

4.5 V ~ 36 V 入力 5 A MOSFET 内蔵 1ch 同期整流 降圧 DC/DC コンバータ

BD9F500QUZ

概要

BD9F500QUZ は低 ON 抵抗のパワー-MOSFET を内蔵した同期整流降圧 DC/DC コンバータです。最大 5 A の電流を出力することが可能です。固定オンタイム制御方式を採用しており、高速な負荷応答性能を持ちます。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。パワーグッド機能を有しており、システムのシーケンス制御が可能です。小型パッケージにより、高電力密度で実装面積の削減が可能です。

重要特性

■ 入力電圧範囲 :	4.5 V ~ 36 V
■ 出力電圧範囲 :	0.6 V ~ 14 V
■ 出力電流 :	5 A (Max)
■ スwitching 周波数 :	600 kHz, 1 MHz, 2.2 MHz (Typ)
■ High-Side FET ON 抵抗 :	40 mΩ (Typ)
■ Low-Side FET ON 抵抗 :	22 mΩ (Typ)
■ シャットダウン時回路電流 :	2 μA (Typ)
■ 動作静止時回路電流 :	20 μA (Typ)

特長

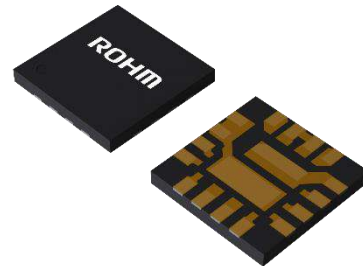
- 1ch 同期整流降圧 DC/DC コンバータ
- 固定オンタイム制御
- 軽負荷モード制御
- 可変ソフトスタート機能
- パワーグッド出力
- Nano Pulse Control™ 搭載
- 出力コンデンサディスチャージ機能
- 過電圧保護機能 (OVP)
- 過電流保護機能 (OCP)
- 負荷短絡保護機能 (SCP)
- 温度保護機能 (TSD)
- 低入力電圧誤動作防止機能 (UVLO)
- VMMP16LZ3030 パッケージ
裏面放熱、0.5 mm Pitch

パッケージ

VMMP16LZ3030

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

3.0 mm x 3.0 mm x 0.40 mm

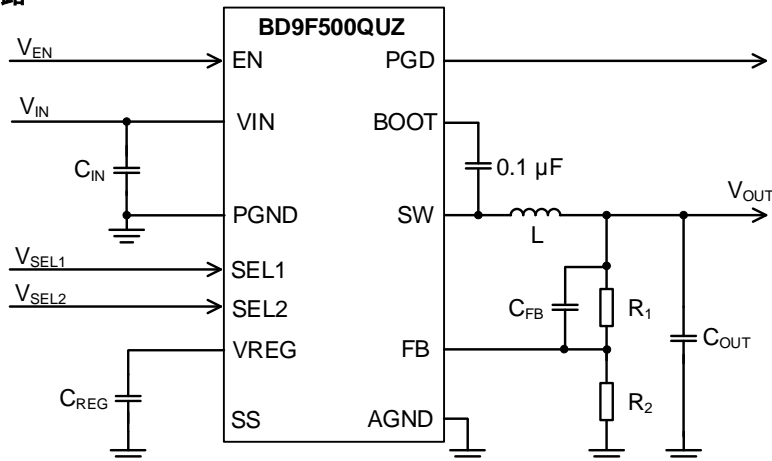


VMMP16LZ3030

用途

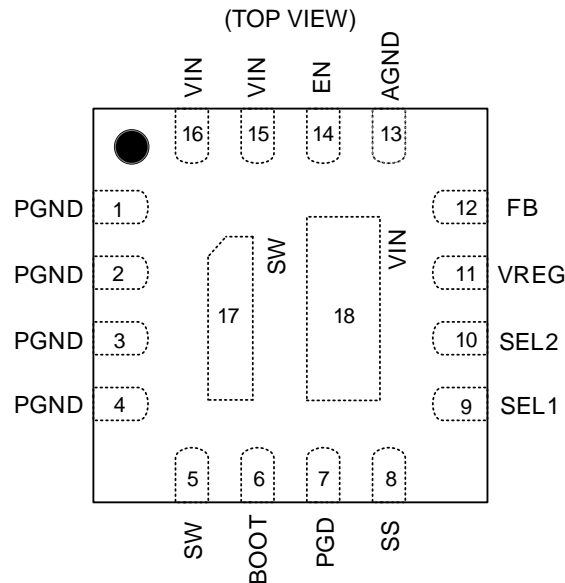
- SoC、FPGA、マイクロプロセッサなどの降圧電源
- プリンタ (MFP / LBP / IJP / POS)
- OA 機器
- ラップトップ PC
- USB Type-C アプリケーション

基本アプリケーション回路



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

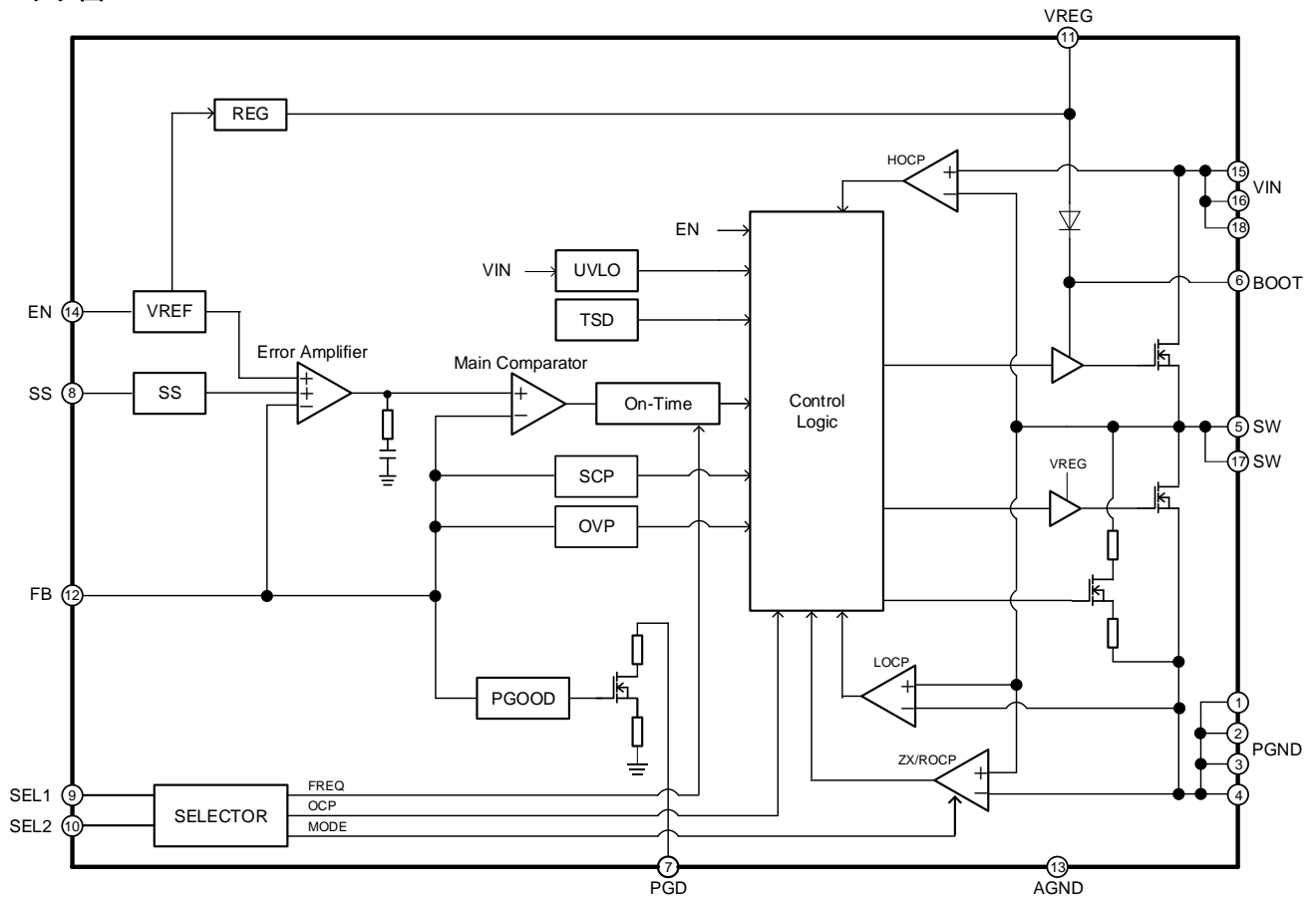
端子配置図



端子説明

端子番号	端子名	機能
1-4	PGND	スイッチングレギュレータ出力段のグラウンド端子です。
5, 17	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 μ 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。
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 μ F 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。
7	PGD	パワーグッド端子です。オープンドレイン出力のため、プルアップ抵抗を必要とします。抵抗値の設定方法は、 機能説明 (4) パワーグッド を参照してください。使用しない場合は、フローティング状態もしくはグラウンドに接続してください。
8	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 ms (Typ) です。ソフトスタート時間を 2 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 4. ソフトスタートコンデンサ を参照してください。
9	SEL1	スイッチング制御モード設定端子です。設定方法は 機能説明 (7) 制御モード選択機能 を参照してください。
10	SEL2	スイッチング制御モード設定端子です。設定方法は 機能説明 (7) 制御モード選択機能 を参照してください。
11	VREG	内部電源出力端子です。5.2 V (Typ)を出力し、制御用回路に電源を供給します。推奨値として 2.2 μ F (Typ)のセラミック・コンデンサを接続してください。
12	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。
13	AGND	制御用回路のグラウンド端子です。
14	EN	イネーブル端子です。 V_{EN} を 1.2 V (Typ) 以上にすると、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。この端子は終端する必要があります。
15, 16, 18	VIN	電源入力端子です。推奨値として、0.1 μ F (Typ) と 10 μ 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。サーマルビアを使用して、PCB 内の VIN パターンに接続することで優れた放熱特性が得られます。PCB レイアウトの詳細については、 PCB レイアウト設計について を参照してください。

ブロック図



各ブロック動作説明

1. VREF
内部基準電圧生成回路です。
2. REG
内部電源電圧生成回路です。
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。SS 端子がオープン時は、内蔵ソフトスタート機能により 2 ms (Typ) で立ち上がります。SS 端子にコンデンサを接続することによって出力電圧の立ち上がり時間を 2 ms より長く設定できます。
4. Error Amplifier
誤差増幅器です。内部基準電圧と FB 端子電圧が等しくなるように、Main Comparator 入力電圧を調整します。
5. Main Comparator
Error Amplifier 出力電圧と FB 端子電圧 (V_{FB}) を比較するコンパレータです。 V_{FB} が Error Amplifier 出力電圧より低くなると High を出力し、On-Time ブロック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
On-Time を生成するブロックです。Main Comparator 出力が High になると所望の On-Time を生成します。
7. PGOOD
パワーグッド回路です。出力電圧が設定電圧の $\pm 7\%$ (Typ) 以内の電圧に達すると PGD 端子に内部接続されているオープンドレイン Nch MOSFET が OFF し、PGD 端子が Hi-Z (ハイインピーダンス) 状態になります。また、出力電圧が設定電圧の $\pm 10\%$ (Typ) の範囲を外れると、オープンドレイン Nch MOSFET が ON し、PGD 端子は 500 Ω (Typ) でプルダウンされます。
8. UVLO
低入力電圧誤動作防止回路です。入力電圧 V_{IN} が 4.0 V (Typ) 以下でシャットダウンします。スレッシュホールド電圧には 200 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 $^{\circ}\text{C}$ (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 $^{\circ}\text{C}$ (Typ) のヒステリシスにて、デバイスが再起動します。
10. OVP
過電圧保護回路です。FB 端子電圧 (V_{FB}) が FB 端子スレッシュホールド電圧 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。
11. HOCP
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。
12. LOCP
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。
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 0.6 V の 90% (Typ) 以下になった状態で Low-Side FET に流れる電流が過電流リミット値に達した場合、その回数をカウントします。128 回カウントされるとソフトスタート時間の 16 倍 (Typ) 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. ZX/ROCP
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(軽負荷モード)。Low-Side FET に流れる電流が過電流リミット値に達すると、Low-Side FET を OFF にします(PWM モード)。
15. Control 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。
16. SELECTOR
スイッチング周波数、最大出力電流、動作モードを制御する回路です。

絶対最大定格 (Ta = 25 °C)

項目	記号	定格	単位
入力電圧	V _{IN}	-0.3 ~ +39	V
SW 端子電圧	V _{SW}	-0.3 ~ V _{IN} + 0.3	V
SW 端子電圧 (3 ns パルス幅)	V _{SWAC1}	-2 ~ V _{IN} + 0.3	V
SW 端子電圧 (30 ns パルス幅)	V _{SWAC2}	-1 ~ V _{IN} + 0.3	V
BOOT – GND 間電圧	V _{BOOT}	-0.3 ~ +45	V
BOOT – SW 間電圧	ΔV _{BOOT-SW}	-0.3 ~ +7	V
FB 端子電圧	V _{FB}	-0.3 ~ +7	V
VREG 端子電圧	V _{VREG}	-0.3 ~ +7	V
SEL1 端子電圧	V _{SEL1}	-0.3 ~ V _{VREG} + 0.3	V
SEL2 端子電圧	V _{SEL2}	-0.3 ~ V _{VREG} + 0.3	V
PGD 端子電圧	V _{PGD}	-0.3 ~ +45	V
EN 端子電圧	V _{EN}	-0.3 ~ +39	V
SS 端子電圧	V _{SS}	-0.3 ~ +7	V
出力電流	I _{OUT}	6	A
最高接合部温度	T _{jmax}	150	°C
保存温度範囲	T _{stg}	-55 ~ +150	°C

注意 1: 印加電圧及び動作温度範囲などの絶対最大定格を超えた場合は、劣化または破壊に至る可能性があります。また、ショートモードもしくはオープンモードなど、破壊状態を想定できません。絶対最大定格を超えるような特殊モードが想定される場合、ヒューズなど物理的な安全対策を施していただくようお願いいたします。

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

熱抵抗 (Note1)

項目	記号	熱抵抗(Typ)		単位
		1層基板 (Note 3)	4層基板 (Note 4)	
VMMP16LZ3030				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	θ _{JA}	125.1	50.7	°C/W
ジャンクション—パッケージ上面中心間熱特性パラメータ (Note 2)	Ψ _{JT}	12	8	°C/W

(Note 1) JESD51-2A (Still-Air) に準拠。

(Note 2) ジャンクションからパッケージ (モールド部分) 上面中心までの熱特性パラメータ。

(Note 3) JESD51-3 に準拠した基板を使用。

(Note 4) JESD51-5,7 に準拠した基板を使用。

測定基板	基板材	基板寸法
1層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.57 mmt

1層目 (表面) 銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン + 電極引出し用配線	70 μm

測定基板	基板材	基板寸法	サーマルビア (Note 5)	
			ピッチ	直径
4層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mmt	1.20 mm	Φ0.30 mm

1層目 (表面) 銅箔		2層目、3層目 (内層) 銅箔		4層目 (裏面) 銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン + 電極引出し用配線	70 μm	74.2 mm□ (正方形)	35 μm	74.2 mm□ (正方形)	70 μm

(Note 5) 貫通ビア。全層の銅箔と接続する。配置はランドパターンに従う。

推奨動作条件

項目	記号	最小	標準	最大	単位
入力電圧	V _{IN}	4.5	-	36.0	V
動作温度 ^(Note 1)	Topr	-40	-	+85	°C
出力電流 ^{(Note 1) (Note 2)}	I _{OUT}	0	-	5	A
		0	-	3	A
出力電圧設定 ^(Note 3)	V _{OUT}	0.6	-	14.0	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) 出力電流の最大値は制御モード選択で決まります。

(Note 3) 低 duty、高 duty 時は適宜周波数を下げて動作します。V_{OUT} ≤ V_{IN} × 0.8 [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 Ta = 25 °C, V_{IN} = 12 V, V_{EN} = 3 V)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
入力電圧						
シャットダウン時回路電流	I _{SDN}	-	2	10	μA	V _{EN} = 0 V
動作静止時回路電流	I _Q	-	20	40	μA	I _{OUT} = 0 A, スイッチング動作停止時
UVLO 検出スレッシュホールド電圧	V _{UVLO1}	3.7	4.0	4.3	V	V _{IN} falling
UVLO 解除スレッシュホールド電圧	V _{UVLO2}	3.9	4.2	4.5	V	V _{IN} rising
UVLO ヒステリシス電圧	V _{UVLOHYS}	100	200	400	mV	
イネーブル						
EN スレッシュホールド電圧 High	V _{ENH}	1.1	1.2	1.3	V	V _{EN} rising
EN スレッシュホールド電圧 Low	V _{ENL}	1.0	1.1	1.2	V	V _{EN} falling
EN ヒステリシス電圧	V _{ENHYS}	50	100	200	mV	
EN 入力電流	I _{EN}	-	0	2	μA	V _{EN} = 3 V
VREG						
VREG シャットダウン電圧	V _{VREG_SD}	-	0	0.1	V	V _{EN} = 0 V
VREG 出力電圧	V _{VREG}	5.0	5.2	5.4	V	
基準電圧、誤差増幅器、ソフトスタート						
FB 端子スレッシュホールド電圧	V _{FBTH}	0.594	0.600	0.606	V	PWM モード
FB 入力電流	I _{FB}	-	-	100	nA	V _{FB} = 0.6 V
ソフトスタート時間	t _{SS}	1.4	2.0	2.6	ms	SS 端子 OPEN 時
ソフトスタートチャージ電流	I _{SS}	1.6	2.0	2.4	μA	
制御						
SEL1, SEL2 High Level 電圧	V _{SELH}	V _{VREG} -0.3	-	V _{VREG}	V	
SEL1, SEL2 Low Level 電圧	V _{SELL}	0	-	0.3	V	
SEL1, SEL2 入力電流	I _{SEL}	-	-	3	μA	
On-Time1	t _{ON1}	-	458	-	ns	V _{OUT} = 3.3 V, PWM モード、 600 kHz setting
On-Time2	t _{ON2}	-	275	-	ns	V _{OUT} = 3.3 V, PWM モード、 1 MHz setting
On-Time3	t _{ON3}	-	125	-	ns	V _{OUT} = 3.3 V, PWM モード、 2.2 MHz setting
Minimum On-Time ^(Note 4)	t _{MINON}	-	48	-	ns	
SW (MOSFET)						
High-Side FET ON 抵抗 1	R _{ONH1}	-	40	80	mΩ	V _{BOOT} - V _{SW} = 5 V, I _{OUTMAX} = 5 A setting
High-Side FET ON 抵抗 2	R _{ONH2}	-	65	130	mΩ	V _{BOOT} - V _{SW} = 5 V, I _{OUTMAX} = 3 A setting
Low-Side FET ON 抵抗 1	R _{ONL1}	-	22	44	mΩ	I _{OUTMAX} = 5 A setting
Low-Side FET ON 抵抗 2	R _{ONL2}	-	38	76	mΩ	I _{OUTMAX} = 3 A setting

(Note 4) 出荷検査は行っていません。

電气的特性 — 続き (特に指定のない限り $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{EN} = 3\text{ V}$)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
パワーグッド						
Power Good Rising スレッシュヨルド電圧	$V_{PGDTHGR}$	90	93	96	%	V_{FB} rising, $V_{PGDTHGR} = V_{FB} / V_{FBTH} \times 100$
Power Good Falling スレッシュヨルド電圧	$V_{PGDTHGF}$	104	107	110	%	V_{FB} falling, $V_{PGDTHGF} = V_{FB} / V_{FBTH} \times 100$
Power Fault Rising スレッシュヨルド電圧	$V_{PGDTHFR}$	107	110	113	%	V_{FB} rising, $V_{PGDTHFR} = V_{FB} / V_{FBTH} \times 100$
Power Fault Falling スレッシュヨルド電圧	$V_{PGDTHFF}$	87	90	93	%	V_{FB} falling, $V_{PGDTHFF} = V_{FB} / V_{FBTH} \times 100$
PGD 出カリーク電流	I_{LKPGD}	-	0	1	μA	$V_{PGD} = 5\text{ V}$
PGD MOSFET ON 抵抗	R_{PGD}	-	500	1000	Ω	
保護						
Low-Side FET 過電流検出電流 1 ^(Note 1)	I_{LOCP1}	5.3	6.7	8.1	A	$I_{OUTMAX} = 5\text{ A}$ setting
Low-Side FET 過電流検出電流 2 ^(Note 1)	I_{LOCP2}	3.2	4.0	4.8	A	$I_{OUTMAX} = 3\text{ A}$ setting

(Note 1) 出荷検査は行っていません。

特性データ (参考データ)

