

スイッチングレギュレータシリーズ

降圧 DC/DC コンバータ
BD9B300MUV 評価ボード

BD9B300MUV-E2EVK-101

はじめに

このユーザーズガイドは BD9B300MUV 評価ボードを使用して、ロームの同期整流降圧 DC/DC コンバータの動作と評価に必要なステップを提供します。部品の選択、推奨ボードレイアウト、動作手順とアプリケーションデータを掲載します。

概要

この評価ボードはロームの同期整流降圧コンバータ BD9B300MUV を評価するために作成されました。2.7V~5.5V の入力電圧範囲から 3.3V を出力することができます。IC には 35mΩ ハイサイド Nch MOSFET と 35mΩ ローサイド Nch MOSFET を内蔵し、スイッチング周波数は 1MHz または 2MHz を選択できます。ソフトスタート回路は起動時の突入電流を防ぎます。EN ピンは簡単な ON/OFF 制御でスタンバイ時の消費電力を減少できます。MODE ピンは固定 PWM 動作か自動軽負荷切換え動作の選択ができます。OCP (過電流保護) と SCP (短絡保護) 機能を備えています。

アプリケーション

DSP, FPGA, マイクロプロセッサ用降圧電源
ラップトップ PC / タブレット PC / サーバー
LCD TV
ストレージ機器 (HDD/SDD)
プリンタ, OA 機器
アミューズメント機器
分散電源, 2 次側電源

評価ボード動作範囲と最大定格 (Ta=25°C)

項目	記号	Limit			単位	条件
		MIN	TYP	MAX		
電源電圧	V _{CC}	(NOTE1) 2.7	-	5.5	V	
出力電圧 / 出力電流	V _{OUT}	-	3.3	-	V	
	I _{OUT}	-	-	3	A	

(NOTE1) 出力電圧が 3.3V 時は、最大デューティ比の制限により 4.13V になります。

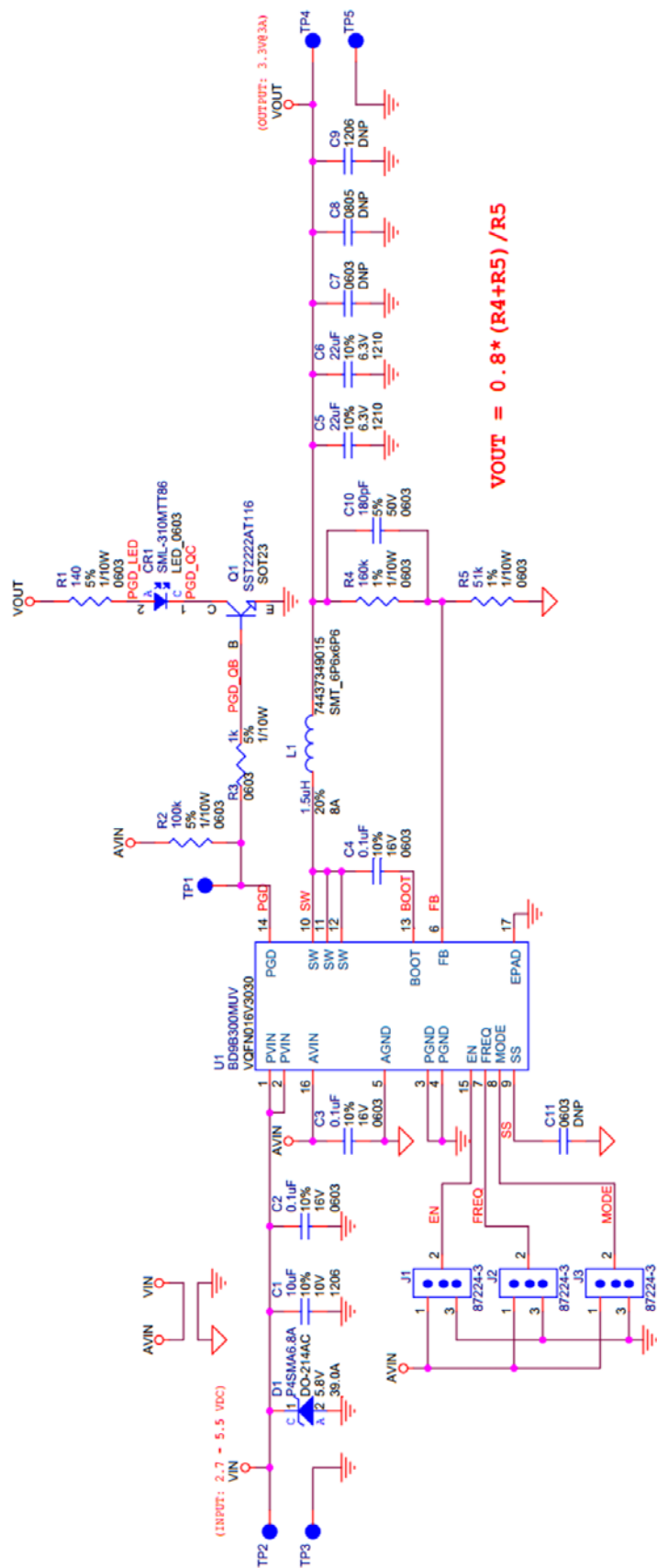
評価ボード



Figure 1. BD9B300MUV-E2EVK-101 評価ボード

評価ボード回路図

$V_{IN} = 4.13V \sim 5.5V, V_{OUT} = 3.3V$



Note:

