



STR-E1500 シリーズ
アプリケーションノート

サンケン電気株式会社
Sanken Electric Co., Ltd

<http://www.sanken-ele.co.jp>

目 次

| | |
|--------------------------|---------|
| 1 . 概要 | 4 |
| 2 . 特長 | 4 |
| 3 . STR-E1500 シリーズラインアップ | 5 |
| 4 . パッケージ外形図 | 5 |
| 5 . ブロックダイアグラム | 6 |
| 6 . 各端子機能 | 6 |
| 7 . 電気的特性 | 7 ~ 9 |
| 7-1 絶対最大定格 | 7 |
| 7-2 全デバイス部電気的特性 | 7 ~ 8 |
| 7-3 PFC 部電気的特性 | 8 |
| 7-4 DC/DC 部電気的特性 | 8 ~ 9 |
| 7-5 MOSFET 部電気的特性 | 9 |
| 8 . 標準回路例 | 10 |
| 9 . PFC 部機能説明 | 11 |
| 10 . DC/DC 部機能説明 | 12 |
| 11 . 各端子機能説明 (PFC 部) | 13 ~ 17 |
| 11-1 ZCD 端子 | 13 |
| 11-2 PFB/OVP 端子 | 13 ~ 14 |
| 11-3 MultFP 端子 | 14 ~ 15 |
| 11-4 Comp 端子 | 15 |
| 11-5 PFC out 端子 | 15 |
| 11-6 DLP 端子 | 16 |
| 11-7 CS 端子 | 16 ~ 17 |

12 . 各端子機能説明 (DC/DC 部) 17 ~18

- 12-1 Startup 端子 17
- 12-2 DFB 端子 17
- 12-3 OCP 端子/ソース端子 18
- 12-4 BD 端子 18

13 . 応用回路例 19 ~21

- 13-1 Mult FP 端子のラッチ機能 (ELP) を利用した OVP と過熱保護 . . 19
- 13-2 OLP 機能禁止回路 19
- 13-3 STR-E1500 の外部 ON/OFF 20
- 13-4 PFC 部の平滑コンデンサと転流ダイオードについて 21

14 . PFC インダクタ及びトランスの設計について 22 ~25

- 14-1 PFC インダクタ 22 ~23
- 14-2 DC/DC 部トランス 23 ~24

15 . 使用上の注意事項 25 ~28

- 15-1 プリント基板のパターンレイアウトと EMI フィルター . . . 25 ~27
- 15-2 IC のラッチ解除と再起動 27
- 15-3 入力電力抑制システムについて 28

！ 注意

本書に記載されている内容は、改良などにより予告なく変更することがありますので予めご了承ください。また、最終的な設計、ご購入、ご使用に際しましては、最新の情報であることをご確認ください。

本書に記載されている動作例および回路例は、設計の補助的なものであり、使用条件や部品バラツキを考慮したものではありませんので十分にこれらを考慮した設計をお願い致します。

本書に記載されている動作例および回路例は、使用上の参考として示したもので、これらに起因する当社もしくは第三者の工業所有権、知的所有権、その他の権利の侵害問題について当社はいっさい責任を負いません。当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品では、ある確率での欠陥、故障の発生は避けられません。部品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を発生させないよう、使用者の責任において、装置やシステム上で十分な安全設計及び確認を行ってください。

本書に記載された内容を文書による当社の承諾無しに転記複製を禁じます。

1. 概要

STR-E1500 シリーズは、高調波対策用プリコンバータ(PFC)(以降 PFC 部と記す)と、後段の DC/DC コンバータ(以降 DC/DC 部と記す)を組み合わせた 2 コンバータの電源システムを構成出来るスイッチング電源用ハイブリッド IC です。SLA21 ピンパッケージにプリコンバータ(昇圧チョッパ型臨界導通電流モード PFC)の制御回路及び後段 DC/DC 部の制御用 MIC と DC/DC 部パワー-MOSFET を内蔵しています。PFC 部のパワー-MOSFET は外付けとし、様々な PFC 出力に最適化が図れると同時に、部品点数が少なく回路設計が容易で、電源の小型・標準化に最適です。また、DC/DC 部は負荷状態に合わせて最適な動作モードを自動で選択するマルチモード制御システムを搭載しており、高効率・低ノイズ電源システムの標準化に適しています。

2. 特長

BCD-600V 高耐圧プロセス採用 1 チップコントロールシステム搭載

(PFC 部制御回路、DC/DC 部制御回路、起動回路)

集約された PFC 制御ブロック

- 1) 臨界導通電流モード(Critical Conduction Mode)
- 2) AC 入力補正付マルチプライヤ内蔵
- 3) 高速過電圧保護機能 (OVP) 搭載・・・<ラッチ無し>
- 4) 自動入力補正付きパルス・バイ・パルス過電流保護 (OCP) 機能搭載

高効率・低ノイズ DC/DC 制御ブロック

- 1) マルチモード制御機能搭載
 - 擬似共振動作・・・・・・・・・・・・・中～重負荷
 - 周波数ジッター機能付 PWM・・・・・・・・・・・・・軽～中負荷：PWM 基本周波数 100kHz(TYP)
 - 低周波動作・・・・・・・・・・・・・無負荷～軽負荷
- 2) 全ての負荷領域で安定制御を実現する MIX モード制御

PFC 部 DC/DC 部協調動作システム

- 1) 起動回路内蔵により、2 コンバータ構成特有の起動不良を最適な起動シーケンスで安定化
- 2) スタンバイ時に自動で PFC 部を停止するオートスタンバイ機能搭載

<外部調整可能ディレイタイマー付>

- 3) スタンバイ時に自動で入力補正を行う自動入力補正付きオートスタンバイ機能搭載
- 4) 低周波動作時に V_{CC} 電圧の低下による電源停止を防止するオートバイアス機能搭載

保護機能

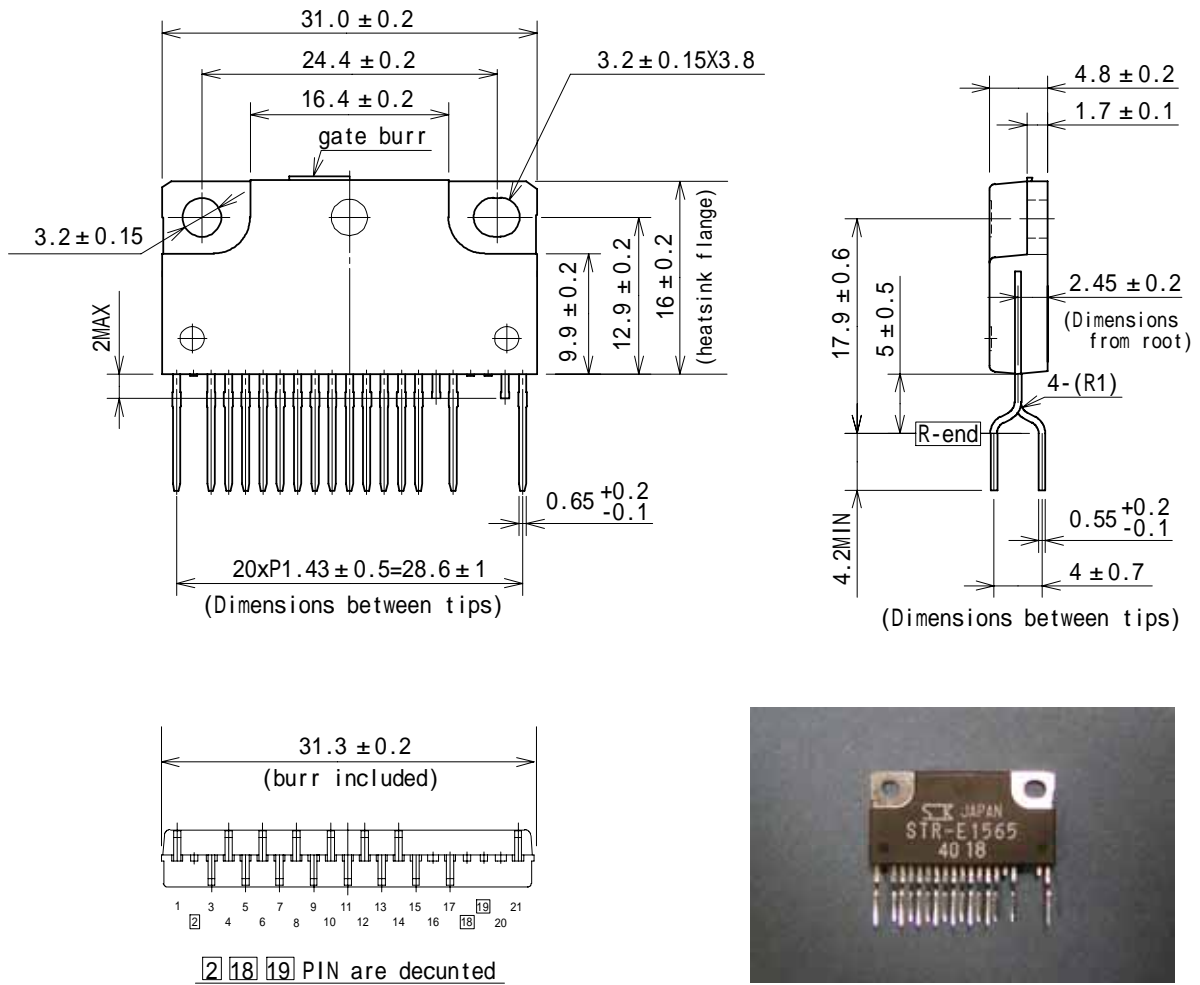
- 1) パルス・バイ・パルス過電流保護(OCP)
- 2) PFC 部高速過電圧保護 (OVP)
- 3) 過負荷保護 (OLP)
- 4) 間欠発振動作時の入力電力抑制システム搭載
- 5) 過熱保護(TSD)
- 6) MultFP 端子に外部信号を印加する事による「外部ラッチ機能」搭載 (ELP)

3. STR-E1500 シリーズラインアップ

| 製品名 | 内蔵 MOSFET | PFC 部 (総合) 出力 (DC/DC 部出力含む) | DC/DC 部出力 |
|-----------|--------------|--------------------------------|-----------|
| STR-E1555 | 700V 0.7Ω | 200W | 200W |
| STR-E1565 | 800V 1.8Ω | | 80W |

