

R2A20114BFP

R03AN0011JJ0200

アプリケーションノート

Rev.2.00

2017.07.25

要旨

R2A20114BFP は力率改善 (PFC) ブーストコンバータコントロール IC です。

PFC 制御は電流連続モードを採用し、2 系統のブーストコンバータのゲートドライブ信号 GD1 と GD2 を 180° 位相シフトして制御するインターリーブ機能を搭載しています。インターリーブ機能は、高効率・低スイッチングノイズを実現すると共に入出力のリプル電流を低減し、インダクタ・入力フィルタ・出力容量の小型化を実現します。このため、大電力用途のアプリケーションに適しています。

R2A20114BFP は従来品 R2A20114AFP に出力電圧可変機能の内蔵化、電流検出アンプの差動入力化、エラー出力端子の独立及び高機能化、OFF ラッチのタイマーリセット化、部分スイッチ PFC 対応等、使い勝手を向上した IC です。

保護機能としては、2 モード過電圧保護、過電流保護機能を内蔵し、少ない外付け部品で高信頼度の電源システムを構成できます。

目次

1. 概要.....	3
2. ブロックダイアグラム.....	4
3. R2A20114BFP ブロック説明	5
3.1 保護機能.....	5
3.1.1 過電圧保護(OVP).....	5
3.1.2 過電圧保護 2(OVP2).....	5
3.1.3 フィードバック・ループ・オープン検出.....	5
3.1.4 過電流保護(OCP).....	6
3.2 出力段.....	6
3.3 ソフトスタート	7
3.4 フェーズドロップ	8
3.5 エラー機能	9
3.5.1 過電圧保護 2(OVP2)検出による E_OVP 端子動作.....	10
3.5.2 フェーズエラー検出による E_PHASE 端子動作.....	10
3.5.3 過電流検出による E_OCP 端子動作.....	11
3.6 OFF 機能	11
3.7 同期機能.....	12
3.8 同期出力機能.....	14
3.9 PWM_IN 機能.....	14
4. 設計ガイド	15
4.1 ブーストインダクタ	15
4.2 出力容量.....	15
4.3 パワーMOSFET(IGBT)、ブーストダイオード	15

4.4	動作周波数	16
4.4.1	動作周波数設定	16
4.4.2	GD の Max Duty 制限について	17
4.5	入力 AC 電圧検出	18
4.6	電流検出抵抗	18
4.7	電流増幅器の位相補償回路	19
4.7.1	RS 端子	19
4.7.2	CSO 端子	20
4.8	IRAMP 端子抵抗	21
4.9	ソフトスタート端子容量	21
4.10	保護機能	22
4.10.1	OVP2 電圧設定	22
4.10.2	E-DELAY 設定	22
4.11	出力電圧設定、電圧アンプの周波数特性	22
4.11.1	出力電圧設定	22
4.11.2	COMP 端子パラメータ設定	23
4.11.3	出力電圧可変設定	24
4.12	各端子の処理について	25
4.13	未使用端子の処理について	29
4.14	レイアウトパターンのアドバイス	30

1. 概要

R2A20114BFP は力率改善 (PFC) ブーストコンバータコントロール IC です。

PFC 制御は電流連続モードを採用し、2系統のブーストコンバータのゲートドライブ信号 GD1 と GD2 を 180° 位相シフトして制御するインターリーブ機能を搭載しています。インターリーブ機能は、高効率・低スイッチングノイズを実現すると共に入出力のリプル電流を低減し、インダクタ・入力フィルタ・出力容量の小型化を実現します。このため、大電力用途のアプリケーションに適しています。

また、R2A20114BFP は、抵抗によりスイッチ素子の電流検出を行うので、小スペース・ローコストの電流検出が可能でエアコン用途等に適しています。

保護機能としては、2モード過電圧保護、過電流保護機能を内蔵し、少ない外付け部品で高信頼度の電源システムを構成できます。

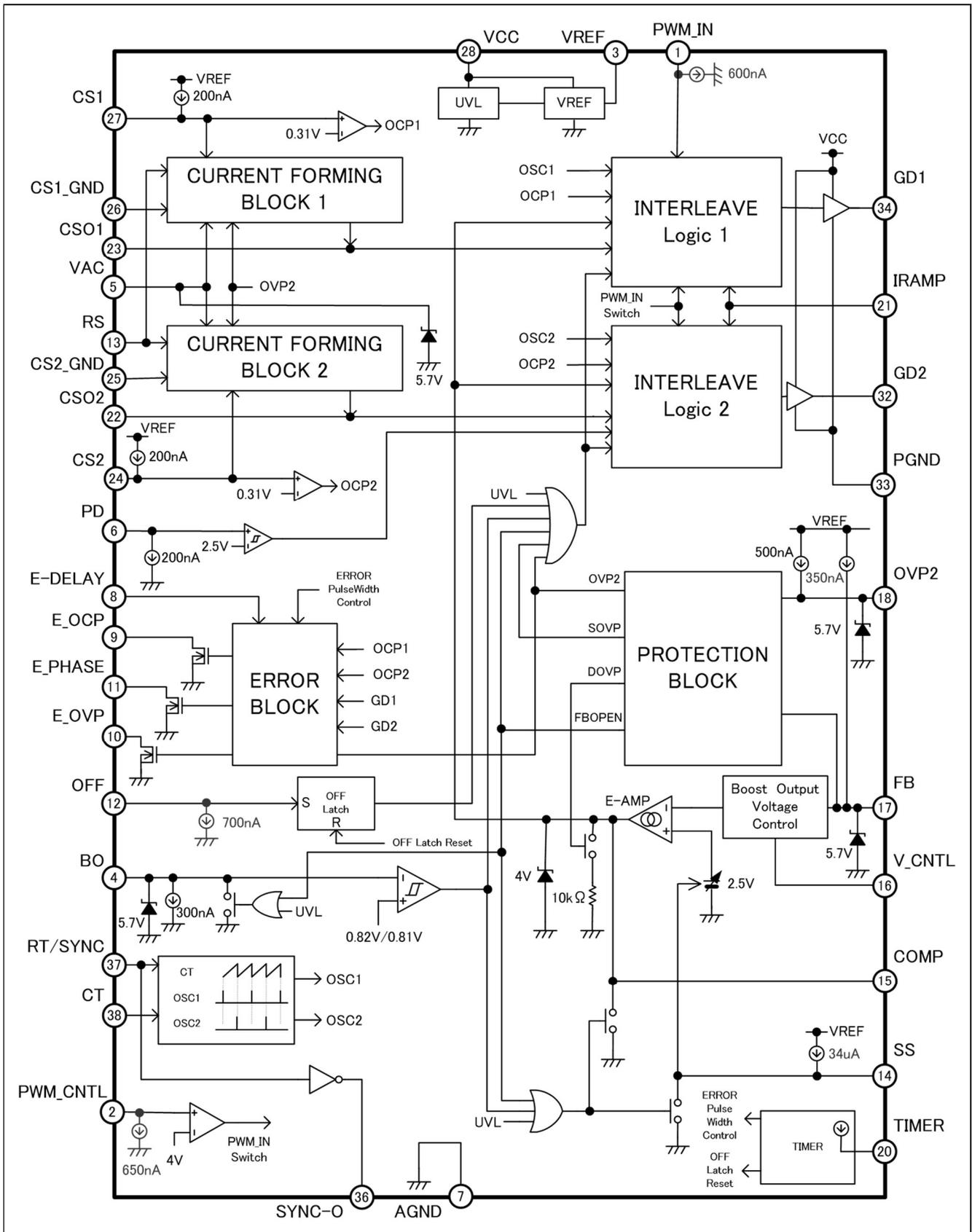
R2A20114BFP は従来品 R2A20114AFP と比べて入出力電圧差が小さい時の高調波電流特性が改善します。その他、安定性の向上を図っています。

変更点概要を表 1 に示します。

表 1 R2A20114BFP と R2A20114AFP との変更点概要

機能	R2A20114BFP	R2A20114AFP(従来品)
出力可変機能	内蔵	外付け回路必要
電流アンプ	差動アンプ	シングルエンド
エラー端子	OCP,OVP,Phase エラー出力の独立化	1ピンで共用
	エラーに応じて出力期間を変更することでエラー端子をまとめてもエラー種類の判別可能	エラー種類の判別不可
	エラー時 Low	エラー時 High
OFF ラッチリセット	タイマー自動復帰	電源を落とす以外リセット不可
部分スイッチ対応	内蔵	未対応
セミブリッジレス PFC 対応	CS 端子負電位対応	未対応
4相動作対応	SYNC-O 信号を RT/SYNC 波形のインバータ出力化	外付け回路必要

2. ブロックダイアグラム



3. R2A20114BFP ブロック説明

3.1 保護機能

R2A20114BFP には、過電圧保護、過電圧保護 2、過電流保護、フィードバック・ループ・オープン検出の保護機能があります。

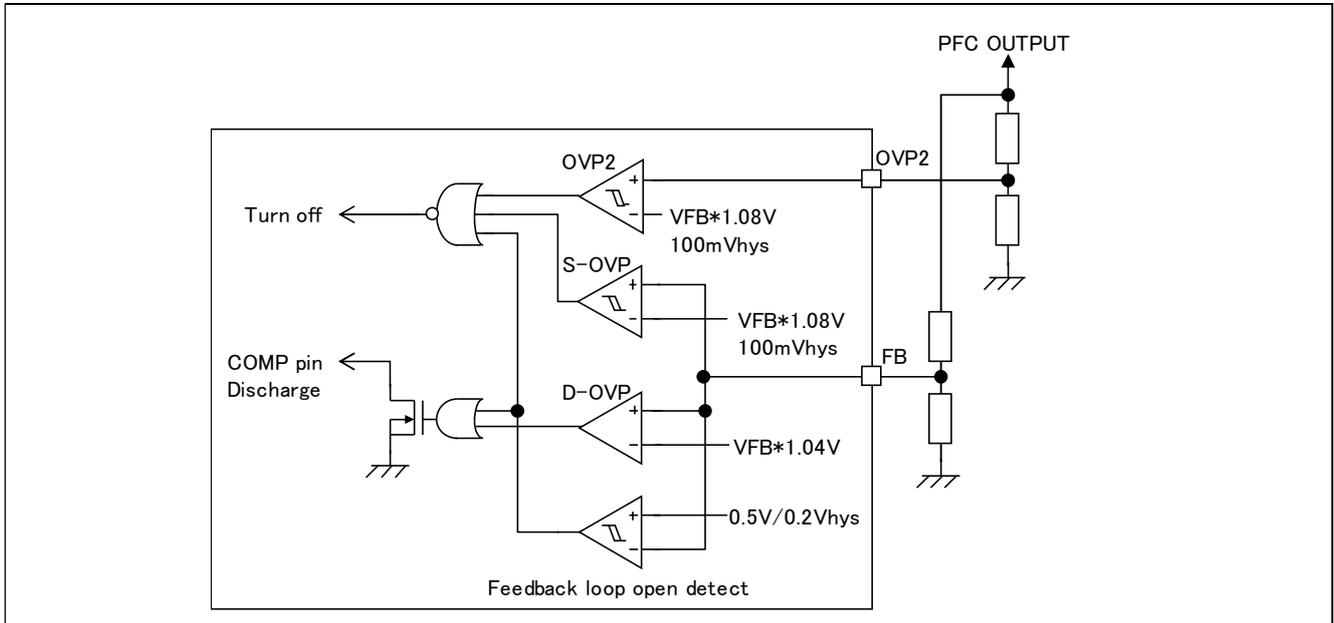


図 1 保護機能

3.1.1 過電圧保護(OVP)

過電圧保護は2ステップの保護を行います。ダイナミック過電圧保護 (D-OVP)は、FB 端子電圧が $1.04 * V_{FB}$ ($2.5V_{typ}$)に達すると COMP 端子電圧をディスチャージします。パワーMOSFET の ON 時間は緩やかに制限されるために、インダクタ電流が急激に遮断されることによる可聴域のオーディオノイズの発生を避けることが出来ます。スタティック過電圧保護 (S-OVP)は、FB 端子電圧が $1.08 * V_{FB}$ ($2.5V_{typ}$)に達すると IC の出力を停止します。この時、パワーMOSFET は瞬時に停止し、FB 端子電圧が $1.08 * V_{FB}$ ($2.5V_{typ}$) - $100mV$ になるとスイッチングを再開します。

3.1.2 過電圧保護 2(OVP2)

過電圧保護 2 (OVP2)は、D-OVP と S-OVP 機能を持った FB 端子から独立した専用端子で PFC 出力電圧をモニタします。OVP2 端子が $1.08 * V_{FB}$ ($2.5V_{typ}$)になると、スイッチングを停止します。OVP2 端子電圧が $1.08 * V_{FB}$ ($2.5V_{typ}$) - $100mV$ になるとスイッチングを再開します。OVP2 が検出されると E_OVP 端子が動作します。詳細は 3.5 の項を参照ください。

3.1.3 フィードバック・ループ・オープン検出

フィードバック・ループ・オープン検出は、FB 端子電圧が $0.5V$ 以下の時に COMP 端子電圧をディスチャージし、IC の出力を停止します。検出電圧には、 $0.2V$ のヒステリシスがあります。

3.1.4 過電流保護(OCP)

