

R2A20134SP

R03AN0004JJ0200

アプリケーションノート

Rev.2.00

2012.02.14

1. 概要

R2A20134SP は、LED 照明用の制御 IC です。動作モードは、目的に応じて電流臨界モードとスイッチング周波数固定モードのどちらかを選択できます。

電流臨界モード制御では、LED に流れる電流を高精度でコントロールできるので、LED の性能をより効率的に引き出し、また臨界型力率改善による高力率とゼロカレントスイッチによる高効率を実現します。

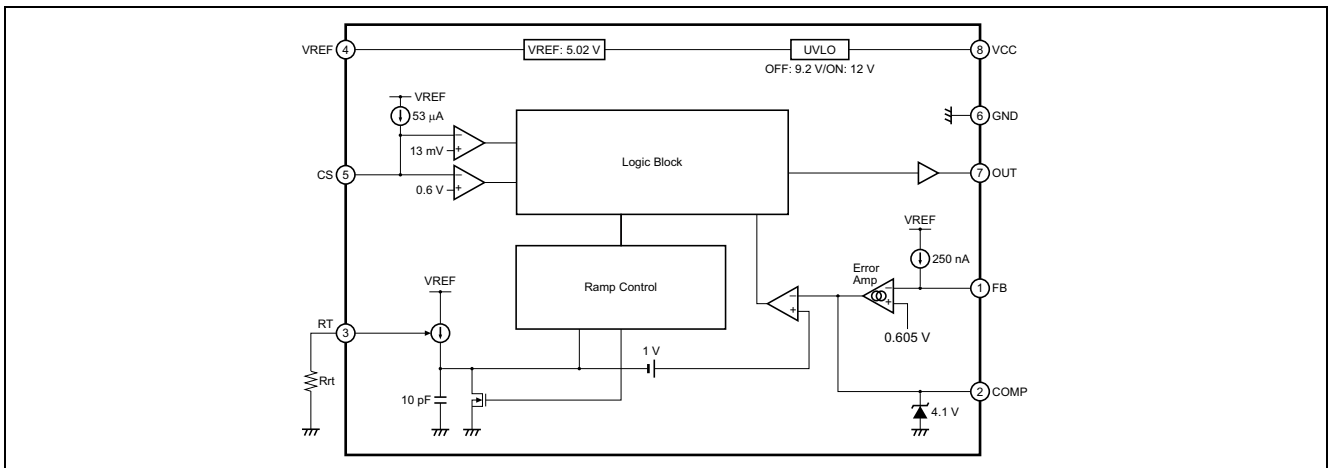
スイッチング周波数固定モードを応用したピーク電流制御では、外付け部品を大幅に削減し、セットの小型化、低価格化が可能です。また、フライバック方式の絶縁構成も可能です。

各制御方式に対応した評価ボードは 5.1 ボード仕様一覧をご参照ください。

2. ブロックダイアグラム

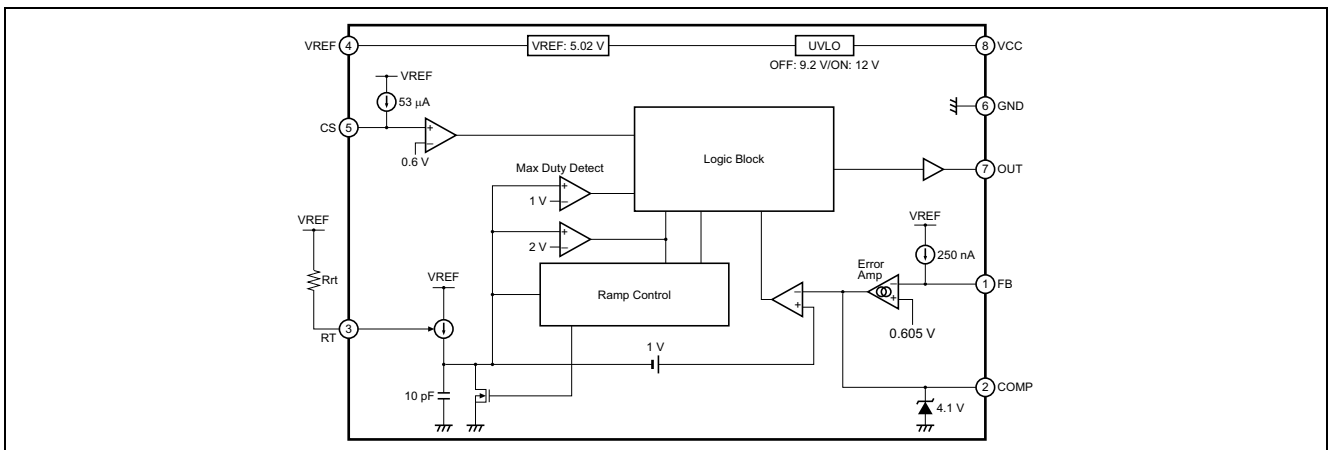
2.1 電流臨界モード (Rrt を GND に接続)

RT 端子の外付け抵抗 Rrt を IC の GND に接続すると、インダクタに流れる電流がゼロになるのを検出しパワー MOS をオンする電流臨界モードで動作します。



2.2 周波数固定モード (Rrt を VREF に接続)

RT 端子の外付け抵抗 Rrt を IC の VREF 端子に接続すると、IC 内部発振器をトリガに MOS をオンする、固定周波数モードで動作します。また、発振器の周波数は、Rrt により調整可能です。基本的に電流不連続モードで動作させます。



3. IC 各部ブロック説明

3.1 ゼロ電流検出

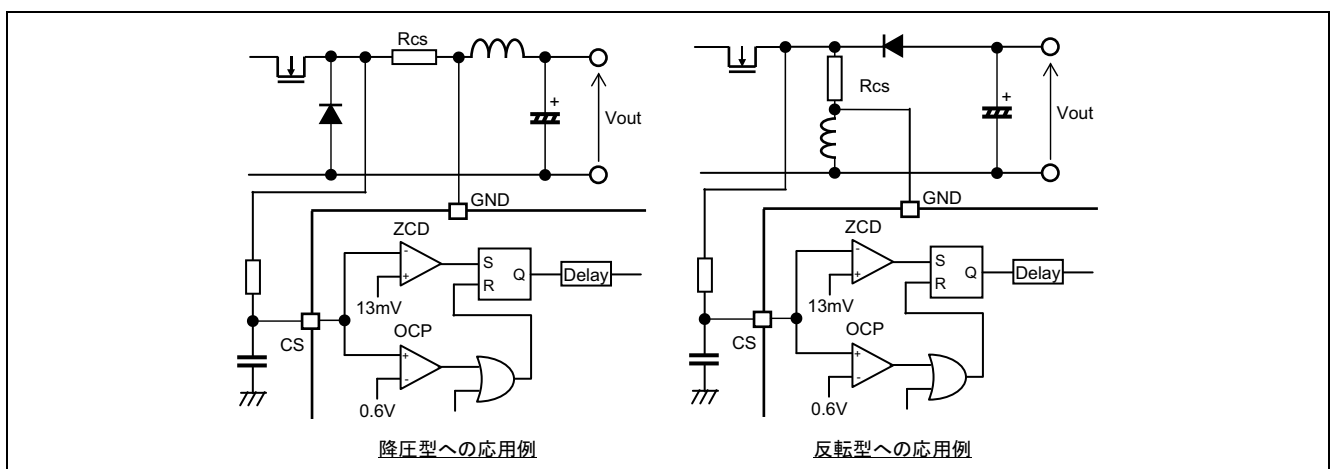
インダクタと直列に接続されたカレントセンス抵抗 R_{cs} でインダクタ電流を電圧に変換し、CS 端子に入力することでインダクタのゼロ電流を検出します。電流臨界モードでは、ゼロ電流を検出するとパワー-MOSFET を ON させます。

ZCD の閾値は、13mV typ.とし、閾値を検出してから MOS のドレイン電圧が低下するための遅延を設けています。

Delay 時間は、0.8 μ s typ.で、固定の Delay 時間です。

3.2 過電流検出機能

過電流検出 (OCP) は、外付けのカレントセンス抵抗 R_{cs} によってインダクタ電流を検出し、CS 端子が 0.6V に達するとパワー-MOSFET を OFF します。



3.3 RAMP スロープ

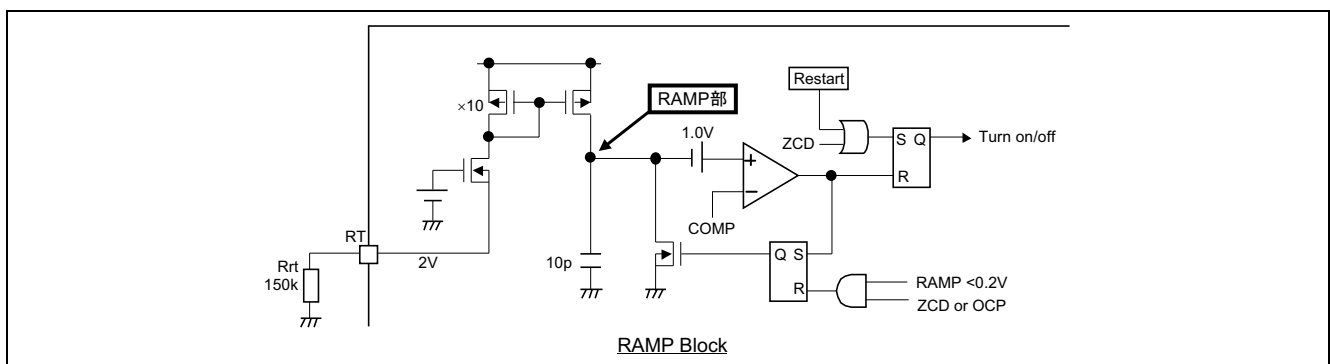
IC に内蔵されている RAMP スロープは、RT 端子の外付け抵抗 R_{rt} で設定する電流と IC 内蔵の 10pF の容量で決まります。 R_{rt} 抵抗は RT 端子と GND 間に接続されます。

IC 内 10pF へのチャージ電流は、RT 端子電流の 1/10 となります。

最大 ON 時間 ton_{max} は、エラーアンプの出力電圧が 4V typ.の時に決まります。

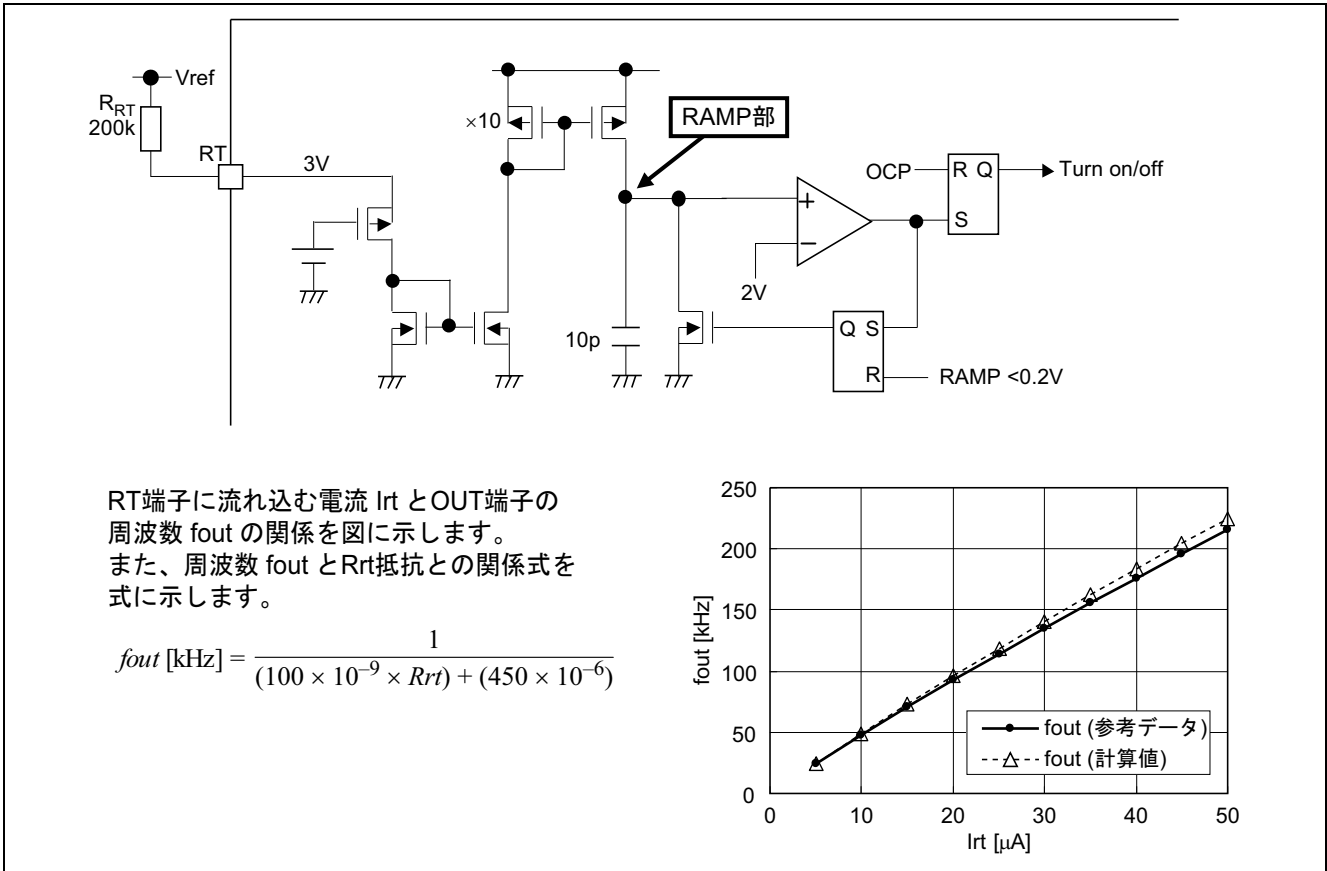
RAMP 回路は、ZCD 検出回路がインダクタのゼロ電流を検出し、さらに RAMP 端子が 0.2V 以下の場合に、RAMP 容量にチャージを始めます。

RAMP スロープがエラーアンプの出力電圧に達するか過電流保護機能が動作したときに RAMP 部の容量をディスチャージします。また、COMP 電圧が 1V 以下の場合、1V typ.のレベルシフトが内部にあるため ON 時間はゼロになります。



3.4 内部発振器

R_{rt} 抵抗を RT 端子と V_{ref} 端子間に接続した場合、3.3 項と同様の動作で、内部発振器が動作します。最大 ON Duty は、スイッチング周波数 48kHz で 50% となります。IC 内蔵の 10pF の容量が 2V に達するとディスチャージを始め、0.2V 以下になるとチャージを始めます。



3.5 エラーアンプ

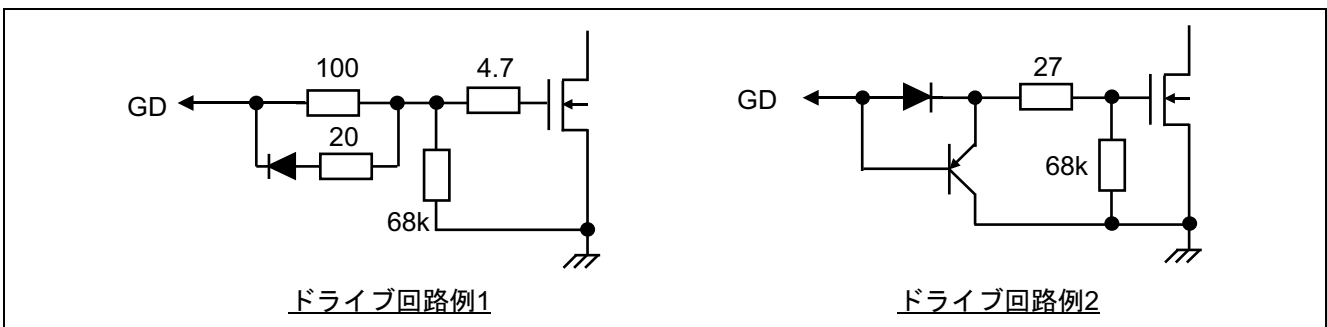
エラーアンプは、トランスコンダクタンスアンプです。出力電流は、内部基準電圧と FB 端子の電圧差によって変化します。

3.6 出力段

ドライブ出力段には、トータムポール出力を内蔵しています。

ドライブ能力の最大定格は、900mA_{peak} です。

基本的には、直接 MOSFET をドライブすることが可能ですが、ご使用になられる MOSFET の特性に合わせて、ドライブ回路の部品定数を変更することによって、ドライブ能力の調整を行ってください。ゼロ電流スイッチングのため、Turn-on より Turn-off のスピードが損失に影響します。下図にドライブ回路の一例を示します。

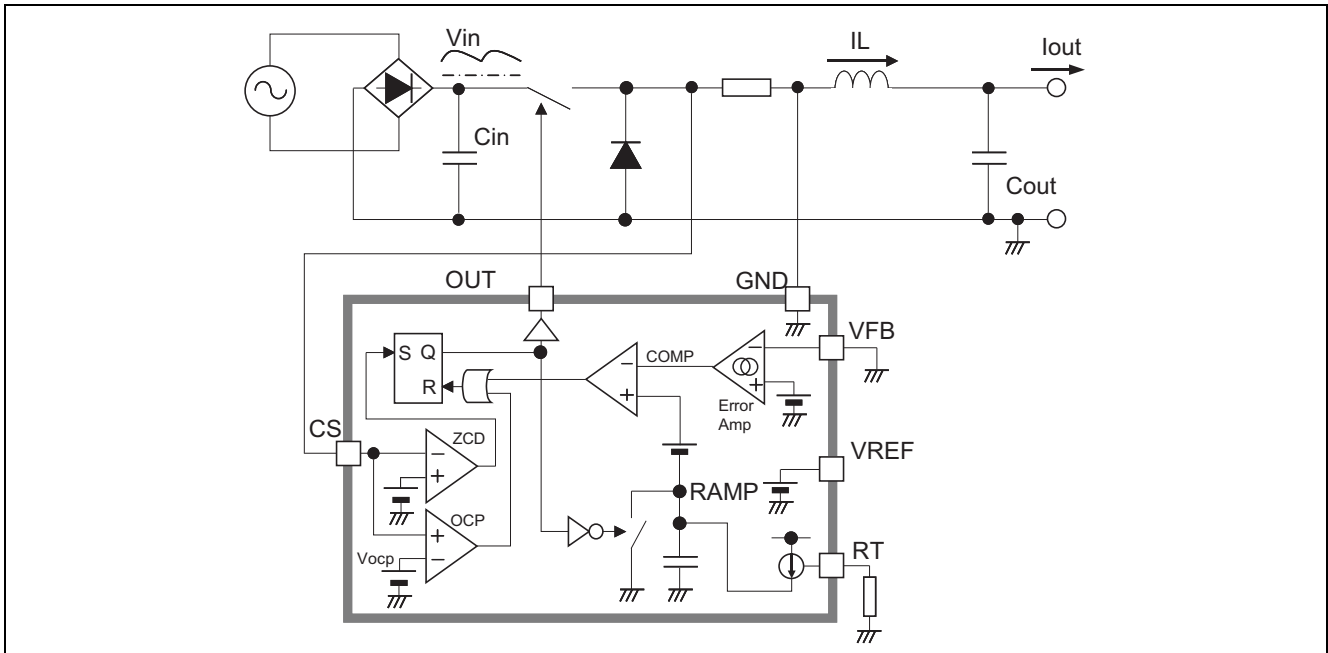


4. 応用回路例

4.1 ピーク電流一定制御 (R2A20134-NN1P、電流臨界、ピーク電流制御方式)

ピークカレント制御を用いて降圧コンバータを構成した場合の概略図を下図に示します。

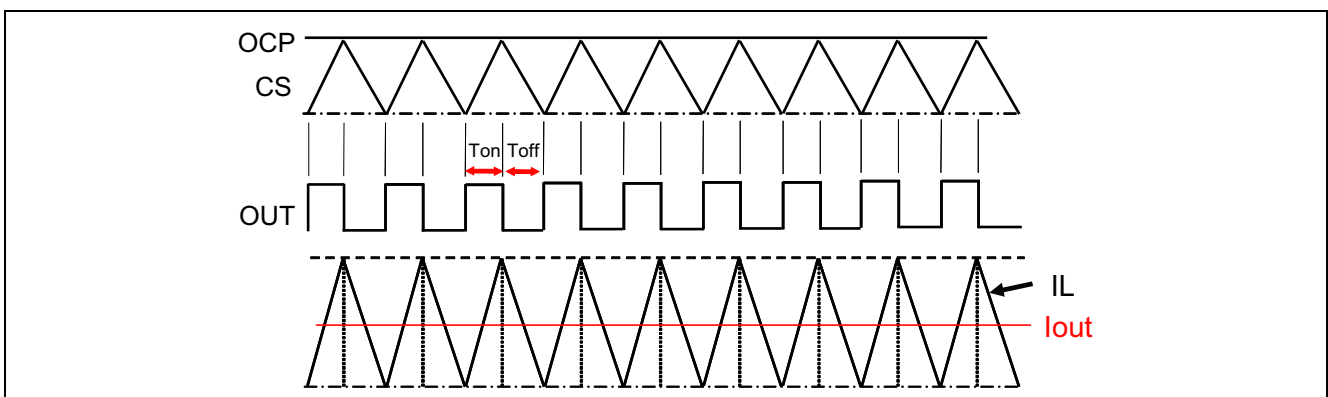
インダクタ電流を CS 端子に入力し、過電流検出を用いてインダクタ電流のピークを一定にすることで、インダクタ電流 (=出力電流) を一定にします。



$V_{in} > V_{out}$ の範囲では、インダクタ電流のピーク値は一定となります。

C_{in} の容量値を増やし、 V_{in} の電圧波形を $V_{in} > V_{out}$ となるような脈流とすることで、インダクタ電流のピーク値は常に一定となり、出力電流 I_{out} のリップル電流を効率よく低減できます。

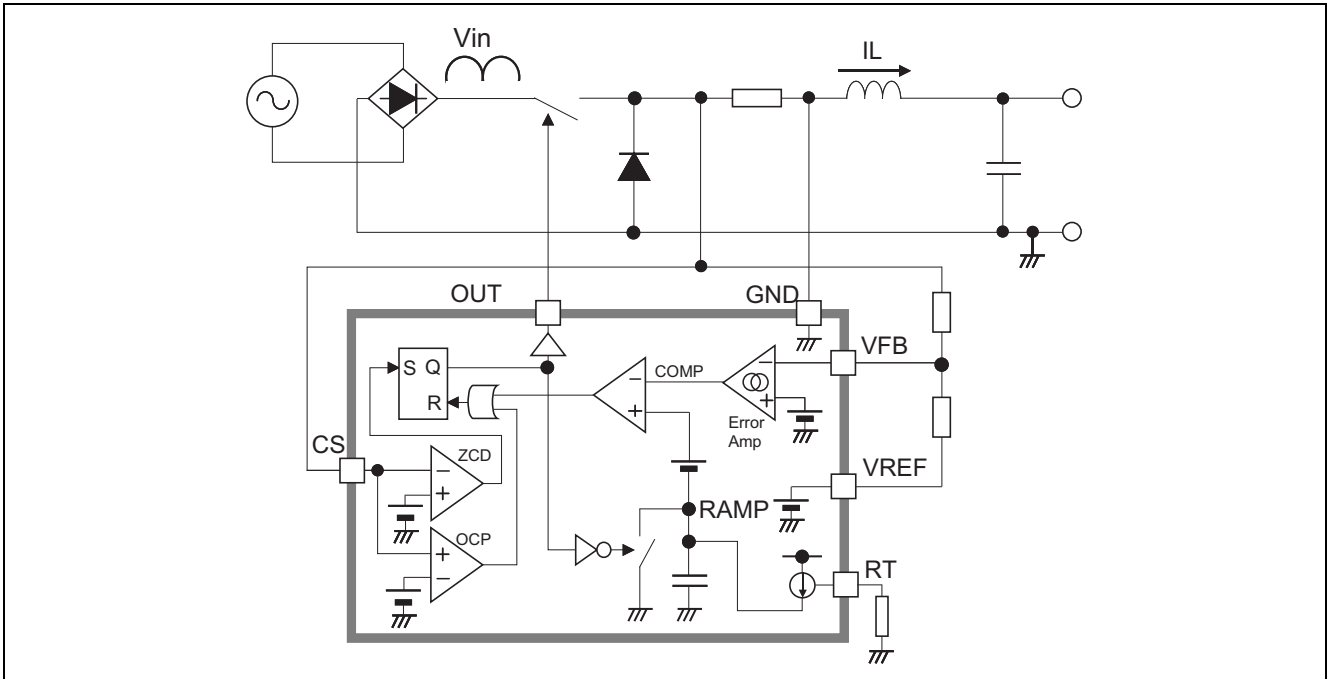
また、ピーク電流一定制御では、エラーアンプを使用しないので、エラーアンプ制御と比較して、外付け部品を削減することができます。