DC/DC 部出力は参考値であり、重負荷時に擬似共振モードで使用する場合での目安です。

4. パッケージ外形図



- Material of terminal : Cu
- Treatment of terminal : Ni plating + Solder dip (Pb free)
- Weight : Approx 5.6g

Fig1. パッケージ外形図 (SLA21Pin パッケージ)

5. ブロックダイアグラム

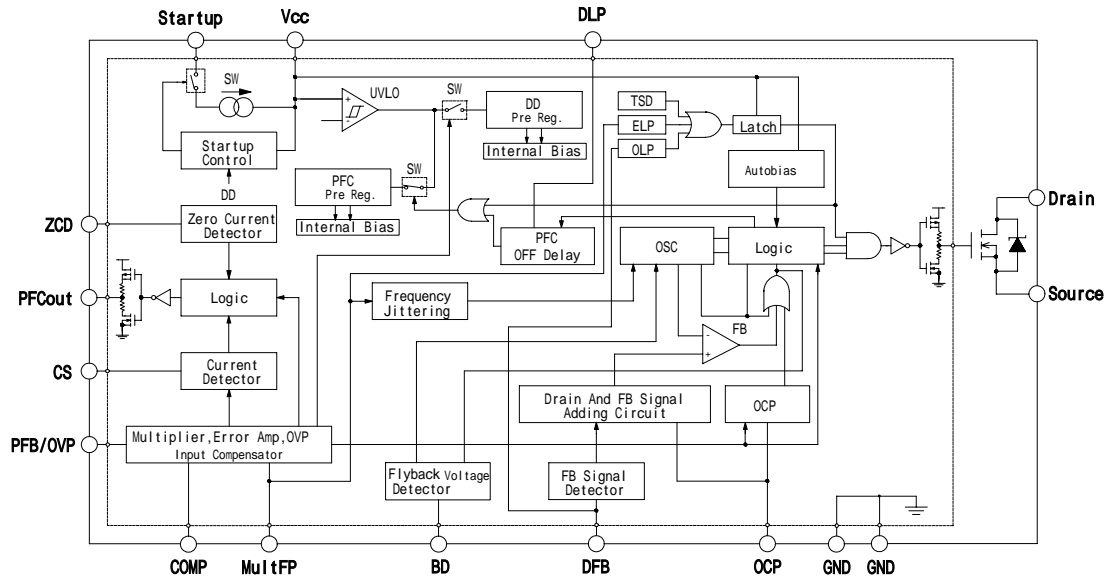


Fig2. ブロックダイアグラム

6. 各端子機能

| 端子番号 | 記号 | 機能 |
|-------|---------|---|
| 1 | Startup | DD、PFC の起動電流入力 |
| | NC | - |
| 3 | PFCout | PFC 部 MOSFET ゲートドライブ信号出力 |
| 4 | ZCD | PFC 部ゼロ電流検出 |
| 5 | CS | PFC 部 MOSFET ドレイン電流検出 |
| 6 | PFB/OVP | PFC 部定電圧制御信号入力、PFC 出力 OVP 検出、DD 部入力補正 |
| 7 | COMP | PFC 部エラーアンプ出力及び位相補償 |
| 8・9 | Gnd | DD、PFC 制御回路グランド |
| 10 | MultFP | PFC の乗算器入力、DD 部 fosc 変調信号入力、PFC 部出力電圧可変信号入力、PFC 部 AC 入力補正、外部ラッチ信号入力 |
| 11 | DLP | PFC オフ遅延調整 |
| 12 | BD | DD 部ドレイン電圧ボトム検出 |
| 13 | OCP | DD 部過電流検出 |
| 14 | DFB | DD 部定電圧制御用信号入力 |
| 15 | Vcc | DD、PFC 制御回路電源入力 |
| 16 | DDout | DD 部内蔵 MOSFET ゲートドライブ信号出力 (端子カット) |
| 17 | Source | DD 部 Power MOSFET ソース |
| 18・19 | NC | - |
| 20・21 | Drain | DD 部 Power MOSFET ドレイン (20 番端子カット) |

7. 電気的特性：STR - E1565（代表例：詳細は製品仕様書を参照下さい）

7-1) 絶対最大定格(Ta=25)

| 項目 | 端子 | 記号 | 規格 | 単位 | 備考 |
|-----------------|---------|------------------|--------------|----|--|
| ドレイン電流 | 21 - 17 | IDpeak | 10 | A | シングルパルス |
| 最大スイッチング電流 | 21 - 17 | IDMAX | 5.2 | A | Ta=-20 ~ +125 |
| アバランシェエネルギー耐量 | 21 - 17 | EAS | 150 | mj | シングルパルス VDD=30V,L=10mH ILpeak=5.4A |
| 制御部電源電圧 | 15 - 9 | Vcc | 30 | V | |
| MultFp 端子流入電流 | 10 - 9 | ImultFp | 10 | mA | |
| Startup 端子電圧 | 1 - 9 | Vstartup | - 0.3 ~ 600 | V | |
| CS 端子電圧 | 5 - 9 | Vcs | - 0.5 ~ + 10 | V | |
| PFB/OVP 端子電圧 | 6 - 9 | VPFB/OVP | - 0.5 ~ + 7 | V | |
| PFB/OVP 端子流入電流 | | IPFB/OVP | 5 | mA | |
| ZCD 端子流入電流 | 4 - 9 | IZCD(I) | 5 | mA | |
| ZCD 端子流出電流 | | IZCD(O) | - 5 | | |
| PFC out 端子ソース電流 | 3 - 9 | IoPFC(source) | 300 | mA | |
| PFC out 端子シンク電流 | 3 - 9 | IoPFC(sink) | 500 | mA | |
| DFB 端子電圧 | 14 - 9 | VDFB | - 0.5 ~ + 15 | V | |
| DFB 端子流出電流 | | IDFB | 2.2 | mA | |
| OCP 端子電圧 | 13 - 9 | VOCP | - 0.5 ~ + 7 | V | |
| BD 端子許容印加電圧 | 12 - 9 | VBD | - 0.5 ~ + 7 | V | |
| MOSFET 部許容損失 | - | PD1 ³ | 8.9 | W | 無限大放熱器にて 放熱器無し |
| | | | 1.8 | | |
| 制御部許容損失 (MIC) | - | PD2 ⁴ | 1.1 | W | |
| 動作周囲温度 | - | Top | - 20 ~ +125 | | |
| 保存温度 | - | Tstg | - 40 ~ +125 | | |
| チャネル温度 | - | Tch | +150 | | |

7-2) 全デバイス部電気的特性(Ta = 25)

| 項目 | 端子 | 記号 | 規格値 | | | 単位 |
|--------------------|------|---------------|------|------|------|----|
| | | | MIN | TYP | MAX | |
| 動作開始電源電圧 | 15-9 | Vcc(ON) | 14.5 | 16.0 | 17.5 | V |
| 動作停止電源電圧 | 15-9 | Vcc(OFF) | 9.0 | 9.7 | 10.5 | V |
| 動作時回路電流 | 15-9 | Icc(ON) | - | - | 22 | mA |
| 非動作時回路電流 | 15-9 | Icc(OFF) | - | - | 350 | μA |
| ラッチ回路解除電源電圧 | 15-9 | Vcc(La.off) | 6.5 | 7.2 | 7.9 | V |
| ラッチ回路動作時電源電圧 | 15-9 | Vcc(La.on) | 8.4 | 9.6 | 11.5 | V |
| ラッチ回路保持電流 | 15-9 | IH | - | 500 | 1200 | μA |
| 起動電流 | 1-9 | Istartup | 3.4 | 5.4 | 7.7 | mA |
| 起動回路停止時起動端子バイアス電流 | 1-9 | Istartup(off) | - | 20 | 80 | μA |
| MultFP 端子ラッチしきい値電圧 | 10-9 | Vmult(La) | 6.5 | 7.2 | 8.0 | V |

| | | | | | | |
|-----------------------|------|-----------|------|------|------|---|
| 再起動電源電圧 | 15-9 | Vcc(RS) | 7.0 | 7.8 | 8.6 | V |
| オートバイアス電圧 | 15-9 | Vcc(BIAS) | 10.1 | 11.0 | 11.8 | V |
| Vcc(RS) - Vcc(La.off) | - | - | 0.3 | 0.6 | - | V |
| Vcc(OFF) - Vmult(La) | - | - | 1.7 | 2.5 | - | V |
| 熱保護動作温度 | - | TSD | 135 | 150 | - | |

7-3) PFC 部電気的特性(Ta=25)

| 項目 | 端子 | 記号 | 規格値 | | | 単位 |
|-------------------------|--------|--------------------------|-------|-------|-------|----|
| | | | MIN | TYP | MAX | |
| PFB/OVP 端子しきい値電圧 (Hi) | 6 - 9 | V _{PFB} (Hi) | 3.905 | 4.000 | 4.056 | V |
| PFB/OVP 端子入力バイアス電流 | 6 - 9 | I _{PFB} (B) | -5 | -2 | - | μA |
| COMP 端子ソース電流 | 7 - 9 | I _{comp} (SOU) | 5 | 11 | 16 | μA |
| COMP 端子シンク電流 | 7 - 9 | I _{comp} (SIN) | -16 | -11 | -5 | μA |
| COMP 端子 Hi 電圧 | 7 - 9 | V _{comp} (H) | 5.8 | 6.4 | - | V |
| COMP 端子 Hgl 電圧 | 7 - 9 | V _{comp} (Hgl) | - | 1.6 | 1.9 | V |
| 過電圧検出入力しきい値電圧 | 6 - 9 | V _{PFB} (th) | 4.14 | 4.27 | 4.40 | V |
| MultFP 端子入力バイアス電流 | 10 - 9 | I _{mult} (B) | -10 | -1 | - | μA |
| 乗算器利得 | - | K | 0.4 | 0.6 | 0.8 | - |
| ZCD 端子入力しきい電圧 | 4 - 9 | V _{ZCD} (th) | 1.4 | 1.6 | 1.8 | V |
| ZCD 端子ヒステリシス幅 | 4 - 9 | V _{ZCD} (HIS) | 150 | 190 | 260 | mV |
| ZCD 端子 Hi クランプ電圧 | 4 - 9 | V _{ZCD} (HC) | 6.0 | 6.6 | 7.0 | V |
| ZCD 端子 Lo クランプ電圧 | 4 - 9 | V _{ZCD} (LC) | 0.53 | 0.63 | 0.77 | V |
| リスタート遅延時間 | - | tDLY | 150 | 520 | - | μs |
| CS 端子入力バイアス電流 | 5 - 9 | I _{CS} (B) | -8.0 | -1 | - | μA |
| CS 端子入力オフセット電圧 | 5 - 9 | V _{CS} (IOS) | - | 16.9 | 25.0 | mV |
| CS 端子入力補正前最大入力しきい値電圧 | 5 - 9 | V _{CSMAX} (#1) | 1.18 | 1.37 | 1.52 | V |
| CS 端子入力補正後最大入力しきい値電圧 | 5 - 9 | V _{CSMAX} (#2) | 0.60 | 0.66 | 0.73 | V |
| PFB/OVP 端子 DD 動作開始しきい電圧 | 6 - 9 | V _{PFB} (DD ON) | 2.9 | 3.2 | 3.5 | V |
| PFCout 端子出力電圧 | 3 - 9 | V _{PFCOUT} | 10.2 | 11.8 | - | V |
| UVLO 時動作電圧 | 3 - 9 | V _{PFCOUT} UVLO | 0.9 | 1.3 | 1.6 | V |