R2A20114BFP は CS1 または CS2 端子電圧が 0.31V に達すると GD1 または GD2 の出力を停止します。OCP はパルス・バイ・パルスで毎サイクルごとにリセットされます。

過電流が検出されると E-DELAY 端子は充電状態になります。過電流状態が解除されると E-DELAY 端子は放電状態になります。過電流状態が継続し、E-DELAY 端子が 2.45V に達すると E_OCP 端子が動作します。詳細は 3.5 の項を参照ください。

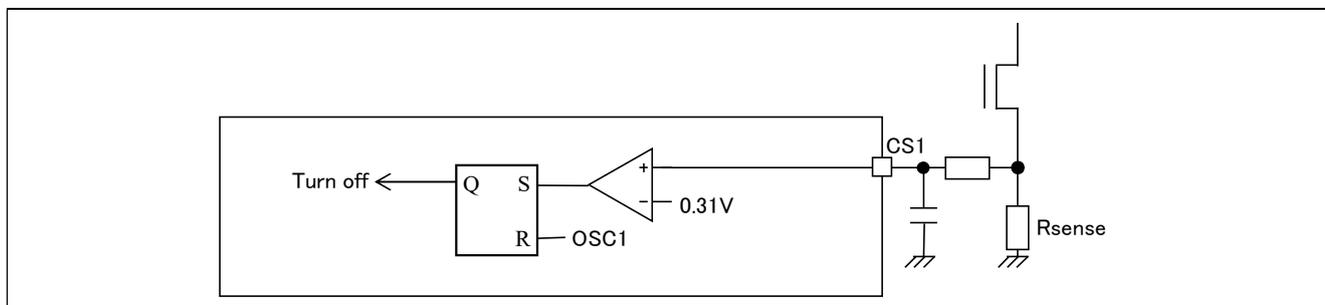


図 2 過電流保護

3.2 出力段

R2A20114BFP はフェーズ 1 とフェーズ 2 用に 2 つの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、0.2A peak です。

ご使用になられるスイッチング素子の特性に合わせて、ドライブ能力の調整を行うためのドライブ回路を使用してください。ドライブ回路例を示します。ドライブ回路の GND をエミッタ(もしくはソース)側に接続すると、引き回しの影響を受けない為、特性が安定し易いです。

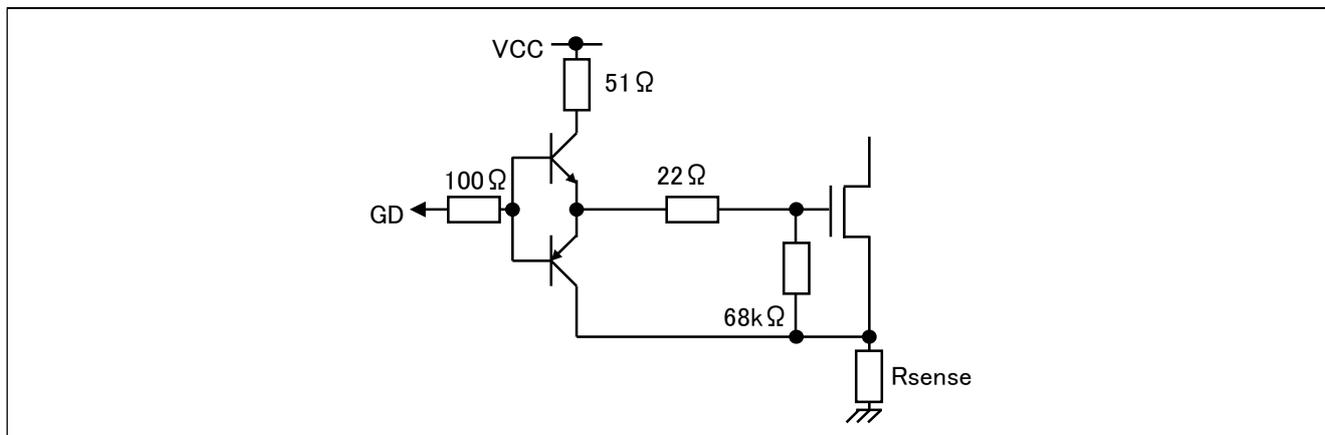


図 3 ドライブ回路例

3.3 ソフトスタート

SS 端子対 GND に容量を接続することでスイッチ素子の ON 時間を徐々に広げながら起動できます。SS 端子チャージ電流は 34 μ A の定電流ですので、SS 端子電圧のスロープは、外付け容量値によって調整可能です。また、VCC が UVL 閾値以下、または、FB 端子電圧が 0.3V_{typ.}以下、または、BO 端子電圧が 0.81V 以下で、SS 端子容量はディスチャージされます。

起動時のソフトスタート期間中は、E_OVP 端子からエラー信号が出力される場合があります。E_OVP 端子を使用してゲートパルスを停止させる場合には、マイコン等でエラー信号をマスクするか、エラー信号発生回数をカウントして、ある回数を検出した場合にシステムを停止させるなどの処理を行ってください。

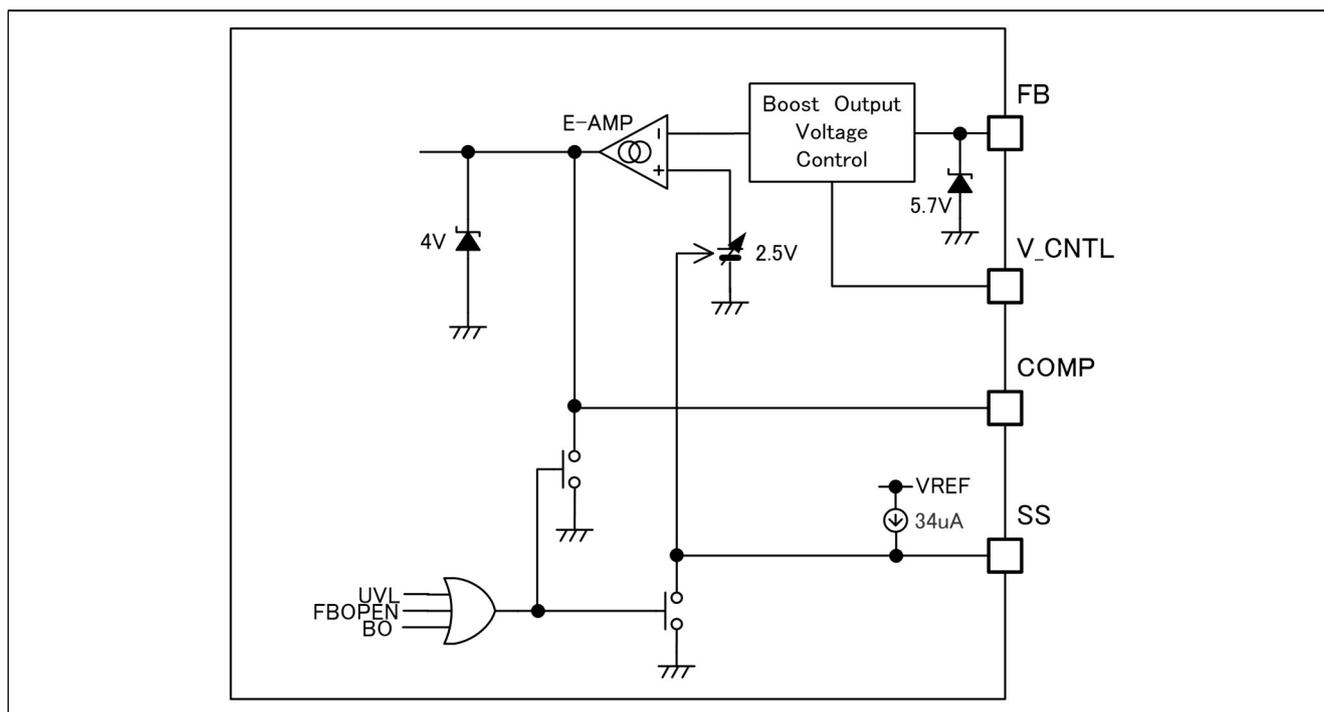


図 4 ソフトスタート

3.4 フェーズドロップ

PD 信号を 2.5V 以上にすると、GD2 が停止します。軽負荷時に GD2 を停止することでスイッチング損失を低減することができます。

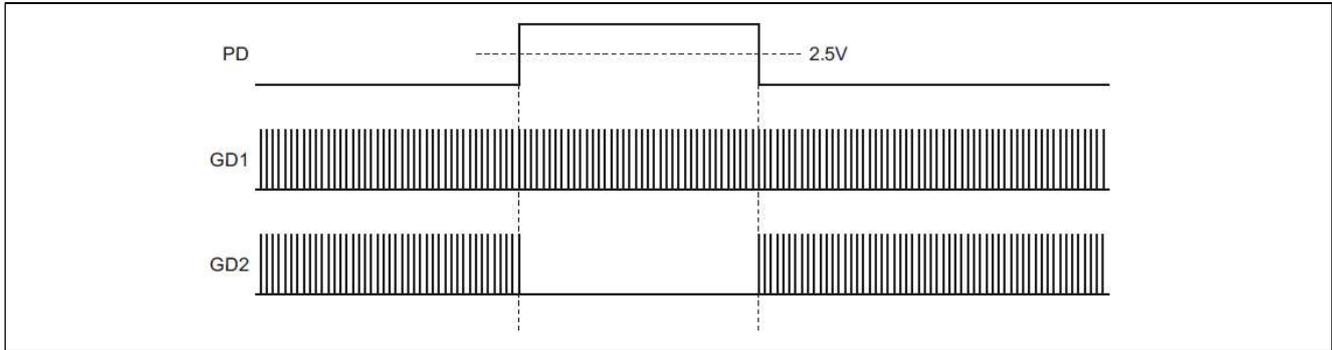


図 5 フェーズドロップ機能

フェーズドロップ切り替わり時は瞬間的に負荷が倍増・半減するのと同様です。フェーズドロップ時は IC 内部の RAMP 信号の傾きを倍にすることで、瞬間的に電流供給能力を増減し、フェーズドロップ切り替わり時の出力電圧変動を抑えます。

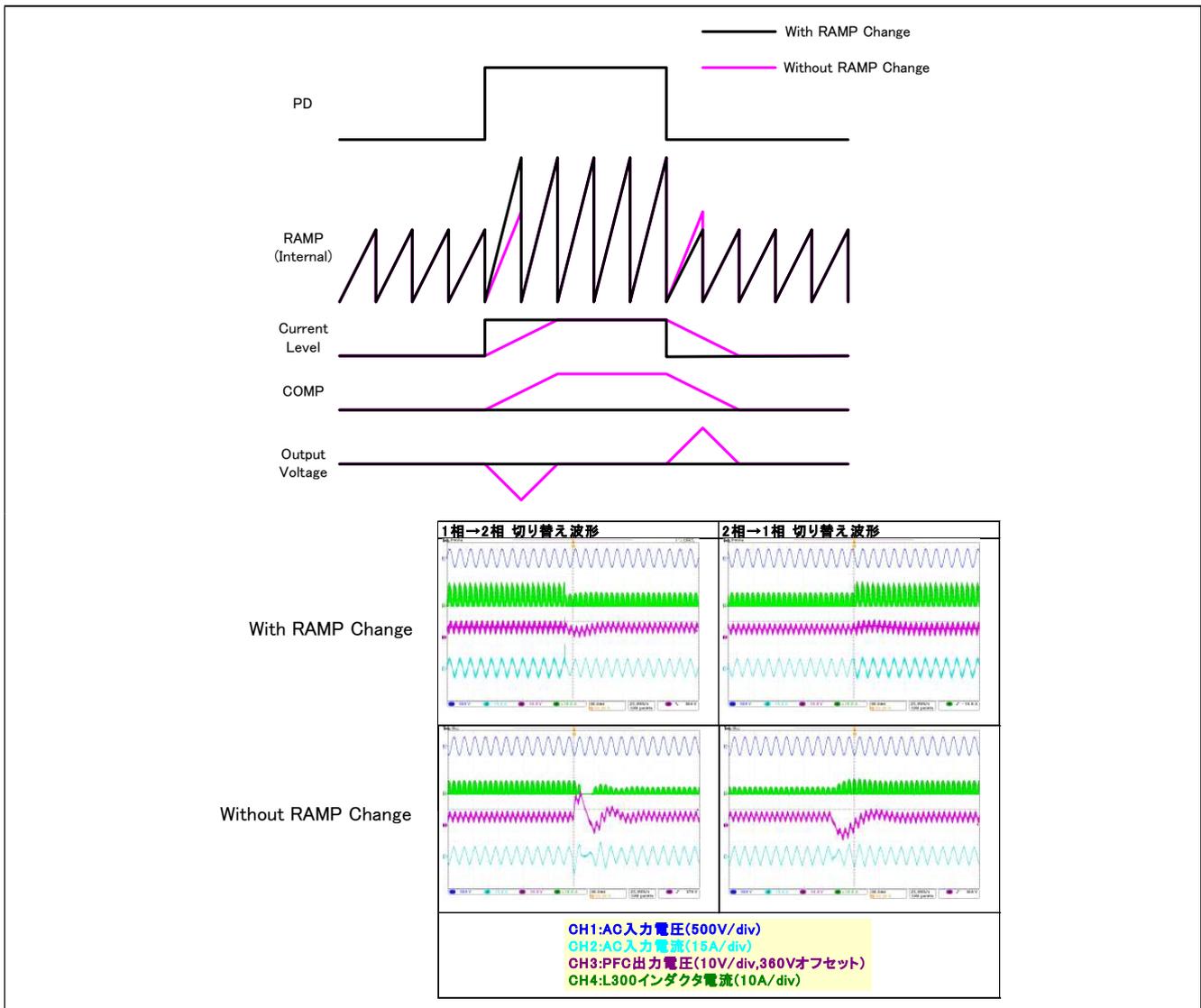


図 6 フェーズドロップ切り替わり時動作

3.5 エラー機能

R2A20114BFP は過電圧保護 2(OVP2)、過電流保護(OCP)、フェーズエラー状態を検出すると、対応するエラー端子（それぞれ E_OVP 端子、E_OCP 端子、E_PHASE 端子）が動作します。各エラー端子はオープンドレイン出力で、エラー検出時はオープンドレイン素子が ON になります。エラー状態が継続している場合、オープンドレイン素子は ON 状態を維持し続けます。いずれかのエラーが検出されると TIMER 端子は充電状態になります。エラー状態が解除された時、TIMER 端子電圧が 2V_{typ} に達していない場合は、オープンドレイン素子は ON 状態を維持し続け、2V_{typ} に達すると OFF 状態になります。エラー状態が解除された時、TIMER 端子電圧が 2V_{typ} を超えている場合は、オープンドレイン素子はすぐに OFF になります。オープンドレイン素子が OFF になると TIMER 端子電流は急速放電に切り替わります。

