

R2A20112A

R03AN0009JJ0101

Rev.1.01

2014.06.04

アプリケーションノート

1. 概要

R2A20112A は臨界モード (CRM) で動作する力率改善 (PFC) コントローラで、マスタとスレーブの2つのブーストコンバータの位相を 180 度シフトして制御するインターリーブ機能を持っています。

本アプリケーションノートにおいて、PFC 動作の概要、IC の各機能および電源ボードの設計について説明します。

IC の電気的特性、最大定格などについては、本 IC のデータシートをご参照ください。

2. ON 時間一定制御による、力率改善動作

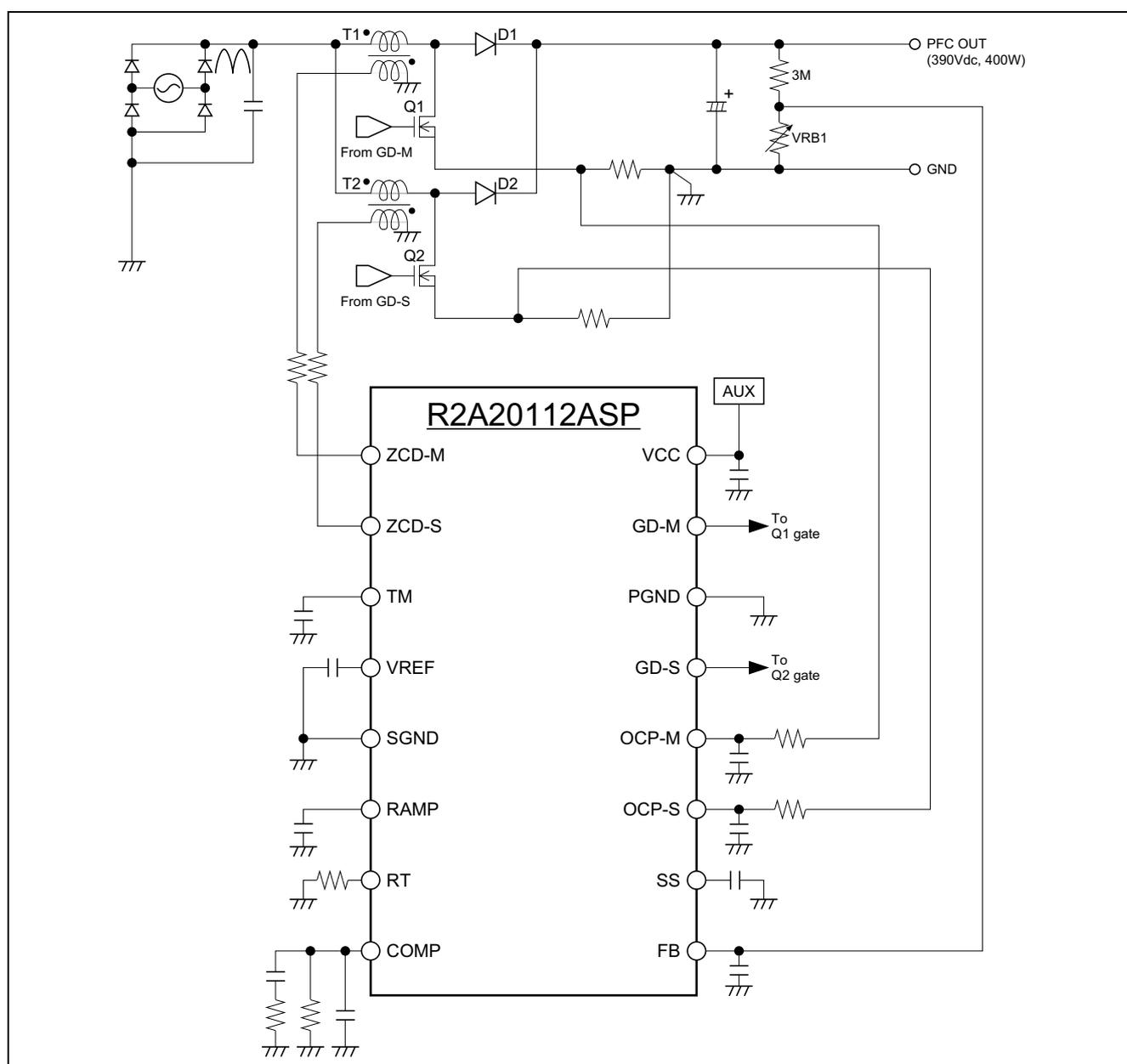


図 1 システム図

R2A20112A は、昇圧チョッパ回路を使った力率改善コンバータであり、その動作には臨界モード (CRM) を採用しています。

臨界モードは連続電流モード (CCM) と不連続モード (DCM) の境界で制御している方式で、インダクタ電流のゼロ電流を検出しスイッチング周波数を逐次変化させながら臨界動作を維持します。

R2A20112A の CRM 制御には、定常状態のゲート ON 時間が入出力の条件によって一定になるように制御する、「ON 時間一定制御」という方式を採用しています。

ゲートの ON 時間はエラーアンプとノコギリ波 (RAMP 波) から生成しており、入出力の条件が変わらなければ、エラーアンプ電圧も一定となり、結果ゲート ON 時間も一定となります。ゲート ON 時間が一定であることから、インダクタ電流は入力電圧に従って傾きとピーク値が変化します。

この時インダクタの電流 (IL) は連続した三角波状の電流の繰り返しになり、ピーク値は AC 電圧に比例した値になります。また、この連続した三角波の平均値 (Iac) はインダクタ電流のピーク値の 1/2 になります。よって、インダクタ電流を平滑することにより、入力電圧に応じた入力電流波形を得ることができます。