7-4) DC/DC 部電気的特性(Ta=25)

| 項目 | 端子 | 記号 | 規格値 | | | 単位 |
|---------------|--------|------------------------|------|------|------|-----|
| | | | MIN | TYP | MAX | |
| 発振周波数(1) | 16 - 9 | f _{osc} (1) | 91 | 100 | 109 | kHz |
| 発振周波数(2) | 16 - 9 | f _{osc} (2) | 76 | 83 | 90 | kHz |
| 最大 ON 時間(1) | 16 - 9 | T _{ON} (MAX1) | 7.4 | 8.8 | 9.7 | μs |
| 最大 ON 時間(2) | 16 - 9 | T _{ON} (MAX2) | 9.0 | 10.7 | 11.7 | μs |
| BD 端子入力しきい値電圧 | 12 - 9 | V _{BD} (th) | 0.67 | 0.76 | 0.84 | V |
| BD 端子入力バイアス電流 | 12 - 9 | I _{BD} (B) | -6 | -3 | - | μA |
| OCP 端子検出電圧(1) | 13 - 9 | V _{OCP} (1) | 0.70 | 0.76 | 0.82 | V |
| OCP 端子検出電圧(2) | 13 - 9 | V _{OCP} (2) | 0.54 | 0.60 | 0.66 | V |

| | | | | | | |
|------------------------|--------|--------------------------|------|------|------|----|
| OCP 端子入力バイアス電流 | 13 - 9 | IOCP(B) | -12 | -6 | - | μA |
| Standby 動作開始 ON 時間 | 16 - 9 | TON(STB IN) | 290 | 350 | 410 | ns |
| Standby 動作時最小 ON 時間(1) | 16 - 9 | TON(STBMIN1) | 460 | 580 | 700 | ns |
| Standby 動作時最小 ON 時間(2) | 16 - 9 | TON(STBMIN2) | 0.8 | 1.2 | 1.6 | μs |
| Standby 動作解除 ON 時間(1) | 16 - 9 | TON(STBout1) | 1.50 | 1.85 | 2.20 | μs |
| Standby 動作解除 ON 時間(2) | 16 - 9 | TON(STBout2) | 2.4 | 3.0 | 3.6 | μs |
| Standby 入力補正検出電圧 | 6 - 9 | V _{PF(B)} (STB) | 1.8 | 2.4 | 3.0 | V |
| DLP 端子流出定電流 L | 11 - 9 | IDLPL | - | 1 | 4 | μA |
| DLP 端子流出定電流 H | 11 - 9 | IDLPH | 20 | 40 | 60 | μA |
| DLP 端子切換えしきい値電圧 L | 11 - 9 | V _{DLPL} | 0.7 | 0.9 | 1.1 | V |
| DLP 端子切換えしきい値電圧 H | 11 - 9 | V _{DLPH} | 4.1 | 4.6 | 5.1 | V |
| DFB 端子流出定電流 | 14 - 9 | ICONST | 15 | 21 | 27 | μA |
| OLP 端子しきい値電圧 | 14 - 9 | V _{OLP} | 5.9 | 6.5 | 7.3 | V |
| DD out 端子出力電圧 | 16 - 9 | V _{DDOUT} | 11.7 | 12.5 | - | V |

7-5) MOSFET 部電気的特性(Ta=25) : (代表特性 / STR-E1565)

| 項目 | 記号 | 規格値 | | | 単位 |
|-------------|---------------------|-----|-----|-----|----|
| | | MIN | TYP | MAX | |
| ドレイン・ソース間電圧 | V _{DSS} | 800 | - | - | V |
| ドレイン漏れ電流 | I _{DSS} | - | - | 300 | μA |
| ON 抵抗 | R _{DS(ON)} | - | - | 1.8 | Ω |
| スイッチング・タイム | t _f | | | 350 | ns |
| 熱抵抗 | θ _{ch-F} | - | - | 3.3 | /W |

8. 標準回路例

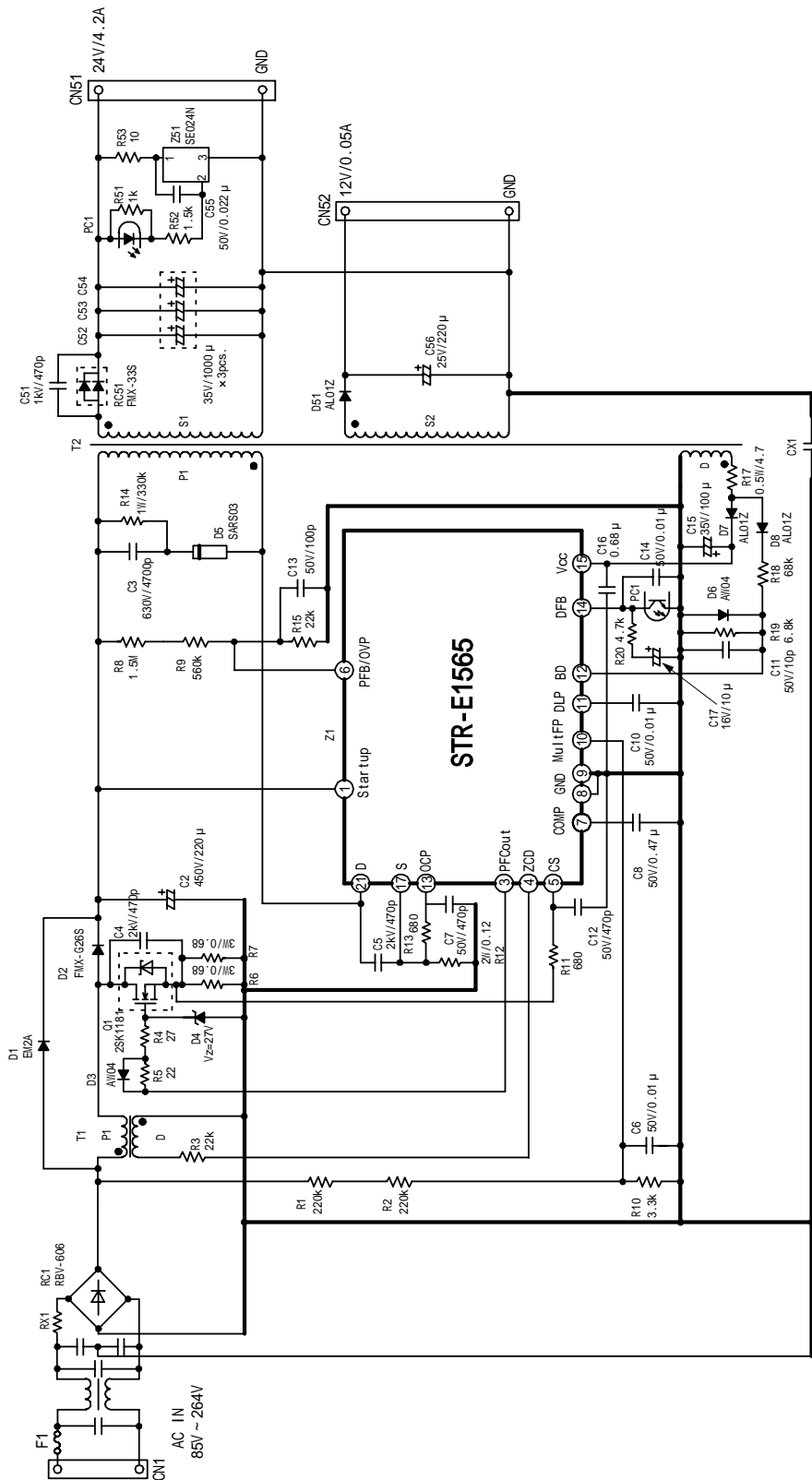


Fig3. 標準回路例

9. PFC 部機能説明

臨界導通電流モード (Critical Conduction Mode)

臨界導通電流モードとは、PFC インダクタの電流が常に連続状態と不連続状態の臨界点で動作し、スイッチング損失とスイッチングノイズを抑制する動作モードです。STR-E1500 シリーズは、PFC インダクタに設けた補助巻線からの信号により、インダクタ電流を ZCD 端子 (Pin) でモニターしてゼロ電流検出を行い、常に臨界点で動作するように制御します。また同時に、補助巻線に発生する電圧の立下りを ZCD 端子で検出する事で MOSFET のドレイン電圧の最下点を検出してターンオンさせるボトムオン動作を行います。

以上の動作により、MOSFET のドレイン電流を常にゼロ電流スイッチングとし、同時にドレイン電圧の最下点でターンオンさせるボトムオン動作とする事で、スイッチング損失の軽減と低ノイズ化に寄与します。

(11-1 項参照)

また、STR-E1500 シリーズは PFC 部の定電圧制御回路を内蔵しており、PFB/OVP 端子に外付け抵抗を付加する事で、常に安定した定電圧を出力します。(11-2 項参照)

