



AC/DCコンバータ
非絶縁高圧型 PWM方式 12 W 15 V 出力
BM2P151X 評価ボード

<高電圧に関するご注意事項>

◇操作を始められる前に！

このドキュメントは、**BM2P151X** 用評価ボード(**BM2P151X-EVK-001**)とその機能に限定し記載しています。

BM2P151X のより詳細な内容については、データシートを参照してください。

**安全に操作を行って頂く為に、評価ボードをご使用になる前に
必ずこのドキュメントの全文を読んでください！**



また、使用される電圧およびボードの構造によっては、
生命に危険をおよぼす電圧が発生する場合があります。
必ず下記囲み内の注意事項を厳守してください。

<使用前に>

- ① ボードの落下などによる部品の破損、欠落がない事を確認してください。
- ② 導電性の物体がボード上に落ちていない状態である事を確認してください。
- ③ モジュールと評価ボードのはんだ付けを行う際は、はんだ飛散に注意してください。
- ④ 基板に、結露や水滴がない事を確認してください。

<通電中>

- ⑤ 導電性の物体がボードに接触しないよう注意してください。
- ⑥ 動作中は、偶発的な短時間の接触、もしくは手を近づけた場合の放電であっても、重篤に陥る場合や生命に関わる危険性があります。

絶対にボードに素手で触れたり、近づけ過ぎたりしないでください。

また、ピンセットやドライバなど導電性の器具を用いての作業も上記同様に注意してください。

- ⑦ 定格以上の電圧が印加された場合、短絡など仕様状況によっては部品の破裂等も考えられます。部品の飛散などによる危険についても考慮して下さい。
- ⑧ 動作時は、熱等によるボード・部品の変色や液漏れ等、及び低温評価による結露に注意しながら作業を進めてください。

<使用后>

- ⑨ 評価ボードには、高電圧を蓄える回路が含まれる場合があります。接続している電源回路を切断しても電荷を蓄えているため、ご使用後には必ず放電し、放電したことを確認してから取り扱うようにして下さい。
- ⑩ 過熱された部品への接触による火傷等に注意してください。

この評価ボードは、研究開発施設で使用されるもので、

各施設において高電圧を取り扱う事を許可された方だけが使用出来ます。

また、高電圧を使用しての作業時には、「高電圧作業中」等の明示を行い、インターロック等を備えたカバーや保護メガネの着用等、安全な環境において作業される事を推奨します。

AC/DC Converter

非絶縁降圧型 PWM 方式 12W 15V 出力

BM2P151X 評価ボード

BM2P151X-EVK-001

BM2P151X-EVK-001評価ボードは、90 ~ 264 Vacの入力から15 Vの電圧を出力します。出力電流は最大0.8 Aを供給します。

650 V MOSFET内蔵PWM方式DC/DCコンバータICのBM2P151Xを使用しています。

BM2P151Xは、650 V耐圧起動回路内蔵により、低消費電力に貢献します。電流検出抵抗を内蔵し、小型電源設計を実現しています。

電流モード制御を用いているため、サイクルごとに電流制限がかけられ、帯域幅と過渡応答にすぐれた性能を発揮します。スイッチング周波数は固定方式で65 kHzです。軽負荷時には、周波数低減を行い、高効率を実現します。周波数ホッピング機能を内蔵しており、低EMIに貢献します。低オン抵抗1.5 Ω ・650 V耐圧MOSFETを内蔵しており、低消費電力、設計容易化に貢献します。



Figure 1. BM2P151X-EVK-001

性能仕様

これは代表値であり、特性を保証するものではありません。特に指定がない場合は、 $V_{IN} = 230 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.5 \text{ A}$, $T_a = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Parameter	Min	Typ	Max	Units	Conditions
入力電圧範囲	90	230	264	Vac	
入力周波数	47	50/60	63	Hz	
出力電圧	13.5	15.0	16.5	V	
最大電力	-	-	12.0	W	$I_{OUT} = 0.8 \text{ A}$
出力電流範囲 ^(Note 1)	0.0	0.5	0.8	A	
待機電力	-	150	-	mW	$I_{OUT} = 0 \text{ A}$
電源効率	-	83.7	-	%	
出力リップル電圧 ^(Note 2)	-	70	-	mVpp	
動作温度範囲	-10	+25	+65	$^{\circ}\text{C}$	

(Note 1) 部品表面温度が 105 $^{\circ}\text{C}$ 以上にならないよう、負荷印加時間を調整してください。

(Note 2) スパイクノイズを含みません。

動作手順

1. 必要な機器

- (1) 90 ~ 264 Vac、20 W 以上の AC 電源
- (2) 最大 0.8 A の負荷
- (3) DC 電圧計

2. 機器を接続

- (1) AC 電源を 90 ~ 264 Vac にプリセットして、電源出力を OFF にします。
- (2) 負荷を 0.8 A 以下に設定して、負荷を無効にします。
- (3) 電源の N 端子を CN1-1 : AC(N)端子へ、L 端子を CN1-2: AC(L)端子へ、一対のワイヤで接続します。
- (4) 負荷の正端子を VOUT 端子へ、負端子を GND 端子へ、一対のワイヤで接続します。
- (5) 入力電圧測定用に AC 電力計を AC 電源へ接続します。
- (6) 出力電圧測定用に DC 電圧計の正端子を VOUT へ、負端子を GND へ接続します。
- (7) AC 電源の出力を ON にします。
- (8) DC 電圧計の表示が 15 V であることを確認します。
- (9) 負荷を有効にします。
- (10) ワイヤの抵抗により電圧降下（損失）が発生していないか、DC 電圧計で確認します。

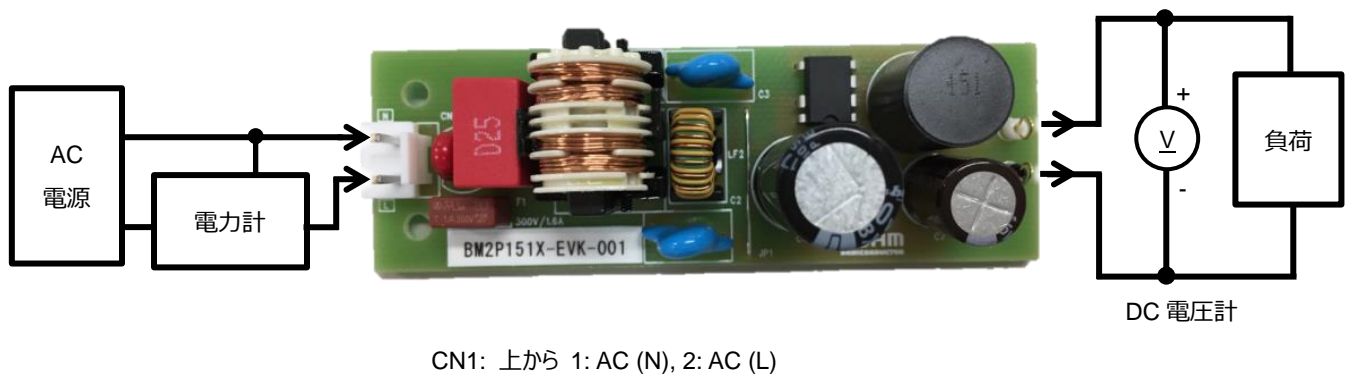


Figure 2. 接続図

デレーティング

本評価ボードは、最大電力 P_o は 12.0 W です。また、右図に示すデレーティング曲線を示します。40 °C 以上の高温時、デレーティング曲線を超える負荷電力を印加する場合は、部品表面温度が 105 °C を超えないよう、負荷電流時間を調整してください。

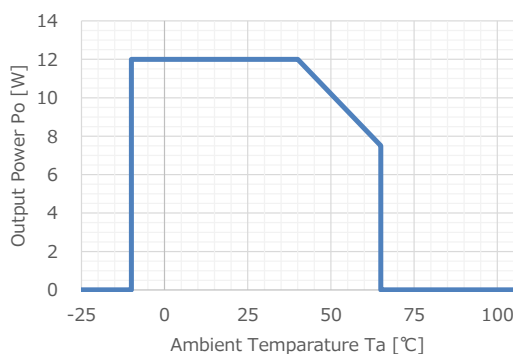


Figure 3. デレーティング

アプリケーション回路

$$V_{IN} = 90 \sim 264 \text{ Vac}, V_{OUT} = 15 \text{ V}$$

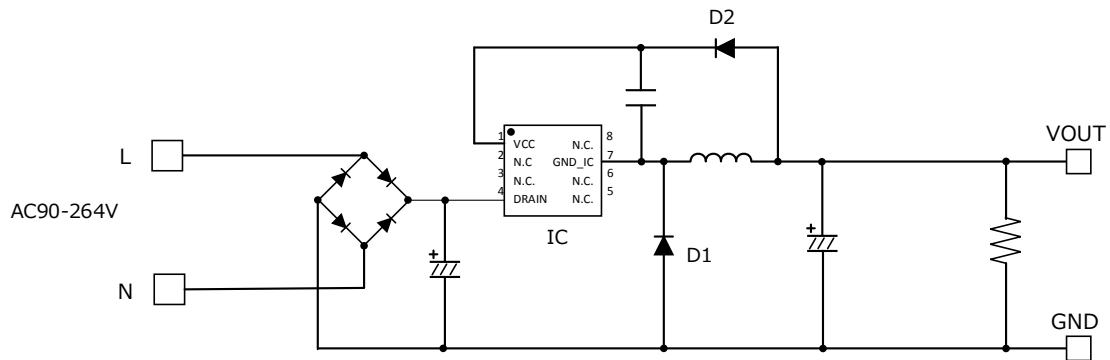


Figure 4. BM2P151X-EVK-001 アプリケーション回路

BM2P151X は、フォトカプラレスタイプの非絶縁方式を採用し、VCC 電圧が 15.0 V typ.になるようにフィードバックします。ここでの VCC 電圧は、VCC 端子と GND_IC 端子間の電圧を意味します。