エラーの種類によって充電電流値が異なっています。過渡的な短時間のエラーの場合、エラー端子が ON している時間が異なるのでマイコン等でエラーの判別が可能になります。

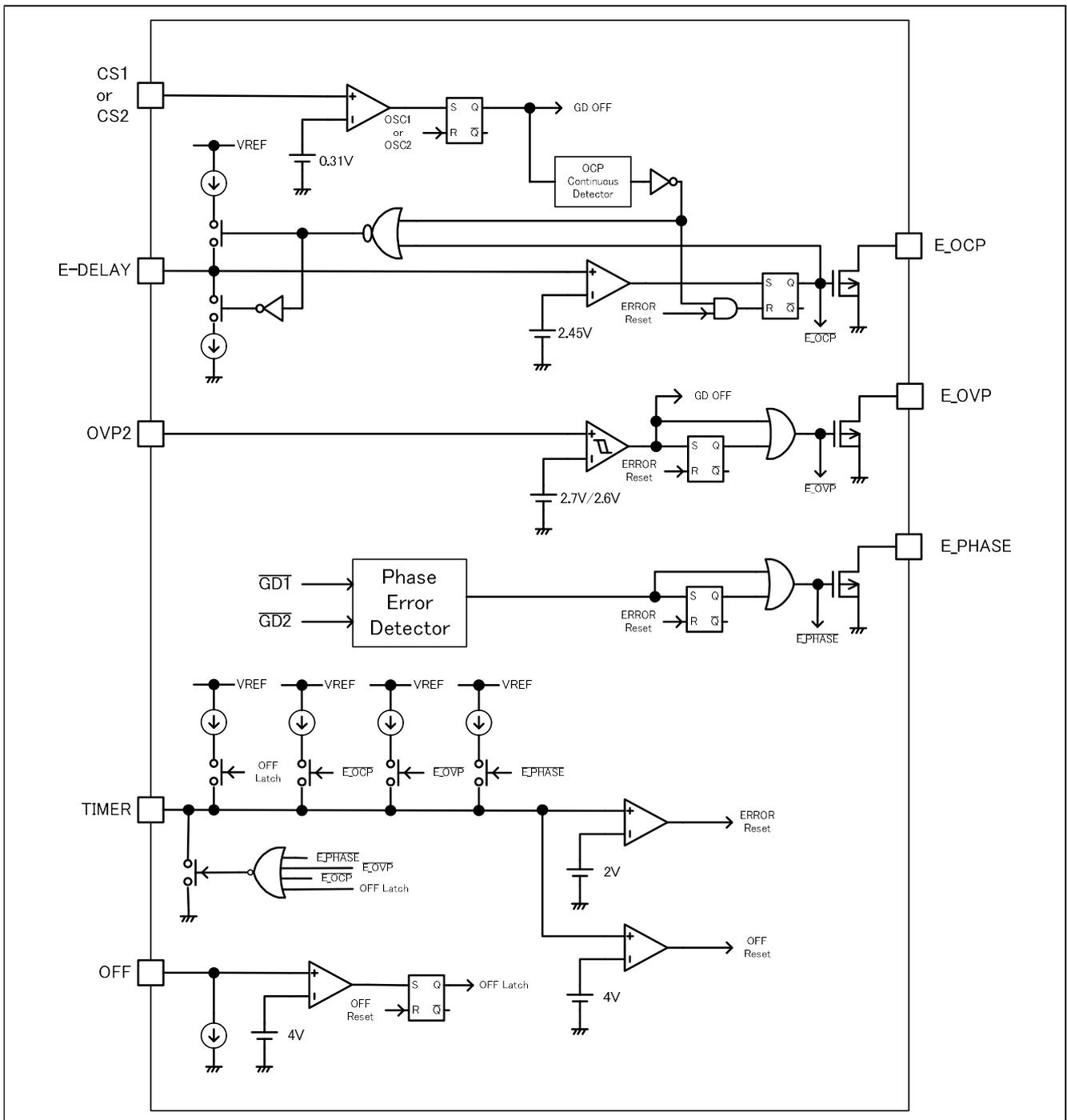


図 7 エラー機能

3.5.1 過電圧保護 2(OVP2)検出による E_OVP 端子動作

OVP2 端子電圧が $1.08 \cdot V_{FB}[2.5V_{typ}]$ 以上になると、OVP2 エラー状態になり E_OVP 端子が動作します。OVP2 端子電圧が $1.08 \cdot V_{FB}[2.5V_{typ}] - 100mV$ 以下となると、過電圧状態は終了しエラー状態は解除されます。

起動時のソフトスタート期間中は、E_OVP 端子からエラー信号が出力される場合があります。E_OVP 端子を使用してゲートパルスを停止させる場合には、マイコン等でエラー信号をマスクするか、エラー信号発生回数をカウントして、ある回数を検出した場合にシステムを停止させるなどの処理を行ってください。

また、4相動作で2相動作と4相動作の切り替えをスレーブ IC の ON/OFF で行う場合、スレーブ IC の OVP2 端子をプルアップすることになりますが、この場合、スレーブ IC の E_OVP 端子からエラー信号が出力されるので、ご注意ください。

3.5.2 フェーズエラー検出による E_PHASE 端子動作

パワー素子のオープン/ショート破壊などのアブノーマル動作において、GD1, GD2 のデューティ比が 1 から大きく外れるとフェーズエラー状態と判定され、E_PHASE 端子が動作します。GD1, GD2 のデューティ比が 1 に近づくとフェーズエラー状態は解除されます。下図に IC ばらつきを考慮したフェーズエラーの判別領域を図示します。

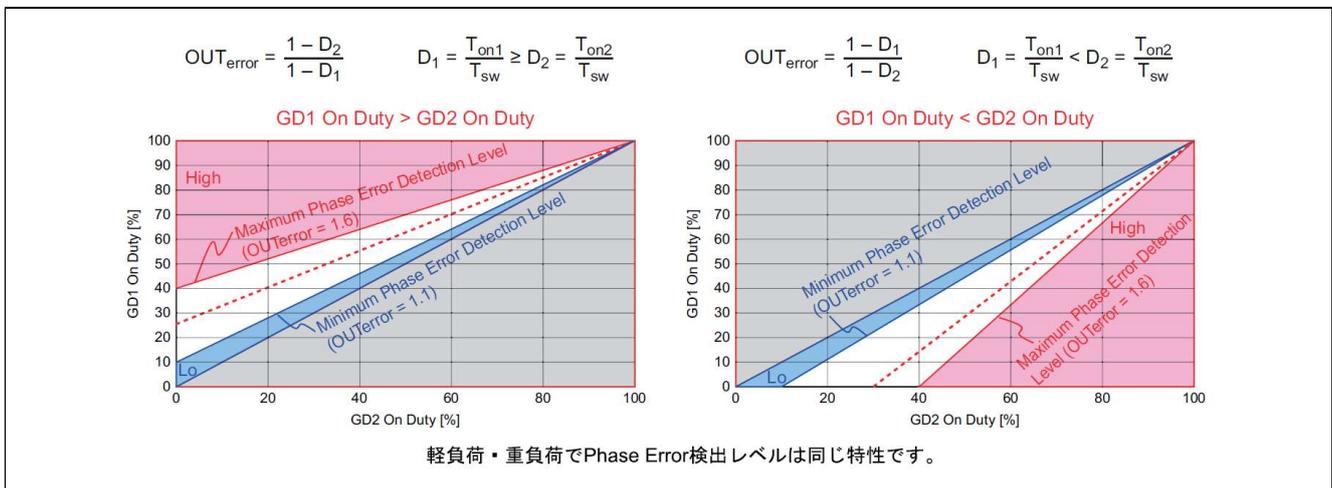


図 8 フェーズエラー判定領域

GD1 と GD2 のデューティが濃い青色の部分で動作していれば E_PHASE 端子は OFF 状態になっています。赤の領域で動作していれば E_PHASE 端子は ON 状態になります。白色の部分はフェーズエラー検出回路のばらつき領域で、フェーズエラーが検出される可能性のある領域になります。

定常動作時はフィードバック制御によりデューティはバランスするように動作するのでフェーズエラーが発生することはありません。ただし、異常時以外でも、電源の起動時、負荷の急変、入力電圧急変等の過渡的な期間では一時的にデューティバランスが崩れることがあり、フェーズエラー状態に入って E_PHASE 端子が ON することがあります。

3.5.3 過電流検出による E_OCP 端子動作

過電流保護回路が動作すると、E-DELAY 端子は充電状態になります。過電流状態が解除されると E-DELAY 端子は放電状態になります。過電流状態が連続し、E-DELAY 端子電圧が閾値 2.45V に達すると、OCP エラー状態になります。過電流状態が継続すれば OCP エラー状態も継続します。

E-Delay 端子対 GND に容量を接続することで、OCP を検出してからエラー信号が出力されるまでの時間を調整することが可能です。以下に OCP タイマーの動作概要を示します。

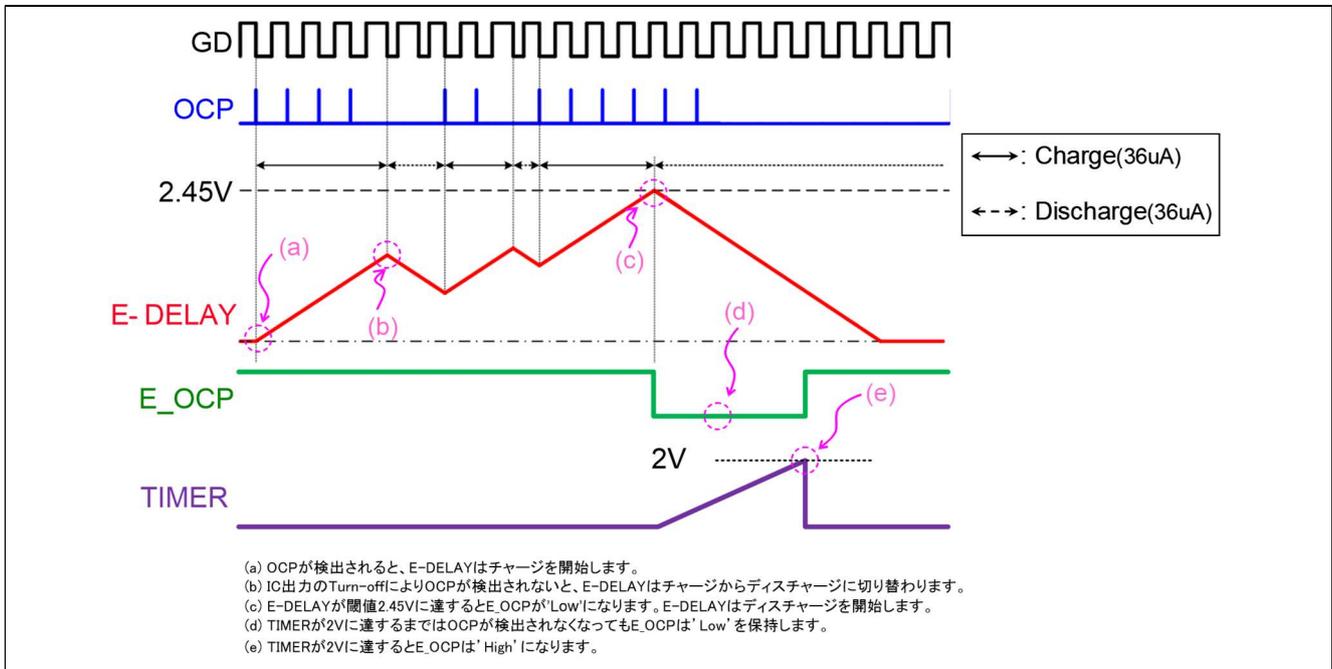


図 9 過電流エラー動作

3.6 OFF 機能

OFF 端子に閾値 $V_{off}(4V_{typ})$ 以上の振幅のパルスを入力するとゲートパルスが停止し、TIMER 端子が充電状態になります。TIMER 端子が閾値 $V_{res_lat}(4V_{typ})$ まで充電されると OFF 機能は解除されゲートパルスが復帰し、TIMER 端子は急速に放電されます。