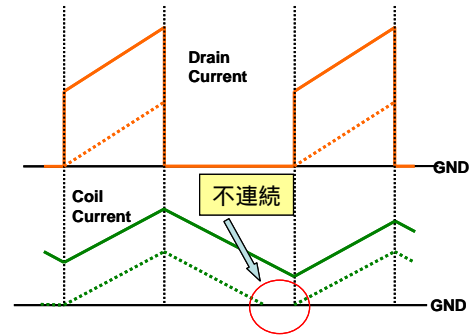


Fig4. 連続モードと不連続モード

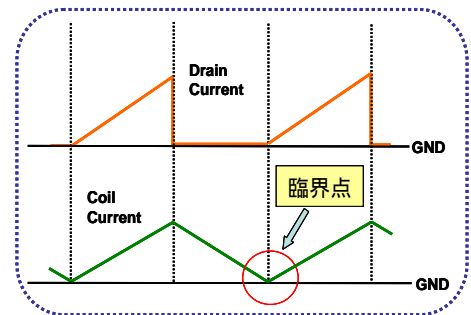


Fig5. 臨界導通電流モード

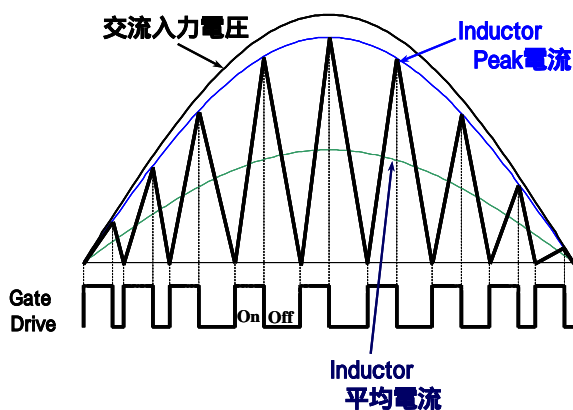


Fig6. PFC インダクタ電流波形

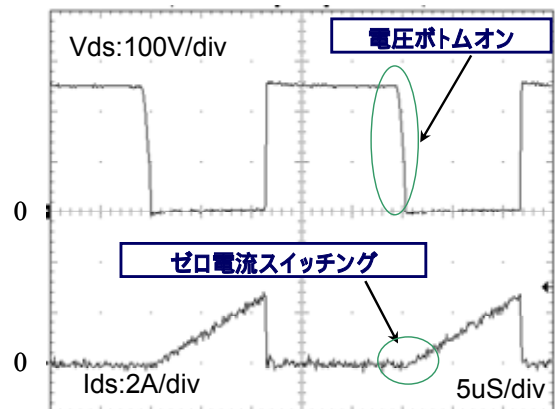


Fig7. MOSFET スイッチング波形

10. DC/DC 部機能説明

マルチモードモード制御

STR-E1500 シリーズの DC/DC 部の基本構成はフライバックタイプであり、各負荷状態に応じて最適な制御方式を自動的に選択するマルチモード制御を搭載しています。

Fig.8、Fig.9 に各負荷状態に対する制御モードを示します。重負荷時においては、スイッチングノイズ及びスイッチング損失を軽減する為に擬似共振モードとなり、負荷が軽くなる中負荷領域においては周波数ジッター付き PWM 動作（周波数 100kHz）となります。更に軽負荷時においては 1 コンバータによるスタンバイ対応を考慮して低周波モードに自動的に切り替わります。また、低周波モードでの動作時には、PFC 部の動作を自動的に停止してスタンバイ電力を削減しています。

一方、負荷状態が軽くなり低周波モードになってから PFC 部の動作を停止するまでの時間は、外部コンデンサにより調整が可能ですので、軽負荷と重負荷のダイナミックな負荷変動が頻繁に発生する場合でも、ある一定時間 PFC 部の動作を継続させる事により、PFC インダクタからの磁歪音が抑制されます。（11-6 項参照）

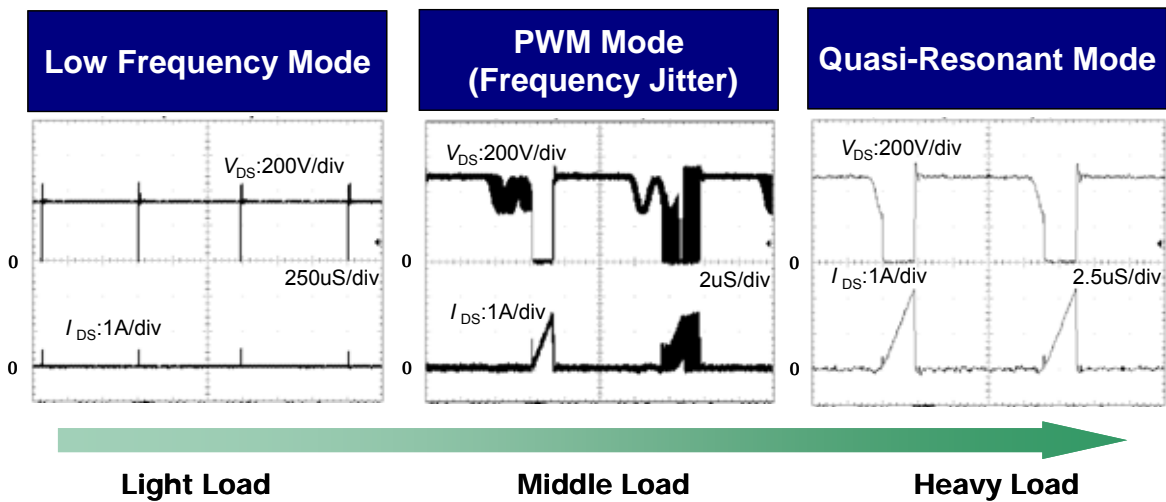


Fig8. 各負荷状態における動作モード

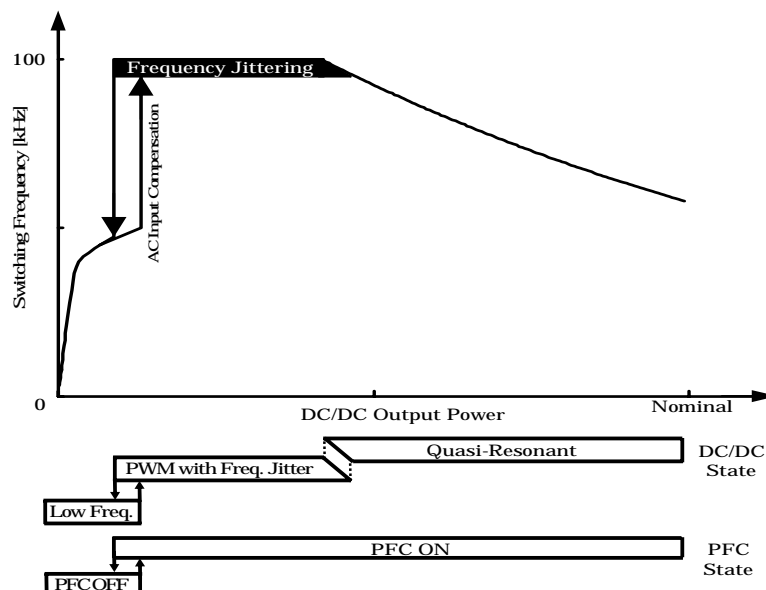


Fig9. マルチモード制御状態遷移図.

11. 各端子機能説明 (PFC 部)

11-1) ZCD 端子：ピン

ZCD 端子はゼロ電流検出回路の入力です。STR-E1500 は臨界導通電流モードの PFC を構成しています。PFC 部のスイッチングは ZCD 端子に印加されるゼロ電流検出信号入力によって開始され、インダクタの電流ピークが IC 内部の乗算器出力 (11-3 項参照) で設定されたしきい値に達するとターンオフする制御となります。ZCD 端子は PFC インダクタに設けた補助巻線 N_s (Fig10 参照) の電圧がしきい値以下に低下した事をモニターする事により、インダクタ電流を間接的に検出しています。ターンオフ後 $V_{ZCD(th)}=1.6V(TYP)$ を超えるとオフ期間の開始を認識し、次に電圧が $V_{ZCD(th)}-V_{ZCD(His)}$ に低下したら、次のサイクルへターンオンします。また、誤動作を防止する為、 V_{ZCD} には $0.19V$ のヒステリシス $V_{ZCD(HIS)}$ を持たせてあります。

ZCD 端子は内部で 2 つのクランプで保護されており、 $V_{ZCD(HC)}=6.6V(TYP)$ はこの端子の過電圧を防止し、 $V_{ZCD(LC)}=0.63V(TYP)$ は、ZCD 端子への負電圧の印加を防止しています。(Fig.11 参照) なお、この端子には電流制限が必要ですので、ZCD 端子への流入電流は $I_{ZCD} < 5mA$ になるように抵抗値を選定して下さい。

$$R3 > (PFC \text{ 出力電圧} \times (N_s/N_p)) / 5mA$$

11-2) PFB / OVP 端子：ピン

PFC 部の出力電圧制御とゼロ電圧検出を行ないます。定電圧制御のしきい値は $V_{PFB(Hi)}=4V(TYP)$ 、高速 OVP のしきい値は $V_{PFB(th)}=4.27V(TYP)$ となっています。

PFC 部は昇圧チョッパ方式である為、昇圧インダクタのインダクタンス値が小さい場合、軽負荷で制御を外れ出力電圧が上昇する現象が発生しますが、STR-E1500 シリーズでは、負帰還による定電圧制御と過電圧保護の 2 重化制御によりこの現象を防止しています。また、この端子は、起動シーケンスにも利用しています。AC 電源投入後、PFC 部の出力電圧が上昇し、PFB / OVP 端子電圧が $V_{PFB(DDON)}=3.2V(TYP.)$ に達すると、DC/DC 部が起動します。この電圧は、抵抗分圧比で決定される為、PFC の出力電圧を $380V$ とした場合、PFC 出力電圧が約 $302V$ に達すると DC/DC 部が動作を開始します。一方、この端子は PFC 部の定電圧制御用誤差増幅器の入力となっている為、ノイズによる不安定動作を抑制する為にフィル