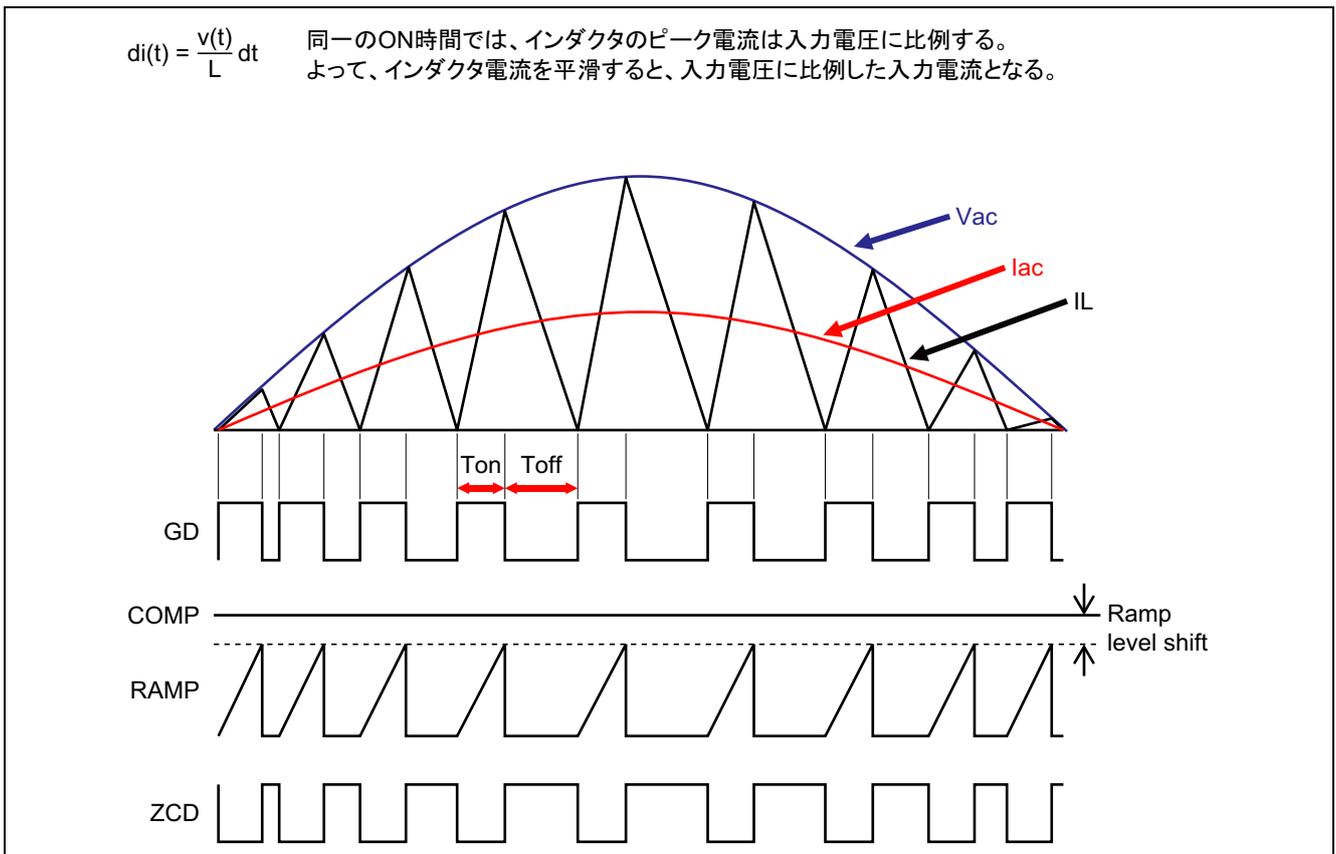


図 2

3. ブロックダイアグラム

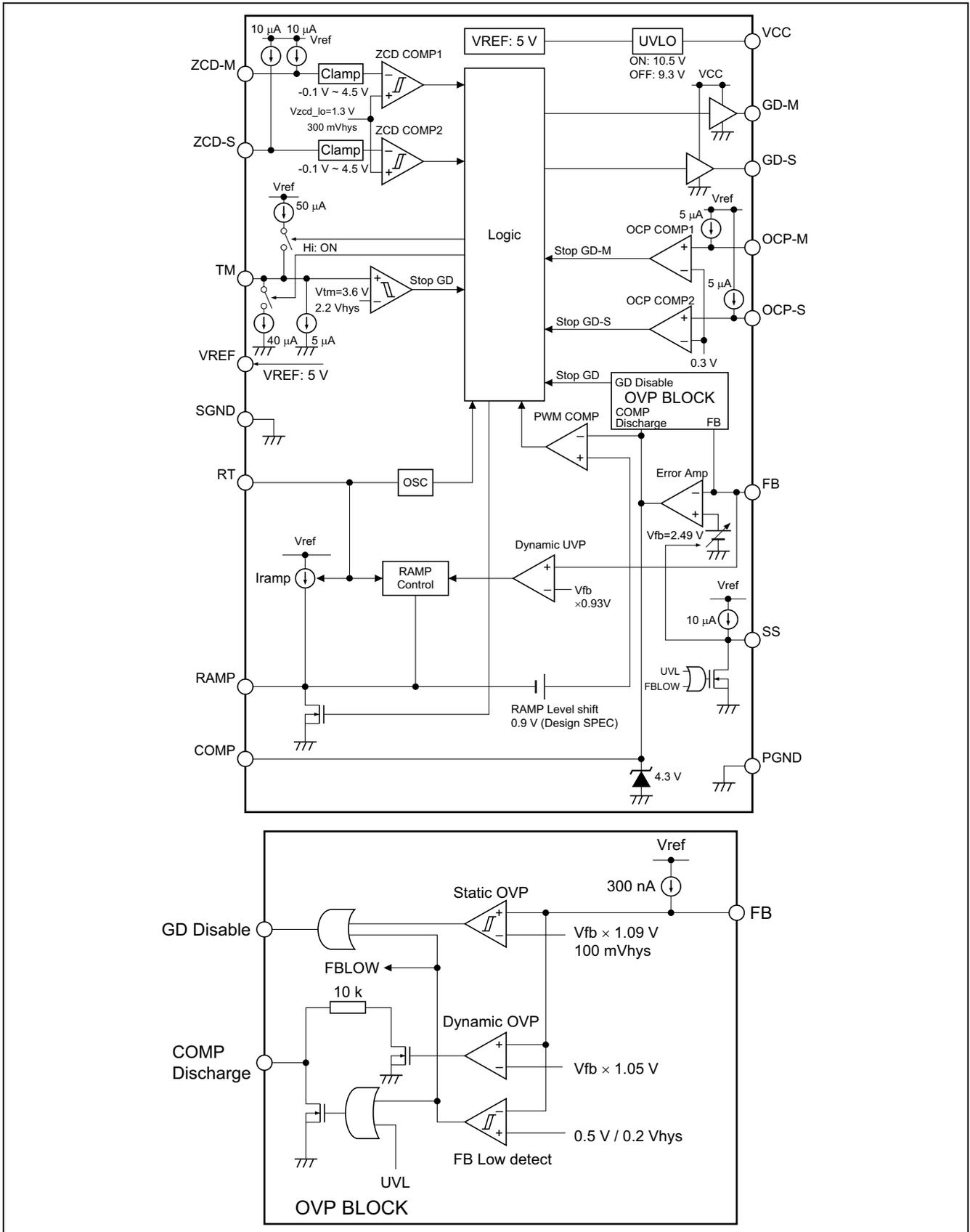


図 3 ブロックダイアグラム

3.1 UVLO および基準電圧ブロック

UVLO は電源電圧が低い時に、IC を動作させないための機能です。

IC を起動電圧するには VCC 端子電圧を 10.5V typ 以上印加することで UVLO が解除されます。なお、UVLO は 1.2V typ のヒステリシス電圧をもっています。

基準電圧 VREF (5V typ) は、IC 内の様々なブロックの電源に使われており、エラーアンプの非反転入力に使われる内部基準電圧 Vfb (2.49V typ) もまた、VREF から生成されています。

3.2 エラーアンプ

エラーアンプは PFC 出力電圧を一定の電圧に制御するためのものです。

エラーアンプはトランスコンダクタンスアンプを使用しており、非反転入力端子は IC 内部で内部基準電圧 Vfb (2.49V typ) と接続されており、反転入力端子は PFC 電圧を検出している FB 端子です。

エラーアンプ出力の COMP 端子は PWM コンパレータに接続されており PFC 電圧を制御します。

なお、VCC が印加されていない状態で AC 入力が入力されると、PFC 出力から分圧抵抗を通して、FB 端子に電圧が印加され、内蔵 ESD 保護素子を通して VCC 端子に電流が流れます。この電流は分圧抵抗値と AC 入力電圧で変化します。

おおよその電流値は、(PFC 出力電圧) / (PFC 出力と FB 間の抵抗値) で、300 μ A を超えないようにしてください。

3.3 ゼロ電流検出

ゼロ電流検出 (ZCD) は、CRM 動作するために必要な信号で、ブーストインダクタのゼロ電流を検出し、パワー-MOSFET を ON させるトリガとします。

ZCD 信号は、ブーストインダクタの二次巻き線から、電流制限抵抗 Rzcd を介して ZCD 端子に入力します。

ZCD 端子はクランプ回路を内蔵しており、クランプ電圧は Hi 側 4.5V typ、Low 側 -0.1V、クランプ電流の最大定格電流は \pm 3mA です。また、ZCD 端子は 10 μ A のバイアス電流を流しています。これにより、AC 入力電圧が高く二次巻き線の電圧振幅が下がってきた場合にも Hi 側閾値 1.6V typ を超えやすくすることで、安定したゼロ電流検出を行ないます。

なお、IC の VCC が供給されていない時も二次巻き線に電圧があると、ZCD 端子から VCC 端子へ電流が流れます。この時の電流も ZCD 端子の最大定格電流である \pm 3mA を越えないようにしてください。

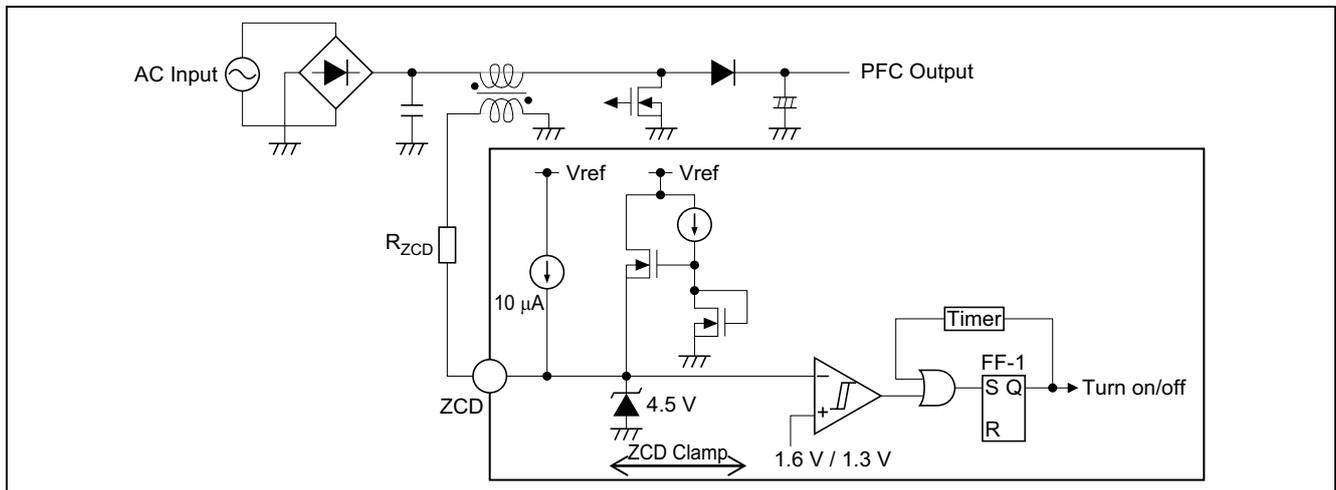


図 4

3.6 保護機能

3.6.1 PFC 出力過電圧保護 (OVP)

PFC 出力電圧が設定値を超えた場合に電圧を制限するための回路です。次の 2 つの機能を持っています。

(1) ダイナミック過電圧保護 (D-OVP):

FB 端子電圧が $1.05 \times V_{fb}$ 以上になると COMP 端子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、インダクタ電流が急激に停止することによるオーディオノイズの発生を避けることができます。