■OFF 端子に入力するパルス幅 T_{off_in} は、TIMER 端子充電時間 T_{res_lat} より短くしてください。
 ■エラー信号によって OFF 機能で停止させる場合、各エラー信号は起動・瞬停・負荷急変等の過渡期間に出力する可能性があるため、不要な停止を防ぐためにマイコン等を介して OFF 端子に接続し、過渡期間は各エラー信号をマスクするか、エラー信号発生回数をカウントして、ある回数を検出した場合にシステムを停止させるなどの処理を行ってください。マスクする期間以外でエラー信号を受けた場合にマイコンから OFF 端子に入力するパルスは、上記パルスの規定に従ってください。

V_{cc} 端子の電圧を UVLO Turn-off Threshold 以下に低下させて IC をリセットすることでも OFF 機能による停止を解除することができます。また、OFF 端子は 10ns 程度の信号でも反応することがあります。OFF 機能を使用する場合はフィルタ等を構成し、誤動作を防止してください。

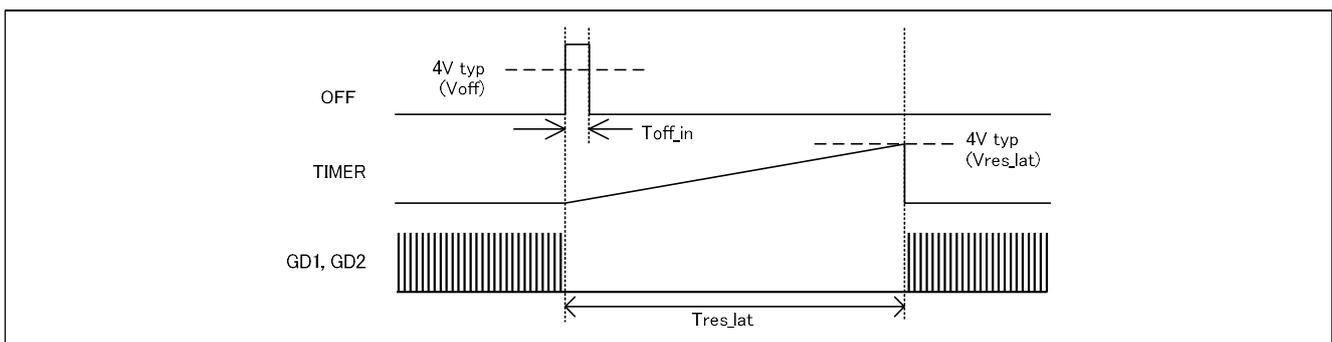


図 3.4 OFF 機能動作

3.7 同期機能

RT/SYNC 端子に同期信号を入力すると R2A20114BFP は同期信号に同期して動作します。

同期動作の詳細を以下に示します。

以下に IC 内蔵の発振器の概略図を示します。

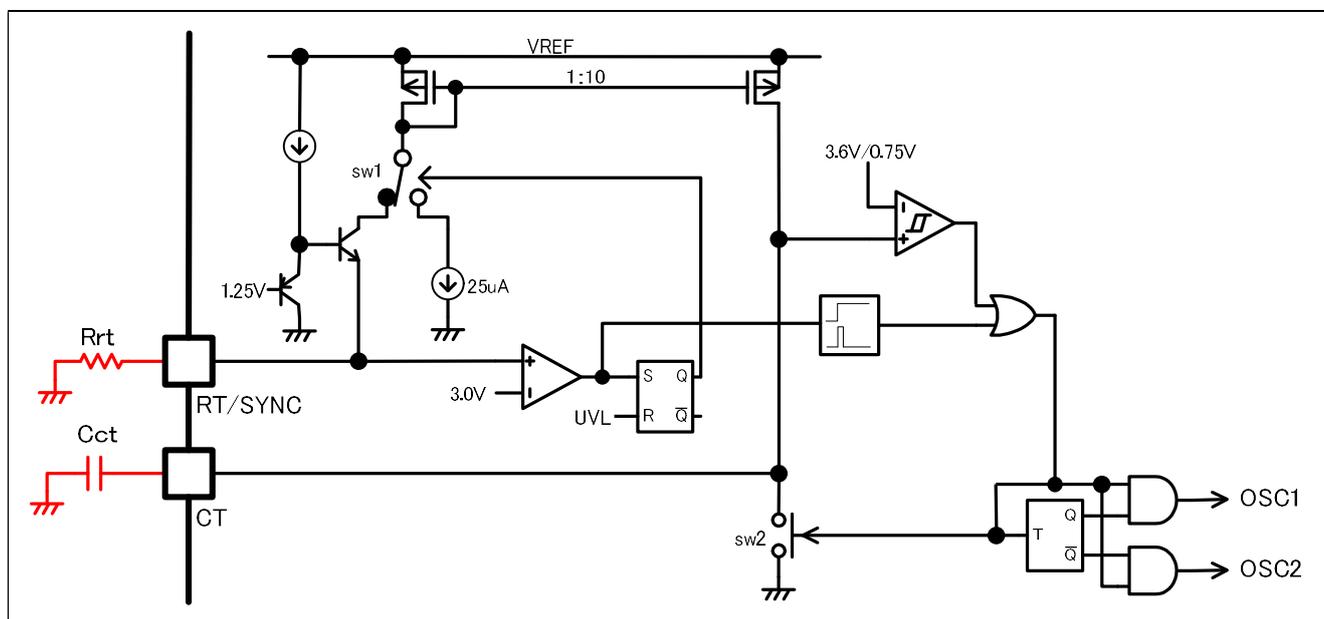


図 10 同期回路概略図

同期信号は立ち上がりエッジ ($3V_{typ}$ を閾値) を検出して機能します。同期タイミング図に示すように同期信号の立ち上がりエッジを受けて GD1, GD2 の立ち下がりタイミングが交互に決定されます。

R2A20114BFP は RT/SYNC 端子電圧が 1 度でも $3V_{typ}$ を超えると同期動作モードに移行します。同期動作モードに移行すると、内部スイッチ sw1 が切替わり、CT のチャージ電流は IC 内部で決まる定電流 $250\mu A_{typ} \pm 30\%$ に切り替わります (RT/SYNC 端子抵抗に依存しなくなります)。従って、同期信号が入力されないと IC はこのチャージ電流と CT 端子容量によって決まる周波数で動作します。この周波数は同期信号の周波数よりも遅くなるように Cct の値を決定しなければなりません。

また、一度 RT/SYNC 端子に $3V_{typ}$ 以上の電圧が印加されると、UVL 電圧以下まで電源電圧 V_{cc} を下げる限り、sw1 は RT/SYNC 端子側へ切替わらないので、同期動作を解除するためには V_{cc} を低下させて IC を一旦リセットする必要があります。

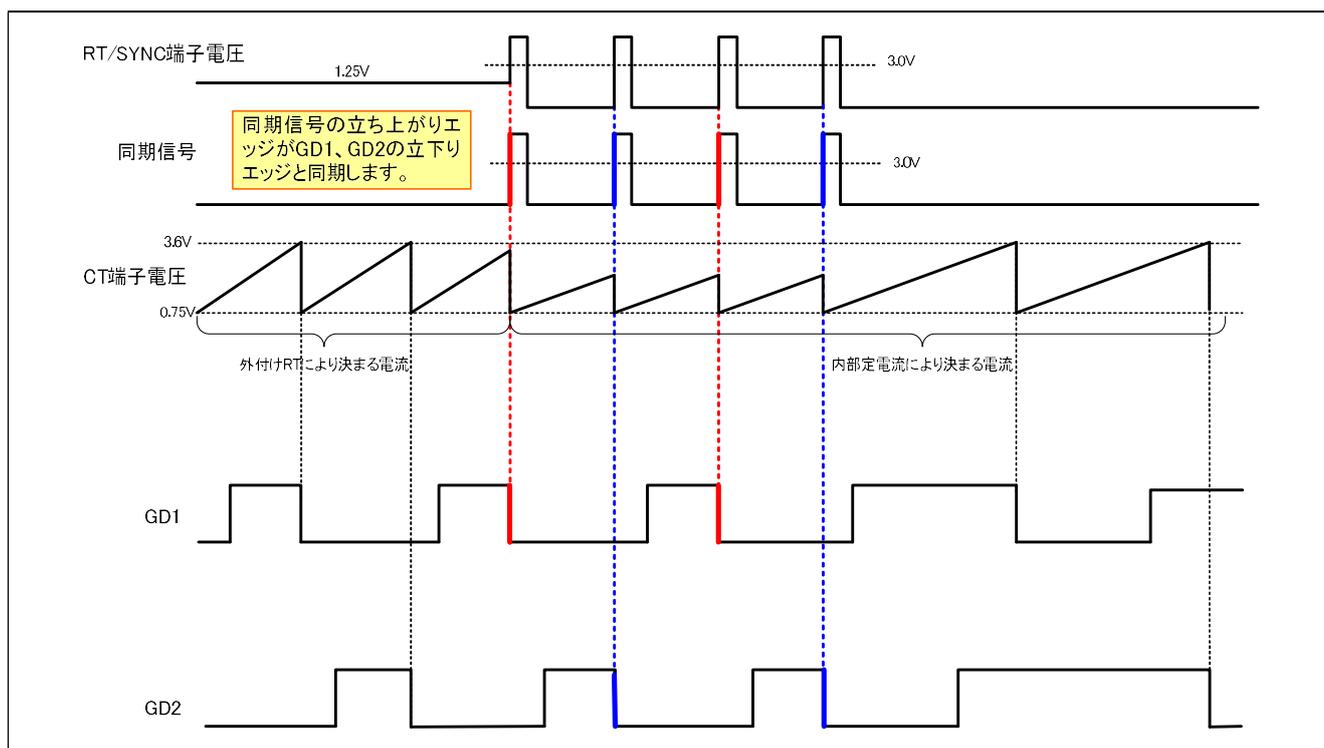


図 11 同期動作

同期機能を使用する場合、以下の点にご注意ください。

(1).IC 停止時 (V_{cc} が Low) には同期信号を入力しないでください。

(2).RT/SYNC 端子に同期信号回路を直接接続している場合、同期信号回路の出カインピーダンスが低いと起動時や通常動作から同期モードに切り替える際 RT/SYNC 端子の最大定格電流値 $200\mu\text{A}$ を超えることが考えられます（注：同期モードに入ると RT/SYNC 端子はハイインピーダンスになるので電流が流れる可能性があるのは同期モードに入るときのみです。）。その場合は下図のように制限抵抗を挿入したり、ダイオードを挿入したりすることで電流の増加を防いでください。

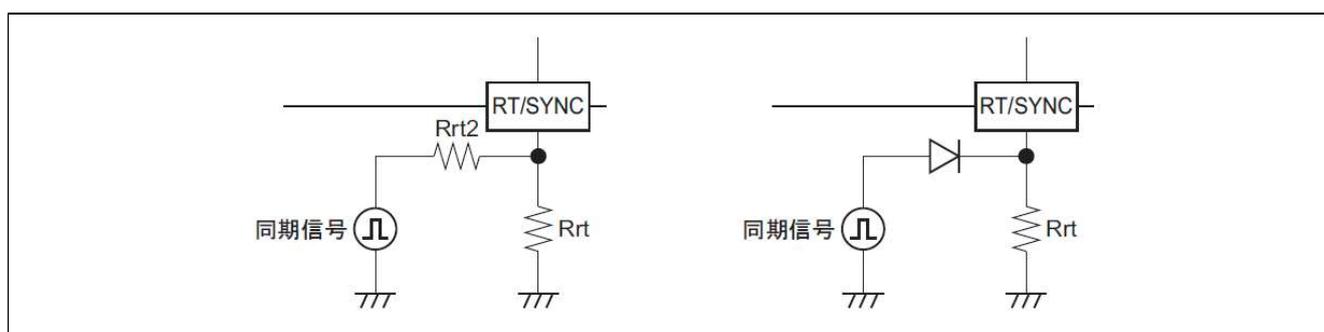


図 12 同期信号入力

(3).同期モードでは RT/SYNC 端子はハイインピーダンスになるのでノイズや負電位の影響を受ける可能性があります。その場合は、RC フィルタでノイズを除去したり、ショットキーバリアダイオード等で負電位をクランプしたりしてください。

(4). RT/SYNC 端子と SYNC-O 端子間には内部遅延があり、同期信号の On Duty が 50% では位相差が 90° になりません。スレーブ側の位相差は同期信号の On Duty で調整してください。

3.8 同期出力機能

SYNC-O 端子は RT/SYNC 端子に入力した同期信号を反転させた信号を出力します。

3.9 PWM_IN 機能

PWM_IN 端子に入力した信号を GD1 端子から出力する機能です。部分スイッチ用の各種保護機能を内蔵したドライバ IC として使用できます。この機能は PWM_CNTL 端子を VREF 端子にプルアップすることで使用することができます。

過電流、過電圧機能は動作するので、追加で保護回路を付ける必要はありません。

PWM_CNTL 端子と VREF 端子をショートして使用した場合、E_OCP 端子からエラー信号が出力され続けます。E_OCP 端子を使用しない場合は、ショートで構いませんが、使用する場合には、VCC を印加したのち 500us 以降に PWM_CNTL 端子を VREF 端子にプルアップしてください。