出力電圧 VOUT は下記の式で定義されます。

$$V_{OUT} = V_{CNT} + V_{FD2} - V_{FD1}$$

V_{CNT} : VCC コントロール電圧

V_{FD1} : ダイオード D1 の順方向電圧

V_{FD2} : ダイオード D2 の順方向電圧

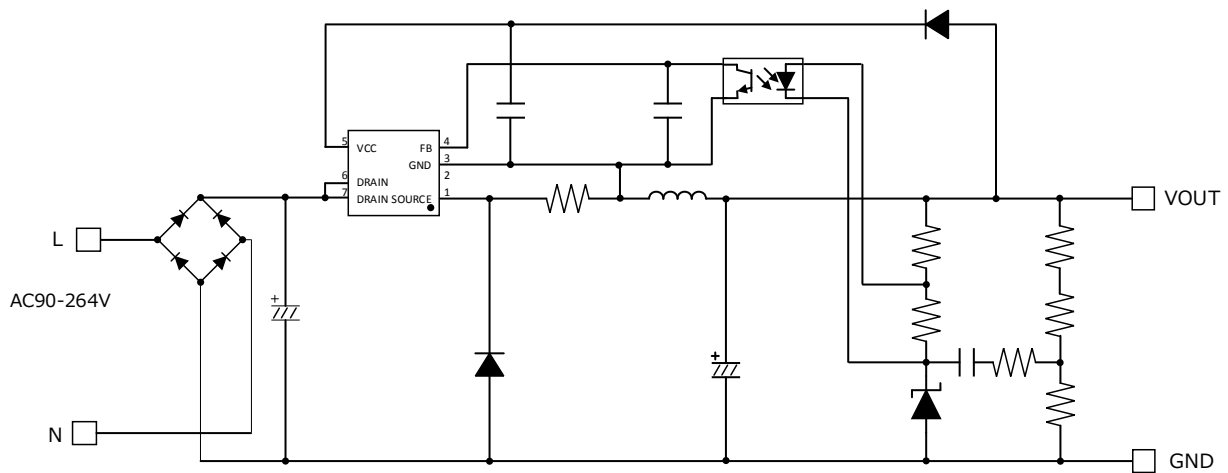


Figure 5. 一般的な Buck コンバータ アプリケーション回路

上図にあるような一般的な Buck コンバータと比較して、フィードバック回路が不要なため、部品点数が少なくなります。

但し、フィードバックしている VCC 電圧と出力電圧は異なるため、軽負荷時には出力電圧が持ち上がることがあります。その場合は、出力端子に抵抗をつけて、出力電圧を下げてください。

BM2P151X 概要

特徴

- PWM 周波数 = 65 kHz
- PWM カレントモード方式
- 周波数ホッピング機能内蔵
- 軽負荷時バースト動作
- 650 V 耐圧起動回路内蔵
- 650 V 耐圧スーパージャンクション MOSFET 内蔵
- VCC 端子 低電圧保護
- VCC 端子 過電圧保護
- サイクルごとの過電流リミッタ機能
- ソフトスタート機能

重要特性

- 動作電源電圧範囲: VCC: 12.00 V ~ 16.97 V
DRAIN: 650 V(Max)
- パルス動作時電流: 0.85 mA(Typ)
- バースト動作電流: 0.45 mA(Typ)
- 発振周波数: 65 kHz(Typ)
- 動作温度範囲: -40 °C ~ +105 °C
- MOSFET ON 抵抗: 1.5 Ω(Typ)

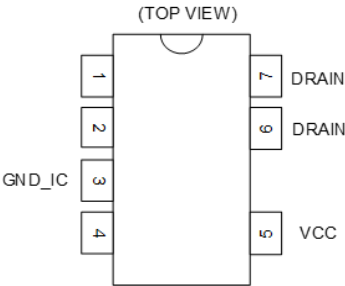


Figure 6. Block Diagram

パッケージ

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

DIP7K

9.20 mm x 6.35 mm x 4.30 mm

Pitch 2.54 mm

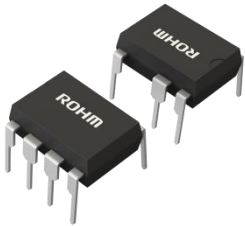


Figure 7. DIP7K Package

Table 1. BM2P151X ピン配置

No.	Name	I/O	Function	ESD Diode VCC	GND
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	GND_IC	I/O	GND	✓	-
4	-	-	-	-	-
5	VCC	I	Vcc	-	✓
6	DRAIN	I/O	MOSEFET DRAIN	-	✓
7	DRAIN	I/O	MOSEFET DRAIN	-	✓

設計概要

1 重要パラメータ

- V_{IN} : 入力電圧範囲 AC 90 V ~ 264 Vac (DC 100 V ~ 380 V)
- V_{OUT} : 出力電圧 DC 15 V
- $I_{OUT(Typ)}$: 定常出力電流 0.5 A
- $I_{OUT(Max)}$: 最大出力電流 0.8 A
- f_{SW} : スイッチング周波数 Min:60 kHz, Typ:65 kHz, Max:70 kHz
- $I_{peak(Min)}$: 過電流検出電流 Min:1.8 A, Typ:2.0 A, Max:2.2 A

2 コイルの選定

2.1 インダクタの算出

スイッチング動作モードはなるべく不連続モード(DCM)になるように L 値を決定します。連続モード(CCM)の場合、ダイオードの trr 間の逆電流が流れる為、ダイオードの損失増加を招きます。さらにこの逆電流は、MOSFET の ON 時のピーク電流となり、MOSFET の損失も増加します。

定常の負荷電流 $I_{OUT(Typ)}$: 0.5A とし、インダクタに流れるピーク電流 I_L は、

$$I_L = I_{OUT(Typ)} \times 2 = 1.0 \quad [A]$$

入力電圧が低下時に、連続モード(CCM)になりやすい。入力電圧の最小電圧 100 Vdc に 20 % のマージンをもち、 $V_{IN(Min)} = 80$ Vdc の条件で計算します。出力電圧 V_{OUT} : 15 V とダイオードの V_F : 1 V から、Duty の最大値: Duty(Max) を計算します。

$$Duty(max) = \frac{V_{OUT} + V_F}{V_{IN(Min)}} = 0.2$$

スイッチング周波数の最小値 $f_{SW(Min)} = 60$ kHz から、オン時間 $ton(Max)$ を計算します。

$$ton(Max) = \frac{Duty(Max)}{f_{SW(Min)}} = 3.33 \quad [\mu sec]$$

不連続モードで動作するための、L 値を算出します。

$$L < ton(Max) \times \frac{V_{IN(Min)} - V_o}{I_L} = 216.5 \quad [\mu H]$$

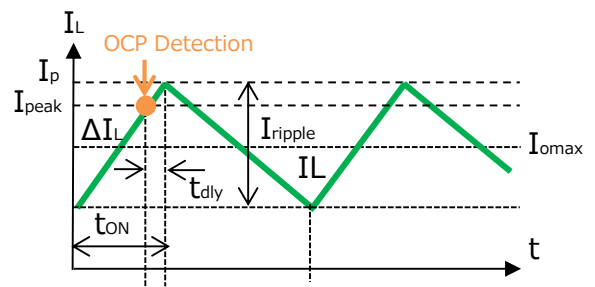


Figure 8. 過電流検出時のコイル電流波形

2.1 インダクタの算出 - 続き

また、過電流検出が、最大負荷電流 I_{OUT} :800 mA 以上になるように L 値を算出します。過電流検出は、スイッチング周波数の最小値 $f_{SW}(\text{Min}) = 60 \text{ kHz}$ で、連続モードで動作している時の MOSFET に流れる電流で算出する。MOSFET に流れる電流（≠ スwitching ON 時のコイル電流）が、過電流検出電流の最小値 $I_{peak}(\text{Min})$: 1.8 A を超えることで、MOSFET を OFF にします。約 $tdly = 0.1 \text{ } \mu\text{sec}$ の遅延が生じるため、実際には、 I_{peak} 値を超えて、ピーク電流は、 I_p となります。ピーク電流 I_p は、スイッチング ON 時の電流傾きを ΔI_L とし、

$$I_p = I_{peak} + \Delta I_L \times tdly$$

$$I_p = I_{peak} + \frac{V_{IN} - V_O}{L} \times tdly$$

過電流検出時の出力電流 $I_O(\text{LIM})$ を、最大負荷電流 800 mA から 10 % のマージンを確保し、880 mA として、計算します。

$$I_{OUT}(\text{LIM}) = I_p - \frac{I_{ripple}}{2} > I_{OUT}(\text{Max})$$

コイルの L 値の最小値を算出します。上記の式から計算すると、

$$L > \frac{\{V_{IN}(\text{Min}) \times tdly \times f_{SW}(\text{Min}) - (V_{OUT} + V_F)\} \times (V_{IN}(\text{Min}) - V_{OUT})}{2 \times f_{SW}(\text{Min}) \times (I_{OUT}(\text{Max}) - I_{peak}(\text{Min})) \times V_{IN}(\text{Min})} = 114.2 \quad [\mu\text{H}]$$