1. $0.8V \leq V_{OUT} \leq 0.8 \times V_{IN}$

BD9B300MUV EVM Jumper Positions		
Reference Designator	Position	Description
J1	2 - 1	Enable U1
	2 - 3	Disable U1
J2	2 - 1	Set switching frequency of U1 is 1.0MHz
	2 - 3	Set switching frequency of U1 is 2.0MHz
J3	2 - 1	Set operation mode of U1 is fixed frequency PWM mode
	2 - 3	Set operation mode of U1 is automatically switched between the Deep-Sleep control and fixed frequency PWM mode

Figure 2. BD9B300MUV-E2EVK-101 評価ボード回路図

評価ボード I/O

下図にアプリケーション回路の入力 (V_{IN} , Enable, FREQ, MODE) と出力 (V_{OUT} , PGD) を示します。

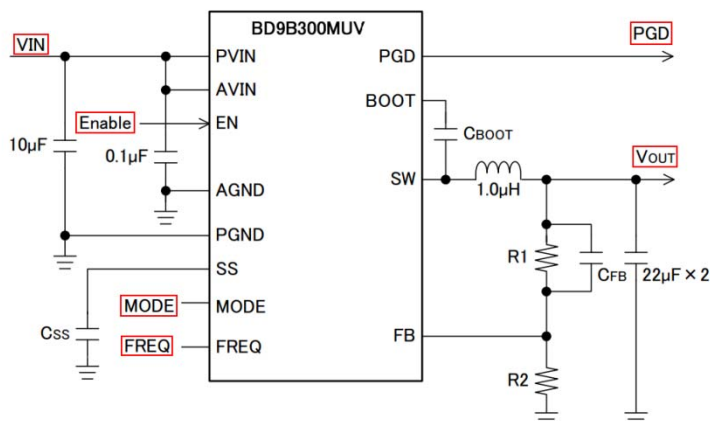


Figure 3. BD9B300MUV-E2EVK-101 評価ボード I/O

評価ボード動作手順

1. 電源の GND 端子と、評価ボードの GND テストポイント TP3 を接続してください。
2. 電源の VCC 端子と、評価ボードの VIN テストポイント TP2 を接続してください。これは VIN を IC U1 へ供給します。
VCC の供給範囲は 2.7V~5.5V です。
3. IC の動作モードは J3 のシャントジャンパーです (Pin2 を Pin1 へ接続、IC U1 の MODE ピンがハイレベルアップすると固定 PWM 動作。IC U1 の MODE ピンをローレベルダウンすると軽負荷時自動切換え動作。)。
4. J2 のシャントジャンパーの位置で IC のスイッチング周波数をセットします (Pin2 を Pin1 へ接続、IC U1 の Frequency ピンをハイレベルアップするとスイッチング周波数は 1MHz。IC U1 の Frequency ピンをローレベルダウンするとスイッチング周波数は 2MHz。)。
5. J1 のシャントジャンパーの位置が ON (pin2 を pin1 へ接続、IC U1 の EN ピンはデフォルトでハイレベルアップ) であるか確認してください。
6. 電子負荷を TP4 と TP5 へ接続します。負荷はオンしないでください。
7. 電源をオンします。TP4 で出力電圧 $V_{OUT}(+3.3V)$ を測定できます。負荷をオンにします。負荷は 3A MAX まで増加できます。

BD9B300MUV-E2EVK-101 参考アプリケーションデータ

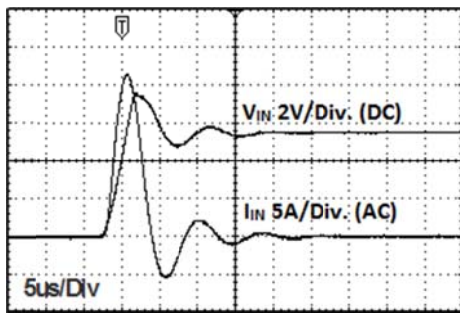


Figure 4. ツェナーDiode P4SMA6.8A によるホットプラグインテスト
 $V_{IN}=5.5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A$
 $FREQ=L$, $MODE=L$