4.2 エラーアンプ制御 (R2A20134-NN1E、電流臨界、平均電流制御方式)

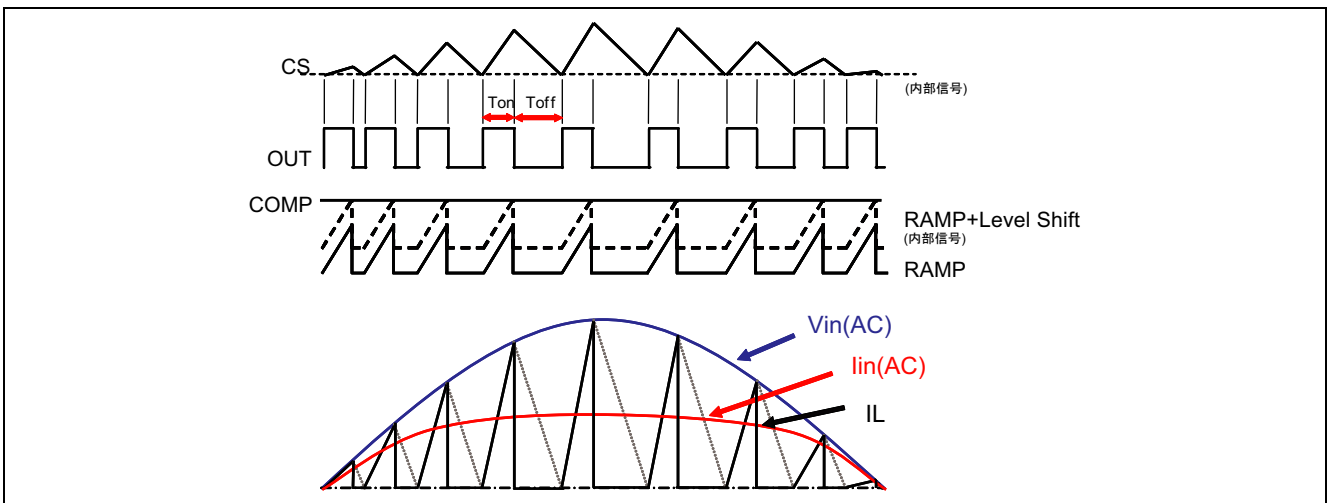
エラーアンプ制御を用いて降圧コンバータを構成した場合の概略図を下図に示します。

インダクタ電流情報を VFB に入力することでインダクタ電流 (=出力電流) が一定となるように、エラーアンプがオン時間を調整します。



エラーアンプを用いた制御では、定常動作の間 ON 時間は一定となります。ON 時間が一定であることから、入力電圧に比例してインダクタ電流のピーク値が変化します。これにより、入力電圧に応じた入力電流波形を得ることができ、力率が改善されます。

$$di(t) = \frac{v(t)}{L} dt \quad \dots \text{同一ON時間では、インダクタのピーク電流は入力電圧に比例する。}$$



5. 評価ボード (R2A20134SP EVB-xx)

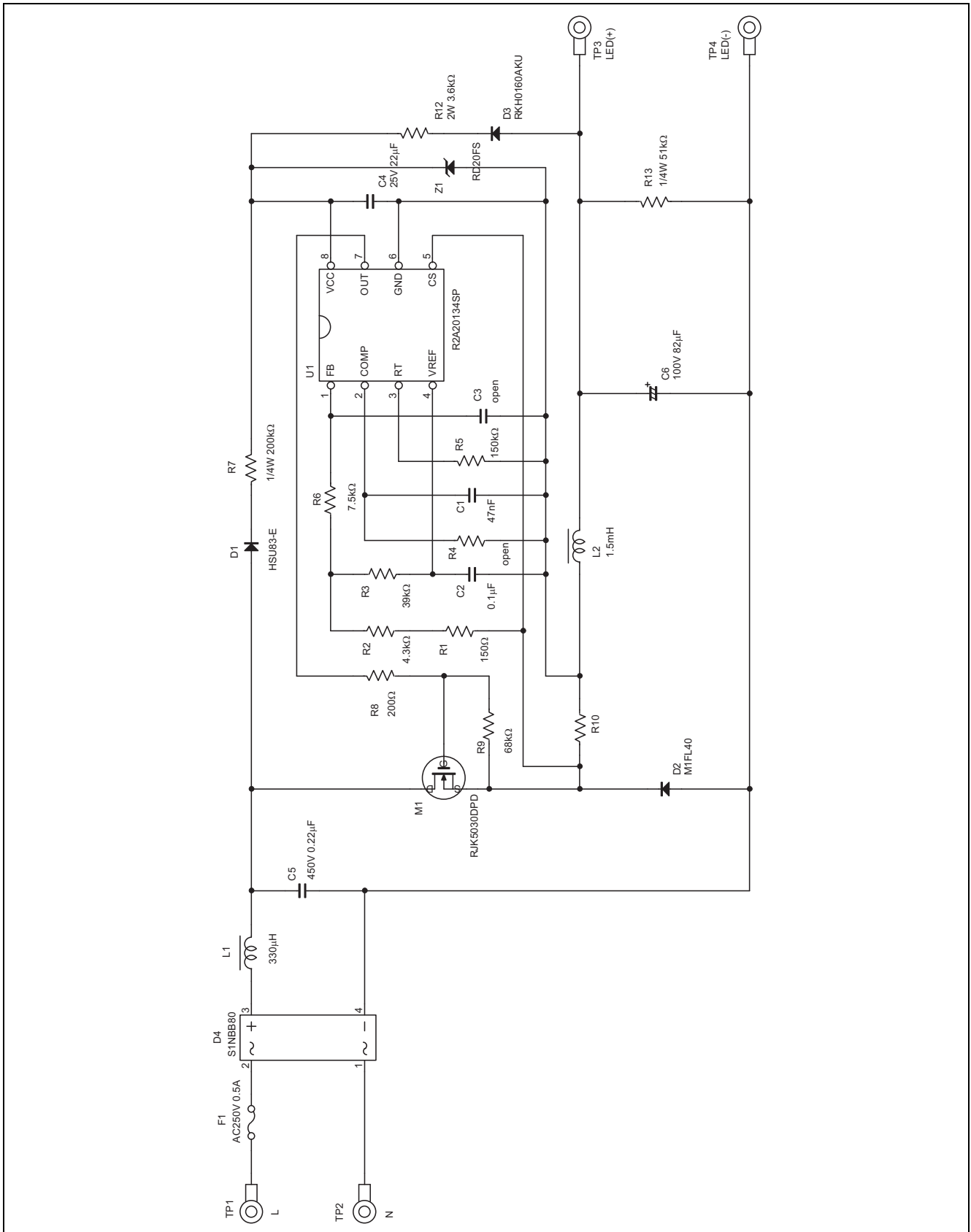
R2A20134SP EVB-xx は LED 照明用制御 IC R2A20134SP の評価用ボードです。回路構成によって下記の 6 種類のボードがあり (一部開発中)、用途と必要特性に応じて使い分けが可能です。おのこの回路構成に必要な周辺回路を搭載していますので、電源と LED 負荷を接続するだけで R2A20134SP を評価できます。

5.1 ボード仕様一覧

| ボード型名 | | R2A20134 EVB-NN1E | R2A20134 EVB-NN1P | R2A20134 EVB-NN2 | R2A20134 EVB-ND | R2A20134 EVB-IN | R2A20134 EVB-ID |
|------------|-------------------|---|---|---|--|---|---|
| 概要 | 絶縁/ 非絶縁 | 非絶縁 | | | | 絶縁 | |
| | 動作 モード | CRM (電流臨界) | | 固定 SW 周波数 (入力電力一定) | | | |
| | トポロ ジー | 降圧/上側 SW | | バックブースト/下側 SW | | フライバック | |
| | 制御 方式 | 平均電流 制御 | ピーク電流制御 | | | | |
| | TRIAC 調光 対応 | — | | 簡易回路 (AC100V only: TBD) | ○ | — | ○ |
| 初期定数 設定 | AC 入力 電圧 (V) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 出力 Vf (V) | 65/35 | 65/35 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | LED 電流 (mA) | 100 | 100/120 | 120 | 240 | 120 | 250 |
| 対応電球サイズ | | E26 | E26 | E17 | E26 | E17 | E26 |
| 基板寸法 (mm) | | 33.5×36 max | 33.5×36 max | 20×35 max | 33.5×36 max | 20×35 max | 33.5×36 max |
| 外形写真 | |  |  |  |  |  |  |
| 代表特性 | 効率 | 92%/87% | 89%/87% | 84% | 75% | 82% | TBD |
| | 力率 | 0.93/0.94 | 0.6/0.53 | 0.7 | 0.91 | 0.73 | TBD |
| 特長 | | 高効率 高力率 | 高効率 部品最少 | 部品最少 リップル小 | TRIAC 調光対応 | 絶縁方式 | 絶縁方式 TRIAC 調光対応 |
| 備考 | | | | | バレーフィル 回路搭載 | | 開発中 |

5.2 R2A20134-NN1E (非絶縁、調光無し、ワンコンバータ PFC 制御)

5.2.1 R2A20134-NN1E 回路図 (エラーアンプ制御方式)



5.2.2 R2A20134-NN1E (エラーアンプ制御方式) 部品リスト

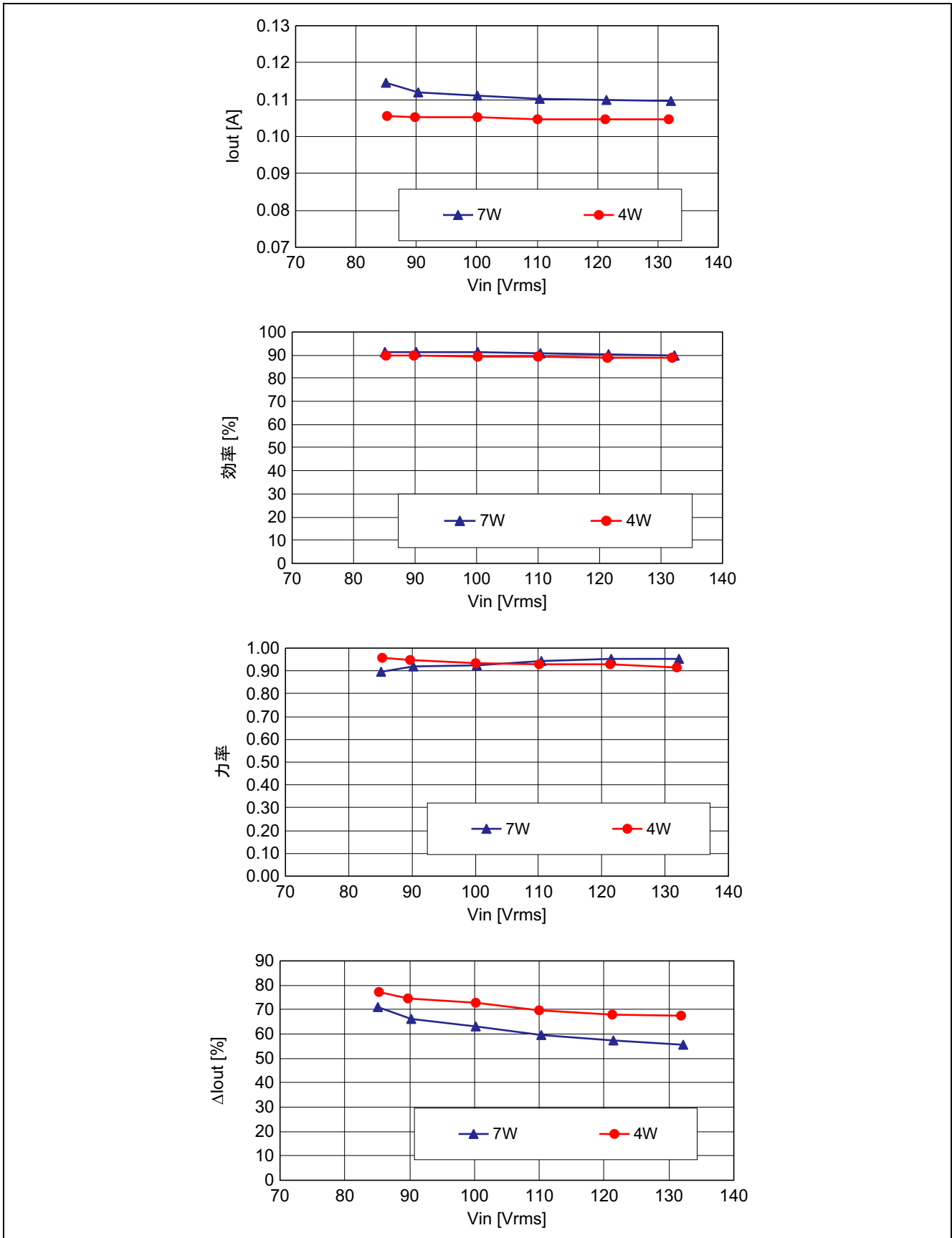
$V_{in} = AC85 \sim 132V$, $V_f = 65V$, $I_{LED} = 100mA$

| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|--------------------|---------------------|---|--------|-------|-------------|---------|
| | P.C.B | R2A20134EVB | 1 | | | | |
| U1 | IC | R2A20134SP | 1 | | | Renesas | |
| M1 | MOSFET | RJK5030DPD | 1 | 500V | 1.6Ω | Renesas | |
| D1 | Switching diode | HSU83-E | 1 | 250V | 100mA | Renesas | |
| D2 | FRD | M1FL40 | 1 | 400V | 1.5A | Shindengen | |
| D3 | FRD | RKS160AKU | 1 | 600V | 100mA | Renesas | |
| D4 | Diode bridge | S1NBB80 | 1 | 800V | 1A | Shindengen | |
| ZD1 | Zener diode | RD20FS | 1 | 20V | 1W | Renesas | |
| L1 | Choke coil | #8RDB-331K | 1 | 330μH | 200mA | Toko | |
| L2 | Choke coil | 13RHBP A7502HY-152M | 1 | 1.5mH | 400mA | Toko | |
| C1 | Ceramic capacitor | GRM188B31H473K | 1 | 47nF | 50V | Murata | |
| C2 | Ceramic capacitor | GRM188B31H104K | 1 | 0.1μF | 50V | Murata | |
| C3 | open | | 0 | | | | |
| C4 | Ceramic capacitor | GRM32EB31E226KE15B | 1 | 22μF | 25V | Murata | |
| C5 | Film capacitor | ECQE2W224JH | 1 | 0.22μF | 450V | Panasonic | |
| C6 | Chemical capacitor | EKY-101ELL820MJ20S | 1 | 82μF | 100V | Chemicon | |
| F1 | Fuse | HTS 500mA | 1 | 250V | 500mA | Skygate | |
| R1 | Resistor | 150Ω | 1 | 150Ω | 1/16W | | 1% |
| R2 | Resistor | 4.3kΩ | 1 | 4.3kΩ | 1/16W | | 1% |
| R3 | Resistor | 39kΩ | 1 | 39kΩ | 1/16W | | 1% |
| R4 | Resistor | open | | | | | |
| R5 | Resistor | 150kΩ | 1 | 150kΩ | 1/16W | | |
| R6 | Resistor | 7.5kΩ | 1 | 7.5kΩ | 1/16W | | |
| R7 | Resistor | 200kΩ | 1 | 200kΩ | 1/4W | | 400V 耐圧 |
| R8 | Resistor | 200Ω | 1 | 200Ω | 1/16W | | |
| R9 | Resistor | 68kΩ | 1 | 68kΩ | 1/16W | | |
| R10 | Resistor | 1.0Ω | 1 | 1.0Ω | 1/8W | | 1% |
| R11 | None | | | | | | |
| R12 | Resistor | 3.6kΩ | 1 | 3.6kΩ | 2W | | |
| R13 | Resistor | 51kΩ | 1 | 51kΩ | 1/4W | | |
| TP1 | | | | | | | L |
| TP2 | | | | | | | N |
| TP3 | | | | | | | LED(+) |
| TP4 | | | | | | | LED(-) |

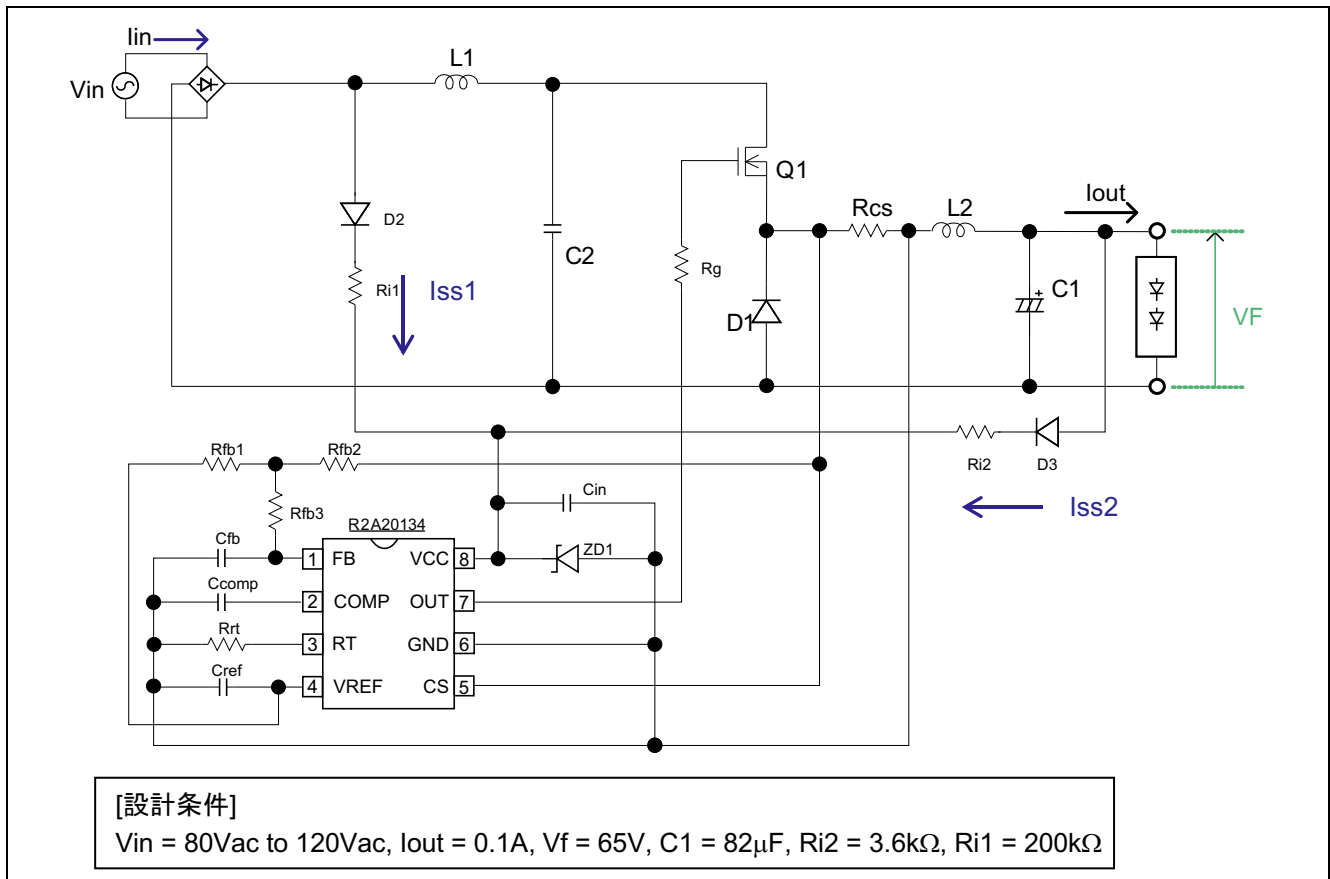
参考: $V_{in} = AC140 \sim 220V$, $V_f = 30V$, $I_{LED} = 400mA$ 仕様への変更部品リスト

| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|--------------------|---------------------|---|---------|-------|-------------|---------|
| M1 | MOSFET | RJK6002DPD | 1 | 600V | 5.7Ω | Renesas | |
| D2 | FRD | CRF03 | 1 | 600V | 1.5A | Toshiba | |
| L1 | Choke coil | LHL08TB102J | | 1mH | 800mA | Taiyo Yuden | |
| C3 | Ceramic capacitor | GRM188R11E473KA01D | 1 | 0.047μF | 50V | Murata | |
| C5 | Film capacitor | ECQE2W104JH | | 0.1μF | 450V | Panasonic | |
| C6 | Chemical capacitor | EKY-500ELL331MJ25S | | 330μF | 50V | Chemicon | |
| R1 | Resistor | 3.3kΩ | 1 | 3.3kΩ | 1/16W | | 1% |
| R2 | Resistor | 820Ω | 1 | 820Ω | 1/16W | | 1% |
| R7 | Resistor | RK73B 2B T TD 434 J | | 430kΩ | 1/4W | KOA | 400V 耐圧 |
| R10 | Resistor | RL1220S-R33-F | | 0.33Ω | 1/4W | Susumu | 1% |

5.2.3 R2A20134EVB-NN1E ボード評価データ (7W 時 $V_f = 65V$, 4W 時 $V_f = 35V$)



5.2.4 R2A20134EVB-NN1E (エラーアンプ制御) の動作説明と定数設定

1. スタートアップ動作と C_{in} の容量値他の決定

(a) スタンバイ状態

V_{cc} 電圧が UVL Hi 電圧 12V 以下では、R2A20134SP はスタンバイ状態にあり、約 $130\mu A$ のスタンバイ電流が流れています。このとき電源容量 C_{in} へは $(I_{ss1}-130\mu A)$ でチャージされます。

(b) アクティブ状態

V_{cc} 電圧が UVL Hi 電圧 12V 以上になると、アクティブ状態となり IC の消費電流は $I_{cc} = 2.2mA$ となります。UVL は 2.8V のヒステリシスを持っており、 $V_{cc} = 9.2V$ 以下になるまではアクティブ状態を保持します。