よって、コイルのインダクタンス値は、定格電流 $I_O(\text{Typ})$:0.5 A 時に不連続モードとなり、最大負荷電流 $I_O(\text{Max})$:0.8 A 以上の過電流検出にするには、114.2 μH ~ 216.5 μH の条件から、150 μH のコイルを選定します。

2.2 インダクタ電流の算出

インダクタの最大ピーク電流を算出します。ピーク電流が最大となる条件は、入力電圧が最大電圧 $V_{IN}(\text{Max})$:380 V、最大負荷電流 $I_O(\text{Max})$:0.8A で、スイッチング周波数が最小 60 kHz の時になります。

コイルのリプル電流 I_{ripple} は、以下の式となります。

$$I_{ripple} = \frac{di}{dt} \times t_{ON} = \frac{\{V_{IN}(\text{Max}) - (V_{OUT} + V_F)\}}{L} \times \frac{(V_{OUT} + V_F)}{V_{IN}(\text{Max}) \times f_{SW}(\text{Min})}$$

ピーク電流の式にあてはめると、

$$I_p = I_{OUT}(\text{Max}) + \frac{I_{ripple}}{2} = I_O + \frac{\{V_{IN}(\text{Max}) - (V_{OUT} + V_F)\}(V_{OUT} + V_F)}{2 \times L \times V_{IN}(\text{Max}) \times f_{SW}(\text{Min})} = 1.65 \quad [\text{A}]$$

となり、許容電流 1.65 A 以上のコイルを選定します。

2.2 インダクタ電流の算出 – 続き

今回は、インダクタンス値:150 μ H, 許容電流:1.9 A 品を使用しています。

ラジアルインダクタ（閉磁路タイプ） Core size DR09 x 11 series

製品名： XF1501Y-151

製造元：株式会社アルファトランス

〒541-0059 大阪市中央区博労町 1-7-2

<http://www.alphatrans.jp/>

3 ダイオードの選定

3.1 フライホイールダイオード：D1

フライホイールダイオードは、高速ダイオード（ファーストリカバリーダイオード）を使用します。ダイオードに印加される逆電圧は、起動時の出力電圧が 0 V の時で、 $V_{IN(Max)}$:380 V である。デレーティングを確保し、600 V 耐圧品を選択します。

ダイオードの実効電流が最大となる条件は、入力電圧が最大電圧 $V_{IN(Max)}$:380 V、最大負荷電流 $I_o(Max)$:0.8 A で、スイッチング周波数が最小 60 kHz の時になります。

$$Duty = \frac{V_{OUT} + V_F}{V_{IN(Max)}} = 4.21 \quad [\%]$$

ダイオードの平均電流 I_D は、ピーク電流 I_p :1.65 A から、

$$I_D(rms) = I_p \times \sqrt{\frac{1-Duty}{3}} = 0.93 \quad [A]$$

定格電流 0.93 A 以上を選択します。

実際には、基板実装し、部品の発熱を考慮し、5 A / 600 V 品の RFN5BM6S を使用しています。

3.2 VCC 整流ダイオード：D1

VCC に供給するダイオードは、整流ダイオードを使用します。ダイオードに印加される逆電圧は、 $V_{IN(Max)}$:380 V である。デレーティングを確保し、600 V 耐圧品を選択します。IC に流れる電流は、十分小さいため、0.2 A / 600 V 品の RRE02VSM6S を使用しています。

設計概要 – 続き

4 コンデンサの選定

4.1 入力コンデンサ : C4

入力コンデンサは、入力電圧 V_I と出力電力 P_{OUT} で決定します。目安として、90 ~ 264 Vac の入力電圧の場合、 $2 \times P_{OUT}$ [W] μF 。176 ~ 264 Vac の場合、 $1 \times P_{OUT}$ [W] μF とします。出力電力 $P_{OUT}=12$ W であるので、24 μF 以上で、33 μF / 450 V を使用しています。

4.2 VCC コンデンサ : C6

VCC コンデンサ CVCC は、IC を安定に動作させるためと、出力電圧を安定してフィードバックするのに必要です。耐圧 25 V 以上で、1.0 μF ~ 4.7 μF を推奨します。2.2 μF / 50 V を使用しています。

4.3 出力コンデンサ : C7, C8

出力コンデンサは、出力電圧 V_O に対し、デレーティングを考慮し、25 V 以上を選定します。

C7 の電解コンデンサは、静電容量とインピーダンスと定格リップル電流を考慮する必要があります。

出力リップル電圧は、インダクタ電流のリップル分: ΔI_L が出力コンデンサに流入して、静電容量: C_{out} 、インピーダンス: ESR により発生した合成波形で、次式で表されます。

$$\Delta V_{ripple} = \Delta I_L \times \left(\frac{1}{8 \times C_{out} \times f_{sw}} \right) + ESR$$

インダクタリップル電流は、

$$\Delta I_L = 2 \times \{I_p - I_{OUT}(max)\} = 2 \times (1.65 - 0.8) = 1.70 \quad [A]$$

今回は、静電容量 : 680 μF , ESR : 0.049 Ω 品を使用し、出力リップル電圧の設計値を 100 mV 以下としています。

$$\Delta V_{ripple} = \Delta I_L \times \left\{ \left(\frac{1}{8 \times C_{out} \times f_{sw}} \right) + ESR \right\} = 1.70 \times \left\{ \left(\frac{1}{8 \times 680 \mu \times 65k} \right) + 0.049 \right\} = 88.1 \quad [mV]$$

次に、コンデンサのリップル電流が、定格リップル電流を満たすか確認します。

インダクタリップル電流 RMS 換算すると、

$$I_L[rms] = \Delta I_L \times \sqrt{\frac{1}{3}} = 0.98 \quad [A]$$

コンデンサのリップル電流は、

$$I_C[rms] = \sqrt{I_L^2 - I_{OUT}^2} = \sqrt{0.98^2 - 0.8^2} = 0.57 \quad [A]$$

定格電流 0.57 A 以上を選定します。

出力コンデンサ C7 は、680 μF / 25 V で定格リップル電流 1.24 A を使用しました。

C8 は、スイッチングノイズの削減のために、0.1 μF のセラミックコンデンサを追加しています。

設計概要 – 続き

5 抵抗の選定

5.1 放電抵抗：R1,R2,R3

X-Capacitor (C1)の放電用の役割があります。耐圧を考慮して、ROHM 品 MCR18 (200 V 耐圧)のチップ抵抗を 3pcs 直列に接続しています。電源が OFF されてから 1 秒後に 45 V 以下になるように、220 k Ω を 3pcs 直列で使用しています。

5.2 ブリーダ抵抗：R4

出力電圧に間接的にフィードバックしているため、軽負荷時は、出力電圧が上昇します。その改善のためにブリーダ抵抗を使用しています。抵抗値を小さくすると、軽負荷の上昇は改善されますが、電力損失は大きくなります。10 k Ω / 0.25 W を使用しています。

6 フィルタ回路の選定

“Conducted Emission”対策として、X-Capacitor:C1 とコモンモードフィルタ LF1 でフィルタを構成しています。

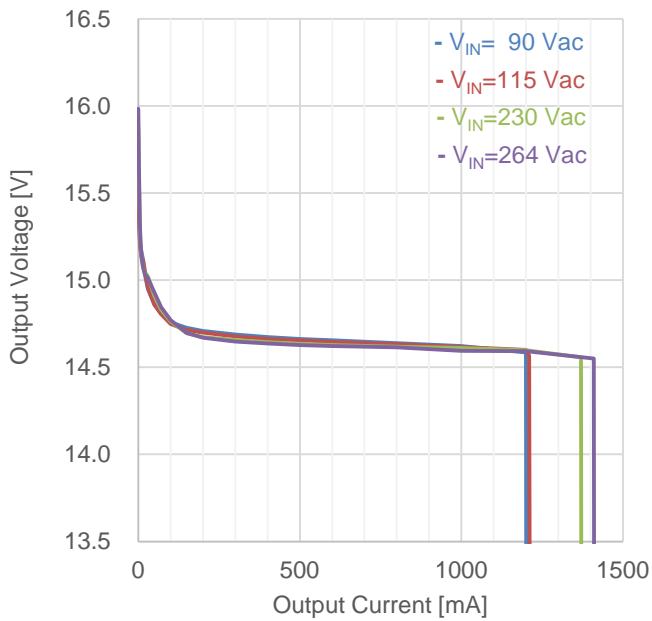
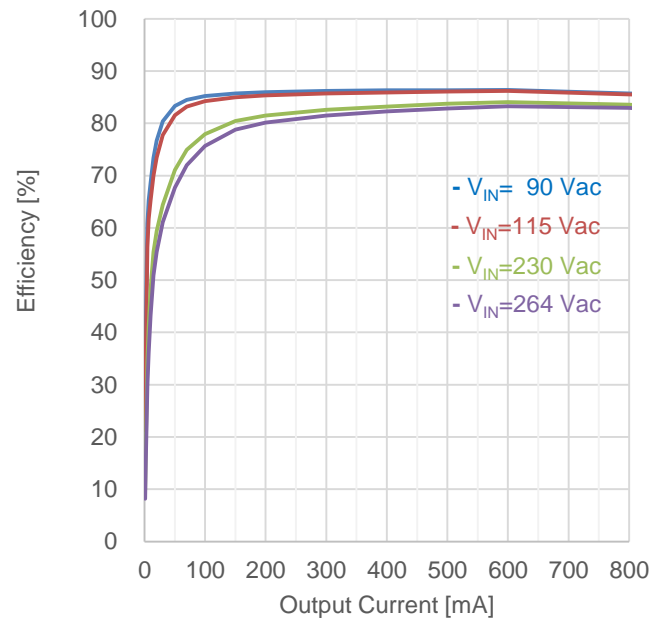
X-Capacitor は、0.22 μ F / X2 を使用しています。コモンモードフィルタは、13 mH(Min) / 1 A を使用しています。