4. 設計ガイド

4.1 ブーストインダクタ

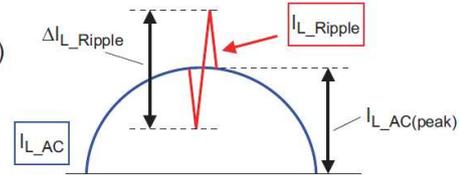
ブーストインダクタの値は、出力電圧と固定スイッチング周波数によって決まります。

スイッチング周波数は、インダクタや入力容量のオーディオノイズを避けるために、最低でも可聴周波数である 20kHz 以上にしなければいけません。一般的には 30kHz 程度に設定します。

昇圧インダクタ値は、(1) 式によって求められます。変換効率 η は、およそ 0.9 を入力します

$$L = \frac{2 \times V_{AC(min)}^2 \times (V_{out} - \sqrt{2} \times V_{AC(min)}) \times \eta \times F_{PFC}}{\gamma \times f_{GD} \times P_{out(max)} \times V_{out}} \quad (1)$$

$$\gamma = \frac{\Delta I_{L_Ripple}}{I_{L_AC(peak)}} \quad (2)$$



$V_{AC(min)}$: 最低入力電圧の実効値 [V(rms)]
 V_{out} : 出力電圧 [V]
 $P_{out(max)}$: 最大の出力電力 [W]
 η : 電力変換効率
 F_{PFC} : 力率
 f_{GD} : スwitching周波数 [Hz]
 ΔI_{L_Ripple} : インダクタリップル電流の最大値
 $I_{L_AC(peak)}$: インダクタ電流のピーク値

4.2 出力容量

任意のホールドアップ時間を満足する容量値は次式によって求められます。

$$C_{out} [F] \geq \frac{2 \times P_{out} \times t_{hold}}{V_{out}^2 - V_{out(min)}^2} \quad (3)$$

thold: 保持時間 [s]
 V_{omin} : 最低出力電圧 [V]

4.3 パワーMOSFET(IGBT)、ブーストダイオード

パワーMOSFET(IGBT)とブーストダイオードに流れるピーク電流は、次式によって求められます。

変換効率 η は、およそ 0.9 を入力します。

$$I_{in} = \frac{P_{out}}{V_{AC(min)} \times \eta \times F_{PFC}} \quad (4)$$

$$I_{L(peak)} = (1 + \gamma/2) \times I_{in} / \sqrt{2} \quad (5)$$

I_{in} : 最大入力電流の実効値 [A]
 $I_{L(peak)}$: インダクタ電流のピーク値 [A]

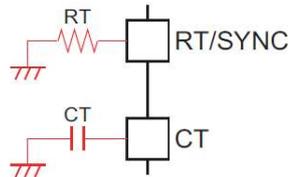
4.4 動作周波数

4.4.1 動作周波数設定

R2A20114B の動作周波数 f_{GD} はタイミング抵抗 R_T (R_T 端子) とタイミング容量 C_T (C_T 端子) によって決まります。

動作周波数は式(6)によって近似されます。式 (6) は、図 13 の参考データの各容量値及び抵抗値の範囲全体の誤差が小さくなるように近似した計算式の為、計算結果と実際の周波数は完全に一致しません。よって、式 (6) で求めた C_t 、 R_t は初期設定値としてご使用ください。正確に算出する場合は図 13 のグラフから決定するか、Excel 版定数計算シートをご活用ください。

$$f_{GD} = \frac{2.5}{R_T \times C_T} \quad (6)$$



f_{GD} : 動作周波数 [Hz]

最大 R_T 端子電流を 200 μ A 以下にするために R_T 端子に接続する抵抗は 7k Ω 以上を選定して下さい。

C_T 端子に接続する容量は、寄生容量とノイズの影響を減らすために、100 pF 以上を選定してください。

図 13 に、タイミング抵抗 R_T とタイミング容量 C_T を可変した時の動作周波数 f_{GD} の参考データを示します。

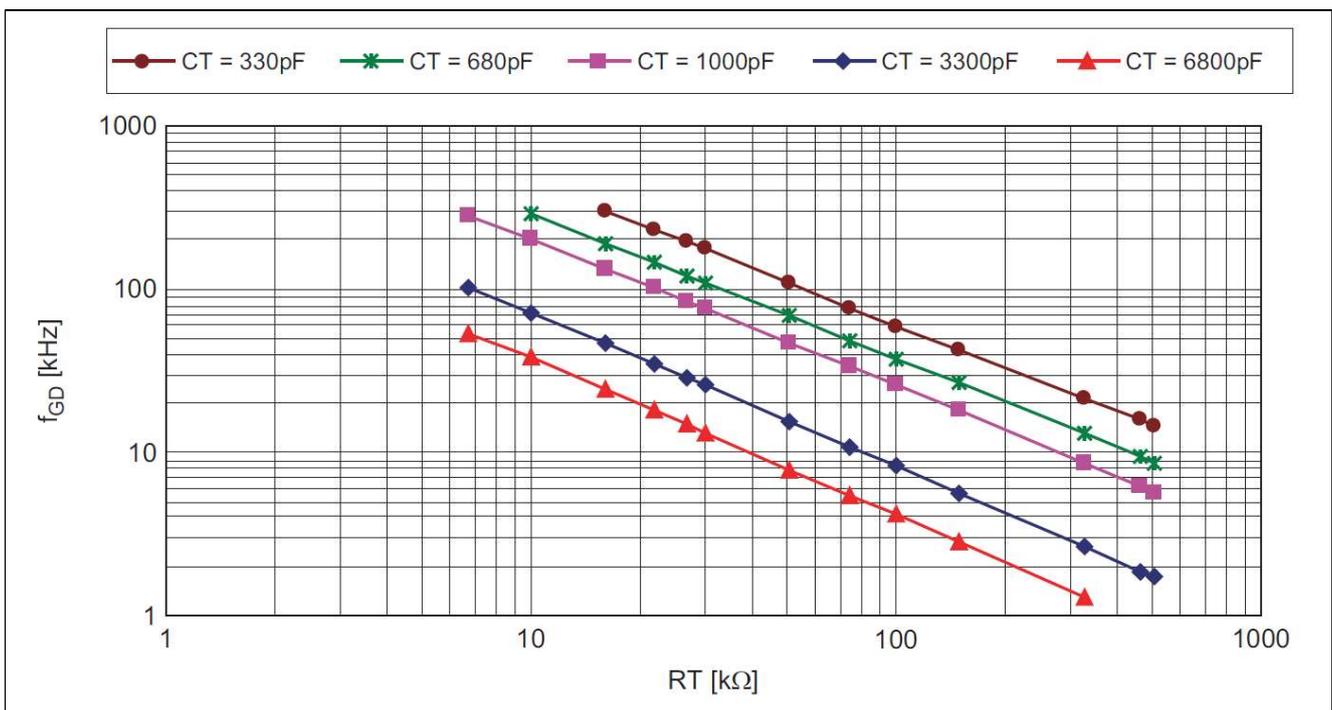


図 13 動作周波数特性

4.4.2 GD の Max Duty 制限について

ドライブ回路の設定によっては、MOS ゲートのディレイ成分により、入力電圧 0V 付近で On Duty が 100%に近い値となることがあります。その結果、図 14 のようにゼロクロス付近の入力電流波形が伸びることがあります。このような現象が発生した場合には、図 16 のように、Vref-CT 間に抵抗を接続頂く事で Max Duty が制限され、ゼロクロス付近の入力電流波形を改善することができます。

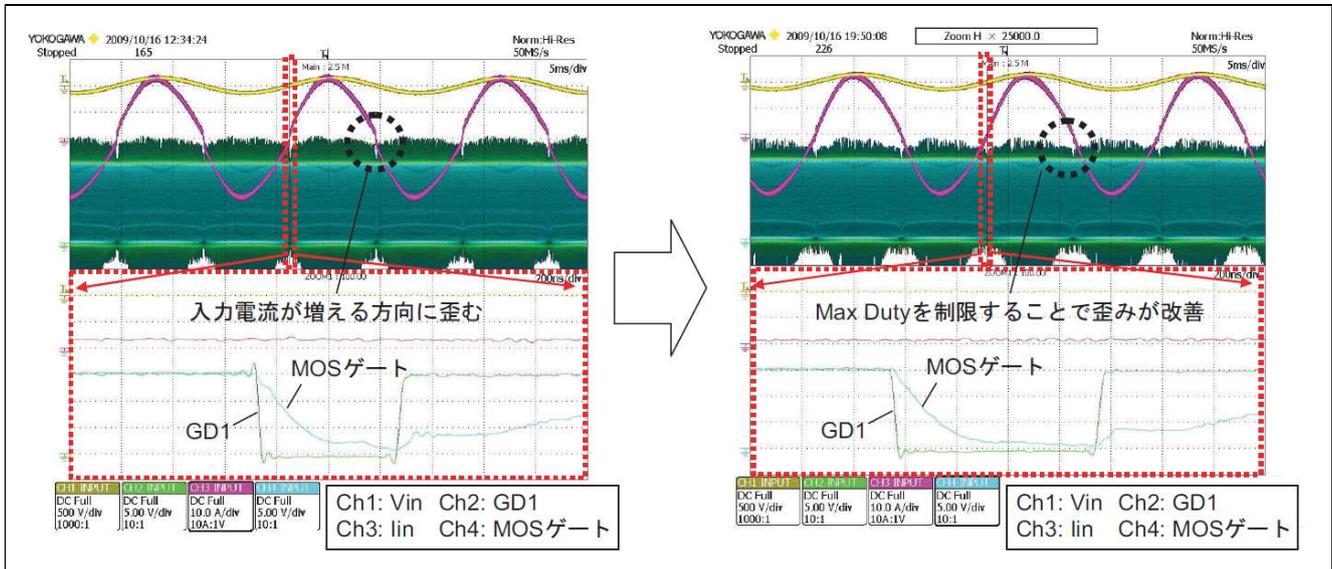


図 14 ゼロクロス部に歪みの生じた入力電流波形 図 15 Max Duty 制限後の入力電流波形

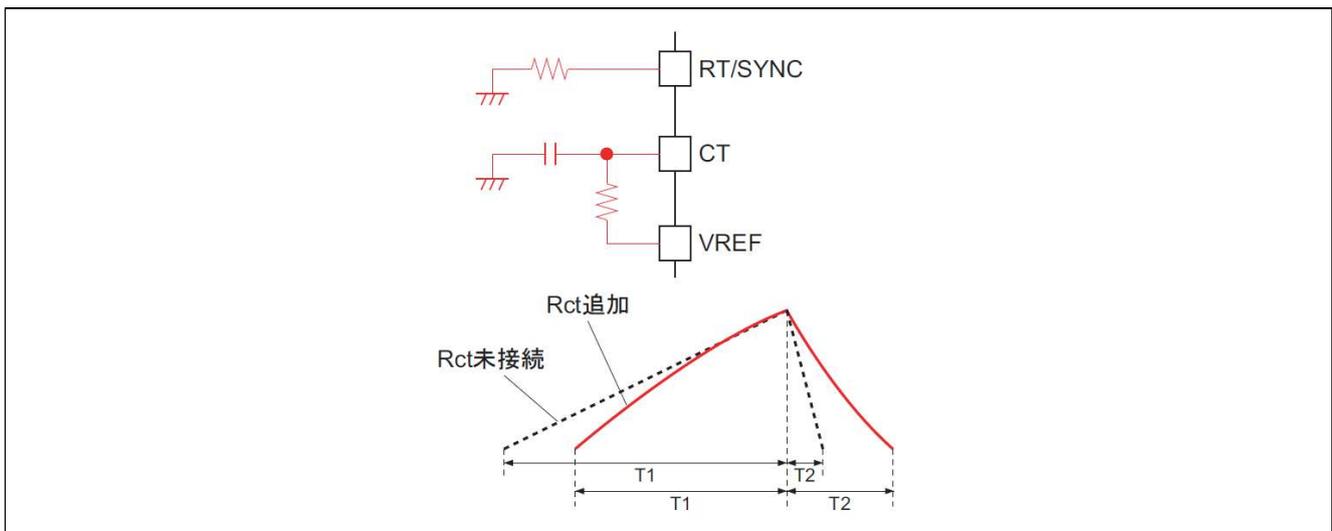


図 16 Max Duty 制限回路

ただし、抵抗を追加しただけでは発振周波数も変化してしまいますので、合わせて Rt, Ct の調節が必要になります。

本対策回路の定数の決定方法については、エクセルの計算シートを作成しましたので計算シートに沿って値を入力頂き定数を決定してください。

4.5 入力 AC 電圧検出

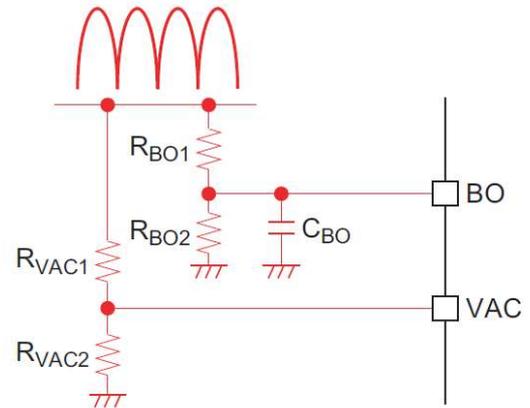
入力 AC 電圧に応じて PFC 動作を ON/OFF する場合は、式(12)に従って、全波整流波を抵抗分割してコンデンサで平滑した信号を BO 端子に印加してください。PFC の ON/OFF 動作をマイコン等で行い、AC 電圧と連動する必要がない場合は、BO 端子への全波整流波からの回路は不要です。VAC 端子への全波整流波からの回路は必ず接続してください。

$$V_{BO} = \frac{2\sqrt{2} \times R_{BO2} \times V_{ac}}{\pi \times (R_{BO1} + R_{BO2})} \quad (12)$$

$$C_{BO} = \frac{1}{2\pi \times f_c + \left(\frac{R_{BO1} \times R_{BO2}}{R_{BO1} + R_{BO2}} \right)} \quad (13)$$