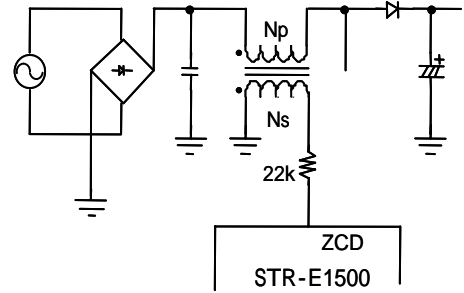


Fig10 ゼロ電圧検出信号用補助巻線

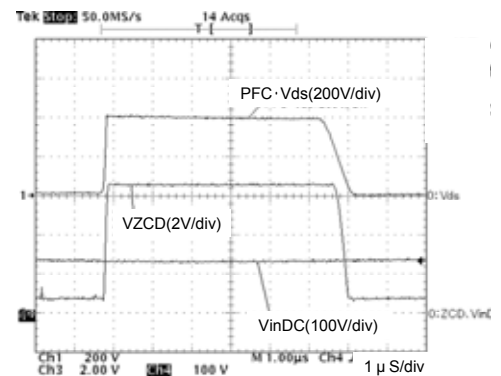


Fig11. ZCD 端子電圧波形

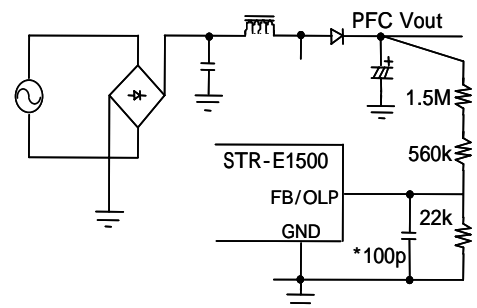


Fig.12. PFC 出力検出回路

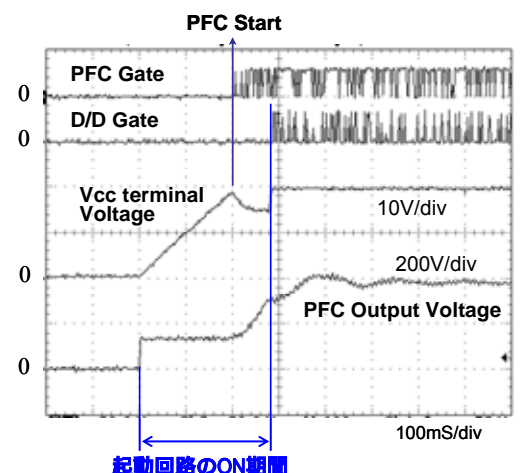


Fig.13. 起動シーケンス

タコンデンサを使用します。通常このフィルタコンデンサには 100pF 程度を使用しますが、異常発振等の不具合が生じた場合には、容量を大きくする事で安定方向となります。しかし、容量を大きくした場合 PFC 部の過渡応答性が低下する為、ノイズによる影響の無い範囲で極力小さな容量で調整して下さい。また、分圧用の抵抗は高抵抗の為、耐電触性の抵抗をご使用下さい。

11-3) MultFP 端子：ピン

MultFP 端子は IC に搭載された乗算器への信号入力端子となっております。この端子には、AC 入力電圧を全波整流した電圧を抵抗により分圧して信号として取り込みます。この電圧波形は入力電流を正弦波化する為の重要な信号になります。また、Fig.16 に乗算器の特性を示しますので参照下さい。周辺定数に関しては Fig.15 に一般的な例を示しますので参照下さい。図中 MultFP(ピン) ~ GND 間のフィルタコンデンサは、容量を大きくし過ぎると正弦波信号が平滑されてしまい PFC として安定動作しなくなりますので、極力小さな値を推奨致しますが、ノイズで誤動作する場合は、ある程度容量が必要です。また、分圧用の抵抗は高抵抗の為、耐電触性の抵抗をご使用下さい。

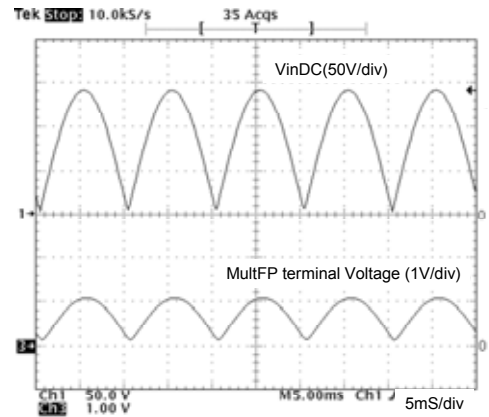


Fig.14 Mult FP 端子波形

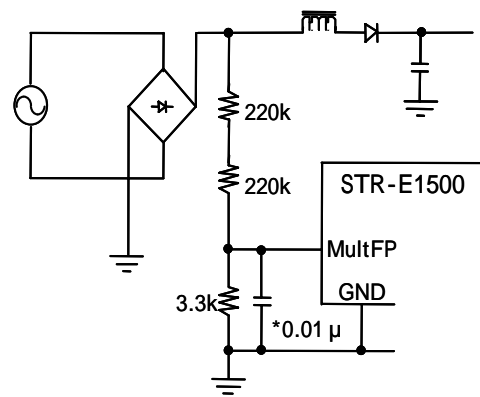


Fig.15 . Mult FP 端子周辺回路

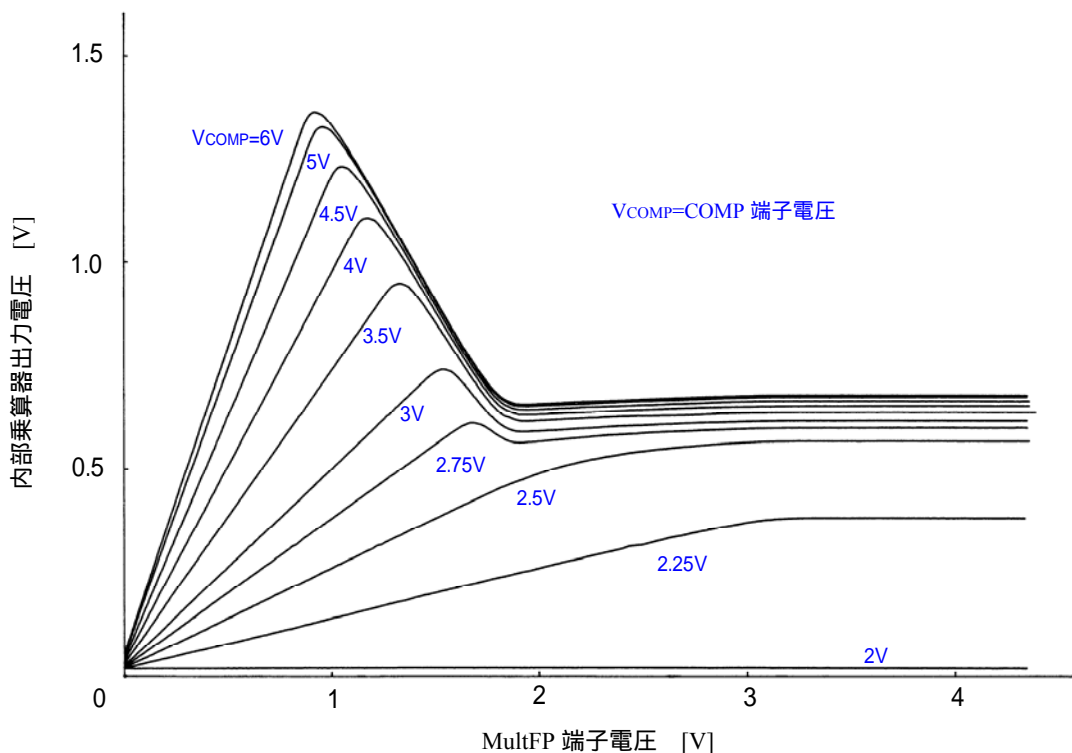


Fig.16 . 内部乗算器特性

((Mult FP 端子の外部トリガについて))

この端子は外部ラッチ端子としての使用が可能です。この端子に外部回路により強制的に $V_{mult}(La)=7.2V(TYP)$ 以上の電圧を印加する事で、PFC 部、DC/DC 部共にラッチモードでシャットダウン (ELP) となります。
Mult FP 端子の流入電流は 10mA (Max)

11-4) Comp 端子： ピン

COMP 端子はPFC 制御部の位相補正用端子です。付加するコンデンサ容量が大きい方が安定方向ですが、位相の進み/遅れを確認のうえ定数を調整する事が必要です。Fig.17 の定数は参考値ですので、最終的には実動により以下の4点を確認し定数を決定して下さい。

- 1) 定常時の安定動作 (異常発振等の有無)
- 2) 起動不良等の有無
- 3) 負荷急変時の誤動作等の有無
- 4) 電流/電圧の位相差

なお、端子には CS 端子のしきい値相当の電圧が出力されています。

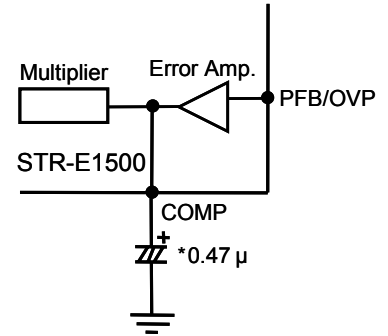


Fig.17 . Comp 端子

11-5) PFCout 端子： ピン

この端子は PFC 部の外付け MOSFET のゲートドライブ端子です。この端子は MOSFET の直接駆動が可能です。使用する MOSFET の特性 (入力容量 C_{iss} 等) により直接駆動が難しい場合には、外部バッファ回路を追加する事で対応が可能です。

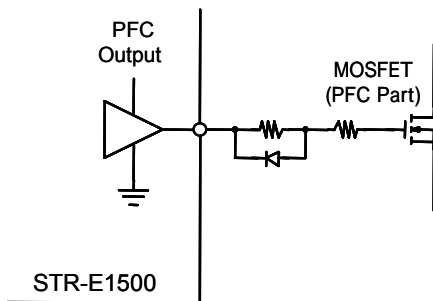


Fig.18 . 直接駆動回路
(MOSFET の C_{iss} の小)

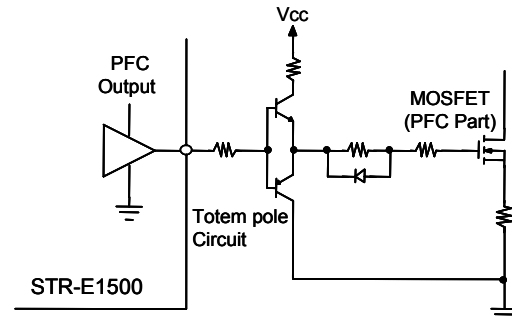


Fig.19 . 外部バッファ追加回路
(MOSFET の C_{iss} の大)

Fig.20 に TO-3P サイズの MOSFET ($C_{iss}=2000pF \sim 3000pF$) を外部バッファで駆動した場合の動作波形を示します。これは、スイッチングノイズを考慮し、ソース電流・シンク電流を抑えてターンオン/ターンオフ共にスピードを抑えた波形例です。