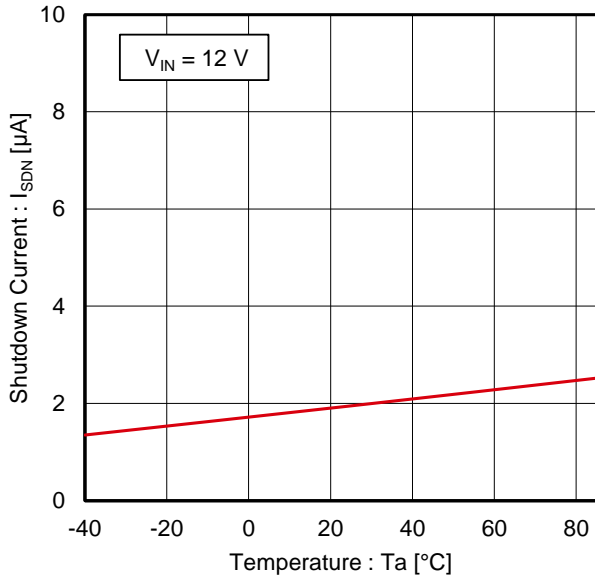


Figure 1. シャットダウン時回路電流 vs 温度

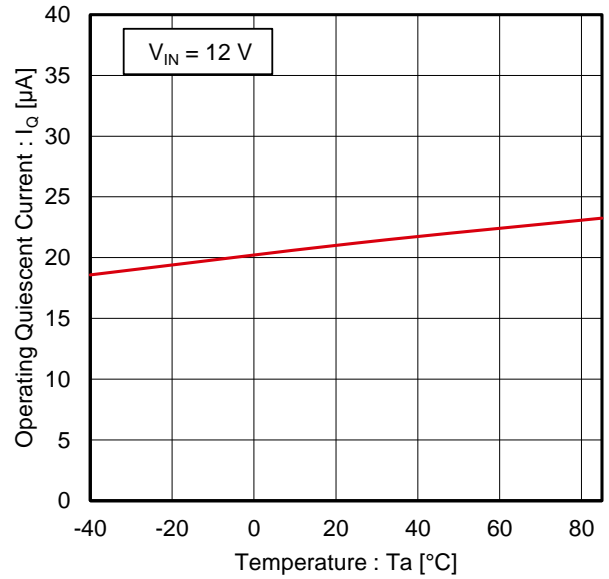


Figure 2. 動作静止時回路電流 vs 温度

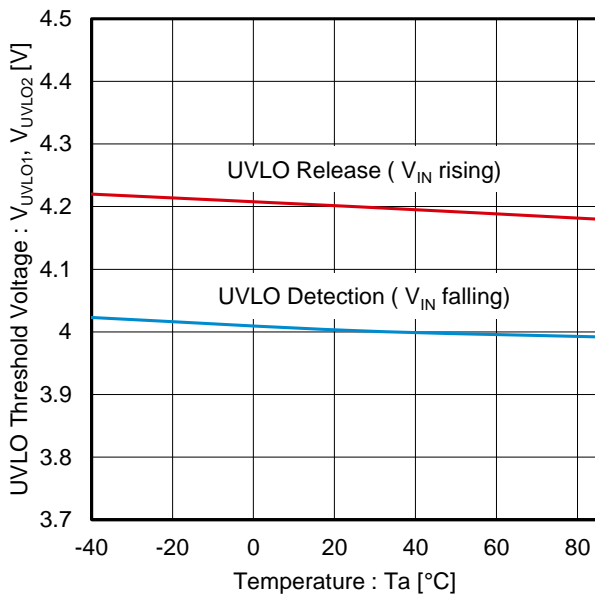


Figure 3. UVLO スレッシュホルド電圧 vs 温度

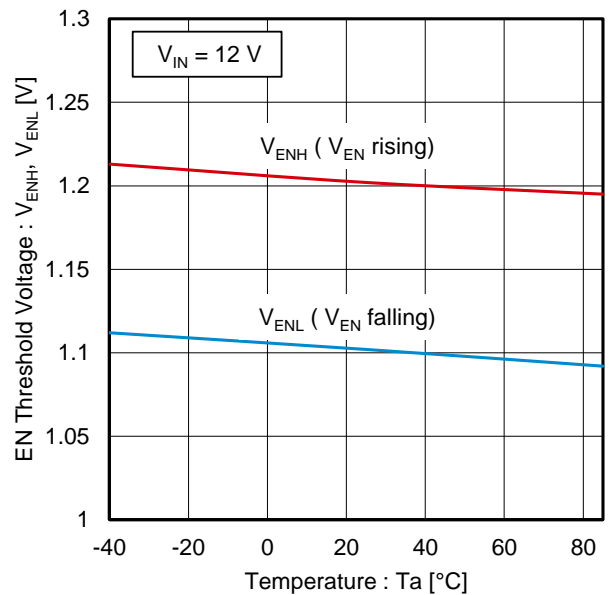


Figure 4. EN スレッシュホルド電圧 vs 温度

特性データ (参考データ) — 続き

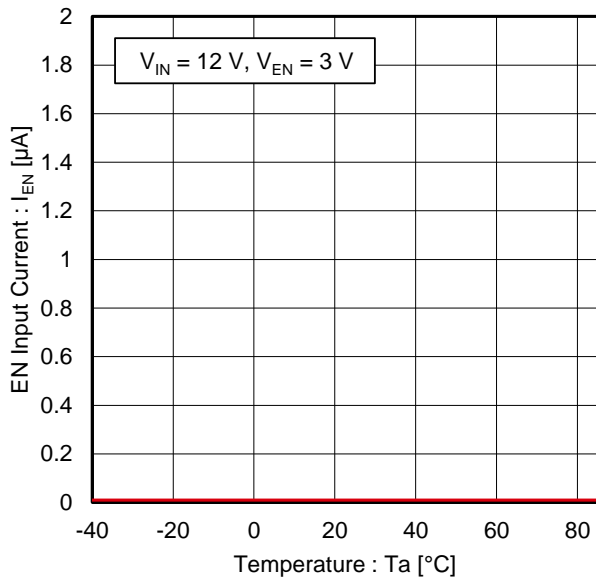


Figure 5. EN 入力電流 vs 温度

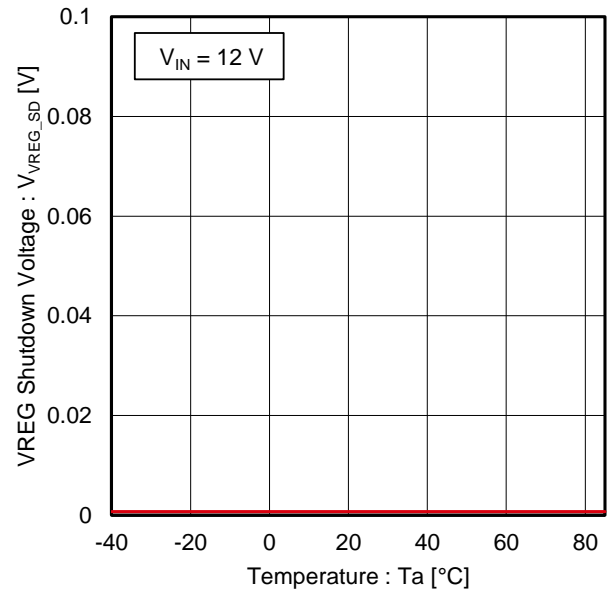


Figure 6. VREG シャットダウン電圧 vs 温度

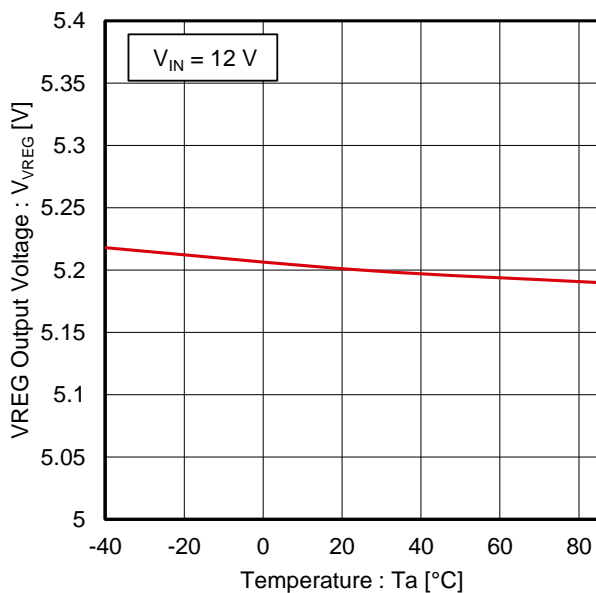


Figure 7. VREG 出力電圧 vs 温度

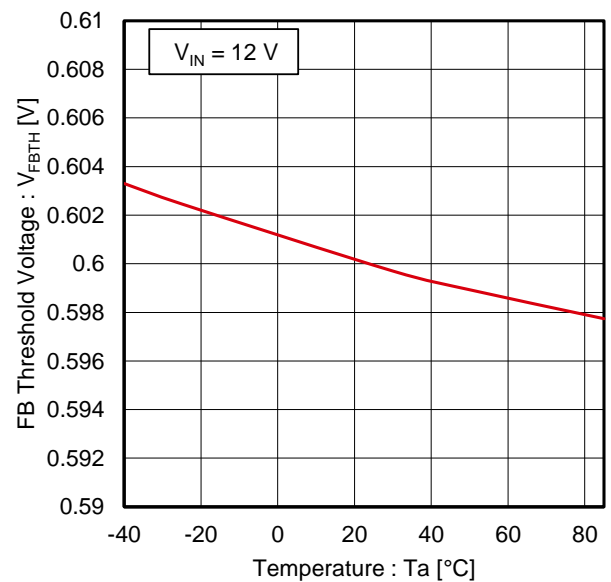


Figure 8. FB 端子スレッシュヨルド電圧 vs 温度

特性データ (参考データ) — 続き

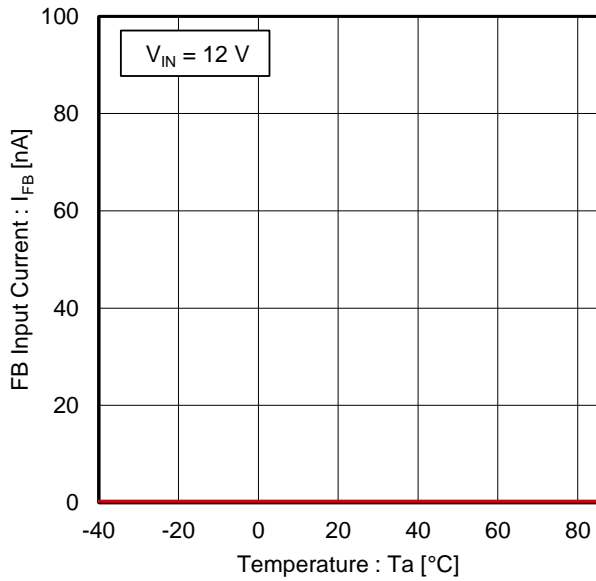


Figure 9. FB 入力電流 vs 温度

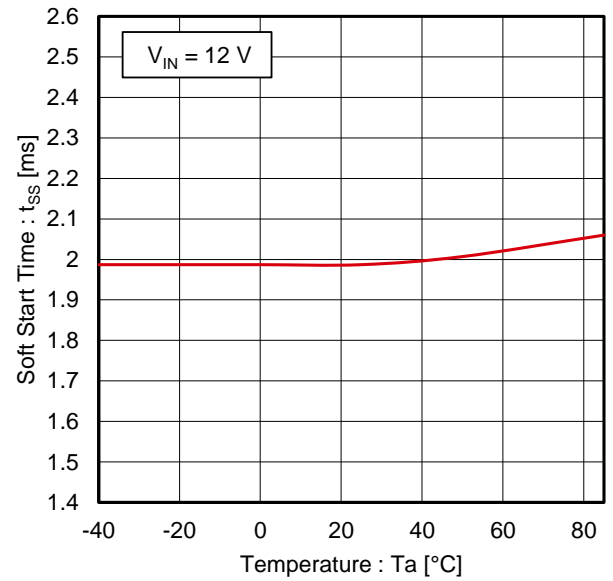


Figure 10. ソフトスタート時間 vs 温度

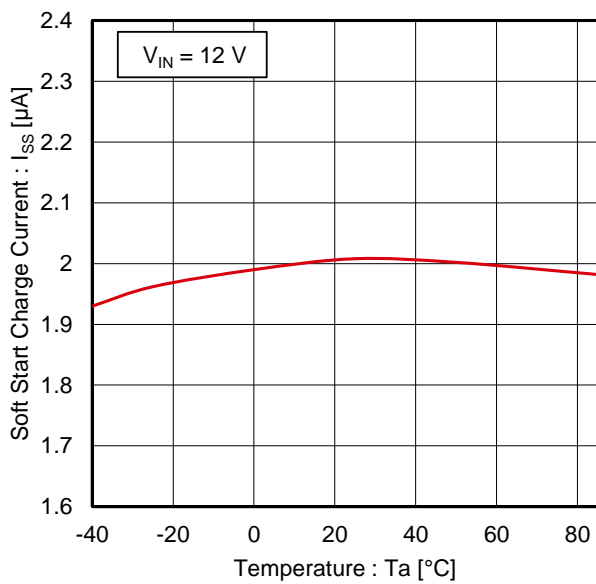


Figure 11. ソフトスタートチャージ電流 vs 温度

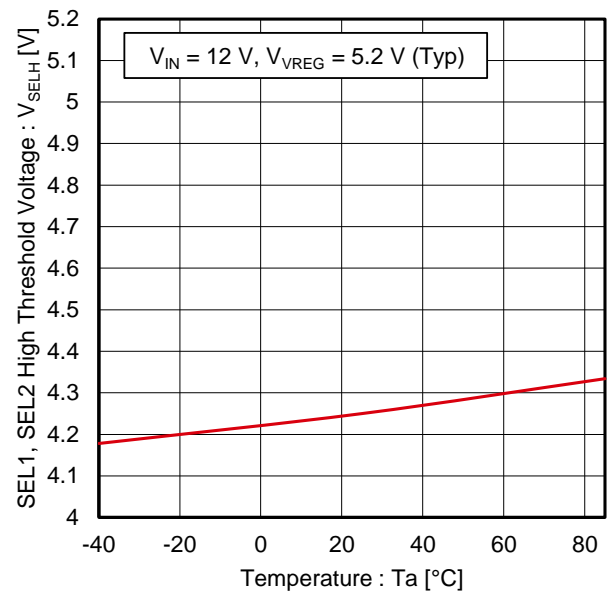


Figure 12. SEL1, SEL2 High スレッシュホールド電圧 vs 温度

特性データ (参考データ) — 続き

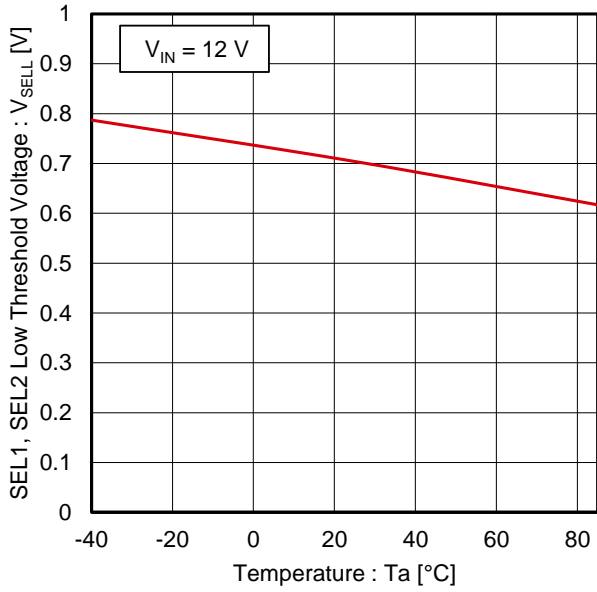


Figure 13. SEL1, SEL2 Low スレッシュヨルド電圧 vs 温度

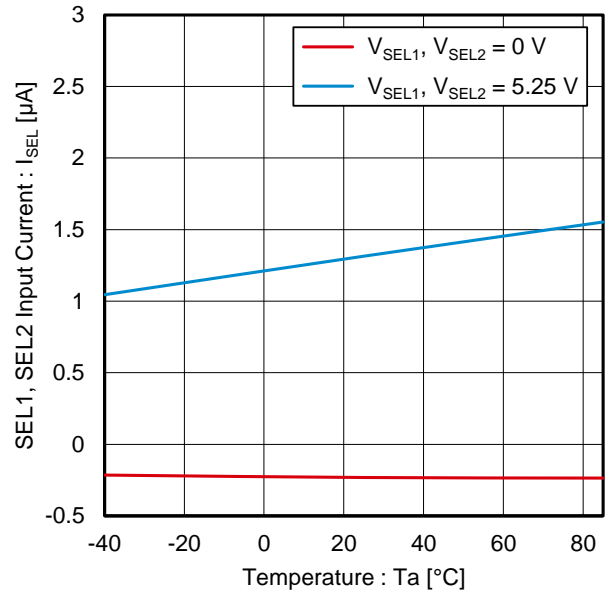


Figure 14. SEL1, SEL2 入力電流 vs 温度

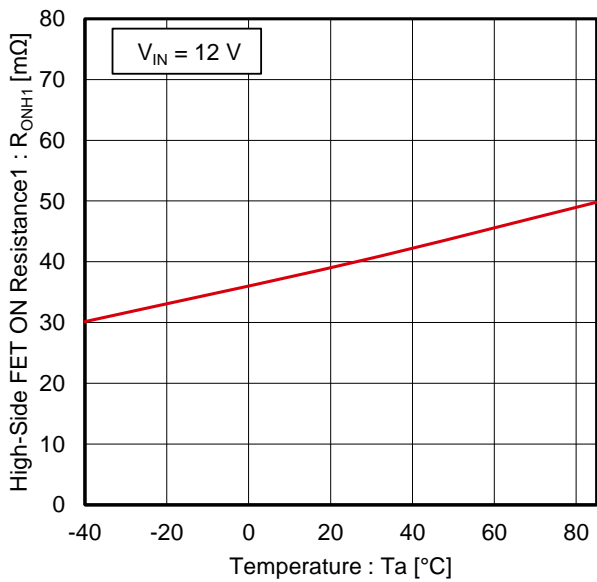


Figure 15. High-Side FET ON 抵抗 1 vs 温度

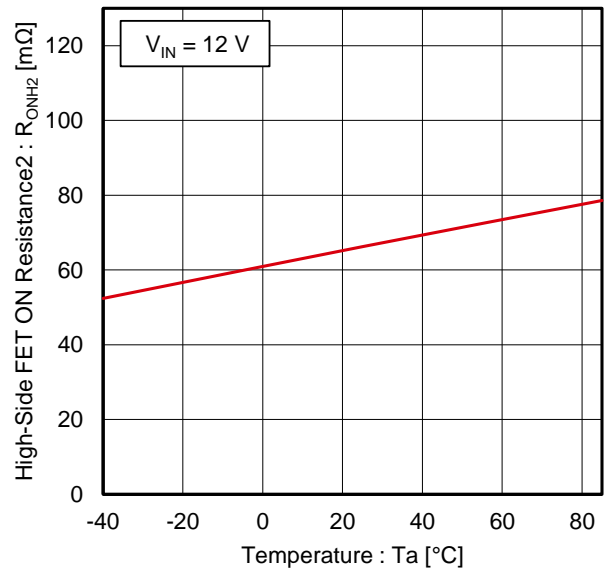


Figure 16. High-Side FET ON 抵抗 2 vs 温度

特性データ (参考データ) — 続き

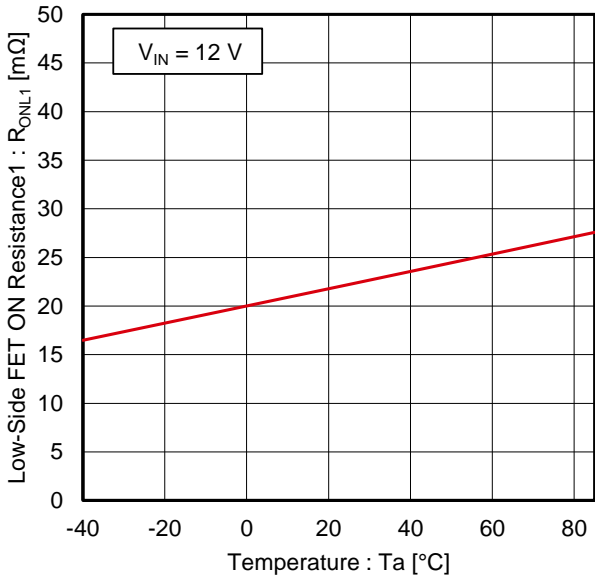


Figure 17. Low-Side FET ON 抵抗 1 vs 温度

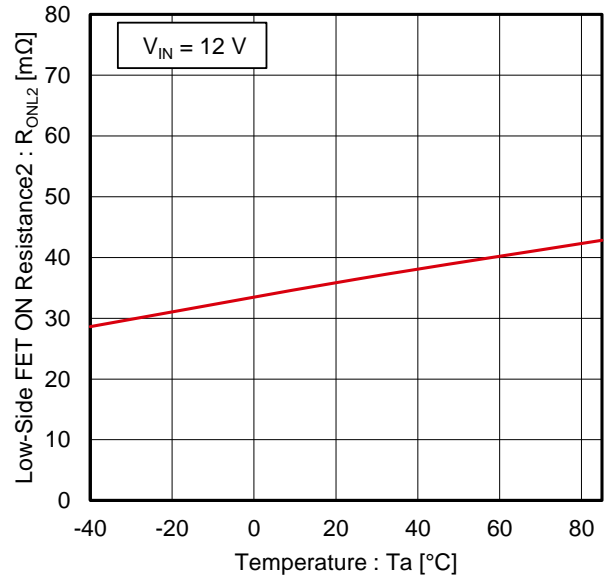


Figure 18. Low-Side FET ON 抵抗 2 vs 温度

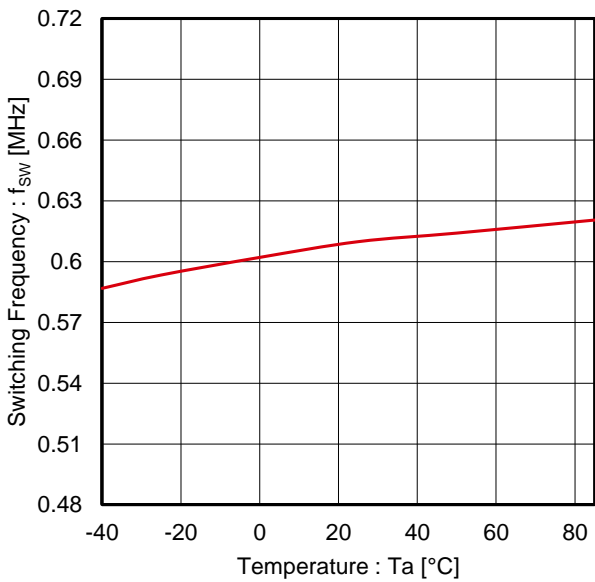


Figure 19. スイッチング周波数 vs 温度
($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $I_{OUT} = 2\text{ A}$,
600 kHz_ $I_{OUTMAX} = 5\text{ A}$ _ PWM setting)

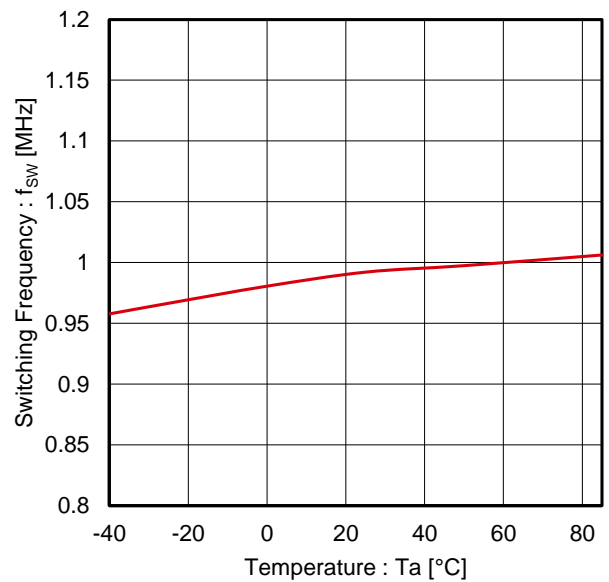


Figure 20. スイッチング周波数 vs 温度
($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $I_{OUT} = 2\text{ A}$,
1 MHz_ $I_{OUTMAX} = 5\text{ A}$ _ PWM setting)

特性データ (参考データ) — 続き

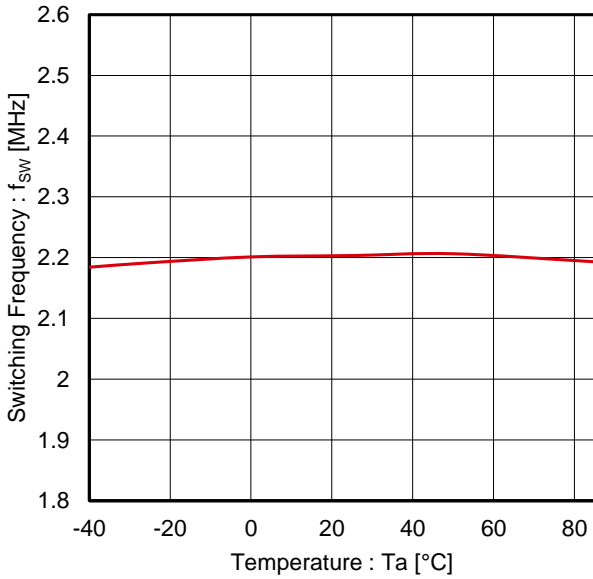


Figure 21. スイッチング周波数 vs 温度
($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $I_{OUT} = 2\text{ A}$, 2.2 MHz setting)

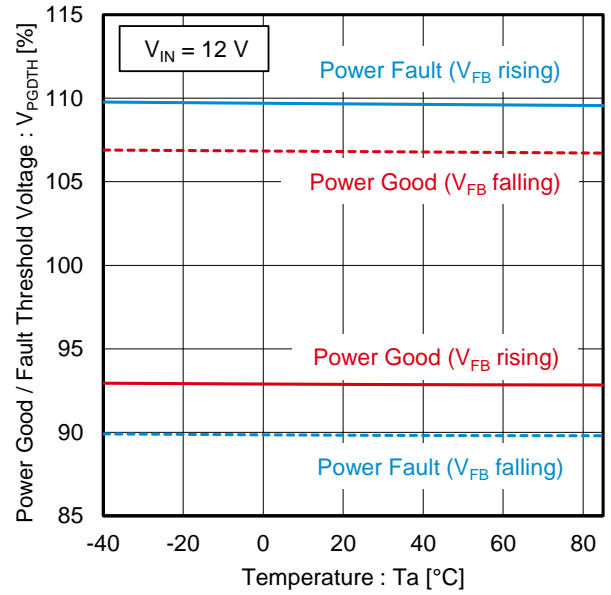


Figure 22. Power Good / Fault スレッシュヨルド電圧 vs 温度

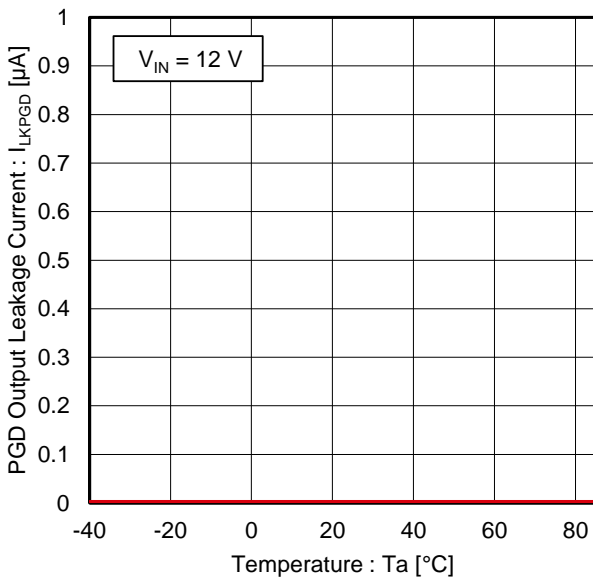


Figure 23. PGD 出力リーク電流 vs 温度

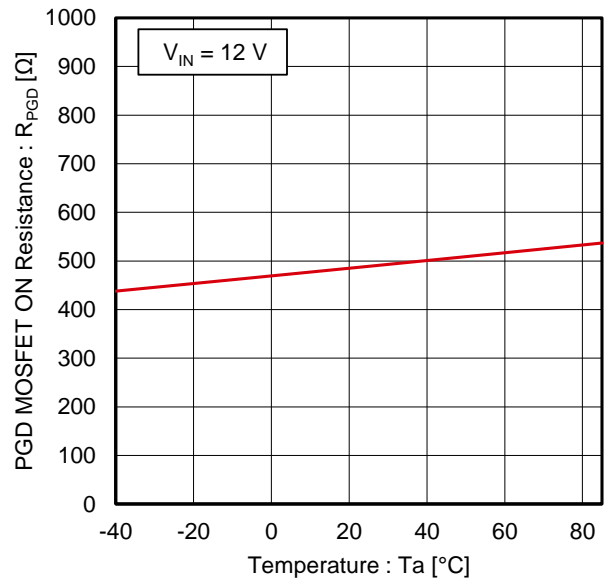


Figure 24. PGD MOSFET ON 抵抗 vs 温度

特性データ (参考データ) — 続き

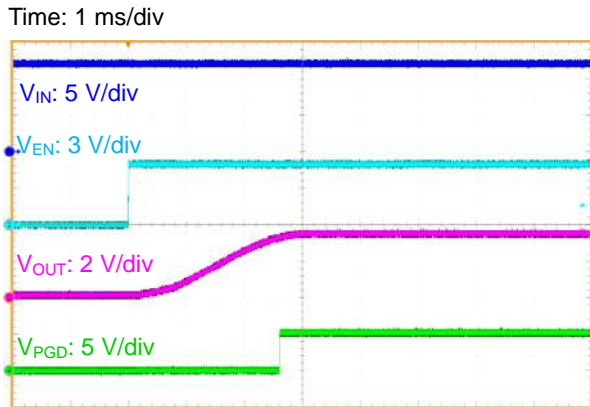


Figure 25. 無負荷 起動波形: $V_{EN} = 0\text{ V}$ to 5 V
 ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $C_{SS} = \text{OPEN}$,
 $1\text{ MHz}_{I_{OUTMAX}} = 5\text{ A}_{LLM}$ setting)