(2) スタティック過電圧保護 (S-OVP):

FB 端子電圧が $1.09 \times V_{fb}$ 以上になると、スイッチングを停止します。

パワー-MOSFET が即座にターン OFF します。S-OVP 停止は FB 端子電圧が $1.05 \times V_{fb}$ 以下になるまで停止を続けます。

3.6.2 PFC 出力電圧降下保護 (D-UVP)

RAMP 電流制御には DUVP (ダイナミック電圧下降保護) を内蔵しています。

入力電圧の急変や負荷電流の急変により FB 端子電圧が $V_{fb} \times 0.93$ 以下になると、RAMP 端子のチャージ電流が半になり、検出中はゲート ON 時間が 2 倍に拡張され、PFC 出力電圧の降下を防ぎます。

3.6.3 フィードバックオープンループ検出

FB 端子に接続されている、PFC 電圧の分圧抵抗の異常を検出する機能です。

(1) PFC 出力と FB 端子間の抵抗がオープン時:

FB 端子が $< 0.5V$ となり、COMP 端子がディスチャージされます。

検出中はスイッチング停止します。検出には $0.2V$ のヒステリシスがあります。

(2) GND と FB 端子間の抵抗がオープン時:

FB 端子は PFC 出力電圧によりプルアップされます。

よって FB 端子は S-OVP を検出し、スイッチングが停止します。

(3) FB 端子オープン時:

FB 端子は自身の $300nA$ のバイアス電流によりプルアップされます。

よって FB 端子は S-OVP を検出し、スイッチングが停止します。

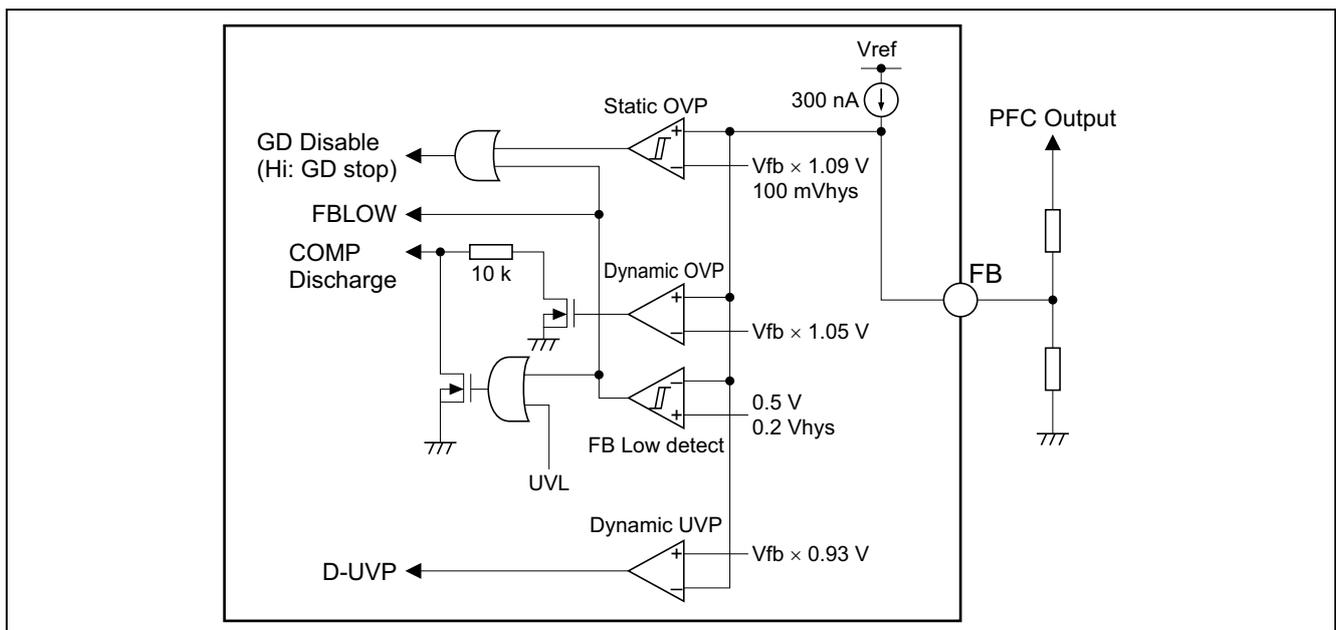


図 7 FB 端子の保護機能

3.6.4 過電流保護 (OCP)

マスタ/スレーブそれぞれのパワー-MOSFET のドレイン電流を検出し、一定電流以上になるとゲートドライブ信号を OFF し、MOSFET を保護する機能です。

電流検出は外付けの検出抵抗をマスタ/スレーブそれぞれの MOSFET のドレインラインに接続し、検出抵抗に発生する電圧を OCP-M/OCP-S 端子で検出します。端子電圧が 0.3V に値到達すると、パルスバイパルスで GD-M/GD-S を停止させます。

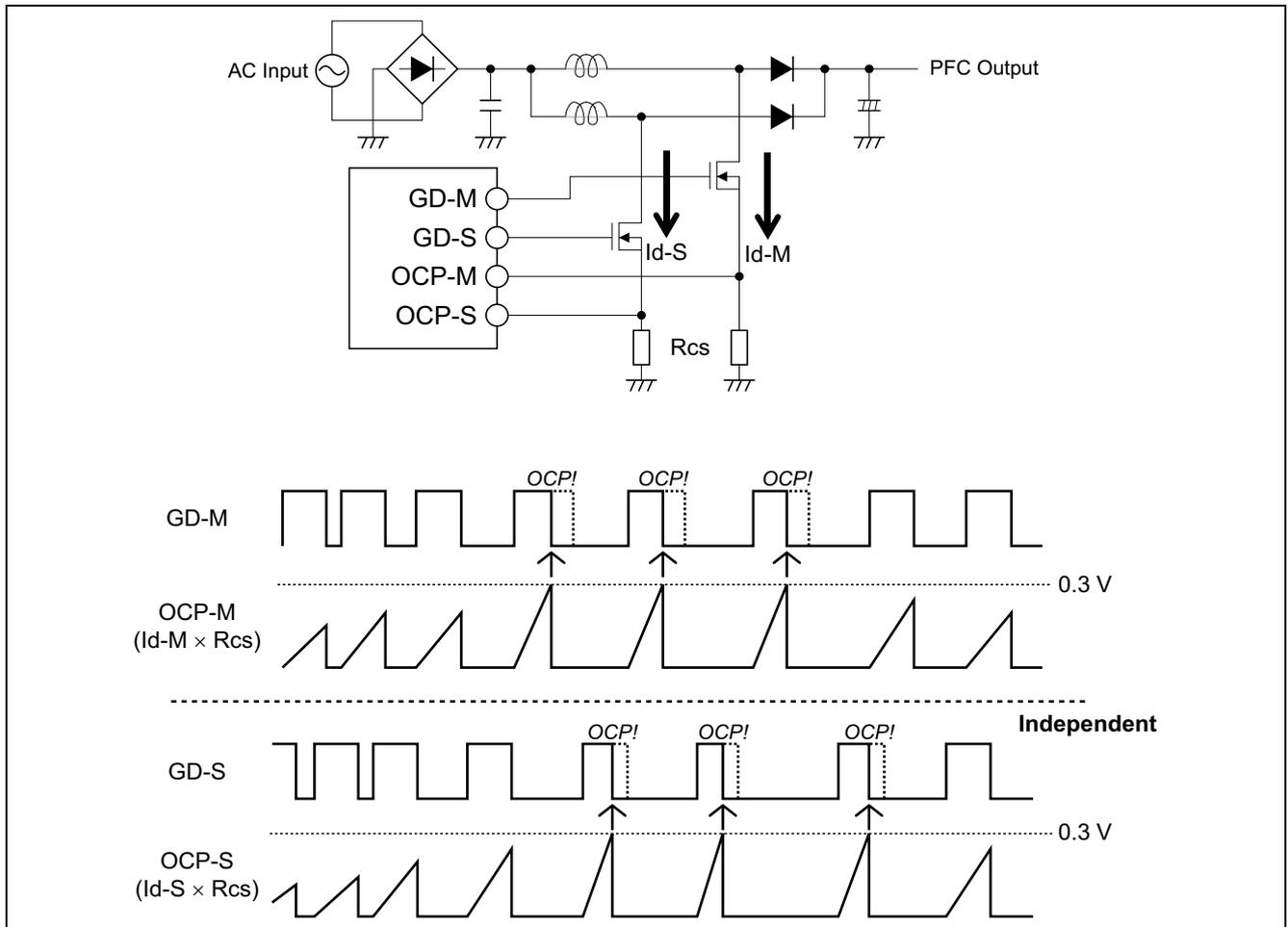


図 8

3.6.5 ゼロ電流検出のオープン/ショート検出

ZCD 端子にオープン/ショートの異常があると、正常に CRM 動作ができなくなってしまい、インダクタ等が発熱することがあるので、その検出機能です。

(1) ZCD-M 端子がオープンまたは GND ショートによりマスタゼロ電流検出ができない場合:
マスタリスタートモードです。この時のマスタの最大 ON 時間は $1\mu\text{s}$ で、スレーブは動作しません。
よって、マスタとスレーブ両コンバータの加熱を防ぐことができます。

