator
ERRAMP 出力電圧とオンタイム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。
5. On-time Circuit
High 側 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。
6. 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。
7. 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。
8. 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。
9. 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、SW 端子は 400 Ω (Typ) でプルダウンされます。 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。
10. 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。
11. LOCP
Low Side FET の過電流保護回路です。Low Side FET に流れる電流が過電流リミット値を超えている間、Low Side FET のオン状態を継続します。
12. SCP
負荷短絡保護回路です。ソフトスタート完了後、 V_{FB} が 0.6 V の 70 % (Typ) 以下になった状態が 0.9 ms (typ) 続くと 100 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。
13. 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。
14. 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 _{IN}	-0.3 to +39	V
SW Voltage	V _{SW}	-0.3 to V _{IN} +0.3	V
SW Voltage (30 ns pulse width)	V _{SWAC}	-3	V
Voltage from GND to BOOT	V _{BOOT}	-0.3 to +45	V
Voltage from SW to BOOT	ΔV _{BOOT}	-0.3 to +7	V
FB Voltage	V _{FB}	-0.3 to +3	V
COMP Voltage	V _{COMP}	-0.3 to +3	V
EN Voltage	V _{EN}	-0.3 to +39	V
SS Voltage	V _{SS}	-0.3 to +3	V
Output Current	I _{OUT}	3	A
Maximum Junction Temperature	T _{jmax}	150	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-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くようお願いいたします。

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

熱抵抗 (Note 1)

Parameter	Symbol	Thermal Resistance (Typ)		Unit
		1s (Note 3)	2s2p (Note 4)	
TSOT23-8L				
Junction to Ambient	θ _{JA}	182.4	82.8	°C/W
Junction to Top Characterization Parameter (Note 2)	Ψ _{JT}	25	22	°C/W

(Note 1) JESD51-2A (Still-Air) に準拠。BD9E304 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

Layer Number of Measurement Board	Material	Board Size
Single	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.57 mmt
Top		
Copper Pattern	Thickness	
Footprints and Traces	70 μm	

(Note 4) JESD51-7 に準拠した基板を使用

Layer Number of Measurement Board	Material	Board Size			
4 Layers	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mmt			
Top		2 Internal Layers		Bottom	
Copper Pattern	Thickness	Copper Pattern	Thickness	Copper Pattern	Thickness
Footprints and Traces	70 μm	74.2 mm x 74.2 mm	35 μm	74.2 mm x 74.2 mm	70 μm

推奨動作条件

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Input Voltage	V_{IN}	4.5	-	36.0	V
Operating Temperature ^(Note 1)	T_{opr}	-40	-	+85	°C
Output Current ^(Note 1)	I_{OUT}	0	-	3	A
Output Voltage Setting ^(Note 2)	V_{OUT}	0.7	-	$V_{IN} \times 0.8$	V

(Note 1) 実動作環境下で T_j は 125 °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
Input Supply						
Shutdown Current	I_{SDN}	-	3	15	μA	$V_{EN} = 0\text{ V}$
Operating Quiescent Current	I_Q	-	45	90	μA	$I_{OUT} = 0\text{ A}$, No switching
UVLO Detection Threshold Voltage	V_{UVLO1}	3.7	3.9	4.1	V	V_{IN} falling
UVLO Release Threshold Voltage	V_{UVLO2}	4.05	4.25	4.45	V	V_{IN} rising
UVLO Hysteresis Voltage	$V_{UVLOHYS}$	300	350	400	mV	
Enable						
EN Threshold Voltage High	V_{ENH}	1.1	1.2	1.3	V	V_{EN} rising
EN Threshold Voltage Low	V_{ENL}	1.0	1.1	1.2	V	V_{EN} falling
EN Hysteresis Voltage	V_{ENHYS}	50	100	200	mV	
EN Input Current	I_{EN}	-	0	3	μA	$V_{EN} = 3\text{ V}$
Reference Voltage, Error Amplifier, Soft Start						
FB Threshold Voltage	V_{FBTH}	0.591	0.600	0.609	V	
FB Input Current	I_{FB}	-	-	100	nA	$V_{FB} = 0.6\text{ V}$
COMP Source Current	$I_{COMP\ SO}$	5	10	15	μA	
COMP Sink Current	$I_{COMP\ SI}$	5	10	15	μA	
Soft Start Time	t_{SS}	1.75	2.50	3.25	ms	The SS pin is open.
Soft Start Charge Current	I_{SS}	2.0	2.5	3.0	μA	
SW (MOSFET)						
Switching Frequency	f_{SW}	255	300	345	kHz	
Maximum Duty Ratio	D_{MAX}	80	-	-	%	
High Side FET ON Resistance	R_{ONH}	50	100	150	m Ω	$V_{BOOT} - V_{SW} = 5\text{ V}$
Low Side FET ON Resistance	R_{ONL}	30	60	90	m Ω	
Protection						
High Side Over Current Limit ^(Note 3)	I_{HOCP}	4.5	5.0	5.5	A	
Low Side Over Current Limit ^(Note 3)	I_{LOCP}	3.0	3.5	4.0	A	

(Note 3) 出荷検査は行っていません。

特性データ (参考データ)