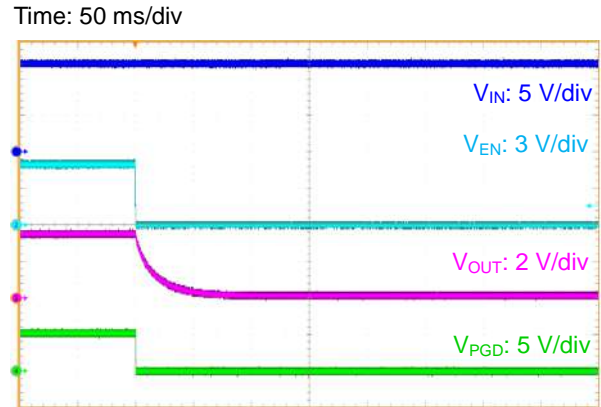


Figure 26. 無負荷 シャットダウン波形: $V_{EN} = 5\text{ V}$ to 0 V
 ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $C_{SS} = \text{OPEN}$,
 $1\text{ MHz}_{I_{OUTMAX}} = 5\text{ A}_{LLM}$ setting)

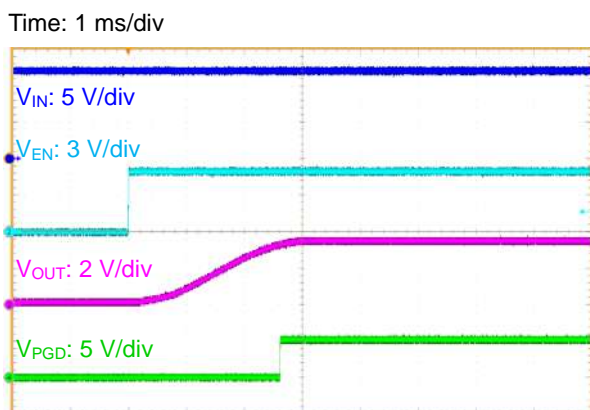


Figure 27. $R_{LOAD} = 0.66\ \Omega$ 負荷 起動波形: $V_{EN} = 0\text{ V}$ to 5 V
 ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $C_{SS} = \text{OPEN}$,
 $1\text{ MHz}_{I_{OUTMAX}} = 5\text{ A}_{LLM}$ setting)

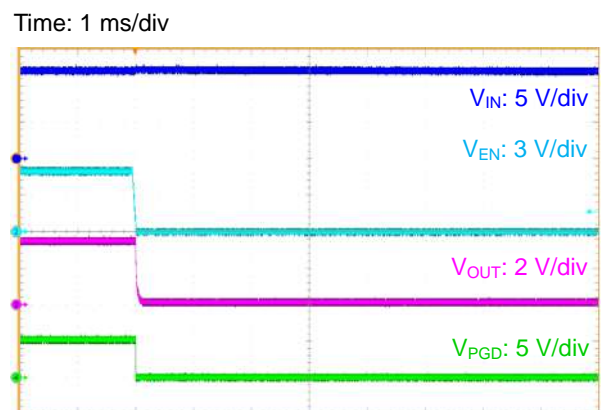


Figure 28. $R_{LOAD} = 0.66\ \Omega$ 負荷 シャットダウン波形: $V_{EN} = 5\text{ V}$ to 0 V
 ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $C_{SS} = \text{OPEN}$,
 $1\text{ MHz}_{I_{OUTMAX}} = 5\text{ A}_{LLM}$ setting)

特性データ (参考データ) — 続き

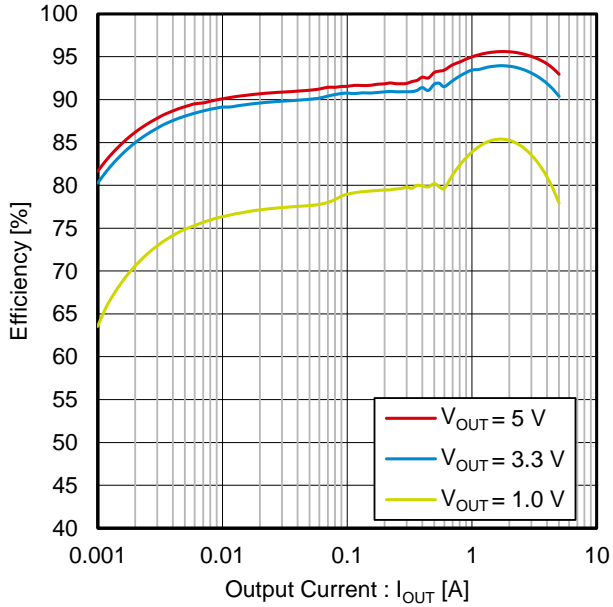


Figure 29. 効率 vs 出力電流
($V_{IN} = 12\text{ V}$, 600 kHz, $I_{OUTMAX} = 5\text{ A}_{LLM}$ setting)

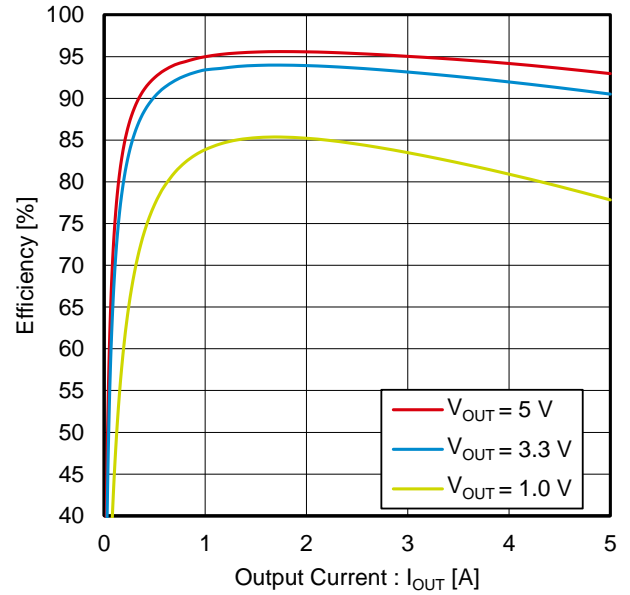


Figure 30. 効率 vs 出力電流
($V_{IN} = 12\text{ V}$, 600 kHz, $I_{OUTMAX} = 5\text{ A}_{PWM}$ setting)

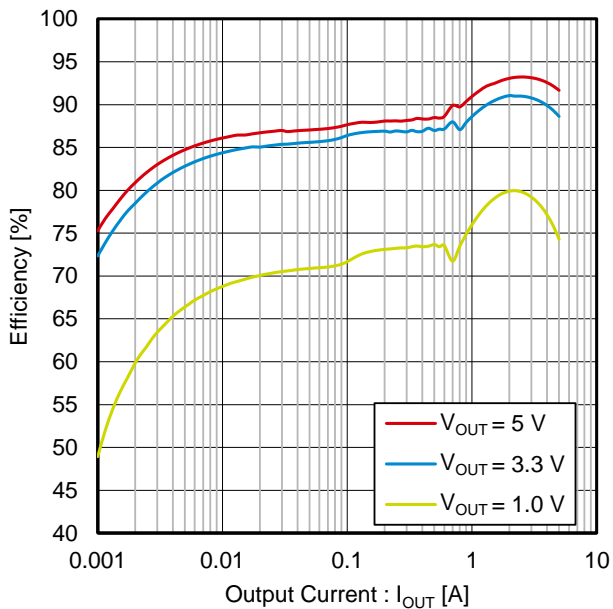


Figure 31. 効率 vs 出力電流
($V_{IN} = 24\text{ V}$, 600 kHz, $I_{OUTMAX} = 5\text{ A}_{LLM}$ setting)

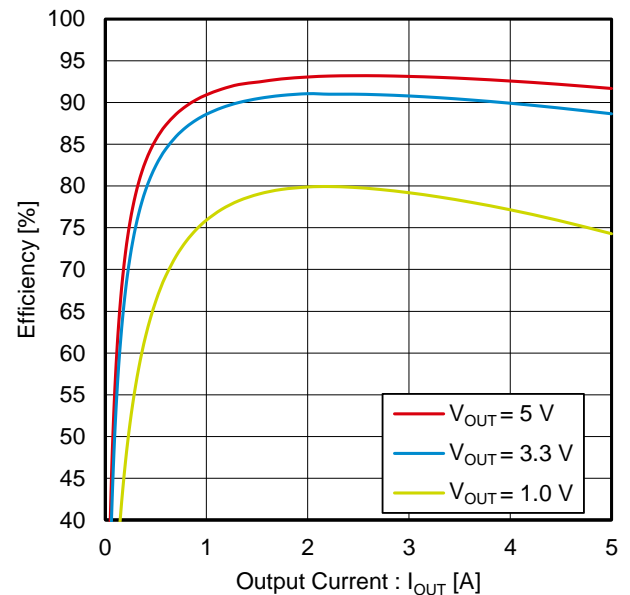


Figure 32. 効率 vs 出力電流
($V_{IN} = 24\text{ V}$, 600 kHz, $I_{OUTMAX} = 5\text{ A}_{PWM}$ setting)

特性データ (参考データ) — 続き

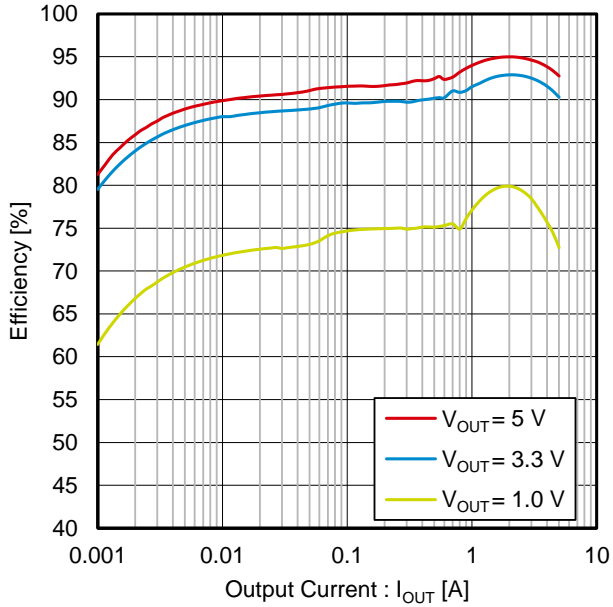


Figure 33. 効率 vs 出力電流
(V_{IN} = 12 V, 1 MHz_I_{OUTMAX} = 5 A_LLM setting)

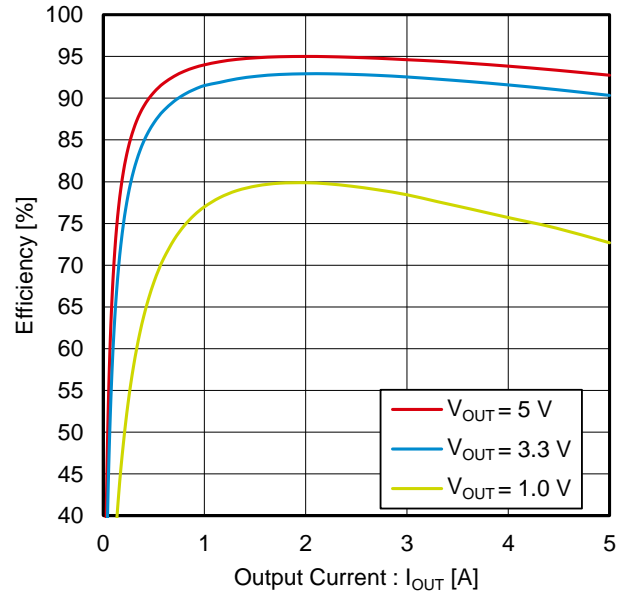


Figure 34. 効率 vs 出力電流
(V_{IN} = 12 V, 1 MHz_I_{OUTMAX} = 5 A_PWM setting)

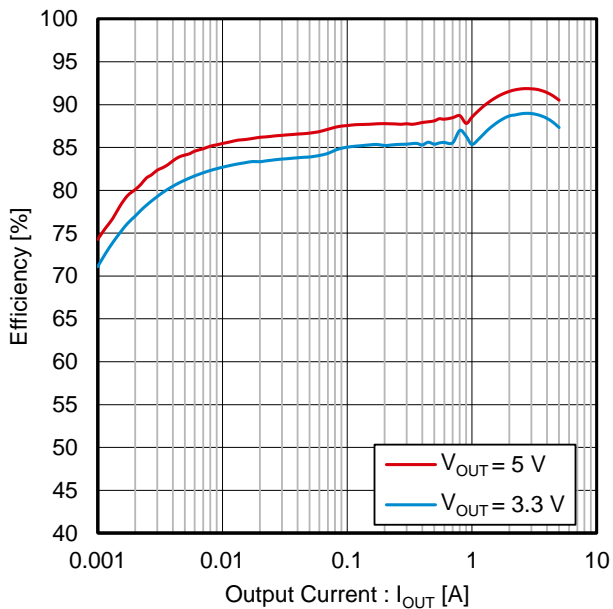


Figure 35. 効率 vs 出力電流
(V_{IN} = 24 V, 1 MHz_I_{OUTMAX} = 5 A_LLM setting)

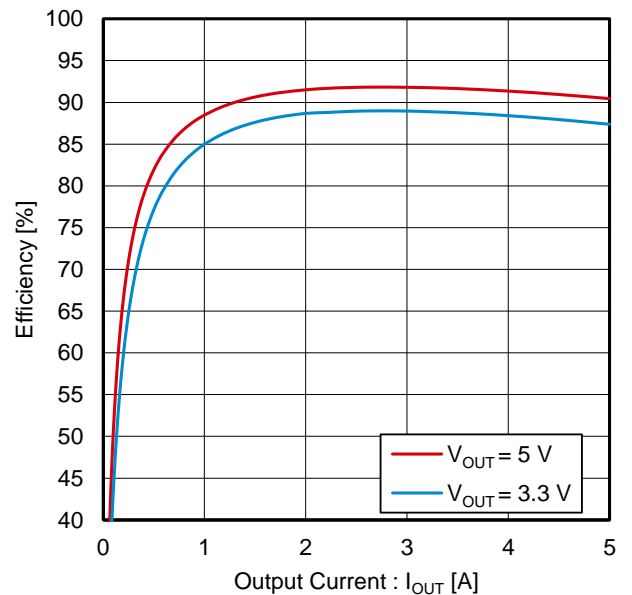


Figure 36. 効率 vs 出力電流
(V_{IN} = 24 V, 1 MHz_I_{OUTMAX} = 5 A_PWM setting)

特性データ (参考データ) — 続き

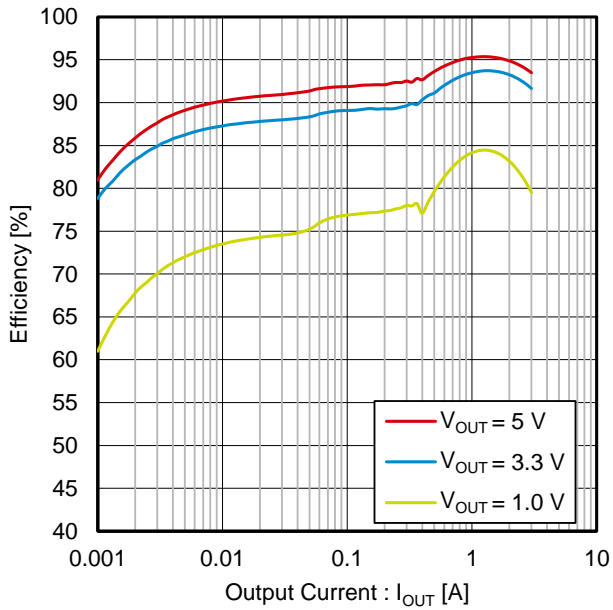


Figure 37. 効率 vs 出力電流
(V_{IN} = 12 V, 600 kHz_I_{OUTMAX} = 3 A_LLM setting)

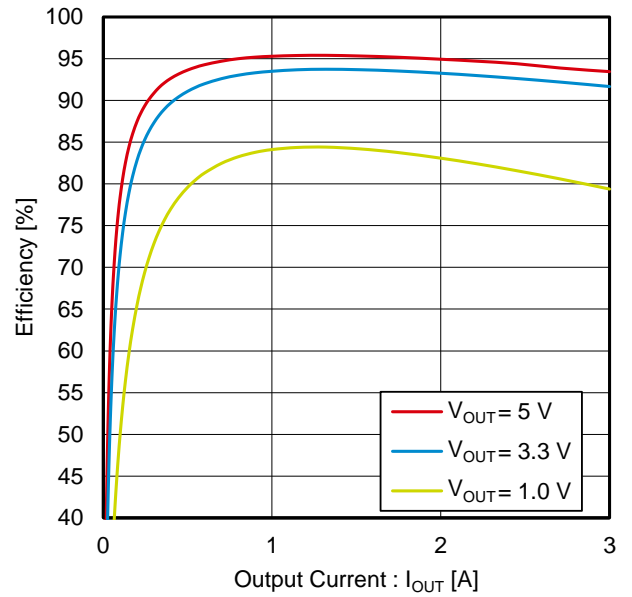


Figure 38. 効率 vs 出力電流
(V_{IN} = 12 V, 600 kHz_I_{OUTMAX} = 3 A_PWM setting)

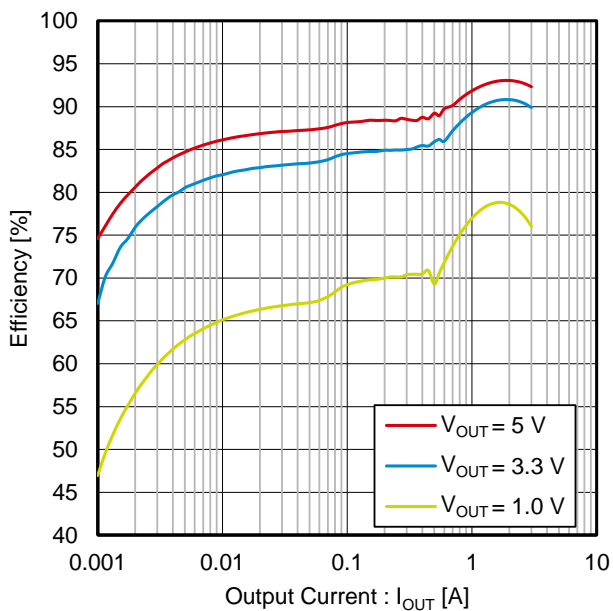


Figure 39. 効率 vs 出力電流
(V_{IN} = 24 V, 600 kHz_I_{OUTMAX} = 3 A_LLM setting)

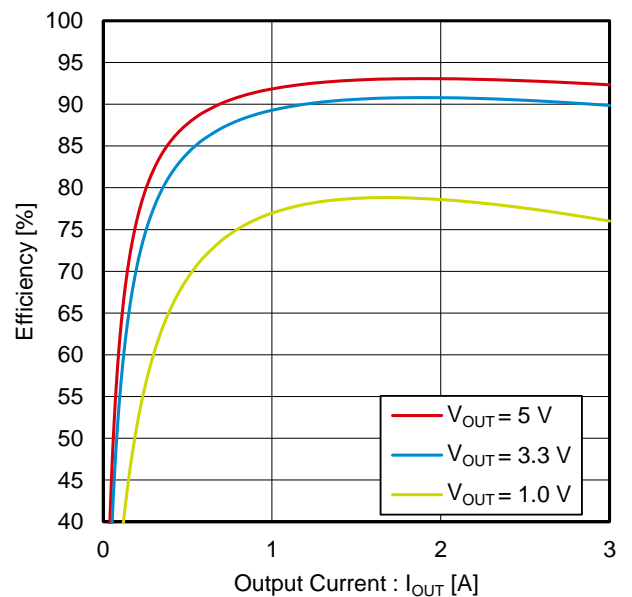


Figure 40. 効率 vs 出力電流
(V_{IN} = 24 V, 600 kHz_I_{OUTMAX} = 3 A_PWM setting)

特性データ (参考データ) — 続き

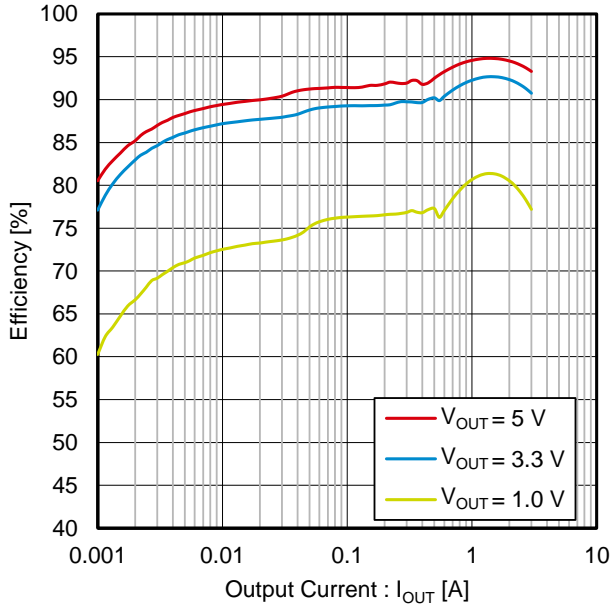


Figure 41. 効率 vs 出力電流
($V_{IN} = 12\text{ V}$, 1 MHz_ $I_{OUTMAX} = 3\text{ A}$ _ LLM setting)

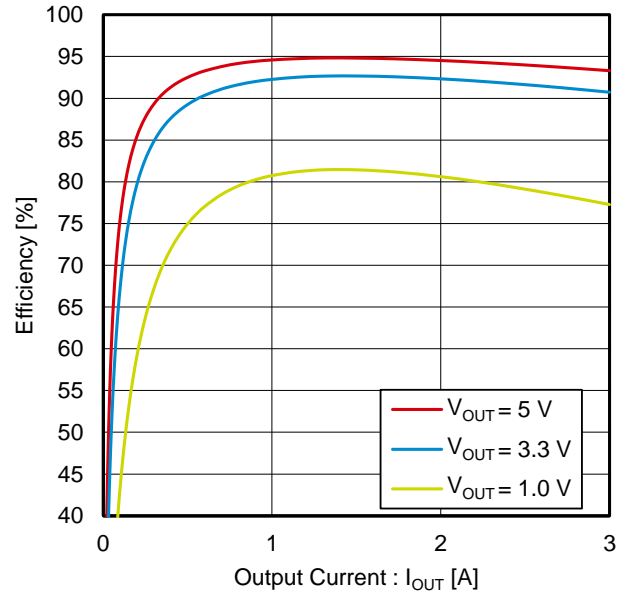


Figure 42. 効率 vs 出力電流
($V_{IN} = 12\text{ V}$, 1 MHz_ $I_{OUTMAX} = 3\text{ A}$ _ PWM setting)

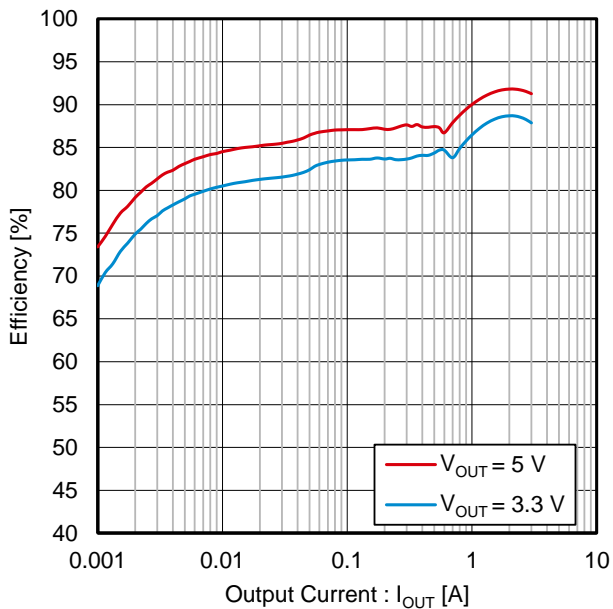


Figure 43. 効率 vs 出力電流
($V_{IN} = 24\text{ V}$, 1 MHz_ $I_{OUTMAX} = 3\text{ A}$ _ LLM setting)

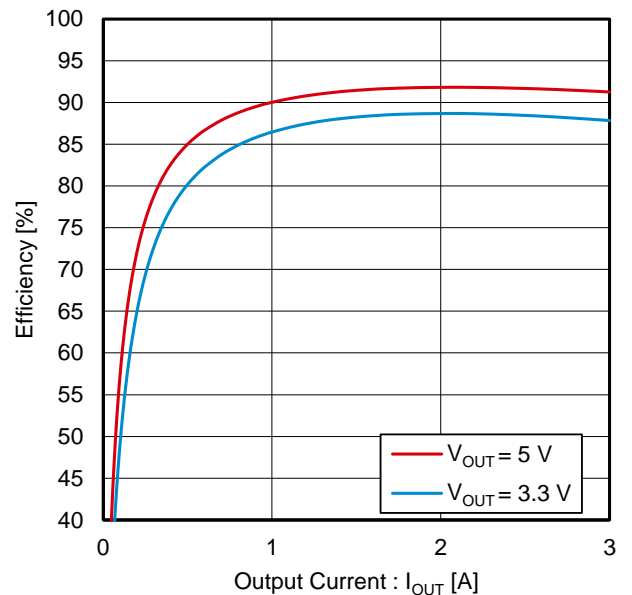


Figure 44. 効率 vs 出力電流
($V_{IN} = 24\text{ V}$, 1 MHz_ $I_{OUTMAX} = 3\text{ A}$ _ PWM setting)