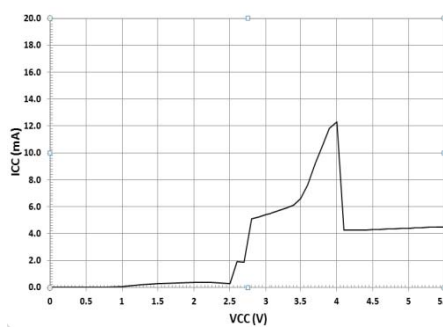


Figure 5. 回路電流 vs 電源電圧
 $Temp=25^{\circ}C$, $FREQ=L$, $MODE=L$

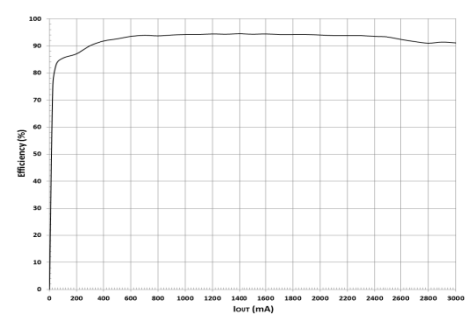


Figure 6. 効率 vs 負荷電流
 $V_{OUT}=3.3V$, $FREQ=L$, $MODE=L$

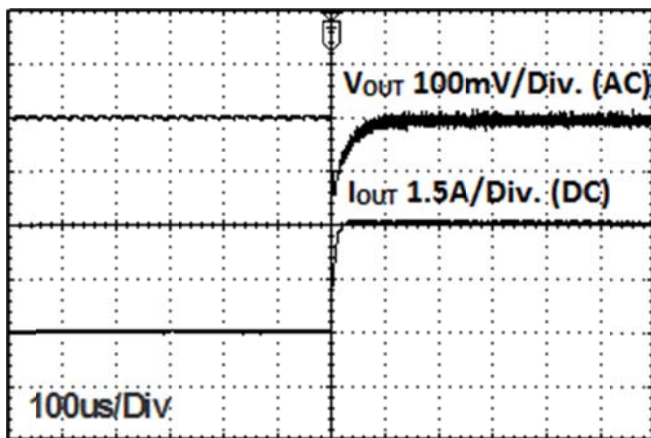


Figure 7. 負荷過渡特性
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=0A \rightarrow 3A$, $FREQ=L$, $MODE=L$

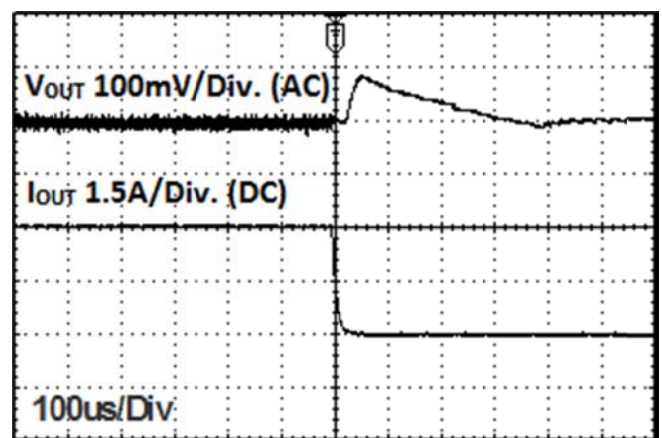


Figure 8. 負荷過渡特性
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A \rightarrow 0A$, $FREQ=L$, $MODE=L$

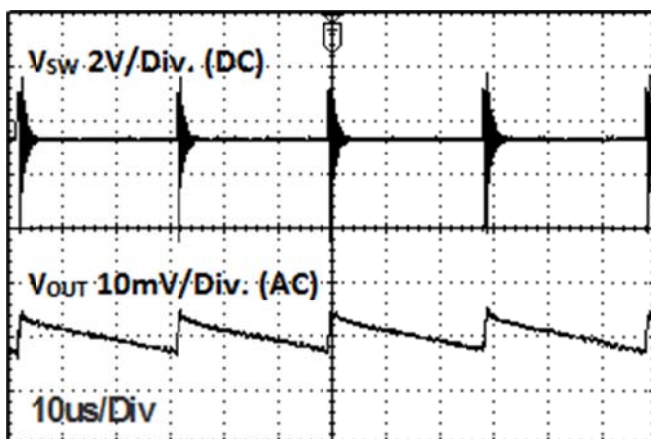


Figure 9. 出力電圧リップル波形
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=0A$, $FREQ=L$, $MODE=L$

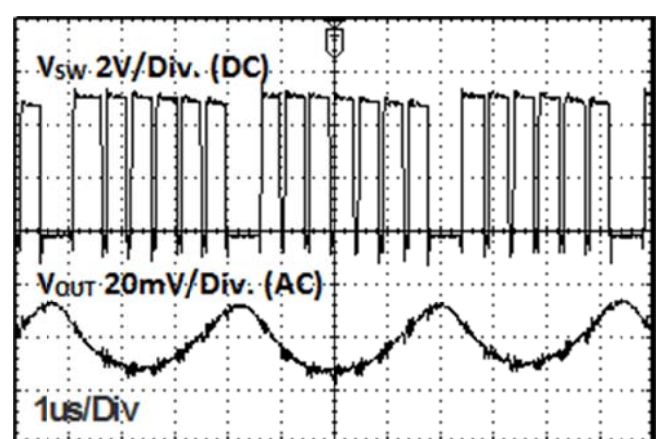


Figure 10. 出力電圧リップル電圧
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A$, $FREQ=L$, $MODE=L$

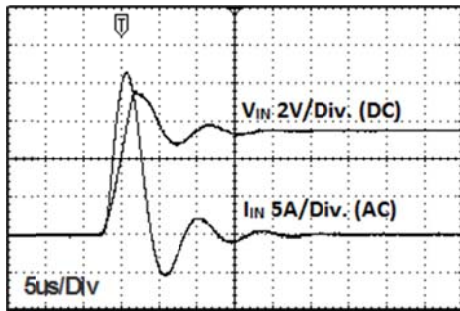


Figure 11. ツェナーDiode P4SMA6.8A によるホットプラグインテスト
 $V_{IN}=5.5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A$
 $FREQ=L$, $MODE=H$