“Radiated Emission”対策として、Y-Capacitor:C2,C3 と、コモンモードフィルタ LF2 でフィルタを構成しています。

Y-Capacitor は、2200 pF / Y1 を使用し、中点を出力のコンデンサに接続することで、高域のノイズを入力から伝播しないようにしています。また、コモンモードフィルタは、100 MHz 帯域の特性の良い、60 μ H(Min) / 1 A を使用しています。セットに取り込んだ状態で、“Radiated Emission”が問題ない場合は、C2,C3,LF2 は不要となります。

測定データ

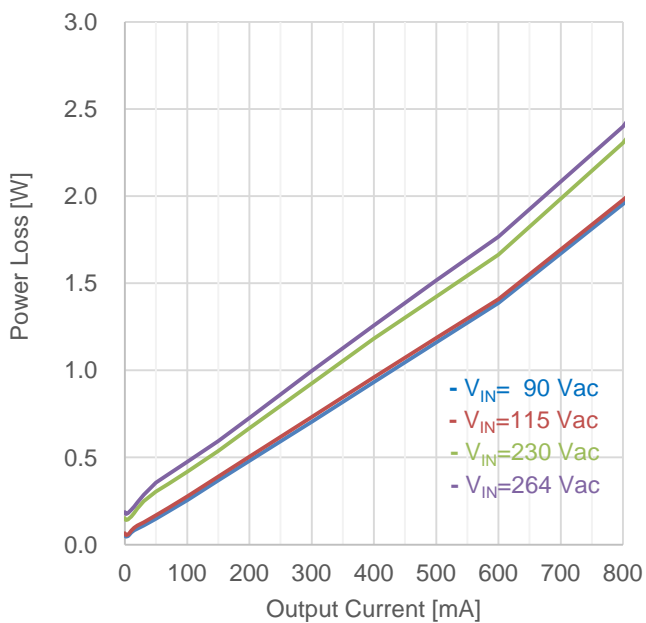
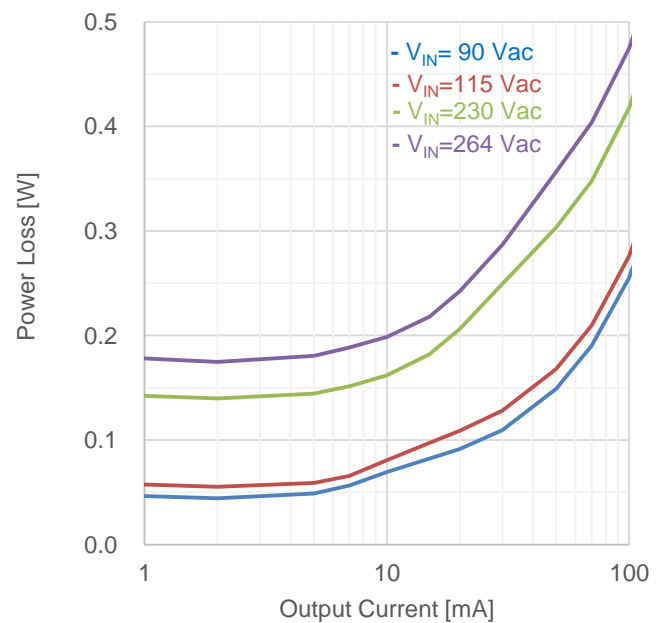
ロードレギュレーション

Figure 9. Load Regulation (I_{OUT} vs V_{OUT})Figure 10. Load Regulation (I_{OUT} vs Efficiency)Table 2. Load Regulation ($V_{IN}=115$ Vac)

I_{OUT}	V_{OUT}	Efficiency
200 mA	14.699 V	85.34 %
400 mA	14.663 V	85.92 %
600 mA	14.646 V	86.19 %
800 mA	14.632 V	85.55 %

Table 3. Load Regulation ($V_{IN}=230$ Vac)

I_{OUT}	V_{OUT}	Efficiency
200 mA	14.674 V	81.48 %
400 mA	14.644 V	83.20 %
600 mA	14.628 V	84.07 %
800 mA	14.619 V	83.54 %

Figure 11. Load Regulation (I_{OUT} vs P_{LOSS})Figure 12. Load Regulation (I_{OUT} vs P_{LOSS})

測定データ - 続き

Table 4. Load Regulation : $V_{IN}=90$ Vac

V_{IN} [Vac]	P_{IN} [W]	V_{OUT} [V]	I_{OUT} [mA]	P_{OUT} [W]	P_{LOSS} [W]	Efficiency [%]
90	0.06	15.509	0	0.000	0.055	0.00
90	0.06	15.435	1	0.015	0.047	24.90
90	0.08	15.351	2	0.031	0.044	40.94
90	0.13	15.219	5	0.076	0.049	60.88
90	0.16	15.190	7	0.106	0.057	65.23
90	0.22	15.161	10	0.152	0.069	68.60
90	0.31	15.115	15	0.227	0.082	73.37
90	0.39	15.036	20	0.301	0.091	76.71
90	0.56	14.948	30	0.448	0.110	80.37
90	0.89	14.861	50	0.743	0.149	83.30
90	1.23	14.808	70	1.037	0.190	84.48
90	1.73	14.757	100	1.476	0.255	85.25
90	2.58	14.727	150	2.209	0.368	85.72
90	3.42	14.709	200	2.942	0.480	85.97
90	5.11	14.688	300	4.406	0.705	86.21
90	6.80	14.673	400	5.869	0.932	86.30
90	8.49	14.663	500	7.332	1.160	86.34
90	10.18	14.654	600	8.792	1.387	86.38
90	13.67	14.638	800	11.710	1.955	85.70
90	17.20	14.622	1000	14.622	2.576	85.02
90	20.77	14.585	1200	17.502	3.266	84.27
90	0.07	0.000	1210	0.000	0.070	0.00

Table 5. Load Regulation: $V_{IN}=100$ Vac

V_{IN} [Vac]	P_{IN} [W]	V_{OUT} [V]	I_{OUT} [mA]	P_{OUT} [W]	P_{LOSS} [W]	Efficiency [%]
100	0.06	15.528	0	0.000	0.060	0.00
100	0.07	15.446	1	0.015	0.051	23.40
100	0.08	15.356	2	0.031	0.048	38.88
100	0.13	15.208	5	0.076	0.053	58.95
100	0.17	15.170	7	0.106	0.060	63.97
100	0.23	15.141	10	0.151	0.074	67.29
100	0.32	15.116	15	0.227	0.089	71.75
100	0.40	15.040	20	0.301	0.098	75.39
100	0.57	14.946	30	0.448	0.118	79.22
100	0.90	14.856	50	0.743	0.157	82.53
100	1.24	14.802	70	1.036	0.199	83.90
100	1.74	14.749	100	1.475	0.264	84.81
100	2.59	14.718	150	2.208	0.377	85.40
100	3.43	14.701	200	2.940	0.492	85.67
100	5.12	14.685	300	4.406	0.718	85.99
100	6.81	14.669	400	5.868	0.946	86.11
100	8.50	14.659	500	7.330	1.172	86.22
100	10.19	14.651	600	8.791	1.395	86.30
100	13.67	14.638	800	11.710	1.958	85.68
100	17.20	14.623	1000	14.623	2.581	85.00
100	20.81	14.603	1200	17.524	3.281	84.23
100	20.86	14.579	1210	17.641	3.220	84.56
100	0.08	0.000	1220	0.000	0.083	0.00

Table 6. Load Regulation: $V_{IN}=115$ Vac

V_{IN} [Vac]	P_{IN} [W]	V_{OUT} [V]	I_{OUT} [mA]	P_{OUT} [W]	P_{LOSS} [W]	Efficiency [%]
176	0.11	15.750	0	0.000	0.105	0.00
176	0.11	15.626	1	0.016	0.095	14.08
176	0.12	15.486	2	0.031	0.093	24.98
176	0.17	15.252	5	0.076	0.098	43.83
176	0.21	15.181	7	0.106	0.104	50.60
176	0.27	15.129	10	0.151	0.115	56.88
176	0.36	15.092	15	0.226	0.138	62.19
176	0.46	15.075	20	0.302	0.159	65.54
176	0.64	15.013	30	0.450	0.189	70.48
176	0.98	14.883	50	0.744	0.231	76.32
176	1.31	14.819	70	1.037	0.274	79.13
176	1.82	14.756	100	1.476	0.340	81.26
176	2.67	14.704	150	2.206	0.459	82.76
176	3.52	14.688	200	2.938	0.583	83.43
176	5.23	14.666	300	4.400	0.825	84.21
176	6.93	14.654	400	5.862	1.064	84.63
176	8.62	14.645	500	7.323	1.296	84.97
176	10.31	14.638	600	8.783	1.522	85.23
176	13.86	14.631	800	11.705	2.154	84.46
176	17.51	14.618	1000	14.618	2.890	83.49
176	21.19	14.605	1200	17.526	3.665	82.70
176	22.87	14.582	1290	18.811	4.056	82.26
176	0.17	0.000	1300	0.000	0.173	0.00