(2) ZCD-S 端子がオープンまたは GND ショートによりスレーブゼロ電流検出ができない場合:
ZCD-S の異常を検出すると、マスタとスレーブのスイッチングを止めることで発熱を防ぎます。
スイッチングはラッチ停止になり、リセットするには VCC を UVLO 以下にします。
ZCD-S 端子のアブノーマル検出には、下記の条件を満たす必要があります。

(a) ZCD-S 端子がオープンまたは GND ショートになっており閾値を跨がない。

(b) マスタリスタートモードになっていない。

(c) マスタの ON 時間が $0.7\mu\text{s}$ よりも大きい。

上記(a), (b), (c)の条件を満たした時、ZCD-S はディレイ時間を持ってアブノーマルを検出します。

ラッチ停止までのディレイ時間はマスタのスイッチング周波数に依存します。

ZCD-S のアブノーマル検出は、(b), (c)の条件を満たさない軽負荷では働きません。

しかしながら、軽負荷状態ではパルス幅が狭いので、発熱を防ぐことが可能です。

- 【注】
1. 検出ディレイはカウンタで作っており、スイッチング回数 1024 回分です。
スイッチング周波数が 10kHz の時、ラッチ停止まで約 100ms 動作します。
(a), (b), (c)の条件を満たすことでカウントアップ可能になり、条件から外れるとリセットされます。
 2. ZCD オープン検出はスイッチングノイズで働かないことがあります。
この場合、数 pF の容量を接続することで改善できる場合があります。

3.6.6 ソフトスタート

MOSFET の ON 時間を徐々に広げながら起動する機能です。SS 端子電圧が $0\text{V} \sim 3.8\text{V}$ の範囲の時にエラーアンプ内部基準電圧 V_{fb} をコントロールし、PFC 出力電圧の急峻な立ち上がりとオーバシュートを防ぎます。

SS 端子は $10\mu\text{A}$ の定電流でチャージされており、ソフトスタート時間は外付け容量値によって調整することが可能です。また、急速充電機能を内蔵しており、FB 端子に初期電圧がある場合は、SS 端子のチャージ電流を増加させ内部基準電圧 V_{fb} を FB 端子の初期電圧まで、SS 端子を急速充電することで起動速度を向上させています。

ソフトスタートのリセットは、UVLO 検出または FB 端子電圧がフィードバックオープンループ検出した時で、SS 端子をディスチャージします。

なお、ソフトスタート機能を使用しない場合は、SS 端子対 GND に 10pF 程度の容量を接続するか、SS 端子対 VREF 端子に $100\text{k}\Omega$ 程度の抵抗を接続してください。

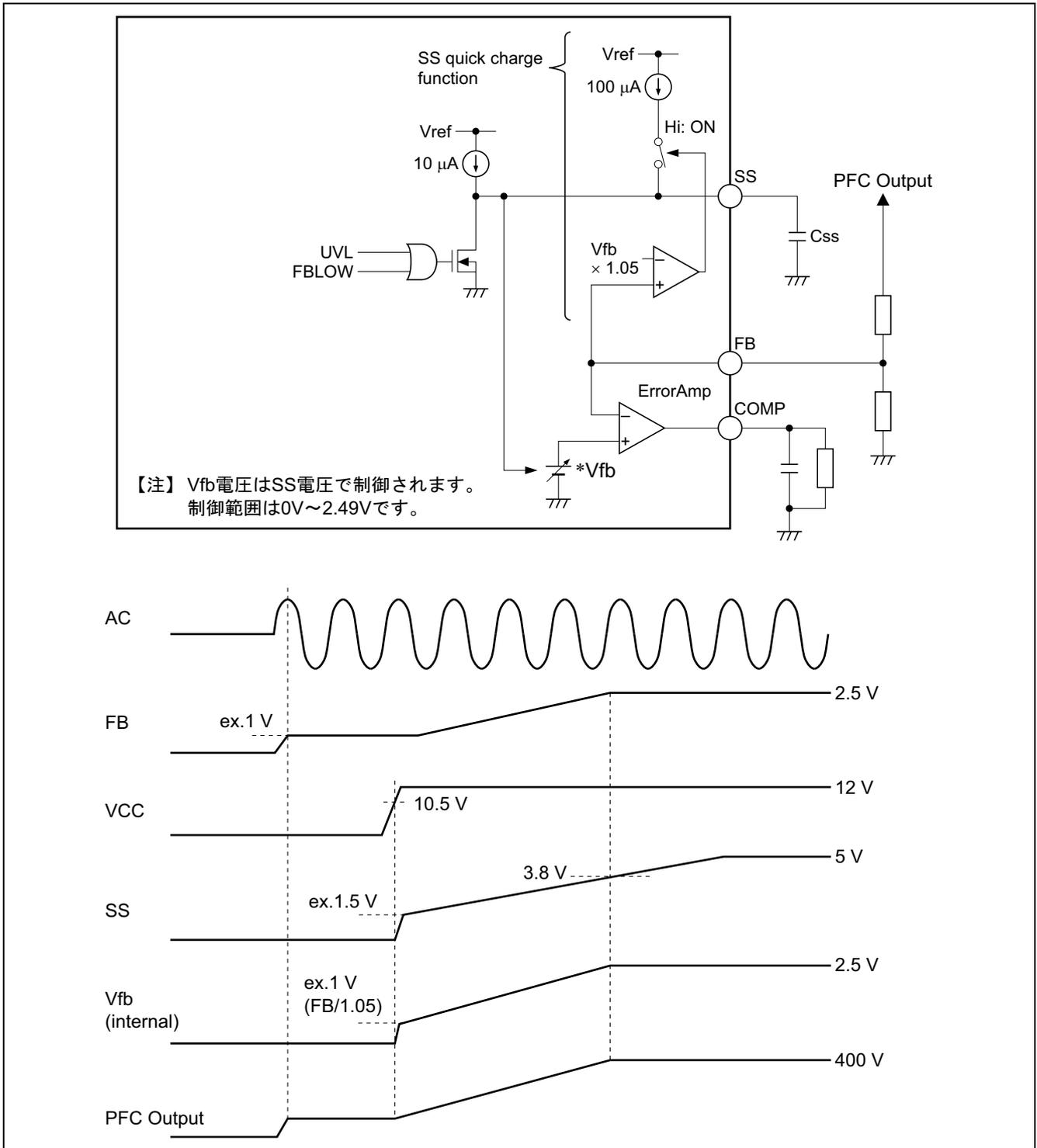


図9 ソフトスタートの動作

3.6.7 過電流 ON/OFF タイマ機能

昇圧ダイオードが短絡されると通常の昇圧動作ができなくなり、大きな電流が MOSFET やブーストインダクタに流れて温度が上昇してしまいます。昇圧ダイオード短絡時は連続した過電流が発生するため、TM 機能はこの状態を検出し、スイッチング動作を制限させて発熱を防ぎます。

TM 機能を使用するには TM 端子に外付けのタイミング容量 C_{tm} を接続します。もしも、TM 機能を無効にする場合は、TM 端子を GND に短絡してください。

(1) 通常動作の場合:

通常時、TM 端子は $I_{snk-tm1} = 45\mu A$ typ でディスチャージしています。

(2) 定常的な OCP を検出した場合 (ダイオード短絡時):

TM 端子は $I_{src-tm} = -45\mu A$ typ でチャージします。一時的な OCP の場合は(a)の状態に戻ります。

OCP 検出状態が続き、TM 端子電圧が 3.6V まで到達すると(c)の状態に移行します。

(3) TM 端子が 3.6V までチャージされた場合:

GD のスイッチングが停止し、TM 端子は 1.4V になるまで $I_{snk-tm2} = 5\mu A$ typ でディスチャージされます。この期間により、長い OFF 時間を形成します。