アクティブとなった直後は、 V_{out} は 0V 付近にあり、IC へは $I_{ss1} = (V_{in}-V_{cc})/R_{i1} = (100\sqrt{2}-12)/200k\Omega = 647\mu A$ で電流を供給しますが、 $I_{cc}(= 2.2mA) > I_{ss1}(= 647\mu A)$ のために V_{cc} は低下していきます。 V_{cc} が 9.2V 以下になるまでに V_{out} が上昇し、 $I_{cc} < I_{ss1} + I_{ss2}$ となれば LED は正常に点灯します。したがって C_{in} は、 I_{ss2} が I_{cc} へ十分な電流を供給する出力電圧 V_{out1} になるまで電圧を保持する必要があります。

< V_{cc} 容量 C_{in} の選定>

V_{cc} が低下しない条件は、 $I_{ss1} + I_{ss2}$ が 2.2mA 以上ですので、 V_{out} の電圧が $I_{ss2} = 2.2mA - I_{ss1} = 1.55mA$ 以上流せる電圧 V_{out1} になるまで C_{in} で保持しなければなりません。これを満たす V_{out} の電圧は、 R_{i2} は $3.6k\Omega$ ですので $V_{out} = 3.6k\Omega \times 1.55mA + 12V + V_f(1V)$ より約 19V となります。

C_{in} の保持時間 t_h は、保持電圧を V_{phys} とすると、簡易的に $t_h = V_{phys} \times C_{in}/(I_{cc}-I_{ss1})$ で求められます。 V_{out1} になるまでの時間 t_1 は I_{out} が C_1 をチャージする時間で決まりますが、起動中は I_{out} の電流も目標電流へ向かって増加している過程にあり、容易に求められないため、最終的にはカットアンドトライにより調整いただくこととなります。

ただし、 V_{out1} になるまでの時間の大きな目安として、起動中の I_{out} の電流を目標値の 1/2 として計算しています。今回は $I_{out} = 0.1A$ ですので $0.05A$ となります。

AC 入力電圧が最低動作電圧のときには、 I_{ss1} が小さく、 V_{out1} になるまでの時間も長くなる傾向にありますので、実機調整の際には最低動作電圧にて調整ください。

設計条件の最低動作電圧 $V_{in} = 80V_{ac}$ にて下記手順で C_{in} を決定します。

- 1) I_{ss2} が I_{cc} へ十分な電流を供給できる出力電圧 V_{out1} を求めると
$$V_{out1} = R_{i2} \times (2.2mA - (V_{in} / R_{i1})) + U_{VL_Hi} + V_f$$
$$= 3.6k \times (2.2mA - (80 \sqrt{2} / 200k)) + 12 + 1 = 18.9V$$
より 18.9V 以上で $I_{ss1} + I_{ss2} > I_{cc} (= 2.2mA)$ となります。
- 2) V_{out1} になるまでの時間 t_1 を求める
$$t_1 = C_1 \times V_{out1} / I_{out1}$$
$$= 82\mu \times 18.9 / 0.05 = 31ms$$
- 3) V_{cc} 容量 C_{in} を求める
 V_{cc} の減少量 V_{hys} は $H_{ysuv1} = 2.8V_{typ}$ 以内としてください。
ここでは $V_{hys} = 2.5V$ とします。
$$C_{in} = t_1 \times (2.2mA - (V_{in} / R_7)) / V_{hys}$$
$$= 31ms \times (2.2mA - (80 \sqrt{2} / 200k)) / 2.5 = 20.27\mu F$$
- 4) 最低動作電圧 $80V_{ac}$ で調整
弊社評価ボードで、 $C_{in} = 22\mu F$ として最低入力電圧 $V_{in} = 80V_{ac}$ にて起動評価をした結果、間欠動作することなくスムーズに起動したことから $C_{in} = 22\mu F$ とします。

2. 電流設定抵抗 R_{cs} 周辺とインダクタ L_2 の決定

以下、前述の計算条件で計算していきます。

< R_{cs} の選定>

降圧回路の場合、入力電圧が出力電圧を下回っている領域では動作できないので、実際に電流が供給される時間割合は $1 - 2 \times \arcsin(30V/140V \times 1.414)/\pi = \text{約 } 90\%$ となり、したがって動作時間における平均供給電流は $400mA/0.9 = 444mA$ となります。

この時、 R_{cs} に流れるピーク電流は臨界モード動作による三角波のピークで平均電流の2倍 = $888mA$ となり、力率改善電流波形のため最大値はこの1.4倍程度が見込まれるので $888mA \times 1.4 = 1.24A$ となります。

ここで、CS 端子の OCP 検出電圧は $0.6V$ なので、 $0.6/1.24 = 0.48\Omega$ 以下の抵抗値とする必要があります。ここでは、OCP 検出ポイントを定常の150%以下になるように $R_{cs} = 0.33\Omega$ とします。

< R_{fb1} , R_{fb2} の選定>

FB 電圧に与える R_{fb1} 、 R_{fb2} の分圧比は $V_{fb} = V_{ref} - V_{cs}/(R_{fb1} + R_{fb2}) \times R_{fb2} + V_{cs} = 0.6V$ となるように設定します。

前項で決定した R_{cs} の平均両端電圧 $V_{cs} = 0.33 \times 400mA = 0.132V$ であるので

$$(0.6V - 0.132V)/(5.0V - 0.132V) = R_{fb2}/(R_{fb1} + R_{fb2})$$

$R_{fb1} + R_{fb2}$ が $50k\Omega$ 程度になるように R_{fb1} を $39k\Omega$ とすると $R_{fb2} = 4.12k\Omega = 3.3k\Omega + 0.82k\Omega$ となります。

< L_2 の選定>

まず、最小発振周波数を決めます。ここでは $50kHz$ とします。

臨界モード動作において最小発振周波数となるのは、電流が最大 = 入出力電位差が最大となる瞬間になります。

このときの FET の ON デューティは $30V/(140 \times 1.414) = 0.15$ なので、 $T_{on} = 0.15/50kHz = 3\mu s$ となります。

一方、インダクタの電流変化量は前述の R_{cs} のピーク電流と等しいため

$$L = (V_{in} - V_{out}) \times \Delta T/\Delta I = (197V - 30V) \times 3\mu s/1.24A = 404\mu H$$

となり、入手可能な近い値として $390\mu H$ とします。

3. 帰還アンプのループフィルタの設定

R2A20134EVB-NN1E の周波数特性を図に示します。

本制御は、カレントモード（一次遅れ系）なので安定に動作しますが、力率を改善するために、AC 周波数 $f_{LINE} = 50 \sim 60Hz$ の2倍 ($100 \sim 120Hz$) 以下でループゲインが $0dB$ となるように下図の CEO を設定することを推奨します。

また、FB 端子に、CR フィルタ (C_{f1} , R_{f1}) を挿入し、CR フィルタの極 p_0 を最低スイッチング周波数 f_{MIN} 以下とすることで、広い入力電圧範囲で出力電流を一定に保つことができます。

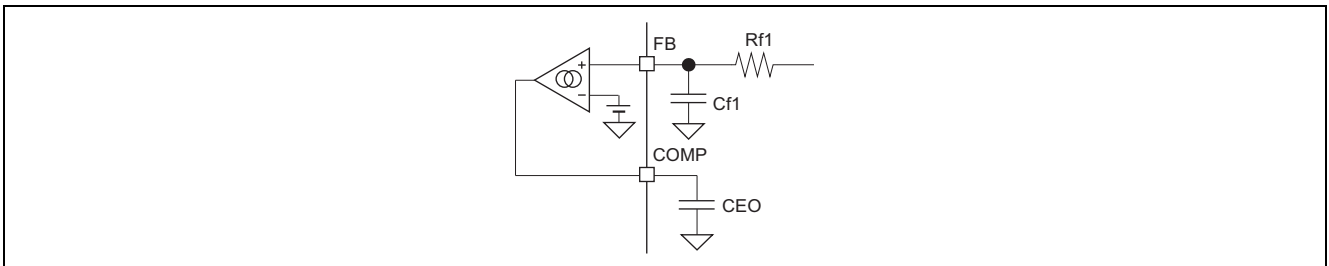


図 5.1 FB, COMP 外付け回路

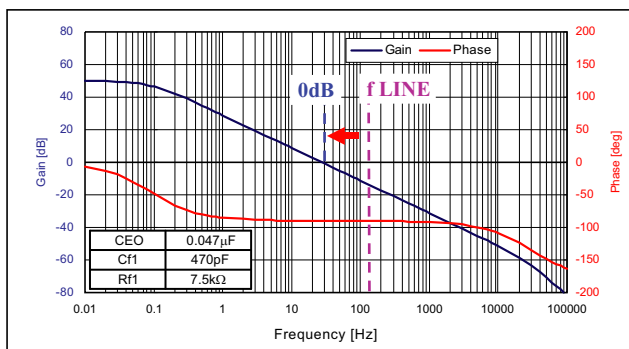


図 5.2 R2A20134EVB-NN1E の周波数特性

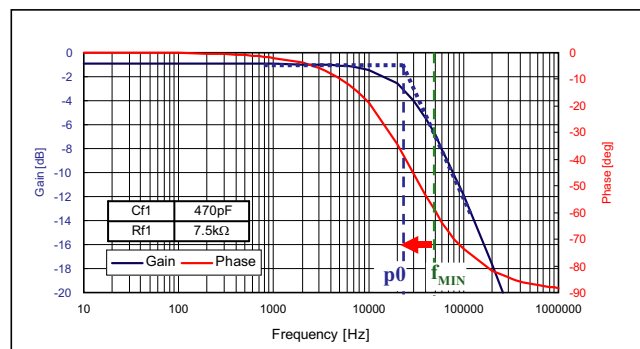
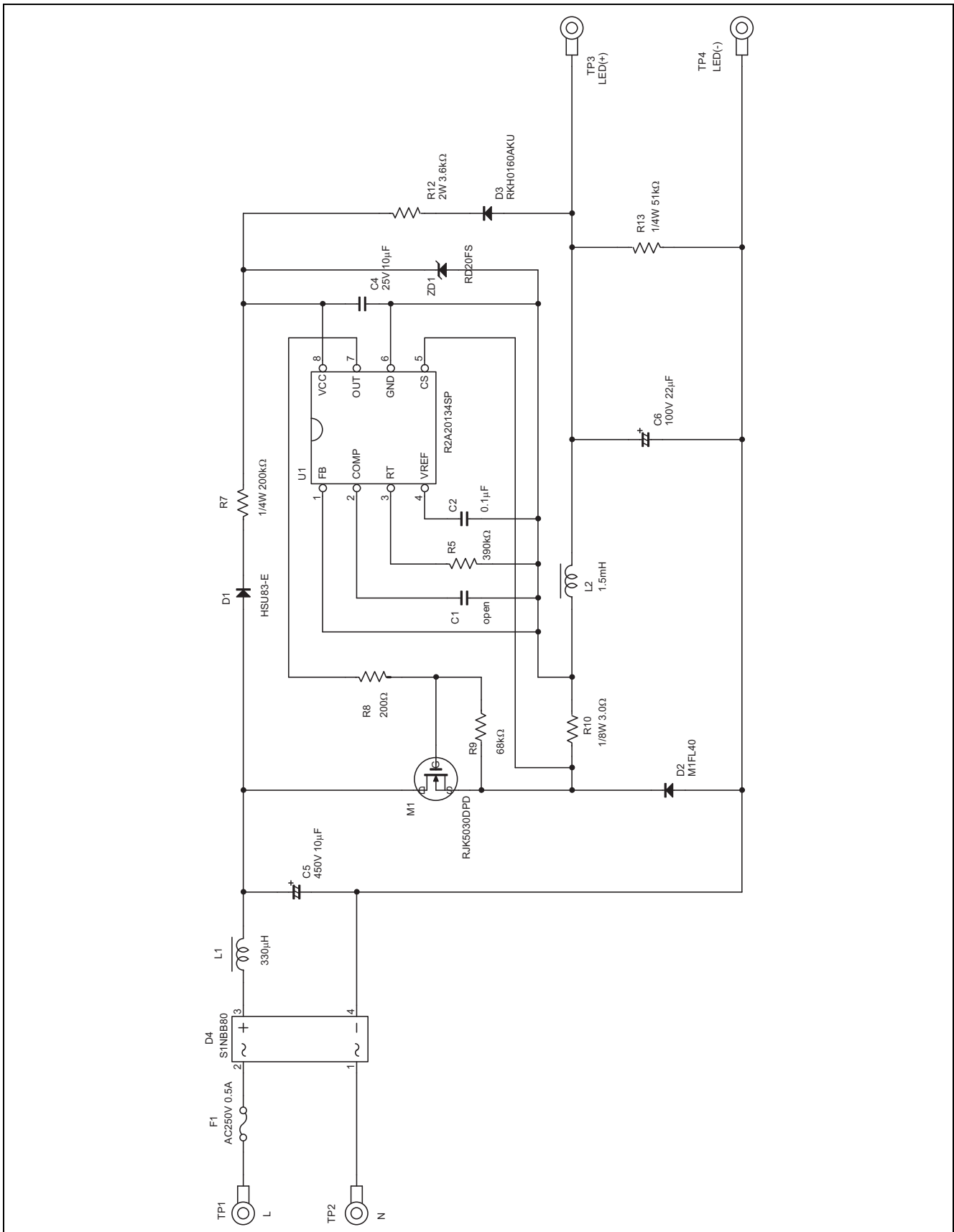


図 5.3 FB 端子 CR フィルタの周波数特性

5.3 R2A20134EVB-NN1P (非絶縁、調光無し、ピーク電流制御、降圧)

5.3.1 R2A20134EVB-NN1P 回路図

【注】 基板は R2A20134EVB-NN1E と同じ基板を使用し、部品と結線を変更したものです。



5.3.2 R2A20134EVB-NN1P 部品リスト

【注】 基板は R2A20134EVB-NN1E と同じ物を使用し、部品と結線を変更したものです。

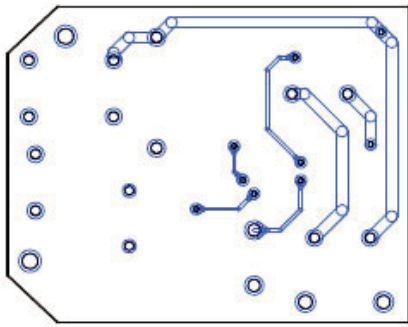
| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|--------------------|---------------------|---|--------|-------|-------------|----------|
| | P.C.B | R2A20134EVB | 1 | | | | NN1E を流用 |
| U1 | IC | R2A20134SP | 1 | | | Renesas | |
| M1 | MOSFET | RJK5030DPD | 1 | 500V | 1.6Ω | Renesas | |
| D1 | Switching diode | HSU83-E | 1 | 250V | 100mA | Renesas | |
| D2 | FRD | M1FL40 | 1 | 400V | 1.5A | Shindengen | |
| D3 | FRD | RKS160AKU | 1 | 600V | 100mA | Renesas | |
| D4 | Diode bridge | S1NBB80 | 1 | 800V | 1A | Shindengen | |
| ZD1 | Zener diode | RD20FS | 1 | 20V | 1W | Renesas | |
| L1 | Choke coil | #8RDB-331K | 1 | 330μH | 200mA | Toko | |
| L2 | Choke coil | 13RHBP A7502HY-152M | 1 | 1.5mH | 400mA | Toko | |
| C1 | Ceramic capacitor | open | | | | | |
| C2 | Ceramic capacitor | GRM188B31H104K | 1 | 0.1μF | 50V | Murata | |
| C3 | short | | 1 | | | | |
| C4 | Ceramic capacitor | GRM32EB31E226KE15B | 1 | 10μF | 25V | Murata | |
| C5 | Chemical capacitor | 450BXF10M10×16 | 1 | 10μF | 450V | Rubycon | |
| C6 | Chemical capacitor | 100YXJ22M6.3×11 | 1 | 22μF | 100V | Rubycon | |
| F1 | Fuse | HTS 500mA | 1 | 250V | 500mA | Skygate | |
| R1 | open | | | | | | |
| R2 | open | | | | | | |
| R3 | open | | | | | | |
| R4 | open | | | | | | |
| R5 | Resistor | 390kΩ | 1 | 390kΩ | 1/16W | | |
| R6 | open | | | | | | |
| R7 | Resistor | 200kΩ | 1 | 200kΩ | 1/4W | | 400V 耐圧 |
| R8 | Resistor | 200Ω | 1 | 200Ω | 1/16W | | |
| R9 | Resistor | 68kΩ | 1 | 68kΩ | 1/16W | | |
| R10 | Resistor | 3.0Ω | 1 | 3.0Ω | 1/8W | | 1% |
| R11 | None | | | | | | |
| R12 | Resistor | 3.6kΩ | 1 | 3.6kΩ | 2W | | |
| R13 | Resistor | 51kΩ | 1 | 51kΩ | 1/4W | | |
| TP1 | | | | | | | L |
| TP2 | | | | | | | N |
| TP3 | | | | | | | LED(+) |
| TP4 | | | | | | | LED(-) |

参考: $V_{in} = AC140 \sim 220V$, $V_f = 30V$, $I_{LED} = 400mA$ 仕様への変更部品リスト

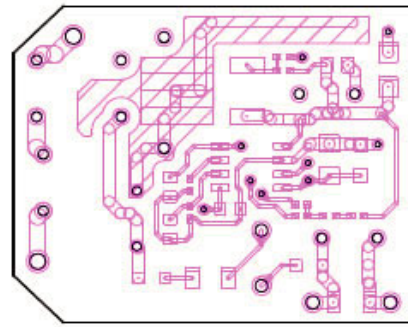
| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|--------------------|---------------------|---|--------|-------|-------------|---------|
| M1 | MOSFET | RJK6002DPD | 1 | 600V | 5.7Ω | Renesas | |
| D2 | FRD | CRF03 | 1 | 600V | 700mA | Toshiba | |
| L1 | Choke coil | RFS1317-394L | | 680μH | 800mA | Coil Craft | |
| C5 | Chemical capacitor | 450BXC4R7M10×16 | | 4.7μF | 450V | Rubycon | |
| C6 | Chemical capacitor | 050YXJ4R7M5×11 | | 4.7μF | 50V | Rubycon | |
| R7 | Resistor | RK73B 2B T TD 404 J | | 400kΩ | 1/4W | KOA | 400V 耐圧 |
| R8 | Resistor | MCR01MZPJ220 | | 22Ω | 1/16W | ROHM | |
| R10 | Resistor | RL1220S-R75-F | | 0.75Ω | 1/4W | Susumu | 1% |