特性データ (参考データ) — 続き

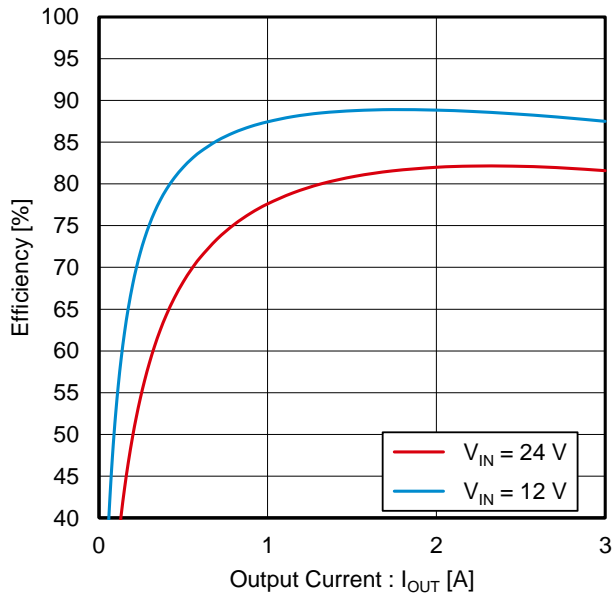


Figure 45. 効率 vs 出力電流
(V_{OUT} = 3.3 V, 2.2 MHz setting)

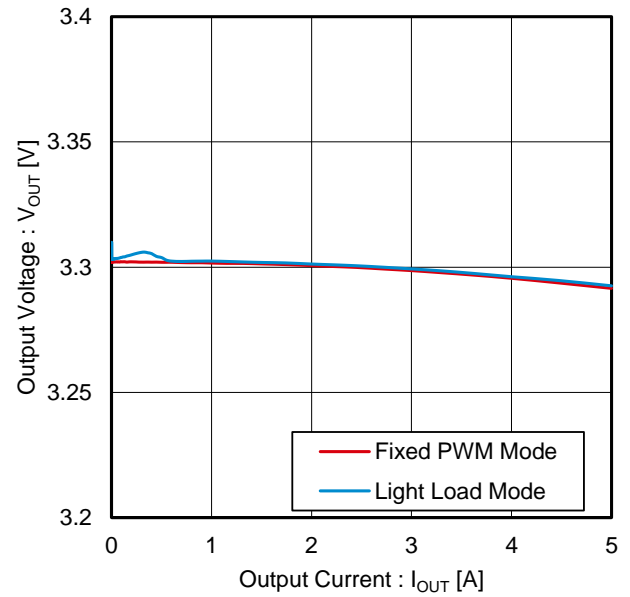


Figure 46. ロードレギュレーション
(V_{IN} = 12 V, V_{OUT} = 3.3 V, 600 kHz_I_{OUTMAX} = 5 A setting)

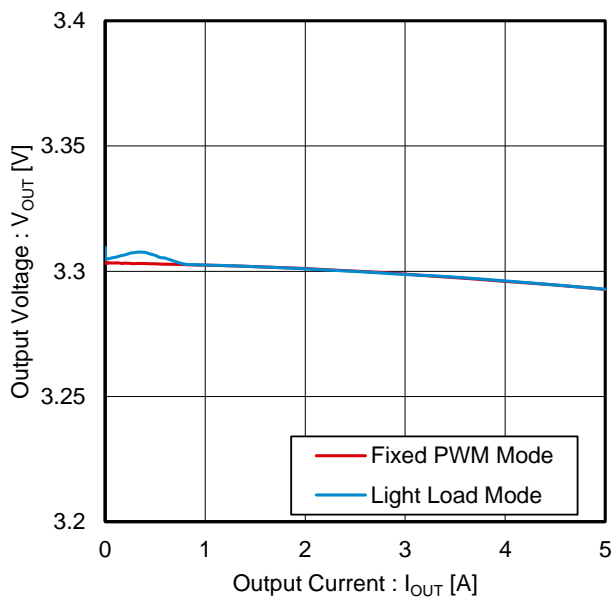


Figure 47. ロードレギュレーション
(V_{IN} = 12 V, V_{OUT} = 3.3 V, 1 MHz_I_{OUTMAX} = 5 A setting)

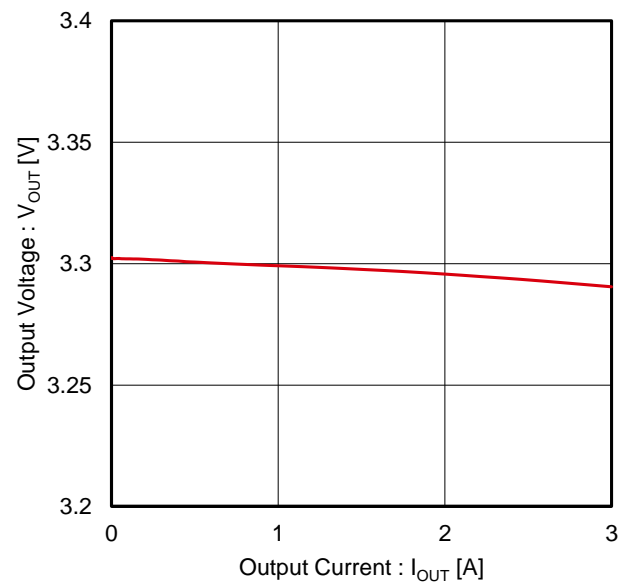


Figure 48. ロードレギュレーション
(V_{IN} = 12 V, V_{OUT} = 3.3 V, 2.2 MHz setting)

特性データ (参考データ) — 続き

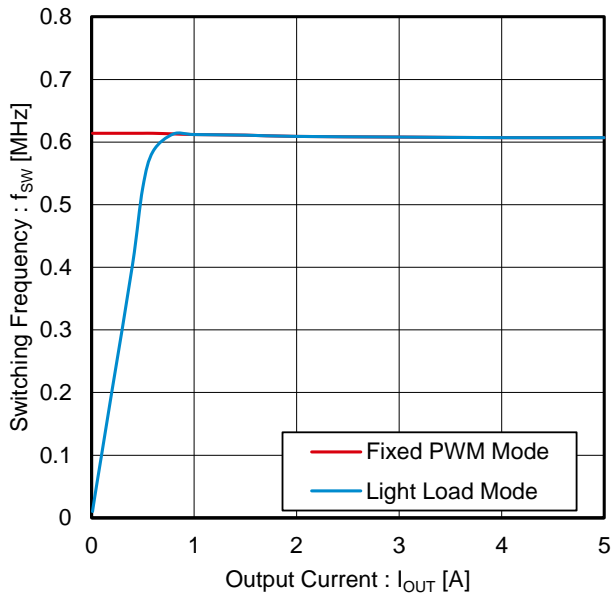


Figure 49. スイッチング周波数 vs 出力電流
($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, 600 kHz_ $I_{OUTMAX} = 5\text{ A}$ setting)

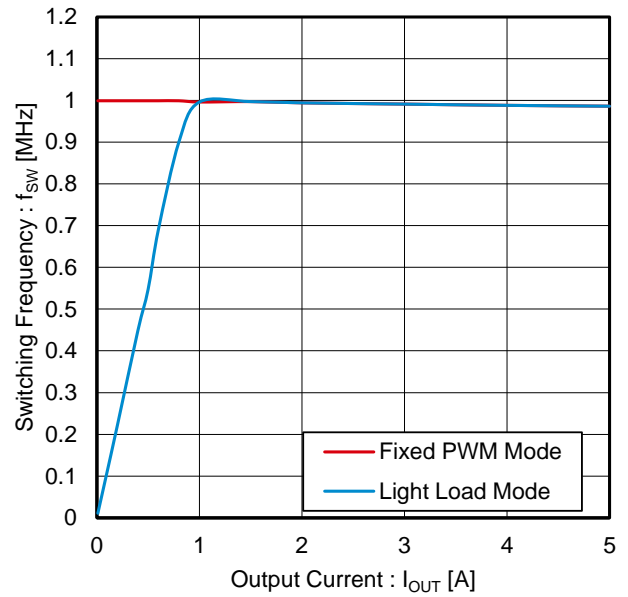


Figure 50. スイッチング周波数 vs 出力電流
($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, 1 MHz_ $I_{OUTMAX} = 5\text{ A}$ setting)

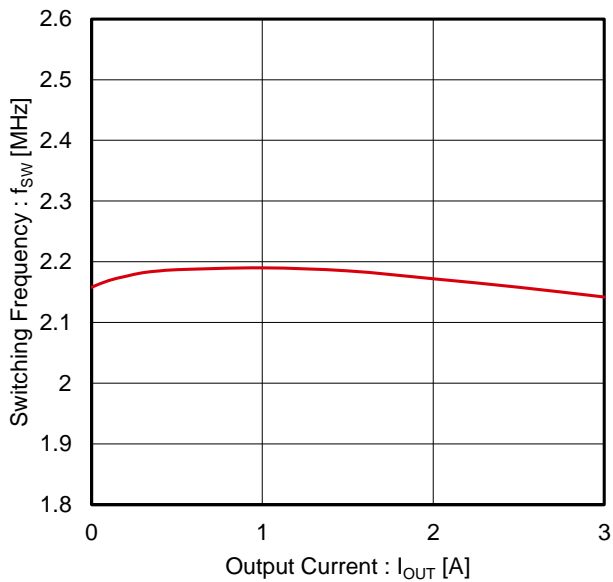


Figure 51. スイッチング周波数 vs 出力電流
($V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, 2.2 MHz setting)

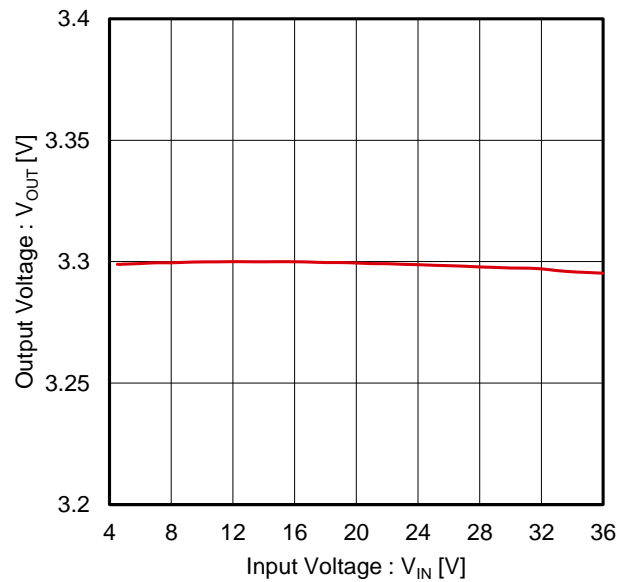


Figure 52. ラインレギュレーション
($V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $I_{OUT} = 2\text{ A}$, 600 kHz_ $I_{OUTMAX} = 5\text{ A}$ _PWM setting)

特性データ (参考データ) — 続き

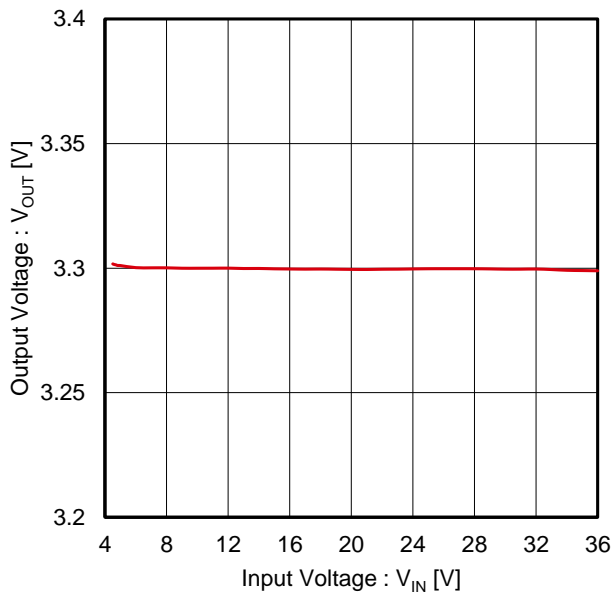


Figure 53. ラインレギュレーション
($V_{OUT} = 3.3$ V, $I_{OUT} = 2$ A, 1 MHz_ $I_{OUTMAX} = 5$ A_PWM setting)

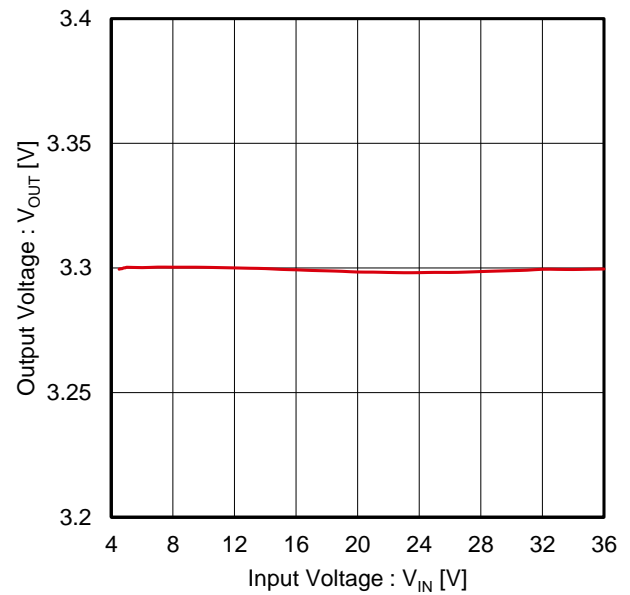


Figure 54. ラインレギュレーション
($V_{OUT} = 3.3$ V, $I_{OUT} = 1$ A, 2.2 MHz setting)

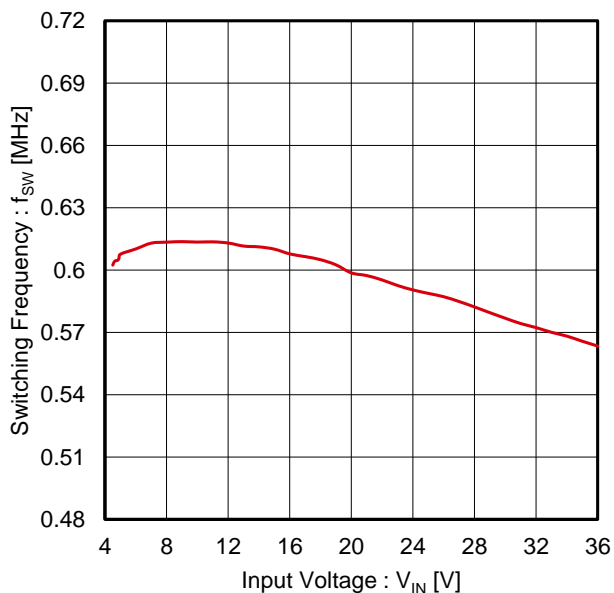


Figure 55. スイッチング周波数 vs 入力電圧
($V_{OUT} = 3.3$ V, $I_{OUT} = 2$ A, 600 kHz_ $I_{OUTMAX} = 5$ A_PWM setting)

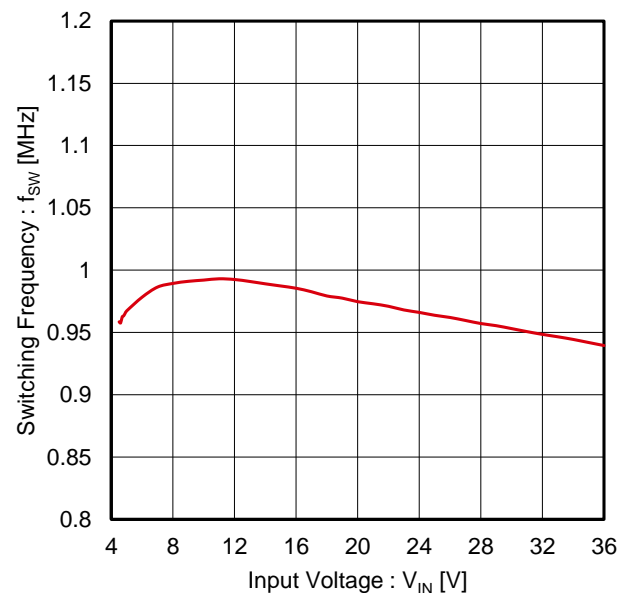


Figure 56. スイッチング周波数 vs 入力電圧
($V_{OUT} = 3.3$ V, $I_{OUT} = 2$ A, 1 MHz_ $I_{OUTMAX} = 5$ A_PWM setting)

特性データ (参考データ) — 続き

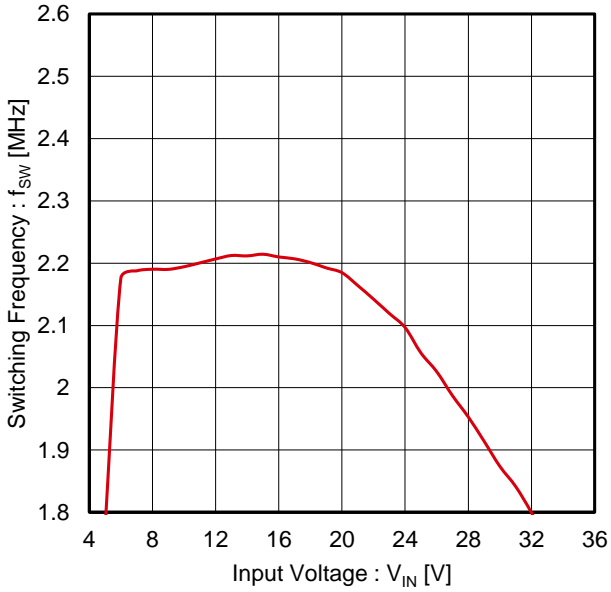


Figure 57. スイッチング周波数 vs 入力電圧
($V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $I_{OUT} = 1\text{ A}$, 2.2 MHz setting)

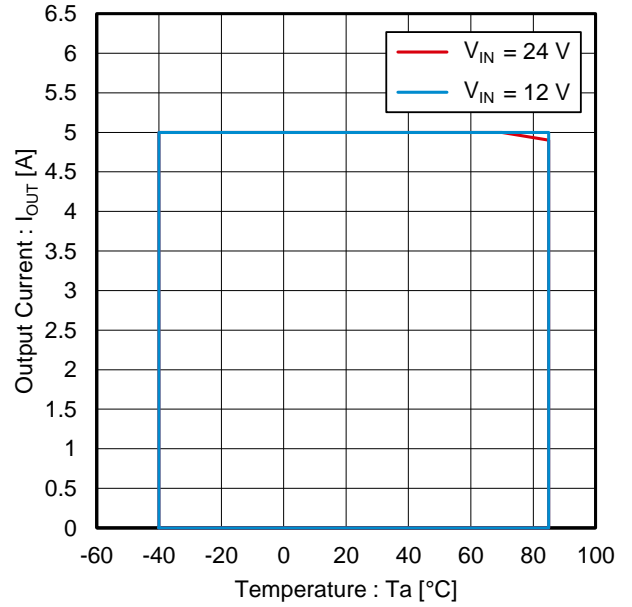


Figure 58. 出力電流 vs 温度^(Note 1)
動作範囲: $T_j < 150\text{ °C}$ ($V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, 600 kHz setting)

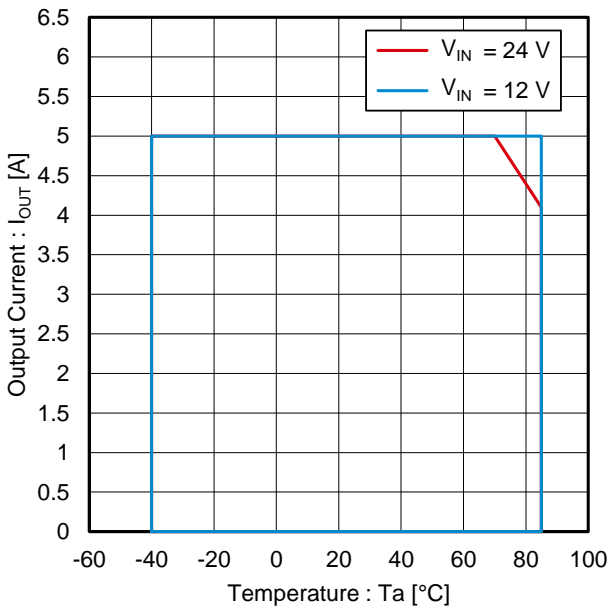


Figure 59. 出力電流 vs 温度^(Note 1)
動作範囲: $T_j < 150\text{ °C}$ ($V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, 1 MHz setting)

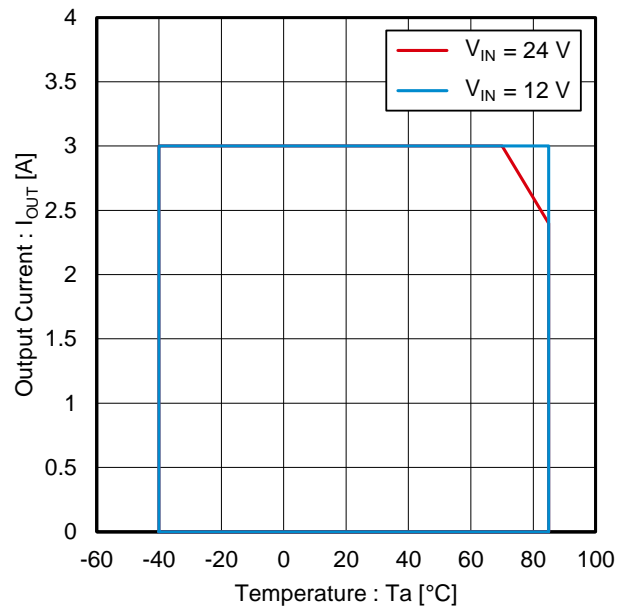


Figure 60. 出力電流 vs 温度^(Note 1)
動作範囲: $T_j < 150\text{ °C}$ ($V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, 2.2 MHz setting)

(Note 1) FR-4, 85 mm x 85 mm, 銅箔厚: 1層目・4層目 70 μm , 2層目・3層目 (内層) 35 μm 基板を使用。

機能説明

1. 基本動作

(1) DC/DC コンバータ動作

BD9F500QUZ は独自のオンタイム制御を採用した同期整流降圧 DC/DC コンバータです。動作モードは SEL1 端子、SEL2 端子で設定します。動作モードが軽負荷モードの時、重負荷状態では Pulse Width Modulation (PWM) モード制御でスイッチング動作し、軽負荷状態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。動作モードが Fixed PWM モードの時、強制的に PWM モード制御で動作します。

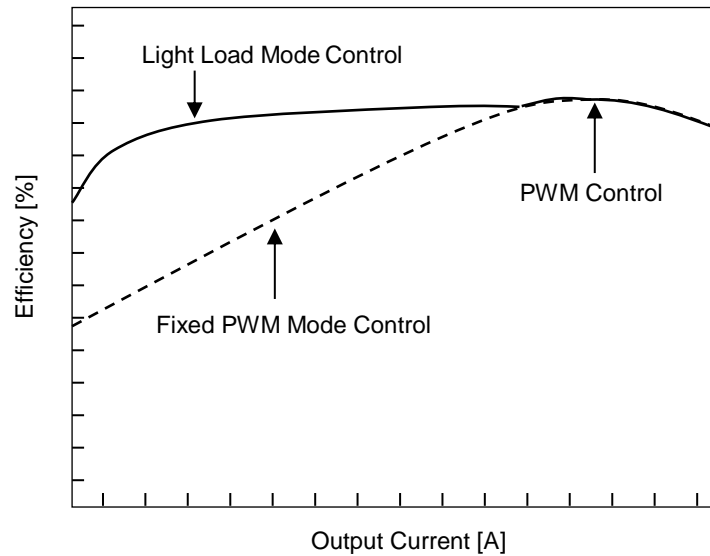


Figure 61. 軽負荷モード制御と PWM モード制御の効率イメージ

(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、出力段の 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。