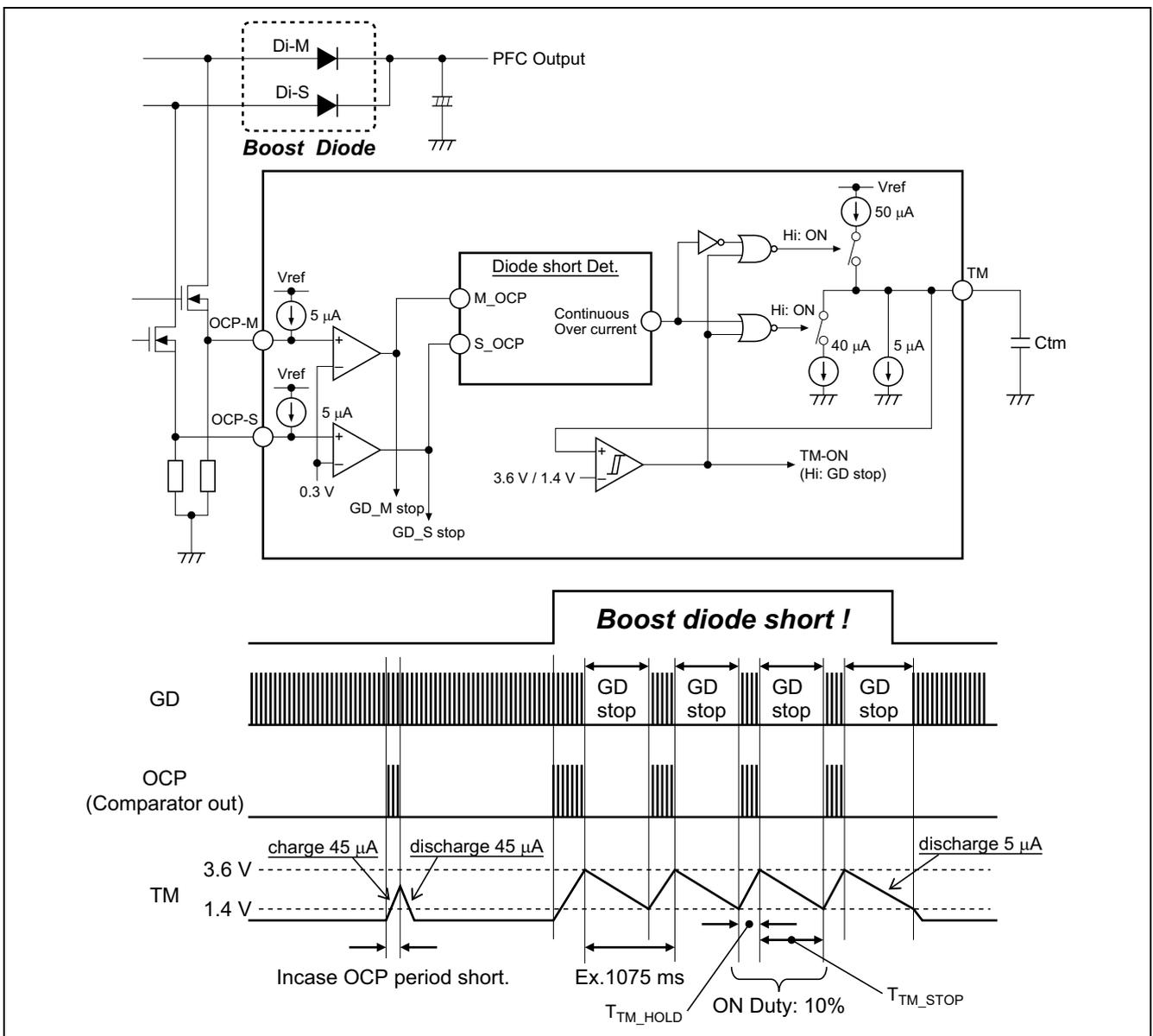


図 10 TM 機能の動作

3.6.8 ON/OFF タイマ機能の高度な設定

TM 端子容量のみを使用した、スイッチング可能期間 $TM_{ON\ Duty}$ は 10% です。

スイッチング可能期間が 10% で温度上昇を満足できない場合、VREF 端子と TM 端子間に抵抗 (R_{tm}) を追加することで Duty を調整することができます。

R_{tm} を使う場合は $1M\Omega$ 以上の値にすべきです。 R_{tm} を追加する場合の推奨値は $2M\Omega$ です。

R_{tm} に $1M\Omega$ 以下の抵抗値を使用すると、 R_{tm} によるチャージ電流が TM 端子停止期間電流 ($I_{snk-tm2}$) を上回ってしまい、一度 TM 端子が 3.6V までチャージされてしまうと TM 停止期間から抜けられなくなって、GD のスイッチングが再開されない可能性があります。

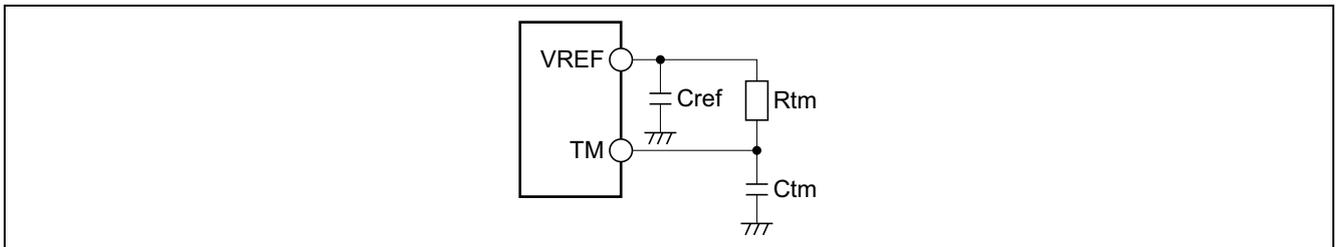


図 11 R_{tm} の取り付け場所

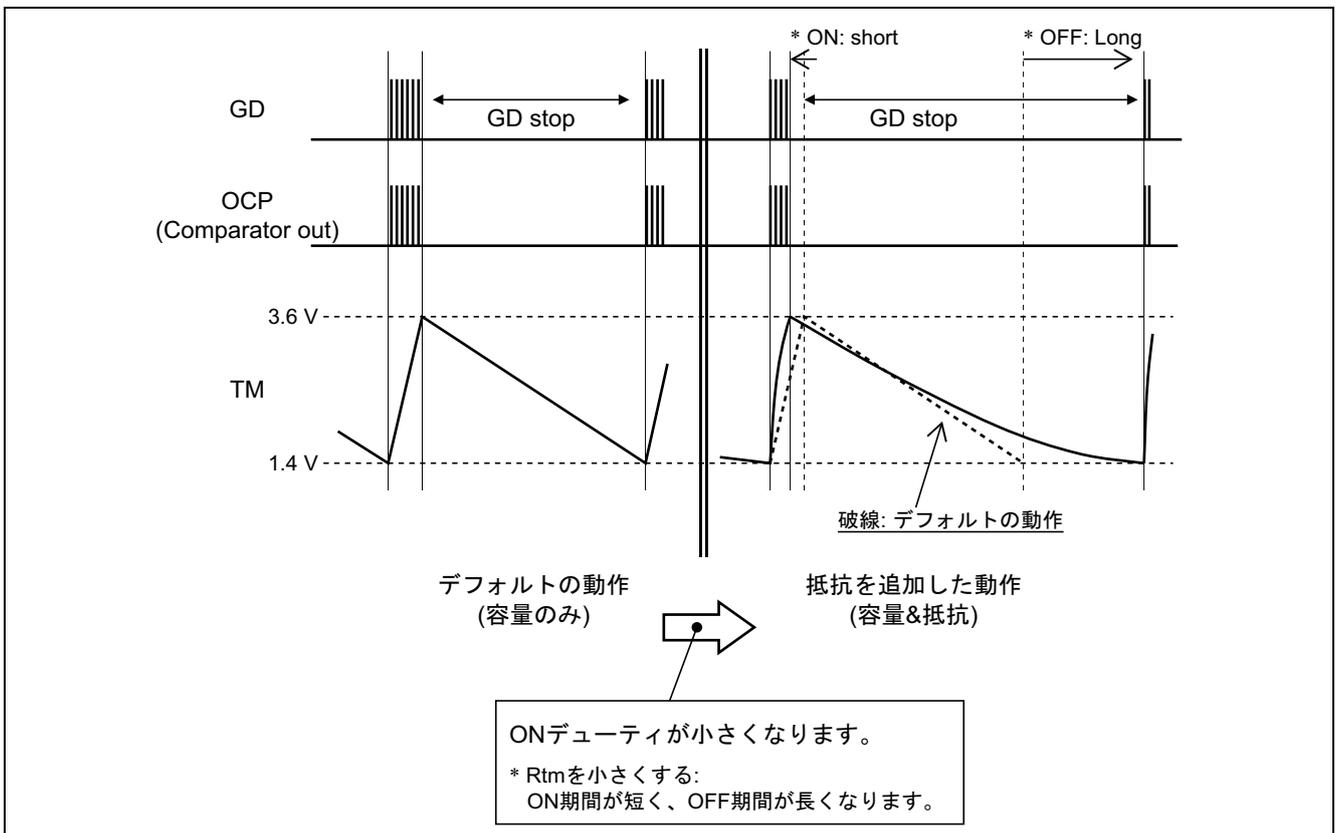


図 12 TM 抵抗 R_{tm} によるデューティの調整

4. 設計ガイド

【注】 * 外付け部品定数の Excel 版定数計算シートは、お取引いただいている特約店へお問合せください。

4.1 PFC 出力電圧の設定

PFC 出力電圧 V_o は、抵抗分圧され FB 端子に入力される電圧が内部の基準電圧 V_{fb} (2.49V) と一致するように制御されます。PFC 出力電圧の設定値は(1)式になります。

PFC 出力電圧は、少なくとも AC 入力電圧の波高値よりも高く設定する必要があります。また、ノイズによる誤動作を防ぐために FB 端子と GND の間にコンデンサを接続してください。