Table 7. Load Regulation: $V_{IN}=176$ Vac

V_{IN} [Vac]	P_{IN} [W]	V_{OUT} [V]	I_{OUT} [mA]	P_{OUT} [W]	P_{LOSS} [W]	Efficiency [%]
176	0.11	15.750	0	0.000	0.105	0.00
176	0.11	15.626	1	0.016	0.095	14.08
176	0.12	15.486	2	0.031	0.093	24.98
176	0.17	15.252	5	0.076	0.098	43.83
176	0.21	15.181	7	0.106	0.104	50.60
176	0.27	15.129	10	0.151	0.115	56.88
176	0.36	15.092	15	0.226	0.138	62.19
176	0.46	15.075	20	0.302	0.159	65.54
176	0.64	15.013	30	0.450	0.189	70.48
176	0.98	14.883	50	0.744	0.231	76.32
176	1.31	14.819	70	1.037	0.274	79.13
176	1.82	14.756	100	1.476	0.340	81.26
176	2.67	14.704	150	2.206	0.459	82.76
176	3.52	14.688	200	2.938	0.583	83.43
176	5.23	14.666	300	4.400	0.825	84.21
176	6.93	14.654	400	5.862	1.064	84.63
176	8.62	14.645	500	7.323	1.296	84.97
176	10.31	14.638	600	8.783	1.522	85.23
176	13.86	14.631	800	11.705	2.154	84.46
176	17.51	14.618	1000	14.618	2.890	83.49
176	21.19	14.605	1200	17.526	3.665	82.70
176	22.87	14.582	1290	18.811	4.056	82.26
176	0.17	0.000	1300	0.000	0.173	0.00

測定データ – 続き

Table 8. Load Regulation : $V_{IN}=230$ Vac

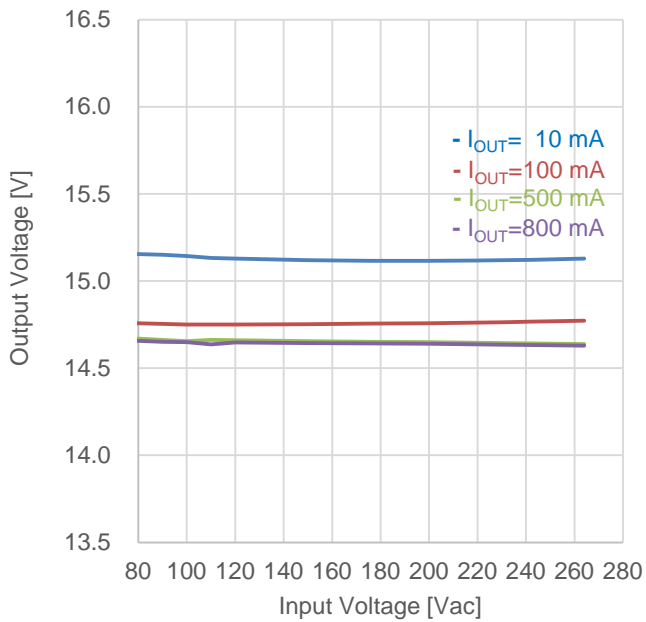
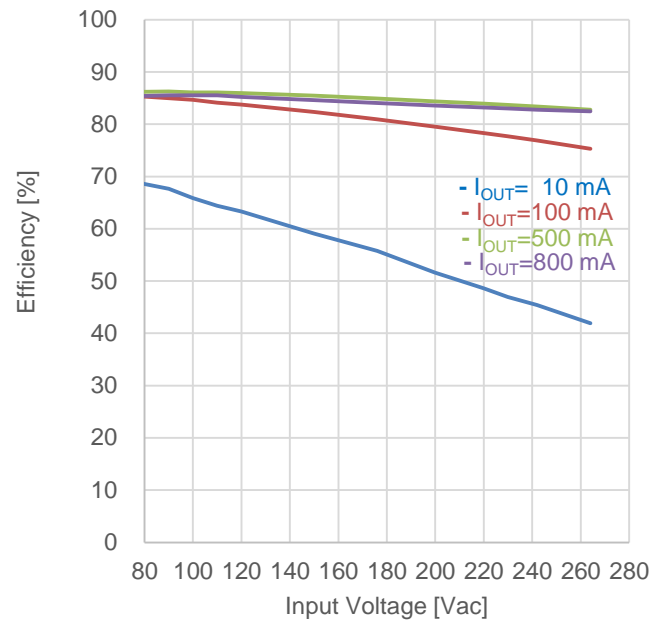
V_{IN} [Vac]	P_{IN} [W]	V_{OUT} [V]	I_{OUT} [mA]	P_{OUT} [W]	P_{LOSS} [W]	Efficiency [%]
230	0.15	15.878	0	0.000	0.151	0.00
230	0.16	15.744	1	0.016	0.142	9.96
230	0.17	15.578	2	0.031	0.140	18.22
230	0.22	15.290	5	0.076	0.145	34.59
230	0.26	15.201	7	0.106	0.152	41.24
230	0.31	15.126	10	0.151	0.162	48.33
230	0.41	15.071	15	0.226	0.182	55.41
230	0.51	15.045	20	0.301	0.206	59.35
230	0.70	15.023	30	0.451	0.249	64.38
230	1.05	14.911	50	0.746	0.303	71.07
230	1.39	14.831	70	1.038	0.348	74.90
230	1.89	14.763	100	1.476	0.418	77.95
230	2.74	14.695	150	2.204	0.537	80.42
230	3.60	14.674	200	2.935	0.667	81.48
230	5.32	14.656	300	4.397	0.925	82.62
230	7.04	14.644	400	5.858	1.182	83.20
230	8.74	14.635	500	7.318	1.423	83.72
230	10.44	14.628	600	8.777	1.663	84.07
230	14.00	14.619	800	11.695	2.305	83.54
230	17.80	14.610	1000	14.610	3.190	82.08
230	21.58	14.597	1200	17.516	4.064	81.17
230	24.98	14.557	1370	19.943	5.037	79.84
230	0.25	0.000	1380	0.000	0.250	0.00

Table 9. Load Regulation: $V_{IN}=264$ Vac

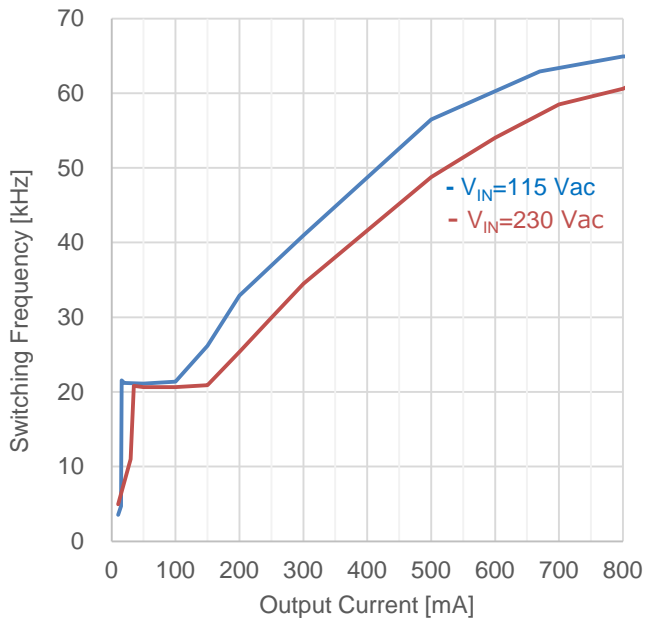
V_{IN} [Vac]	P_{IN} [W]	V_{OUT} [V]	I_{OUT} [mA]	P_{OUT} [W]	P_{LOSS} [W]	Efficiency [%]
264	0.19	15.983	0	0.000	0.187	0.00
264	0.19	15.830	1	0.016	0.178	8.16
264	0.21	15.644	2	0.031	0.175	15.19
264	0.26	15.320	5	0.077	0.180	29.81
264	0.30	15.220	7	0.107	0.188	36.12
264	0.35	15.137	10	0.151	0.199	43.25
264	0.44	15.071	15	0.226	0.218	50.92
264	0.54	15.038	20	0.301	0.242	55.39
264	0.74	15.012	30	0.450	0.287	61.11
264	1.10	14.931	50	0.747	0.356	67.68
264	1.44	14.845	70	1.039	0.404	72.01
264	1.95	14.771	100	1.477	0.475	75.67
264	2.80	14.697	150	2.205	0.594	78.76
264	3.66	14.669	200	2.934	0.727	80.14
264	5.39	14.648	300	4.394	0.998	81.50
264	7.11	14.636	400	5.854	1.259	82.31
264	8.83	14.627	500	7.314	1.517	82.83
264	10.54	14.622	600	8.773	1.767	83.24
264	14.09	14.614	800	11.691	2.399	82.98
264	17.93	14.595	1000	14.595	3.335	81.40
264	21.85	14.593	1200	17.512	4.338	80.14
264	26.07	14.551	1410	20.517	5.553	78.70
264	0.31	0.000	1420	0.000	0.311	0.00

測定データ - 続き

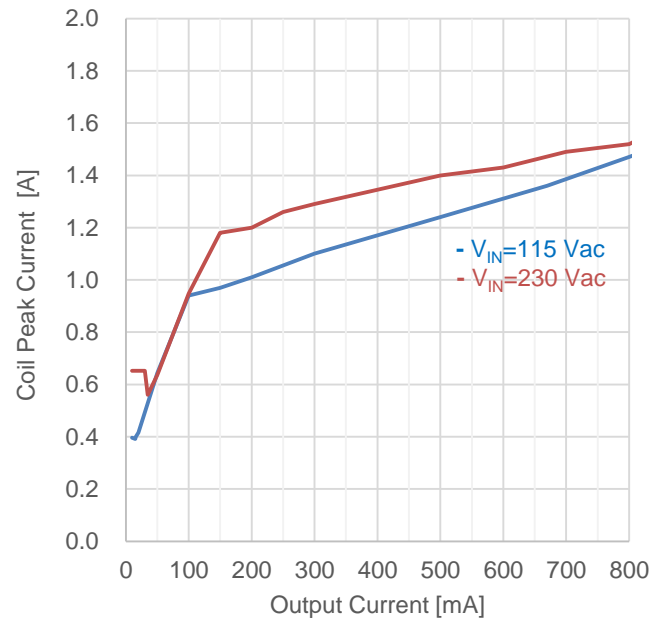
ラインレギュレーション

Figure 13. Line Regulation (V_{IN} vs V_{OUT})Figure 14. Line Regulation (V_{IN} vs Efficiency)