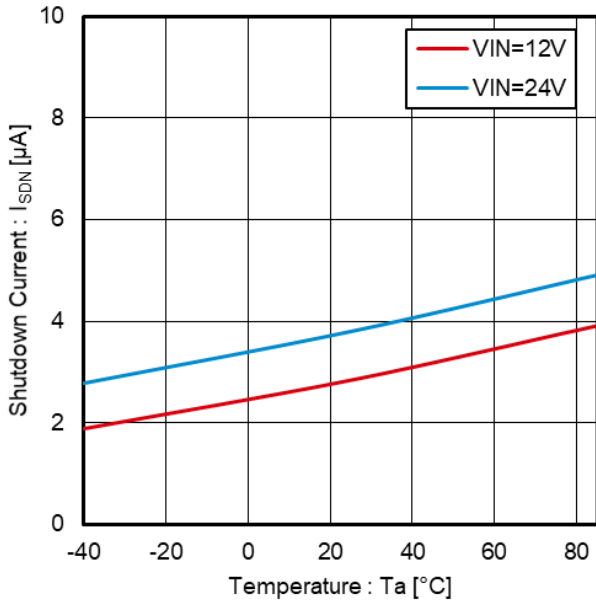


Figure 1. Shutdown Current vs Temperature

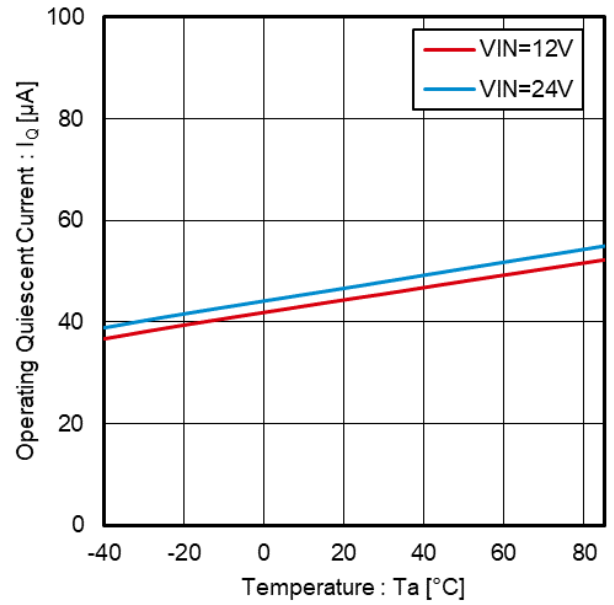


Figure 2. Operating Quiescent Current vs Temperature

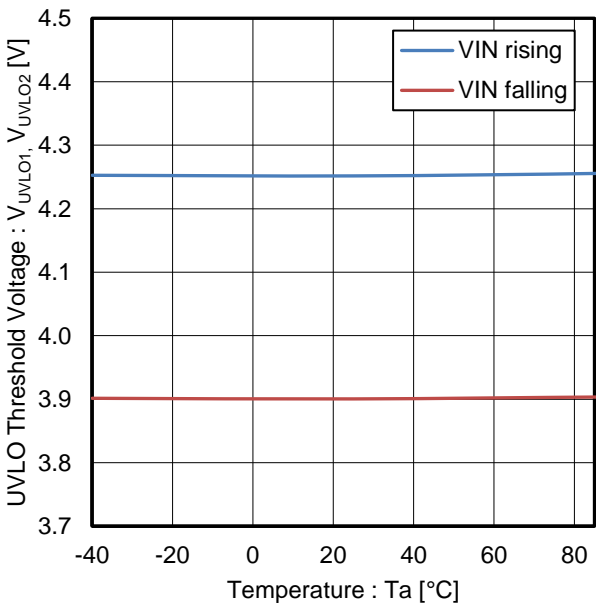


Figure 3. UVLO Threshold Voltage vs Temperature

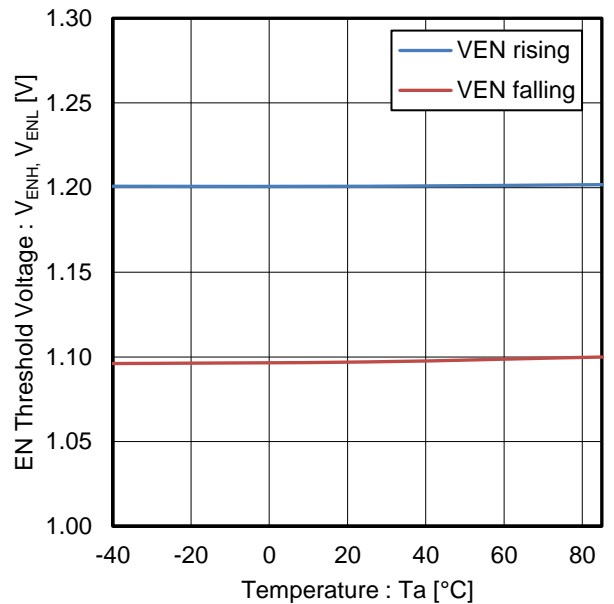


Figure 4. EN Threshold Voltage vs Temperature

特性データ (参考データ) — 続き

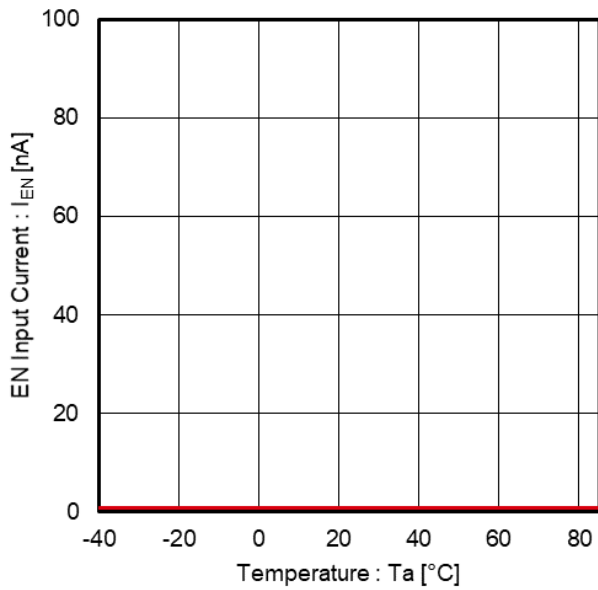


Figure 5. EN Input Current vs Temperature

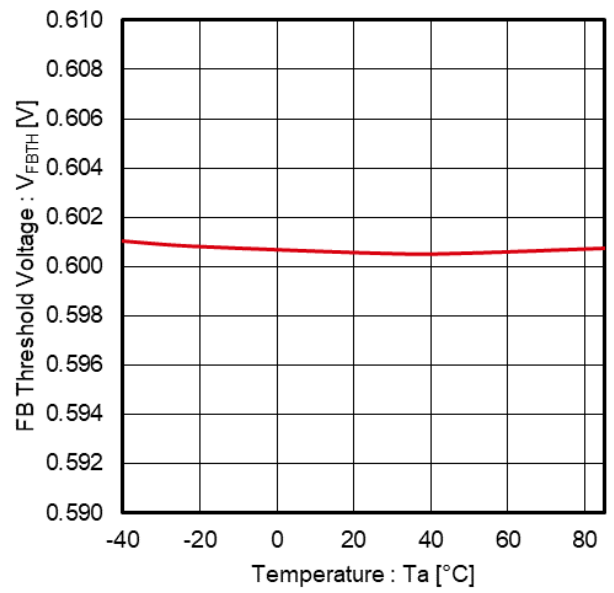


Figure 6. FB Threshold Voltage vs Temperature

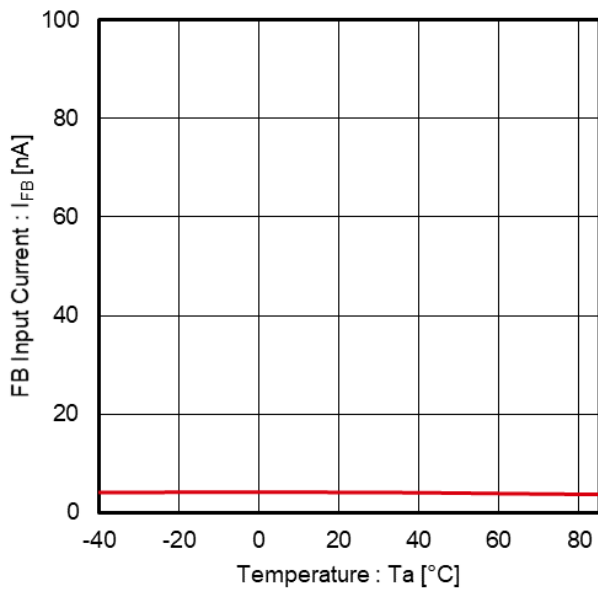


Figure 7. FB Input Current vs Temperature

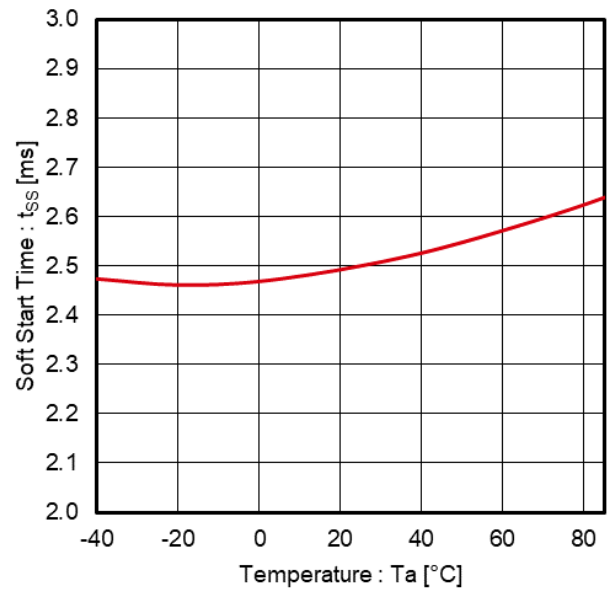


Figure 8. Soft Start Time vs Temperature

特性データ (参考データ) — 続き

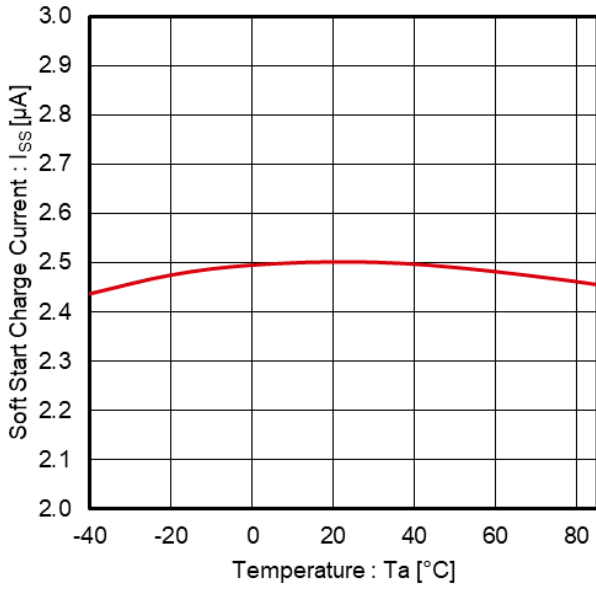


Figure 9. Soft Start Charge Current vs Temperature

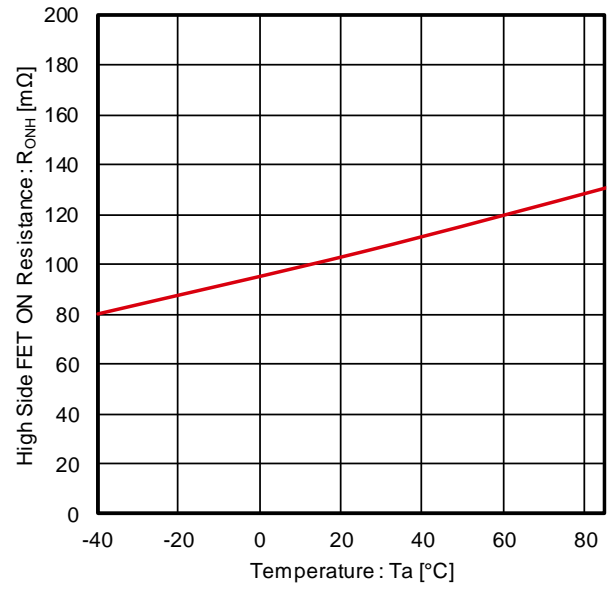


Figure 10. High Side FET ON Resistance vs Temperature

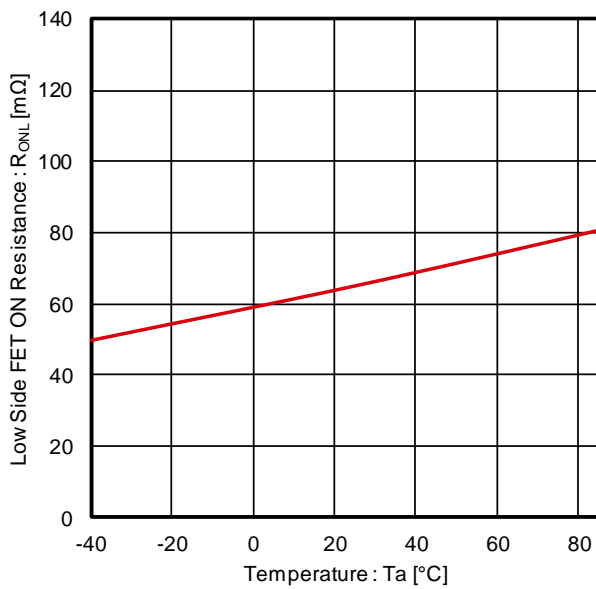


Figure 11. Low Side FET ON Resistance vs Temperature

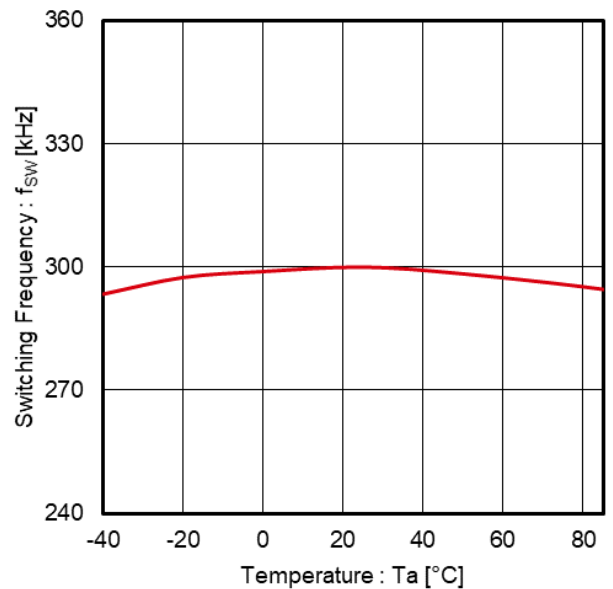


Figure 12. Switching Frequency vs Temperature

特性データ (参考データ) — 続き

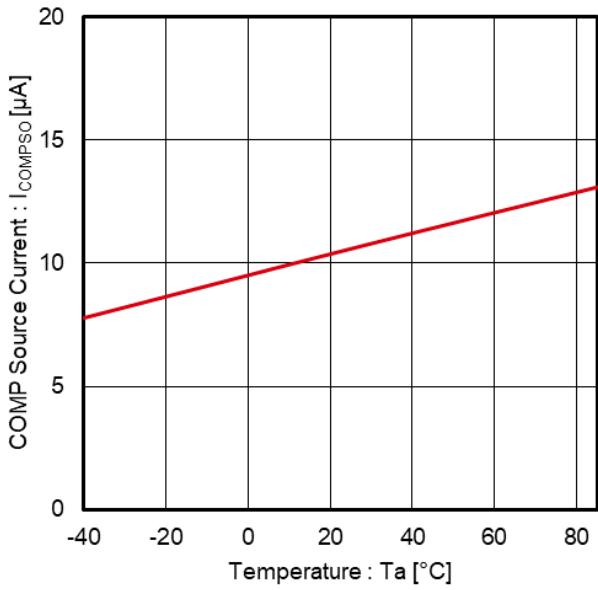


Figure 13. COMP Source Current vs Temperature

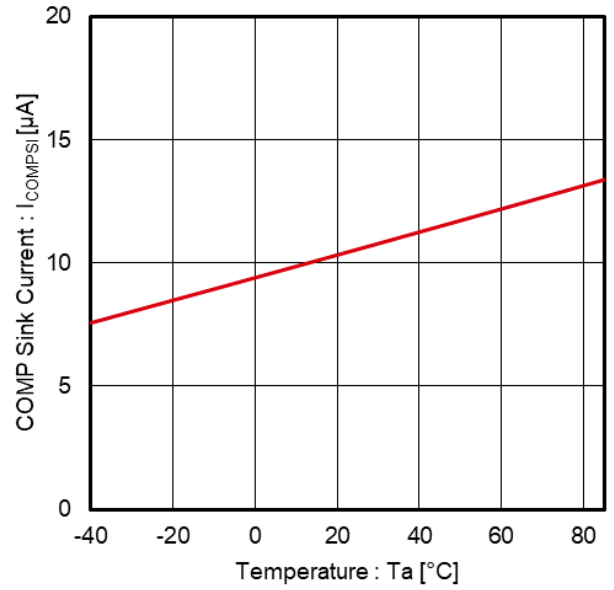


Figure 14. COMP Sink Current vs Temperature

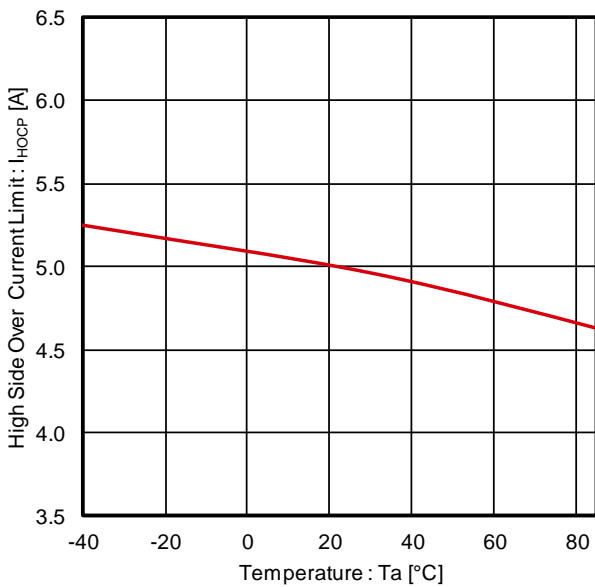


Figure 15. High Side Over Current Limit vs Temperature

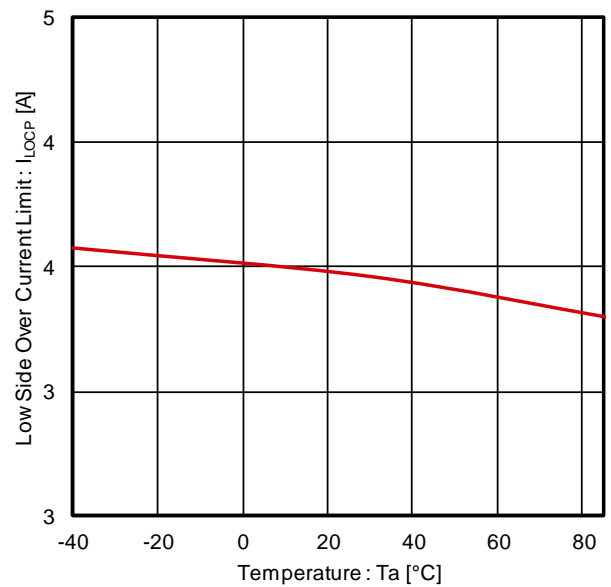


Figure 16. Low Side Over Current Limit vs Temperature

特性データ (参考データ) — 続き

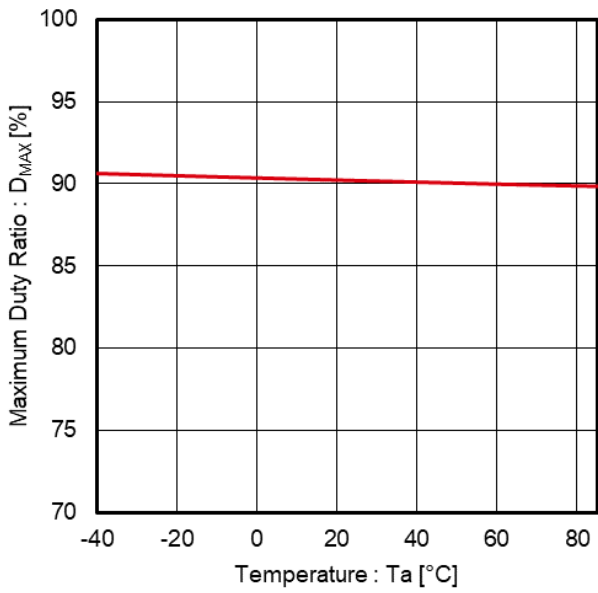


Figure 17. Maximum Duty Ratio vs Temperature

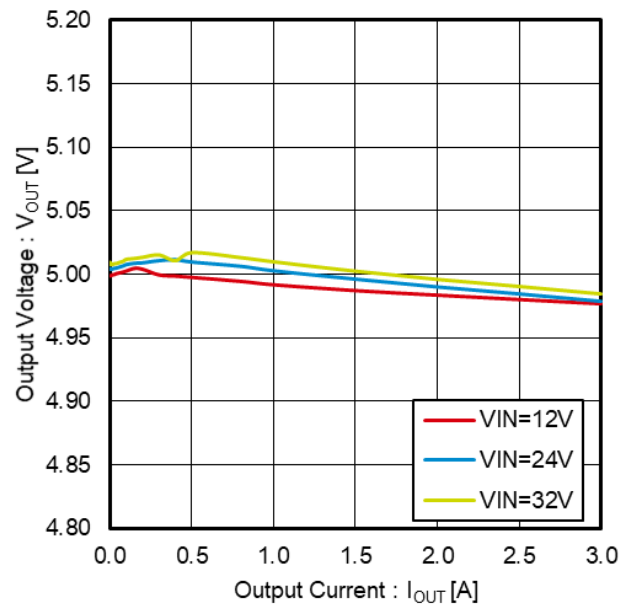


Figure 18. Output Voltage vs Output Current

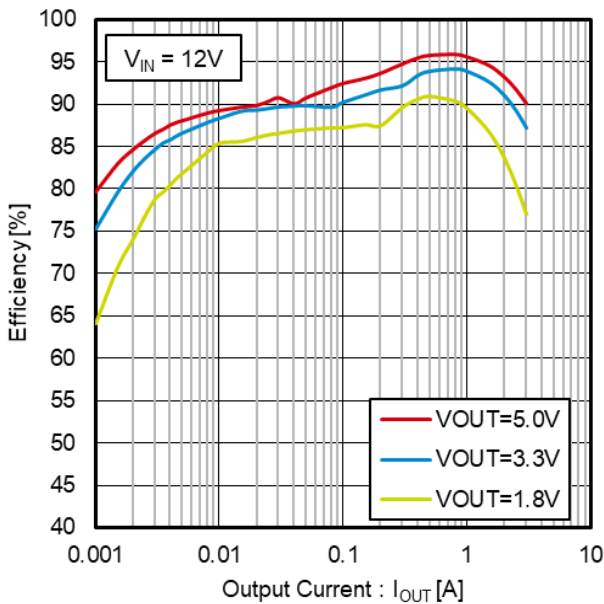


Figure 19. Efficiency vs Output Current 1

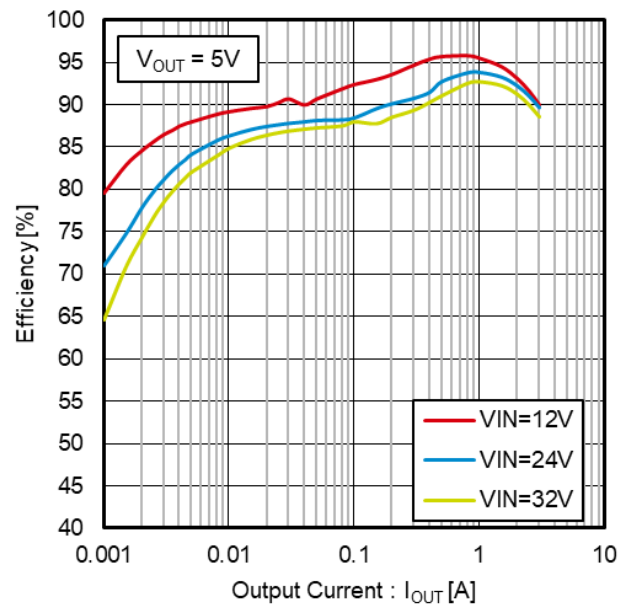


Figure 20. Efficiency vs Output Current 2

特性データ (参考データ) — 続き

Time: 1 ms/div

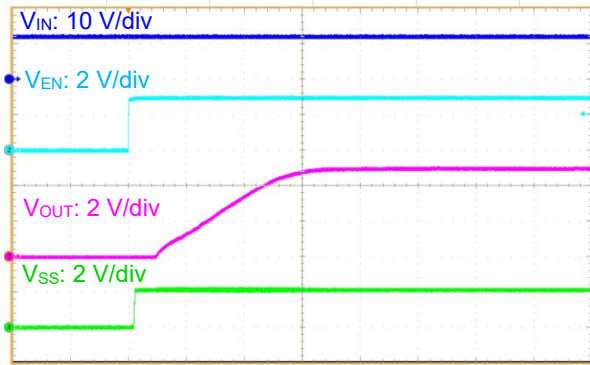


Figure 21. Start-up at No load: $V_{EN} = 0\text{ V}$ to 3 V
($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 5\text{ V}$, $C_{SS} = \text{OPEN}$)

Time: 20 ms/div

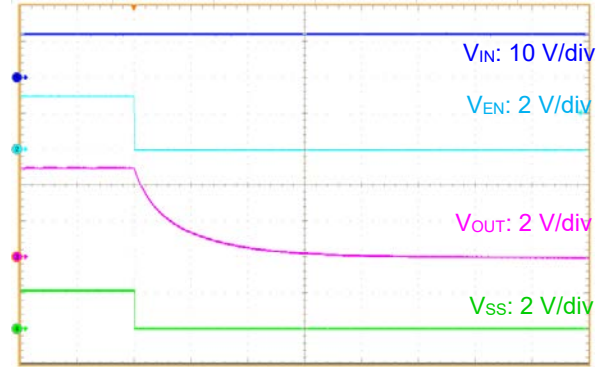


Figure 22. Shutdown at No Load $V_{EN} = 3\text{ V}$ to 0 V
($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 5\text{ V}$, $C_{SS} = \text{OPEN}$)

Time: 1 ms/div

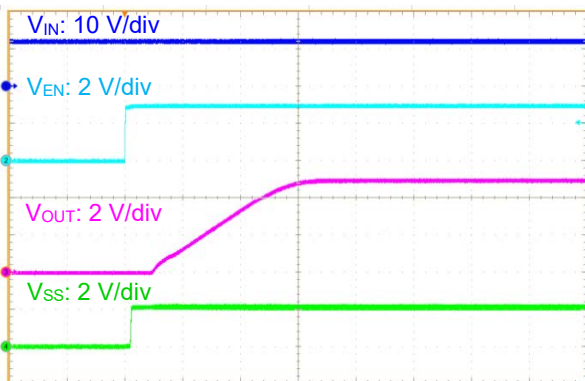


Figure 23. Start-up at $R_{LOAD} = 1.66\ \Omega$: $V_{EN} = 0\text{ V}$ to 3 V
($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 5\text{ V}$, $C_{SS} = \text{OPEN}$)

Time: 0.2 ms/div

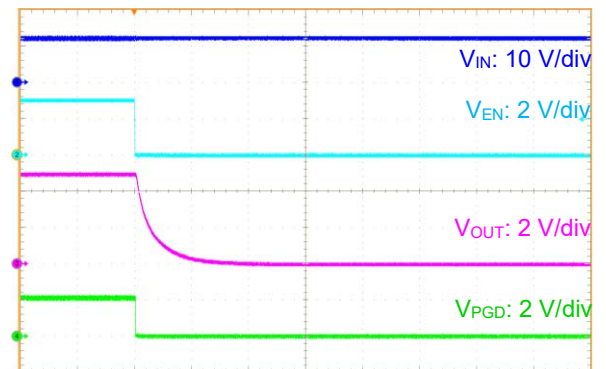


Figure 24. Shutdown at $R_{LOAD} = 1.66\ \Omega$: $V_{EN} = 3\text{ V}$ to 0 V
($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 5\text{ V}$, $C_{SS} = \text{OPEN}$)

特性データ (参考データ) — 続き

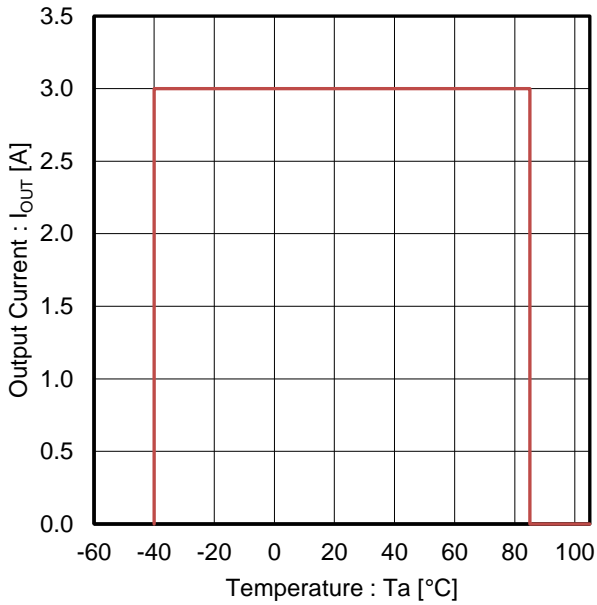


Figure 25. Output Current vs Temperature^(Note 1)
 Operating Range: $T_j < 125\text{ }^\circ\text{C}$ ($V_{IN} = 7\text{ V}$, $V_{OUT} = 0.7\text{ V}$)