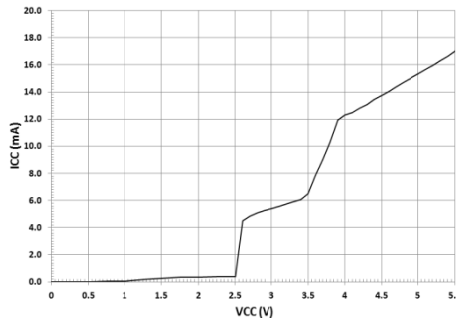


Figure 12. 回路電流 vs 電源電圧
 $Temp=25^{\circ}C$, $FREQ=L$, $MODE=H$

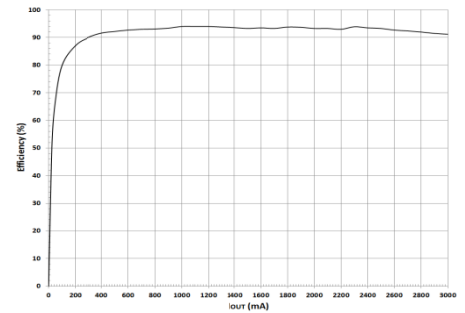


Figure 13. 効率 vs 負荷電流
 $V_{OUT}=3.3V$, $FREQ=L$, $MODE=H$

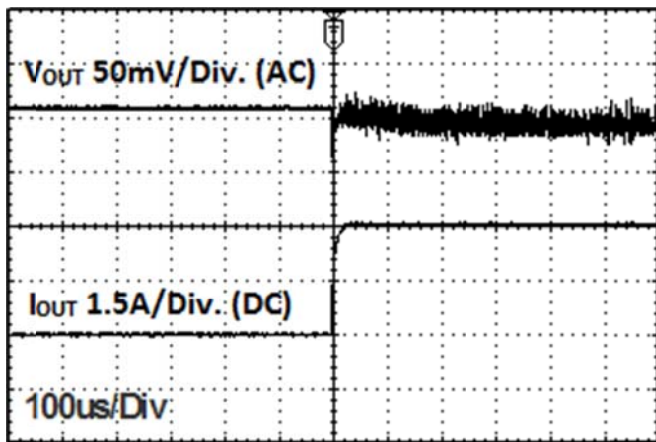


Figure 14. 負荷過渡特性
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=0A \rightarrow 3A$, $FREQ=L$, $MODE=H$

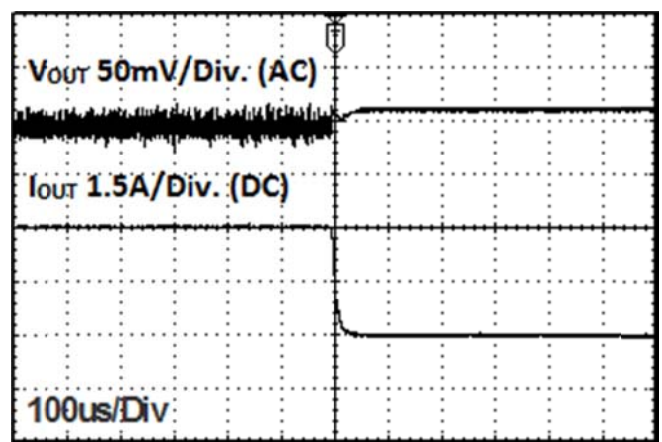


Figure 15. 負荷過渡特性
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A \rightarrow 0A$, $FREQ=L$, $MODE=H$

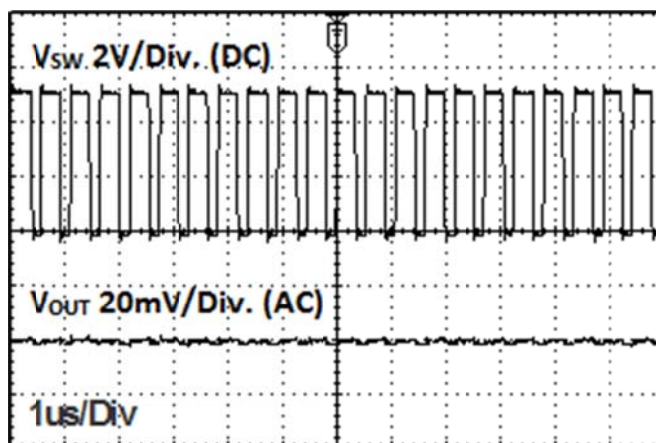


Figure 16. 出力電圧リップル波形
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=0A$, $FREQ=L$, $MODE=H$

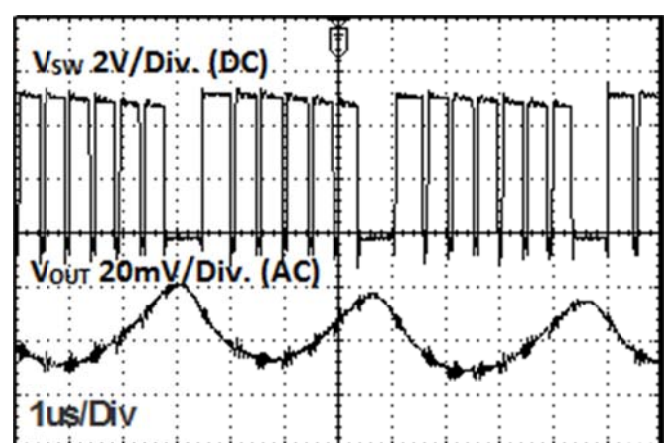


Figure 17. 出力電圧リップル電圧
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A$, $FREQ=L$, $MODE=H$