【注】 AC220V 時には D2 M1FL40 を 500V 以上の物に変更する必要があります。

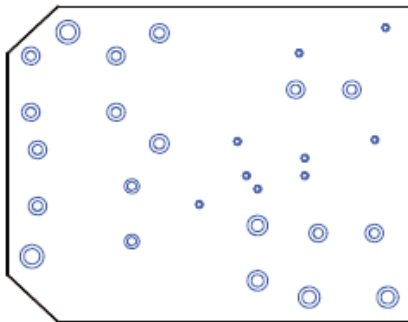
5.3.3 R2A20134EVB-NN1E, NN1P 共通ボード図面



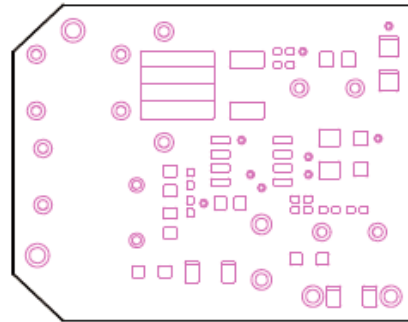
部品面 パターン図



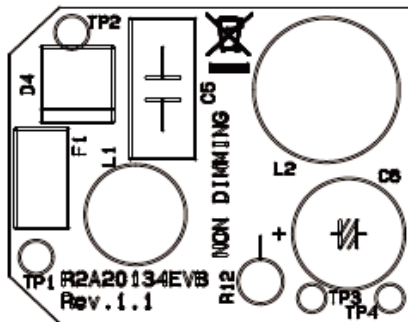
半田面 パターン図



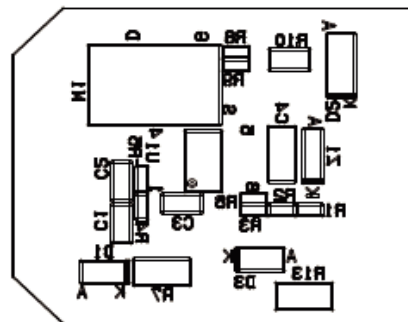
部品面 レジスト図



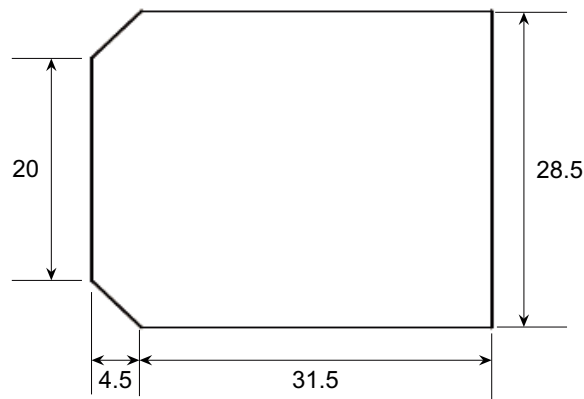
半田面 レジスト図



部品面 シルク図

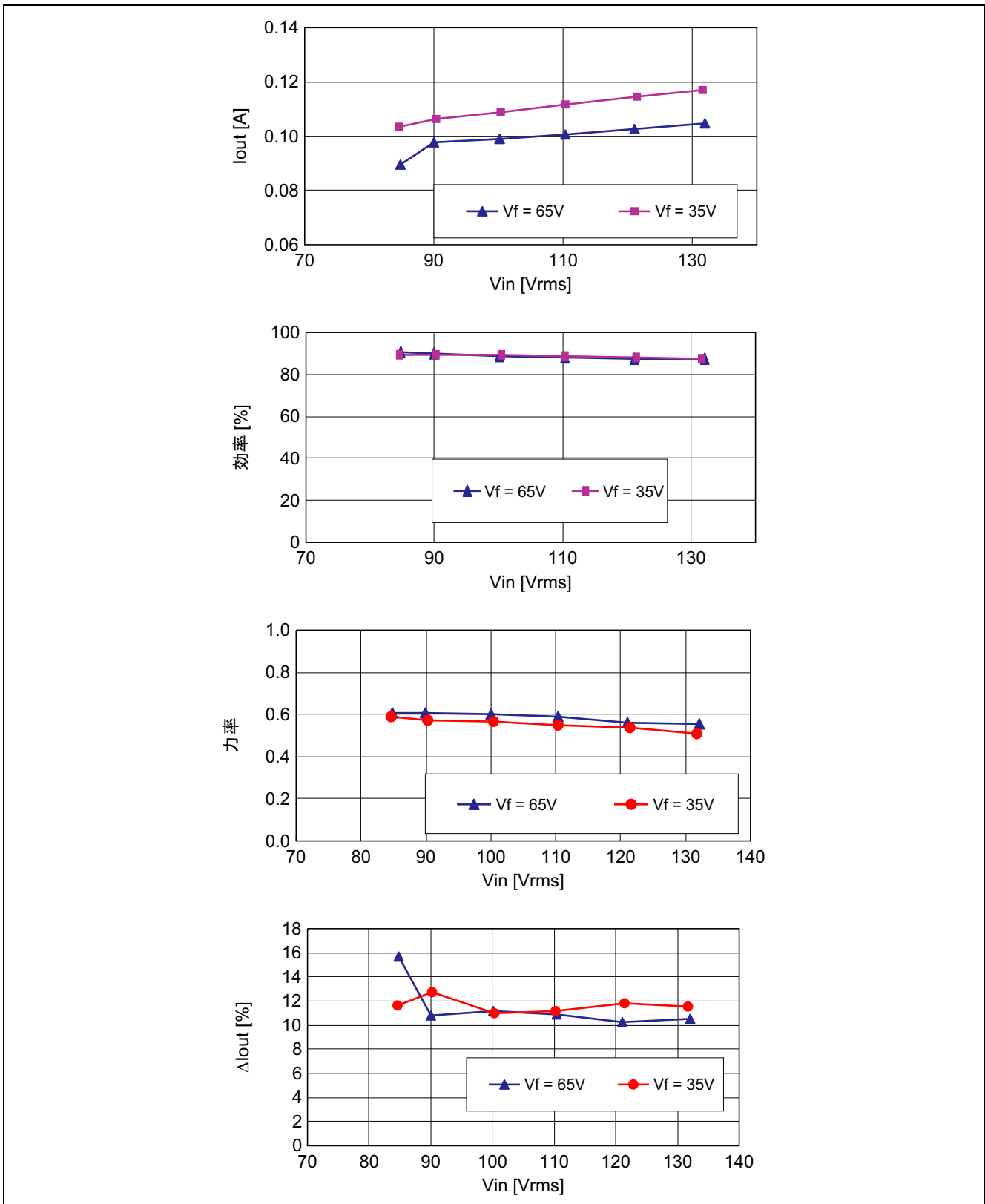


半田面 シルク図



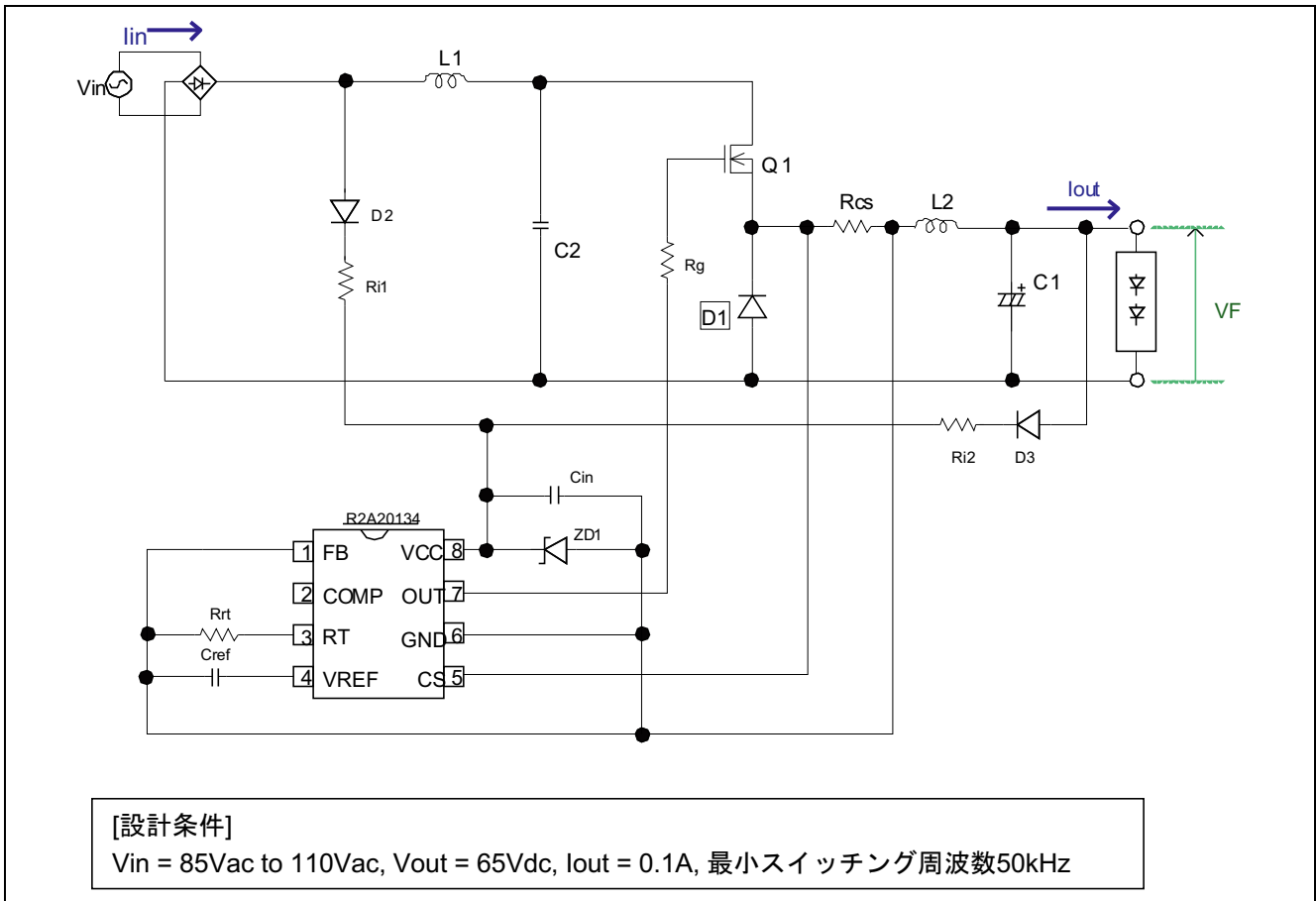
基板外形図

5.3.4 R2A20134EVB-NN1P ボード評価データ



5.3.5 R2A20134EVB-NN1P の動作説明と定数設定

【注】 基板は R2A20134EVB-NN1E と同じ物を使用し、部品と結線を変更したものです。



1. 電流臨界、ピーク電流制御でのインダクタ L の選定

<最小発振周波数の決定>

可聴周波数を避けるため、ここでは $50kHz$ とします。このときの周期は $T = T_{on} + T_{off} = 20\mu s$ となります。

<インダクタ L の決定>

また設計条件 $V_{out} = 65V$, $I_{out} = 100mA$ より、電流の変化量は $\Delta I = 2 \times I_{out} = 200mA$ となります。臨界モード動作なので最小発振周波数となるのは、入出力電位差が最少となる瞬間になります。

この入出力電圧を、IC が動作できる電圧を下回らない範囲で、 $20V$ とすると

$T_{on} = L \times \Delta I / (V_{in} - V_{out})$ また $T_{off} = L \times \Delta I / V_{out}$ なので $T = L \times \Delta I \times V_{in} / (V_{out} \times (V_{in} - V_{out}))$ となり

これより $L = T / \Delta I \times V_{in} \times V_{out} \times (V_{in} - V_{out}) = 20\mu s / 200mA / 85V \times 65V \times 20V = 1.53mH$

インダクタ L は、温度上昇と磁気飽和を含めて $200mA$ を十分流すことのできる $1.5mH$ のものを選定します。

2. 電流臨界、ピーク電流制御での Rcs の選定

上記と同様に設計条件 $I_{out} = 100mA$ よりピーク電流値は $\Delta I = 2 \times I_{out} = 200mA$ 。

また、IC の内部コンパレータの基準電圧が $V_{cs} = 0.6V$ であることより電流検出抵抗は

$R_{cs} = 0.6V / 200mA = 3\Omega$

となります。

3. 入力容量 C2 の選定

<入力電力の見積もり>

入力電圧を整流した脈流波形が V_{out} を下回る期間は
 $\arcsin(V_{out}/(\sqrt{2} \times V_{ac}))/\pi = \arcsin(65/(1.414 \times 85))/3.14 \approx 0.182$
 より

$0.182 \times 2 \times 10\text{ms} = 3.64\text{ms}$ となります。

出力電力が $65\text{V} \times 100\text{mA} = 6.5\text{W}$ なので、回路の効率を 90% と仮定すると入力電力は $6.5/0.9 = 7.33\text{W}$ となります。

<入力容量 C2 の決定>

C2 の両端電圧の平均値をピーク電圧 ($85\text{Vac} \times \sqrt{2} = \text{約 } 120\text{V}$) と下限値 ($65\text{V} + 20\text{V} = 85\text{V}$) の中間として 103V とすると C2 が保持すべき電荷量 Q2 は

$$Q2 = 7.33\text{W}/103\text{V} \times 3.64\text{ms} = 0.26\text{mC}$$

この電荷量での電位降下を $120 - 85 = 35\text{V}$ 以内に抑える必要があるので C2 は $C = Q/V$ より $C2 = 0.26\text{mC}/35\text{V} = 7.4\mu\text{F}$ 以上必要であることがわかります。

これに、許容誤差等を考慮して $10\mu\text{F}$ を選定します。

4. 最小 RAMP 周波数設定抵抗 R_{rt} の選定

<MOSFET の ON 期間の試算>

電流臨界、ピーク電流制御の場合、

$$V = L \cdot di/dt \text{ の式より } \Delta I = (V_{in} - V_{out})/L \times T_{on}$$

設計条件より $\Delta I = 2 \times I_{out} = 200\text{mA}$ ですので、 $T_{on} = 200\text{mA} \times 1.5\text{mH}/65\text{V} \approx 4.6\mu\text{s}$ となります。

<周波数設定抵抗 R_{rt} の選定>

$4.6\mu\text{s}$ 以上の T_{on} を確保するためにはランプチャージ電流の設定値は

$$V = Q/C = T_{on} \times I_{rt}/C, I_{rt} = V \times C/T_{on}$$

ピーク電流制御の場合は COMP 電圧は 4V でクランプされているので Ramp 電圧に加算される 1V を引いて $V = 3\text{V}$ 。

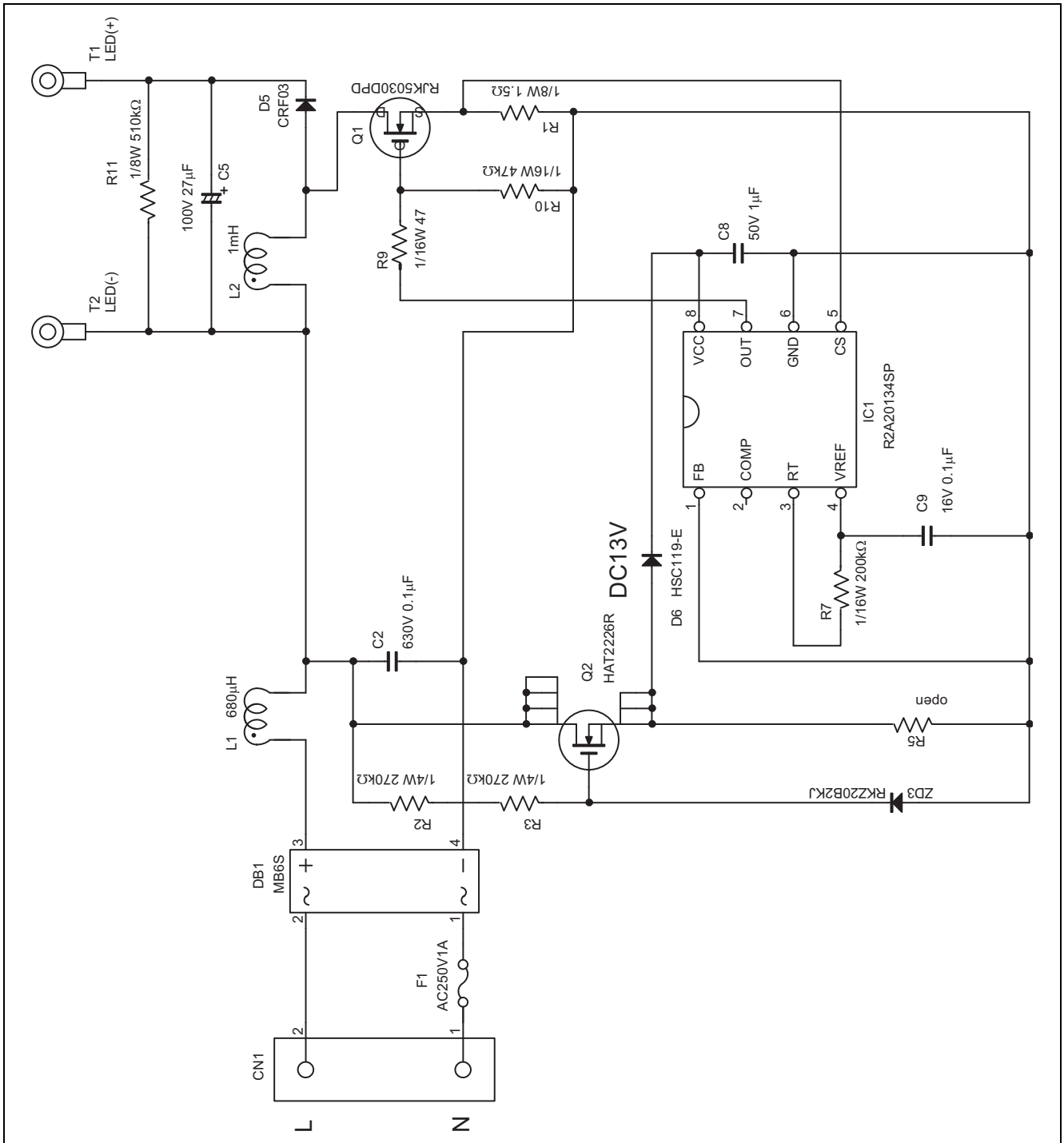
また、内部容量 $C = 10\text{pF}$ 、カレントミラー回路の倍率が $1/10$ なので

$$I_{rt} = 3\text{V} \times 10\text{pF}/(4.6\mu\text{s} \times 10) \approx 65 \mu\text{A}$$

これより $R_{rt} = V_{rt}/I_{rt} = 2\text{V}/0.65\mu\text{A} \approx 30.8\text{k}\Omega$ 以上が必要になります。

5.4 R2A20134EVB-NN2 (非絶縁、調光無し、ピーク電流制御、バックブースト)

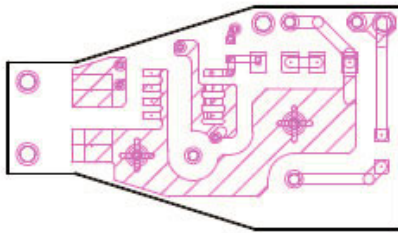
5.4.1 R2A20134EVB-NN2 回路図 (Vin = 85-132Vrms, Iout = 0.12A, VF = 30V)



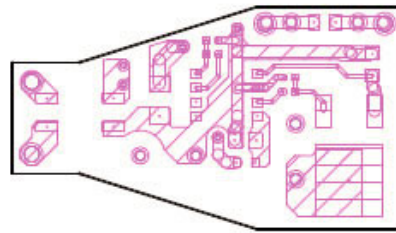
5.4.2 R2A20134EVB-NN2 部品リスト

| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|--------------------|--------------------|----|---------|----------|-----------------|-----------------|
| IC1 | IC | R2A20134SP | 1 | | | Renesas | |
| Q1 | MOSFET | RJK5030DPD | 1 | 500V | 1.6Ω max | Renesas | |
| Q2 | MOSFET | HAT2226 | 1 | 600V | 52Ω | Renesas | |
| DB1 | Bridge diode | MB6S | 1 | 420Vrms | 0.5A | | |
| D5 | FRD | CRF03 | 1 | 600V | 0.8A | Toshiba | |
| D6 | Diode | HSC119-E | 1 | | | Renesas | |
| ZD3 | Zener diode | RKZ20B2KJ | 1 | 20V | | Renesas | |
| C2 | Ceramic capacitor | RDER72J104K8K1C11B | 1 | 630V | 0.1μF | Murata | |
| C5 | Chemical capacitor | EKY-800ELL270MHB5D | 1 | 100V | 27μF | Nippon Chemical | φ8×11.5 |
| C8 | Ceramic capacitor | GRM21BR71H105KA12L | 1 | 50V | 1μF | Murata | 2012 size |
| C9 | Ceramic capacitor | GRM155R71C104KA88J | 1 | 16V | 0.1μF | Murata | 1005 size |
| R1 | Resistor | RK73H2ATTD1R5F | 1 | 1/8W | 1.5Ω | KOA | 2012 size 1% |
| R2 | Resistor | RK73B3ATTD274J | 1 | 1/4W | 270kΩ | KOA | 3216 size |
| R3 | Resistor | RK73B3ATTD274J | 1 | 1/4W | 270kΩ | KOA | 3216 size |
| R7 | Resistor | RK73B1ETTD204J | 1 | 1/16W | 200kΩ | KOA | 1005 size |
| R9 | Resistor | RK73B1ETTD470 | 1 | 1/16W | 47Ω | KOA | 1005 size |
| R10 | Resistor | RK73B1ETTD473J | 1 | 1/16W | 47kΩ | KOA | 1005 size |
| R11 | Resistor | RK73B2ATTD514J | 1 | 1/8W | 510kΩ | KOA | 2012 size |
| L1 | Coil | LQH55DN681M03 | 1 | | 680μH | Murata | |
| L2 | Choke coil | RP1315B-102M | 1 | | 1mH | Sumida | |
| | | A7503CY-102M | or | | | Toko | |

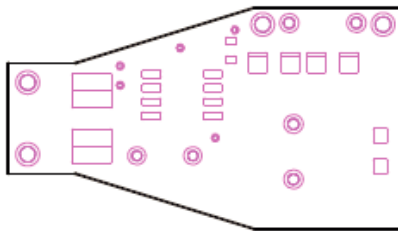
5.4.3 R2A20134EVB-NN2 ボード図面



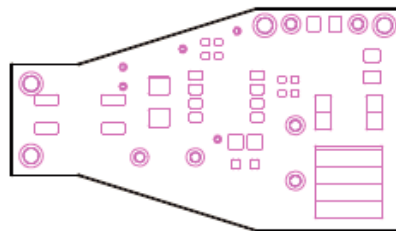
部品面 パターン図



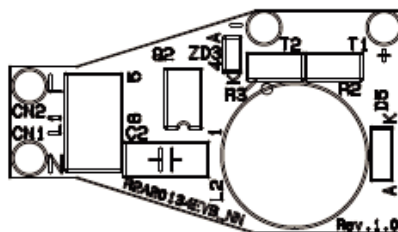
半田面 パターン図



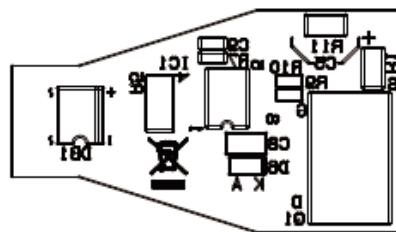
部品面 レジスト図



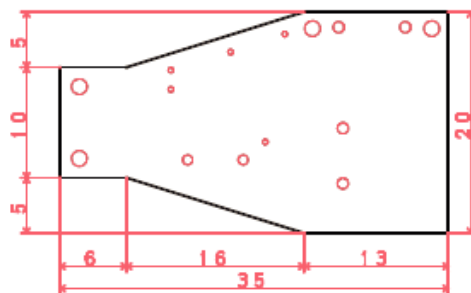
半田面 レジスト図



部品面 シルク図

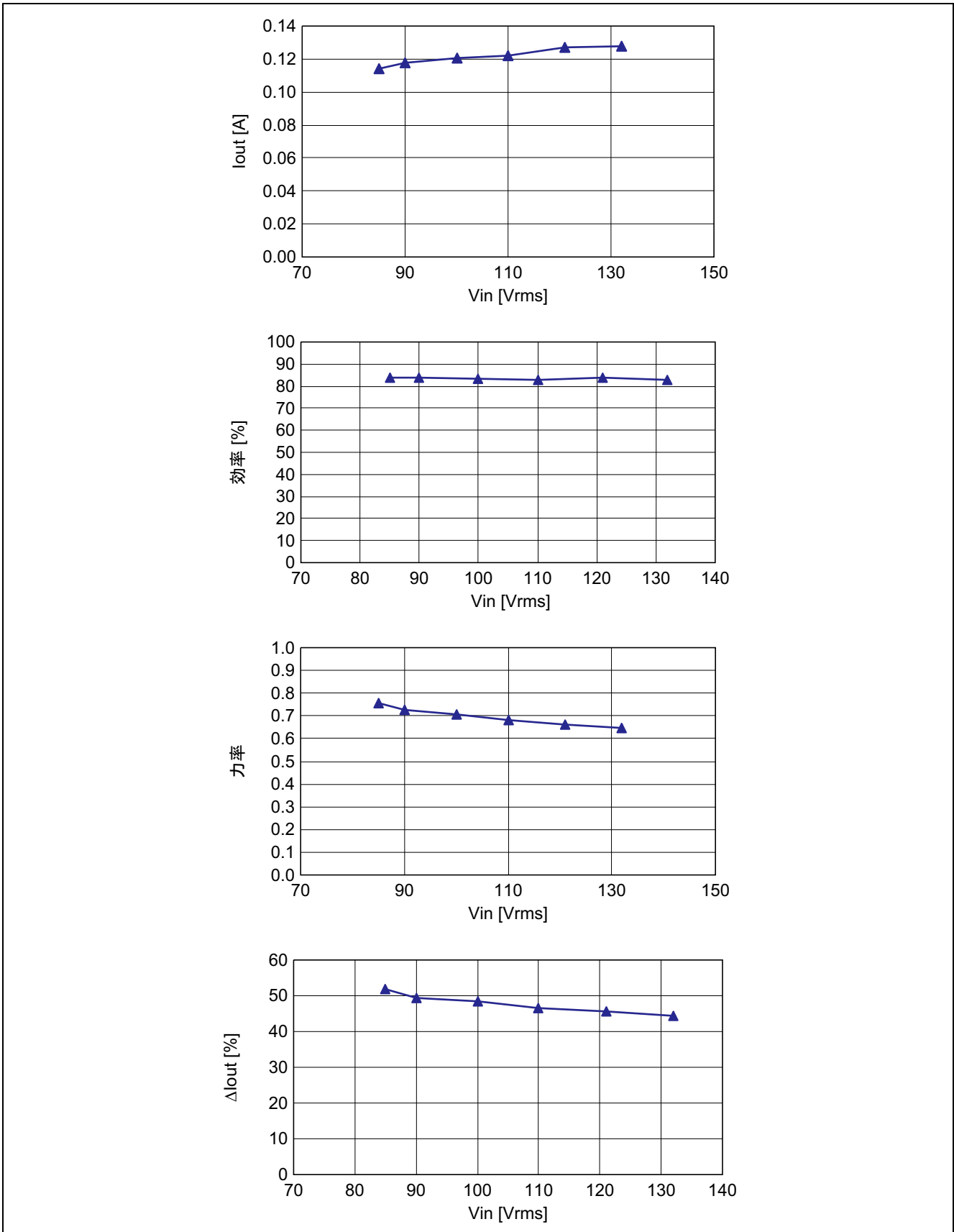


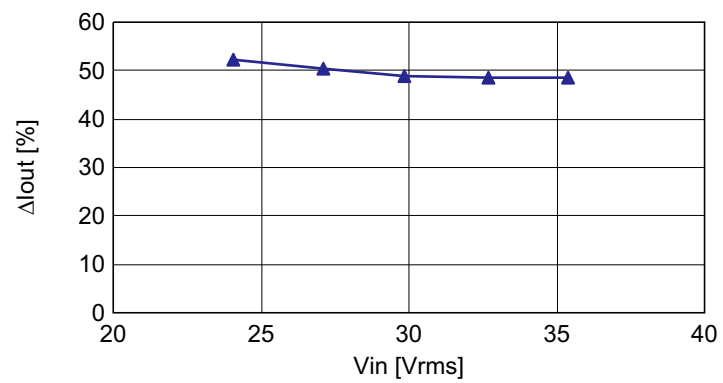
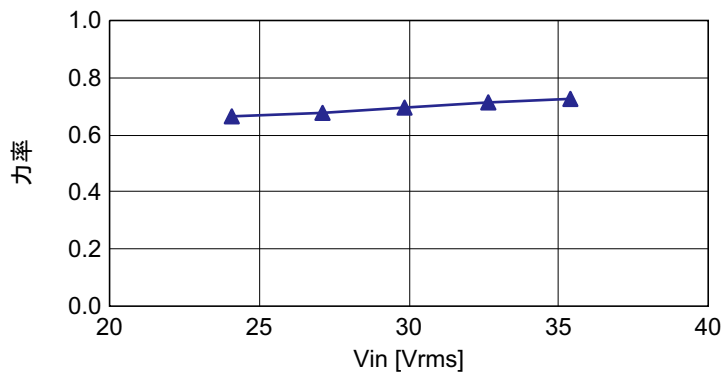
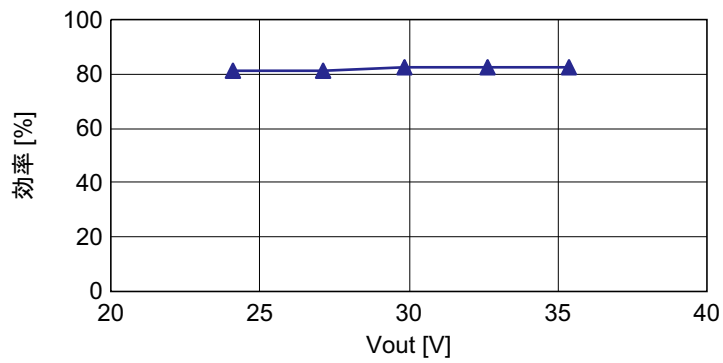
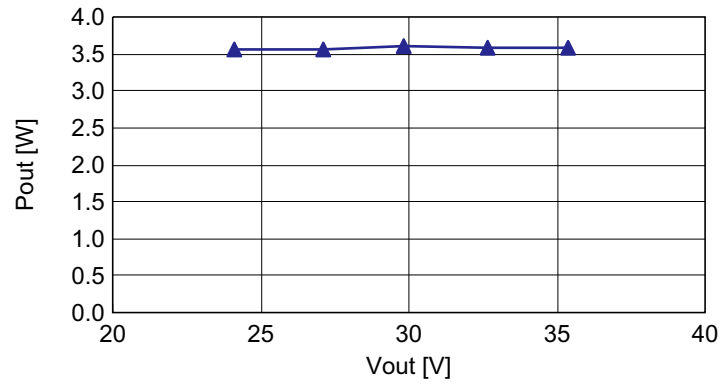
半田面 シルク図