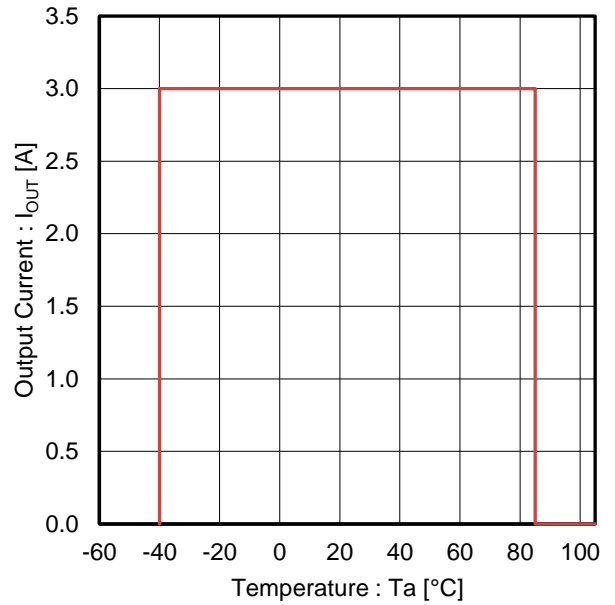


Figure 26. Output Current vs Temperature^(Note 1)
 Operating Range: $T_j < 125\text{ }^\circ\text{C}$ ($V_{OUT} = 1.2\text{ V}$)

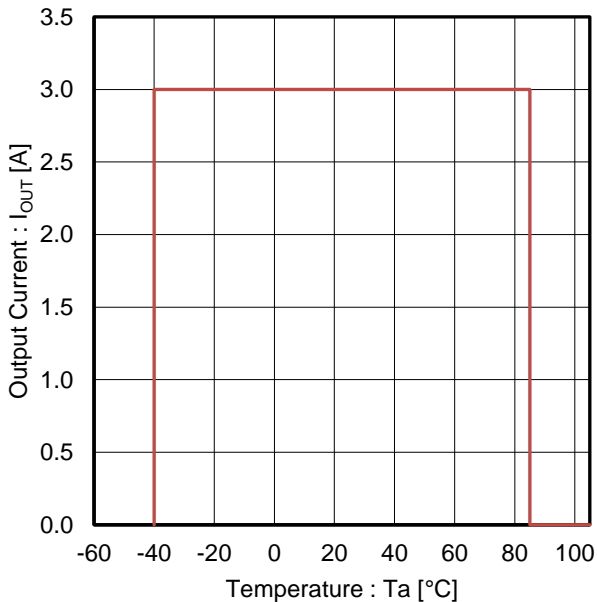


Figure 27. Output Current vs Temperature^(Note 1)
 Operating Range: $T_j < 125\text{ }^\circ\text{C}$ ($V_{IN} = 18\text{ V}$, $V_{OUT} = 1.8\text{ V}$)

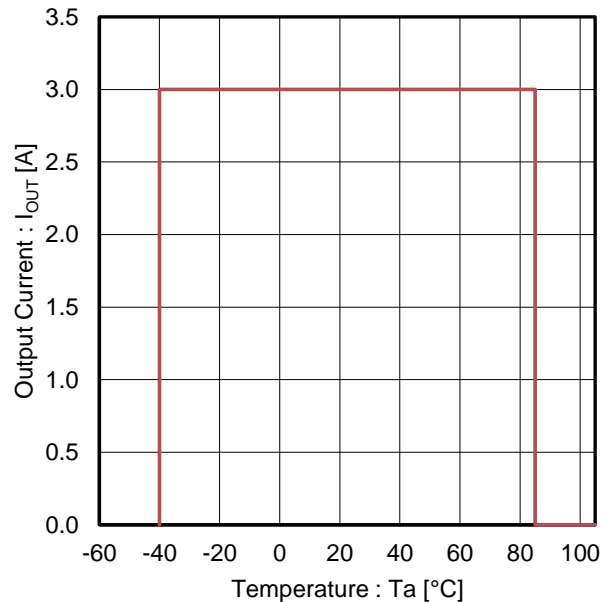


Figure 28. Output Current vs Temperature^(Note 1)
 Operating Range: $T_j < 125\text{ }^\circ\text{C}$ ($V_{IN} = 32\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$)

(Note 1) Measured on FR-4 board 85 mm x 85 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

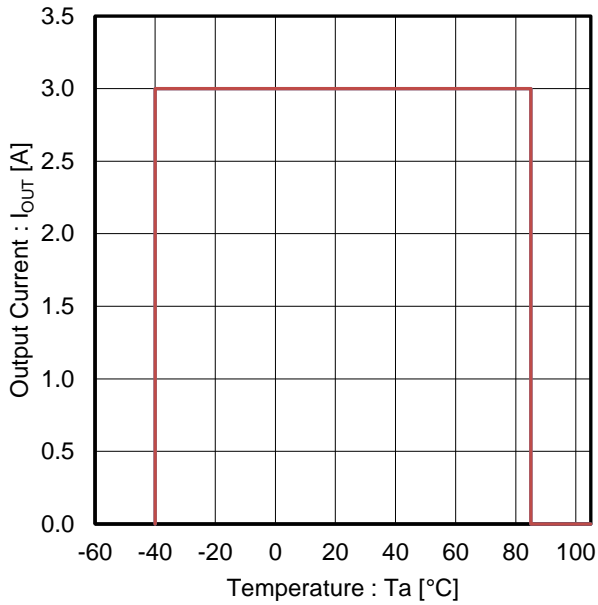


Figure 29. Output Current vs Temperature^(Note 1)
 Operating Range: $T_j < 125\text{ }^\circ\text{C}$ ($V_{IN} = 36\text{ V}$, $V_{OUT} = 5\text{ V}$)

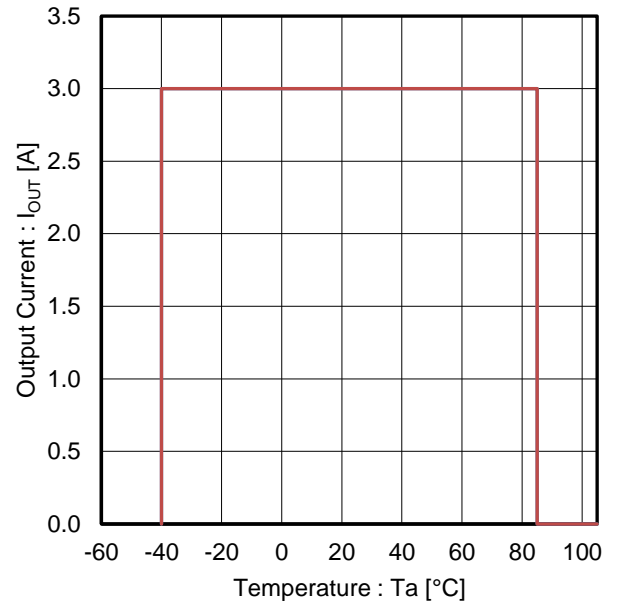


Figure 30. Output Current vs Temperature^(Note 1)
 Operating Range: $T_j < 125\text{ }^\circ\text{C}$ ($V_{IN} = 36\text{ V}$, $V_{OUT} = 12\text{ V}$)

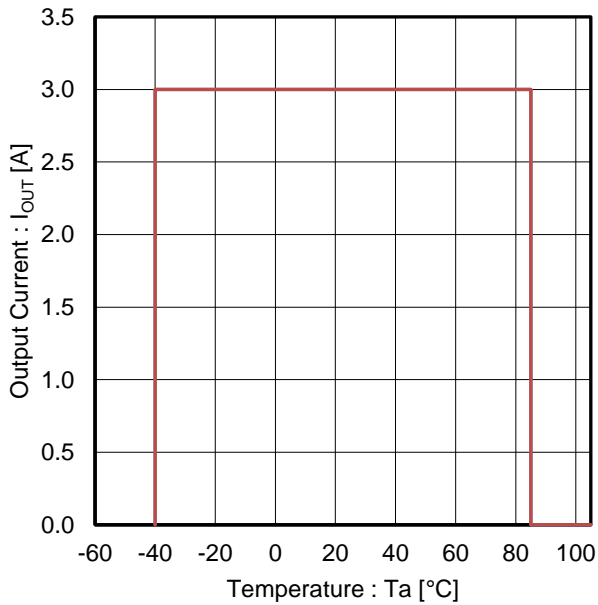


Figure 31. Output Current vs Temperature^(Note 1)
 Operating Range: $T_j < 125\text{ }^\circ\text{C}$ ($V_{IN} = 36\text{ V}$, $V_{OUT} = 24\text{ V}$)

(Note 1) Measured on FR-4 board 85 mm x 85 mm, Copper Thickness: Top and Bottom 70 μm , 2 Internal Layers 35 μm .

機能説明

1. 基本動作

(1) DC/DC コンバータ動作

BD9E304FP4-LBZ 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 (LLM: Light Load Mode) 制御を行います。

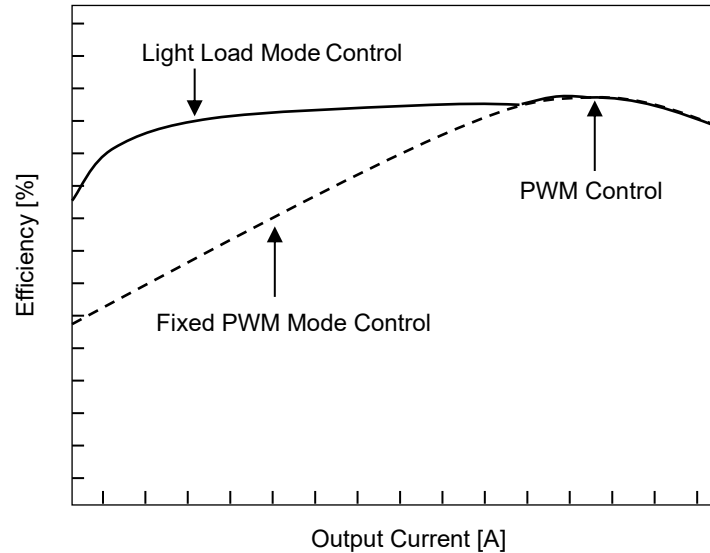


Figure 32. 軽負荷モード制御と PWM モード制御の効率イメージ

(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 1.2 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 1.1 V (Typ) 以下にすると、デバイスがシャットダウンします。シャットダウン時は、High Side FET と Low Side FET が OFF し、SW 端子は内部抵抗 400 Ω (Typ) を介して GND に接続され、出力をディスチャージします。 V_{EN} による起動は、入力電圧 V_{IN} の投入と同時に ($V_{IN} = V_{EN}$) または V_{IN} 投入後にしてください。

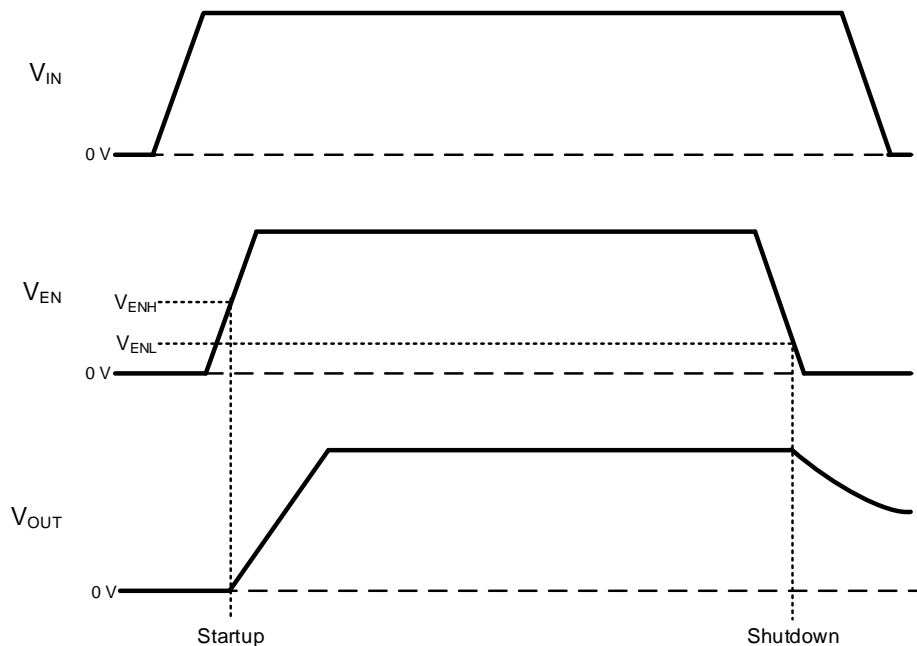


Figure 33. イネーブル制御による起動・シャットダウン タイミングチャート

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。SS 端子がオープン時のソフトスタート時間 t_{SS} は 2.5 ms (Typ) になります。SS 端子にコンデンサを接続することで、 t_{SS} を 2.5 ms より長く設定することが可能です。ソフトスタート時間の設定方法はアプリケーション部品選定方法 4. ソフトスタートコンデンサをご参照ください。

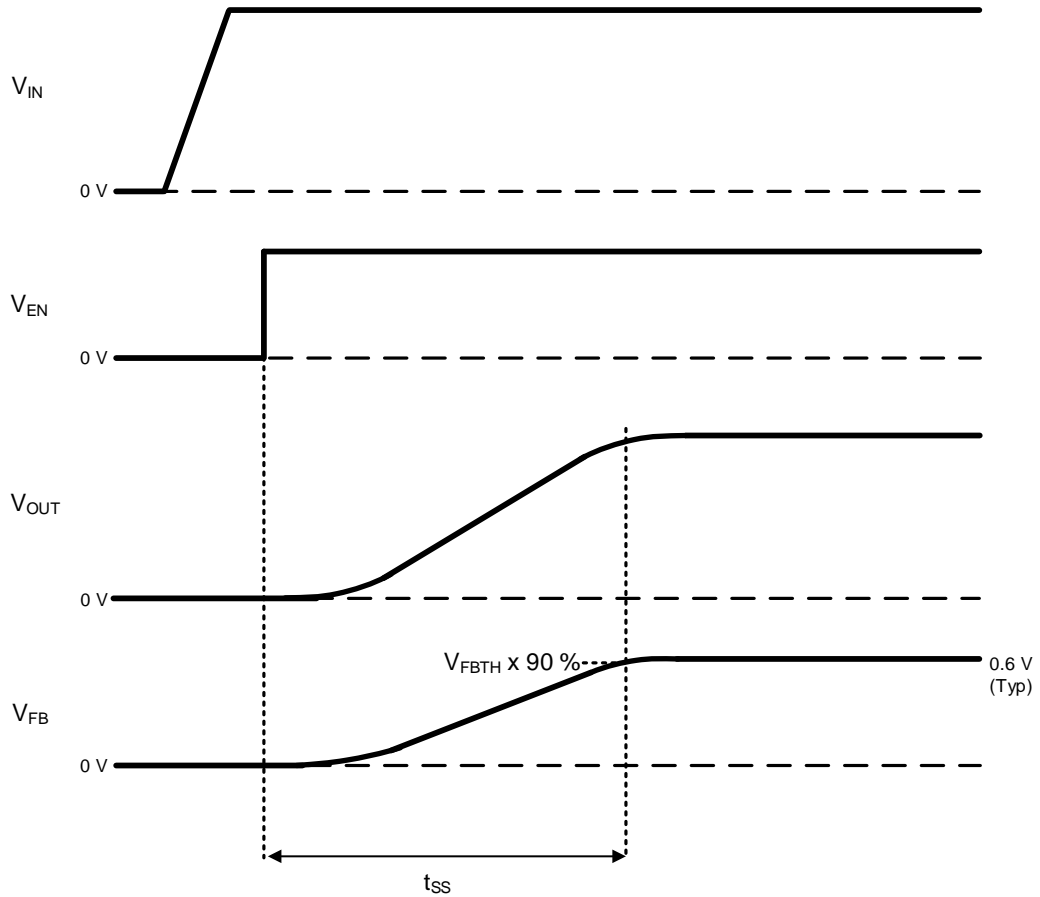


Figure 34. ソフトスタート タイミングチャート

(4) 出力コンデンサディスチャージ機能

以下の条件を1つでも満たすと、SW 端子は内部の 400 Ω (Typ)の抵抗で出力をディスチャージします。

- Shutdown: $V_{EN} \leq 1.1$ V (Typ)
- UVLO: $V_{IN} \leq 3.9$ V (Typ)
- TSD: $T_j \geq 175$ °C (Typ)
- OVP: $V_{FB} / V_{FBTH} \geq 120$ % (Typ)

上記の条件がすべて解除されると、出力ディスチャージを停止します。

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、Low Side FET と High Side FET に流れる電流をスイッチング周期 1 サイクルごとに制限します。Low Side FET が ON している間、インダクタ電流が Low Side OCP 設定値 $I_{LOCP} = 3.5 \text{ A (Typ)}$ を超えていると、FB 端子電圧 V_{FB} が $V_{FBTH} = 0.6 \text{ V (Typ)}$ 以下でも、Low Side FET を ON し続けます。インダクタ電流が I_{LOCP} を下回ると、High Side FET は ON することが可能になります。High Side FET が ON しているときに、インダクタ電流が High Side OCP 設定値 $I_{HOCP} = 5 \text{ A (Typ)}$ 以上になると、High Side FET を OFF します。OCP 動作により周波数及びデューティが変化することで、出力電圧が低下する可能性があります。