V_{ac}: 最低入力電圧の実効値 [V(rms)]

f_c: カットオフ周波数 [Hz]



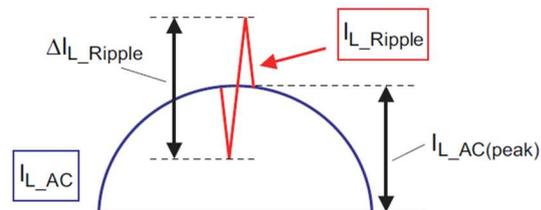
VAC 端子には全波整流波を抵抗分割した信号を必ず印加してください。4.10.1 項の式(20)で OVP2 端子の抵抗分割値を決めてから、式(14)を満足するように設定してください。

$$\frac{R_{VAC1}}{R_{VAC2}} = \frac{R_{OVP2_1}}{R_{OVP2_2}} \quad (14)$$

4.6 電流検出抵抗

電流検出抵抗は(15)式の範囲内で設定します。小さい値にすれば抵抗による損失は低減できますが、過電流値も大きくなるのでパワー素子の定格に注意が必要です。

$$R_{CS} \leq \frac{0.3\sqrt{2} \times V_{ac} \times \eta \times F_{PFC}}{P_{out} \times (2 + \gamma)} \quad (15)$$



V_{ac}: 力電圧の実効値 [V]

P_{out}: 最大出力電力 [W]

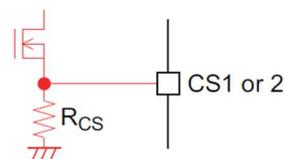
η: 電力変換効率

F_{PFC}: 力率

γ: インダクタ電流のリップル含有率

ΔI_{L_Ripple}: インダクタリップル電流の最大値 [A]

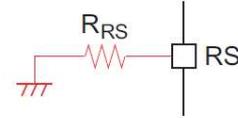
I_{L_AC(peak)}: インダクタ電流のピーク値 [A]



4.7 電流増幅器の位相補償回路

4.7.1 RS 端子

$$R_{RS} [\Omega] = \frac{L \times 10^9}{2.5 \times R_{CS}} \times \frac{R_{ovp2_2}}{R_{ovp2_1} + R_{ovp2_2}} \quad (16)$$



L: インダクタンス [H]

R_{CS}: 電流検出抵抗値 [Ω]

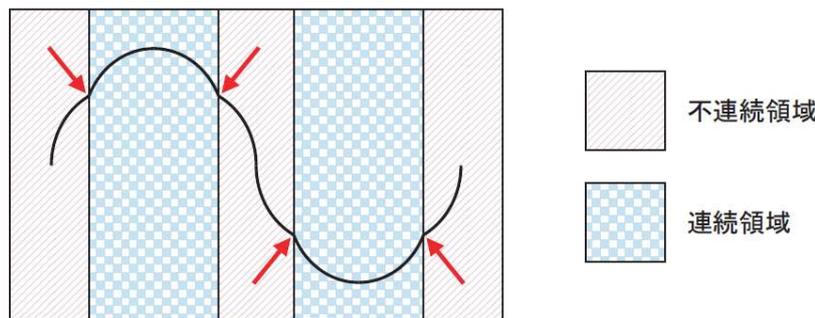
V_{out}: 出力電圧 [V]

(16)式から RS 端子抵抗は昇圧インダクタンス値に比例するので、ダスト系のインダクタのようにインダクタンスの電流重畳特性が大きい場合は注意が必要です。また、式(16)は基本的には最大電流時のインダクタンス値で計算します。

RS 端子抵抗は AC 入力電流波形に影響を及ぼします。一般的に RS 端子抵抗値が小さい場合は、AC 入力電流波形のピーク部が伸びて全体的に三角波状になりやすく、逆に RS 端子抵抗値が大きい場合は、ピーク部がつぶれて台形状になりやすくなる傾向があります。調節の目安にしてください。

また、最大負荷時にロードレギュレーションが大幅に悪化する場合、オンデューティに制限(COMP 端子電圧が 3.8V 以上)が掛かっている可能性があります。その場合は RS 端子抵抗を下げても調節してください。

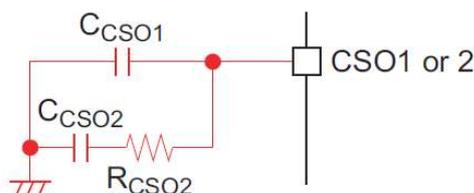
PFC 制御では AC 電圧のゼロクロス付近はインダクタ電流が不連続になります。特に昇圧インダクタのインダクタンス値が小さい場合は、不連続領域が大きくなります。このような時に不連続領域と連続領域の境目で入力 AC 電流に下図のような段差が見られることがあります。この段差は 5 次高調波を悪化させます。



このようなときは RS 端子抵抗を小さくすると不連続領域の電流の盛り上がりを抑えられ、この段差は改善します。ただし、小さくしすぎるとピーク部分が盛り上がりすぎてしまい、3 次高調波が悪化します。

(16)式は連続動作における理論式であり、不連続領域が増加すると計算が合わなくなります。抵抗値は (16)式で計算された値よりも 1/10 程度になることもあります。実機にて入力 AC 電流波形を確認しながら最も高調波電流が良くなる値に調節してください。

4.7.2 CSO 端子



CSO1 端子、CSO2 端子は PFC 制御の電流ループの特性を決定します。電流ループは AC 入力電流を AC 入力電圧と相似の Sine 波に整形するのに重要な役割を担っています。下記特性の合わせ込みは Excel 版定数計算シートをご活用ください。

電流ループ周波数特性は、

- ・ AC 入力周波数の 2 倍で十分なゲインを持つこと
- ・ スイッチング周波数で十分低いゲインを持つこと
- ・ 位相余裕が十分あること

となるように設定してください。

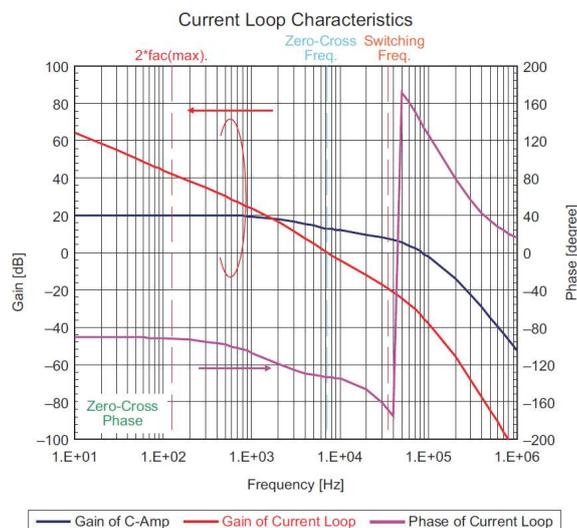
設定の目安を下記に示します。

- ・ AC 入力周波数の 2 倍で 40dB 以上
- ・ 電流ループのゼロ周波数をスイッチング周波数の約 1/10
- ・ スイッチング周波数で約-30dB 以下
- ・ 位相余裕 60° 以上

すべての条件を満たすのは難しいので可能な限り満足するように調節してください。

CSO 端子の部品は AC 入力電流の形と安定性に影響があります。AC 入力電流が不安定の場合、一般的に Ccso2 を大きくするとインダクタ電流が安定する傾向になりますが、AC 入力電流波形の歪みは大きくなる傾向があります。

CSO1 端子と CSO2 端子の外付け部品は同一の値にしてください。

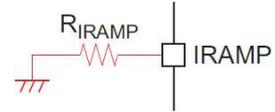


4.8 IRAMP 端子抵抗

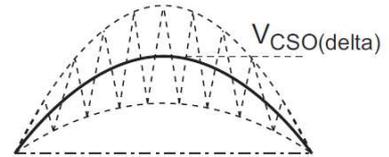
設計目標とする最も低い AC 電圧で最大電力を出力できるように R_{iramp} を求めます。最低 AC 電圧、最大電力では、連続モードで動作していることを前提とした場合、 R_{iramp} は次式で近似されます。但し、下記は近似式である為、正確に定数を計算する場合には Excel 版定数計算シートをご活用ください。

R_{iramp} は大きくしすぎるとロードレギュレーションが悪化し、小さくしすぎると電流波形が歪みます。出力電圧、入力電流波形を確認しながら調整してください。

$$R_{IRAMP} [\Omega] = 4 \times 10^9 \times \left(\frac{\sqrt{2} \times V_{AC(min)}}{V_{OUT} \times f_{GD}} - 2 \times 10^{-6} \right) \times \frac{1}{V_{CSO(delta)}} \quad (17)$$

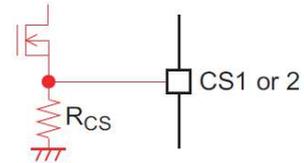


$V_{CSO(delta)}$: CSO端子ピーク電圧 [V]



$V_{CSO(delta)}$ は、CS 端子より検出した MOS 電流と IC 内部で計算されたダイオード電流とを加算したインダクタ電流と相似な電圧波形を平滑した電圧で、(18)で表されます。

$$V_{CSO(delta)} [V] = \frac{4.5 \sqrt{2} \times P_{out} \times R_{cs}}{V_{AC} \times \eta} \quad (18)$$

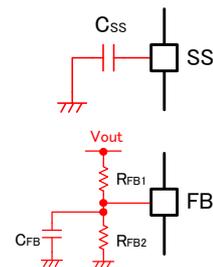
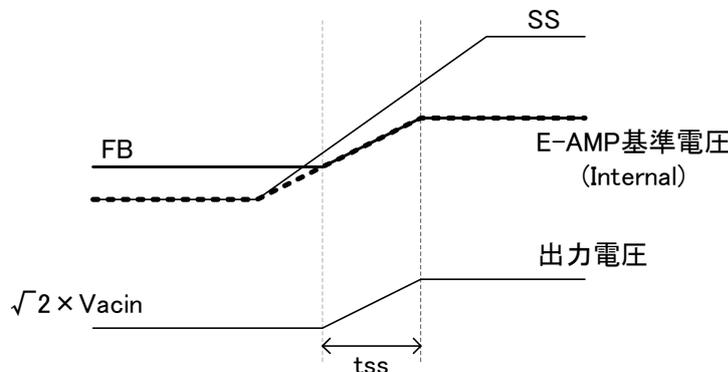


4.9 ソフトスタート端子容量

AC 電圧 V_{acin} が入力されて、PFC 回路が動作していない場合、PFC 回路の出力電圧は $\sqrt{2} \times V_{acin}$ になります。その電圧から PFC 動作を開始してソフトスタート機能が動作し規定の出力電圧に達するまでの時間を t_{ss} に設定したい場合、SS 端子に必要な容量 C_{ss} は(19)式で表されます。

起動時間は負荷や入出力条件により異なるので、目安として C_{ss} を決定頂いた後に実動作にて調整してください。

$$C_{SS} = \frac{34 \times 10^{-6}}{1.272 \times \left(2.5 - \sqrt{2} V_{acin} \frac{R_{FB2}}{R_{FB1} + R_{FB2}} \right)} \times t_{ss} \quad (19)$$

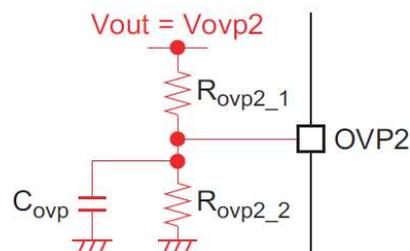


4.10 保護機能

4.10.1 OVP2 電圧設定

FB 端子にも OVP 機能は内蔵されていますが、FB 端子の分割抵抗が中途半端に壊れて抵抗値に異常が生じたような場合には、FB 端子が通常の制御動作を継続してしまう可能性があります。このとき FB 端子自身は正常な制御動作を行っているため FB 端子の OVP 機能では異常を検出できません。OVP2 端子は FB 端子とは別系統の抵抗分割回路で出力電圧をモニタすることで、このような異常を検出できます。

$$V_{OVP2} [V] = \frac{R_{ovp2_1} + R_{ovp2_2}}{R_{ovp2_2}} \times 2.5 \times 1.08 \quad (20)$$



OVP2 端子の抵抗分割値を設定したら、式(14)を元に VAC 端子の抵抗値を設定してください。

$$\frac{R_{VAC1}}{R_{VAC2}} = \frac{R_{OVP2_1}}{R_{OVP2_2}} \quad (14)$$

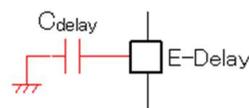
OVP2 端子電圧は IC 内部で制御信号として使用しているため出力電圧に応じた電圧を印加する必要があります。OVP2 機能を使用しない場合は FB 端子と OVP2 端子をショートしてください。