スイッチングスピードとスイッチング損失はトレードオフの関係にある為、ゲート抵抗の設定は実機での調整により決定して下さい。

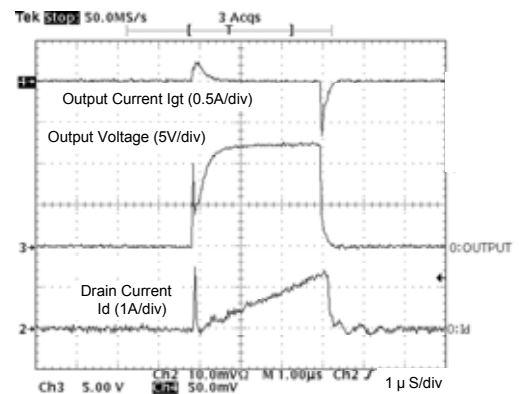


Fig.20 . 外部バッファによる動作波形

11-6) DLP 端子：ピン

定常動作中、頻繁に Min 負荷 ~ Max 負荷の間などでダイナミックな負荷変動がある場合、Min 負荷のタイミングで DC/DC 部が低周波動作に入る際に PFC 部がその都度、起動→停止を繰り返すと PFC インダクタなどから異音が発生する場合があります。E1500 では、DLP 端子に接続されるコンデンサにより上記の問題を回避しています。

STR-E1500 は、DC/DC 部が軽負荷になり、低周波動作に移行するタイミングを検出して、IC 内部の定電流回路により DLP 端子に接続されたコンデンサを充電し、DLP 端子の電圧が $V_{DLPH}=4.6V(TYP)$ に達する事で低周波動作への移行と PFC 部の動作停止を行います。

負荷が軽くなり DLP 端子に接続されたコンデンサを $I_{DLPH}=40\mu A(TYP)$ で充電している間、PFC 部の動作は継続され、同時に DC/DC 部も低周波モードへの移行を禁止して PWM 動作を継続しますので、DLP 端子に接続されたコンデンサ容量に比例した時間、スタンバイ動作への移行を禁止し、PFC インダクタなどからの異音の発生を抑制します。また、DLP 端子の電圧が上昇し、 $V_{DLPH}=4.6V(TYP)$ に達する前に負荷状態が軽負荷を脱したところで DLP 端子のコンデンサは、IC 内部の放電回路により放電されます。

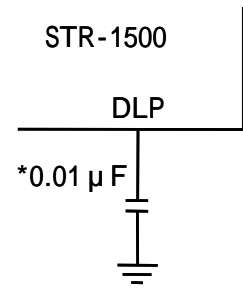


Fig.21 DLP 端子外部回路

11-7) CS 端子：ピン

この端子では、PFC 部 MOSFET に流れるドレイン電流 I_d を検出します。PFC 部 MOSFET のソース側に、サージ耐性に優れた金属板抵抗などを挿入し、ドレイン電流 I_d を電圧に変換して CS 端子に入力します。この際、ターンオン部のサージ電流等での不安定動作を回避する為、CR フィルターを挿入します。(定数設定例 Fig.22)但し、CR フィルターは時定数が長過ぎると、電流検出の遅れにより電流ピークが過大になる場合がありますので、実機実働にて誤動作等の有無を確認した上で、極力小さな値で設定して下さい。

また、E1500 では AC200V 系での PFC 部のオーバーパワーを防止する為、CS 端子のしきい値 V_{CSMAX} を入力電圧に対して自動的に 2 段階で切替えます (AC100V 系 : 1.4V AC200V 系 : 0.65V) ので、検出抵抗 R_S の定数は AC100V 系での条件 $V_{CSMAX}(th1)$ で設定します。

例) I_d ピーク=8A 時、PFC 部 $R_S = 1.4/8A = 0.175\Omega$

よって $R_S=0.15\Omega$

PFC 部のドレイン電流 I_d は、その包絡線を観測すると入力電圧波形同様の正弦波状になります。仮に、入力電圧瞬時値のピーク付近において電流が制限されて電流波形が正弦波状となっていない場合には、 I_d ピークが CS 端子のしきい値 V_{CSMAX} に達している可能性があります。

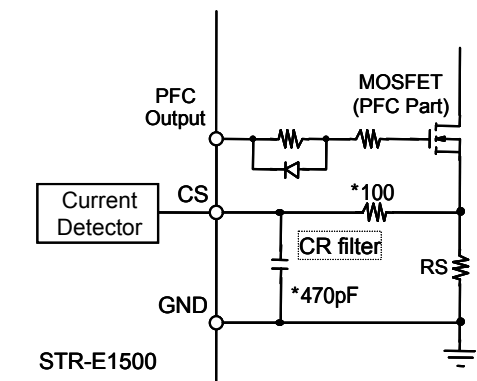


Fig.22 CS 端子周辺回路例

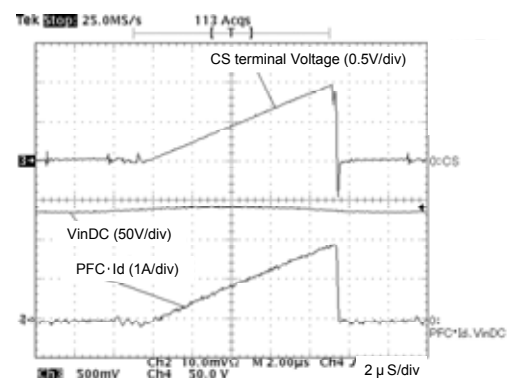


Fig.23 CS 端子動作波形

ますので、電流検出抵抗値を下げて再度確認下さい。なお、Fig.23 はしきい値に達していない平常時の動作波形です。

12. 各端子機能説明 (DC/DC 部)

12-1) Startup 端子： 及び Vcc 端子： ピン

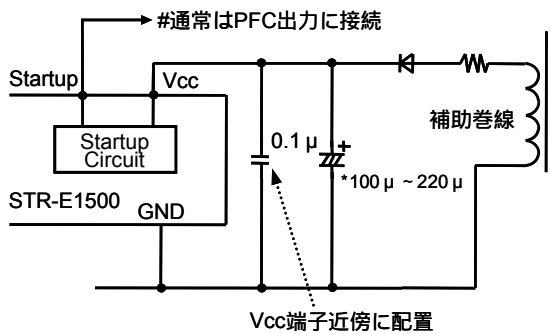


Fig.24 IC バックアップ回路

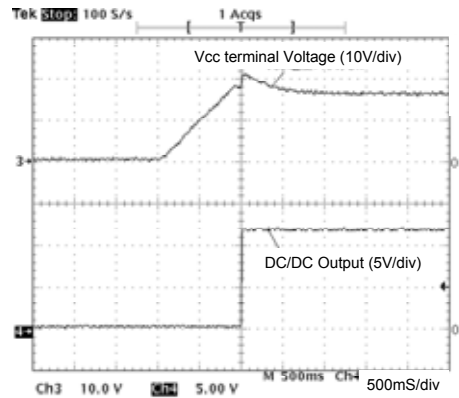


Fig.25 起動時 Vcc 端子波形

電源投入時には、起動回路により 5.4mA(TYP)の定電流で Vcc の電解コンデンサを充電し、Vcc > 16.0V(TYP)でICが起動します。IC内部では、Startup 端子は起動回路を介して Vcc 端子に接続されており、V_{PFBD(DD ON)}=3.2V(TYP)に達すると自動的に起動回路は停止し、起動回路停止後はトランスの補助巻線からの電力供給により動作を継続します。

なお、補助巻線電圧の設定と Vcc の電解コンデンサの設定は以下を参考にして下さい。

補助巻線の出力設定は 23V を目標(2次制御巻線との比例計算)

無負荷及び軽負荷状態を含む急峻な負荷変動に対応する場合 100μF ~ 220μF 程度

12-2) DFB 端子： ピン

DFB 端子は DC/DC 部の定電圧フィードバック端子です。通常はフォトカプラによって負帰還をかけており、Fig.26 中の抵抗/コンデンサは位相補正用部品です。特に、エラーアンプにシャントレギュレータなどのゲインの高いアンプを使用する場合、DFB 端子に抵抗/コンデンサを付加する事で動作が安定します。通常は Fig.26 の定数例で安定動作しますが、最終的には実動において以下の内容を確認して調整下さい。

- ・過渡応答の悪化によるダイナミック負荷変動時のレギュレーション
- ・高温・低温時における異常発振等の有無

また、DFB 端子電圧は、負荷によって変動し、仮にフォトカプラオープンの場合、この端子の出力電圧は約 12V まで上昇します。

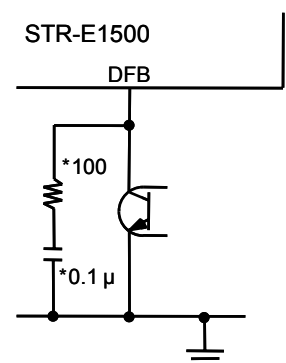


Fig.26 DFB 端子周辺回路

12-3) OCP 端子：ピン、及びソース端子：ピン

OCP 端子は DC/DC 部の過電流検出端子です。OCP 端子のしきい値は、 $V_{OCP(1)}=0.76V/V_{OCP(2)}=0.6V$ の 2 段階であり、AC 入力電圧によって各々を自動で切り替えて、AC 入力電圧変動に対する最大負荷電力を補正します。なお、抵抗 R_S の設定には $V_{OCP(2)}$ のしきい値を適用して、 $R_S=V_{OCP} / I_{dp}$ により抵抗 R_S を設定して下さい。

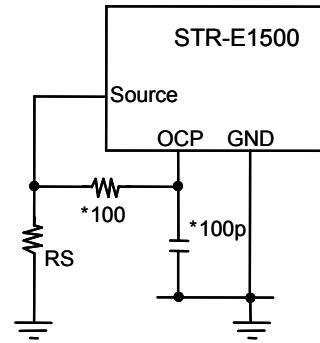


Fig.27 OCP 端子周辺回路

12-4) BD 端子：ピン

BD 端子は、擬似共振動作を行う為の擬似共振信号検出端子です。擬似共振動作とは、MOSFET をターンオンさせるタイミングを、トランスのエネルギー放出後の電圧共振波形のボトム点、すなわち共振動作の 1/2 周期と一致させる動作です。

擬似共振動作は、補助巻線に発生するフライバック電圧を抵抗で分圧した擬似共振信号を BD 端子に入力する事で、電圧共振のボトムのタイミングはコンデンサの容量によって調整します。Fig.28 はボトムのタイミングを調整出来るボトム検出(BD)回路です。この調整は、実機での実負荷において動作波形を観測しながらコンデンサ容量を調整して、MOSFET の VDS が最も低くなった時にターン ON する様に設定します。また、BD 端子の入力しきい値電圧は $V_{BD(th)}=0.76V(TYP)$ となっております。仮に、この端子に入力される信号がしきい値を超えなかった場合は、擬似共振動作にならず 100kHz の PWM 動作となります。