負荷短絡保護機能 (SCP) はヒカップモードです。 V_{FB} が $V_{FBTH} \times 70 \%$ 以下の状態で、Low Side OCP が 0.9 ms (Typ) 間、継続検出されると、 100 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。ただし、ソフトスタート起動中は SCP 動作条件が成立していても SCP は動作しません。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。

V_{EN}	V_{FB}	Start-up	OCP	SCP
$\geq 1.2 \text{ V (Typ)}$	$\leq V_{FBTH} \times 70 \%$ (Typ)	During Soft Start	Enable	Disable
	$> V_{FBTH} \times 70 \%$ (Typ)	Complete Soft Start	Enable	Disable
	$\leq V_{FBTH} \times 70 \%$ (Typ)		Enable	Enable
$\leq 1.1 \text{ V (Typ)}$	-	Shutdown	Disable	Disable

Table 1. OCP 及び SCP の動作条件

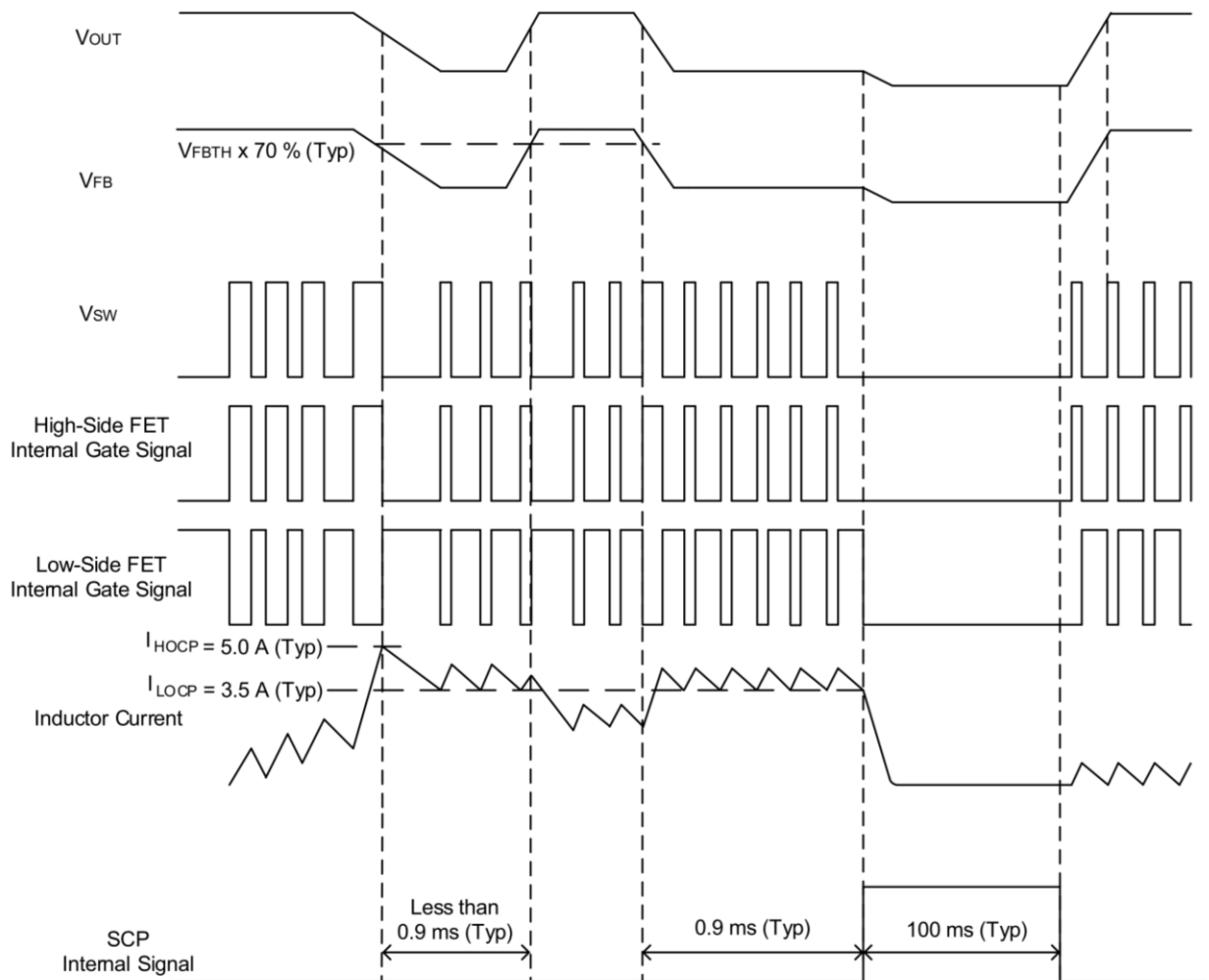


Figure 35. OCP・SCP タイミングチャート

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。

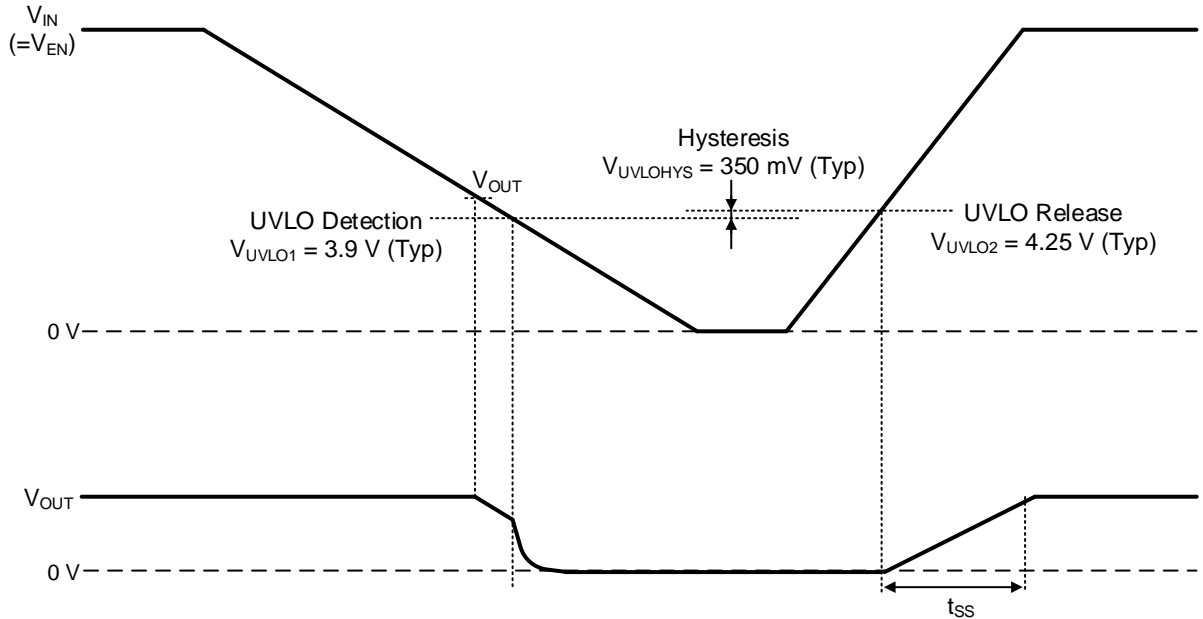


Figure 36. UVLO タイミングチャート

(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、SW 端子は内部の 400Ω (Typ) でディスチャージし、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. $V_{IN} = 5\text{ V to }12\text{ V}$, $V_{OUT} = 1.2\text{ V}$

Table 2. アプリケーション仕様

Parameter	Symbol	Specification Value
Input Voltage	V_{IN}	5 V to 12 V (Typ)
Output Voltage	V_{OUT}	1.2 V (Typ)
Maximum Output Current	I_{OUTMAX}	3 A
Temperature	T_a	25 °C

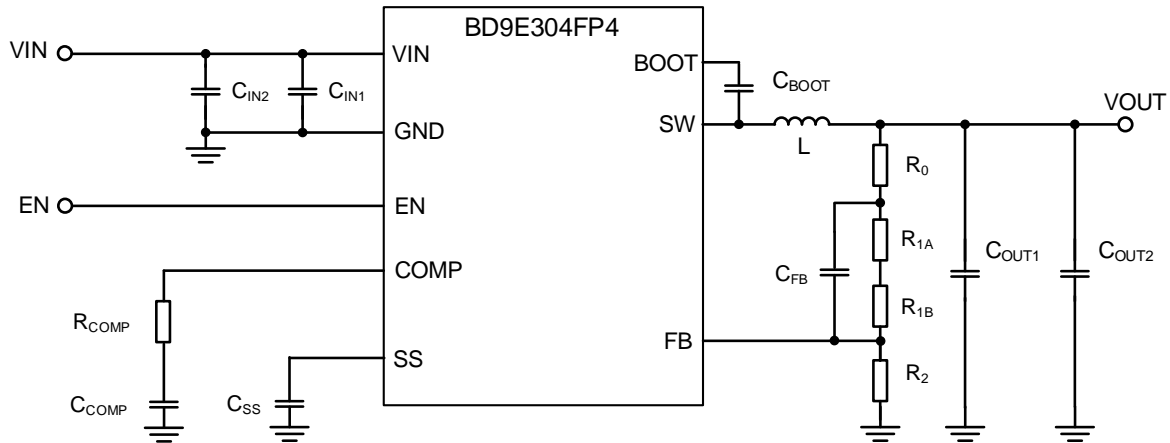


Figure 37. アプリケーション回路図

Table 3. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	3.3 μH	DEM8045C	8080	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (100 V, X7S, $\pm 22\%$)	GRM32EC72A106KE05	3225	Murata
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{OUT1} (Note 4)	47 μF (16 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM31CR61C476ME44	3216	Murata
C_{OUT2} (Note 4)	47 μF (16 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM31CR61C476ME44	3216	Murata
C_{FB}	120 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H121JA01	0603	Murata
C_{COMP} (Note 5)	680 pF (25 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1E681JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{COMP} (Note 5)	51 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF5102	1005	ROHM
R_{1A}	Short	-	-	-
R_{1B}	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_2	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_0 (Note 6)	Short	-	-	-

(Note 1) 高周波ノイズの影響を低減するために、 C_{IN1} に0.1 μF 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_{IN2} 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 μF 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_{BOOT} 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 μF 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_{OUT1} , C_{OUT2} 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) 位相補償の設定方法に関してはアプリケーション部品選定方法4. 位相補償を参照ください。

(Note 6) R_0 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_0 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。

1. $V_{IN} = 5\text{ V}$ to 12 V , $V_{OUT} = 1.2\text{ V}$ – 続き

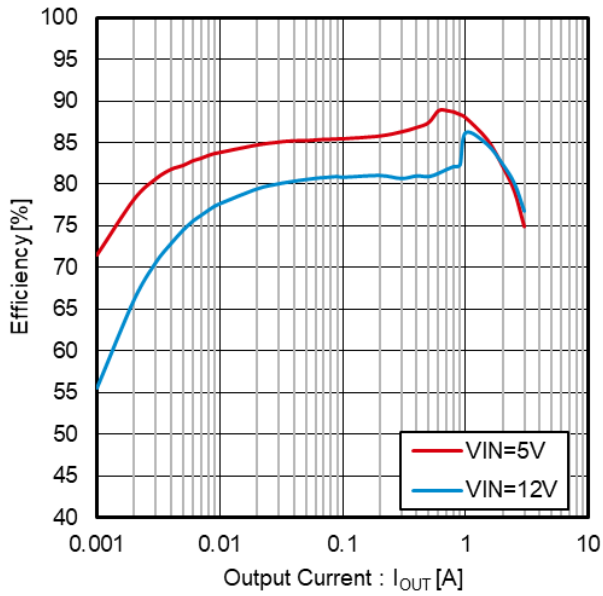


Figure 38. Efficiency vs Output Current

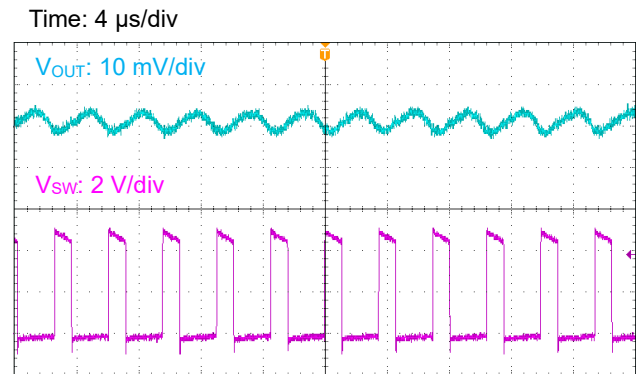


Figure 39. Output Ripple Voltage ($V_{IN} = 5\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

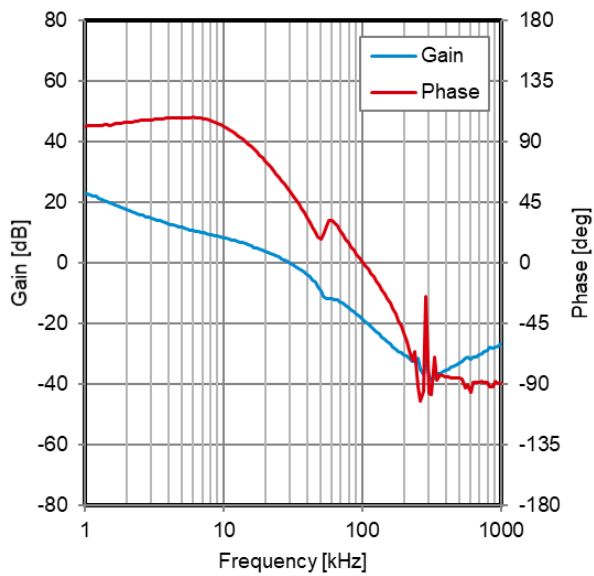


Figure 40. Frequency Characteristics ($V_{IN} = 5\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

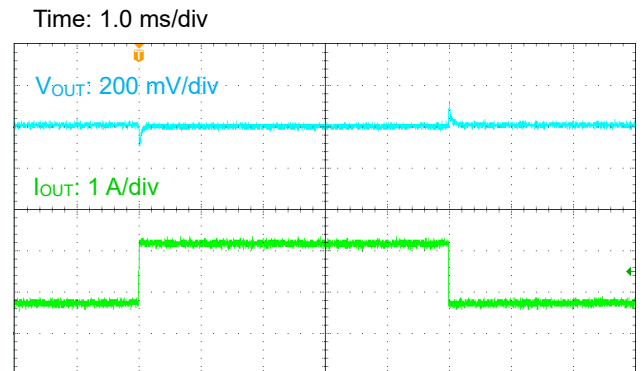


Figure 41. Load Transient Response ($V_{IN} = 5\text{ V}$, $I_{OUT} = 0.75\text{ A}$ to 2.25 A)

応用回路例 — 続き

2. $V_{IN} = 5\text{ V to }18\text{ V}$, $V_{OUT} = 1.8\text{ V}$

Table 4. アプリケーション仕様

Parameter	Symbol	Specification Value
Input Voltage	V_{IN}	5 V to 18 V (Typ)
Output Voltage	V_{OUT}	1.8 V (Typ)
Maximum Output Current	I_{OUTMAX}	3 A
Temperature	T_a	25 °C

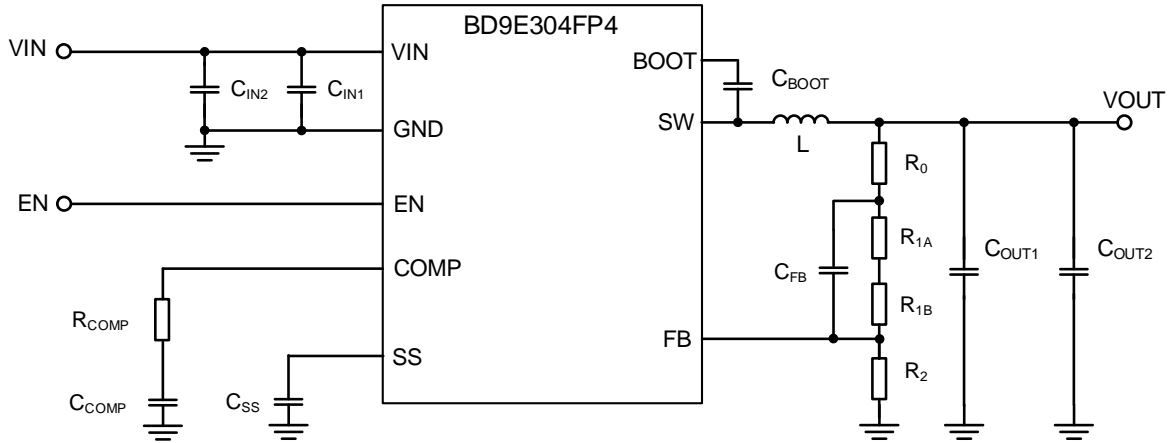


Figure 42. アプリケーション回路図

Table 5. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	10 μH	DEM8045C	8080	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (100 V, X7S, $\pm 22\%$)	GRM32EC72A106KE05	3225	Murata
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{OUT1} (Note 4)	47 μF (16 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM31CR61C476ME44	3216	Murata
C_{OUT2} (Note 4)	47 μF (16 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM31CR61C476ME44	3216	Murata
C_{FB}	120 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H121JA01	0603	Murata
C_{COMP} (Note 5)	680 pF (25 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1E681JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{COMP} (Note 5)	91 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF9102	1005	ROHM
R_{1A}	43 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF4302	1005	ROHM
R_{1B}	43 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF4302	1005	ROHM
R_2	43 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF4302	1005	ROHM
R_0 (Note 6)	Short	-	-	-