基板外形図

5.4.4 R2A20134EVB-NN2 ボード評価データ





5.4.5 R2A20134EVB-NN2 の定数決定方法

[設計条件]

$V_{in} = 85V_{ac} \sim 132V_{ac}$, $V_{out} = 30V_{dc}$, $I_{out} = 0.12A$

周波数固定、ピーク電流制御の場合、入力電力を一定とする制御方式となります。

【注】 入力電力一定制御の場合、インダクタに流れる電流は不連続となります。

1. 固定周波数モード^{*}での、周波数設定用抵抗 R_{rt} の決定方法

<固定発振周波の選定>

可聴周波数帯を避けるため、ここでは 50kHz とします。

<発振周波数設定抵抗 R_{rt} の選定>

3.4 項の式

$$f_{out} [\text{kHz}] = \frac{1}{(100 \times 10^{-9} \times R_{rt}) + (450 \times 10^{-6})}$$

より $R_{rt} = 195.5k\Omega$ と計算され、 $R_{rt} = 200k\Omega$ とします。この時の周波数は 48.9kHz となります。

<インダクタ L の選定>

入力電力一定制御動作はインダクタ電流が不連続であるため、まず臨界条件を求めます。

最も厳しい条件として、 V_{in} の最小値を 80V、 V_{out} の最小値を 30V とすると、Duty は

$$V_{out}/(V_{in} + V_{out}) = 30/(80 + 30) = 0.273$$

【注】 V_{in} 最小、 V_{out} 最小の条件で Duty が 50% を超える場合は以下の計算は Duty 50% として求める。

周波数が 48.9kHz であるから、 $T_{on} = 0.273/48.9\text{kHz} = 5.58\mu\text{s}$

$V_{in} = 80V$ $P_{in} = 4W$ とすると $I_{in(ave)} = 4/80 = 50\text{mA}$ となり $I_{in(peak)} = I_{in(ave)} \times 2/\text{Duty} = 367\text{mA}$

これより、 $L = V_{in} \times T_{on}/I_{in(peak)} = 1.2\text{mH}$ 以下

許容誤差等を考慮して標準的なインダクタンスのラインナップより 1mH を選択します。

<電流検出抵抗 R_{cs} の選定>

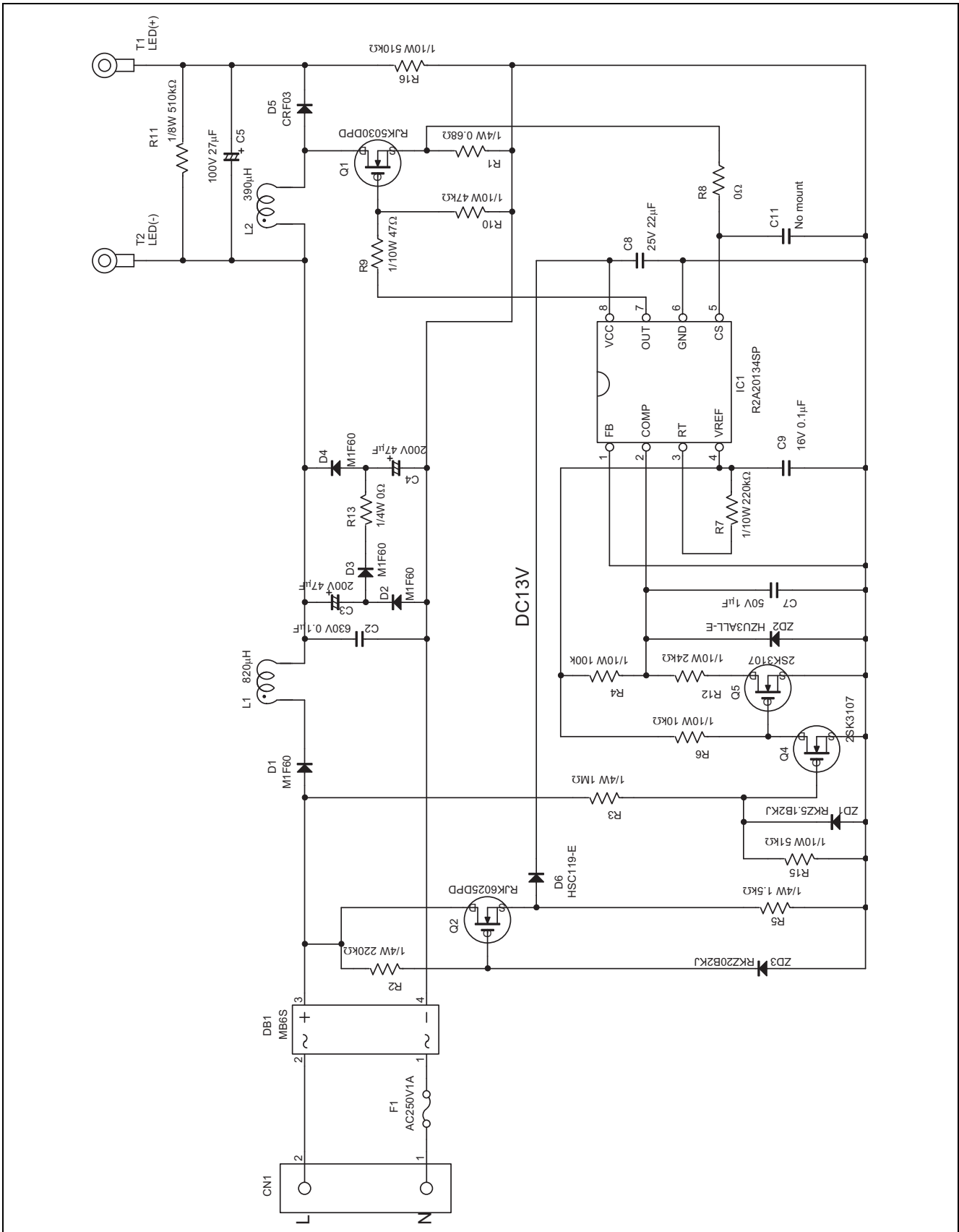
$$I_{in(peak)} = \sqrt{(P_{in} \times 2 \times T/L)} = \sqrt{(4W \times 2/48.9\text{kHz}/1\text{mH})} = 404\text{mA}$$

$V_{cs} = 0.6V$ より $R_{cs} = 1.5\Omega$ とする。

5.5 R2A20134EVB-ND (非絶縁、調光有り、ピーク電流制御、バックブースト)

5.5.1 R2A20134EVB-ND 回路図

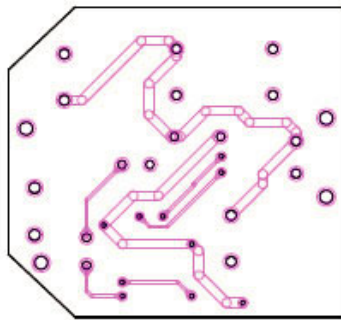
(Vin = 85-132Vrms, Iout = 0.24A, VF = 30V, プリーダ電流 11mA)



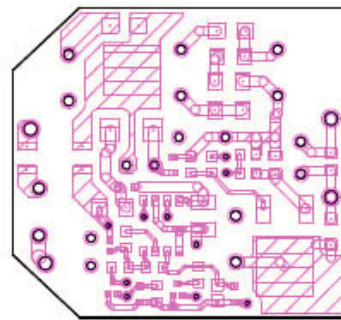
5.5.2 R2A20134EVB-ND 部品リスト

| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|--------------------|--------------------|---|---------|----------|-------------|-------------------|
| IC1 | IC | R2A20134SP | 1 | | | Renesas | |
| Q1 | MOSFET | RJK5030DPD | 1 | 500V | 1.6Ω max | Renesas | |
| Q2 | MOSFET | RJK6025DPD | 1 | 600V | | Renesas | |
| Q4 | MOSFET | 2SK3107 | 1 | 30V | 8Ω | Renesas | |
| Q5 | MOSFET | 2SK3107 | 1 | 30V | 8Ω | Renesas | |
| DB1 | Bridge diode | MB6S | 1 | 420Vrms | 0.5A | | |
| D1 | Diode | M1F60 | 1 | 600V | 1A | Shindengen | |
| D2 | Diode | M1F60 | 1 | 600V | 1A | Shindengen | |
| D3 | Diode | M1F60 | 1 | 600V | 1A | Shindengen | |
| D4 | Diode | M1F60 | 1 | 600V | 1A | Shindengen | |
| D5 | FRD | CRF03 | 1 | 600V | 0.7A | Toshiba | |
| D6 | Diode | HSC119-E | 1 | 80V | 100mA | Renesas | |
| ZD1 | Zener diode | RKZ5.1B2KJ | 1 | 5V | | Renesas | |
| ZD2 | Zener diode | HZU3ALL-E | 1 | | | Renesas | |
| ZD3 | Zener diode | RKZ20B2KJ | 1 | 20V | | Renesas | |
| C2 | Ceramic capacitor | RDER72J104K8K1C11B | 1 | 630V | 0.1μF | Murata | |
| C3 | Chemical capacitor | UCY2D470MPD | 1 | 200V | 47μF | Nichicon | 105°C, 10φ×20 |
| C4 | Chemical capacitor | UCY2D470MPD | 1 | 200V | 47μF | Nichicon | 105°C, 10φ×20 |
| C5 | Chemical capacitor | 100VYXJ27uF6.3×11 | 1 | 100V | 27μF | Rubycon | 105°C, 6.3φ×11 |
| C7 | Ceramic capacitor | GRM21BR71H105KA12L | 1 | 50V | 1μF | Murata | 2012 size |
| C8 | Ceramic capacitor | GRM32EC81E226KE15L | 1 | 25V | 22μF | Murata | 3225 size |
| C9 | Ceramic capacitor | GRM155R71C104KA88J | 1 | 16V | 0.1μF | Murata | 1005 size |
| C11 | Ceramic capacitor | — | | — | | | No mount |
| R1 | Resistor | SR732ATTD68F | 1 | 1/4W | 0.68Ω | KOA | 2012 size 1% |
| R2 | Resistor | RCR25C224J | 1 | 1/4W | 220kΩ | KOA | High voltage |
| R3 | Resistor | RCR25C105J | 1 | 1/4W | 1MΩ | KOA | High voltage |
| R4 | Resistor | RK73B1JTDD104J | 1 | 1/10W | 100kΩ | KOA | 1608 size |
| R5 | Resistor | RK73B3ATDD152J | 1 | 1/4W | 1.5kΩ | KOA | 3216 size |
| R6 | Resistor | RK73B1JTDD103J | 1 | 1/10W | 10kΩ | KOA | 1608 size |
| R7 | Resistor | RK73B1JTDD204J | 1 | 1/10W | 200kΩ | KOA | 1608 size |
| R8 | Resistor | RK73Z1JTDD | 1 | 1A | 0Ω | KOA | 1608 size |
| R9 | Resistor | RK73B1JTDD470J | 1 | 1/10W | 47Ω | KOA | 1608 size |
| R10 | Resistor | RK73B1JTDD473J | 1 | 1/10W | 47kΩ | KOA | 1608 size |
| R11 | Resistor | RK73B2ATDD514J | 1 | 1/8W | 510kΩ | KOA | 2112 size |
| R12 | Resistor | RK73B1JTDD243J | 1 | 1/10W | 24kΩ | KOA | 1608 size |
| R13 | Resistor | jumper chip | 1 | | 0Ω | KOA | 3216 size |
| R15 | Resistor | RK73B1JTDD513J | 1 | 1/10W | 51kΩ | KOA | 1608 size |
| R16 | Resistor | RK73B1JTDD514J | 1 | 1/10W | 510kΩ | KOA | 1608 size |
| L1 | Coil | RCH875-821K | 1 | | 820μH | Sumida | |
| L2 | Choke coil | RCP1317NP-391L | 1 | | 390μH | Sumida | |
| F1 | Fuse | HTS1A | 1 | AC250V | 1A | Skygate | |

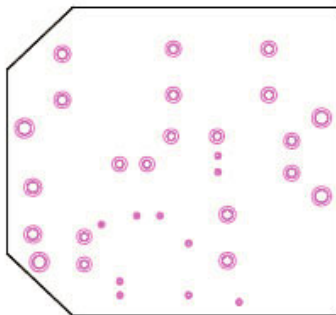
5.5.3 R2A20134EVB-NN2 ボード図面



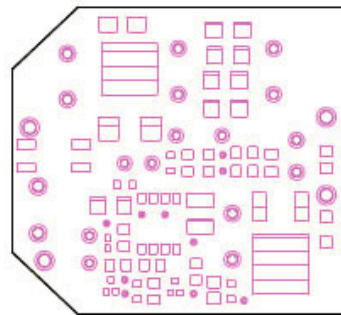
部品面 パターン図



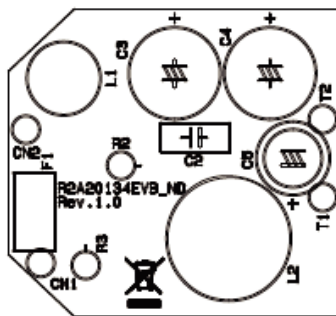
半田面 パターン図



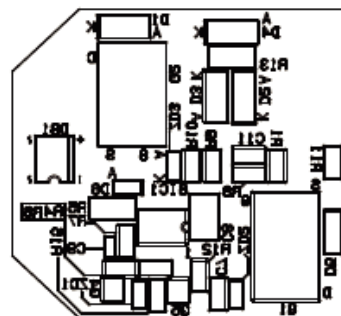
部品面 レジスト図



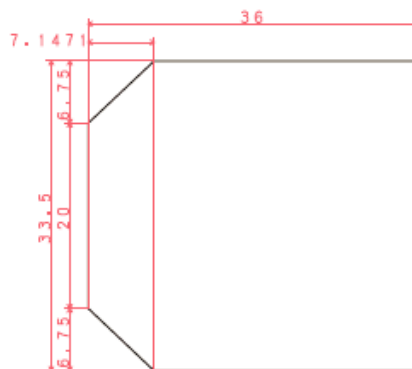
半田面 レジスト図



部品面 シルク図

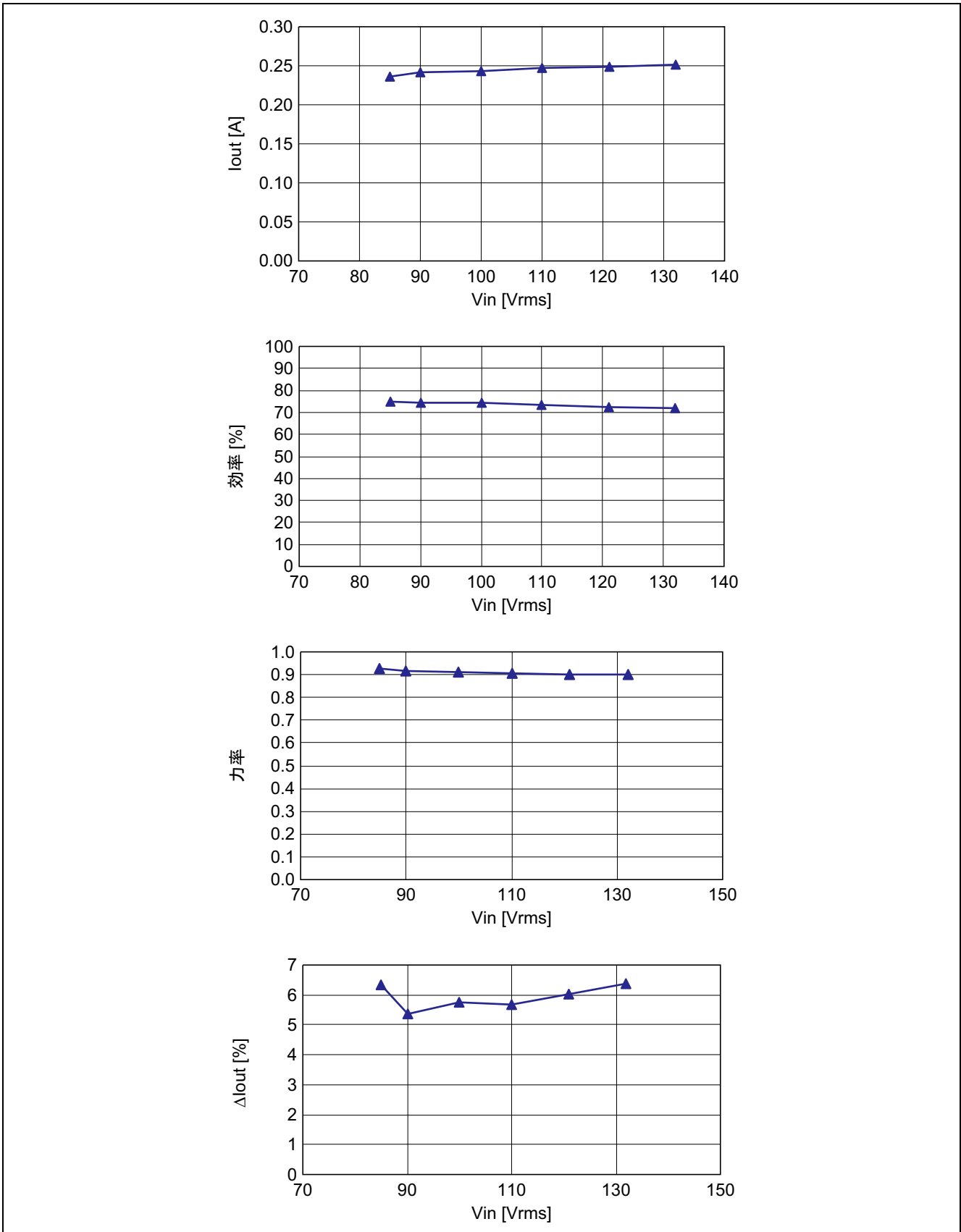


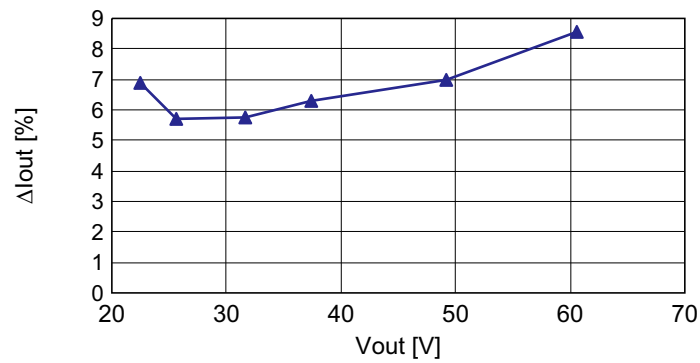
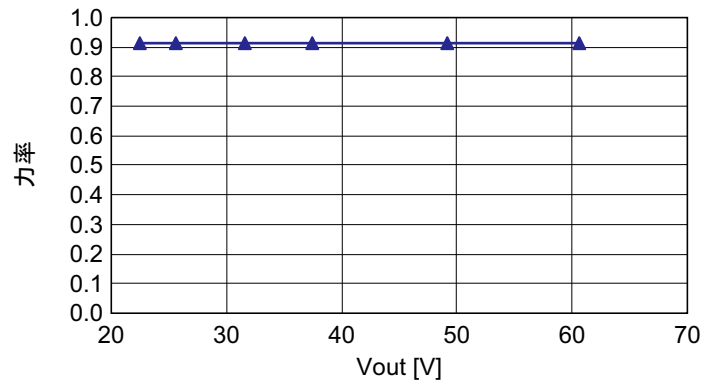
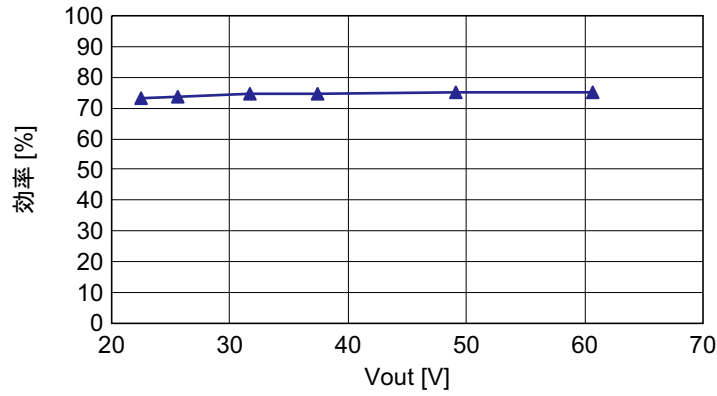
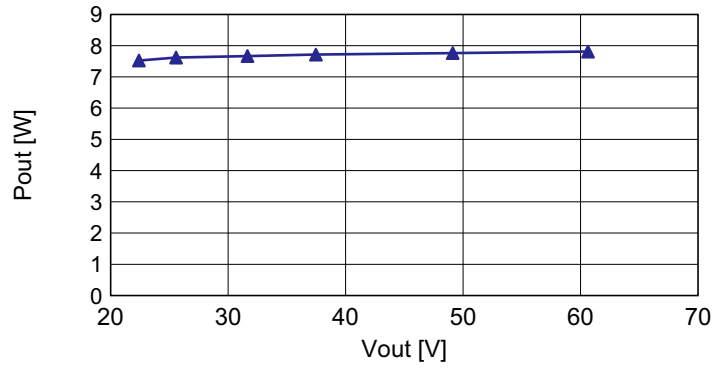
半田面 シルク図