一般的に擬似共振信号波形の波高値はしきい値の 2 倍程度に設定し、遅延時間については、DC/DC 部メイントランスの L_p と電圧共振コンデンサ容量に相当する成分との間に $\tau = \pi \sqrt{L_p \times C_r}$ の関係があるので、BD 端子の信号振幅をしきい値の 2 倍程度確保すると同時に、 τ に相当するボトムオンのタイミングをボトム検出回路のコンデンサ容量により調整します。

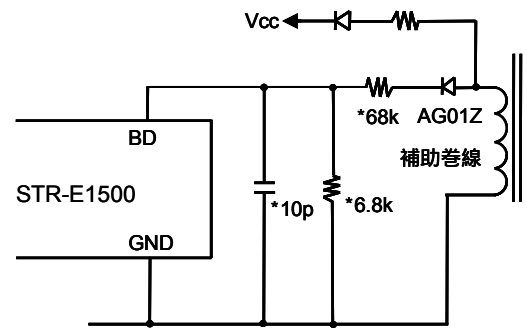


Fig.28 ボトム検出回路

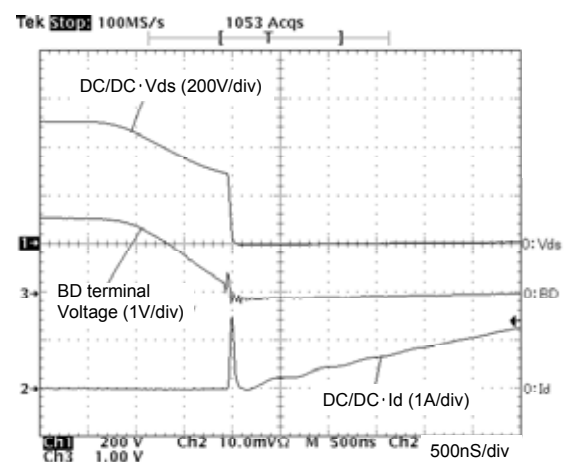


Fig.29 BD 端子動作波形

13. 応用回路例

13-1) Mult FP 端子のラッチ機能を利用した過電圧保護 (OVP) 回路と過熱保護回路

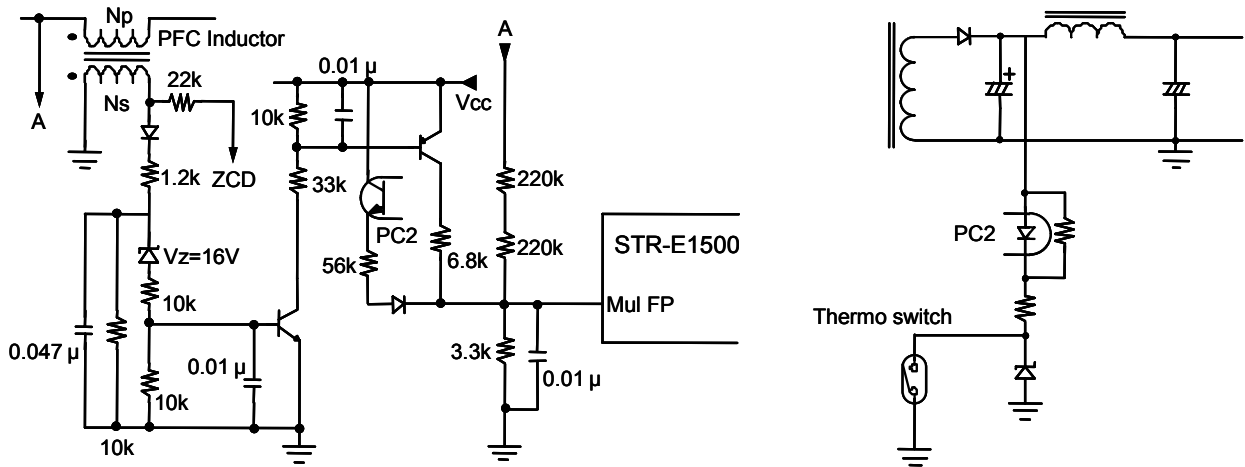


Fig.30 Mult FP 端子のラッチ機能を利用した OVP・過熱保護回路例

異常動作などを考慮した、PFC 部過電圧及び 2 次側直接検出の OVP と過熱保護の例です。PFC の出力電圧検出は直接行う事も可能ですが、電圧が高い為ここでは、PFC インダクタの補助巻線電圧を整流平滑した電圧を検出し、Vcc 電圧を利用して Mult FP 端子をトリガします。2 次側検出の OVP は、フォトカプラを介して同様に Vcc 端子の電圧を利用して MultFP 端子をトリガします。

13-2) OLP 機能禁止回路

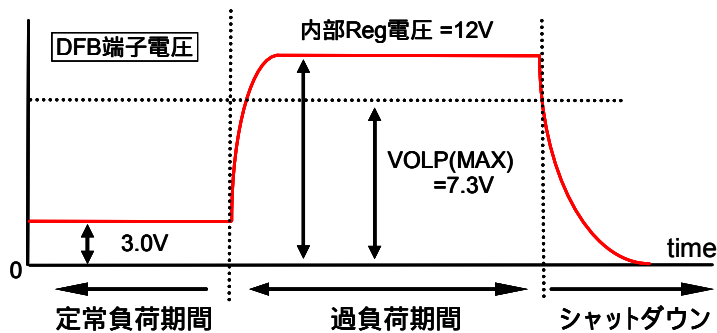


Fig.31 過負荷時の DFB 端子電圧

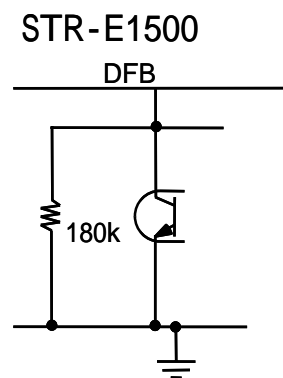


Fig.32 OLP 動作禁止回路

Fig.31 は過負荷状態における、DFB 端子の状態を示しています。2 次側が過負荷になり、フォトカプラからの帰還がなくなると、内部レギュレータのプルアップによって、DFB 端子電圧が上昇し始めます。

DFB 端子の電圧が $V_{OLP}=6.5V(TYP)$ に達したところで、IC 内部のラッチ回路が動作し、DC/DC 部、PFC 部共にシャットダウンとなります。OLP が動作することで不具合(例として入力瞬断時等)が生じる場合は、Fig32 の様な回路構成とする事で OLP 機能を無効にすることが可能です。

13-3) STR-E1500 の外部 ON/OFF

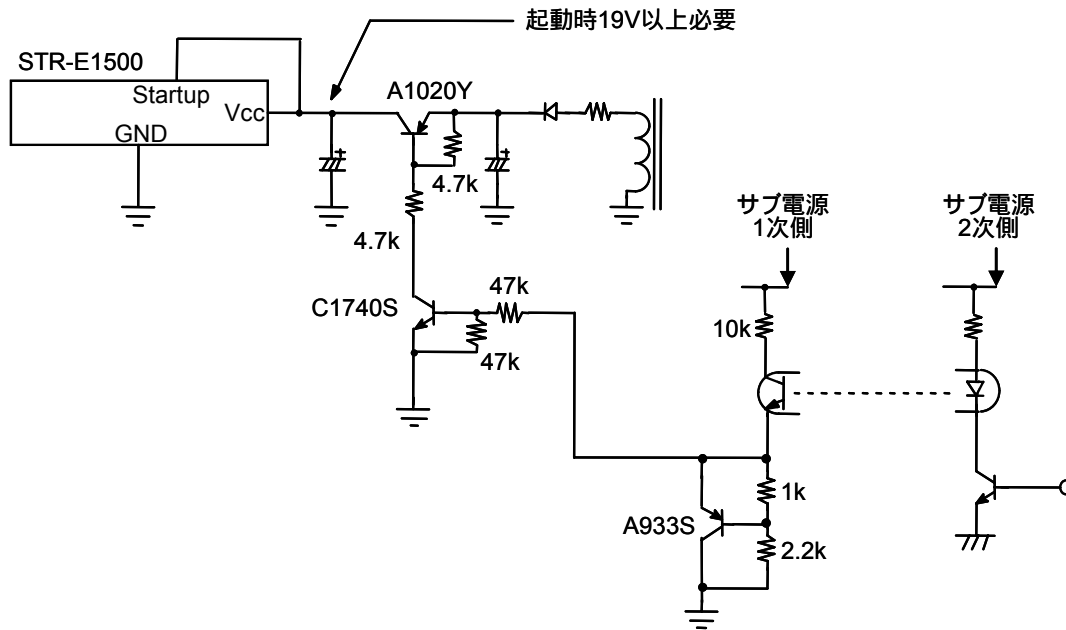


Fig.33 外部 ON/OFF 回路

STR-E1500 では、外部から ON/OFF を行う際 DFB 端子を GND に接続する事で、DC/DC 部の出力を停止させる事が可能ですが、補助巻線からの電源供給がされない為に、起動回路が連続的に ON になってしまい、電力損失を生じます。仮にスタンバイ時に外部サブ電源に切替えても同様の損失は発生する為、Fig.33 の様な回路構成とする事で、この電力消費を削減することが可能です。

Fig.33 は、STR-E1500 の Vcc を得る為にサブ電源のトランスに補助巻線を追加して、その巻線電圧によって起動～動作を行うもので、追加巻線の出力をオン/オフすることで E1500 のオン/オフを行うものです。但し、起動の際に Vcc 電圧は 18V 程度の電圧が必要な為、追加巻線の巻数はこれを考慮して決定します。また、その場合は Startup 端子は高圧側に接続せず、Vcc 端子にショートしておきます。