(Note 1) 高周波ノイズの影響を低減するために、 C_{IN1} に0.1 μF 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_{IN2} 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 μF 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_{BOOT} 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 μF 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_{OUT1} , C_{OUT2} 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) 位相補償の設定方法に関してはアプリケーション部品選定方法4. 位相補償を参照ください。
 (Note 6) R_0 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_0 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。

2. $V_{IN} = 5\text{ V to }18\text{ V}$, $V_{OUT} = 1.8\text{ V}$ – 続き

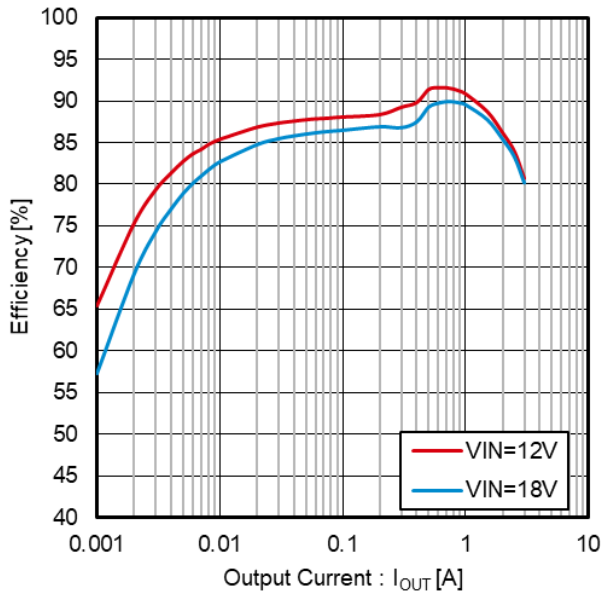


Figure 43. Efficiency vs Output Current

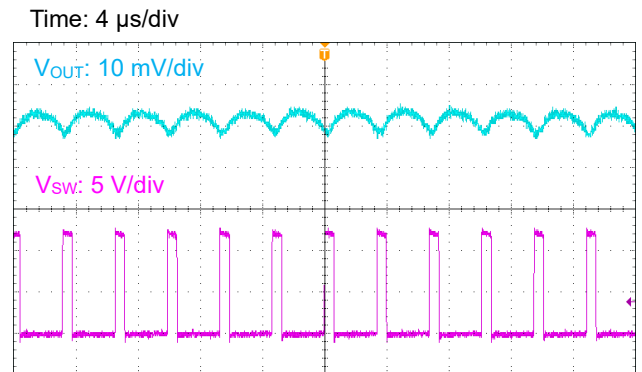


Figure 44. Output Ripple Voltage ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

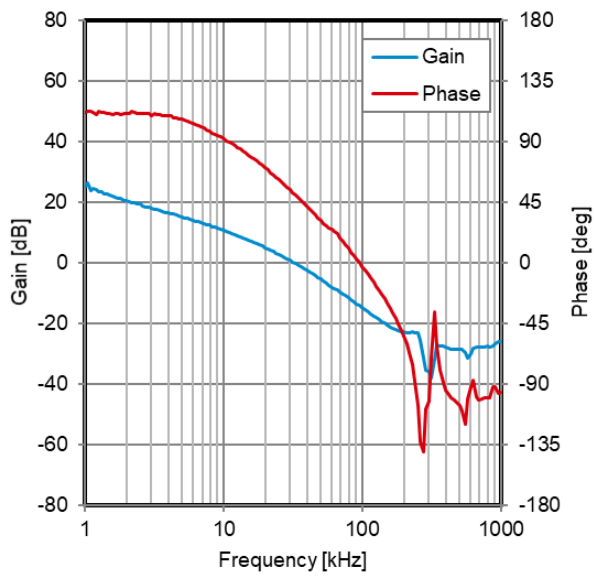


Figure 45. Frequency Characteristics ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

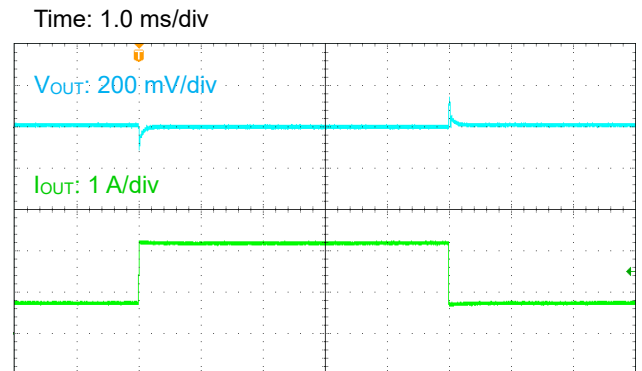


Figure 46. Load Transient Response ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 0.75\text{ A to }2.25\text{ A}$)

応用回路例 — 続き

3. $V_{IN} = 12\text{ V to }24\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$

Table 6. アプリケーション仕様

Parameter	Symbol	Specification Value
Input Voltage	V_{IN}	12 V to 24 V (Typ)
Output Voltage	V_{OUT}	3.3 V (Typ)
Maximum Output Current	I_{OUTMAX}	3 A
Temperature	T_a	25 °C

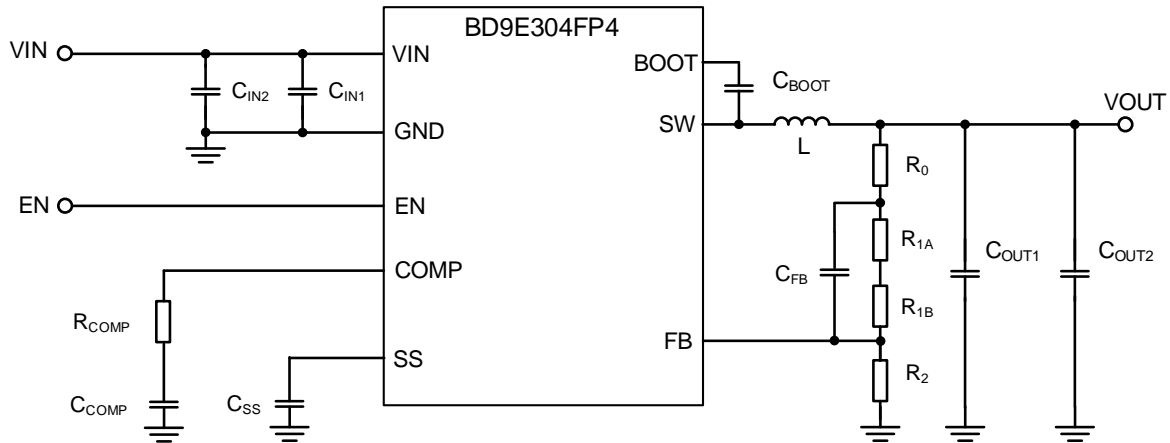


Figure 47. アプリケーション回路図

Table 7. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	10 μH	DEM8045C	8080	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (100 V, X7S, $\pm 22\%$)	GRM32EC72A106KE05	3225	Murata
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{OUT1} (Note 4)	47 μF (16 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM31CR61C476ME44	3216	Murata
C_{OUT2} (Note 4)	47 μF (16 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM31CR61C476ME44	3216	Murata
C_{FB}	120 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H121JA01	0603	Murata
C_{COMP} (Note 5)	680 pF (25 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1E681JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{COMP} (Note 5)	47 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF4702	1005	ROHM
R_{1A}	13 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1302	1005	ROHM
R_{1B}	180 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1803	1005	ROHM
R_2	43 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF4302	1005	ROHM
R_0 (Note 6)	Short	-	-	-

(Note 1) 高周波ノイズの影響を低減するために、 C_{IN1} に0.1 μF 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_{IN2} 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 μF 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_{BOOT} 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 μF 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_{OUT1} , C_{OUT2} 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) 位相補償の設定方法に関してはアプリケーション部品選定方法4. 位相補償を参照ください。

(Note 6) R_0 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_0 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。

3. $V_{IN} = 12\text{ V}$ to 24 V , $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$ – 続き

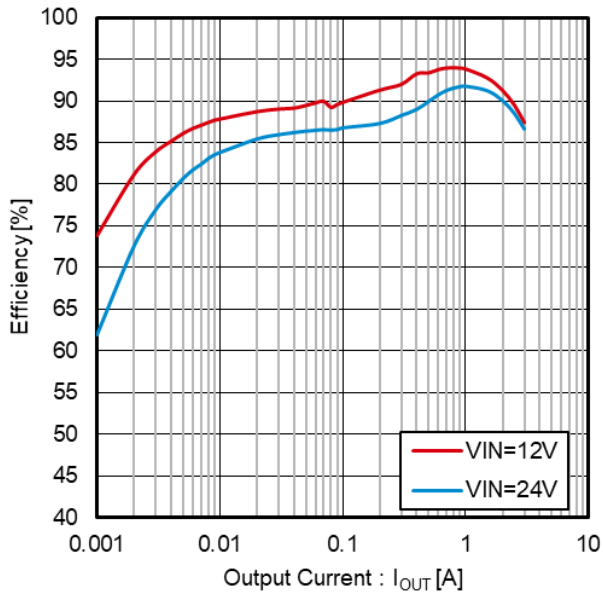


Figure 48. Efficiency vs Output Current

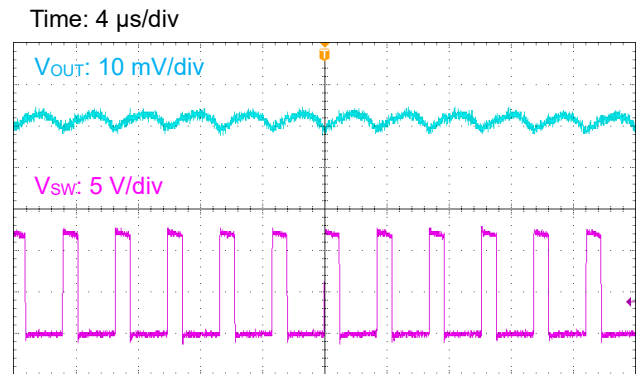


Figure 49. Output Ripple Voltage ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

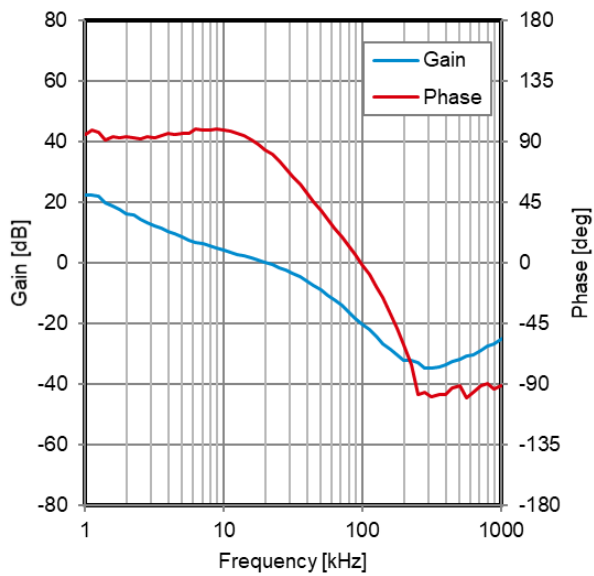


Figure 50. Frequency Characteristics ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

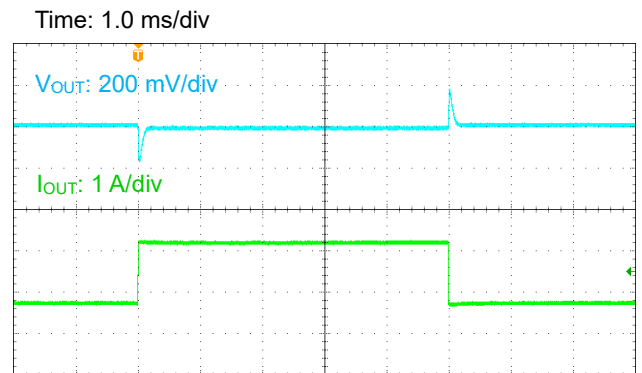


Figure 51. Load Transient Response ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 0.75\text{ A}$ to 2.25 A)

応用回路例 — 続き

4. $V_{IN} = 12\text{ V}$ to 24 V , $V_{OUT} = 5\text{ V}$

Table 8. アプリケーション仕様

Parameter	Symbol	Specification Value
Input Voltage	V_{IN}	12 V to 24 V (Typ)
Output Voltage	V_{OUT}	5 V (Typ)
Maximum Output Current	I_{OUTMAX}	3 A
Temperature	T_a	25 °C

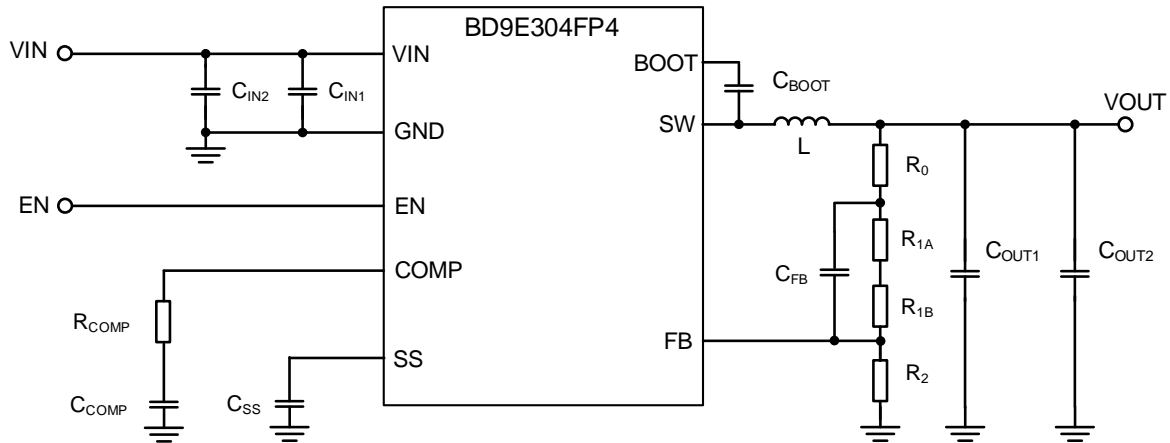


Figure 52. アプリケーション回路図

Table 9. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	15 μH	DEM8045C	8080	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (100 V, X7S, $\pm 22\%$)	GRM32EC72A106KE05	3225	Murata
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{OUT1} (Note 4)	47 μF (16 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM31CR61C476ME44	3216	Murata
C_{OUT2} (Note 4)	47 μF (16 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM31CR61C476ME44	3216	Murata
C_{FB}	120 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H121JA01	0603	Murata
C_{COMP} (Note 5)	680 pF (25 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1E681JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{COMP} (Note 5)	33 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF3302	1005	ROHM
R_{1A}	15 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1502	1005	ROHM
R_{1B}	300 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF3003	1005	ROHM
R_2	43 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF4302	1005	ROHM
R_0 (Note 6)	Short	-	-	-

(Note 1) 高周波ノイズの影響を低減するために、 C_{IN1} に0.1 μF 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_{IN2} 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 μF 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_{BOOT} 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 μF 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_{OUT1} , C_{OUT2} 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) 位相補償の設定方法に関してはアプリケーション部品選定方法4. 位相補償を参照ください。

(Note 6) R_0 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_0 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。

4. $V_{IN} = 12\text{ V}$ to 24 V , $V_{OUT} = 5\text{ V}$ – 続き

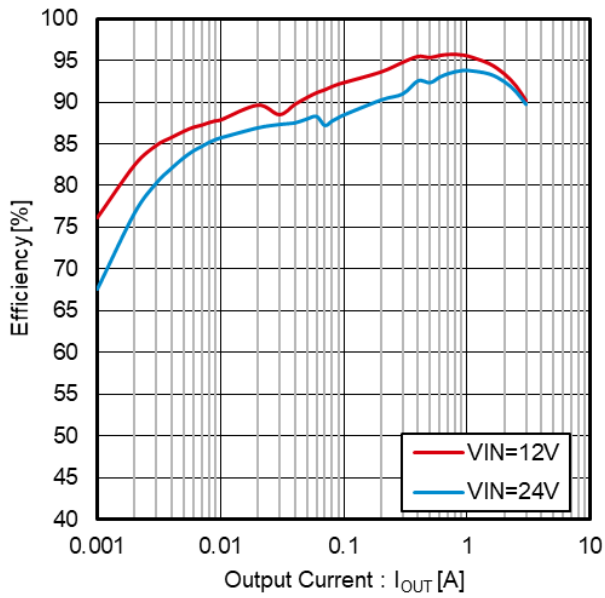


Figure 53. Efficiency vs Output Current

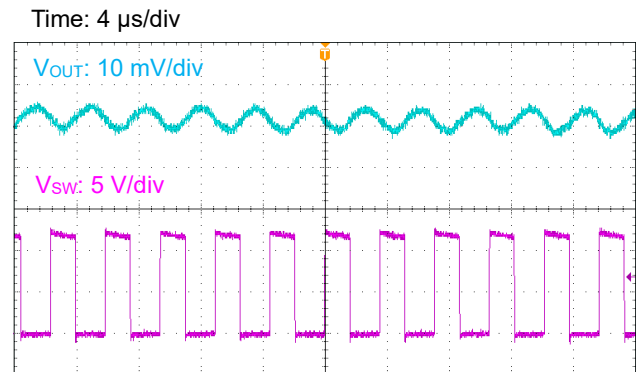


Figure 54. Output Ripple Voltage ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