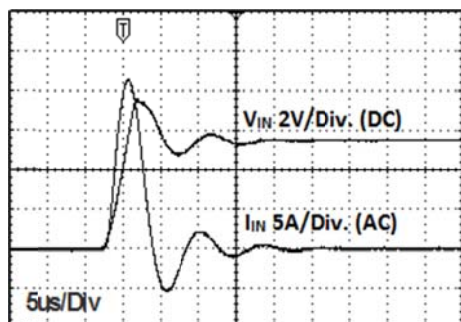


Figure 18. ツェナーDiode P4SMA6.8A によるホットプラグインテスト
 $V_{IN}=5.5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A$
 $FREQ=H$, $MODE=L$

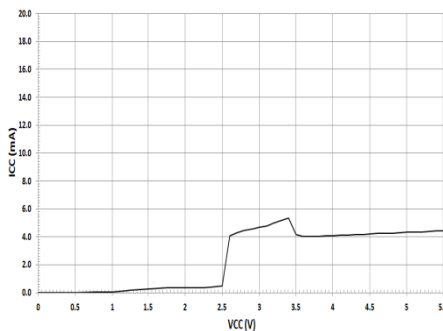


Figure 19. 回路電流 vs 電源電圧
 $Temp=25^{\circ}C$, $FREQ=H$, $MODE=L$

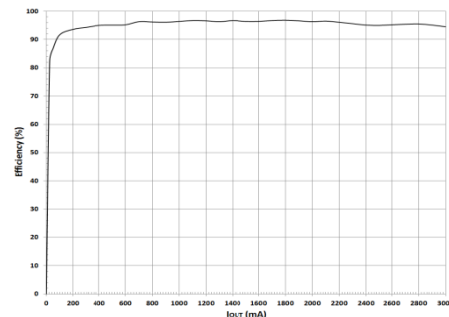


Figure 20. 効率 vs 負荷電流
 $V_{OUT}=3.3V$, $FREQ=H$, $MODE=L$

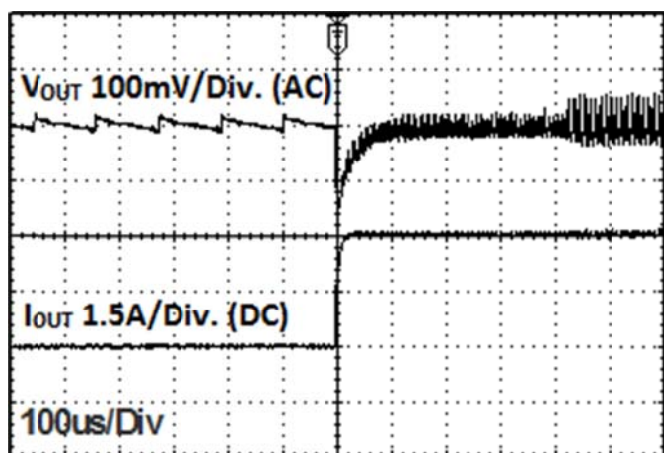


Figure 21. 負荷過渡特性
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=0A \rightarrow 3A$, $FREQ=H$, $MODE=L$

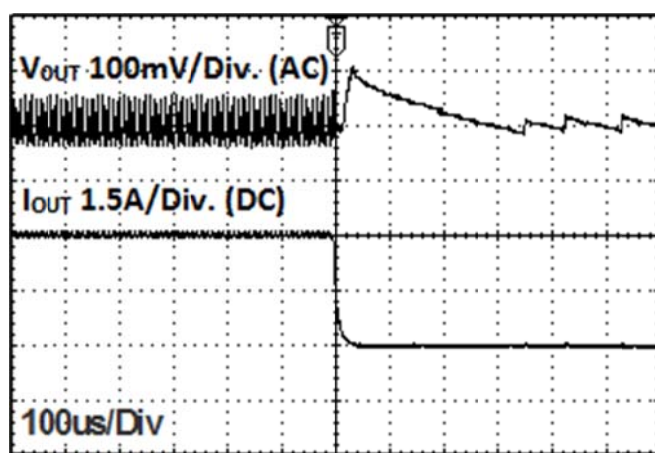


Figure 22. 負荷過渡特性
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A \rightarrow 0A$, $FREQ=H$, $MODE=L$

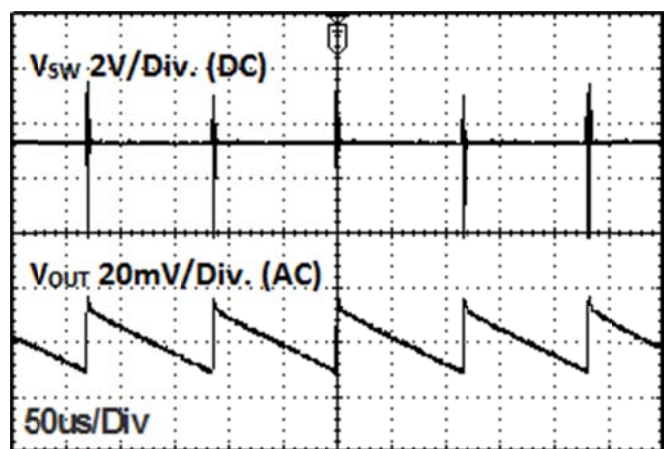


Figure 23. 出力電圧リップル波形
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=0A$, $FREQ=H$, $MODE=L$