なお、過電圧/低電圧検出の設定は PFC 出力電圧から決定されるため、個別に設定することはできません。

$$V_o [V] = \frac{V_{fb}}{R_{FB2}} \times R_{FB1} + V_{fb} \quad (1)$$

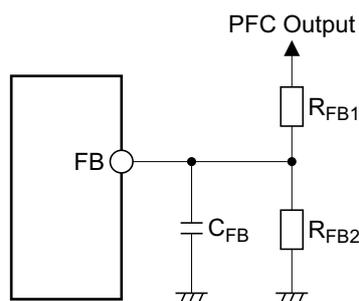
V_o [V]: PFC output voltage

PFC出力異常の検出電圧:

$$V_{DOVP} = V_o \times 1.05 [V]$$

$$V_{SOVP} = V_o \times 1.09 [V]$$

$$V_{DUVP} = V_o \times 0.93 [V]$$



4.2 出力容量

PFC 出力電圧の任意のホールドアップ時間*を満足する容量は次式によって求められます。

*ホールドアップが必要とされる例: AC ラインドロップ、AC パワー-OFF 等

$$C_o [F] \geq \frac{2 \times P_o \times t_{hold}}{V_o^2 - V_{omin}^2} \quad (2)$$

t_{hold} [s]: Hold-up time

V_{omin} [V]: Minimum output voltage

P_o [W]: Maximum output power

4.3 ブーストインダクタの設定

ブーストインダクタ値は、最低スイッチング周波数と出力電力によって決まります。

最低周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 50kHz 程度に設定します。

昇圧インダクタ値は、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。

$$L [H] = \frac{V_{ACLow}^2 \times \eta}{f_{SWLow} \times V_o \times I_{omax} \times \left(1 + \frac{\sqrt{2} \times V_{ACLow}}{V_o - \sqrt{2} \times V_{ACLow}} \right)} \quad (3)$$

L [H]: Boost inductance

V_{ACLow} [V]: Effective value of minimum AC input voltage

f_{SWLow} [Hz]: Minimum switching frequency

I_{omax} [A]: Maximum output current

4.4 ZCD 二次巻き線

安定した ZCD するためには、二次巻き線に ZCD 検出閾値以上の電圧が必要です。
二次巻き線電圧は、最大 AC 入力電圧の時に最小になり、次式によって求められます。

$$N_{aux} = \frac{V_{zcd} \times N_p}{V_o - \sqrt{2} \times V_{ACmax}} \quad (4)$$

下記は、計算シートの V_{zcd} で使用している値です。

$$V_{zcd} = V_{zcd-lo_max} + Hys_{zcd_max} = 1.6V + 410mV = 2.01V$$

AC 入力電圧が高い時のリスタート動作とインダクタの音鳴きに関して

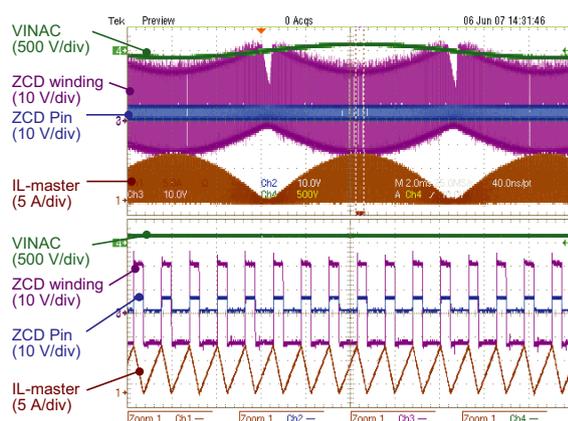
AC 入力電圧が PFC 出力を超えると、AC 入力から PFC 出力に向かって直接流れる電流が発生します。

この場合、ZCD 二次巻き線でゼロ電流を検出しないので、マスタリスタートで動作します。また、入力電圧が高い場合にはインダクタの両端に掛かる電圧も少なくなるため、二次巻き線の巻き数が不十分な場合は ZCD 端子の閾値を越えられずにリスタートで動作します。リスタートで動作する入力電圧値は、PFC 出力電圧のリプル電圧や入力電圧との位相差にも依存します。

したがって、出力電圧設定を高くする、出力容量を大きくしてリップル電圧を小さくする、巻き線比を上げることによってリスタートで動作し始める入力電圧を上げることができます。

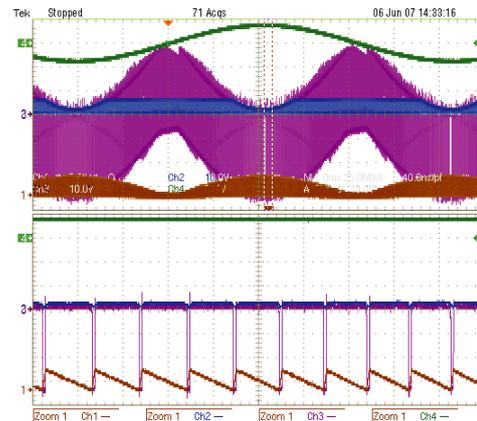
なお、リスタート動作が続いた場合、リスタート周期 280 μ s (3.6kHz) でインダクタなどが音鳴きする場合があります。

◆ Vin: 100 Vac, Output Power: 600 W, Vout: 390 V



【注】 R2A20112の動作波形です。

◆ Vin: 264 Vac, Output Power: 600 W, Vout: 390 V



二次巻き線の巻き数が不十分で、AC入力電圧がピークのところで、ZCD端子の振幅がなくなっている。

4.5 ZCD 入力抵抗 R_{ZCD}

ZCD 端子の最大定格は ± 3 mA ですので、それ以下で設定します。 R_{ZCD} は次式によって求められます。

$$R_{ZCD} [\Omega] = \left(V_o \times \frac{N_{aux}}{N_p} \right) / I_{ZCD} \quad (5)$$

下記は、計算シートで使用している ZCD の電流値です。

$$R_{ZCD} : I_{ZCD} = 1 \text{ mA}, \quad R_{ZCD_min} : I_{ZCD} = 3 \text{ mA}$$

4.6 パワーMOSFET、昇圧ダイオードなどパワー素子の電流定格

パワーMOSFET および昇圧ダイオード等のパワー素子に流れるピーク電流は次式から求められます。変換効率 η は、およそ 0.9 を入力します。

$$I_{pk} [A] = \frac{\sqrt{2} \times P_o}{\eta \times V_{ACLow}} \quad (6)$$

4.7 過電流検出抵抗 Rcs

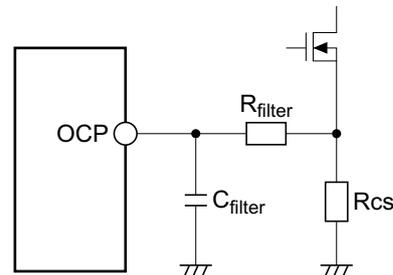
Rcs は次式から求めます。ただし、少なくとも I_{pk} 以上の電流を流せる設定にしてください。Rcs は数 10m Ω の小さな抵抗値になるので、配線インピーダンスの影響には十分に注意してください。

変換効率 η は、およそ 0.9 を入力します。

なお、スイッチングノイズを取るために、OCP 端子に 300kHz 前後のフィルタを挿入することをお勧めします。

$$R_{cs} [\Omega] = \frac{0.3 V}{I_{LIMIT}} \quad (7)$$

I_{LIMIT} [A]: Over current sense value



4.8 RAMP 端子容量

最大 ON 時間 t_{ONMAX} は最低入力電圧で最大出力電流時に最大になり、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。

$$t_{onmax} [s] = \frac{L \times V_o \times I_{omax}}{V_{ACLow}^2 \times \eta} \quad (8)$$

ここで COMP 端子電圧の最大値は $V_{clamp-comp}$ なので、RAMP 端子容量 C_{RAMP} 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。

$$C_{RAMP} [F] = \frac{I_{c-ramp1} \times t_{onmax}}{V_{clamp-comp} - 0.9 V} = \frac{I_{c-ramp1} \times L \times V_o \times I_{omax}}{(V_{clamp-comp} - 0.9 V) \times V_{ACLow}^2 \times \eta} \quad (9)$$

下記は、計算シートの最大 ON 時間で使用している値です。

$$I_{c-ramp1} = 55\mu A, \quad V_{clamp-comp} = 4.2V$$

4.9 ソフトスタート時間

ソフトスタートは基準電圧 V_{fb} を徐々に上昇させるため、PFC 出力電圧の立ち上がりスロープを設定できます。

目標の PFC 出力電圧の立ち上がりスロープになる SS 端子容量 (C_{ss}) は、次式から求めることができます。

$$C_{ss} [F] = \frac{V_o}{V_{OUT-SLOPE} \times V_{SS-END}} \times I_{C-SS} \quad (10)$$