基板外形図

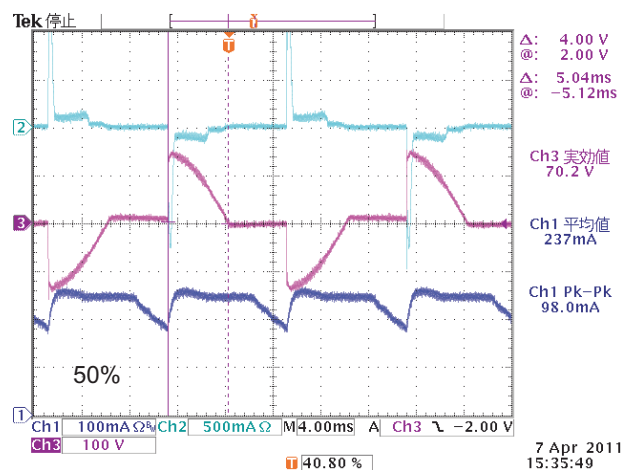
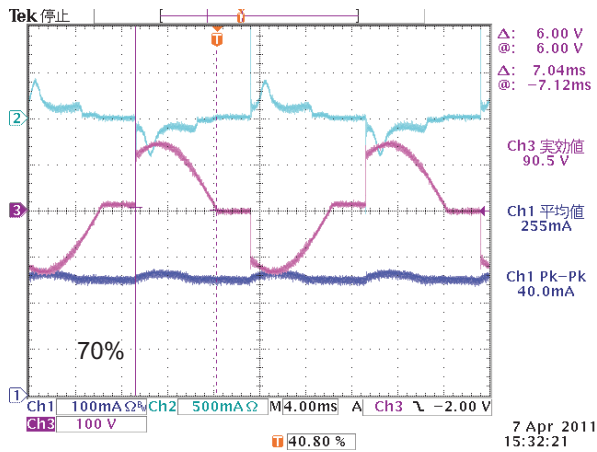
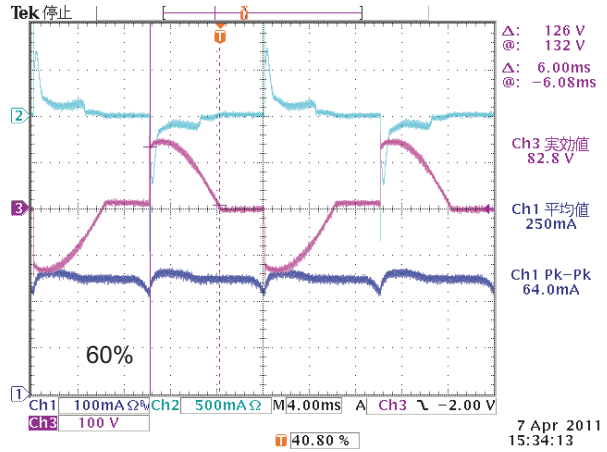
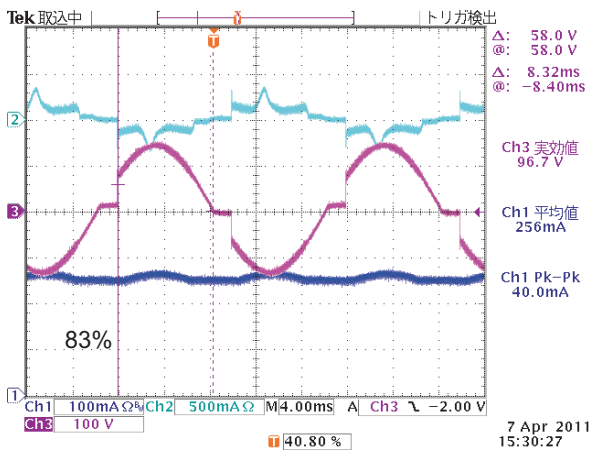
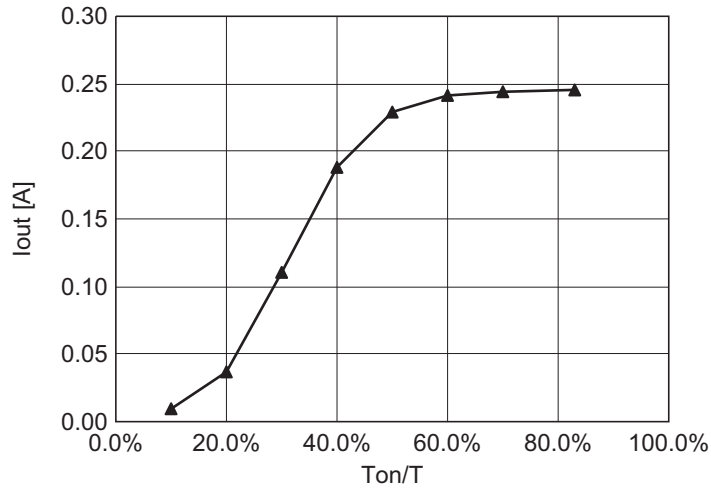
5.5.4 R2A20134EVB-ND 特性データ (ブリーダ電流 11mA 時)

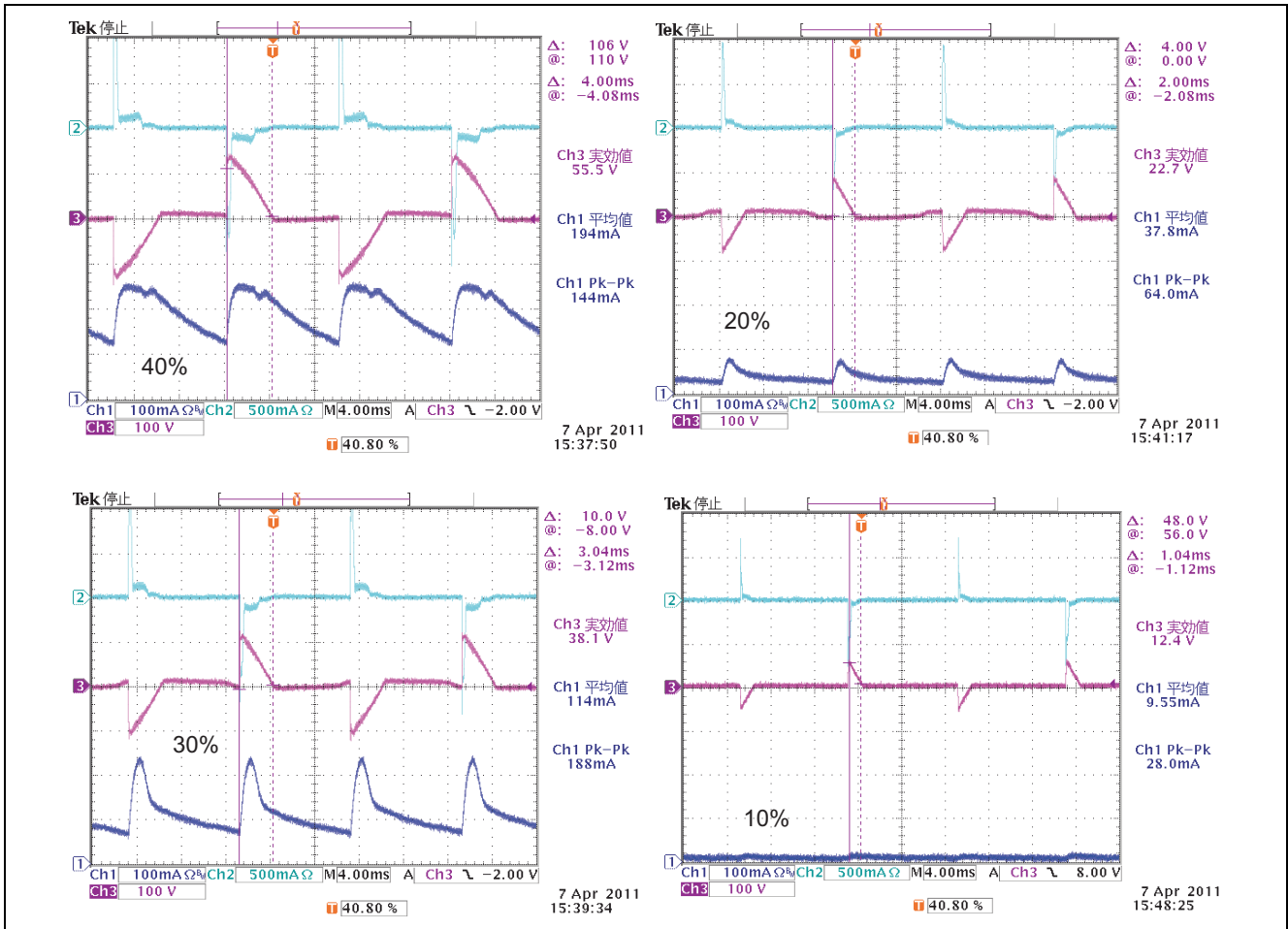




5.5.5 R2A20134EVB-ND 特性データ

($V_{in} = 85\text{--}132\text{Vrms}$, $I_{out} = 0.24\text{A}$, $V_F = 30\text{V}$, ブリーダ電流 20mA 時)





5.5.6 R2A20134EVB-ND の動作説明と定数の決定方法

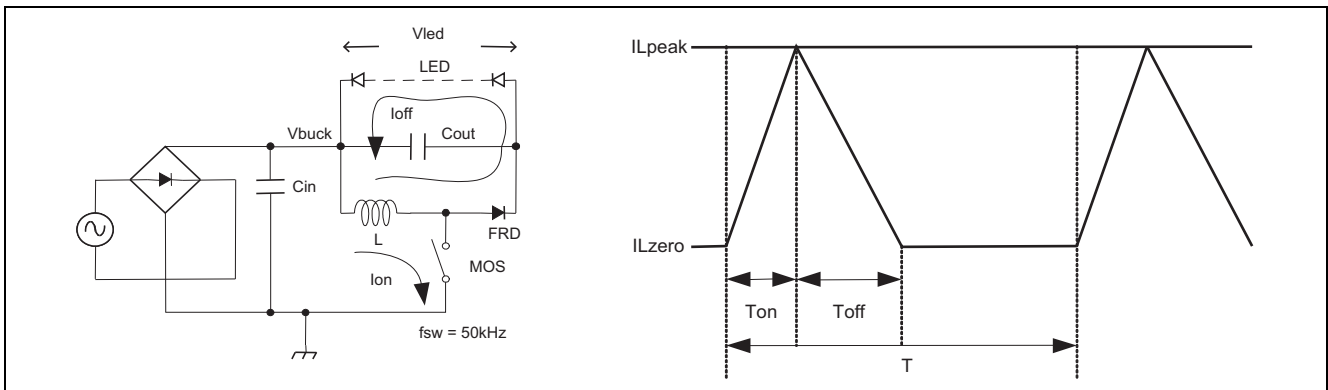
[設計条件]

Vin = 85Vac ~ 132Vac, Vout = 30Vdc, Iout = 0.24A

1. 固定周波数モード^{*}での、周波数設定用抵抗 Rrt、インダクタ L の決定方法
調光回路以外の回路の各定数の決定方法は R2A20134EVB-NN2 と同一ですので、第 5.4.4 項をご参照ください。
2. TRIAC 調光対応回路の動作と定数決定方法

<R2A20134SP によるピークカレント制御動作の説明>

バックブースト不連続モードのシステム図とインダクタ電流 (IL) のタイミング図を示します。



R2A 20134 は周波数固定、ピークカレントモードで動作するので MOS がオン期間 (Ton) のとき、IL は MOS を介して GND へ流れ ILzero から ILpeak まで上昇し MOS がオフ期間 (Toff) のとき、IL は FRD を介して LED へ流れ ILpeak から ILzero まで下降します。したがって、Cout で平滑化された LED の平均電流 Iout(ave.)は

$$I_{out(ave.)} = 0.5 \times T_{off}/T \times I_{Lpeak}$$

となり、 $T_{off} = L \times I_{Lpeak}/V_{led}$ であるので

$$I_{out(ave.)} = 0.5 \times L \times I_{Lpeak}^2 / (V_{led} \times T)$$

となります。

評価ボードでは $V_{led} = 70V$, $L = 1mH$, $f_{sw} = 47kHz$ ($T = 21.3\mu s$)なので

$$I_{out(ave.)} = 0.335 I_{Lpeak}^2$$

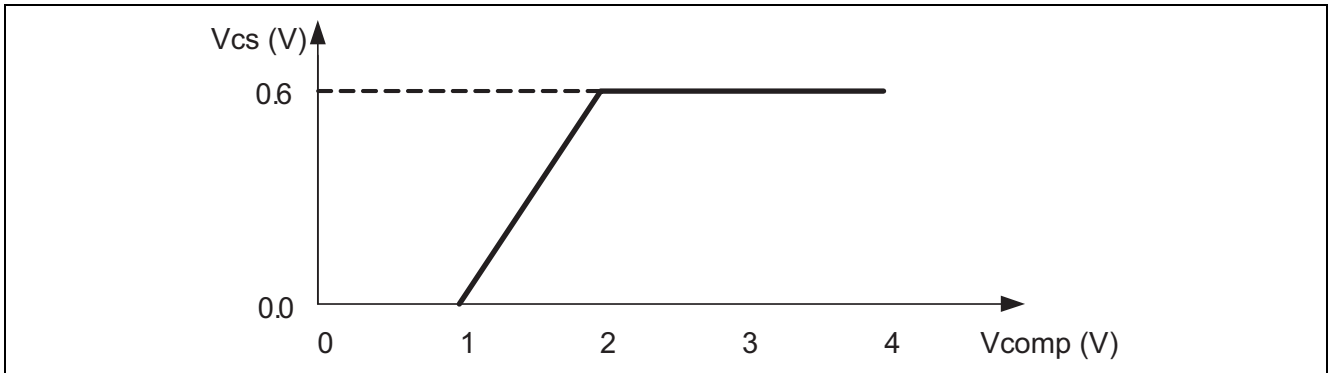
となります。

R2A20134 はこの I_{Lpeak} が一定となるように制御を行います。

<R2A20134SP の COMP 端子電圧制御による調光制御>

R2A20134SP の COMP 端子開放時の電圧 V_{comp} は、周波数固定ピークカレントモードの場合、内部ツェナーダイオードによって $4.1V_{typ}$ にクランプされています。

V_{comp} が 2 ~ 4V の範囲では、ピークカレント検出レベルは開放時と同レベルですが、2V 以下になるとその検出レベルは下がり、1V 以下で検出 OFF となります。



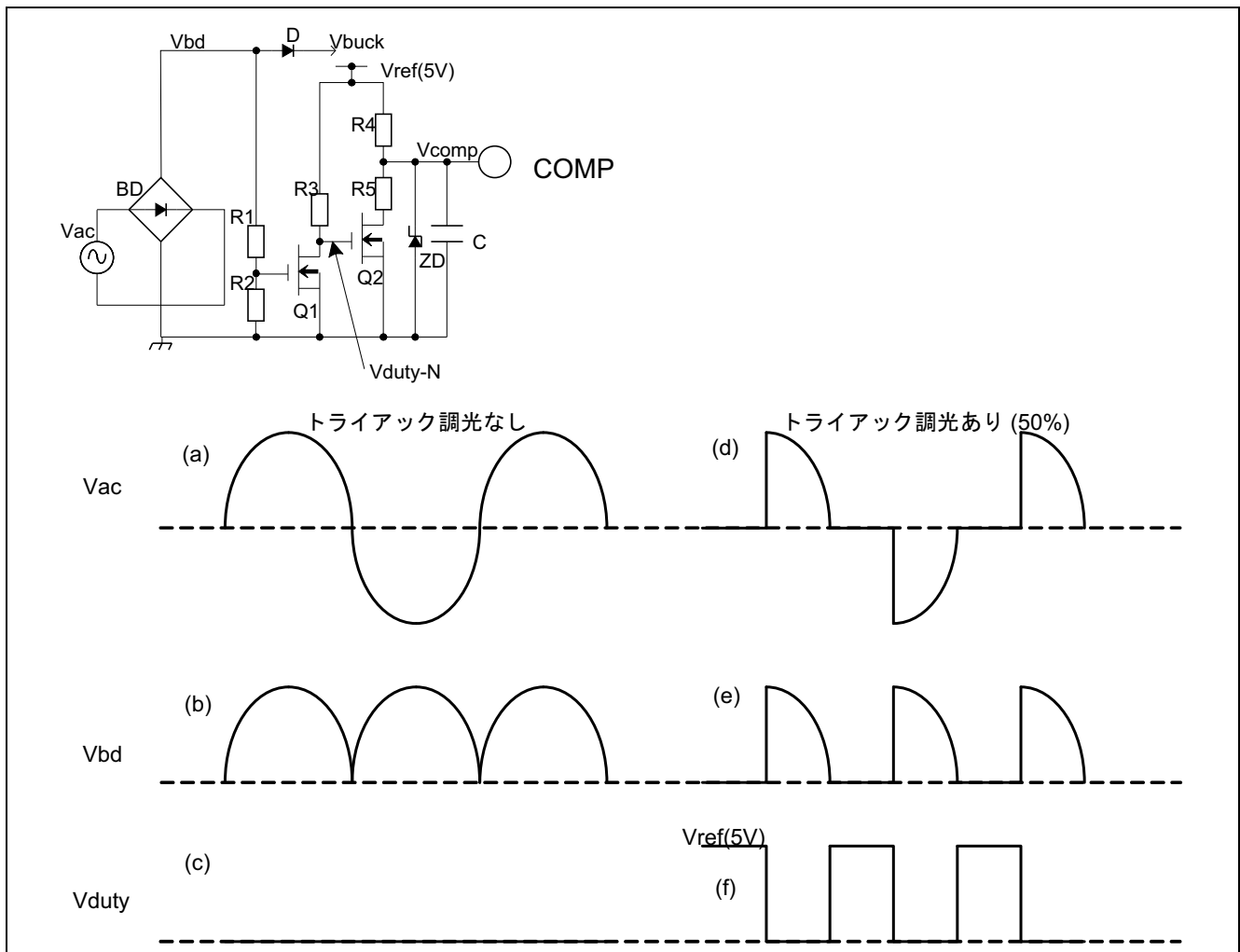
したがって、全波整流されたトライアック調光位相電圧の角度を検出し、 V_{comp} 電圧に変換すれば、1 項で述べた

$$I_{out(ave.)} = 0.335 \times I_{lpeak}^2$$

の I_{lpeak} を線形制御することになり、その結果、LED 電流 $I_{out(ave)}$ に対しては非線形制御 (二乗特性) となります。

<トライアック位相検出>

トライアック位相検出部の回路と位相制御波形図を示します。

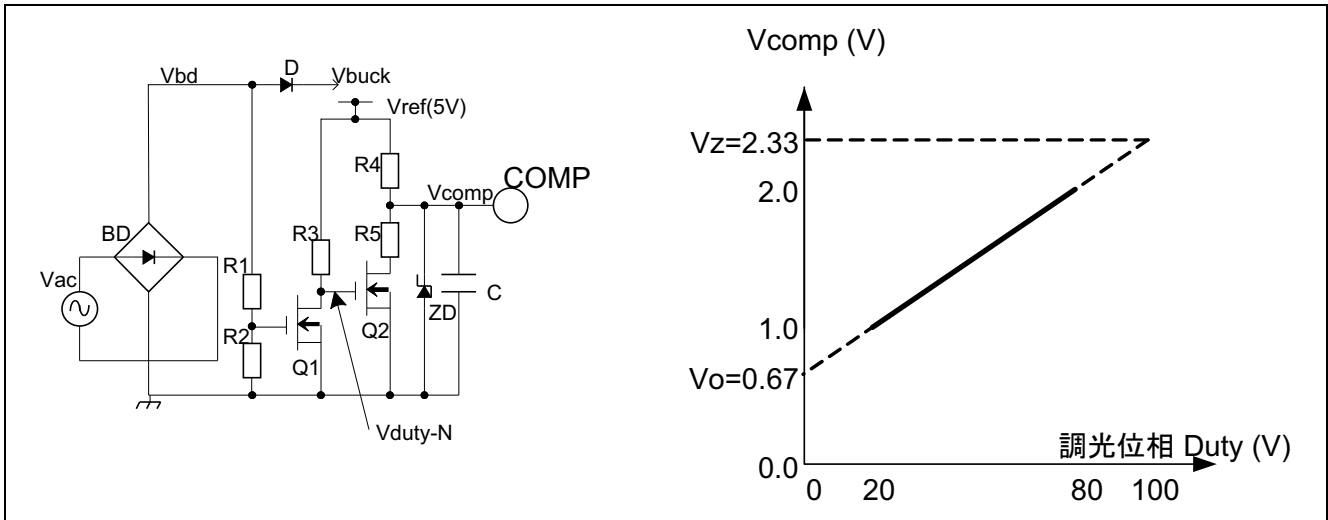


ブリッジ整流器 (BD) は AC ラインの電圧 (V_{ac} -(a)) を V_{bd} -(b)に示す半波正弦波に変換します。トライアック調光器で位相制御された AC ライン電圧 (V_{ac} -(d)) の場合、例えば 50%半波正弦波は V_{bd} -(e) のようになります。

この半波正弦波 (V_{bd}) を R1、R2、R3 および Q1 によって直接トライアック調光位相に対応したデューティ信号の反転信号として取り出します (V_{duty-N})。

この位相検出信号を COMP 端子に接続された容量 C によって平滑し、COMP 端子を使った DC 制御による調光を実現しています。

<COMP 端子制御電圧設定>



2項で述べたように COMP 端子の制御電圧は 1V ~ 2V の範囲でそのピーク電流検出レベルを線形制に御します。

この制御電圧範囲に対応する様に、ZD の電圧、R4 および R5 の定数を決定します。

- 調光範囲の設定およびデューティ変換率の計算

所望の調光範囲を設定しデューティ変換率を求めます。

ここでは調光デューティ範囲を 20% ~ 80% とします。

60% 幅デューティを 1V ~ 2V の制御電圧へ変換するので、変換率は 60%/V となります。

この変換率から 100% デューティの電圧が ZD の選定電圧 (V_z) となります。

$$V_z = (100\% - 80\%) / 60\% \times 1V + 2(V) = 2.33V$$

- 【注】 1. ツェナーダイオードの選定については、定格ツェナー電圧ではなく、特性データを参照して実際に流す電流値におけるツェナー電圧が 2.33V となるものを選びます。