スイッチング周波数

Figure 15. Switching Frequency (I_{OUT} vs f_{SW})

コイルピーク電流

Figure 16. Coil Peak Current (I_{OUT} vs I_p)

測定データ - 続き

スイッチング波形

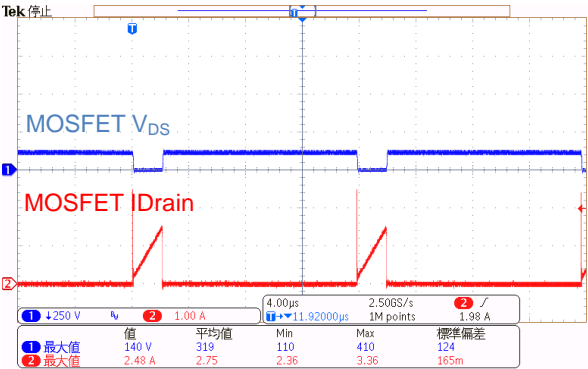


Figure 17. MOSFET 波形 $V_{IN} = 90 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.8 \text{ A}$

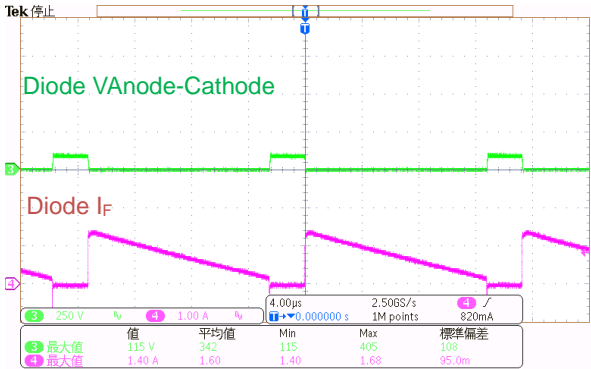


Figure 18. Diode 波形 $V_{IN} = 90 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.8 \text{ A}$

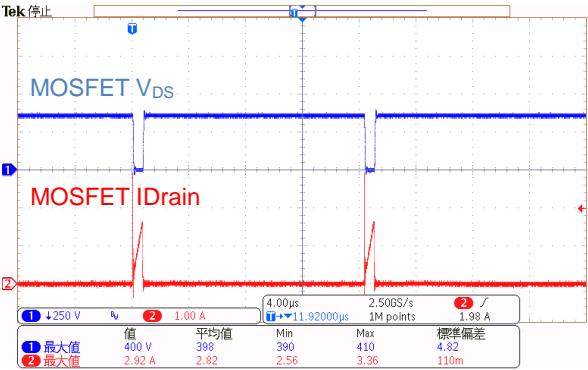


Figure 19. MOSFET 波形 $V_{IN} = 264 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.8 \text{ A}$

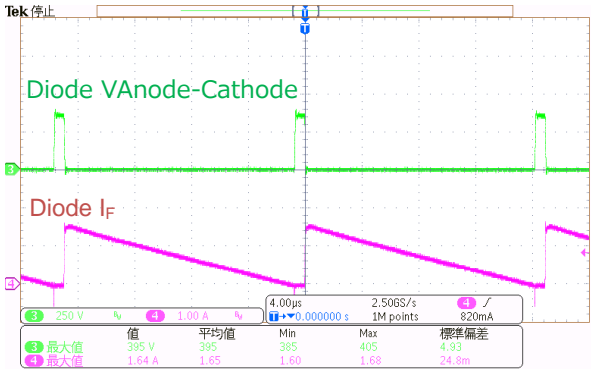


Figure 20. Diode 波形 $V_{IN} = 264 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.8 \text{ A}$

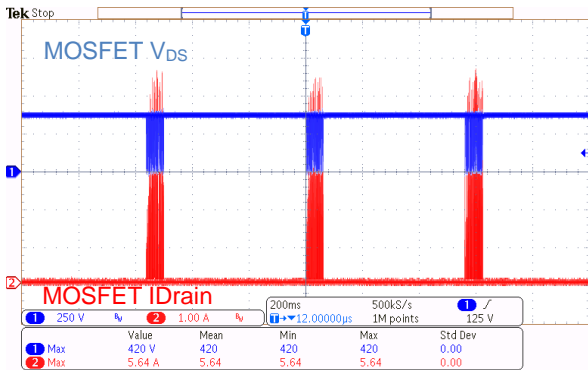


Figure 21. MOSFET 波形 $V_{IN} = 264 \text{ Vac}$, 出力短絡

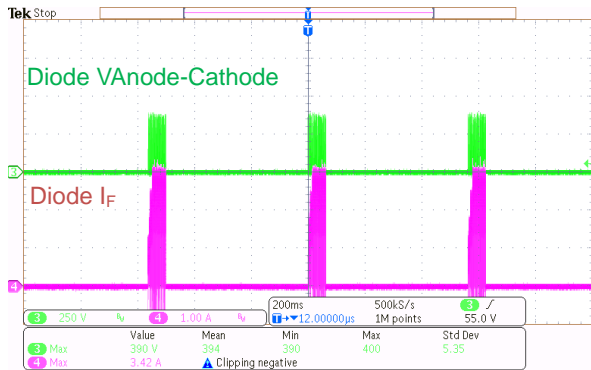
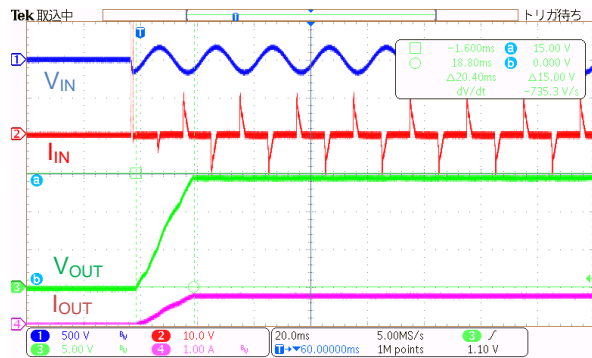
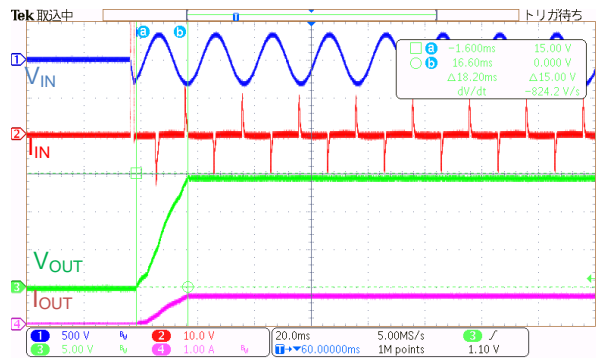


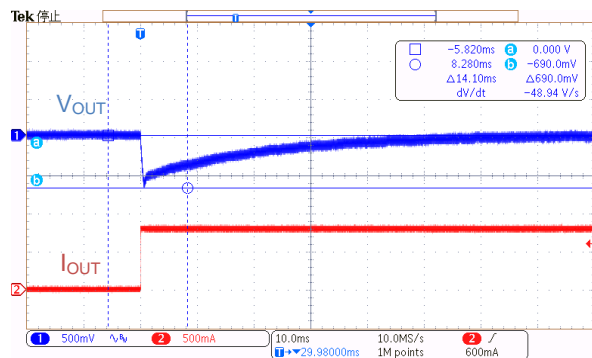
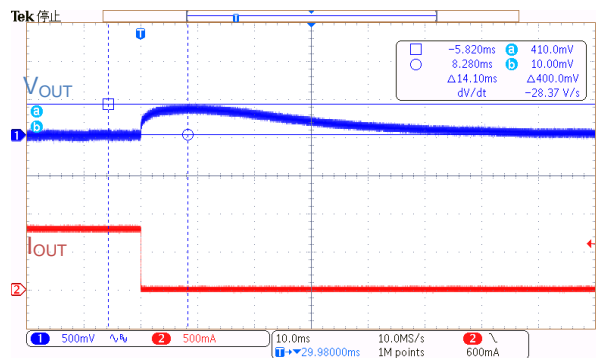
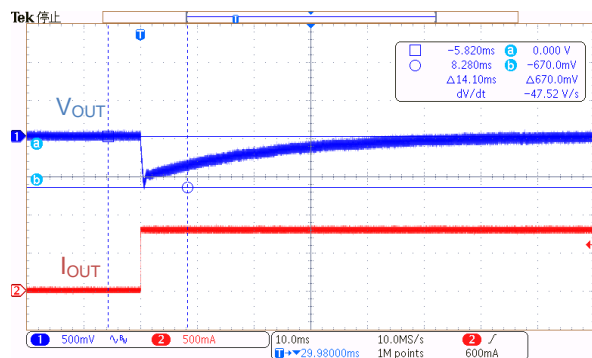
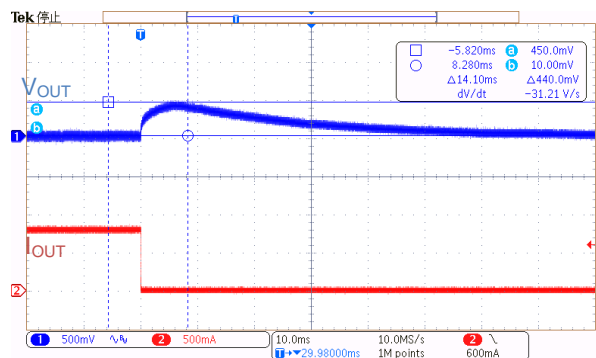
Figure 22. Diode 波形 $V_{IN} = 264 \text{ Vac}$, 出力短絡