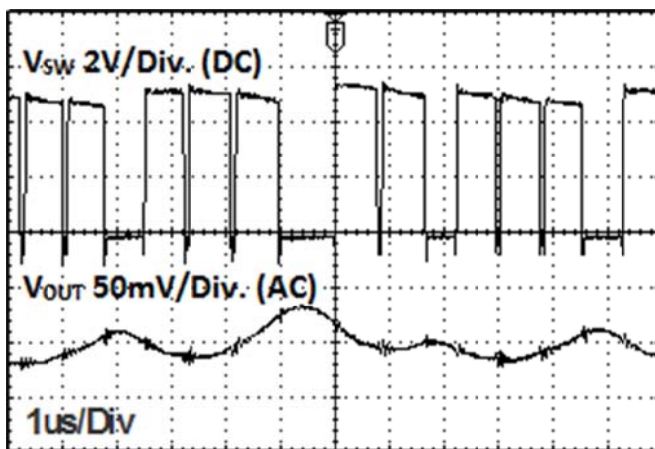


Figure 24. 出力電圧リップル電圧
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A$, $FREQ=H$, $MODE=L$

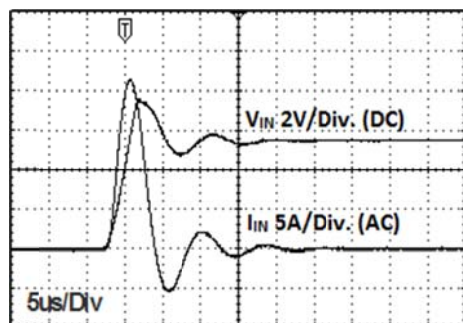


Figure 25. ツェナーDiode P4SMA6.8A によるホットプラグインテスト
 $V_{IN}=5.5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A$
 $FREQ=H$, $MODE=H$

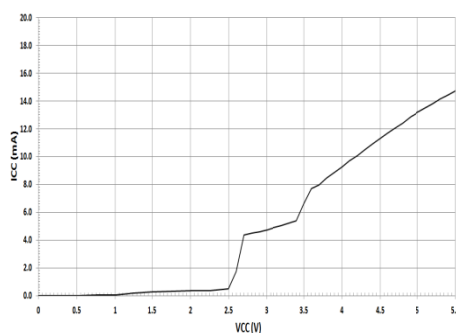


Figure 26. 回路電流 vs 電源電圧
 $Temp=25^{\circ}C$, $FREQ=H$, $MODE=H$

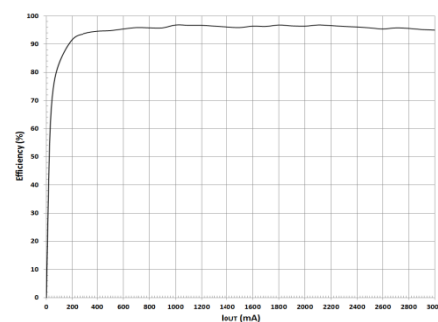


Figure 27. 効率 vs 負荷電流
 $V_{OUT}=3.3V$, $FREQ=H$, $MODE=H$

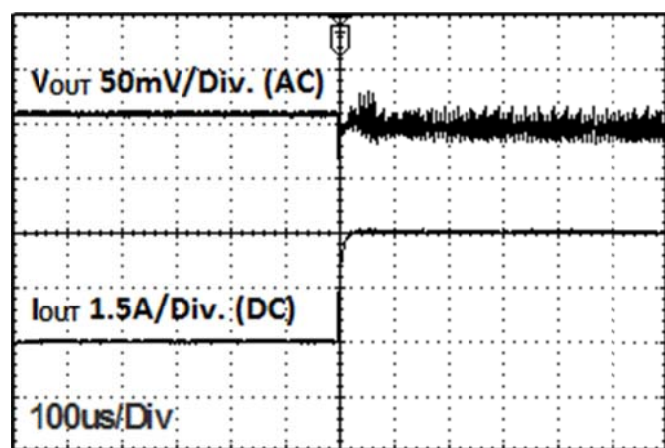


Figure 28. 負荷過渡特性
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=0A \rightarrow 3A$, $FREQ=H$, $MODE=H$

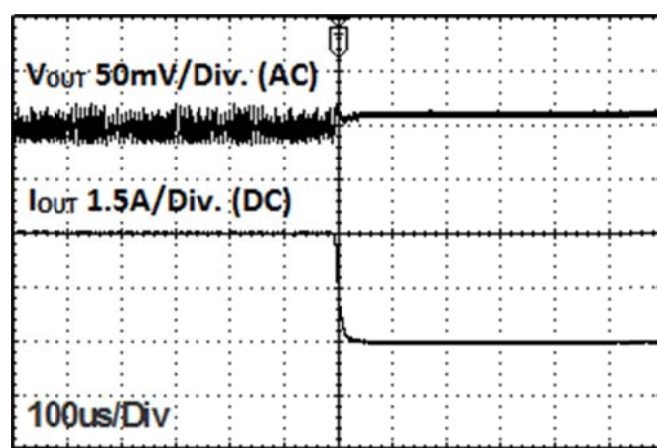


Figure 29. 負荷過渡特性
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A \rightarrow 0A$, $FREQ=H$, $MODE=H$