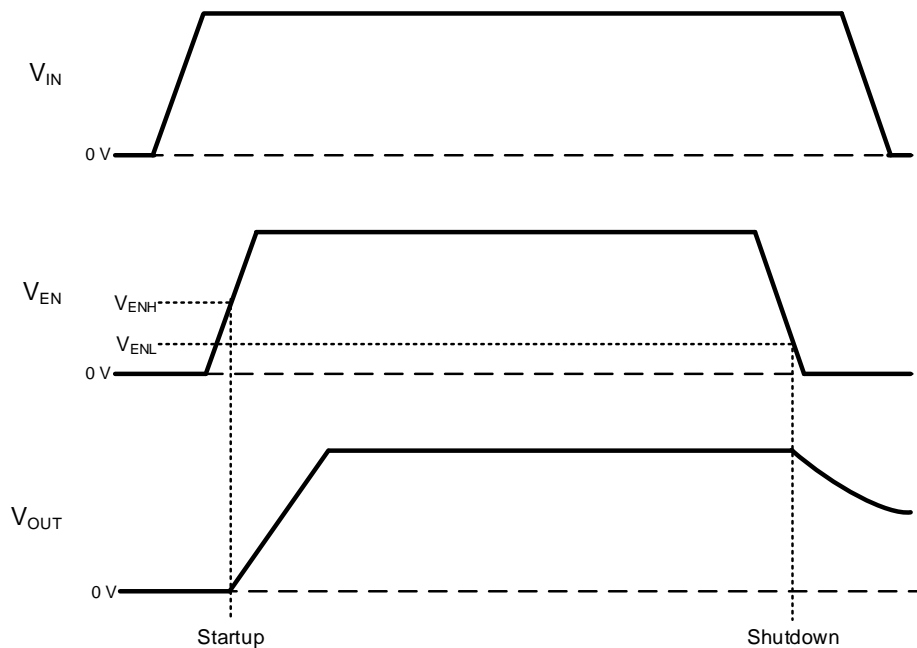


Figure 62. イネーブル制御による起動・シャットダウン タイミングチャート

1. 基本動作 — 続き

(3) ソフトスタート

EN 端子電圧 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 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 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。

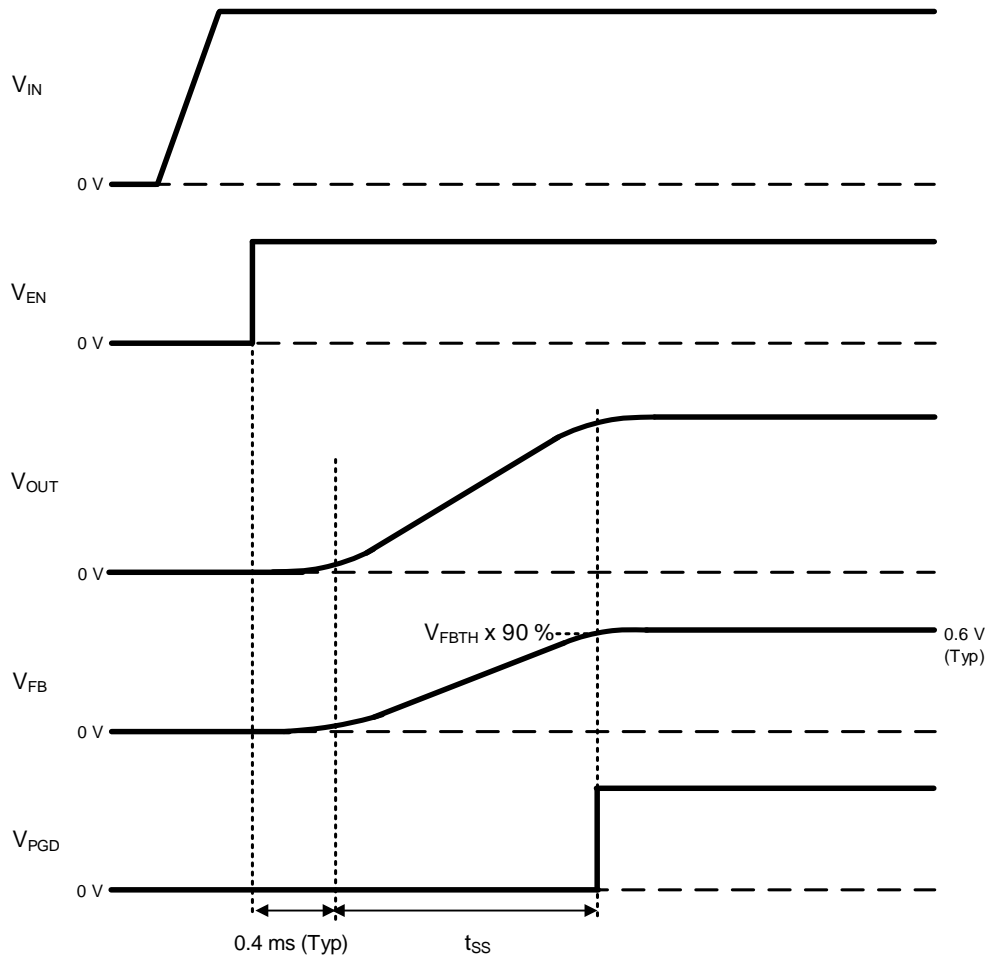


Figure 63. ソフトスタート タイミングチャート

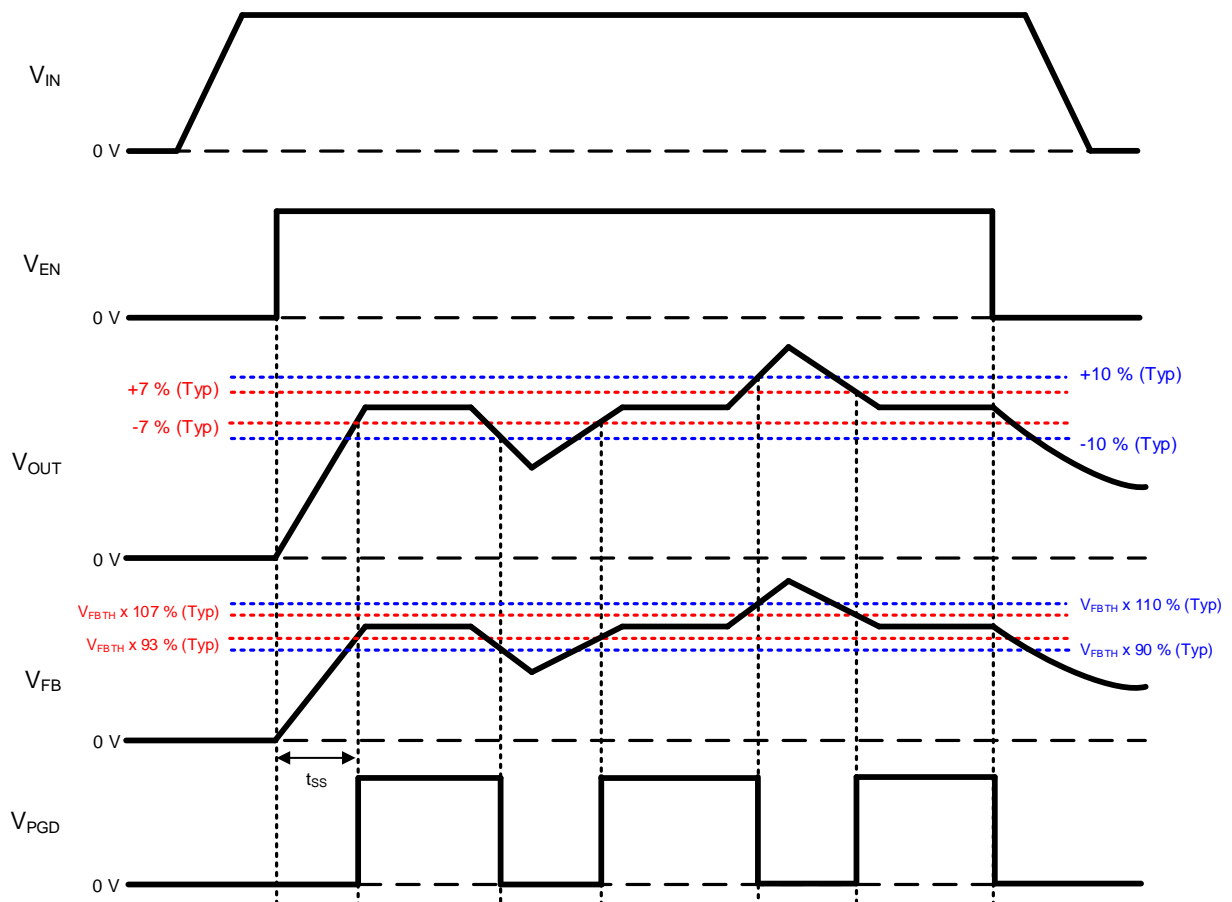
1. 基本動作 — 続き

(4) パワーグッド

出力電圧 V_{OUT} が設定電圧の $\pm 7\%$ (Typ) 以内の電圧になると、PGD 端子のオープンドレイン Nch MOSFET が OFF になり、PGD 出力が Hi-Z (ハイインピーダンス) になります。また、 V_{OUT} が設定電圧の $\pm 10\%$ (Typ) の範囲を外れると、PGD 端子オープンドレイン Nch MOSFET が ON し、PGD 端子が $500\ \Omega$ (Typ) でプルダウンされます。20 k Ω ~ 100 k Ω の抵抗でプルアップしてください。

Table 1. PGD 出力

状態	条件	PGD 出力
入力電圧投入前	$V_{IN} < 2.5\text{ V (Typ)}$	Hi-Z
シャットダウン	$V_{EN} \leq 1.1\text{ V (Typ)}$	Low (プルダウン)
イネーブル $V_{EN} \geq 1.2\text{ V (Typ)}$	$93\% \text{ (Typ)} \leq V_{FB} / V_{FBTH} \leq 107\% \text{ (Typ)}$	Hi-Z
	$V_{FB} / V_{FBTH} \leq 90\% \text{ (Typ)}$ or $110\% \text{ (Typ)} \leq V_{FB} / V_{FBTH}$	Low (プルダウン)
UVLO	$2.5\text{ V (Typ)} < V_{IN} \leq 4.0\text{ V (Typ)}$	Low (プルダウン)
TSD	$T_j \geq 175\text{ }^\circ\text{C (Typ)}$	Low (プルダウン)

Figure 64. パワーグッド タイミングチャート
(PGD 端子プルアップ抵抗接続時)

(5) Nano Pulse Control™

Nano Pulse Control™ とは、ローム株式会社独自方式により従来困難であった 50 ns 未満 (標準条件時) の細い SW ON 時間においても、安定した制御を可能にする技術です。

1. 基本動作 — 続き

(6) 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。

- ・シャットダウン: $V_{EN} \leq 1.1 \text{ V (Typ)}$
- ・UVLO: $V_{IN} \leq 4.0 \text{ V (Typ)}$
- ・TSD: $T_j \geq 175 \text{ }^\circ\text{C (Typ)}$
- ・OVP: $V_{FB} / V_{FBTH} \geq 120 \% \text{ (Typ)}$

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。

(7) 制御モード選択機能

BD9F500QUZ には SEL1 端子、SEL2 端子があり、スイッチング周波数、最大出力電流、動作モードを9つの組み合わせで設定できます。High-Side、Low-Side FET 過電流検出電流は最大 5 A 出力電流、最大 3 A 出力電流に対応して変化します。周波数は 600 kHz、1 MHz、2.2 MHz から選択でき、600 kHz と 1 MHz 設定では軽負荷モードと Fixed PWM モードから選択できます。スイッチング周波数、最大出力電流は動作中に変更できません。

Table 2. 制御モード選択

SEL1 端子 condition	SEL2 端子 condition	スイッチング周波数	最大出力電流 (I_{OUTMAX})	動作モード
GND	GND	1 MHz (Typ)	5 A	軽負荷モード (LLM)
GND	OPEN			Fixed PWM モード
VREG	GND		3 A	軽負荷モード (LLM)
VREG	OPEN			Fixed PWM モード
OPEN	GND	600 kHz (Typ)	5 A	軽負荷モード (LLM)
OPEN	OPEN			Fixed PWM モード
GND	VREG		3 A	軽負荷モード (LLM)
OPEN	VREG			Fixed PWM モード
VREG	VREG	2.2 MHz (Typ)	3 A	Fixed PWM モード

Table 3. 過電流検出電流

最大出力電流(I_{OUTMAX})	Low-Side OCP	High-Side OCP	Low-Side Sink OCP (Fixed PWM モード)
5 A	$I_{LOCP1} = 6.7 \text{ A (Typ)}$	$I_{HOCP1} = 8.25 \text{ A (Typ)}$	$I_{ROCP1} = 4.2 \text{ A (Typ)}$
3 A	$I_{LOCP2} = 4.0 \text{ A (Typ)}$	$I_{HOCP2} = 5.0 \text{ A (Typ)}$	$I_{ROCP2} = 2.5 \text{ A (Typ)}$

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 $I_{LOCP1} = 6.7 \text{ A (Typ)}$, $I_{LOCP2} = 4.0 \text{ A (Typ)}$ 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_{LOCL1} , I_{LOCL2} 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 $I_{HOCP1} = 8.25 \text{ A (Typ)}$, $I_{HOCP2} = 5.0 \text{ A (Typ)}$ 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 $V_{FBTH} \times 90\%$ 以下 ($V_{PGD} = \text{Low}$) の状態で、Low-Side OCP が 128 回カウントされると、ソフトスタート時間の 16 倍 (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。

Table 4. OCP 及び SCP の動作条件

V_{EN}	V_{FB}	起動	OCP	SCP
$\geq 1.2 \text{ V (Typ)}$	$\leq V_{FBTH} \times 90\% \text{ (Typ)}$	ソフトスタート起動中	有効	無効
	$> V_{FBTH} \times 93\% \text{ (Typ)}$	起動完了	有効	無効
	$\leq V_{FBTH} \times 90\% \text{ (Typ)}$		有効	有効
$\leq 1.1 \text{ V (Typ)}$	-	シャットダウン	無効	無効

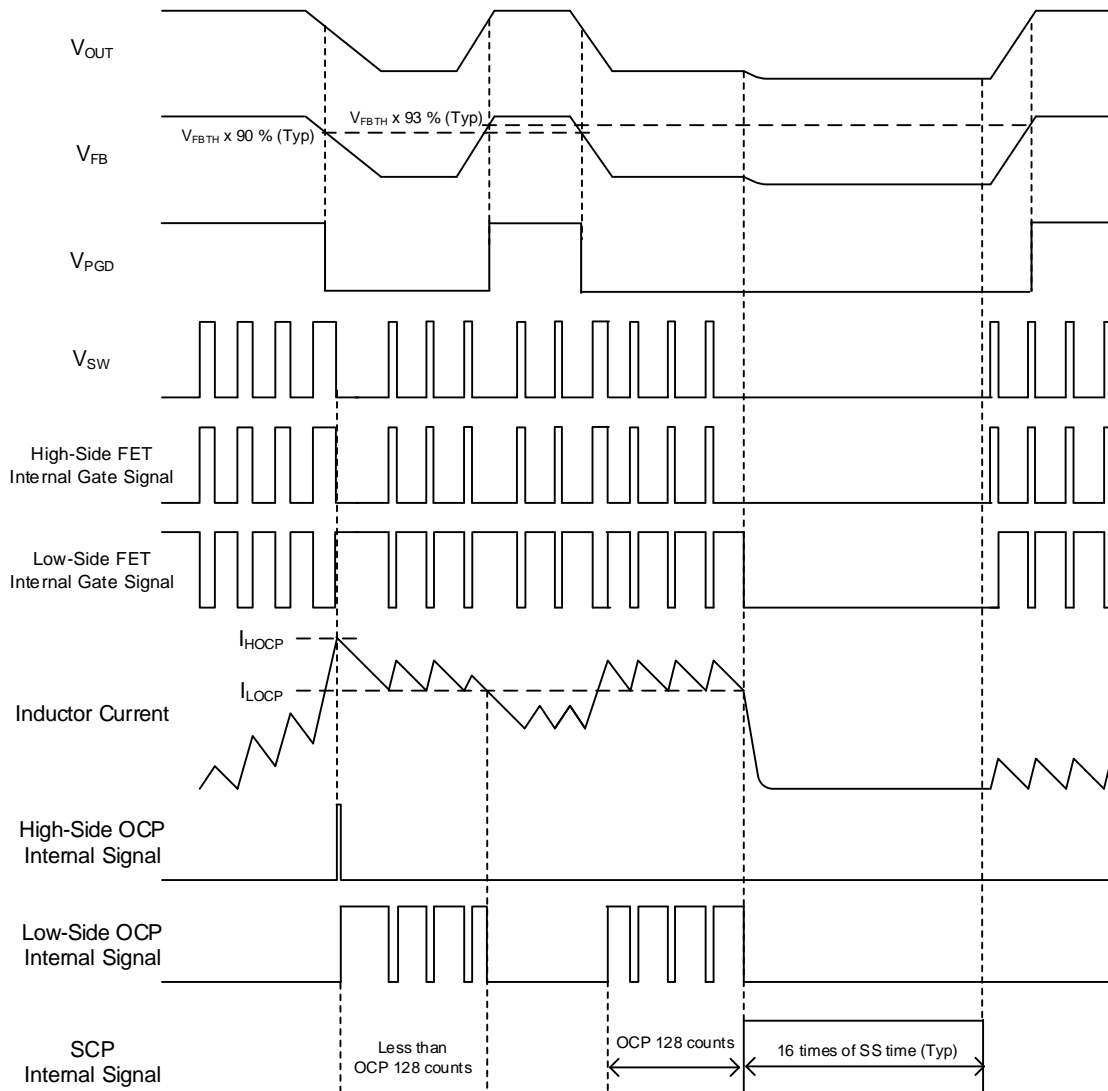


Figure 65. OCP・SCP タイミングチャート

2. 保護機能 — 続き

(2) Low-Side シンク(リバース)過電流保護機能 (ROCP)

Fixed PWM モードで Low-Side FET が ON している間、インダクタ電流が Low-Side シンク(リバース)OCP 設定値 $I_{ROCP1} = 4.2 \text{ A (Typ)}$, $I_{ROCP2} = 2.5 \text{ A (Typ)}$ を超えると、Low-Side FET を OFF します。

(3) 低入力電圧誤動作防止機能 (UVLO)

入力電圧 V_{IN} が 4.0 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 4.2 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 200 mV (Typ) です。

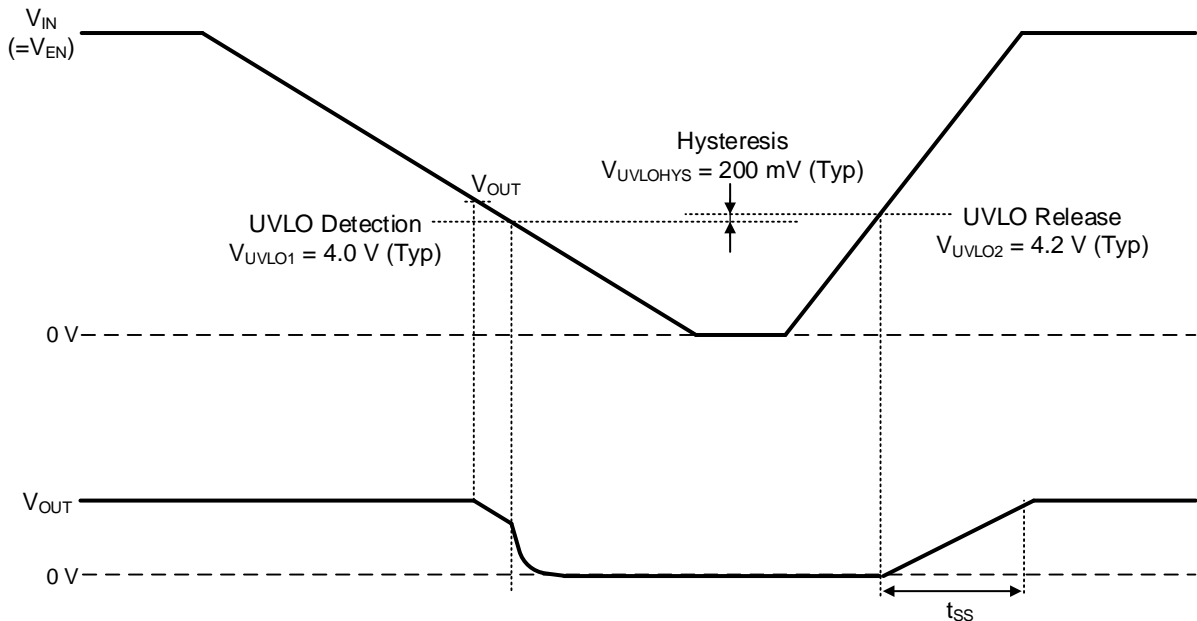


Figure 66. UVLO タイミングチャート

(4) 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。

(5) 過電圧保護機能 (OVP)

FB 端子電圧 V_{FB} が $V_{FBTH} \times 120 \text{ \% (Typ)}$ 以上になると、SW 端子は内部の $400 \text{ } \Omega \text{ (Typ)}$ でディスチャージし、出力電圧の上昇を抑えます。 V_{FB} が $V_{FBTH} \times 115 \text{ \% (Typ)}$ 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. $V_{IN} = 12\text{ V} \sim 24\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 1\text{ MHz}$

Table 5. アプリケーション仕様

項目	記号	仕様値
入力電圧	V_{IN}	12 V ~ 24 V (Typ)
出力電圧	V_{OUT}	3.3 V (Typ)
出力最大電流	I_{OUTMAX}	5 A
スイッチング周波数	f_{SW}	1 MHz (Typ)
動作モード	-	軽負荷モード
周囲温度	T_a	25 °C

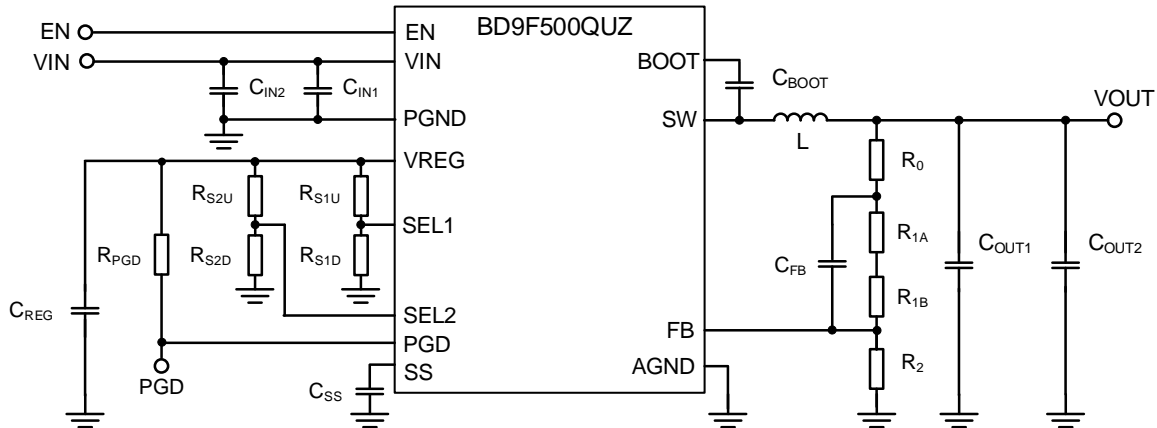


Figure 67. アプリケーション回路図

Table 6. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	1.5 μH	1217AS-H-1R5N	8080	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (50 V, X5R, $\pm 20\%$)	UMK325BJ106MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{OUT1} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{OUT2} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{REG} (Note 5)	2.2 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK105CBJ225MV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{FB}	82 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H820JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{1A}	1.5 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1500	1005	ROHM
R_{1B}	120 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1203	1005	ROHM
R_2	27 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF2702	1005	ROHM
R_{PGD}	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_{S1U}	-	-	-	-
R_{S1D}	Short	-	-	-
R_{S2U}	-	-	-	-
R_{S2D}	Short	-	-	-
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PGND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、位相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) VREGコンデンサ C_{REG} は、温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が0.82 μF を下回らないように設定してください。

(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. $V_{IN} = 12\text{ V} \sim 24\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 1\text{ MHz}$ — 続き

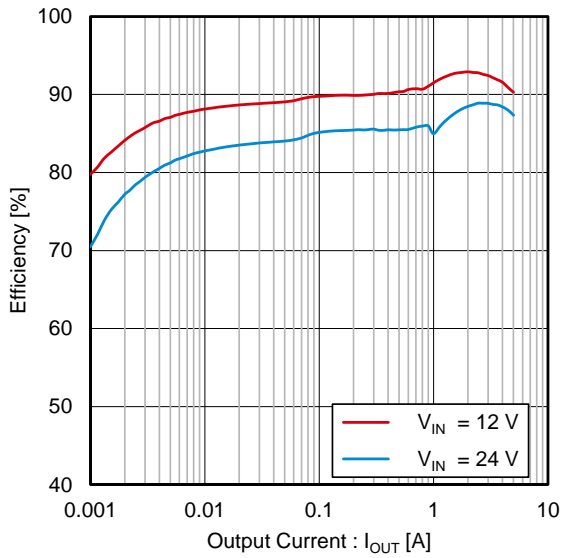


Figure 68. 効率 vs 出力電流

Time: 1 $\mu\text{s/div}$

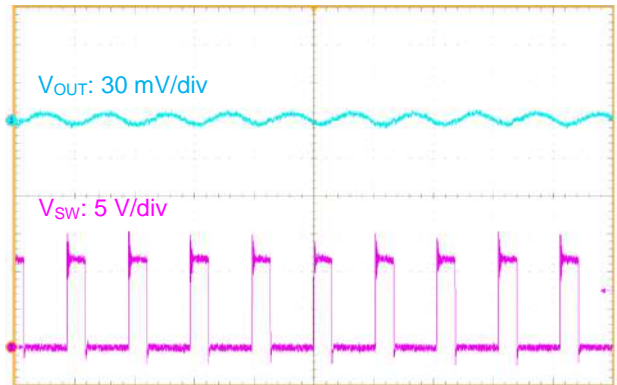


Figure 69. 出力リップル電圧 ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 5\text{ A}$)