次に 0% デューティの電圧 (V_0) を求めます。

$$V_0 = 1V - 20\%/60\% \times 1V = 0.67V$$

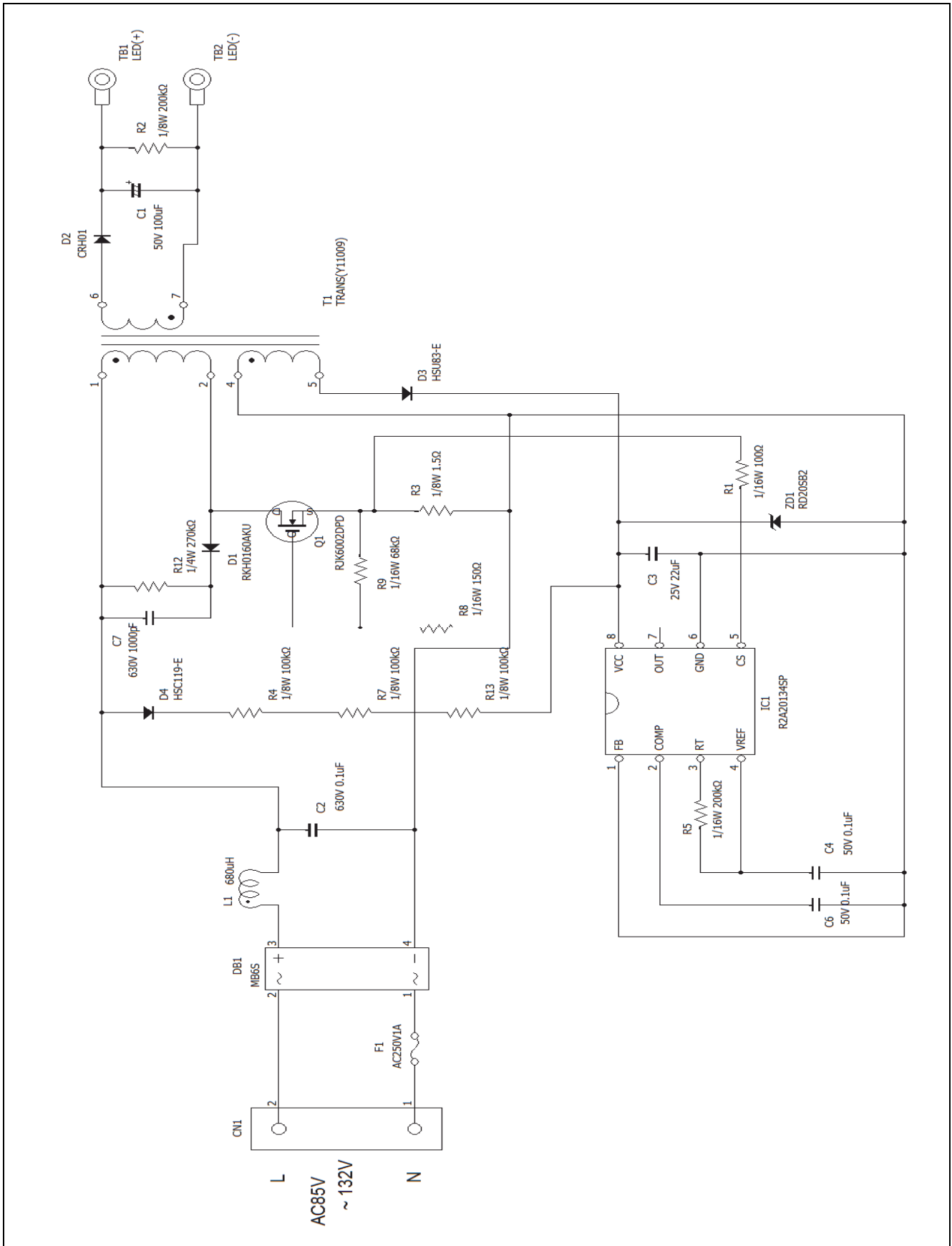
0% デューティで 0.67V となるように R4, R5 を選定します。

$$R4:R5 = 0.67 \times (5 - 0.67) = 6.46:1$$

- 【注】 2. COMP 端子には 9.5 μ A(typ.) のソース電流があるため、R4, R5 の全抵抗値は 50k Ω 以上になるように設定してください。

5.6 R2A20134EVB-IN (絶縁、調光無し、ピーク電流制御)

5.6.1 R2A20134EVB-IN 回路図

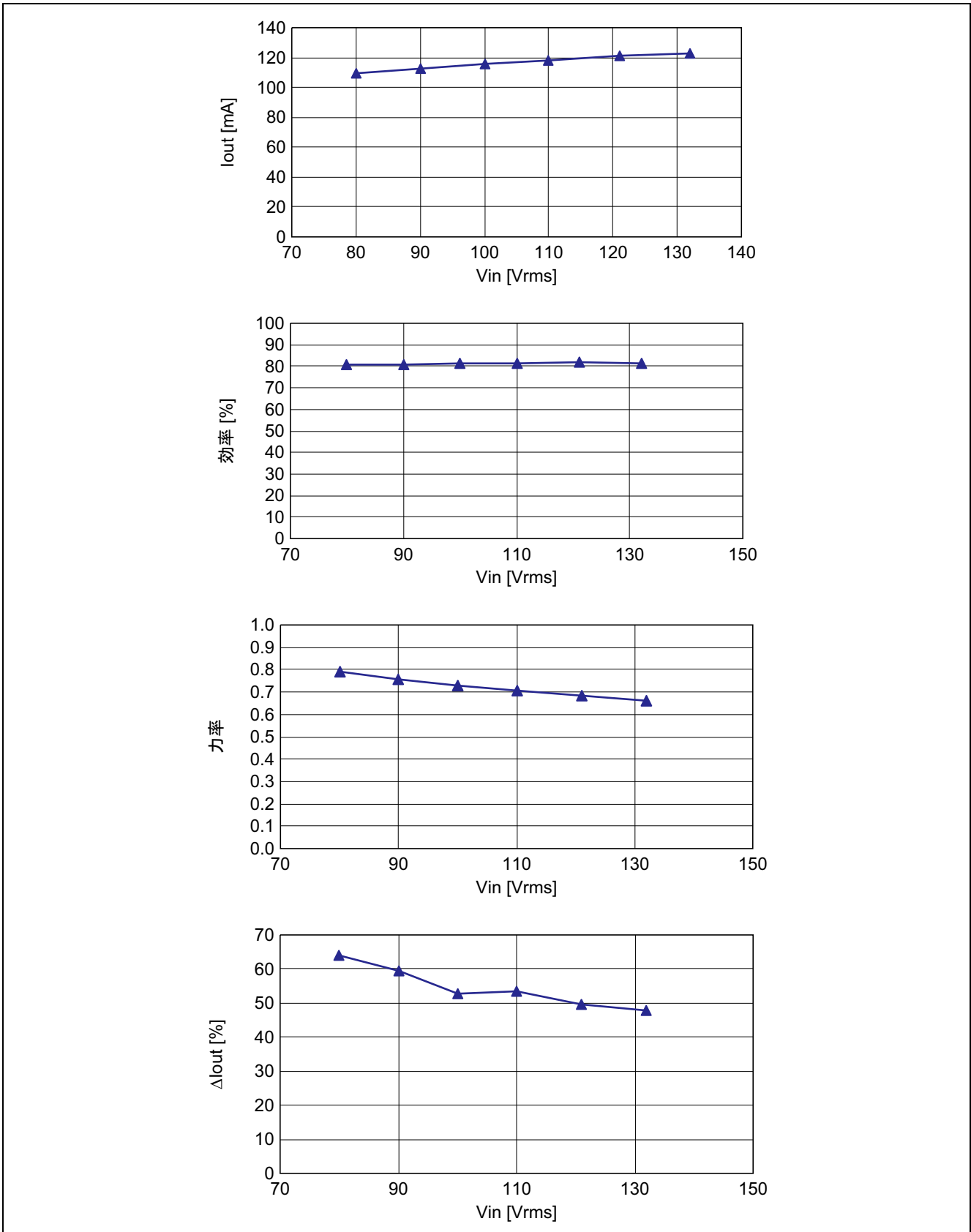


5.6.2 R2A20134EVB-IN 部品リスト

$V_{in} = AC85 \sim 132V$, $V_f = 35V$, $I_{LED} = 100mA$

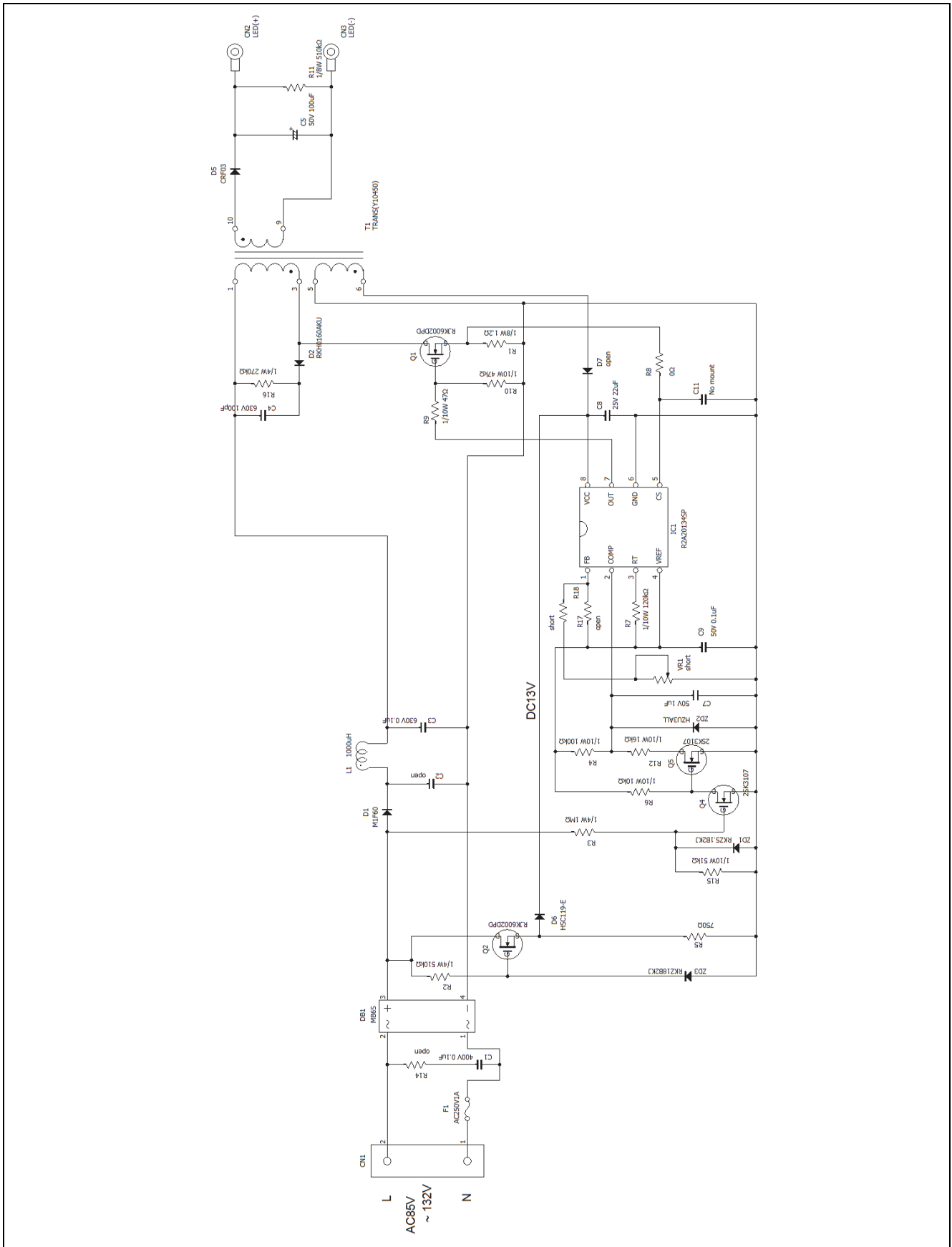
| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|--------------------|--------------------|---|--------|-----------|-------------|-----------|
| IC1 | IC | R2A20134SP | 1 | | | Renesas | |
| Q1 | MOSFET | RJK6002DPD | 1 | 600V | 1.6Ω MAX. | Renesas | |
| DB1 | Diode Bridge | MB6S | 1 | 600V | 0.5A | | |
| D1 | Diode | RKH0160AKU | 1 | 600V | 200mA | | |
| D2 | Diode | CRH01 | 1 | 200V | 1A | | |
| D3 | Diode | HSU83-E | 1 | 250V | 100mA | Renesas | |
| D4 | Diode | HSC119 | 1 | 80V | 100mA | Renesas | |
| ZD1 | Zener Diode | RD20SB2 | 1 | 20V | 200mW | Renesas | |
| C1 | Chemical Capacitor | EKY-500ELL101MHB5D | 1 | 50V | 100μF | | |
| C2 | Capacitor | GRM43DR72J104KW01L | 1 | 630V | 0.1μF | Murata | 4532 size |
| C3 | Capacitor | GRM31CC8YA106KA12L | 1 | 35V | 10μF | Murata | 3216 size |
| C4 | Capacitor | GRM155R71C104KA88J | 1 | 16V | 0.1μF | Murata | 1005 size |
| C5 | Capacitor | open | 1 | | | | 1005 size |
| C6 | Capacitor | GRM155R71C104KA88J | 1 | 16V | 0.1μF | Murata | 1005 size |
| C7 | Capacitor | GRM31B5C2J102JW01L | 1 | 630V | 1000pF | Murata | 3216 size |
| R1 | Resistor | 100Ω | 1 | 1/16W | 100Ω | | 1005 size |
| R2 | Resistor | 200kΩ | 1 | 1/8W | 200kΩ | | 2012 size |
| R3 | Resistor | 1.5Ω | 1 | 1/8W | 1.5Ω | | 2012 size |
| R4 | Resistor | 100kΩ | 1 | 1/8W | 100kΩ | | 2012 size |
| R5 | Resistor | 200kΩ | 1 | 1/16W | 200kΩ | | 1005 size |
| R6 | Resistor | open | 1 | | | | 1005 size |
| R7 | Resistor | 100kΩ | 1 | 1/8W | 100kΩ | | 2012 size |
| R8 | Resistor | 150Ω | 1 | 1/16W | 150Ω | | 1005 size |
| R9 | Resistor | 68kΩ | 1 | 1/16W | 68kΩ | | 1005 size |
| R10 | Resistor | 5.1kΩ | 1 | 1/16W | 5.1kΩ | | 1005 size |
| R11 | Resistor | 120kΩ | 1 | 1/16W | 120kΩ | | 1005 size |
| R12 | Resistor | 270kΩ | 1 | 1/4W | 270kΩ | | 3216 size |
| R13 | Resistor | 100kΩ | 1 | 1/8W | 100kΩ | | 2012 size |
| L1 | Choke Coil | LQH43CN471K03 | 1 | | 470μH | Murata | |
| T1 | Transformer | Y11009 | 1 | | | TDK | |

5.6.4 R2A20134EVB-IN ボード評価データ

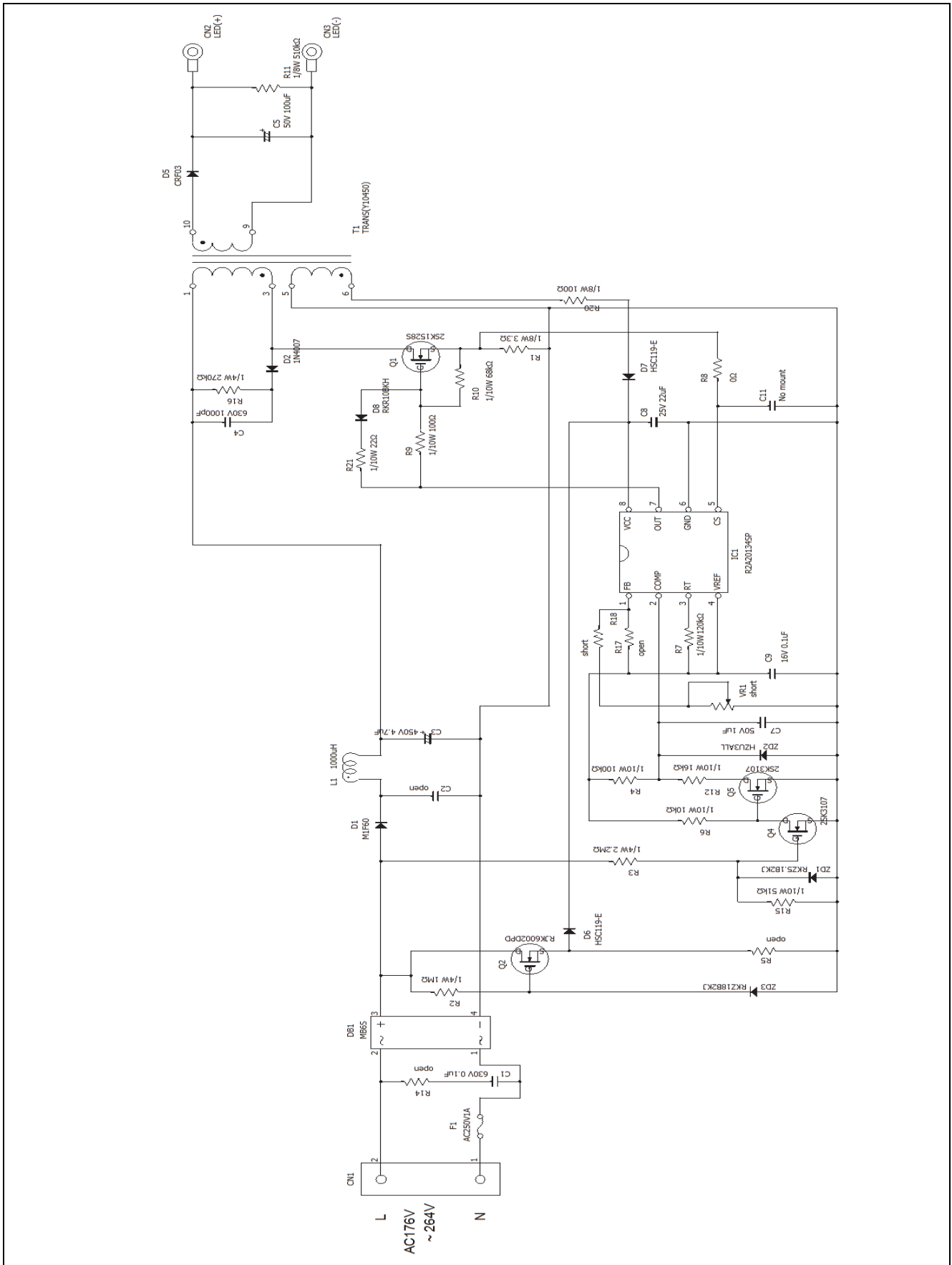


5.7 R2A20134EVB-ID (絶縁、調光有り、ピーク電流制御)

5.7.1 R2A20134EVB-ID 100V 系回路図



5.7.2 R2A20134EVB-ID 220V 系回路図



5.7.3 R2A20134EVB-ID 100V 系部品リスト

| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|--------------------|--------------------|----|--------|--------|---------------------|-------------------|
| IC1 | IC | R2A20134SP | 1 | | | Renesas | |
| Q1 | MOSFET | RJK6002DPD | 1 | 600V | | Renesas | |
| Q2 | MOSFET | RJK6002DPD | 1 | 600V | | Renesas | |
| Q4 | MOSFET | 2SK3107 | 1 | 30V | 8Ω | Renesas | |
| Q5 | MOSFET | 2SK3107 | 1 | 30V | 8Ω | Renesas | |
| DB1 | Diode bridge | MB6S | 1 | 600V | 0.5A | | |
| D1 | Diode | M1F60 | 1 | 600V | 1A | Shindengen | |
| D2 | Diode | RKH0160AKU | 1 | 600V | 200mA | Renesas | |
| D3 | 欠番 | | | | | | |
| D4 | 欠番 | | | | | | |
| D5 | Diode | CRF03 | or | 600V | 0.7A | Toshiba | |
| D6 | Diode | HSC119-E | 1 | 80V | 100mA | Renesas | |
| D7 | Diode | open | 1 | | | | |
| ZD1 | Zener diode | RKZ5.1B2KJ | 1 | 5V | | Renesas | |
| ZD2 | Zener diode | HZU3ALL-E | 1 | 3V | | Renesas | |
| ZD3 | Zener diode | RKZ18B2KJ | 1 | 18V | | Renesas | |
| C1 | Ceramic capacitor | RDER72J104K8K1C11B | 1 | 630V | 0.1μF | Murata | |
| C2 | Ceramic capacitor | open | 1 | 630V | 0.1μF | Murata | 4532 size |
| C3 | Ceramic capacitor | GRM43DR72J104KW01L | 1 | 630V | 0.1μF | Murata | 4532 size |
| C4 | Ceramic capacitor | GRM31B5C2J102JW01L | 1 | 630V | 1000pF | Murata | 3216 size |
| C5 | Chemical capacitor | EKY-500ELL101MHB5D | 1 | 50V | 100μF | Nippon Chemi-Con | 105°C, 8φ×11.5 |
| C6 | 欠番 | | | | | | |
| C7 | Ceramic capacitor | GRM21BR71H105KA12L | 1 | 50V | 1μF | Murata | 2012 size |
| C8 | Ceramic capacitor | GRM32EC81E226KE15L | 1 | 25V | 22μF | Murata | 3225 size |
| | | GRM32ER71E226KE18L | or | 25V | 22μF | Murata | 3225 size |
| C9 | Ceramic capacitor | GRM155R71C104KA88J | 1 | 16V | 0.1μF | Murata | 1005 size |
| C10 | 欠番 | | | | | | |
| C11 | Ceramic capacitor | open | | 50V | | | No mount |
| C12 | 欠番 | | | | | | |

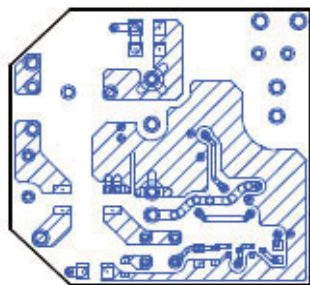
| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|-------------------|-----------------|---|--------|-------|-------------|-----------------|
| R1 | Resistor | RK73H2ATTD1R20F | 1 | 1/8W | 1.2Ω | KOA | 2012 size 1% |
| R2 | Resistor | RCR25C514J | 1 | 1/4W | 510kΩ | KOA | 高耐圧 |
| R3 | Resistor | RCR25C105J | 1 | 1/4W | 1MΩ | KOA | 高耐圧 |
| R4 | Resistor | RK73B1JTDD104J | 1 | 1/10W | 100kΩ | KOA | 1608 size |
| R5 | Resistor | RK73B3ATTD751J | 1 | 1/4W | 750Ω | KOA | 3216 size |
| R6 | Resistor | RK73B1JTDD103J | 1 | 1/10W | 10kΩ | KOA | 1608 size |
| R7 | Resistor | RK73B1JTDD124J | 1 | 1/10W | 120kΩ | KOA | 1608 size |
| R8 | Resistor | RK73Z1JTDD | 1 | 1A | 0Ω | KOA | 1608 size |
| R9 | Resistor | RK73B1JTDD470J | 1 | 1/10W | 47Ω | KOA | 1608 size |
| R10 | Resistor | RK73B1JTDD473J | 1 | 1/10W | 47kΩ | KOA | 1608 size |
| R11 | Resistor | RK73B2ATTD514J | 1 | 1/8W | 510kΩ | KOA | 2012 size |
| R12 | Resistor | RK73B1JTDD163J | 1 | 1/10W | 16kΩ | KOA | 1608 size |
| R13 | 欠番 | | | | | | |
| R14 | Resistor | open | 1 | | | KOA | 3216 size |
| R15 | Resistor | RK73B1JTDD513J | 1 | 1/10W | 51kΩ | KOA | 1608 size |
| R16 | Resistor | RK73B2BTDD274J | 1 | 1/4W | 270kΩ | KOA | 3216 size |
| R17 | Resistor | NM | 1 | 1/10W | 1MΩ | KOA | 1608 size 1% |
| R18 | Resistor | 0Ω | 1 | 1/10W | 120kΩ | KOA | 1608 size 1% |
| R19 | 欠番 | | | | | | |
| VR1 | Variable resistor | 0Ω1608 で短絡 | 1 | 0.1W | 22kΩ | Murata | PVZ2A |
| L1 | Coil | TSL0709RA102 | 1 | | 1mH | TDK | |
| T1 | Transformer | Y10450-2A | 1 | | | TDK | |
| F1 | Fuse | HTS 1A | 1 | AC250V | 1A | Skygate | |