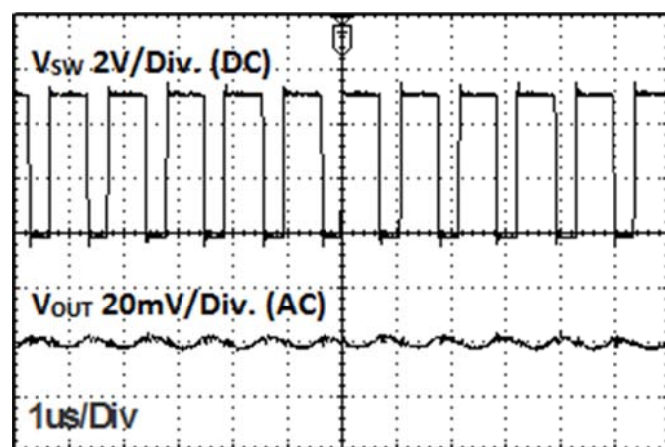


Figure 30. 出力電圧リップル波形
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=0A$, $FREQ=H$, $MODE=H$

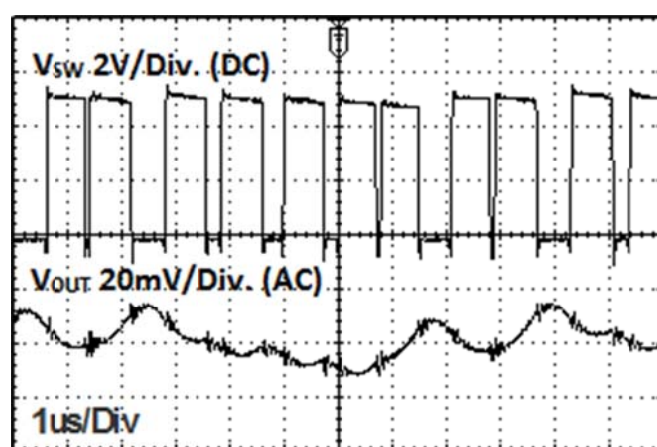


Figure 31. 出力電圧リップル電圧
 $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=3A$, $FREQ=H$, $MODE=H$

PCB レイアウト設計について

降圧 DC/DC コンバータでは、パルス状の大電流が2つのループを流れます。1つ目のループは、上側の FET が ON している時に流れるループで、入力キャパシタ C_{IN} より始まり、FET、インダクタ L、出力キャパシタ C_{OUT} を通り、 C_{OUT} の GND から C_{IN} の GND へと帰ります。2つ目のループは、下側の FET が ON している時に流れるループで、下側の FET より始まり、インダクタ L、出力キャパシタ C_{OUT} を通り C_{OUT} の GND から下側の FET の GND へと帰ります。これら2つのループをできるだけ太く短くトレースすることで、ノイズを減らし、効率を上げることができます。特に入力キャパシタ、出力キャパシタは GND プレーンに接続することをお勧めします。PCB レイアウトによって、DC/DC コンバータは、その発熱・ノイズ・効率特性すべてに大きな影響を与えます。

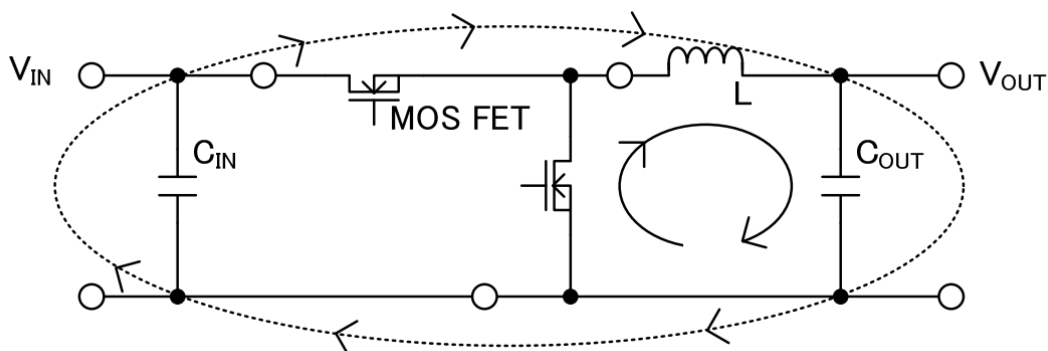


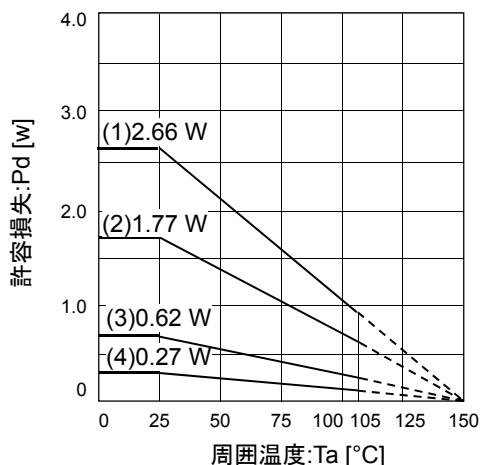
Figure 32. 降圧レギュレータの電流ループ

そのため、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。

- ・入力キャパシタは、IC の PVIN 端子に可能な限り近く IC と同じ面に配置してください。
- ・PCB 上に使用していないエリアがある場合は、IC や周辺部品の放熱を助けるため GND ノードの銅箔プレーンを配置してください。
- ・SW 等のスイッチングノードは、他ノードへの AC 結合によるノイズの影響が懸念されるため、コイルに可能な限り太く短くトレースしてください。
- ・FB につながるラインは、SW のノードとは可能な限り離してください。
- ・出力キャパシタは入力から高調波ノイズの影響を避けるため、入力コンデンサから離して配置して下さい。