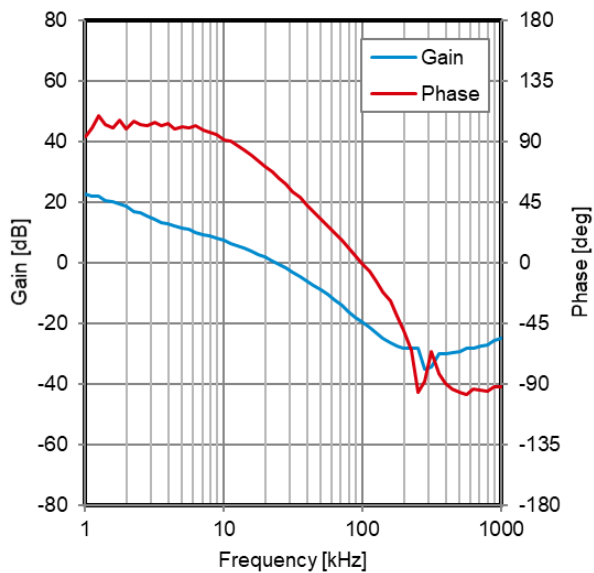


Figure 55. Frequency Characteristics ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

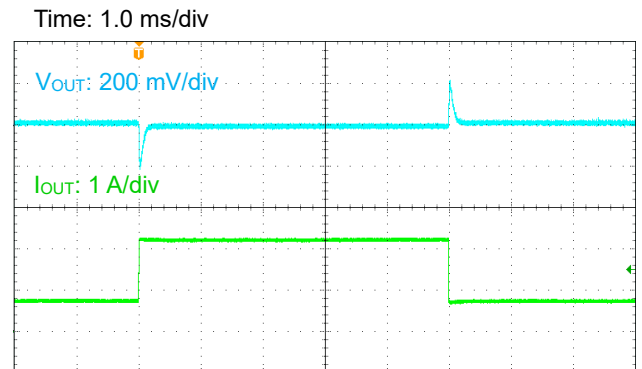


Figure 56. Load Transient Response ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 0.75\text{ A}$ to 2.25 A)

応用回路例 — 続き

5. $V_{IN} = 24\text{ V to }36\text{ V}$, $V_{OUT} = 12\text{ V}$

Table 10. アプリケーション仕様

Parameter	Symbol	Specification Value
Input Voltage	V_{IN}	24 V to 36 V (Typ)
Output Voltage	V_{OUT}	12 V (Typ)
Maximum Output Current	I_{OUTMAX}	3 A
Temperature	T_a	25 °C

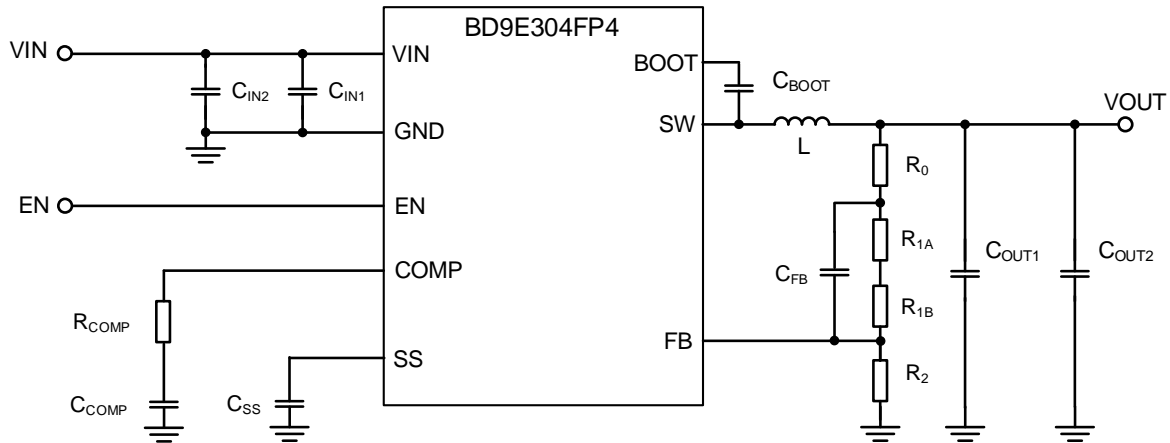


Figure 57. アプリケーション回路図

Table 11. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	22 μH	DEM10050C	100100	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (100 V, X7S, $\pm 22\%$)	GRM32EC72A106KE05	3225	Murata
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{OUT1} (Note 4)	47 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK325ABJ476MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{OUT2} (Note 4)	47 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK325ABJ476MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{FB}	120 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H121JA01	0603	Murata
C_{COMP} (Note 5)	680 pF (25 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1E681JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{COMP} (Note 5)	30 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF3002	1005	ROHM
R_{1A}	43 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF4302	1005	ROHM
R_{1B}	470 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF4703	1005	ROHM
R_2	27 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF2702	1005	ROHM
R_0 (Note 6)	Short	-	-	-

(Note 1) 高周波ノイズの影響を低減するために、 C_{IN1} に0.1 μF 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_{IN2} 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 μF 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_{BOOT} 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 μF 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_{OUT1} , C_{OUT2} 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) 位相補償の設定方法に関してはアプリケーション部品選定方法4. 位相補償を参照ください。

(Note 6) R_0 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_0 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。

5. $V_{IN} = 24\text{ V}$ to 36 V , $V_{OUT} = 12\text{ V}$ – 続き

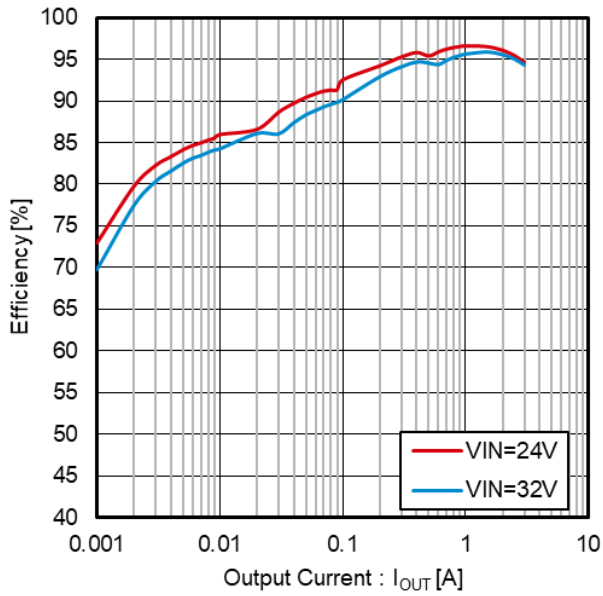


Figure 58. Efficiency vs Output Current

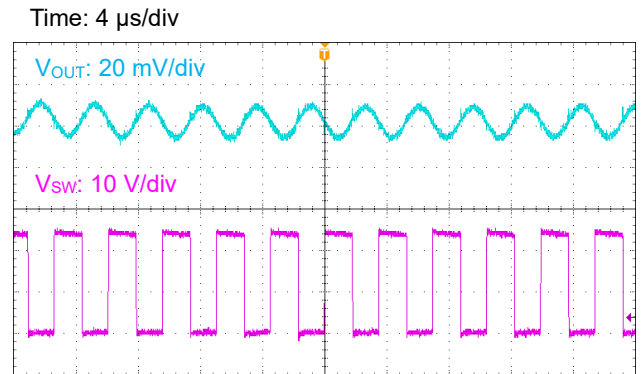


Figure 59. Output Ripple Voltage ($V_{IN} = 24\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

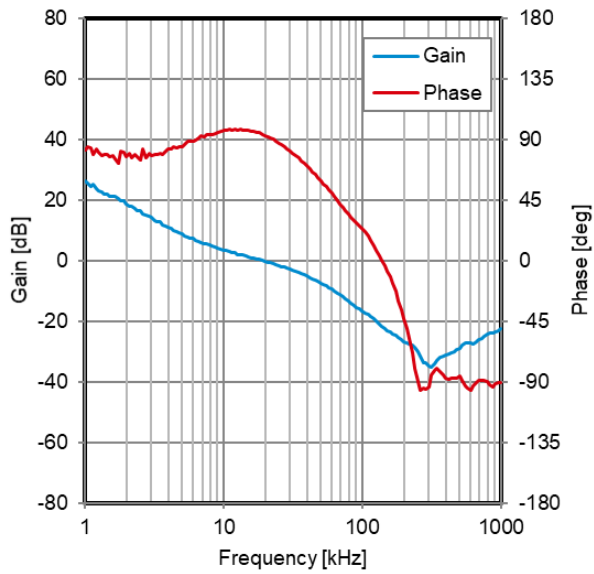


Figure 60. Frequency Characteristics ($V_{IN} = 24\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

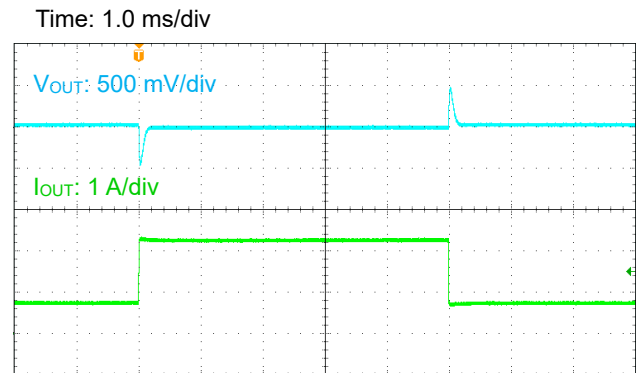


Figure 61. Load Transient Response ($V_{IN} = 24\text{ V}$, $I_{OUT} = 0.75\text{ A}$ to 2.25 A)

応用回路例 — 続き

6. $V_{IN} = 32\text{ V to }36\text{ V}$, $V_{OUT} = 24\text{ V}$

Table 12. アプリケーション仕様

Parameter	Symbol	Specification Value
Input Voltage	V_{IN}	32 V to 36 V (Typ)
Output Voltage	V_{OUT}	24 V (Typ)
Maximum Output Current	I_{OUTMAX}	3 A
Temperature	T_a	25 °C

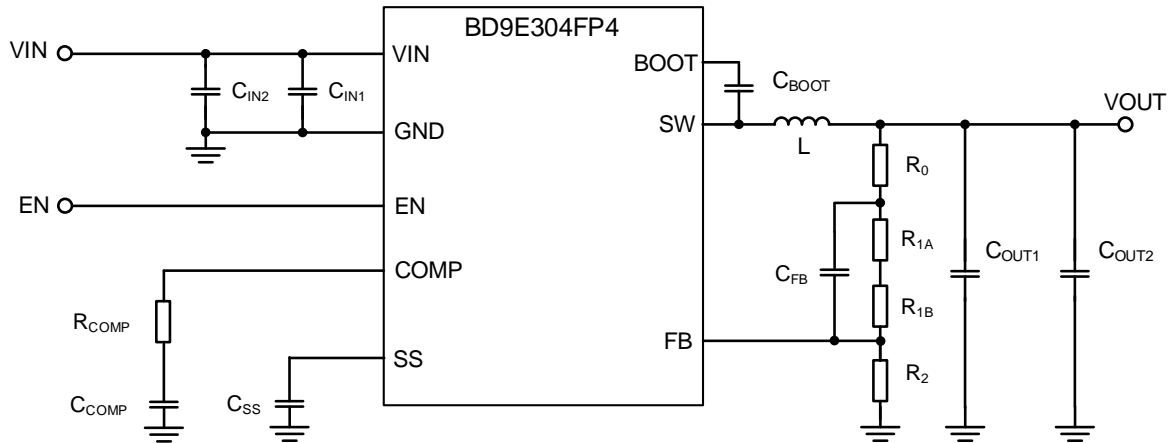


Figure 62. アプリケーション回路図

Table 13. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	22 μH	DEM10050C	100100	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (100 V, X7S, $\pm 22\%$)	GRM32EC72A106KE05	3225	Murata
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 15\%$)	GRM155R61H104KE14	1005	Murata
C_{OUT1} (Note 4)	47 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK325ABJ476MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{OUT2} (Note 4)	47 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK325ABJ476MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{FB}	120 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H121JA01	0603	Murata
C_{COMP} (Note 5)	680 pF (25 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1E681JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{COMP} (Note 5)	27 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF2702	1005	ROHM
R_{1A}	Short	-	-	-
R_{1B}	390 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF3903	1005	ROHM
R_2	10 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1002	1005	ROHM
R_0 (Note 6)	Short	-	-	-

(Note 1) 高周波ノイズの影響を低減するために、 C_{IN1} に0.1 μF 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_{IN2} 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 μF 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_{BOOT} 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 μF 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_{OUT1} , C_{OUT2} 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) 位相補償の設定方法に関してはアプリケーション部品選定方法4. 位相補償を参照ください。

(Note 6) R_0 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_0 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。

6. $V_{IN} = 32\text{ V}$ to 36 V , $V_{OUT} = 24\text{ V}$ – 続き

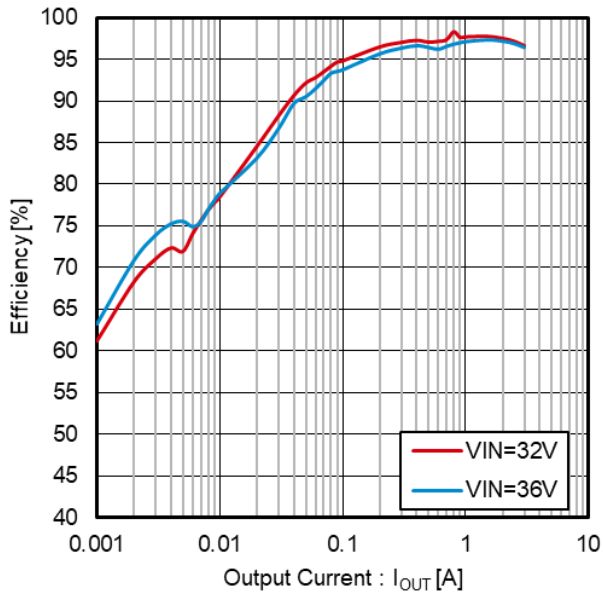


Figure 63. Efficiency vs Output Current

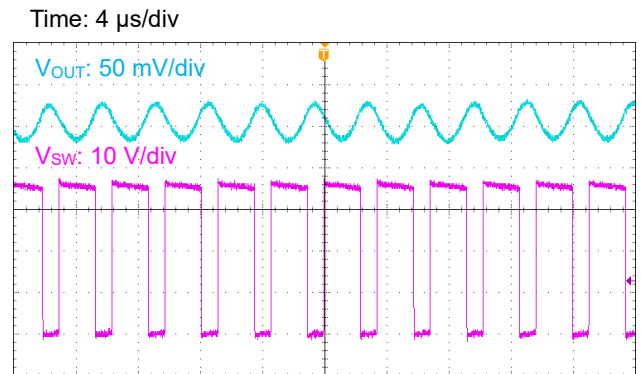


Figure 64. Output Ripple Voltage ($V_{IN} = 36\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

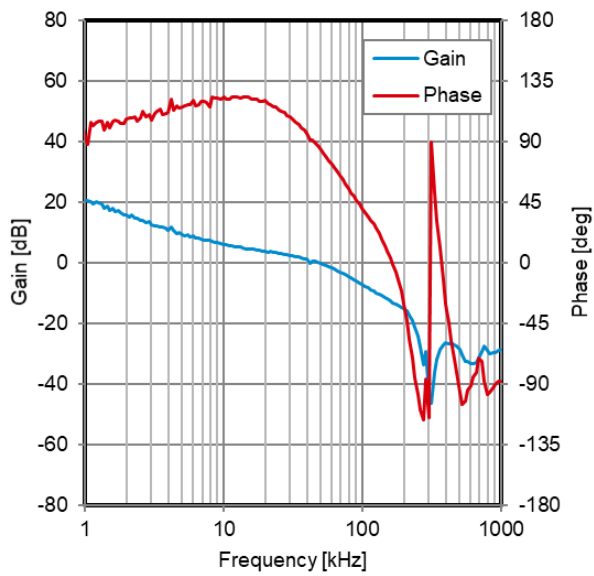


Figure 65. Frequency Characteristics ($V_{IN} = 36\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

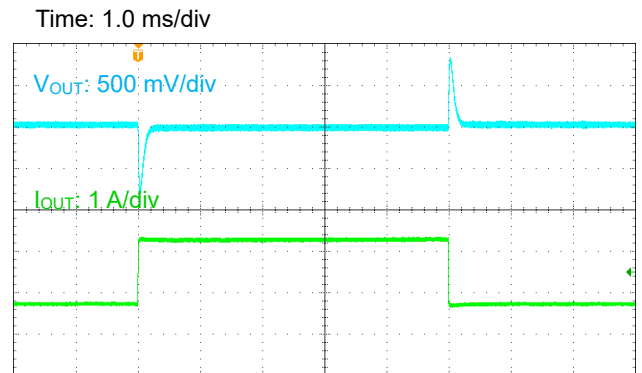


Figure 66. Load Transient Response ($V_{IN} = 36\text{ V}$, $I_{OUT} = 0.75\text{ A}$ to 2.25 A)

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 μ 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 μ 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 14 を参照ください。

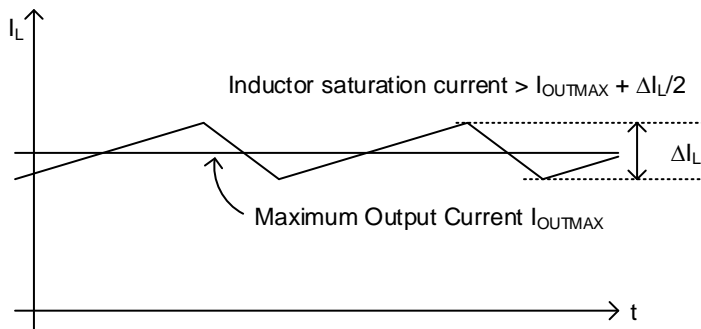


Figure 67. インダクタに流れる電流波形

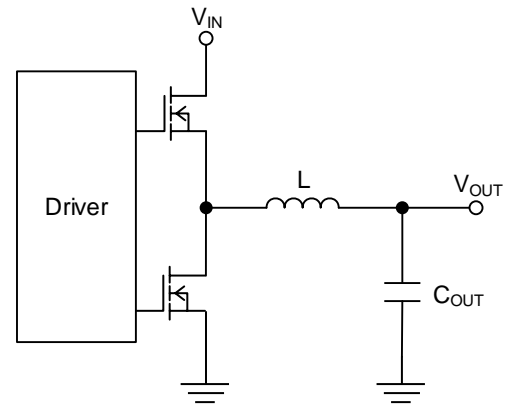


Figure 68. 出力 LC フィルタ回路

$V_{IN} = 12$ V、 $V_{OUT} = 5$ V、 $L = 15$ μ H、スイッチング周波数 $f_{SW} = 300$ kHz で計算するとインダクタ電流 ΔI_L は次式になります。

$$\Delta I_L = V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT}) \times \frac{1}{V_{IN} \times f_{SW} \times L} = 0.648 \text{ [A]}$$

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 ΔI_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 14 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 $C_{OUT} = 44$ μ F、 $R_{ESR} = 3$ m Ω とすると、出力リップル電圧 ΔV_{RPL} は

$$\Delta V_{RPL} = 0.648 \text{ A} \times \left(3 \text{ m}\Omega + \frac{1}{8 \times 44 \mu\text{F} \times 300 \text{ kHz}} \right) = 8.1 \text{ [mV]}$$

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。

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

where:

t_{SSMIN} is the minimum soft start time.