4.10.2 E-DELAY 設定

OCP 状態になってから E_OCP 信号を出力するまでの時間 t_{delay} を設定します。

OCP 状態が継続しても E_OCP 信号を出力する必要が無い場合は E-DELAY 端子を GND にショートしてください。

$$C_{delay} [F] = \frac{36 \times 10^{-6}}{2.45} \times t_{delay} \quad (21)$$

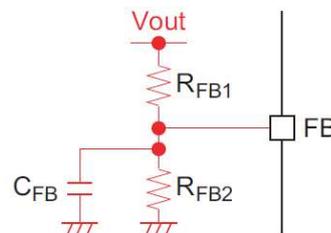


4.11 出力電圧設定、電圧アンプの周波数特性

4.11.1 出力電圧設定

R2A20114B は FB 端子が常に約 2.5V になるようにフィードバック制御されるので、出力電圧が一定に制御されます。出力電圧値は FB 端子の抵抗分割回路で決定されます。

$$V_{OUT} = \frac{R_{FB1} + R_{FB2}}{R_{FB2}} \times 2.5 \quad (22)$$



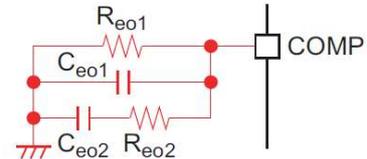
4.11.2 COMP 端子パラメータ設定

電圧、電流アンプはトランスコンダクタンスアンプ（以下 gm アンプ）です。

gm アンプは入力側へ帰還をかける必要がないため、帰還回路の入力側への影響を無くすることができます。gm アンプのゲインはトランスコンダクタンスと出力インピーダンスの積で表され、(23) 式によって求められます。Gm-v は電圧アンプのトランスコンダクタンス、Rvo は電圧アンプ自身の出力抵抗です。

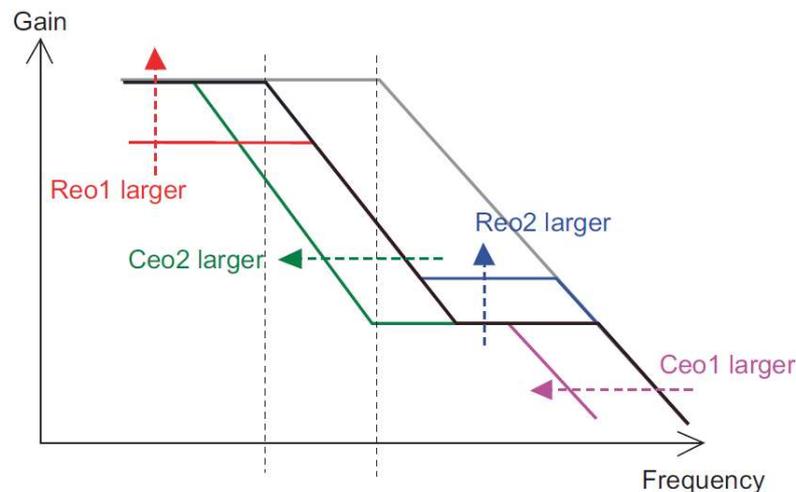
COMP 端子定数設定は CSO 端子定数と同様、Excel 版定数計算シートをご活用ください。

$$G_V = G_{m-v} \times \frac{1}{\frac{1}{R_{vo}} + \frac{1}{R_{eo1}} + j\omega C_{eo1} + \frac{1}{R_{eo2} + \frac{1}{j\omega C_{eo2}}}} \quad (23)$$



Gm-v: エラーアンプのトランスコンダクタンス [S]

Rvo: エラーアンプの出力抵抗 [Ω]



COMP 端子は PFC 制御の電圧ループ特性を決定します。電圧ループ特性は出力電圧に関する制御に関係し、主に出力電圧のリプル特性、ロードレギュレーション特性、応答特性、安定性に影響を及ぼします。

電圧ループ周波数特性は、

- AC 入力周波数の 2 倍で十分低いゲインを持つこと
- ゼロクロス周波数が AC 入力周波数より低いこと
- 位相余裕が十分あること

となるように設定するのが基本的となります。

一般的な設定の目安を下記に示します。

- AC 入力周波数の 2 倍で -30dB 以下
- ゼロクロス周波数が AC 入力周波数の約 1/5 以下
- 位相余裕 60° 以上

相反する特性もあるのですべての条件を満たすことは非常に難しいですが、可能な限り満足するように調節してください。

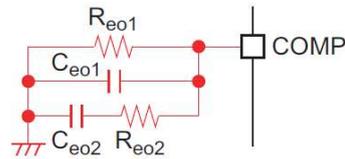
各パラメータは主に以下のような特性に影響があります。

Reo1 は出力電圧のロードレギュレーションを決定します。抵抗値が小さいほど負荷に対する出力電圧の変動が大きくなります。

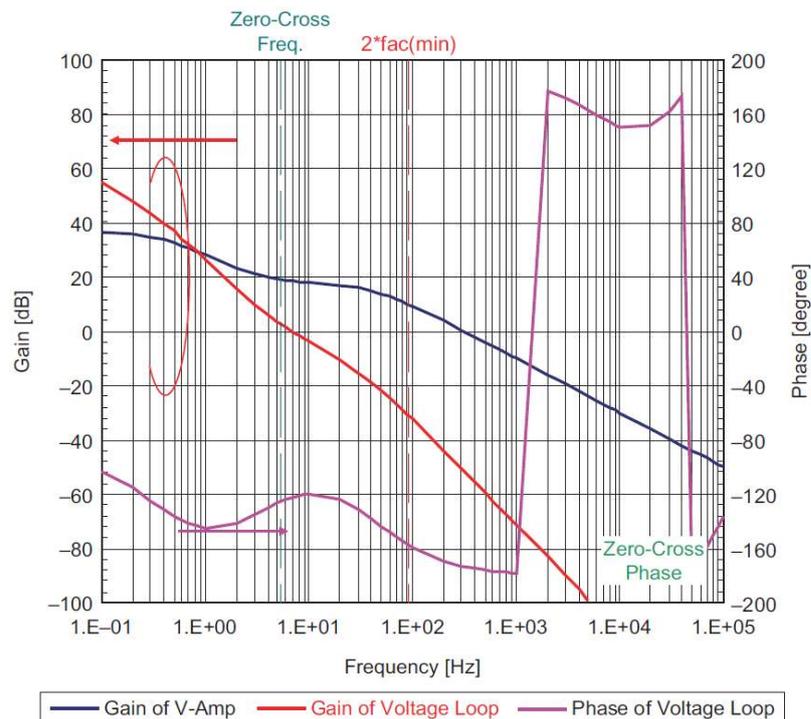
C_{eo1} は AC 周波数の 2 倍の周波数のゲインが出力電圧のリプルに影響します。ゲインが低いほどリプルは小さくなります。このゲインを小さくするには C_{eo1} を大きくします。ただし、出力電圧の応答性は悪化します。

R_{eo2}, C_{eo2} はゼロを作り位相余裕を確保します。

あくまで目安ですので、実際の電源装置で動作確認を行ってください。実機で動作確認をして、特性要求に応じて調節を実施してください。



Voltage Loop Characteristics



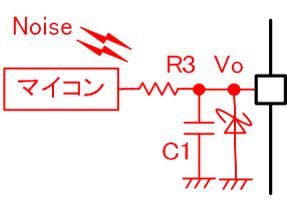
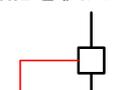
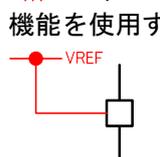
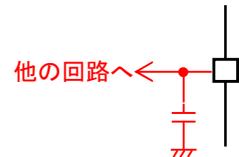
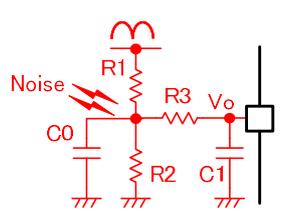
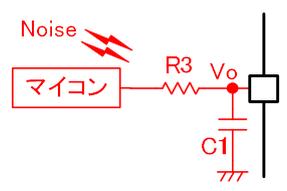
4.11.3 出力電圧可変設定

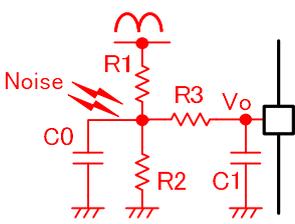
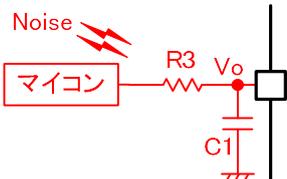
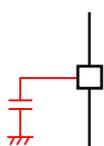
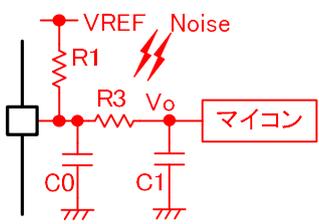
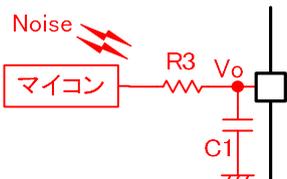
V_{CNTL} 端子電圧に応じて出力電圧を変更することができます。 V_{CNTL} 端子電圧により出力電圧値は式(24)で求められます。

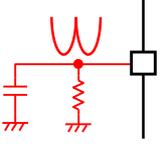
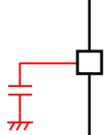
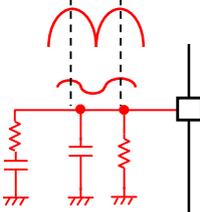
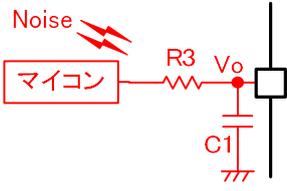
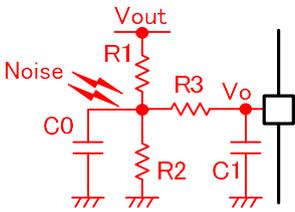
$$V_{OUT} = \frac{R_{FB1} + R_{FB2}}{R_{FB2}} \times \left(2.5 - \frac{V_{V,CNTL}}{4} \right) \quad (24)$$

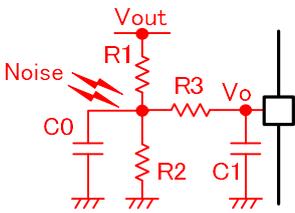
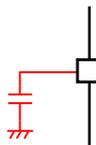
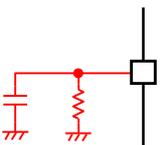
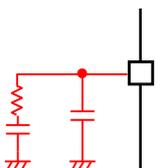
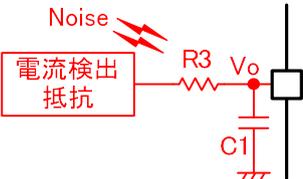
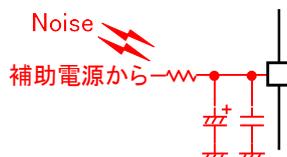
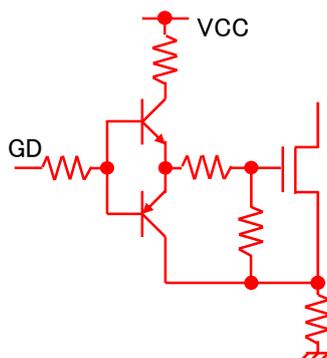
4.12 各端子の処理について

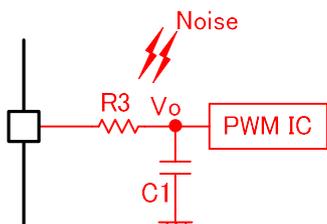
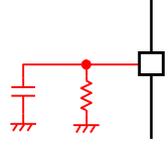
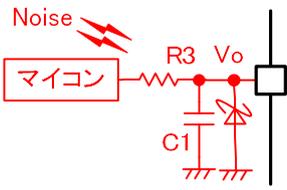
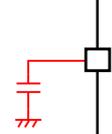
ICの入力端子は一般的にインピーダンスが高くなるので外来ノイズの影響を受ける可能性が高くなります。また、入力される信号のオーバーシュート/アンダーシュートによる影響も考えられます。出力端子は安定化のためにデカップリングコンデンサが必要であったりします。各端子の処理例と注意点を示します。あくまで目安を示したものですので、実機で十分にご確認ください。

ピン No.	ピン名	端子回路例	設定注意点
1	PWM_IN		PWM_IN 信号の引き回し等でオーバーシュートやアンダーシュート、ノイズ等による悪影響が起きる可能性があります。RC フィルタやショットキーバリアダイオード等を使用して不要な成分を除去してください。
2	PWM_CNTL	<p>PWM_IN 機能を使用しない場合</p>  <p>PWM_IN 機能を使用する場合</p> 	PWM_IN 機能を使用しない場合は GND へプルダウンしてください。 PWM_IN 機能を使用する場合は VREF へプルアップしてください。 P.14 もご参照ください。
3	VREF		VREF 端子は IC 内部の基準電圧源なので、必ず 0.1uF 以上のデカップリングコンデンサを接続してください。 デカップリングコンデンサは対 AGND 端子と可能な限り最短で接続してください。 周辺回路の電圧源として使用可能ですが、10mA 以上の負荷を接続しないでください。
4	BO	<p>AC 電圧に応じて ON/OFF する場合</p>  <p>マイコン等で ON/OFF する場合</p> 	BO 端子はゲートパルスを ON/OFF するのでノイズ等で誤動作を起こすとゲートパルスに歯抜けが生じます。 AC 電圧に応じて ON/OFF する場合、AC 周波数のリップルを除去する必要があるため、検出回路 R1,R2,C0 のカットオフ周波数を AC 周波数の 1/10 程度に設定してください。また、検出回路を IC の近くに配置できない場合、配線の引き回しでスイッチングノイズを拾う可能性があるためピン直にスイッチング周波数の 1/10 程度のカットオフ周波数の RC フィルタ R3,C1 を追加してください。 マイコン等から信号を受けて ON/OFF 機能のみ使用するような場合もスイッチングノイズ対策として、ピン直にスイッチング周波数の 1/10 程度のカットオフ周波数の RC フィルタ R3,C1 を追加してください。