$V_{OUT-SLOPE}$ [V/s]: Rising slope of PFC output

I_{C-SS} [A]: Soft start charge current

V_{SS-END} [V]: SS effect END voltage

下記は、計算シートのソフトスタート設定で使用している値です。

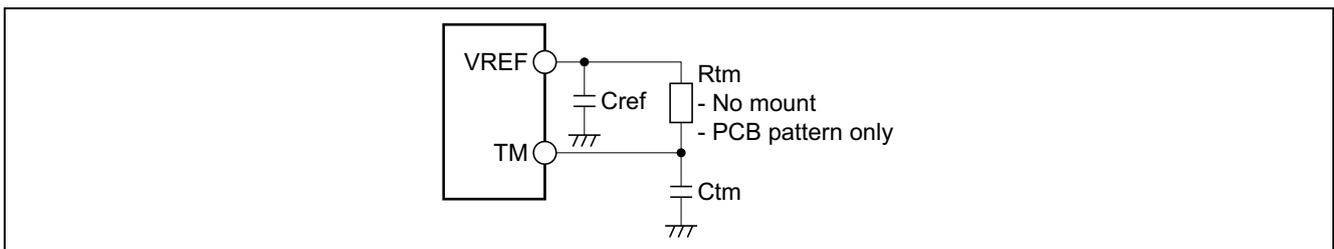
$$I_{C-SS} = 14\mu A, \quad V_{SS-END} = 3.6V$$

4.10 ON/OFF タイマ機能の時間

【注】 タイミングチャートは"3.6.8 ON/OFF タイマ機能の高度な設定"にあります。

TM 機能は昇圧ダイオードのショート以外、動作してはいけません。起動時、AC 電圧低下、過渡応答時の過電流検出時には TM 機能を動作させない必要があります。とりわけ起動時は長い期間の過電流検出がありますので注意が必要です。起動時に TM 機能を動作させない推奨の TM 容量 (C_{tm}) は $2.2\mu F$ です。

また、Duty 調整用に TM 端子抵抗 (R_{tm}) の PCB パターンを用意することを推奨します。



TM 動作時間の計算例:

$$T_{TM_HOLD} = \frac{Hys_tm \times C_{tm}}{|I_{src_tm}|} = \frac{2.2 V \times 2.2 \mu F}{45 \mu A} = 107.55 \text{ ms typ}$$

$$T_{TM_STOP} = \frac{Hys_tm \times C_{tm}}{|I_{snk_tm2}|} = \frac{2.2 V \times 2.2 \mu F}{5 \mu A} = 968 \text{ ms typ}$$

$$T_{TM_PERIOD} = T_{TM_HOLD} + T_{TM_STOP} = 1.0755 \text{ s typ}$$

$$TM_{ON \text{ duty}} = \frac{T_{TM_HOLD}}{T_{TM_PERIOD}} \times 100 = 10.0\% \text{ typ}$$

4.11 エラーアンプ (gm アンプ) の周波数特性

エラーアンプはトランスコンダクタンスアンプです (以下 gm アンプ)。

gm アンプは入力側へ帰還を掛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、(11)式によって求められます。

G_{m-v} はエラーアンプのトランスコンダクタンス、 R_{vo} はエラーアンプ自身の出力抵抗です。位相補償定数を変更した時のゲインの周波数特性の概要を図 13 に示します。

エラーアンプのゲイン、位相の周波数特性の例を図 14 に示します。

$$G_V = G_{m-v} \times \frac{1}{\frac{1}{R_{vo}} + \frac{1}{R_{eo1}} + j\omega C_{eo1} + \frac{1}{R_{eo2} + \frac{1}{j\omega C_{eo2}}}} \quad (11)$$

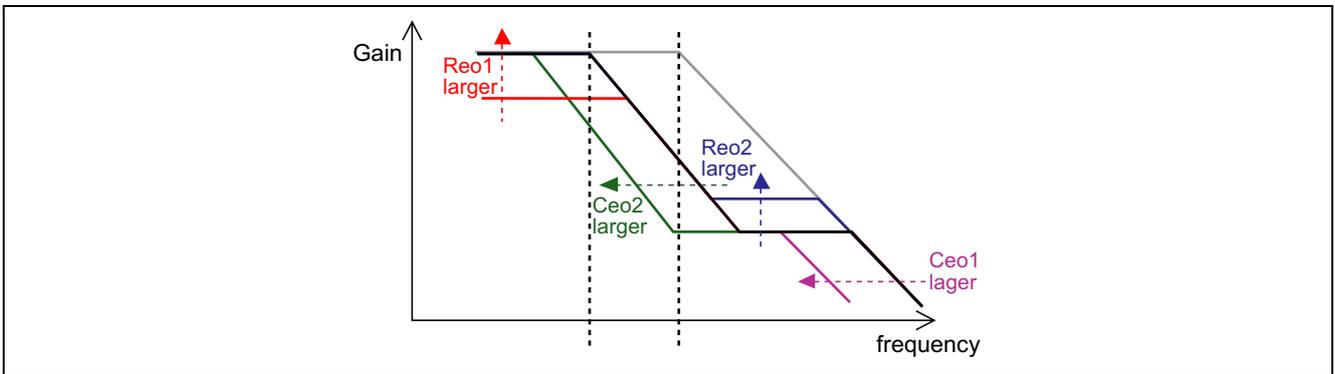
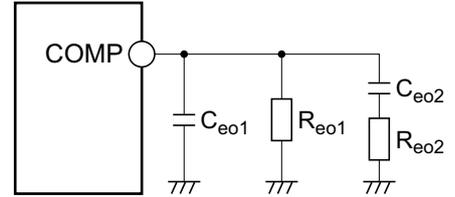