V_{OUT} is the output voltage.

I_{OUTMAX} is the maximum output current.

ΔI_L is the inductor current.

I_{OUTSS} is the maximum output current during soft start.

例として、 $V_{IN} = 12 \text{ V}$ 、 $V_{OUT} = 5 \text{ V}$ 、 $L = 15 \text{ } \mu\text{H}$ 、 $f_{SW} = 300 \text{ kHz (Typ)}$ 、 $t_{SSMIN} = 1.75 \text{ ms}$ ($C_{SS} = \text{OPEN}$)、 $I_{OUTMAX} = 3 \text{ A}$ 、 $I_{OUTSS} = 3 \text{ A}$ 時に C_{OUTMAX} は下記で計算できます。

$$C_{OUTMAX} < \frac{1.75 \text{ ms}}{5.0 \text{ V}} \times (3 \text{ A} + \frac{0.648 \text{ A}}{2} - 3 \text{ A}) = 113 \text{ } \mu\text{F}$$

V_{OUT} に接続される合計容量が C_{OUTMAX} より大きい場合、起動時の突入電流により過電流保護が動作し出力が起動しない可能性がありますので、実アプリケーションでの十分な確認をお願いします。

Table 14. 推奨外付け定数

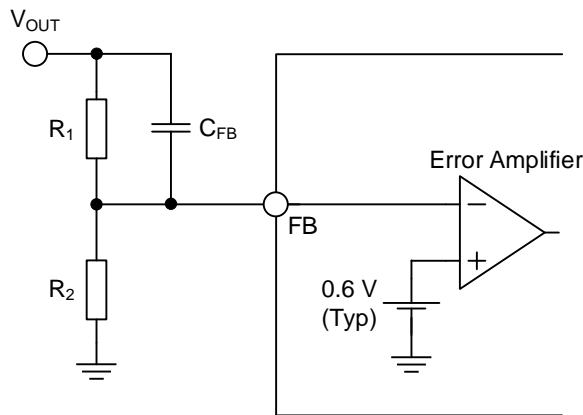
V_{IN} [V]	V_{OUT} [V]	Inductor L [μH]	C_{OUT_EFF} (Note 1) [μF]	R_1 [k Ω]	R_2 [k Ω]	C_{FB} [pF]	R_{COMP} [k Ω]	C_{COMP} [pF]
5 to 12	1.2	3.3	44	100	100	120	51	680
5 to 18	1.8	10	44	86	43	120	91	680
12 to 32	3.3	10	44	193	43	120	47	680
12 to 36	5.0	15	44	315	43	120	33	680
24 to 36	12	22	22	513	27	120	30	680
32 to 36	24	22	22	390	10	120	27	680

(Note 1) C_{OUT_EFF} は出力実容量の和です。

アプリケーション部品選定方法 — 続き

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_1 と R_2 、FB コンデンサ C_{FB} の推奨値は Table 14 を参照ください。



出力電圧 V_{OUT} は、下式で計算できます。

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

Figure 69. フィードバック抵抗回路

4. 位相補償

電流モード制御の降圧 DC/DC コンバータは、ERR アンプと負荷によって形成される 2 つのポールと、位相補償にて付加する 1 つのゼロ点を持つ 2-pole 1-zero システムです。位相補償抵抗 R_{CMP} は、DC/DC コンバータのループゲインが 0 dB となる、クロスオーバー周波数 f_{CRS} を決定します。このクロスオーバー周波数 f_{CRS} を高く設定した場合、良好な過渡負荷応答特性が得られますが、安定性において不利になります。一方、クロスオーバー周波数 f_{CRS} を低く設定した場合は、非常に安定した特性になりますが、過渡負荷応答特性において劣ります。

(1) 位相補償抵抗 R_{CMP} の選定

位相補償抵抗 R_{CMP} は次式にて求めることができます。

$$R_{CMP} = \frac{2\pi \times V_{OUT} \times f_{CRS} \times C_{OUT}}{V_{FB} \times G_{MP} \times G_{MA}}$$

V_{OUT} : 出力電圧
 f_{CRS} : クロスオーバー周波数
 C_{OUT} : 出力コンデンサ
 V_{FB} : フィードバック基準電圧 0.6 V (Typ)
 G_{MP} : カレントセンスゲイン 11.76 A/V (Typ)
 G_{MA} : ERR アンプトランスコンダクタンス 42 μ A/V (Typ)

(2) 位相補償容量 C_{CMP} の選定

DC/DC コンバータを安定動作させるために、ゼロクロスオーバー周波数の 1/6 以下の位置にゼロ点を挿入することで、負荷によって形成されるポールによる位相遅延がキャンセルされ、多くの場合、好ましい特性が得られます。

位相補償容量 C_{CMP} は、次式にて求めることができます。

$$C_{CMP} = \frac{1}{2\pi \times R_{CMP} \times f_Z}$$

f_Z : 挿入されるゼロ点

4. 位相補償 — 続き

(3) ループ安定性について

DC/DC コンバータの安定性を確保するため、十分な位相マージンを持っていることを実機にて確認してください。ワースト条件において、45°以上の位相マージンを確保することを推奨します。実際には、PCBのレイアウトや配線の引き回し、使用する部品の種類、使用条件（温度など）により特性は変化します。実機での周波数特性の確認には、ゲインフェーズアナライザや周波数特性分析器を使用します。測定方法に関して各測定器メーカーにお問い合わせください。

5. ソフトスタートコンデンサ (ソフトスタート時間設定)

ソフトスタート時間 t_{SS} は SS 端子に接続するコンデンサの定数に依存します。SS 端子がオープン時の t_{SS} は 2.5 ms (Typ) になります。SS 端子にコンデンサ C_{SS} を接続することで、 t_{SS} を 2.5 ms より長く設定することが可能です。下式より、 t_{SS} と C_{SS} を設定してください。 C_{SS} は、0.01 μF ~ 0.1 μF の範囲で使用してください。

$$t_{SS} = \frac{C_{SS} \times 0.6}{I_{SS}} \text{ [s]}$$

I_{SS} : SS チャージ電流 2.5 μA (Typ)

ここで、 $C_{SS} = 0.022 \mu\text{F}$ とすると、 t_{SS} は下記のように計算できます。

$$t_{SS} = \frac{0.022 \mu\text{F} \times 0.6}{2.5 \mu\text{A}} = 5.28 \text{ [ms]}$$

6. 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 μF 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 μF 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 コンバータにおける 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 70-a から Figure 70-c は降圧 DC/DC コンバータの電流経路を示した図です。Figure 70-a の Loop1 は上側の switch が ON、下側の switch が OFF 時に流れる電流経路を表しており、Figure 70-b の Loop2 は上側の switch が OFF、下側の switch が ON 時に流れる電流経路を表しています。Figure 70-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。

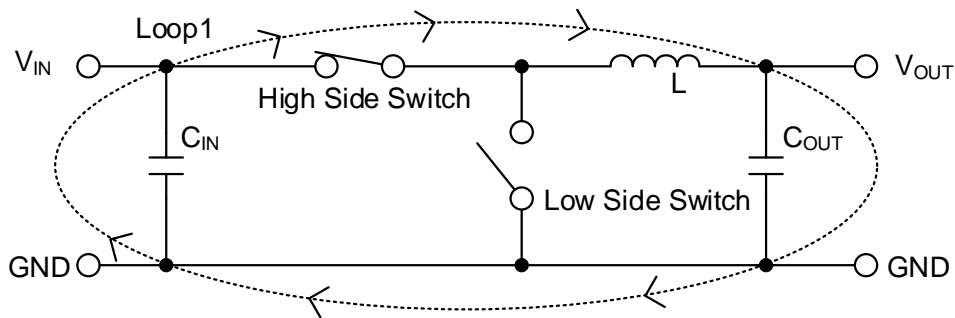


Figure 70-a. H-side Switch: ON、L-side Switch: OFF 時の電流経路

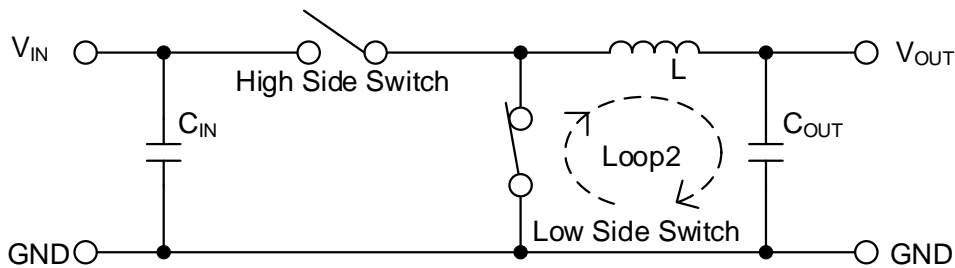


Figure 70-b. H-side Switch: OFF、L-side Switch: ON 時の電流経路

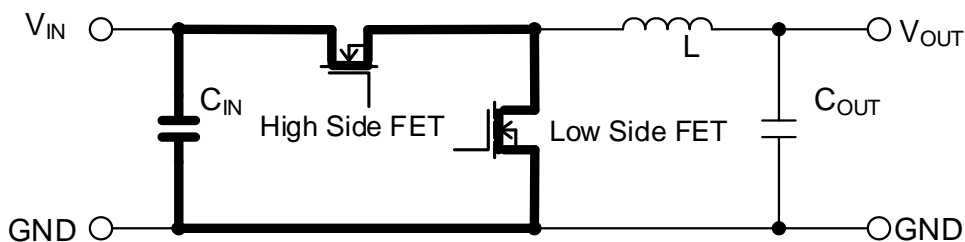


Figure 70-c. 電流の差分、レイアウト上での重要箇所

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。
- ・出カコンデンサ C_7 、 C_8 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_0 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_0 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。

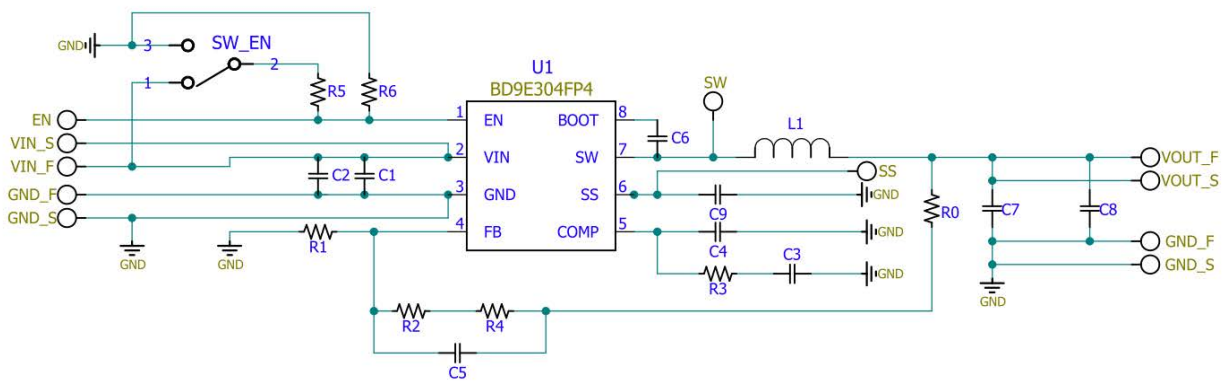


Figure 71. アプリケーション回路図

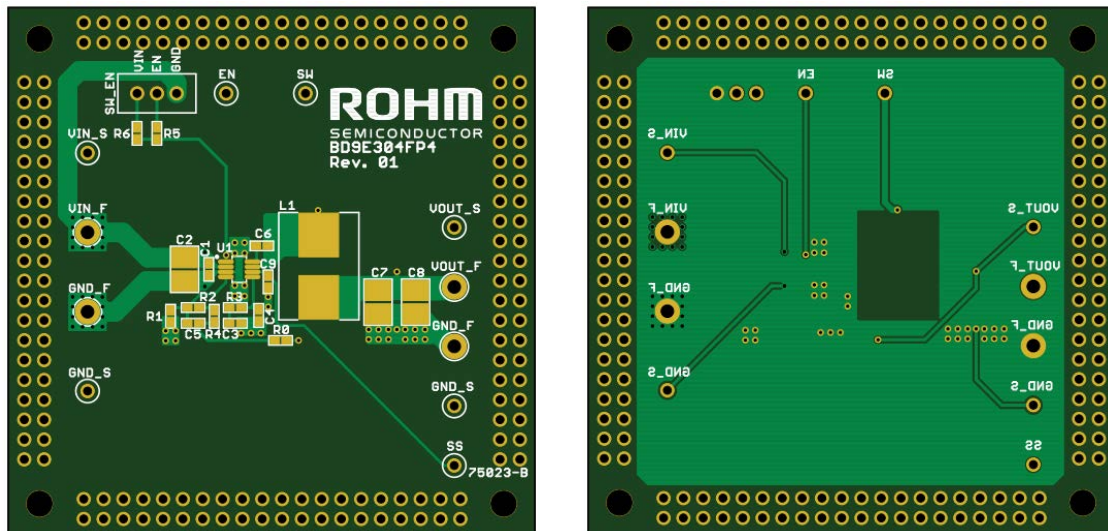


Figure 72. PCB レイアウト例 (Silkscreen Overlay)