測定データ - 続き

起動波形

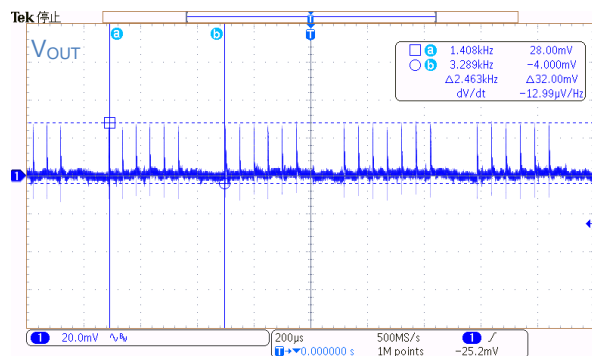
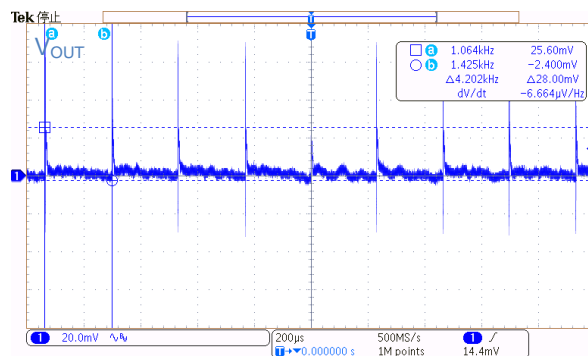
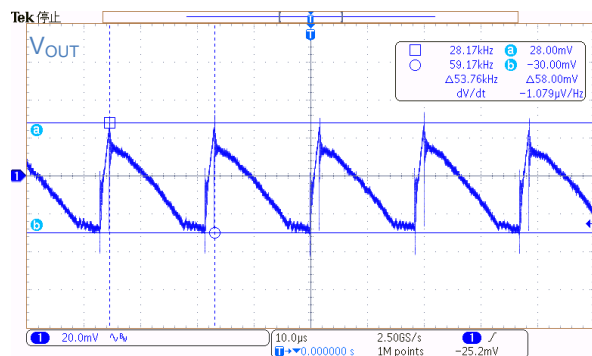
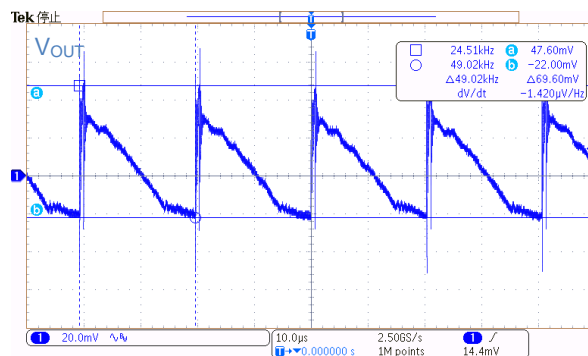
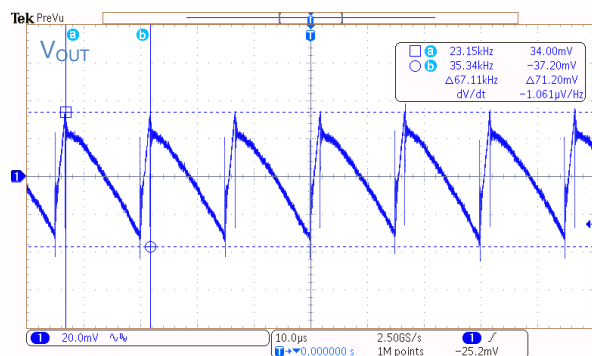
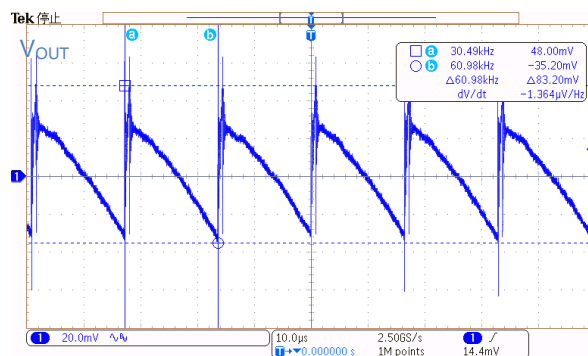
Figure 23. $V_{IN} = 115 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.8 \text{ A}$ Figure 24. $V_{IN} = 230 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.8 \text{ A}$

急峻負荷変動

Figure 25. $V_{IN} = 115 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 10 \text{ mA} \rightarrow 0.8 \text{ A}$ Figure 26. $V_{IN} = 115 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.8 \text{ A} \rightarrow 10 \text{ mA}$ Figure 27. $V_{IN} = 230 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 10 \text{ mA} \rightarrow 0.8 \text{ A}$ Figure 28. $V_{IN} = 230 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.8 \text{ A} \rightarrow 10 \text{ mA}$

測定データ - 続き

出力電圧リップル波形

Figure 29. $V_{IN} = 115 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ Figure 30. $V_{IN} = 230 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ Figure 31. $V_{IN} = 115 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.5 \text{ A}$ Figure 32. $V_{IN} = 230 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.5 \text{ A}$ Figure 33. $V_{IN} = 115 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.8 \text{ A}$ Figure 34. $V_{IN} = 230 \text{ Vac}$, $I_{OUT} = 0.8 \text{ A}$

測定データ - 続き

部品表面温度

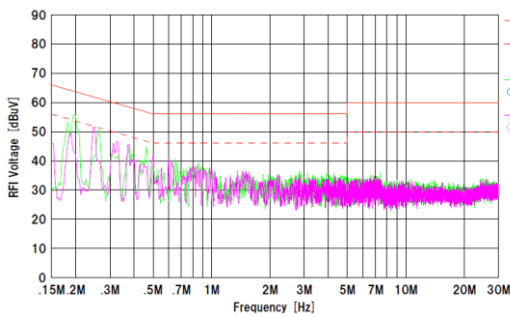
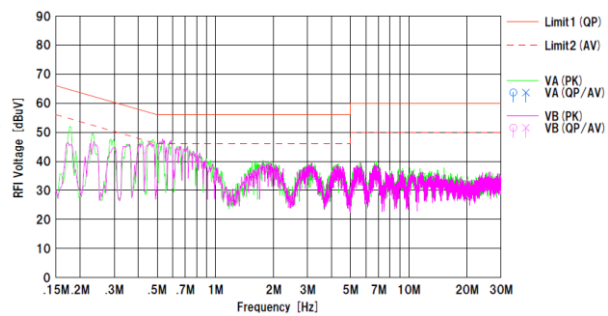
Table 10. 部品表面温度

※Ta = 25 °C, 30 分放置後測定

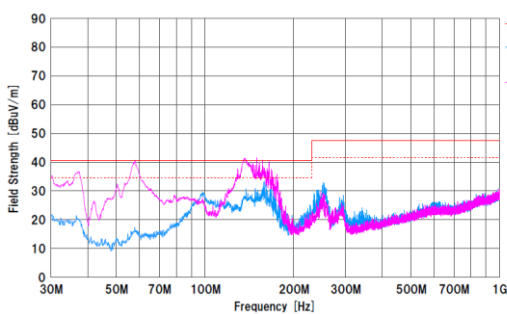
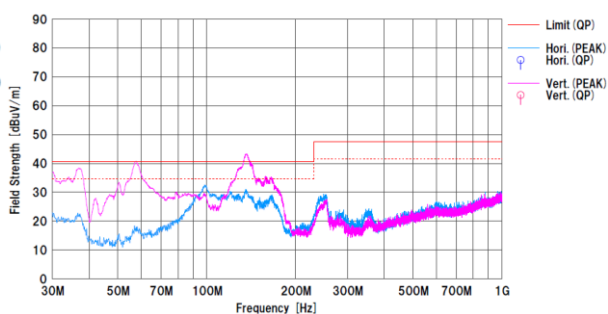
Part	Condition			
	V _{IN} = 90 Vac, I _{OUT} = 0.5 A	V _{IN} = 90 Vac, I _{OUT} = 0.8 A	V _{IN} = 264 Vac, I _{OUT} = 0.5 A	V _{IN} = 264 Vac, I _{OUT} = 0.8 A
IC1	54.4 °C	76.5 °C	61.5 °C	88.7 °C
D1	60.3 °C	78.6 °C	64.3 °C	85.8 °C
DB1	47.4 °C	56.7 °C	42.2 °C	48.5 °C
L1	57.3 °C	60.7 °C	62.3 °C	77.3 °C

EMI

•Conducted Emission: CISPR22 Pub 22 Class B

Figure 35. V_{IN} = 110 Vac / 60 Hz, I_{OUT} = 0.8 A
QP margin = 14.0 dB, AV margin = 17.1 dBFigure 36. V_{IN} = 230 Vac / 50 Hz, I_{OUT} = 0.8 A
QP margin = 10.4 dB, AV margin = 7.9 dB