図 13 ゲイン周波数特性の概略

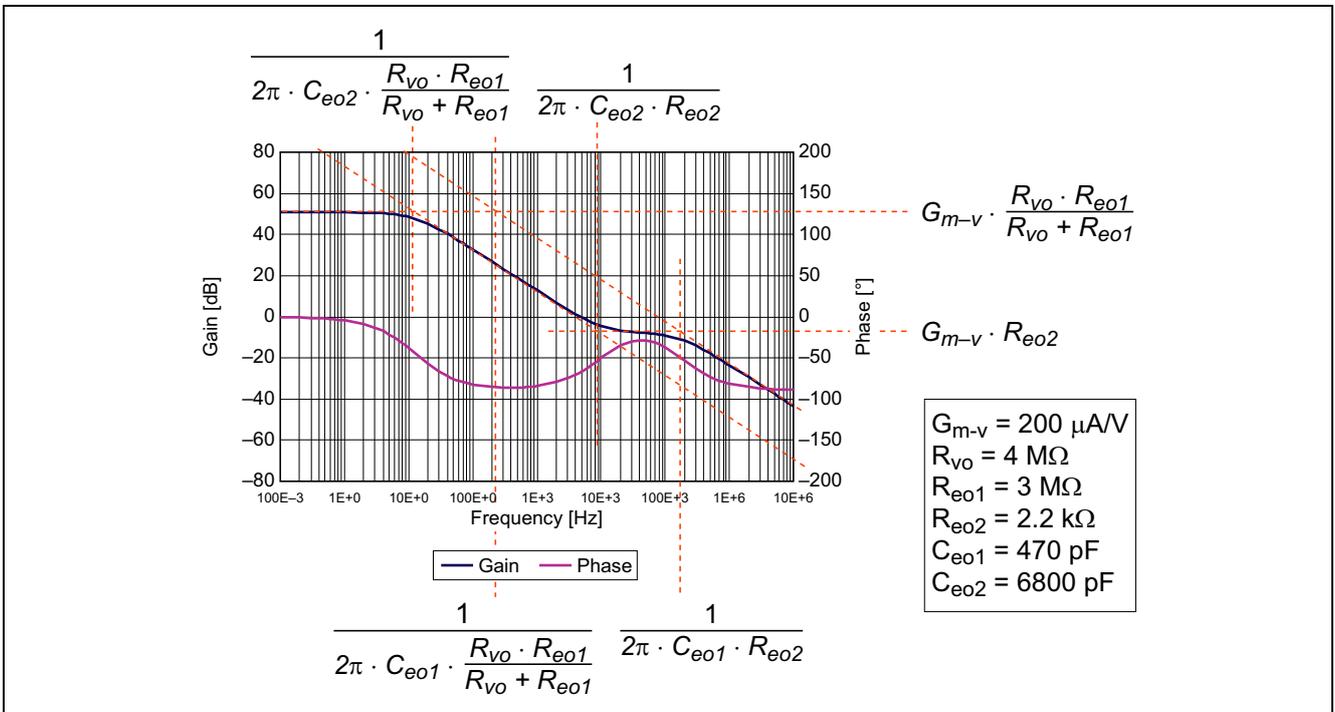


図 14 エラーアンプの周波数特性

電源セットの位相余裕などを算出するには、R2A20112A 計算シートを参照ください。

5. 使用上の注意点

5.1 レイアウトパターン

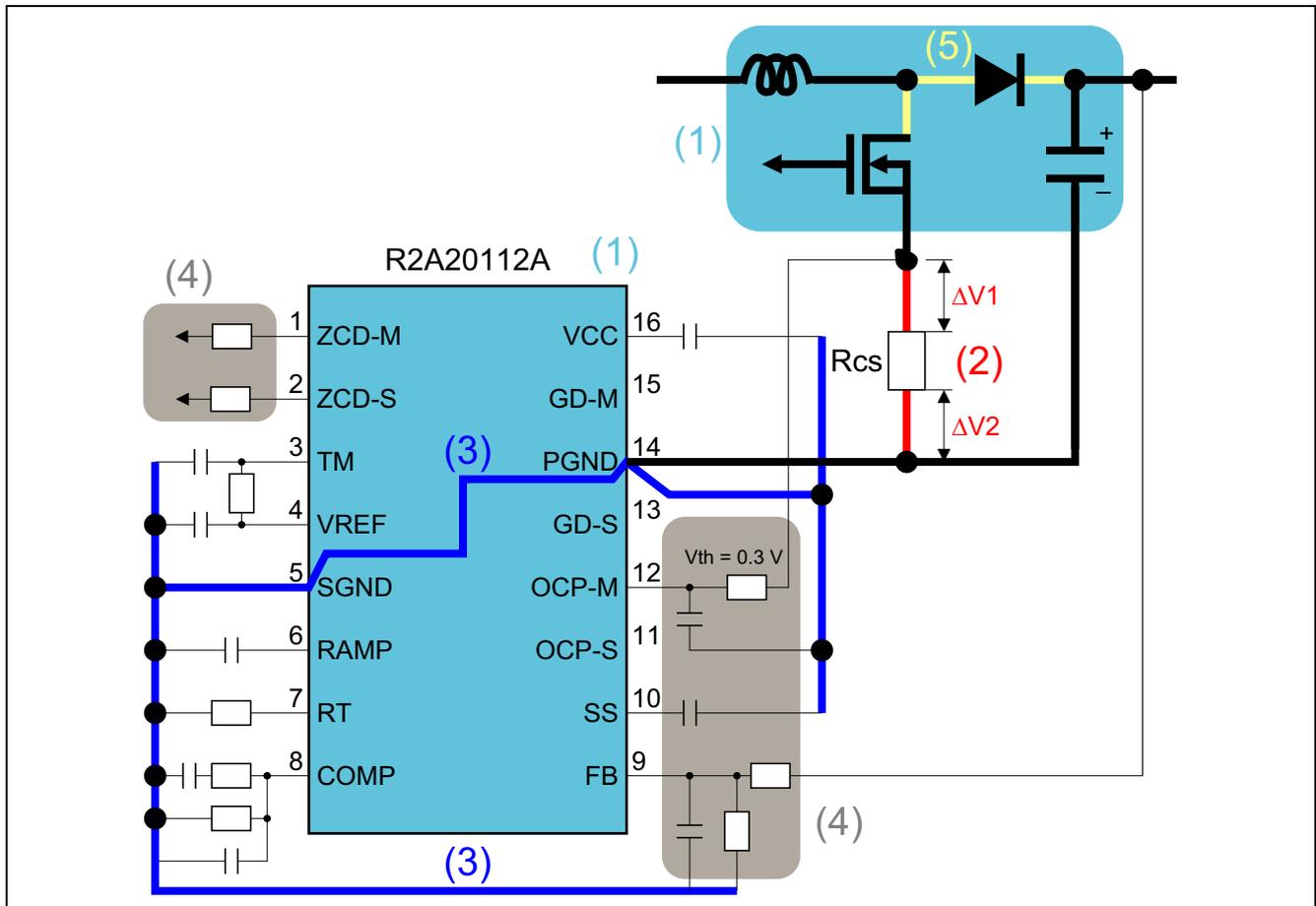


図 15 レイアウト注意ポイント

- (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、スイッチングのイズが乗らないようにしてください。
特にパワーMOSFETのドレインの輻射に注意してください。
- (2) OCP 閾値はとても小さいので配線インピーダンスを考慮する必要があります ($V_{ocp} = 0.3V$)。
 $\Delta V1$, $\Delta V2$ をできるだけ小さくしてください (配線を短くしてください)。
- (3) COMP/VREF 等の外付け部品は小信号 GND (SGND) に接続してください。
SGND と PGND は短い距離で繋いでください。IC の裏側で接続するのが一番よいです。
- (4) OCP-M, OCP-S のフィルタ、ZCD 抵抗、FB 端子抵抗は輻射のイズの影響を避けるため、可能な限り IC の直近に配置してください。
- (5) MOSFET ドレインと昇圧ダイオード、PFC 出力容量の配線を短くすることで、MOSFET ドレインのオーバershootを抑えることができます。

その他の注意事項:

- もしも OCP (または GD) のマイナスノイズを防ぐために対 GND にクランプダイオード (SBD) を接続する場合、アノードは出力容量の GND から分けて配線してください。ダイオードがターン ON する時にアノードの GND ラインに大きな電流が流れる場合があります。

5.2 ワールドワイド入力対応時の注意事項

W/W 入力では、最低 AC 入力電圧と最大 AC 入力電圧に大きな差があるため、昇圧チョッパで動作している PFC 電源の制御に大きな影響があります。

この広い入力範囲に対応する設計にあたって、最適に PFC 電源が動作するようにためには、エラーアンプ出力のダイナミックレンジを有効に使うように注意する必要があります。

ON 時間一定制御の CRM 制御において、ある一定の負荷を引いている状態を考えます。図 16 は最低 AC 入力時の ON パルス幅を 100% とした場合の ON 時間の変化の割合をしめしたもので、AC 電圧の上昇と共に必要な ON 時間は減少していくことが確認できます。すなわち AC 電圧が高くなると、COMP 電圧も減少していくことになります。

結果、入力 AC 電圧が高くなってくると、必要な ON 時間が減ってきます。よって、エラーアンプの電圧変化に対する必要 ON 時間の変化の比率が大きくなり、PFC 制御系のゲインが高くなります。なお、ゲインが高くなってくると PFC 出力のリプル電圧/電流の影響を受けやすくなり、力率が悪くなる方向になります。

この特性を軽減するためには、最低 AC 入力電圧のエラーアンプのダイナミックレンジをできるだけ広く使うことで、高 AC 入力時に制御できるエラーアンプの制御幅を広くします。

具体的には、最大の ON 時間が発生する、最低 AC 入力電圧かつ最大負荷時に、COMP 電圧がクランプ電圧である 4.3V typ になるように RAMP 容量*を合わせこむことで、高 AC 入力時の特性劣化を抑えます。

【注】 * 計算シートにおいて算出される RAMP 容量値はこの最適値になっており、RAMP 容量が大きすぎると、特性が悪い方向になります。逆に RAMP 容量が小さすぎると、最大負荷が取れない状態になります。推奨は、算出値から 0~10%程度大きな値です。

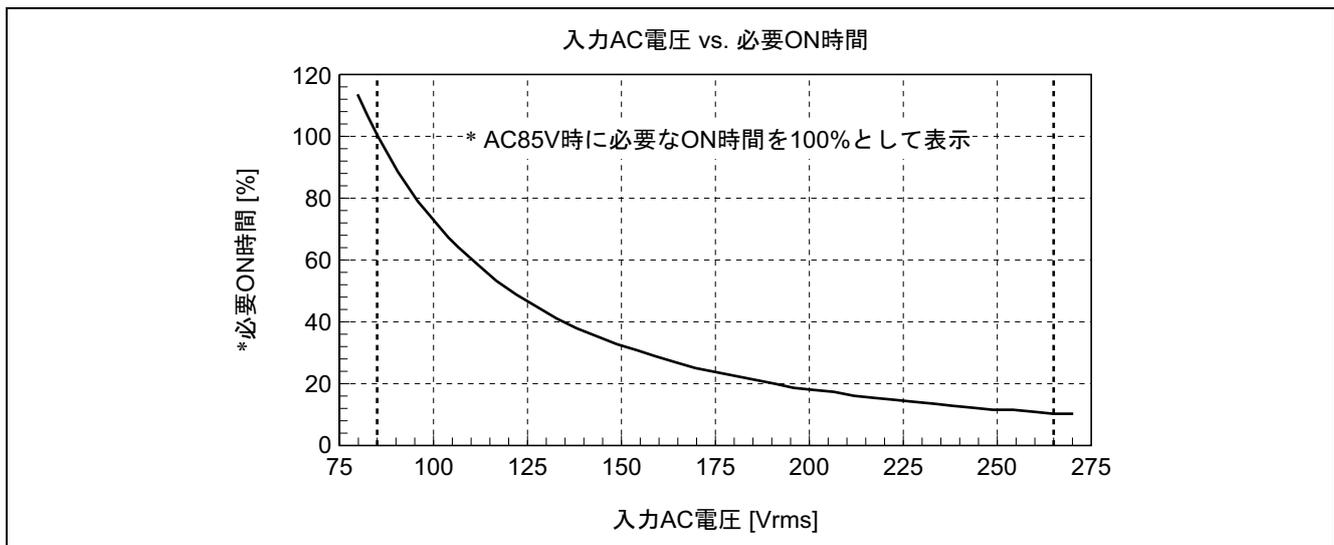


図 16

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/>

お問い合わせ先

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

計算シートについては、お取引いただいている特約店へお問合せください。

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	2012.02.22	—	初版発行
1.01	2014.06.04	12, 19	計算シートについての注を追加

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い合わせください。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て、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、お客様にて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

営業お問い合わせ窓口

<http://www.renesas.com>

営業お問い合わ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 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2（日本ビル）

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