ピン No.	ピン名	端子回路例	設定注意点
5	VAC		<p>全波整流波から VAC 端子への検出回路 R1,R2,C0 はカットオフ周波数を AC 周波数の 20 倍程度に設定して、可能な限り、歪み、位相ずれがないようにしてください。</p> <p>上記検出回路で通常はスイッチングノイズもフィルタされますが、検出回路からの引き回しが長いような場合等、必要に応じて、ピン直にスイッチング周波数の 1/10 程度のカットオフ周波数の RC フィルタ R3,C1 を追加してください。</p> <p>R1/R2 の抵抗比は後述の OVP2 端子の検出回路の抵抗比と同じにします。</p>
6	PD		<p>マイコン等から信号を受けて PD 機能を使用するような場合、必要に応じて、ピン直にスイッチング周波数の 1/10 程度のカットオフ周波数の RC フィルタ R3,C1 を追加してください。</p>
8	E-DELAY		<p>コンデンサは可能な限りピン直に接続してください。</p>
9 10 11	E_OCP E_OVP E_PHASE		<p>E_OCP,E_OVP,E_PHASE 端子はオープンドレイン端子なので使用する場合はプルアップ抵抗 R1 が必要です。必要に応じて容量 C0 を追加することで E_OCP,E_OVP,E_PHASE 信号の感度を落とすことが可能です。</p> <p>マイコン等で信号を受ける場合、回路の引き回しでスイッチングノイズの影響を受ける場合があります。必要に応じてマイコン直にスイッチング周波数の 1/10 程度のカットオフ周波数の RC フィルタ R3,C1 を追加してください。</p>
12	OFF		<p>マイコン等から信号を受けて OFF 機能を使用するような場合、必要に応じて、ピン直にスイッチング周波数の 1/10 程度のカットオフ周波数の RC フィルタ R3,C1 を追加してください。</p>

ピン No.	ピン名	端子回路例	設定注意点
13	RS		RS 端子には OVP2 端子電圧と VAC 端子電圧の差を約 1/5 した電圧が出力されます。全波整流波形が上下反転したような電圧が出力されるのでカットオフ周波数を AC 周波数の 20 倍程度に設定して、可能な限り、歪み、位相ずれがないようにしてください。
14	SS		要求される PFC 回路の起動時間に合わせて容量値を調節してください。
15	COMP		設定法については 4.11.2 を参照ください。 この COMP 端子に出てくるリップル電圧とその位相が高調波電流に影響を及ぼします。下記 FB 端子の検出回路の周波数特性と電圧アンプの周波数特性を決めるこの COMP 端子の回路により COMP 端子のリップル電圧とその位相が決定されます。リップル電圧を小さく、AC 周期に対する位相ズレを小さくすると高調波電流は改善します。
16	V_CNTL		マイコン等から DC 信号を受けて V_CNTL 機能を使用するような場合、必要に応じて、ピン直にスイッチング周波数の 1/10 程度のカットオフ周波数の RC フィルタ R3,C1 を追加してください。 マイコン等から PWM 信号を受けて V_CNTL 機能を使用するような場合、V_CNTL 端子には DC 電圧を入力する必要があるため、ピン直にマイコンからの PWM 信号を平滑化できる RC フィルタ R3,C1 を追加してください。
17	FB		R1,R2 の抵抗比により出力電圧が決定されます。 出力電圧から FB 端子への検出回路 R1,R2,C0 は上記 COMP 端子のリップル電圧の位相が AC 周期の位相と合うようにカットオフ周波数を調節してください。 上記検出回路で通常はスイッチングノイズもフィルタされますが、検出回路からの引き回しが長いような場合等、必要に応じて、ピン直にスイッチング周波数の 1/10 程度のカットオフ周波数の RC フィルタ R3,C1 を追加してください。

ピン No.	ピン名	端子回路例	設定注意点
18	OVP2		<p>出力電圧から OVP2 端子への検出回路の周波数特性は FB 端子と同程度の特性にしてください。</p> <p>R1/R2 の抵抗比は検出したい過電圧レベルに応じて設定します。前述の VAC 端子の検出回路の抵抗比はこの抵抗比と同じにします。</p>
20	TIMER		<p>コンデンサは可能な限りピン直に接続してください。</p>
21	IRAMP		<p>IRAMP 端子には COMP 端子電圧を約 1/5 した電圧が出力されます。カットオフ周波数はスイッチング周波数程度に設定してください。</p>
22 23	CSO2 CSO1		<p>設定法については 4.7.2 を参照ください。</p>
24 25 26 27	CS2 CS2_GND CS1_GND CS1		<p>電流検出抵抗から CS 端子へは、ピン直にスイッチング周波数の 1/10~1/3 程度のカットオフ周波数の RC フィルタを追加してください。</p> <p>CS*端子と CS*_GND 端子は電流検出抵抗の端子部に単独配線で接続してください。</p>
28	VCC		<p>補助電源等からのノイズが入り込んで動作が不安定になることがあります。そのような場合は、ノイズ除去のためにピン直に RC フィルタを追加すると安定することがあります。</p>
32 34	GD2 GD1		<p>ドライバ回路を追加する場合はスイッチ素子の近くに配置してください。</p>

ピン No.	ピン名	端子回路例	設定注意点
36	SYNC-O		後段の PWM-IC やマイコン等で信号を受ける場合、回路の引き回しでスイッチングノイズの影響を受ける場合があります。必要に応じて PWM-IC やマイコン直にノイズ周波数の 1/10 程度のカットオフ周波数の RC フィルタ R3,C1 を追加してください。
37	RT/SYNC	<p>自己発振動作時</p>  <p>同期動作時</p> 	<p>通常動作時、RT/SYNC 端子には約 1.25V の電圧が出力されます。必要に応じて、スイッチング周波数の 1/10 程度のカットオフ周波数の RC フィルタを構成してください。</p> <p>同期動作時は RT/SYNC 端子はハイインピーダンス状態になります。同期信号の引き回し等でオーバーシュートやアンダーシュート、ノイズ等による悪影響が起きる可能性があります。RC フィルタやショットキーバリアダイオード等を使用して不要な成分を除去してください。</p>
38	CT		コンデンサは可能な限りピン直に接続してください。

4.13 未使用端子の処理について

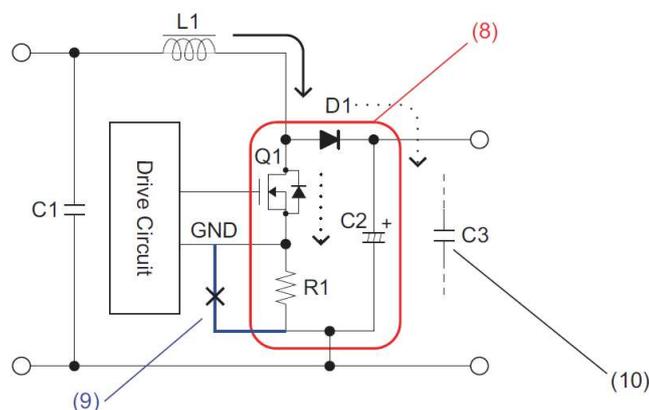
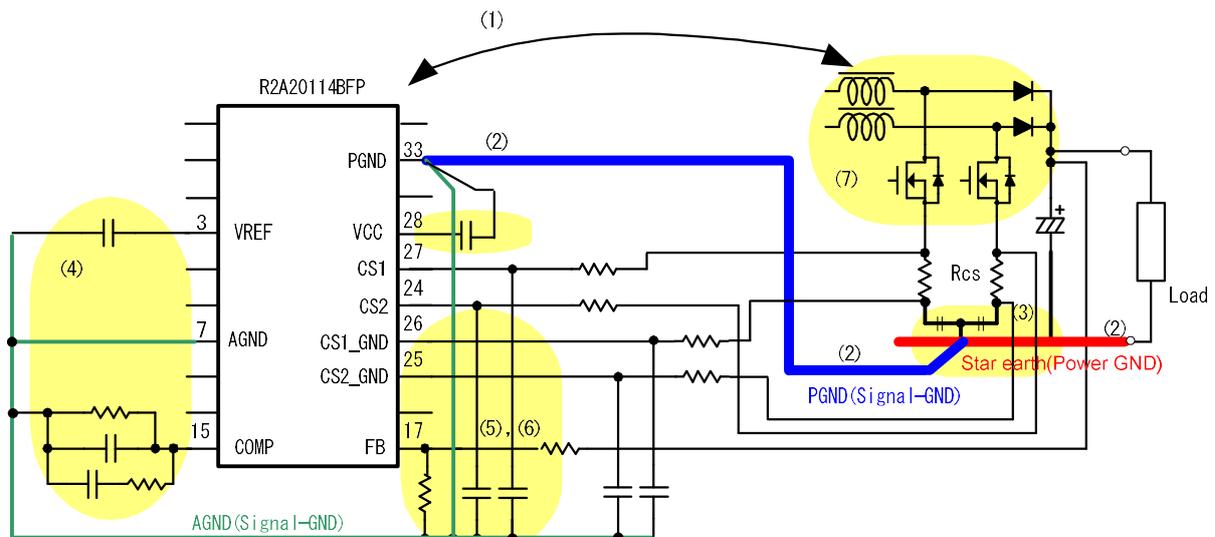
R2A20114BFP の、未使用の端子処理を下表に示します。下表に記載している端子以外は必ず使用する端子になりますので、未使用状態にはなりません。

ピン No.	ピン名	未使用時端子処理
1	PWM_IN	GND
2	PWM_CNTL	GND
4	BO	VREF
6	PD	GND
8	E-DELAY	オープン : E_OCP を使用する場合 GND : E_OCP を使用しない場合
9,10,11	E_OCP,E_OVP,E_PHASE	オープン
12	OFF	GND
14	SS	オープン
36	SYNC-O	オープン
-	N.C.	オープン

4.14 レイアウトパターンへのアドバイス

レイアウトパターンについては下記の点に注意してください。

- (1). PFC IC は高電圧スイッチング部品（パワーMOSFET, ダイオード, ブーストコイル）からできるだけ離し、スイッチングノイズが乗らないようにして下さい。特にパワーMOSFET のドレインの輻射に注意して下さい。
- (2). Power-GND と Signal-GND は確実に分離してください。IC とそれに関係する外付け部品は IC の直近にレイアウトし、その GND は単独配線で各チャンネルの電流検出抵抗 Rcs 間の中点部分に接続してください。他の IC（マイコン、etc.）の GND と R2A20114BFP の GND はそれぞれ単独に Power-GND に接続してください。また Vcc と AGND の間にコンデンサを搭載して下さい。
- (3). 電流検出抵抗 RCS のパターンは Power-GND へ等距離、等幅でできるだけ短く配線してください。
- (4). COMP/VREF ラインの外付け部品は可能な限り IC 直近に搭載して下さい。
- (5). CS1, CS1_GND, CS2, CS2_GND ラインのフィルタは輻射ノイズの影響を避けるため可能な限り IC 直近に搭載して下さい。CS1, CS1_GND, CS2, CS2_GND のラインは電流検出抵抗 Rcs の端子直から単独で配線して下さい。
- (6). FB ラインの抵抗は輻射ノイズの影響を避けるため可能な限り IC 直近に搭載して下さい。
- (7). 高電圧スイッチング部品（パワーMOSFET, ダイオード, ブーストコイル）は可能な限り距離を短くして下さい。
- (8). 不連続電流が流れるパターンを広く短くすることでパワーMOS のドレイン電圧のオーバーシュートが抑えられます。
- (9). 駆動回路の GND はパワーMOS（Q1）のソースに接続して下さい。GND 電流は電力回路の大電流と駆動回路の小電流に分離します。
- (10). 出力のスイッチングリップル電圧が大きすぎる場合には、ダイオード（D1）の近くにフィルムコンデンサ C3 を搭載して下さい。フィルムコンデンサは高周波特性が良好なものを選定して下さい。



ホームページとサポート窓口<website and support,ws>

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/contact/>

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<revision history,rh>

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2016/11/7	-	新規作成
2.00	2017/7/25	P.11 他	誤記訂正

ご注意書き

1. 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・システムの設計において、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て、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。
2. 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。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因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に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。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。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等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。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
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、産業用ロボット等
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、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図し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損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の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。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、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、社会的損害等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、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。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、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の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。
9. 本資料に記載されている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・システムに使用することはできません。また、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用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「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。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にご負担して頂きますのでご了承ください。
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禁じます。

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 エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)

■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/>