熱損失について

許容損失カーブに入る事を十分考慮の上、基板パターン、周辺回路の設計が必要です。



- (1) 4 層基板(表層放熱銅箔 5505mm²)
(各層に銅箔積層)
 $\theta_{JA} = 47.0^{\circ}\text{C/W}$
- (2) 4 層基板(表層放熱銅箔 6.28mm²)
(各層に銅箔積層)
 $\theta_{JA} = 70.62^{\circ}\text{C/W}$
- (3) 1 層基板(表層放熱銅箔 6.28mm²)
 $\theta_{JA} = 201.6^{\circ}\text{C/W}$
- (4) IC 単体時
 $\theta_{JA} = 462.9^{\circ}\text{C/W}$

Figure 33. 熱軽減特性

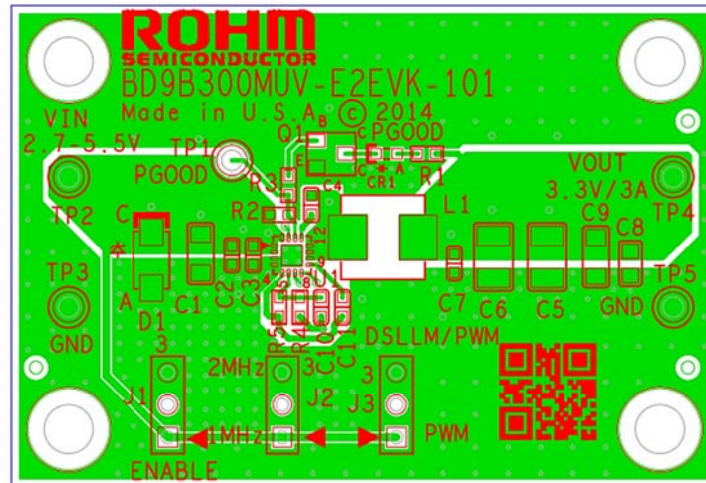


Figure 34. BD9B300MUV-E2EVK-101 PCB レイアウト

アプリケーション部品選定

インダクタの選定 (L)

コイルのリプル電流は次式になります。この式に示すように、L 値またはスイッチング周波数が大きくなるとリプル電流は小さくなります。

$$\Delta I_L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{L \times V_{IN} \times f}$$

f: スwitchング周波数、L: インダクタンス値、 ΔI_L : インダクタのリプル電流

インダクタの DC 定格電流は、以下の式に示されるように、最大負荷電流とリプル電流の半分の和が最低限必要です。

$$I_{LPEAK} = I_{OUTMAX} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

評価ボード BOM

Item	Qty.	Ref	Description	Manufacturer	Part Number
1	1	CR1	LED 570NM GREEN WTR CLR 0603 SMD	Rohm	SML-310MTT86
2	1	C1	CAP CER 10UF 10V 10% X5R 1206	Murata	GRM319R61A106KE19D
3	3	C2,C3,C4	CAP CER 0.1UF 16V 10% X7R 0603	Murata	GRM188R71C104KA01D
4	2	C5,C6	CAP CER 22UF 6.3V 10% X5R 1210	Murata	GRM32DR60J226KA01L
5	1	C10	CAP CER 180PF 50V 5% NP0 0603	Murata	GRM1885C1H181JA01D
6	1	D1	DIODE TVS 400W 6.8V UNI 5% SMD	Littelfuse Inc	P4SMA6.8A
7	3	J1,J2,J3	CONN HEADER VERT .100 3POS 15AU	TE Connectivity	87224-3
8	1	L1	INDUCTOR WW 1.5UH 8A SMD	Würth	74437349015
9	1	Q1	TRANSISTOR NPN 40V 0.6A SOT-23	Rohm	SST2222AT116
10	1	R1	RES 140 OHM 1/10W 1% 0603 SMD	Rohm	MCR03ERTF1400
11	1	R2	RES 100K OHM 1/10W 5% 0603 SMD	Rohm	MCR03ERTJ104
12	1	R3	RES 1K OHM 1/10W 5% 0603 SMD	Rohm	MCR03ERTJ102
13	1	R4	RES 160K OHM 1/10W 1% 0603 SMD	Rohm	MCR03ERTF1603
14	1	R5	RES 51K OHM 1/10W 1% 0603 SMD	Rohm	MCR03ERTF5102
15	3	TP1,TP2,TP4	TEST POINT PC MULTI PURPOSE RED	Keystone Electronics	5010
16	2	TP3,TP5	TEST POINT PC MULTI PURPOSE BLK	Keystone Electronics	5011
17	1	U1	Step-down DC/DC Converter	Rohm	BD9B300MUV
18	3		Shunt jumper for header J1, J2, J3 (item #7), CONN SHUNT 2POS GOLD W/HANDLE	TE Connectivity	881545-1

ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 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など）および本資料に明示した用途への使用を意図しています。
- 7) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 8) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 9) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 10) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 12) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上でご使用ください。
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 13) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 14) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.co.jp/contact/>