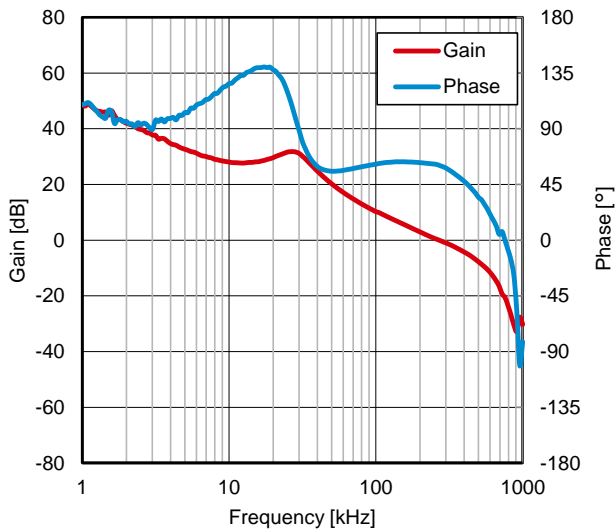


Figure 70. 周波数特性 ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

Time: 200 $\mu\text{s/div}$

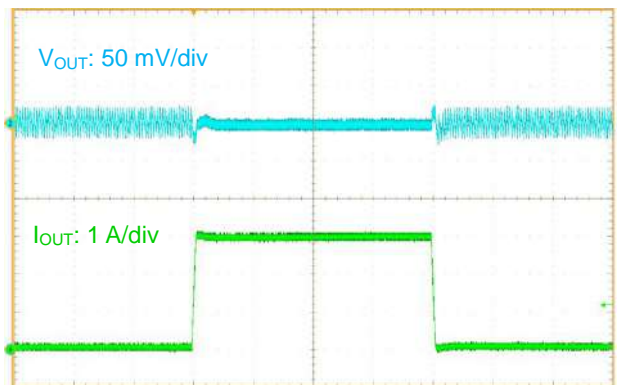


Figure 71. 負荷応答 ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 0.1\text{ A} \sim 3.0\text{ A}$)

応用回路例 — 続き

2. $V_{IN} = 12\text{ V} \sim 24\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 600\text{ kHz}$

Table 7. アプリケーション仕様

項目	記号	仕様値
入力電圧	V_{IN}	12 V ~ 24 V (Typ)
出力電圧	V_{OUT}	3.3 V (Typ)
出力最大電流	I_{OUTMAX}	5 A
スイッチング周波数	f_{SW}	600 kHz (Typ)
動作モード	-	軽負荷モード
周囲温度	T_a	25 °C

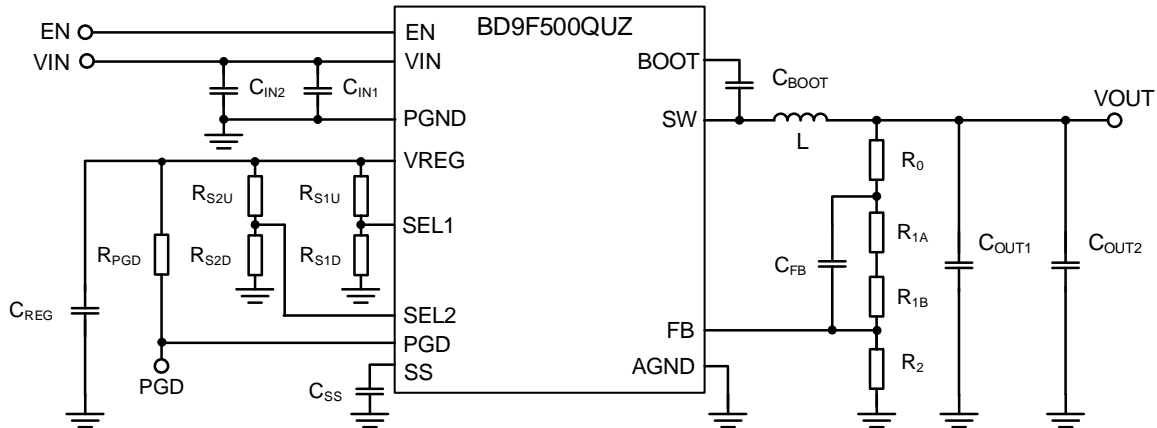


Figure 72. アプリケーション回路図

Table 8. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	3.3 μH	1217AS-H-3R3N	8080	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (50 V, X5R, $\pm 20\%$)	UMK325BJ106MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{OUT1} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{OUT2} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{REG} (Note 5)	2.2 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK105CBJ225MV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{FB}	82 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H820JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{1A}	1.5 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1500	1005	ROHM
R_{1B}	120 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1203	1005	ROHM
R_2	27 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF2702	1005	ROHM
R_{PGD}	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_{S1U}	-	-	-	-
R_{S1D}	-	-	-	-
R_{S2U}	-	-	-	-
R_{S2D}	Short	-	-	-
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PGND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、位相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) VREGコンデンサ C_{REG} は、温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が0.82 μF を下回らないように設定してください。

(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. $V_{IN} = 12\text{ V} \sim 24\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 600\text{ kHz}$ — 続き

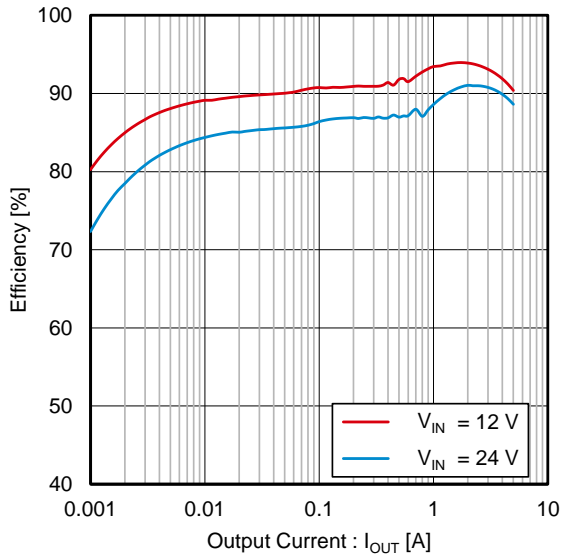


Figure 73. 効率 vs 出力電流

Time: 1 $\mu\text{s/div}$

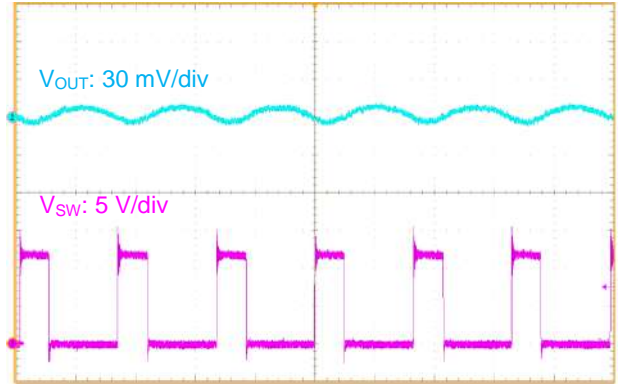


Figure 74. 出力リップル電圧 ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 5\text{ A}$)

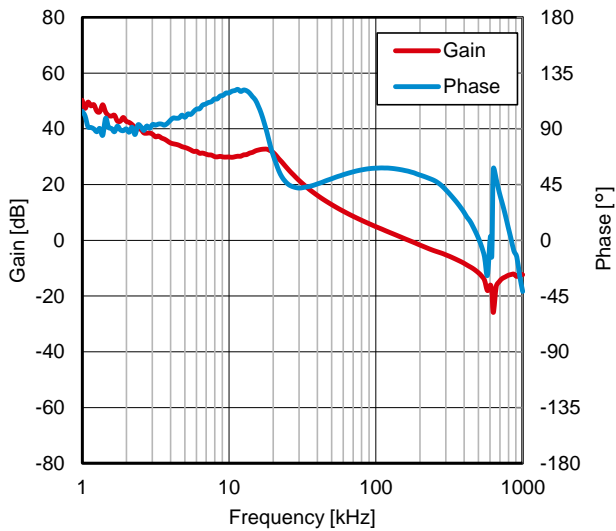


Figure 75. 周波数特性 ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 3\text{ A}$)

Time: 200 $\mu\text{s/div}$

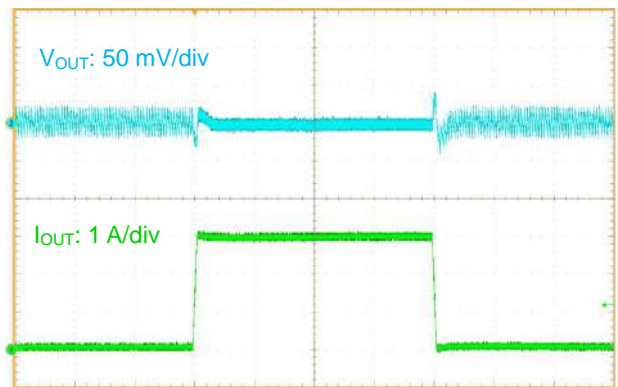


Figure 76. 負荷応答 ($V_{IN} = 12\text{ V}$, $I_{OUT} = 0.1\text{ A} \sim 3.0\text{ A}$)

応用回路例 — 続き

3. $V_{IN} = 5\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 1\text{ MHz}$

Table 9. アプリケーション仕様

項目	記号	仕様値
入力電圧	V_{IN}	5 V (Typ)
出力電圧	V_{OUT}	3.3 V (Typ)
出力最大電流	I_{OUTMAX}	5 A
スイッチング周波数	f_{SW}	1 MHz (Typ)
動作モード	-	軽負荷モード
周囲温度	T_a	25 °C

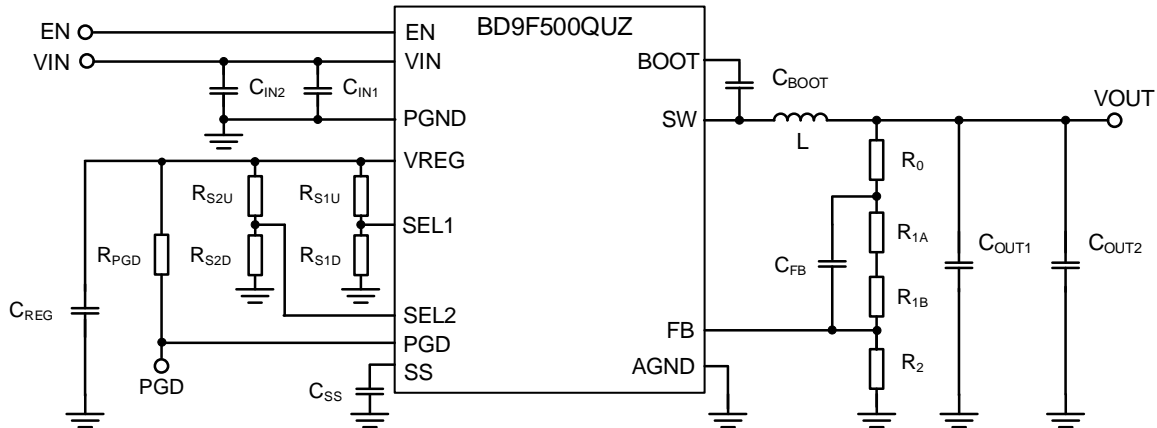


Figure 77. アプリケーション回路図

Table 10. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	1.0 μH	FDSD0518-H-1R0M	5249	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (50 V, X5R, $\pm 20\%$)	UMK325BJ106MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{OUT1} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{OUT2} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{REG} (Note 5)	2.2 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK105CBJ225MV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{FB}	33 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H330JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{1A}	120 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1203	1005	ROHM
R_{1B}	330 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF3303	1005	ROHM
R_2	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_{PGD}	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_{S1U}	-	-	-	-
R_{S1D}	Short	-	-	-
R_{S2U}	-	-	-	-
R_{S2D}	Short	-	-	-
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PGND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、位相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) VREGコンデンサ C_{REG} は、温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が0.82 μF を下回らないように設定してください。

(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. $V_{IN} = 5\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 1\text{ MHz}$ — 続き

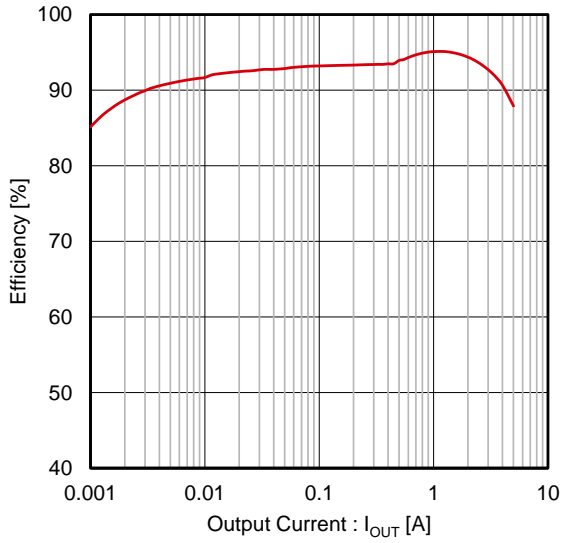


Figure 78. 効率 vs 出力電流

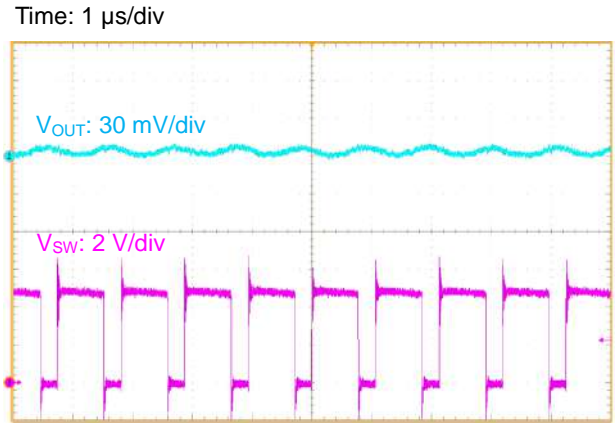


Figure 79. 出力リップル電圧 ($I_{OUT} = 5\text{ A}$)

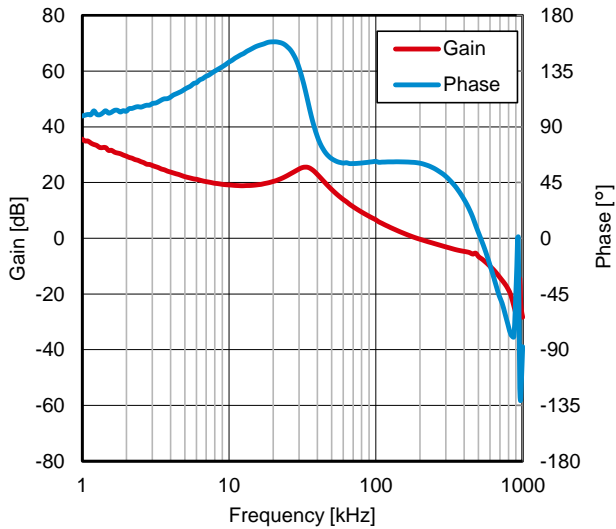


Figure 80. 周波数特性 ($I_{OUT} = 3\text{ A}$)

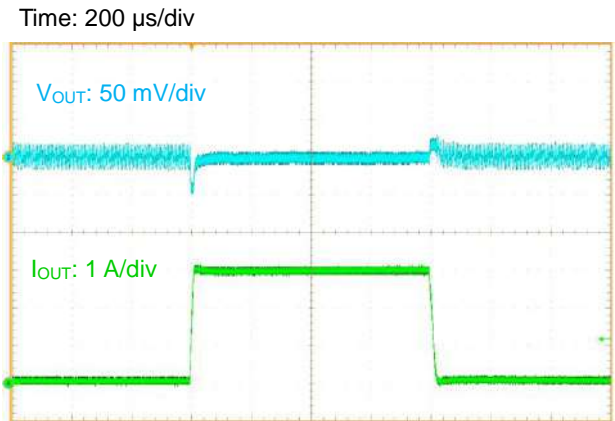


Figure 81. 負荷応答 ($I_{OUT} = 0.1\text{ A} \sim 3.0\text{ A}$)

応用回路例 — 続き

4. $V_{IN} = 5\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 600\text{ kHz}$

Table 11. アプリケーション仕様

項目	記号	仕様値
入力電圧	V_{IN}	5 V (Typ)
出力電圧	V_{OUT}	3.3 V (Typ)
出力最大電流	I_{OUTMAX}	5 A
スイッチング周波数	f_{SW}	600 kHz (Typ)
動作モード	-	軽負荷モード
周囲温度	T_a	25 °C

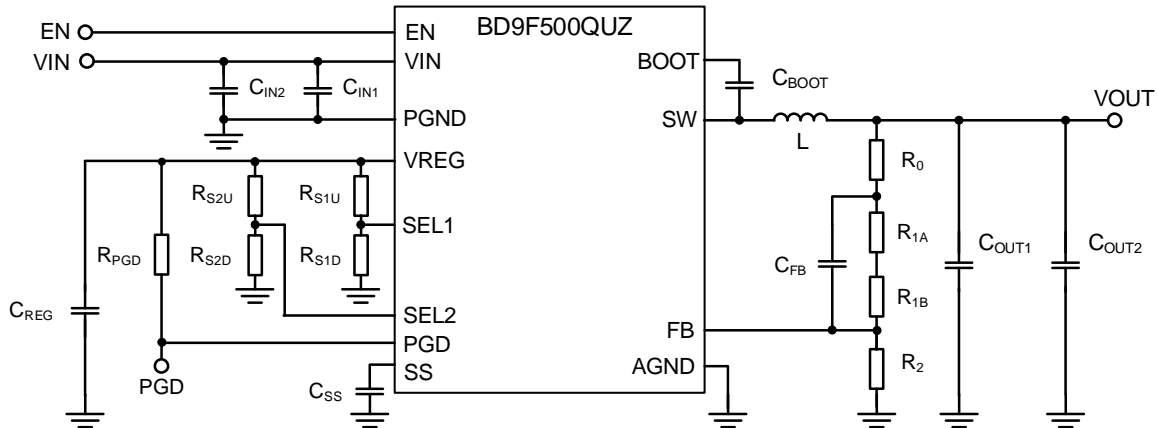


Figure 82. アプリケーション回路図

Table 12. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	2.2 μH	FDSD0630-H-2R2M	7066	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (50 V, X5R, $\pm 20\%$)	UMK325BJ106MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{OUT1} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{OUT2} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{REG} (Note 5)	2.2 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK105CBJ225MV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{FB}	39 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H390JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{1A}	120 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1203	1005	ROHM
R_{1B}	330 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF3303	1005	ROHM
R_2	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_{PGD}	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_{S1U}	-	-	-	-
R_{S1D}	-	-	-	-
R_{S2U}	-	-	-	-
R_{S2D}	Short	-	-	-
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PGND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、位相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) VREGコンデンサ C_{REG} は、温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が0.82 μF を下回らないように設定してください。

(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. $V_{IN} = 5\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 600\text{ kHz}$ — 続き

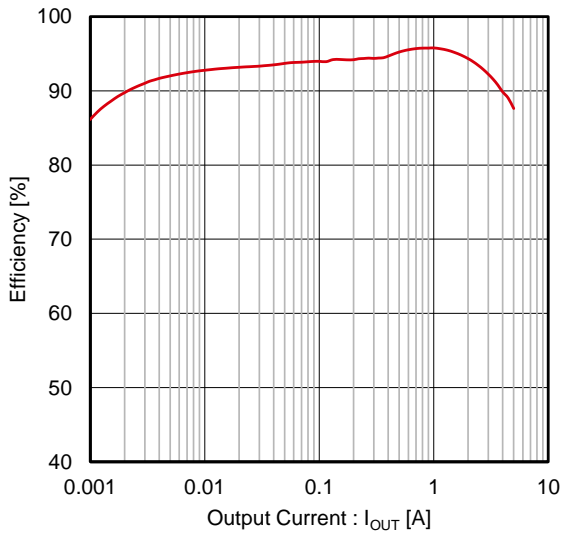


Figure 83. 効率 vs 出力電流

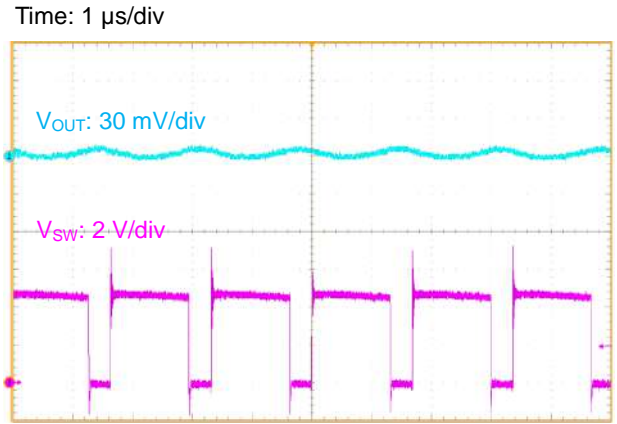


Figure 84. 出力リップル電圧 ($I_{OUT} = 5\text{ A}$)

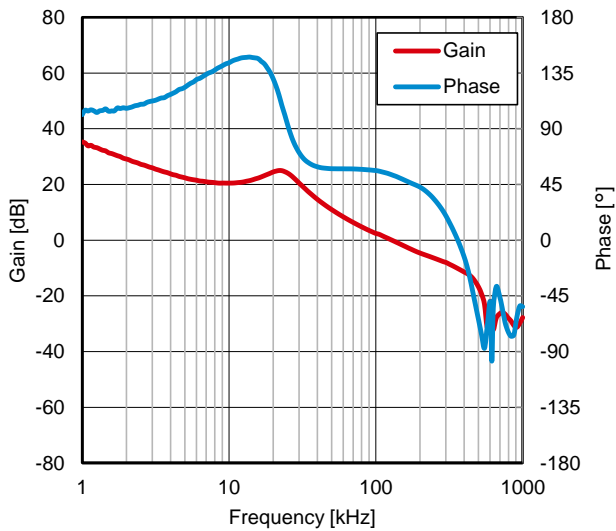


Figure 85. 周波数特性 ($I_{OUT} = 3\text{ A}$)

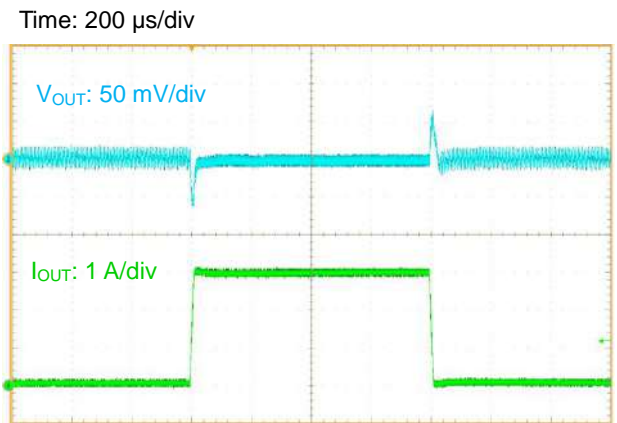


Figure 86. 負荷応答 ($I_{OUT} = 0.1\text{ A} \sim 3.0\text{ A}$)

応用回路例 — 続き

5. $V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 1\text{ V}$, $f_{SW} = 1\text{ MHz}$

Table 13. アプリケーション仕様

項目	記号	仕様値
入力電圧	V_{IN}	12 V (Typ)
出力電圧	V_{OUT}	1 V (Typ)
出力最大電流	I_{OUTMAX}	5 A
スイッチング周波数	f_{SW}	1 MHz (Typ)
動作モード	-	Fixed PWM モード
周囲温度	T_a	25 °C

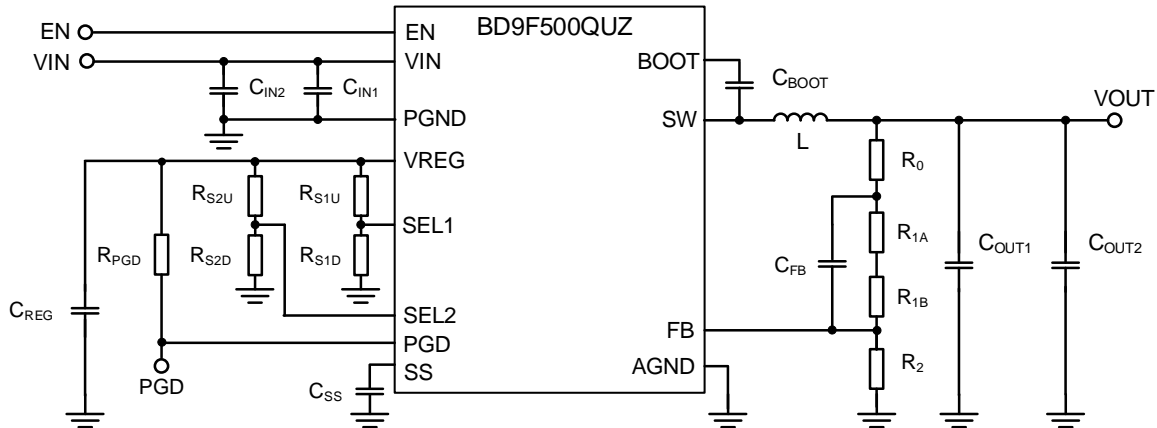


Figure 87. アプリケーション回路図

Table 14. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	0.68 μH	FDSD0518-H-R68M	5249	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (50 V, X5R, $\pm 20\%$)	UMK325BJ106MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{OUT1} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{OUT2} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{REG} (Note 5)	2.2 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK105CBJ225MV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{FB}	27 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H270JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{1A}	Short	-	-	-
R_{1B}	180 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1803	1005	ROHM
R_2	270 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF2703	1005	ROHM
R_{PGD}	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_{S1U}	-	-	-	-
R_{S1D}	Short	-	-	-
R_{S2U}	-	-	-	-
R_{S2D}	-	-	-	-
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PGND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) ブーストコンデンサ 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、位相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) VREGコンデンサ C_{REG} は、温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が0.82 μF を下回らないように設定してください。