PCB レイアウト設計について — 続き

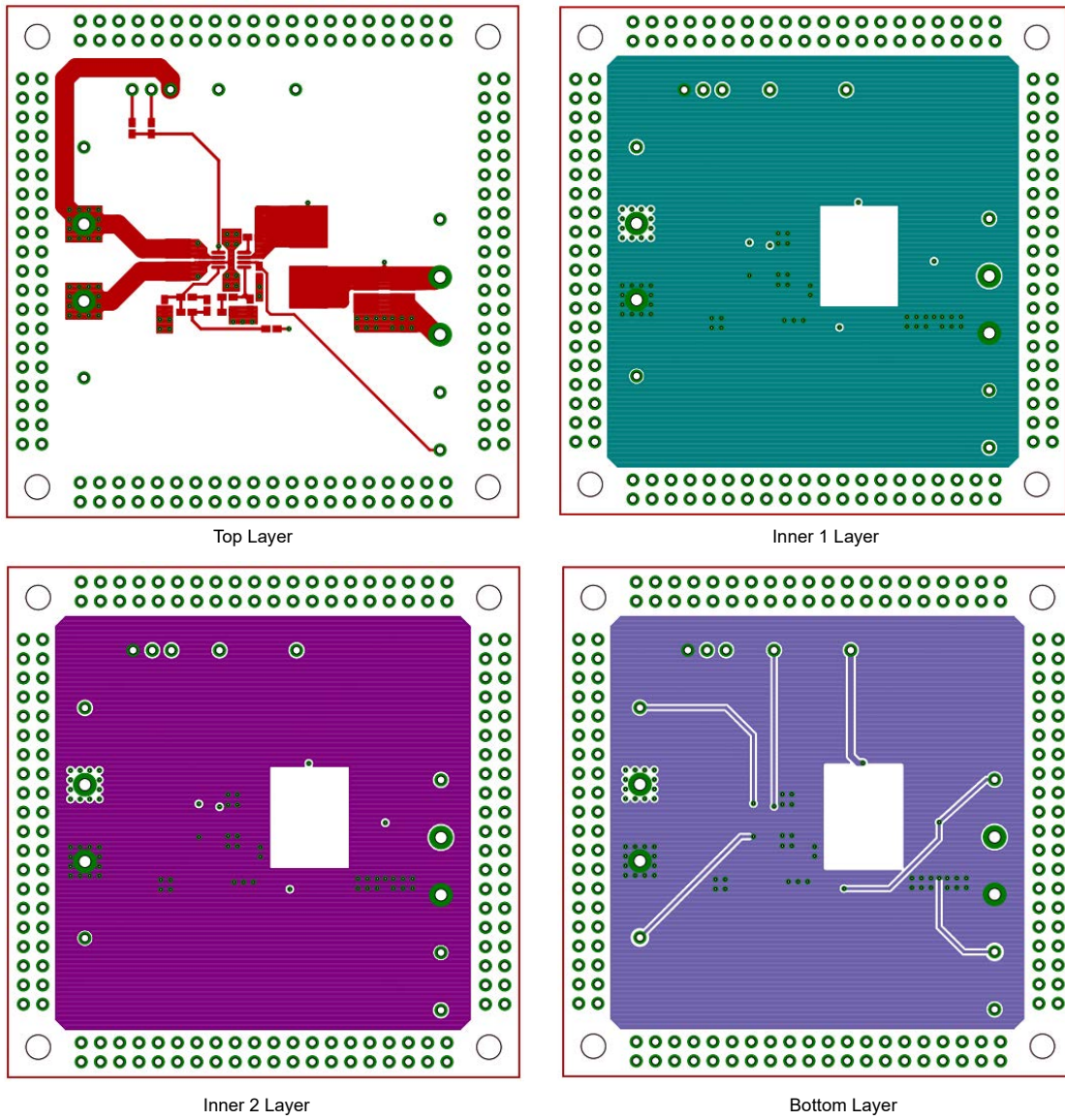
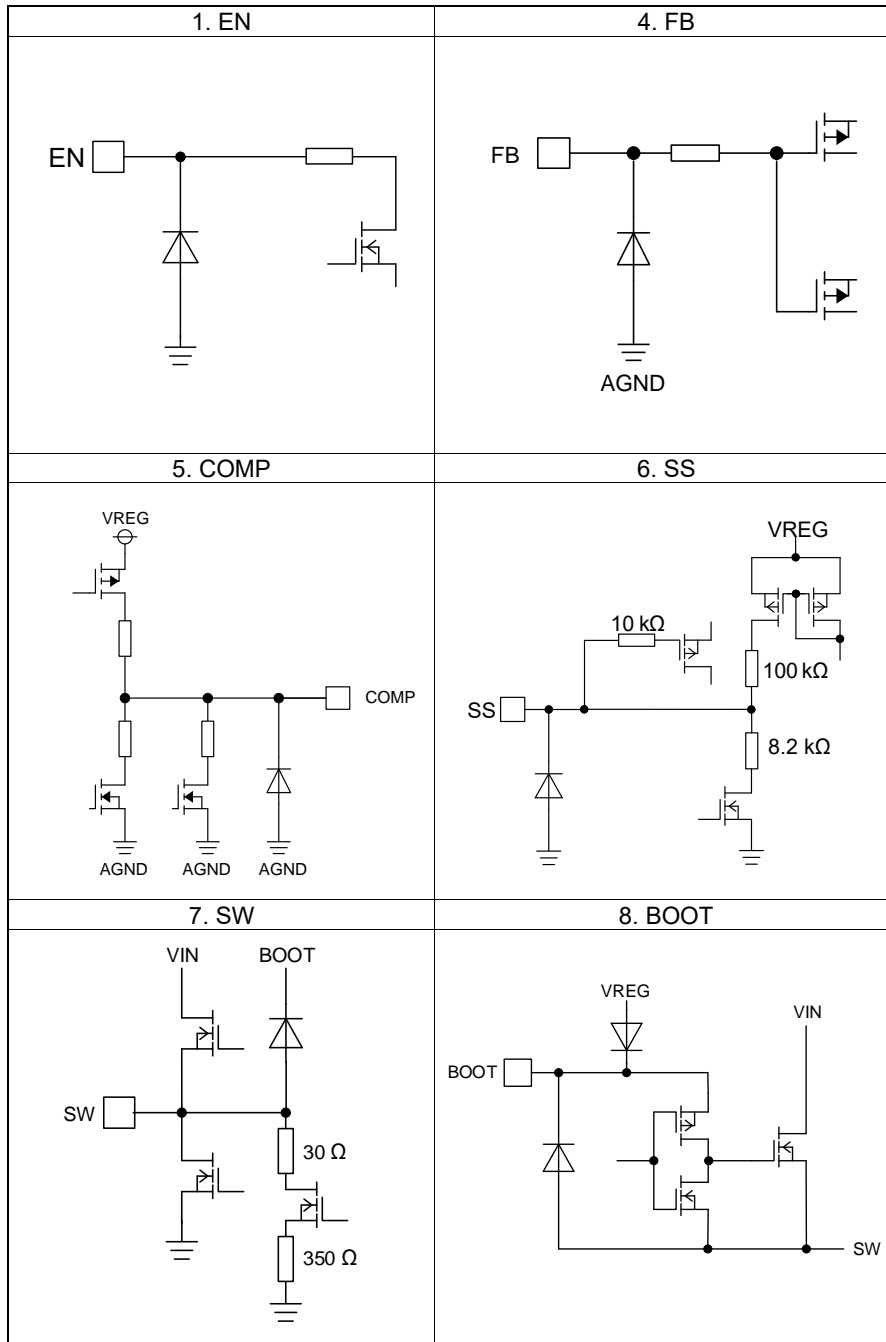


Figure 73. PCB レイアウト例

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。

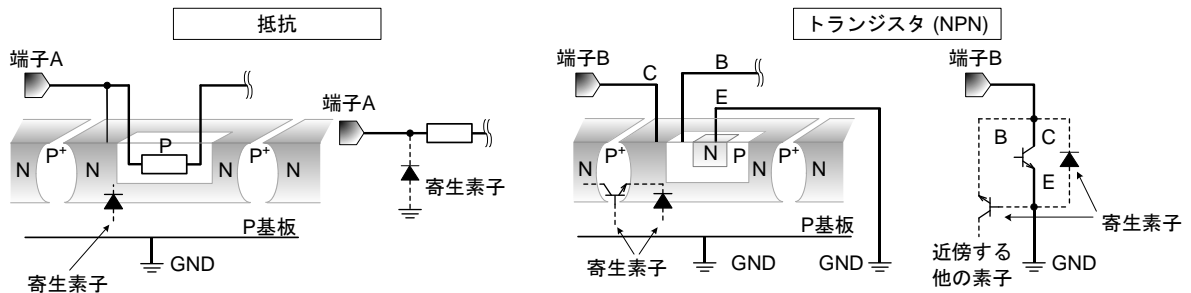


Figure 74. モノリシック IC 構造例

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。

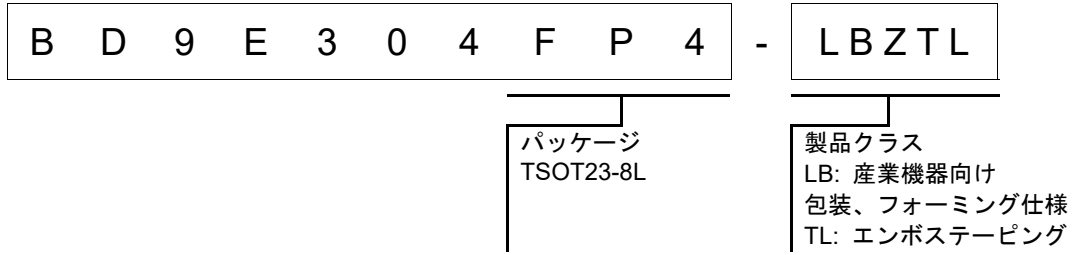
12. 温度保護回路について

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。

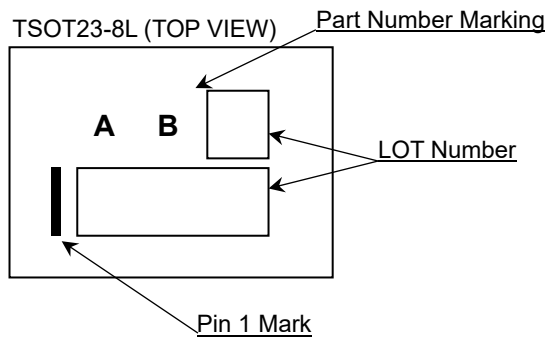
13. 過電流保護回路について

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

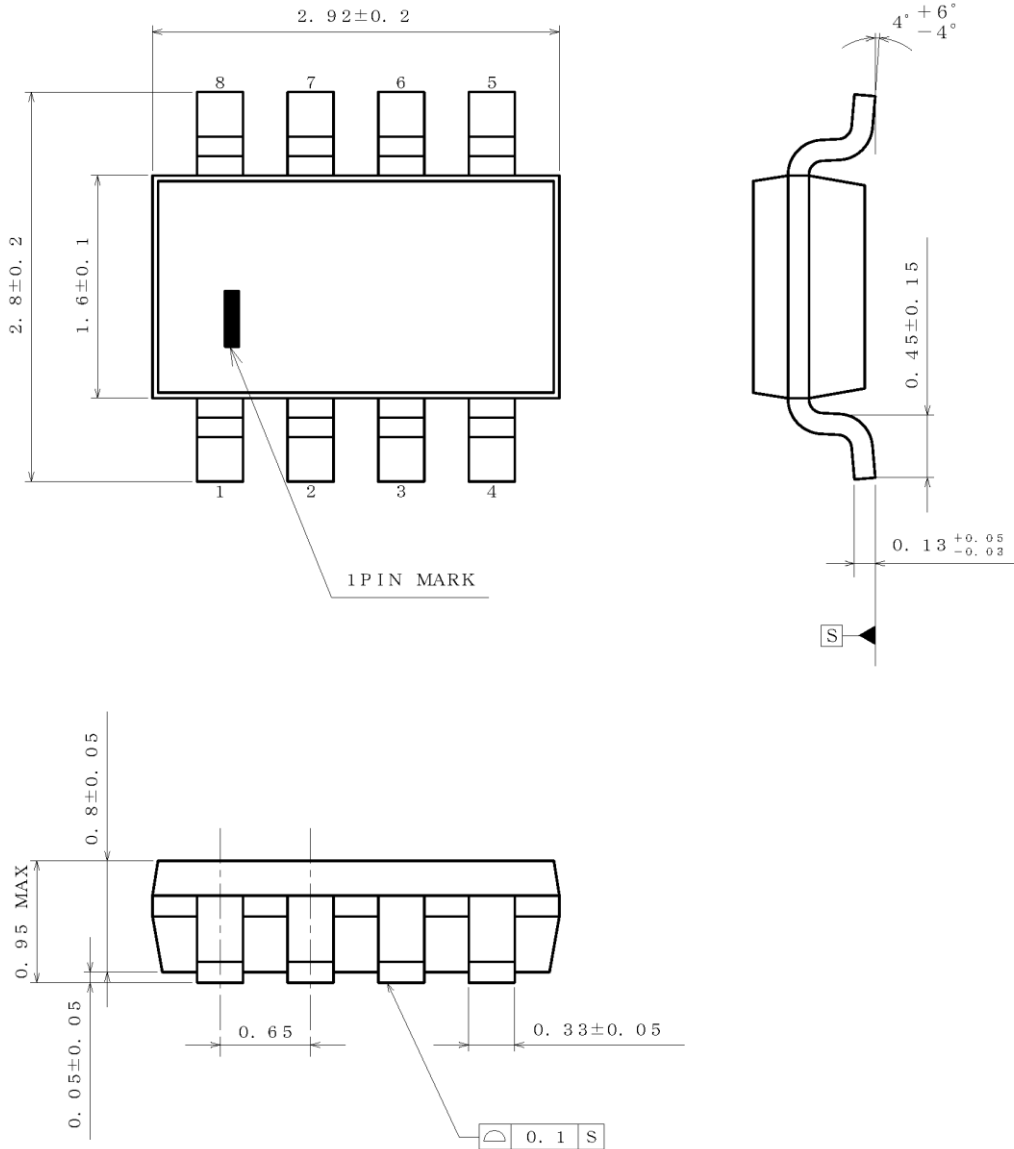


標印図



外形寸法図と包装・フォーミング仕様

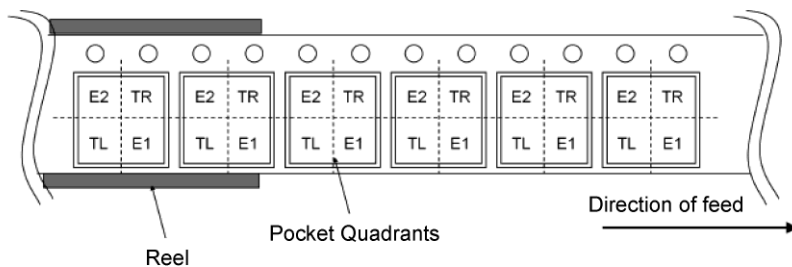
Package Name	TSOT23-8L
--------------	-----------



(UNIT : mm)
 PKG : TSOT23-8L
 Drawing No. EX001-0111-1

<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	3500pcs
包装方向	TL (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番ピンが左下にくる方向。)



改訂履歴

日付	版	変更内容
2021.01.29	001	新規作成
2022.05.20	002	<p>Page 19: Recommended Component Value C_{COMP} Value and Part Name 390 pF → 680 pF GRM0335C1E391JA01 → GRM0335C1E681JA01 R_{COMP} Value and Part Name 56 kΩ → 51 kΩ MCR01MZPF5602 → MCR01MZPF5102</p> <p>Page 20: Update data Figure 39: Output Ripple Voltage Figure 40: Frequency Characteristics Figure 41: Load Transient Response</p> <p>Page 21: Recommended Component Value C_{COMP} Value and Part Name 390 pF → 680 pF GRM0335C1E391JA01 → GRM0335C1E681JA01 R_{COMP} Value and Part Name 120 kΩ → 91 kΩ MCR01MZPF1203 → MCR01MZPF9102</p> <p>Page 22: Update data Figure 44: Output Ripple Voltage Figure 45: Frequency Characteristics Figure 46: Load Transient Response</p> <p>Page 24: Update data Figure 49: Output Ripple Voltage Figure 51: Load Transient Response</p> <p>Page 26: Update data Figure 54: Output Ripple Voltage Figure 56: Load Transient Response</p> <p>Page 27: Recommended Component Value – L Part Name and Size Code DEM8045C → DEM10050C 8080 → 100100</p> <p>Page 28: Update data Figure 59: Output Ripple Voltage Figure 60: Frequency Characteristics Figure 61. Load Transient Response</p> <p>Page 29: Recommended Component Value – L Part Name and Size Code DEM8045C → DEM10050C 8080 → 100100</p> <p>Page 30: Update data Figure 64: Output Ripple Voltage Figure 65: Frequency Characteristics Figure 66. Load Transient Response</p> <p>Page 32: Recommended external parts value Table 14: Update R_{COMP} and C_{COMP} values for V_{OUT} = 1.2 V and V_{OUT} = 1.8 V</p> <p>Page 33: Output Voltage Setting, FB Capacitor Correction of wording.</p>
2022.12.20	003	<p>Page 1: Change typical application circuit. Page 33: Change R_{COMP} (R₁) → R_{COMP}, C_{COMP} (C₁) → C_{COMP}</p>

ご注意

ローム製品取扱い上の注意事項

- 極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器^(Note 1)、航空宇宙機器、原子力制御装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

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

- 半導体製品は一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、本製品の不具合により、人の生命、身体、財産への危険又は損害が生じないように、お客様の責任において次の例に示すようなフェールセーフ設計など安全対策をお願い致します。
 - ①保護回路及び保護装置を設けてシステムとしての安全性を確保する。
 - ②冗長回路等を設けて単一故障では危険が生じないようにシステムとしての安全を確保する。
- 本製品は、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておられません。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
 - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
 - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
 - ③潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
 - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
 - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合
 - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用
 - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合(無洗浄タイプのフラックスを使用される場合は除く。ただし、残渣については十分に確認をお願いします。)又は、はんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合
 - ⑧結露するような場所でのご使用
- 本製品は耐放射線設計はなされておられません。
- 本製品単体品の評価では予測できない症状・事態を確認するためにも、本製品のご使用にあたってはお客様製品に実装された状態での評価及び確認をお願い致します。
- パルス等の過渡的な負荷（短時間での大きな負荷）が加わる場合は、お客様製品に本製品を実装した状態で必ずその評価及び確認の実施をお願い致します。また、定常時での負荷条件において定格電力以上の負荷を印加されますと、本製品の性能又は信頼性が損なわれるおそれがあるため必ず定格電力以下でご使用ください。
- 電力損失は周囲温度に合わせてディレーティングしてください。また、密閉された環境下でご使用の場合は、必ず温度測定を行い、最高接合部温度を超えていない範囲であることをご確認ください。
- 使用温度は納入仕様書に記載の温度範囲内であることをご確認ください。
- 本資料の記載内容を逸脱して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いません。

実装及び基板設計上の注意事項

- ハロゲン系（塩素系、臭素系等）の活性度の高いフラックスを使用する場合、フラックスの残渣により本製品の性能又は信頼性への影響が考えられますので、事前にお客様にてご確認ください。
- はんだ付けは、表面実装製品の場合リフロー方式、挿入実装製品の場合フロー方式を原則とさせていただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

応用回路、外付け回路等に関する注意事項

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

静電気に対する注意事項

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

保管・運搬上の注意事項

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
 - ① 潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所での保管
 - ② 推奨温度、湿度以外での保管
 - ③ 直射日光や結露する場所での保管
 - ④ 強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き(梱包箱に表示されている天面方向)で取り扱ってください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

製品ラベルに関する注意事項

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

製品廃棄上の注意事項

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

外国為替及び外国貿易法に関する注意事項

本製品は、外国為替及び外国貿易法に定めるリスト規制貨物等に該当するおそれがありますので、輸出する場合には、ロームへお問い合わせください。

知的財産権に関する注意事項

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

その他の注意事項

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

一般的な注意事項

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