5.7.4 R2A20134EVB-ID 220V 系部品リスト

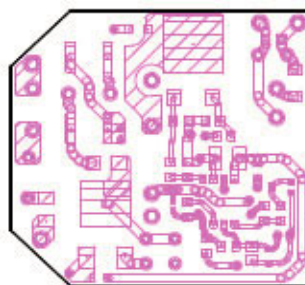
| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|--------------------|--------------------|----|--------|--------|---------------------|---------------|
| IC1 | IC | R2A20134SP | 1 | | | Renesas | |
| Q1 | MOSFET | 2SK1528S | 1 | 900V | 4A | Renesas | LDBPAK(S)-(1) |
| Q2 | MOSFET | RJK6002DPD | 1 | 600V | 5A | Renesas | |
| Q4 | MOSFET | 2SK3107 | 1 | 30V | 8Ω | Renesas | |
| Q5 | MOSFET | 2SK3107 | 1 | 30V | 8Ω | Renesas | |
| DB1 | Diode bridge | MB6S | 1 | 600V | 0.5A | | |
| D1 | Diode | M1F60 | 1 | 600V | 1A | Shindengen | |
| D2 | Diode | 1N4007 | 1 | 1kV | 1A | Fairchild | |
| D3 | 欠番 | | | | | | |
| D4 | 欠番 | | | | | | |
| D5 | Diode | CRF03 | 1 | 600V | 0.7A | Toshiba | |
| D6 | Diode | HSC119-E | 1 | 80V | 100mA | Renesas | |
| D7 | Diode | HSC119-E | 1 | 80V | 100mA | Renesas | |
| D8 | Diode | RKR104BKH | 1 | | | Renesas | |
| ZD1 | Zener diode | RKZ5.1B2KJ | 1 | 5V | | Renesas | |
| ZD2 | Zener diode | HZU3ALL-E | 1 | 3V | | Renesas | |
| ZD3 | Zener diode | RKZ20B2KJ | 1 | 18V | | Renesas | |
| C1 | Ceramic capacitor | RDER72J104K8K1C11B | 1 | 630V | 0.1μF | Murata | |
| C2 | | 未実装 | | | | | |
| C3 | Chemical capacitor | EKMG451ELL4R7MJ20S | 1 | 450V | 4.7μF | Nippon Chemi-Con | φ10×20 |
| | | BXC 450V 4.7μF | or | 450V | 4.7μF | Rubycon | φ10×20 |
| | | UVZ2W4R7MPD | or | 450V | 4.7μF | | φ10×20 |
| C4 | Ceramic capacitor | GRM31B5C2J102JW01L | 1 | 630V | 1000pF | Murata | 3216 size |
| C5 | Chemical capacitor | EKY-500ELL101MHB5D | 1 | 50V | 100μF | Nippon Chemi-Con | 105°C |
| C6 | 欠番 | | | | | | |
| C7 | Ceramic capacitor | GRM21BR71H105KA12L | 1 | 50V | 1μF | Murata | 2012 size |
| C8 | Ceramic capacitor | GRM32EC81E226KE15L | 1 | 25V | 22μF | Murata | 3225 size |
| | | GRM32ER71E226KE18L | or | 25V | 22μF | Murata | 3225 size |
| C9 | Ceramic capacitor | GRM155R71C104KA88J | 1 | 16V | 0.1μF | Murata | 1005 size |
| C10 | 欠番 | | | | | | |
| C11 | Ceramic capacitor | open | | | | | No mount |
| C12 | 欠番 | | | | | | |

| Symbol | Parts Name | Catalog No. | Q | Rating | | Manufacture | Note |
|--------|-------------------|----------------|---|--------|-------|-------------|-----------------|
| R1 | Resistor | 3.3Ω | 1 | 1/8W | 3.3Ω | | 2012 size 1% |
| R2 | Resistor | 1MΩ | 1 | 1/4W | 1MΩ | | 高耐圧 |
| R3 | Resistor | 2.2MΩ | 1 | 1/4W | 2.2MΩ | | 高耐圧 |
| R4 | Resistor | 100kΩ | 1 | 1/10W | 100kΩ | | 1608 size |
| R5 | Resistor | | 1 | | | | 3216 size |
| R6 | Resistor | 10kΩ | 1 | 1/10W | 10kΩ | | 1608 size |
| R7 | Resistor | 120kΩ | 1 | 1/10W | 120kΩ | | 1608 size |
| R8 | Resistor | 0Ω | 1 | 1A | 0Ω | | 1608 size |
| R9 | Resistor | 100Ω | 1 | 1/10W | 100Ω | | 1608 size |
| R10 | Resistor | 68kΩ | 1 | 1/10W | 68kΩ | | 1608 size |
| R11 | Resistor | 510kΩ | 1 | 1/8W | 510kΩ | | 2012 size |
| R12 | Resistor | 16kΩ | 1 | 1/10W | 16kΩ | | 1608 size |
| R13 | 欠番 | | | | | | |
| R14 | Resistor | | 1 | | | | 3216 size |
| R15 | Resistor | 51kΩ | 1 | 1/10W | 51kΩ | | 1608 size |
| R16 | Resistor | 270kΩ | 1 | 1/4W | 270kΩ | | 3216 size |
| R17 | Resistor | 1MΩ | 1 | 1/10W | 1MΩ | | 1608 size 1% |
| R18 | Resistor | 120kΩ | 1 | 1/10W | 120kΩ | | 1608 size 1% |
| R19 | 欠番 | | | | | | |
| R20 | Resistor | RK73B2ATTD101J | 1 | 1/8W | 100Ω | KOA | 2012 size |
| R21 | Resistor | RK73B1JTDD220J | 1 | 1/10W | 22Ω | KOA | 1608 size |
| | Diode | RKR104BKH | 1 | | | Renesas | |
| VR1 | Variable resistor | 0Ω1608 で短絡 | 1 | 0.1W | 22kΩ | Murata | PVZ2A |
| L1 | Coil | TSL0709RA102 | 1 | | 1mH | TDK | |
| T1 | Transformer | Y10450-4 | 1 | | | TDK | Primary: 5mH |
| F1 | Fuse | HTS 1A | 1 | AC250V | 1A | Skygate | |

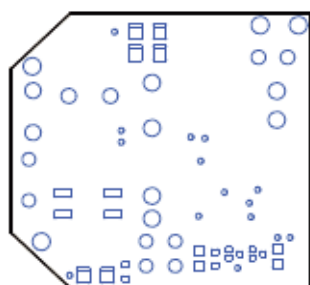
5.7.5 R2A20134EVB-ID 基板図



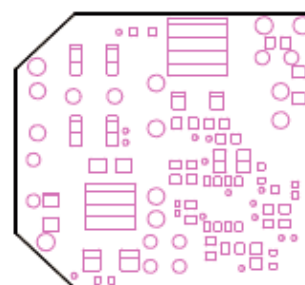
部品面 パターン図



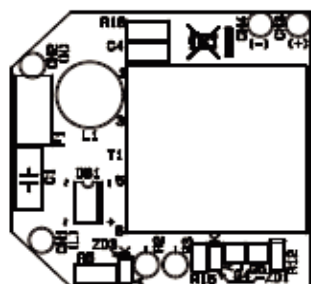
半田面 パターン図



部品面 レジスト図



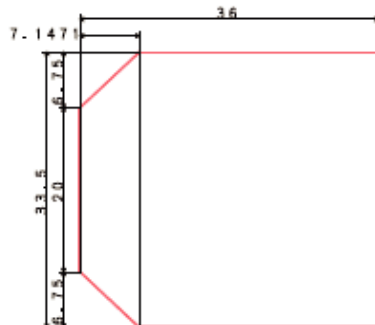
半田面 レジスト図



部品面 シルク図



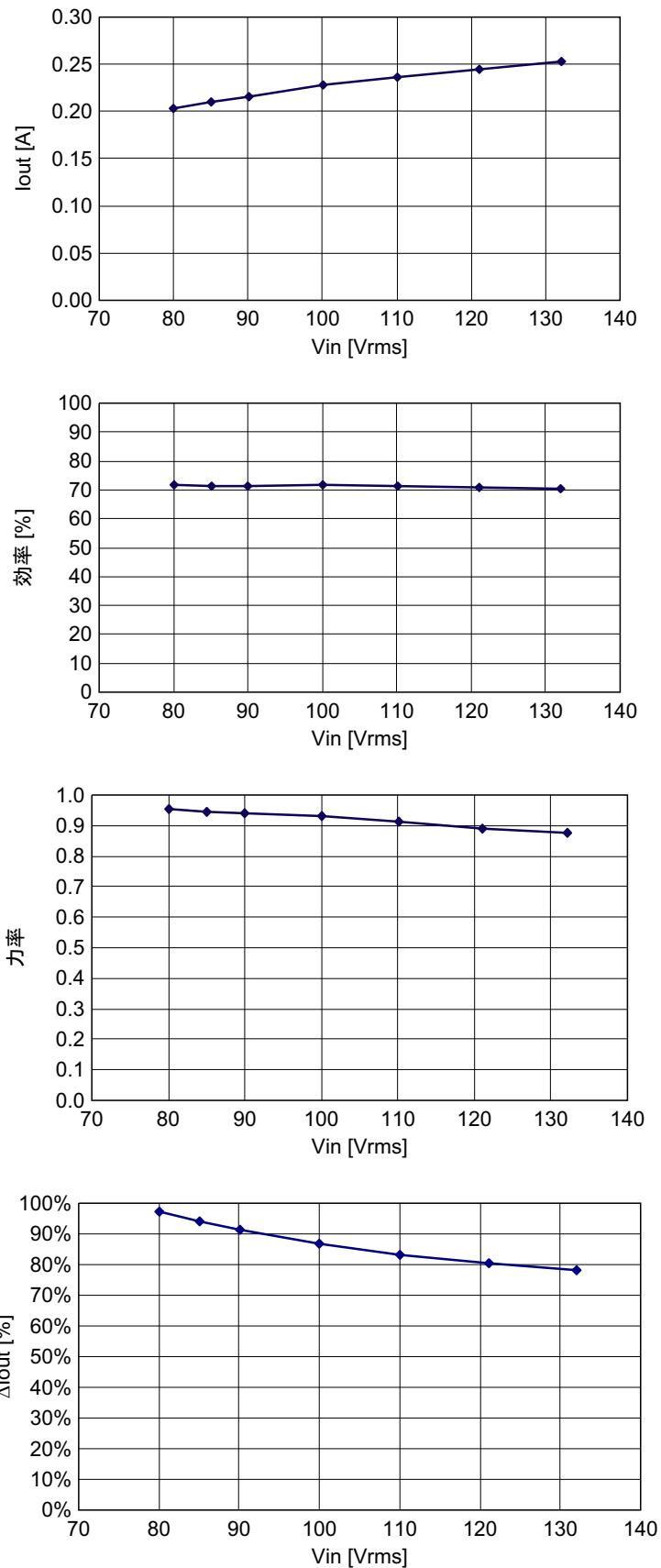
半田面 シルク図

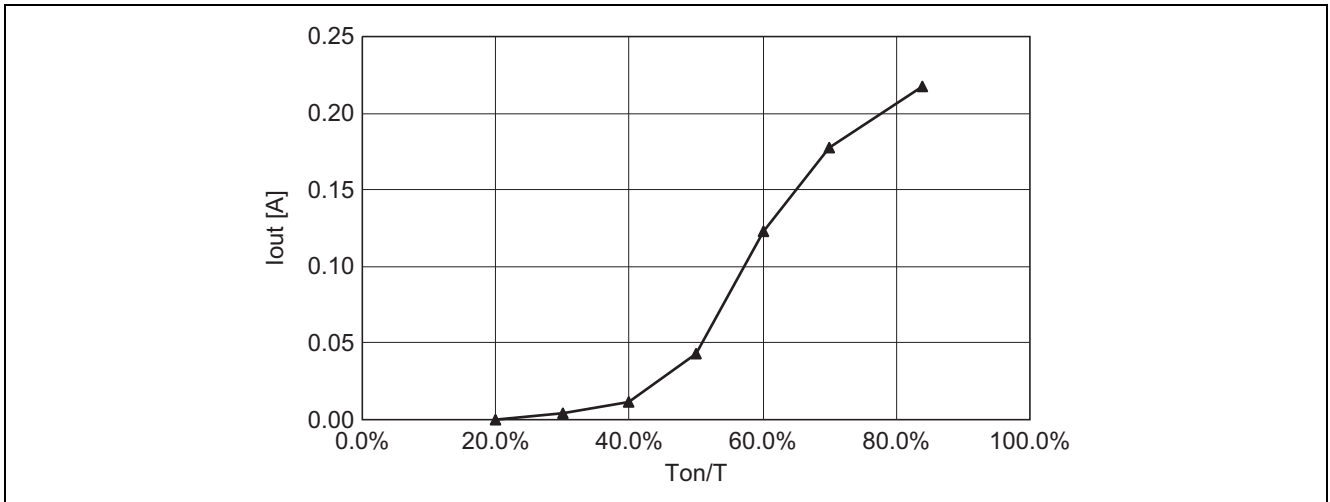


外形寸法図

5.7.6 R2A20134EVB-ID ボード評価データ 100V 系

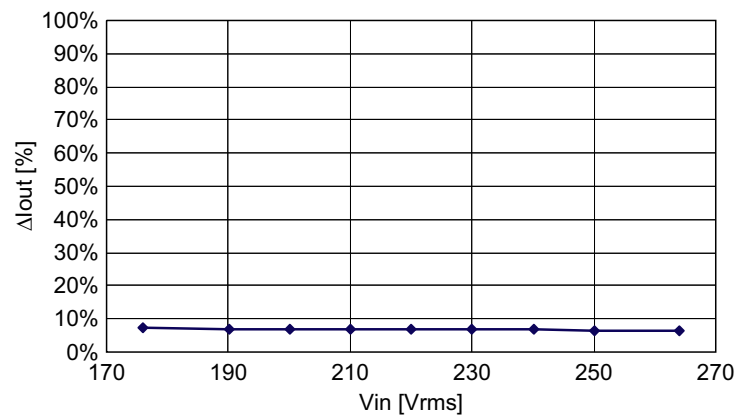
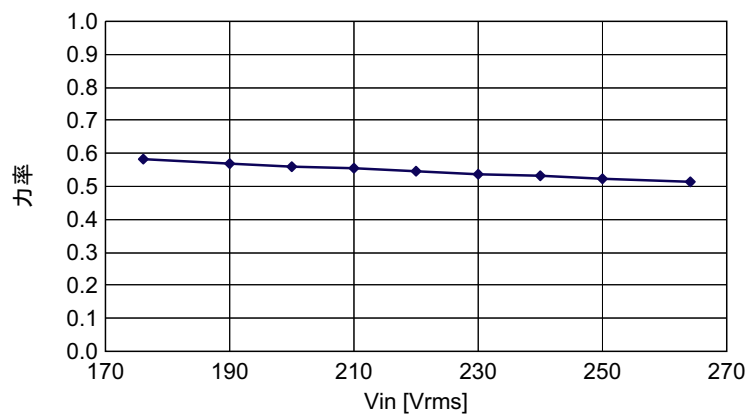
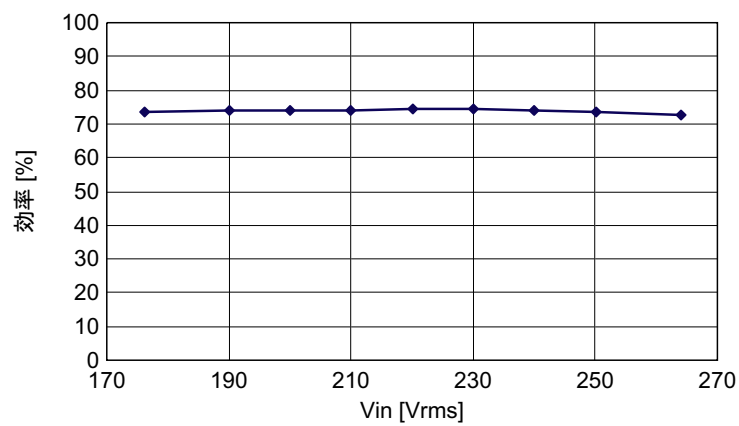
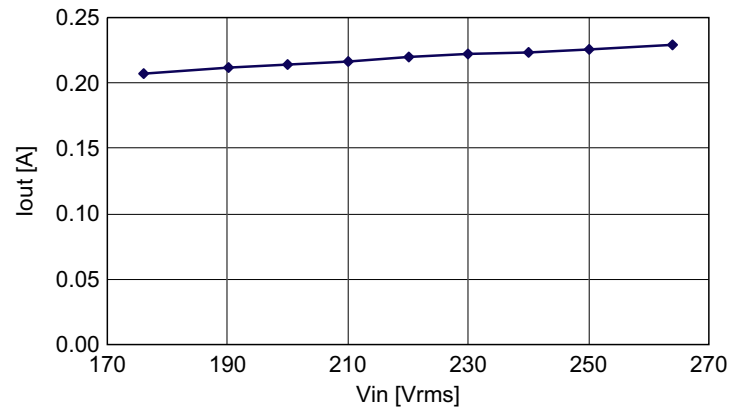
効率測定はブリーダ電流を 0mA として測定

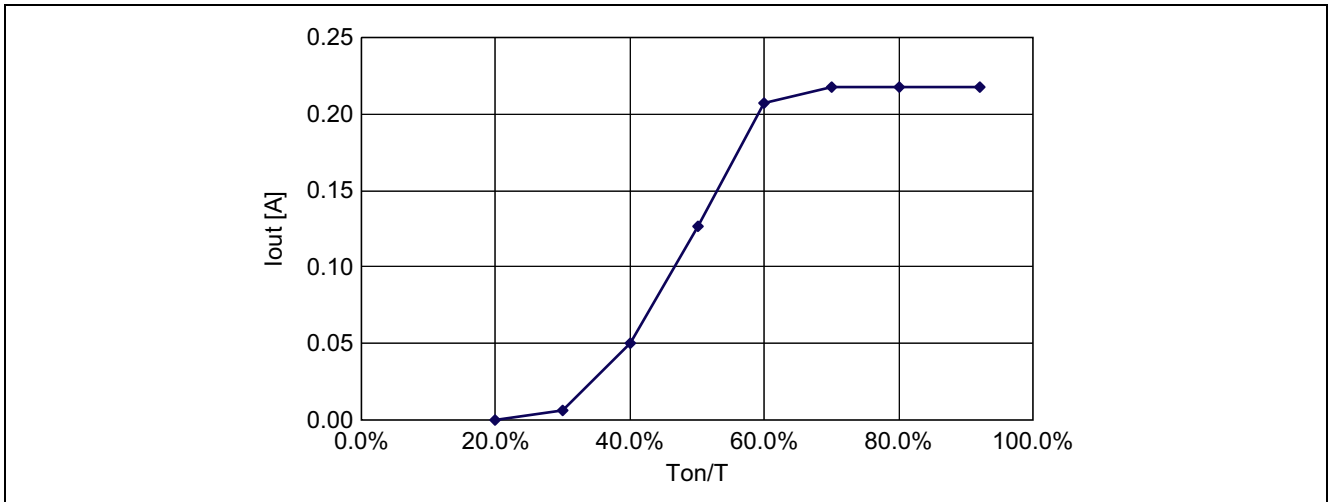




5.7.7 R2A20134EVB-ID ボード評価データ 220V 系

効率測定はブリーダ電流を 0mA として測定





5.7.8 R2A20134EVB-IN, ID の定数決定方法

[設計条件]

$V_{in} = 85V_{ac} \sim 132V_{ac}$, $V_{out} = 35V_{dc}$, $I_{out} = 0.2A$, 固定スイッチング周波数 80kHz

周波数固定、ピーク電流制御の場合、入力電力を一定とする制御方式となります。

** 入力電力一定制御の場合、インダクタに流れる電流は不連続となります。

- 周波数の決定
可聴周波数帯を避けるため 80kHz とします。
- R_{rt} の決定
3.4 項の式より $R_{rt} = 120.5k\Omega$
よって $R_{rt} = 120k\Omega$ とします。この時の周波数は 80.3kHz となります。
- 一次巻線インダクタンスの決定
入力電力は次の計算式で表されます。
入力電力 = (出力電力)/(効率)
出力電力 = 7W 効率を 80% とすると入力電力は $7/0.80 = 8.75W$ となります。
最低入力電圧を 80V とするとこの時の入力電流は 109mA となります。
IC の最大 Duty が 50% ですから FET のピーク電流は $2 \times I_{in}/Duty = 438mA$ となります。
ON 期間は $6.2\mu s$ ですので $L_p = V_{in} \times T_{on}/I_p = 1.132mH$ となります。
ここでは 10% の許容差を見込んで 1mH とします。
- 一次側巻き数 N_p
 $N_p = V_{in} \times T_{on}/A_e/BT$
一次巻線インダクタンス = 1mH であるからこの時に $P_{in} = 8.75W$ となる T_{on} を求めると
 $T_{on} = \sqrt{(I_{ave} \times 2 \times T \times L)/V_{in}} = \sqrt{(P_{in} \times 2 \times T \times L)/V_{in}} = \sqrt{(8.75W \times 2/80.3kHz \times 1mH)/80V} = 5.8\mu s$
EE16 コアを使用 ($A_e = 19.8mm^2$)、飽和磁束密度 $BT = 300mT$ として計算すると
 $N_p = 80V \times 5.8\mu s / 19.8mm^2 / 300mT \times 1000000000 = 78.6$
 $N_p > 79$ でトランスの巻き幅、ギャップ寸法等考慮した結果 $N_p = 86$ とする。
- 一次-二次巻き数比の決定
入力電圧最低、出力電圧最低の条件で Duty50% の臨界動作となるように巻き数比を設定します。
 $V_{in} = 80V$, $V_{out} = 20V$ 二次側整流ダイオードの V_f を 1.5V とすると $N_p:N_s = V_{in}:(V_{out} + V_f) = 80:21.5$ となります。
 $N_p = 86$ より $N_s = 23.11$
二次側の巻き数が整数にならない場合は二次側の巻き数を切り上げて不連続動作となるようにする。よって $N_s = 24$
- 補助巻線 (IC の電源)
出力電圧に比例する巻き方向とし、出力電圧最低の条件で IC の電源電圧 V_{cc} が UVLO 以上の電圧を保持できるようにします。
 $N_s:N_b = (V_{out} + V_f):(V_{cc} + V_f) = 21.5:11.4$
 $N_s = 24$ より $N_b = 13$
** IC の電源は負荷が低い場合上記巻き数比で想定した電圧より高い電圧となることがあります。
実際に試作して動作条件に合わせて巻き数を調節してください。
- R_{cs} の決定
 $I_{in(peak)} = \sqrt{(P_{in} \times 2 \times T/L)} = \sqrt{(8.75W \times 2/80.3kHz/1mH)} = 467mA$
 $V_{cs} = 0.6V$ より $R_{cs} = 1.2\Omega$ とする。
- 調光回路に関しては ND の項目を参照

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

改訂記録

| Rev. | 発行日 | 改訂内容 | |
|------|------------|------|-------|
| | | ページ | ポイント |
| 1.00 | 2011.07.21 | — | 初版発行 |
| 2.00 | 2012.02.14 | — | 第2版発行 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

ご注意書き

1. 本資料に記載されている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。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の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または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

- 注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。
- 注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2（日本ビル）

(03)5201-5307

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>