(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. $V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 1\text{ V}$, $f_{SW} = 1\text{ MHz}$ — 続き

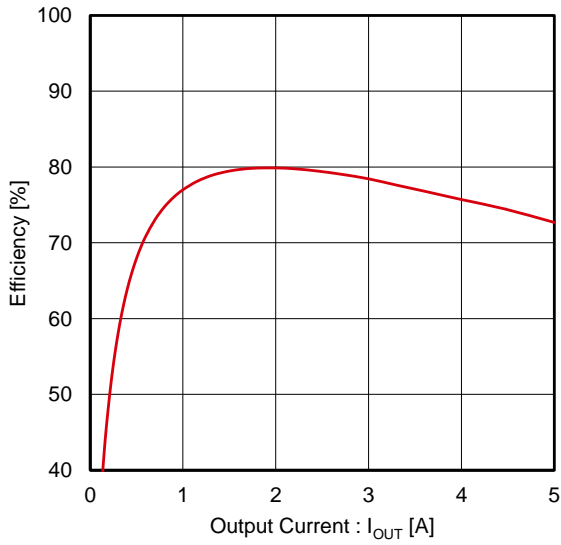


Figure 88. 効率 vs 出力電流

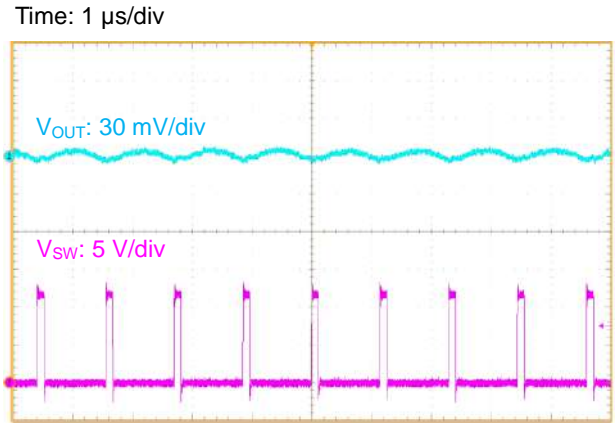


Figure 89. 出力リップル電圧 ($I_{OUT} = 5\text{ A}$)

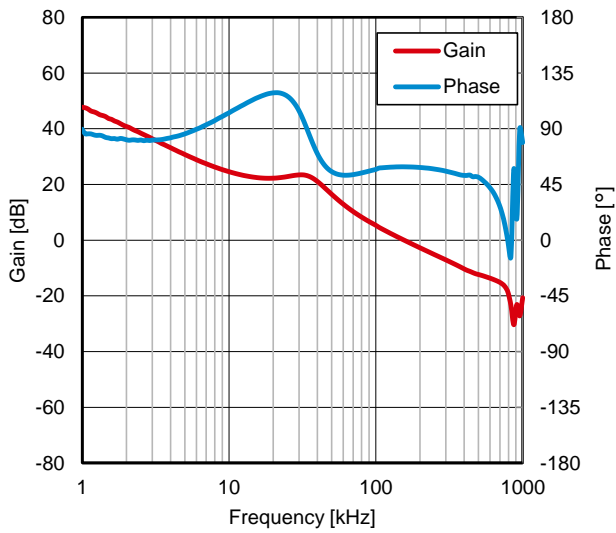


Figure 90. 周波数特性 ($I_{OUT} = 3\text{ A}$)

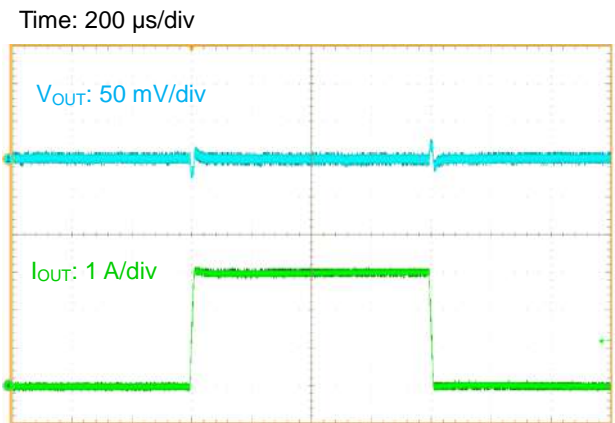


Figure 91. 負荷応答 ($I_{OUT} = 0\text{ A} \sim 3\text{ A}$)

応用回路例 — 続き

6. $V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 1\text{ V}$, $f_{SW} = 600\text{ kHz}$

Table 15. アプリケーション仕様

項目	記号	仕様値
入力電圧	V_{IN}	12 V (Typ)
出力電圧	V_{OUT}	1 V (Typ)
出力最大電流	I_{OUTMAX}	5 A
スイッチング周波数	f_{SW}	600 kHz (Typ)
動作モード	-	Fixed PWM モード
周囲温度	T_a	25 °C

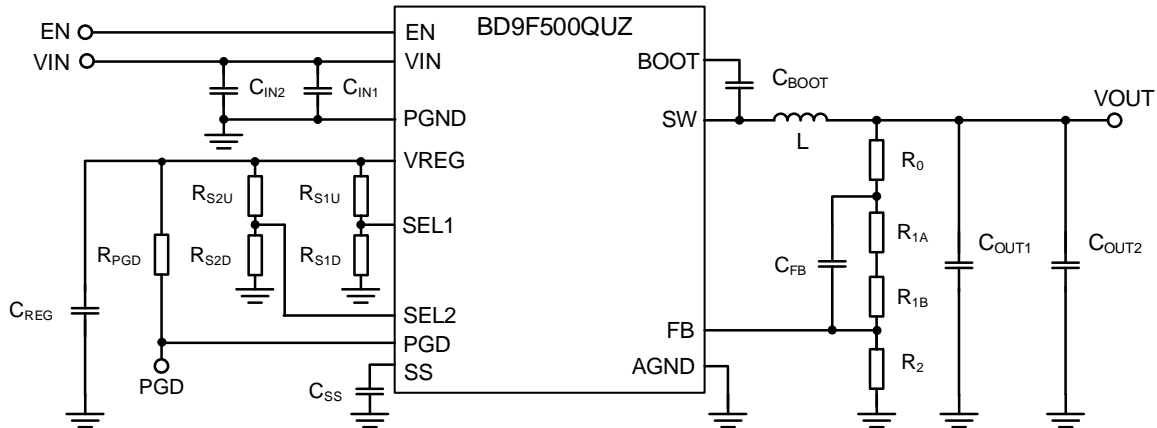


Figure 92. アプリケーション回路図

Table 16. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	1.5 μH	FDSD0630-H-1R5N	7066	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (50 V, X5R, $\pm 20\%$)	UMK325BJ106MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{OUT1} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{OUT2} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{REG} (Note 5)	2.2 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK105CBJ225MV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{FB}	33 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H330JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{1A}	Short	-	1005	ROHM
R_{1B}	180 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1803	1005	ROHM
R_2	270 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF2703	1005	ROHM
R_{PGD}	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_{S1U}	-	-	-	-
R_{S1D}	-	-	-	-
R_{S2U}	-	-	-	-
R_{S2D}	-	-	-	-
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PGND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、位相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) VREGコンデンサ C_{REG} は、温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が0.82 μF を下回らないように設定してください。

(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. $V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 1\text{ V}$, $f_{SW} = 600\text{ kHz}$ — 続き

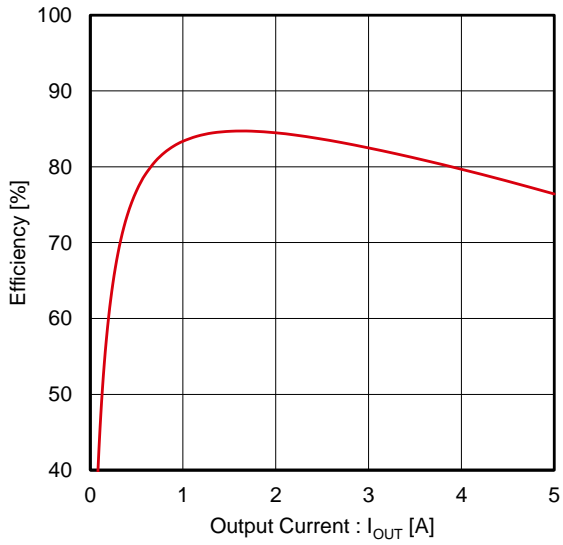


Figure 93. 効率 vs 出力電流

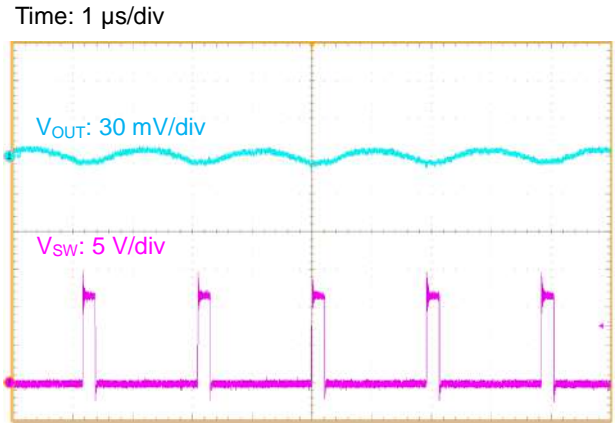


Figure 94. 出力リップル電圧 ($I_{OUT} = 5\text{ A}$)

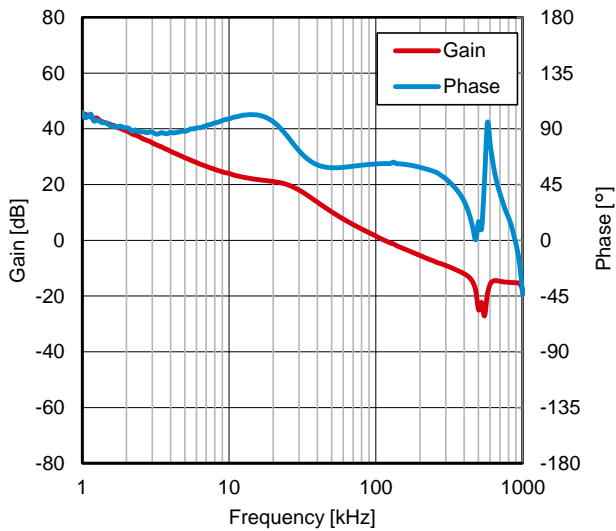


Figure 95. 周波数特性 ($I_{OUT} = 3\text{ A}$)

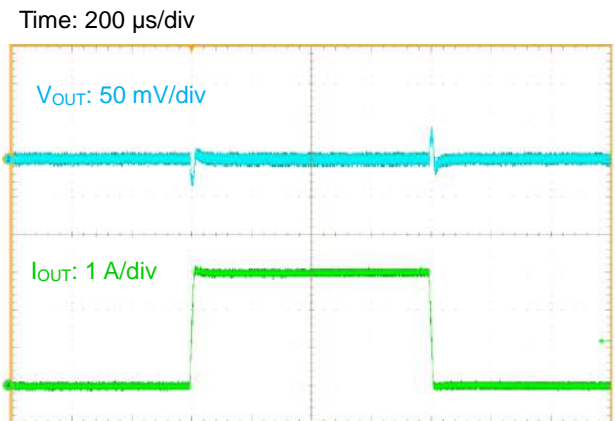


Figure 96. 負荷応答 ($I_{OUT} = 0\text{ A} \sim 3\text{ A}$)

応用回路例 — 続き

7. $V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 2.2\text{ MHz}$

Table 17. アプリケーション仕様

項目	記号	仕様値
入力電圧	V_{IN}	12 V (Typ)
出力電圧	V_{OUT}	3.3 V (Typ)
出力最大電流	I_{OUTMAX}	3 A
スイッチング周波数	f_{SW}	2.2 MHz (Typ)
動作モード	-	Fixed PWM モード
周囲温度	T_a	25 °C

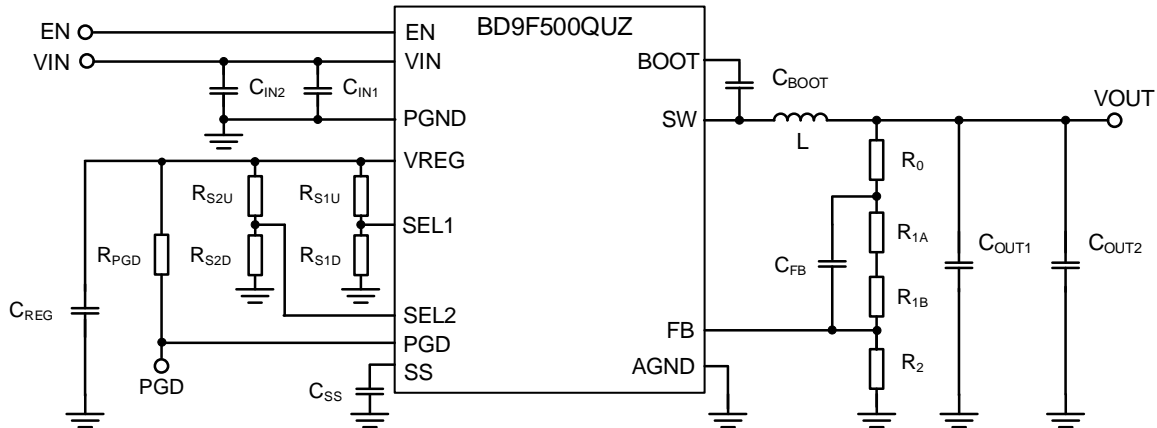


Figure 97. アプリケーション回路図

Table 18. 推奨部品定数

Part No.	Value	Part Name	Size Code (mm)	Manufacturer
L	1.0 μH	FDSD0518-H-1R0M	5249	Murata
C_{IN1} (Note 1)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{IN2} (Note 2)	10 μF (50 V, X5R, $\pm 20\%$)	UMK325BJ106MM-P	3225	TAIYO YUDEN
C_{BOOT} (Note 3)	0.1 μF (50 V, X5R, $\pm 10\%$)	UMK105BJ104KV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{OUT1} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{OUT2} (Note 4)	22 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK212BBJ226MG-TT	2012	TAIYO YUDEN
C_{REG} (Note 5)	2.2 μF (25 V, X5R, $\pm 20\%$)	TMK105CBJ225MV-F	1005	TAIYO YUDEN
C_{FB}	33 pF (50 V, C0G, $\pm 5\%$)	GRM0335C1H330JA01	0603	Murata
C_{SS}	-	-	-	-
R_{1A}	1.5 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1500	1005	ROHM
R_{1B}	120 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1203	1005	ROHM
R_2	27 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF2702	1005	ROHM
R_{PGD}	100 k Ω (1 %, 1/16 W)	MCR01MZPF1003	1005	ROHM
R_{S1U}	Short	-	-	-
R_{S1D}	-	-	-	-
R_{S2U}	Short	-	-	-
R_{S2D}	-	-	-	-
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PGND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、位相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) VREGコンデンサ C_{REG} は、温度特性、DCバイアス特性などを考慮して、実容量が0.82 μF を下回らないように設定してください。

(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。

7. $V_{IN} = 12\text{ V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $f_{sw} = 2.2\text{ MHz}$ — 続き

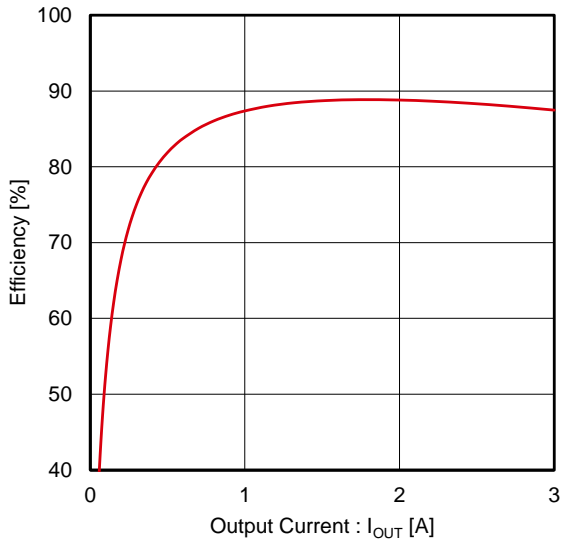


Figure 98. 効率 vs 出力電流

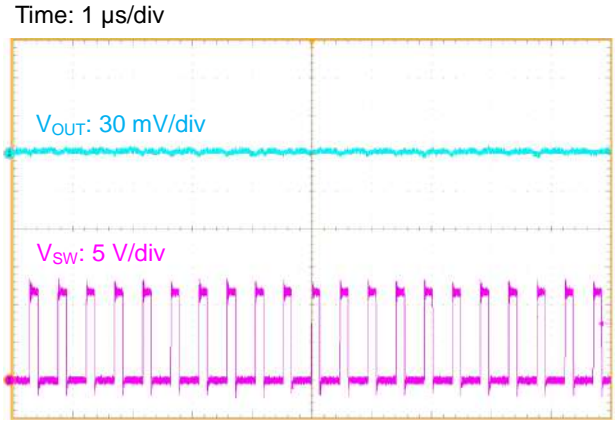


Figure 99. 出力リップル電圧 ($I_{OUT} = 3\text{ A}$)

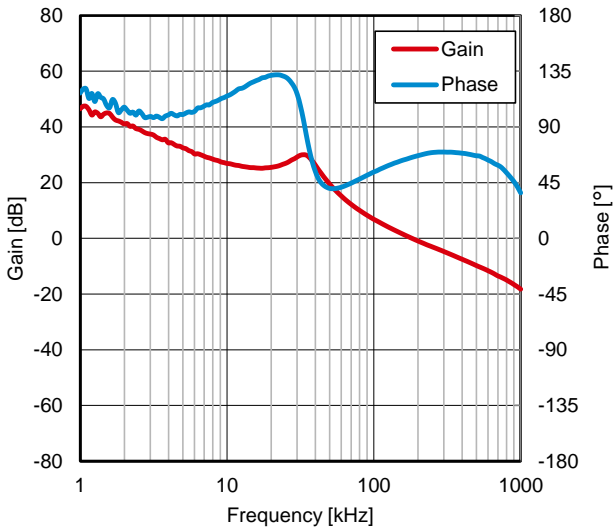


Figure 100. 周波数特性 ($I_{OUT} = 2\text{ A}$)

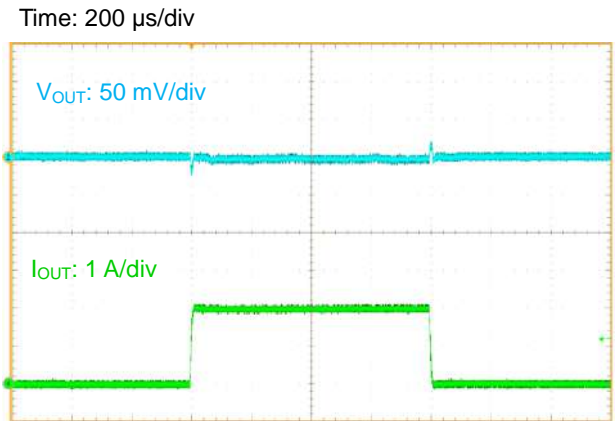


Figure 101. 負荷応答 ($I_{OUT} = 0\text{ A} \sim 2\text{ A}$)

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 μF 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 μF のコンデンサを VIN 端子と PGND 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 19 を参照ください。

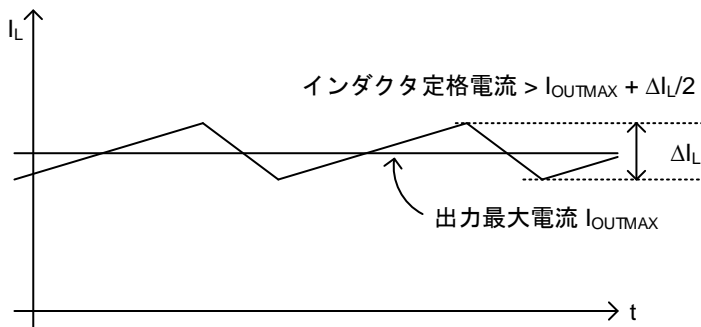


Figure 102. インダクタに流れる電流波形

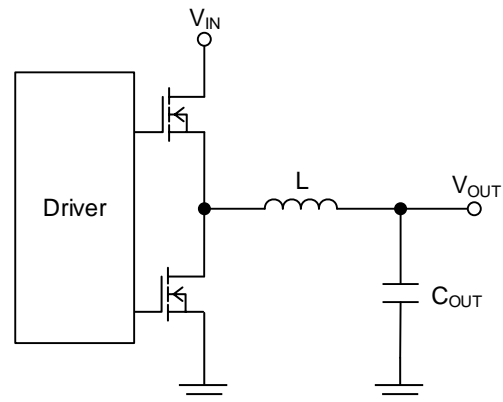


Figure 103. 出力 LC フィルタ回路

$V_{IN} = 12\text{ V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$ 、 $L = 1.5\ \mu\text{H}$ 、スイッチング周波数 $f_{SW} = 1.0\text{ MHz}$ で計算するとインダクタ電流 ΔI_L は次式になります。

$$\Delta I_L = V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT}) \times \frac{1}{V_{IN} \times f_{SW} \times L} = 1.595\text{ [A]}$$

使用する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 19 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 $C_{OUT} = 44\ \mu\text{F}$ 、 $R_{ESR} = 3\ \text{m}\Omega$ とすると、出力リップル電圧 ΔV_{RPL} は

$$\Delta V_{RPL} = 1.595\text{ A} \times \left(3\ \text{m}\Omega + \frac{1}{8 \times 44\ \mu\text{F} \times 1\ \text{MHz}} \right) = 9.3\text{ [mV]}$$

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。

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

t_{SSMIN} : ソフトスタート時間最小値

V_{OUT} : 出力電圧

I_{OUTMAX} : 最大出力電流

ΔI_L : インダクタ電流

I_{OUTSS} : ソフトスタート時の最大出力電流

例として、 $V_{IN} = 12 \text{ V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3 \text{ V}$ 、 $L = 1.5 \mu\text{H}$ 、 $f_{SW} = 1 \text{ MHz}$ (Typ)、 $t_{SSMIN} = 1.4 \text{ ms}$ ($C_{SS} = \text{OPEN}$)、 $I_{OUTMAX} = 5 \text{ A}$ 、 $I_{OUTSS} = 5 \text{ A}$ 時に C_{OUTMAX} は下記で計算できます。

$$C_{OUTMAX} < \frac{1.4 \text{ ms}}{3.3 \text{ V}} \times (5 \text{ A} + \frac{1.595 \text{ A}}{2} - 5 \text{ A}) = 338 \text{ } [\mu\text{F}]$$

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 19. 推奨インダクタンス、出力容量

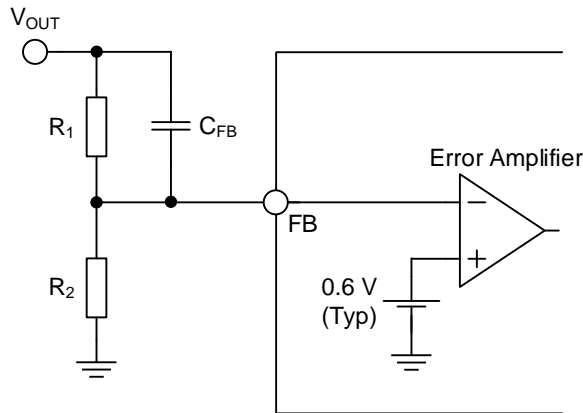
Frequency [MHz]	V_{IN} [V]	V_{OUT} [V]	I_{OUTMAX} [A]	Inductor L [μH]	C_{OUT_EFF} ^(Note 1) [μF]
0.6	12	3.3	5	3.3	25 ~ 50
0.6	12	3.3	3	4.7	25 ~ 50
0.6	24	3.3	5	3.3	25 ~ 50
0.6	24	3.3	3	4.7	25 ~ 50
0.6	5	3.3	5	2.2	25 ~ 50
0.6	5	3.3	3	2.2	25 ~ 50
0.6	12	1	5	1.5	35 ~ 50
0.6	12	1	3	1.5	35 ~ 50
0.6	5	1	5	1.5	35 ~ 50
0.6	5	1	3	1.5	35 ~ 50
0.6	12	5	5	4.7	30 ~ 50
0.6	12	5	3	5.6	30 ~ 50
0.6	24	5	5	4.7	30 ~ 50
0.6	24	5	3	5.6	30 ~ 50
0.6	24	12	5	6.8	45 ~ 60
0.6	24	12	3	8.2	45 ~ 60
1	12	3.3	5	1.5	25 ~ 50
1	12	3.3	3	2.2	25 ~ 50
1	24	3.3	5	1.5	25 ~ 50
1	24	3.3	3	2.2	25 ~ 50
1	5	3.3	5	1	25 ~ 50
1	5	3.3	3	1.5	25 ~ 50
1	12	1	5	0.68	25 ~ 50
1	12	1	3	1	25 ~ 50
1	5	1	5	0.68	25 ~ 50
1	5	1	3	1	25 ~ 50
1	12	5	5	3.3	20 ~ 50
1	12	5	3	3.3	20 ~ 50
1	24	5	5	3.3	20 ~ 50
1	24	5	3	3.3	20 ~ 50
1	24	12	5	4.7	30 ~ 50
1	24	12	3	5.6	30 ~ 50
2.2	12	3.3	3	1	20 ~ 50
2.2	24	3.3	3	1	20 ~ 50