•Radiated Emission: CISPR22 Pub 22 Class B

Figure 37. V_{IN} = 110 Vac / 60 Hz, I_{OUT} = 0.8 A
QP margin = 7.3 dBFigure 38. V_{IN} = 230 Vac / 50 Hz, I_{OUT} = 0.8 A
QP margin = 6.2 dB

回路図

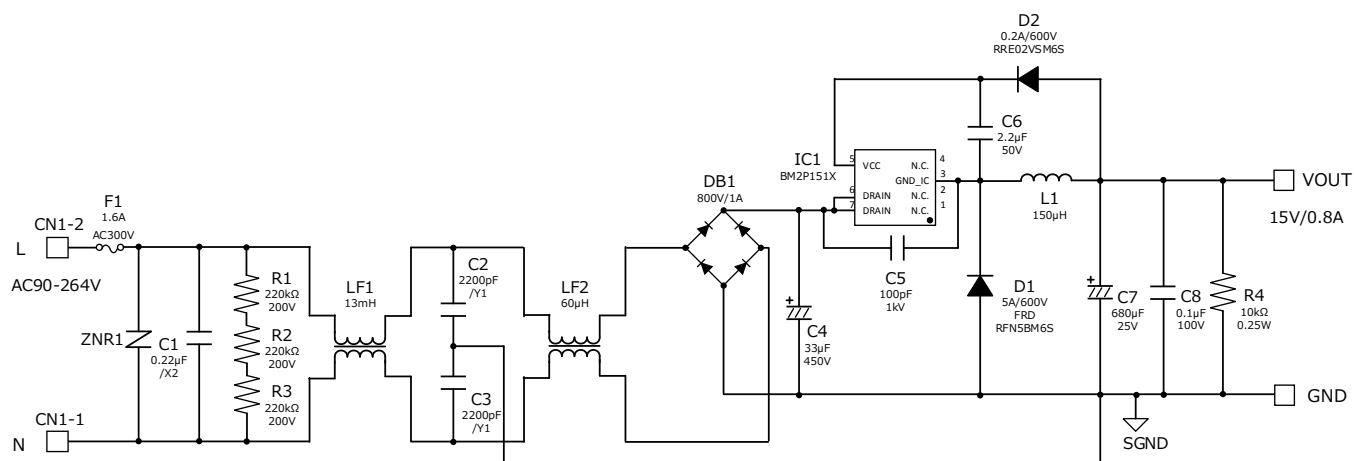
 $V_{IN} = 90 \sim 264 \text{ Vac}$, $V_{OUT} = 15 \text{ V}$


Figure 39. BM2P151X-EVK-001 回路図

部品表

Table 11. BM2P151X-EVK-001 の部品表

Part Reference	Qty.	Type	Value	Description	Part Number	Manufacture	Configuration mm (inch)
C1	1	X2 Capacitor	0.22 μ F	275Vac, $\pm 20\%$	890324023028CS	Wurth	-
C2,C3	2	Y1 Capacitor	2200pF	Y1 capacitor	DE1E3KX222MB4BP01F	Murata	-
C4	1	Electrolytic	33 μ F	450V, $\pm 20\%$	450BXW33MEFR12.5X20	Rubycon	12.5mm ϕ X20mm
C5	1	Ceramic	100pF	1kV, C0G, $\pm 10\%$	GRM31A5C3A101J	Murata	3216 (1206)
C6	1	Ceramic	2.2 μ F	50V, X7R, $\pm 10\%$	UMK316B7225KL-T	Taiyo Yuden	3216 (1206)
C7	1	Electrolytic	680 μ F	25V, $\pm 20\%$	UPA1E681MPD	Nichicon	10mm ϕ X16mm
C8	1	Ceramic	0.1 μ F	100V, X7R, $\pm 10\%$	HMK107B7104MA-T	Taiyo Yuden	1608 (0603)
CN1	1	Connector	2pin	5mm pitch	B2P-NV	JST	-
D1	1	FRD	5A	600V	RFN5BM6S	ROHM	TO-252
D2	1	REC Di	0.2A	600V	RRE02VSM6S	ROHM	TUMD2SM
DB1	1	Bridge	1A	800V	D1UBA80	Shindengen	SOP-4
F1	1	Fuse	1.6A	1.6A 300V	36911600000	Littelfuse	-
IC1	1	AC/DC Converter	-	650V	BM2P151X-Z	ROHM	DIP7
JP1	1	Jumper	-	Jumper Wire	-	-	$\phi 0.5$ mm
L1	1	Coil	150 μ H	1.9A	XF1501Y-151	Alpha Trans	-
LF1	1	Line Filter	13mH	1A	XF1482Y	Alpha Trans	-
LF2	1	Line Filter	60 μ H	1A	LF1246Y	Alpha Trans	-
PCB	1	FR4	-	-	-	-	-
R1,R2,R3	3	Resistor	220k Ω	0.25W, $\pm 5\%$	MCR18EZPJ224	ROHM	3216 (1206)
R4	1	Resistor	10k Ω	0.25W, $\pm 5\%$	MCR18EZPJ103	ROHM	3216 (1206)
ZNR1	1	Varistor	-	300Vac, 423Vmin, 400A	V470ZA05P	Littelfuse	5mm ϕ Disc

レイアウト

Size: 91 mm x 30 mm

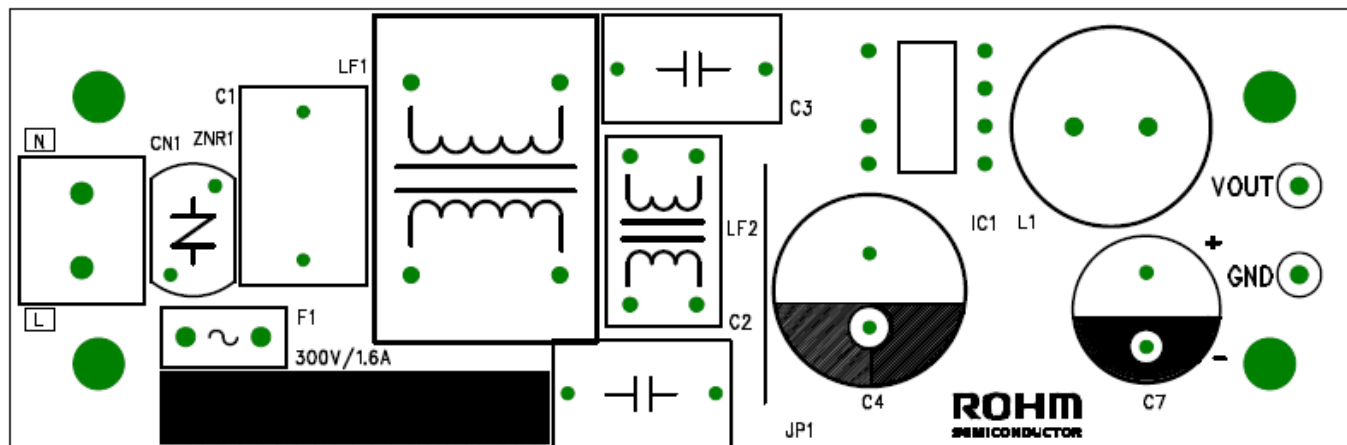


Figure 40. Top シルクスクリーン (Top view)

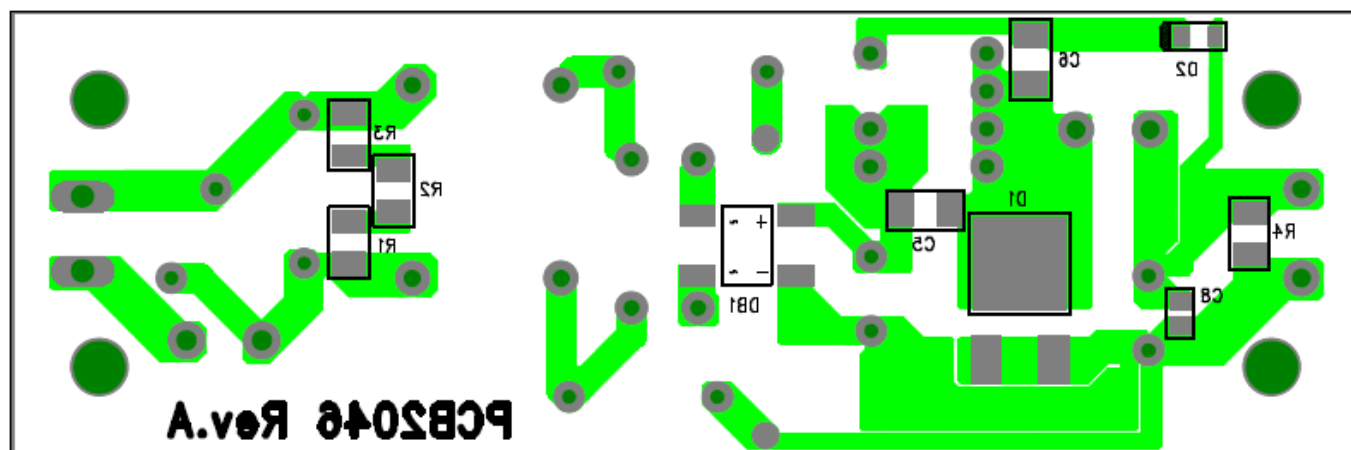


Figure 41. Bottom 側レイアウト (Top view)

更新履歴

変更日	Rev.	更新内容
2019/7	001	新規作成
2021/7	002	・P6 L 値計算式と結果の修正

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。
- 7) 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
- 8) 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
- 9) 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。
- 10) 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。
- 11) 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。
- 12) 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。
- 13) 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/>