(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 の推奨値は Table 20 を参照ください。



出力電圧 V_{OUT} は、下式で計算できます。

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

$$0.6 \leq V_{OUT} \leq 14 \text{ [V]}$$

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

Figure 104. フィードバック抵抗回路

固定オンタイム制御では、安定動作のために FB 電圧に十分なリップル電圧が必要となります。本デバイスは IC 内部で FB 電圧にリップル電圧を注入することにより、低 ESR の出力コンデンサに対応するように設計されています。適切なリップルを注入するため、FB コンデンサ C_{FB} は下式を標準値として設定してください。FB コンデンサ C_{FB} の推奨値は Table 20 を参照ください。

600 kHz 時

$$C_{FB} = \frac{V_{OUT} \times (1 - V_{OUT}/V_{IN})}{f_{SW} \times 5.25 \times 10^4} \text{ [F]}$$

V_{IN} : 入力電圧
 V_{OUT} : 出力電圧
 f_{SW} : スイッチング周波数 600 kHz (Typ)

1MHz、2.2MHz 時

$$C_{FB} = \frac{V_{OUT} \times (1 - V_{OUT}/V_{IN})}{f_{SW} \times 3.5 \times 10^4} \text{ [F]}$$

V_{IN} : 入力電圧
 V_{OUT} : 出力電圧
 f_{SW} : スイッチング周波数 1 MHz (Typ)、2.2 MHz (Typ)

負荷応答性及びループの安定動作は L 、 C_{OUT} 、 R_1 、 R_2 、 C_{FB} に依存します。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ので、必ず実アプリケーションにて、負荷応答性と安定性の十分な確認をお願いします。

3. 出力電圧設定、FB コンデンサ — 続き

Table 20. 推奨フィードバック抵抗値、FB コンデンサ値

Frequency [MHz]	V _{IN} [V]	V _{OUT} [V]	R ₁ [kΩ]	R ₂ [kΩ]	C _{FB} [pF]
0.6	12	3.3	1.5 + 120	27	82
0.6	24	3.3	1.5 + 120	27	82
0.6	5	3.3	120 + 330	100	39
0.6	12	1	180	270	33
0.6	5	1	180	270	27
0.6	12	5	220	30	100
0.6	24	5	220	30	100
0.6	24	12	68 + 560	33	180
1	12	3.3	1.5 + 120	27	82
1	24	3.3	1.5 + 120	27	82
1	5	3.3	120 + 330	100	33
1	12	1	180	270	27
1	5	1	180	270	22
1	12	5	220	30	100
1	24	5	220	30	100
1	24	12	68 + 560	33	180
2.2	12	3.3	1.5 + 120	27	33
2.2	24	3.3	1.5 + 120	27	33

4. 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 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 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 μ F ~ 0.1 μ F の範囲で使用してください。

$$t_{SS} = \frac{C_{SS} \times 0.6 \times 1.3}{I_{SS}} \text{ [s]}$$

I_{SS} : SS チャージ電流 2.0 μ A (Typ)

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

$$t_{SS} = \frac{0.022 \mu\text{F} \times 0.6 \times 1.3}{2.0 \mu\text{A}} = 8.58 \text{ [ms]}$$

5. VREG コンデンサ

VREG コンデンサの値は 2.2 μ F を推奨します。VREG 端子と AGND 端子の間に接続してください。VREG 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 0.82 μ F を下回らないように設定してください。

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 μ 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 μ 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 コンバータの設計において PCB レイアウトの設計は非常に重要です。適切なレイアウトにより、電源に関する様々な問題を回避することができます。Figure 105-a から Figure 105-c は降圧 DC/DC コンバータの電流経路を示した図です。Figure 105-a の Loop1 は上側の switch が ON、下側の switch が OFF 時にコンバータに流れる電流を表しており、Figure 105-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 105-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。

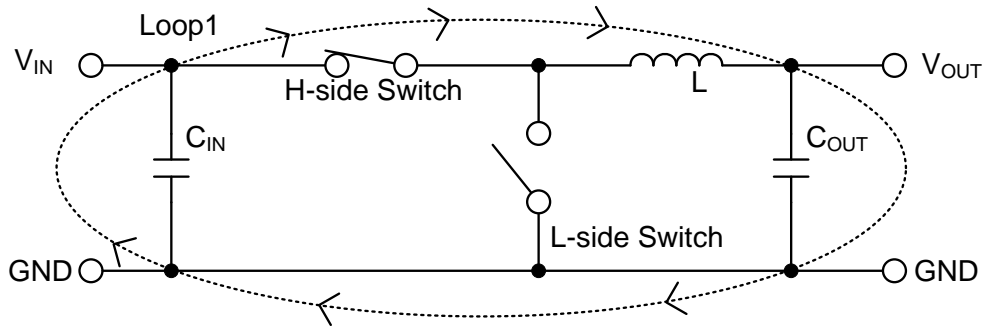


Figure 105-a. H-side Switch: ON、L-side Switch: OFF 時の電流経路

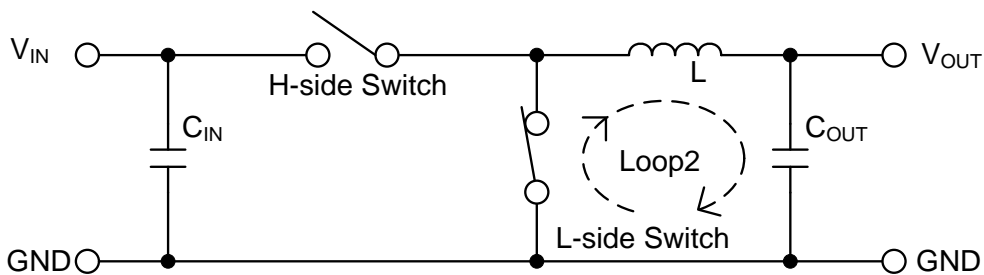


Figure 105-b. H-side Switch: OFF、L-side Switch: ON 時の電流経路

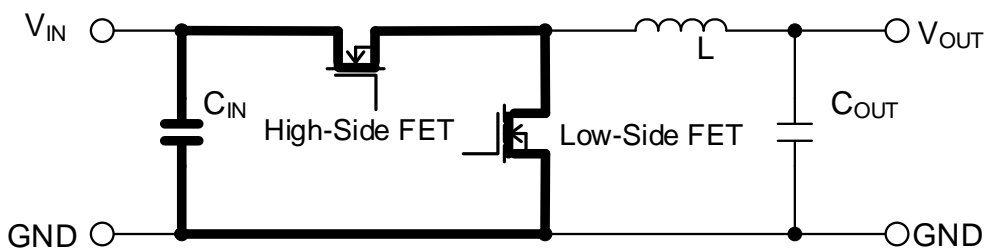


Figure 105-c. 電流の差分、レイアウト上での重要箇所

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_{IN1} 、 C_{IN2} は IC の VIN 端子と PGND 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_{OUT} 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_{IN1} 、 C_{IN2} から離して配置してください。
- ・基準系グラウンドとパワー系グラウンドを分け、各々を VIA により接続してください。基準系グラウンドは高周波スイッチングノイズが少ない出力コンデンサ C_{OUT} 付近のパワー系グラウンドと接続してください。
- ・優れた放熱特性を得るため、サーマルビアを使用して VIN 端子を PCB 内の VIN パターンに接続してください。
- ・VREG 端子と AGND 端子間のバイパスコンデンサは端子にできるだけ近い位置に配置してください。
- ・SEL1 端子、SEL2 端子をオープン状態とする場合は VIN, SW, BOOT 端子との寄生容量が 0.2 pF 以下となるようにしてください。
- ・ 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。

PCB レイアウト設計について — 続き

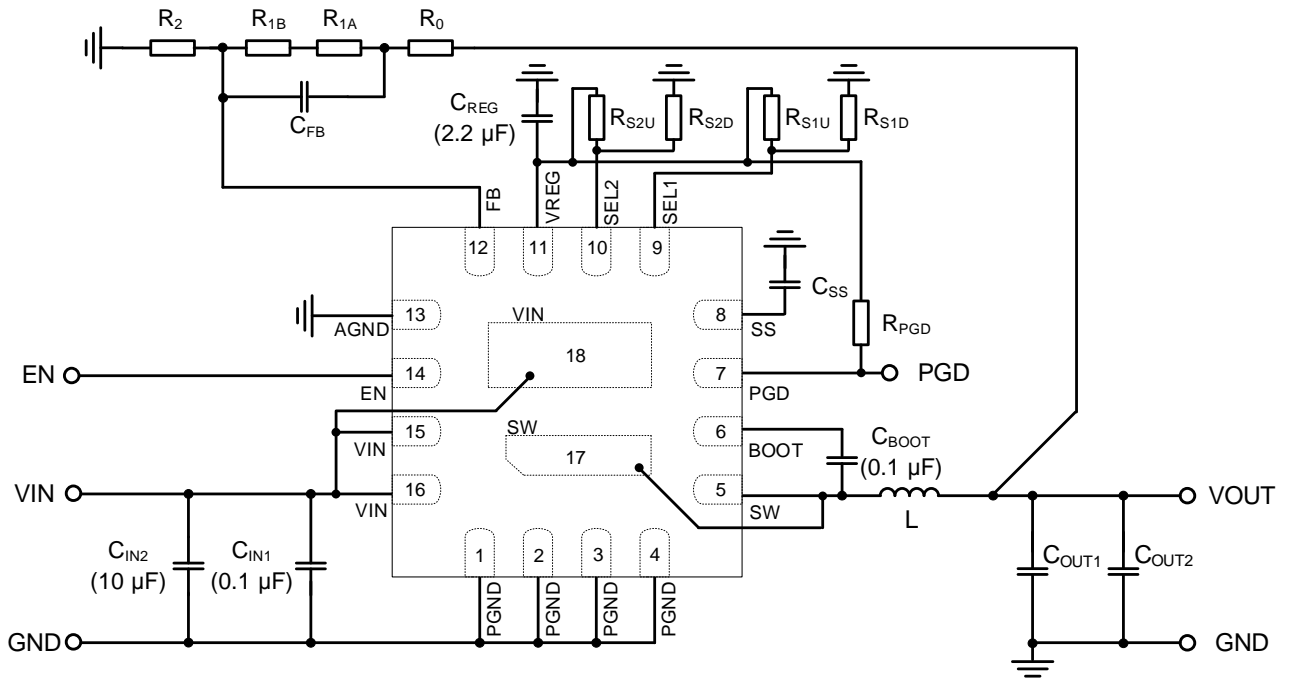


Figure 106. アプリケーション回路図

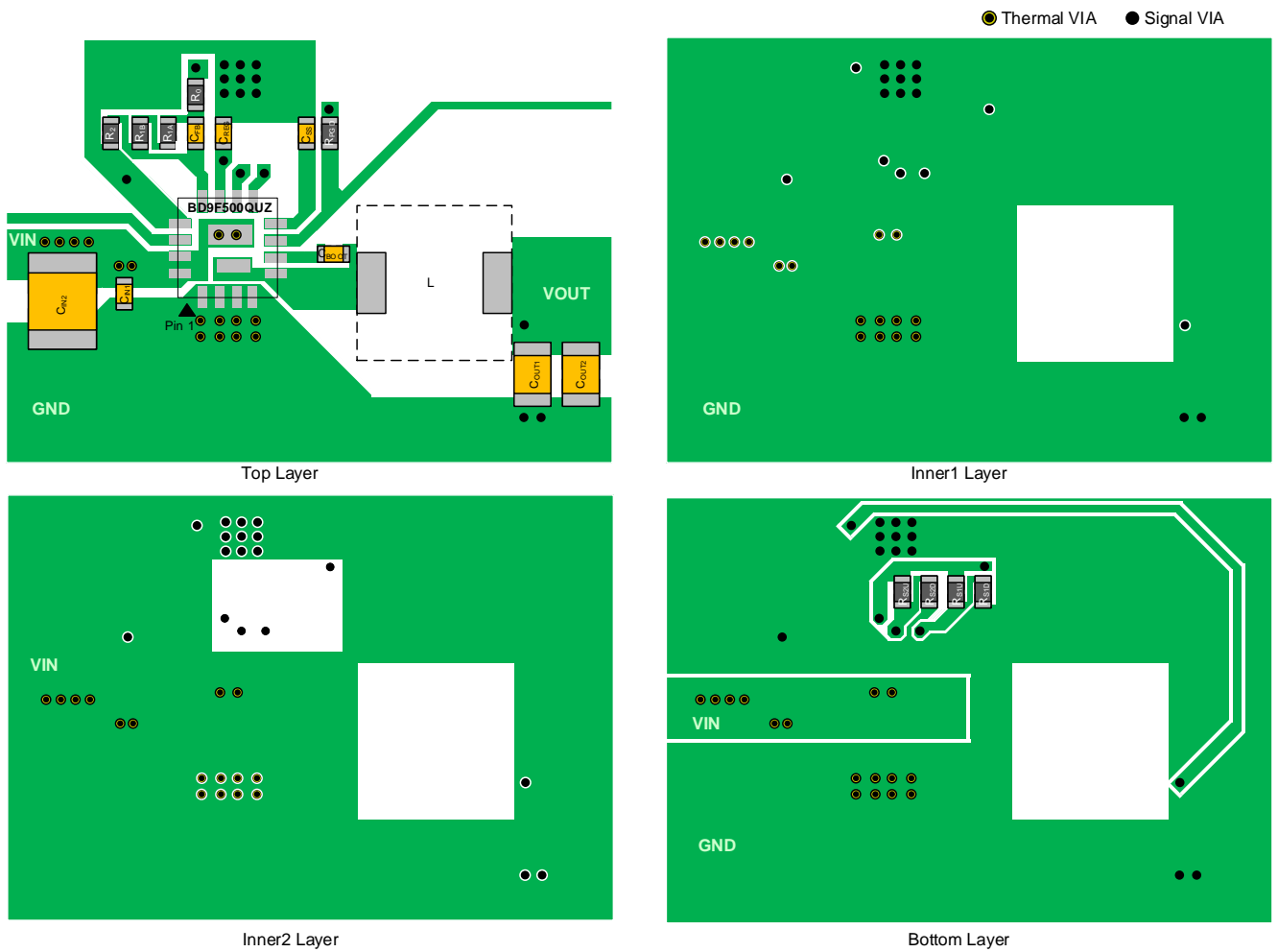
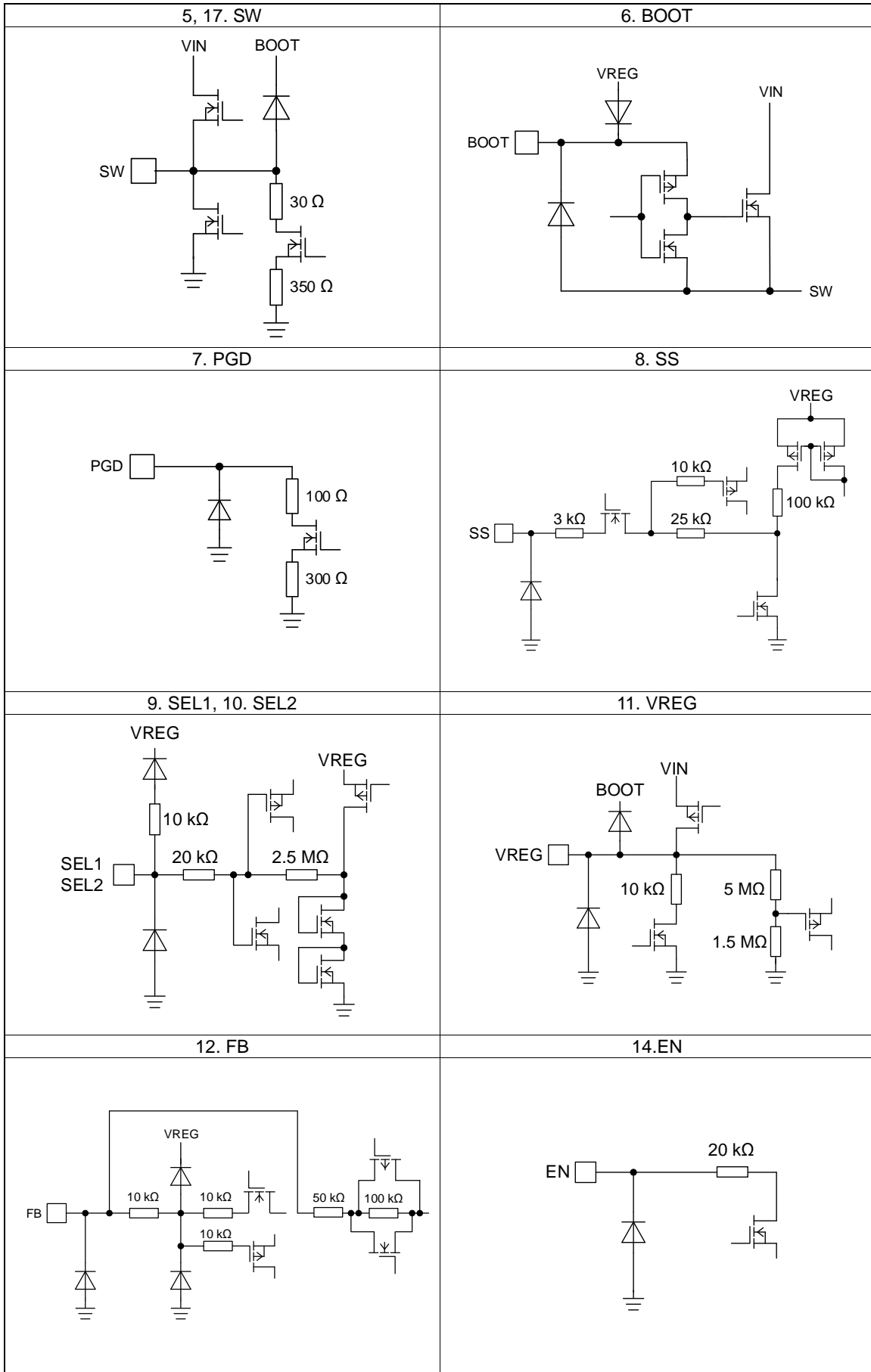


Figure 107. PCB レイアウト例

入出力等価回路図



(Note) 抵抗値は Typ です。

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

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

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

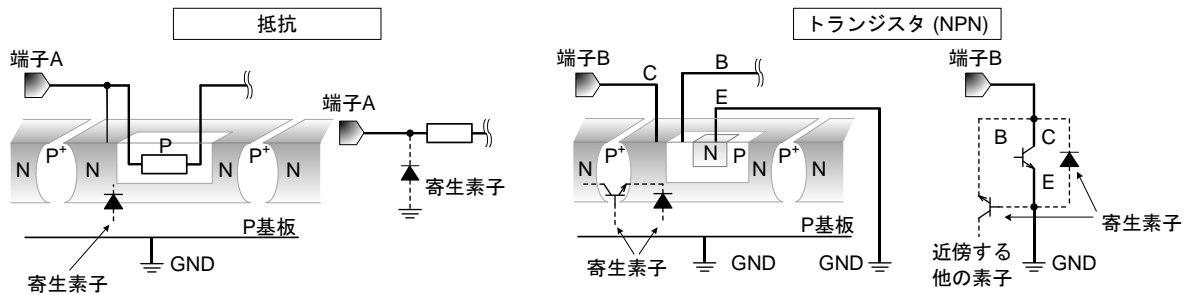


Figure 108. モノリシック IC 構造例

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。

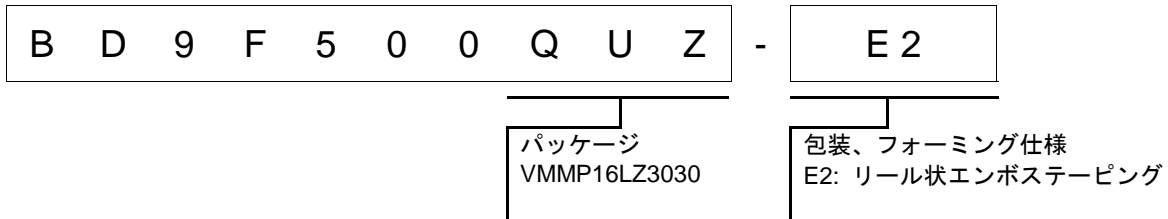
12. 温度保護回路について

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。

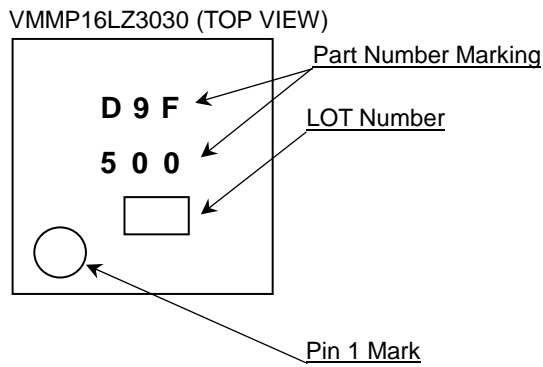
13. 過電流保護回路について

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。

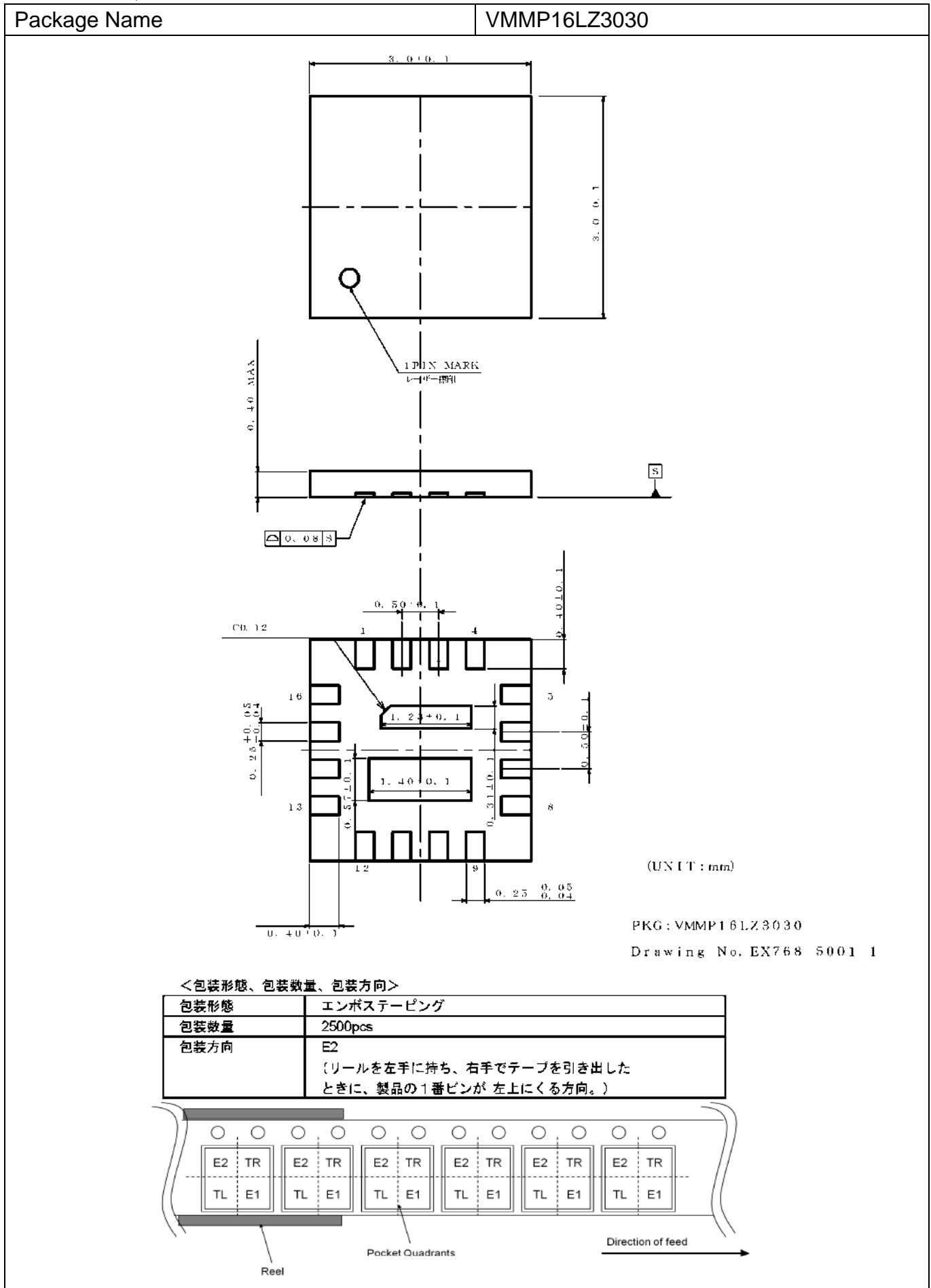
発注形名情報



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
2020.04.02	001	新規作成

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^(Note 1)、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、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、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。