13-4) PFC 部の平滑コンデンサと転流ダイオードについて

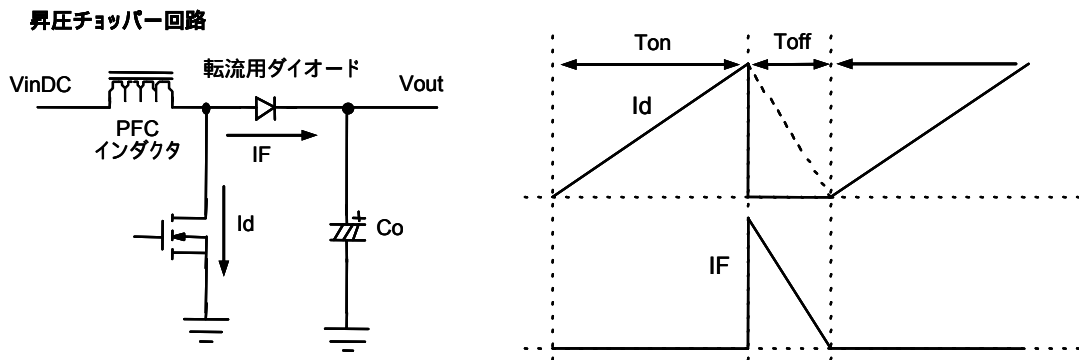


Fig.34 昇圧チョッパ型 PFC 動作概要

(1) PFC 部の平滑コンデンサについて

出力保持時間による条件

保持時間によりコンデンサ容量を決定する場合には以下の式が適用可能です。

$$C_o = \frac{2 \times P_o \times \eta \times t_h}{V_{out}^2 - V_{op}(Low)^2}$$

| | | |
|--------------------------|--|-----------------------------------|
| P_o : DC/DC の出力電力(W) | η : PFC 部の変換効率 | t_h : DC/DC 部の出力保持時間(s) |
| V_{out} : PFC 部出力電圧(V) | $V_{op}(Low)$: DC/DC 部の動作保証電圧範囲の下限(V) | |
| C_o : 平滑コンデンサ容量(F) | I_{r1} : PFC 部リップル電流(A) | $I_{out}(DC)$: PFC 部の DC 出力電流(A) |

リップル電流による条件

$$I_{r1} = \frac{I_{out}(DC)}{\sqrt{2}} \quad *** \quad I_{out}(DC) = \frac{P_o \times \eta}{V_{out}}$$

 C_o には DC/DC 部の 1 次側スイッチング電流が流れる為、この分のリップル電流を I_{r2} とすると、

$$I_r(total) = \sqrt{I_{r1}^2 + I_{r2}^2} \quad (I_{r2} \text{ は DC/DC 部の } I_d \text{ 実効値})$$

以上より、 、 のどちらか厳しい条件の方で、コンデンサ容量を設定して下さい。

(2) 転流ダイオードについて

STR-E1500 では臨界導通電流モードの為、連続電流モードとは異なり PFC のターンオン時にリカバリーの遅れによる損失を考慮しなくて良い為、逆耐圧 V_{RM} 、順方向電流 I_{FSM} 及びコンバータの出力電流 $I_o(DC)$ により選定します。 V_{out} は一般的に 260V から 400V 程度になる為、転流ダイオードの逆耐圧は 600V とし、順方向電流 I_{FSM} は定常的な転流電流と電源投入時の突入電流を考慮した場合の最大値を考慮して選定し、最終的には温度上昇を考慮して決定します。

14 . PFC インダクタ及びトランスの設計に関して

14-1) PFC インダクタ

STR-E1500 シリーズでは、臨界電流モードの PFC 回路を構成しています。臨界電流モードにおけるインダクタンス値 L_p は次式により算出されます。

$$L_p = \frac{T \times 10^{-6} \times \left(\frac{V_o}{\sqrt{2}} - V_{inAC}(\min) \right) \times \eta \times V_{inAC}(\min)^2}{V_o \times P_o \times \sqrt{2}} \quad I_{Lp} = I_{dp} = \frac{2\sqrt{2} \times P_o}{\eta \times V_{inAC}(\min)}$$

T: 1 周期の時間(S) V_o : PFC 部の出力電圧(V) P_o : (W) PFC 部の出力電力
 : PFC 部の電力変換効率(通常は 0.9 程度) $V_{inAC}(\min)$: AC 入力電圧の下限値(V)
 I_{Lp} : インダクタ電流ピーク (A) I_{dp} : ドレイン電流ピーク (A) L_p : インダクタンス値 (H)

T(1 周期の時間)は、実用的には $T=20\mu\text{s} \sim 15\mu\text{s}$ まで設定が可能であり、その際スイッチング周波数は 50kHz ~ 70kHz 程度となります。計算式より、スイッチング周波数を上げると必要な L_p が小さくなりインダクタの小型化が可能ですが、高周波化に伴いオフ時のスイッチング損失が増加しますので、予めご了承ください。

また、PFC インダクタの主巻線の巻数 N_p は次式により求められます。

$$N_p = \sqrt{\frac{L_p \times 10^{-6}}{AL\text{-Value} \times 10^{-9}}}$$

ここで、AL-value[nH/N²]の値は、 N_p と I_{Lp} の値から求まる NI [AT]の値を考慮し、磁気飽和を生じない AL - Value を選定して下さい。算出された NI 値 (= $I_{Lp} \times N_p$) が常に NI vs AL-value 特性曲線内にある事が必要です。また、AL-value vs NI の関係を満足するフェライトコアを選ぶ時は、温度やその他ばらつきに対する設計マージンを考慮して、算出された NI 値 (= $I_{Lp} \times N_p$) がコアデータ上の NI リミットの直線に対して 30%程度低くなる様に設定する事を推奨致します。

表 . 計算例 (PFC の出力電圧 400V / 出力電力 120W)

| Input Value | | Calculated Value | |
|------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| V_o | 400 V | I_{dp} | 4.44 A |
| $V_{inAC}(\min)$ | 85 V | $I_{in}(\text{Ave})$ | 2.22 A |
| η | 0.9 | L_p | 379.04 μH |
| T | 20 μs | N_p | 44 T |
| P_o | 120 W | NI | 193.15 AT |
| AL-Value | 200 nH/N ² | | |

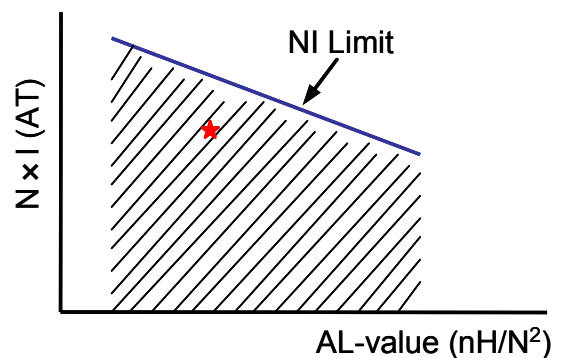


Fig.35 NI v.s AL-Value 特性モデル図

PFC インダクタに使用するコアについて

不連続電流モード並びに臨界電流モードでは、インダクタの電流変化がゼロピークで変化します。トロイダル形状のコイルはダストコアやアモルファス合金ですが、ギャップをいれてもインダクタンスの直流重畳特性がフラットではない為、電流波形が歪み易い場合があります。また、STR-E1500 では臨界導通電流モード用の ZCD 検出巻線が必要な為、直流重畳特性のフラットな EER 形状等のトランス型フェライトコアの使用を推奨致します。

ZCD 検出巻線の設定は、一般的に PFC 部 MOSFET のオフ期間に発生する電圧振幅を 30V 程度にします。上表の設定を例にすると、 $N_p=44$ より ZCD 検出巻線の巻数 N_s は $N_s=44 \times (30V/400V)=3.3$ となる事から $N_s = 4T$ とします。

巻線線材について

基本的に PFC インダクタ内部は全て 1 次側回路となる為、基礎絶縁+付加絶縁程度で問題ありませんが、主巻線の線材には表皮効果等を考慮してリッツ線の使用を推奨致します。なお、ZCD 検出巻線 N_s は通常のウレタン線(UEW 等)で問題ありません。

14-2) DC/DC 部トランス

STR-E1500 は、MultiMode 制御の最終形態として、重負荷時には擬似共振モードとなり、ターン ON が遅延された分 Duty が変化する為、Duty の補正が必要です。

1 次巻線 N_p と 2 次巻線 N_s の巻数比より求めた ON Duty を D とするとインダクタンス値 L_p は次式により算出されます。

$$L_p = \frac{(V_{IN} DC(\min) \cdot D)^2}{\left(\sqrt{\frac{2 \cdot P_o \cdot f_o}{\eta}} + V_{IN} DC(\min) \cdot \pi \cdot f_o \cdot D \cdot \sqrt{Cr}\right)^2}$$

また、ドレイン電流ピーク I_{dp} 等の各パラメータは以下の式により算出されます。

$$D = \frac{VD}{V_{IN} DC(\min) + VD}$$

$$T_D = \pi \sqrt{L_p \times Cr}$$

$$D' = (1 - f_o \times T) D$$

$$I_{in} = \frac{P_o}{\eta 2 \times V_{IN} DC(\min)}$$

$$I_{dp} = \frac{2 \times I_{in}}{D'}$$

$$N_p = \sqrt{\frac{L_p}{AL-Value}}$$

$$N_s = \frac{N_p(V_o + VF)}{VD}$$

VinDC(min):最低入力 DC 電圧 (PFC 部出力電圧) (V) **Lp**:1 次インダクタンス (H) :円周率
 :トランスの変換効率 (0.8 ~ 0.9 程度) **2**:電源の変換効率 (0.85 程度)
T_D:遅延時間 (S) **f_o**:最低発振周波数 (Hz) **lin**:平均入力電流 (A) **Idp**:スイッチング電流ピーク (A)
Cr:電圧共振コンデンサ容量 (F) **D**:設定 Duty **D'**:補正後 Duty **VD**:Duty50%時の入力 DC 電圧 (V)
Po:最大出力電力 (W) **Np**:1 次巻線の巻き数 **Ns**:2 次巻線の巻数
VF:2 次整流ダイオードの順方向電圧降下

表 . 計算例 (Vo=24V、Po=100W 時)

| Input Item | Input Value | Unit | Calculated Item | Calculated Value | Unit |
|------------|-------------|-------------------|-----------------|------------------|------|
| VinDC(Min) | 380 | V | Lp | 320 | μH |
| Fsw(Min) | 73 | kHz | T | 1.24 | μS |
| Cr | 470 | pF | D' | 0.193 | |
| 2 | 0.85 | | lin | 0.31 | A |
| VD | 103 | V | Idp | 3.19 | A |
| D | 0.213 | | Np | 50 | T |
| Po | 100 | W | Ns | 12 | T |
| AL-Value | 128 | nH/N ² | ND | 10 | T |
| Vo | 24 | V | Ns/Np | 0.24 | |
| VF | 0.7 | V | | | |

巻線方法 (構造) について

巻線方法 (構造) は、基本的には一般的な RCC 方式等と同様です。上記の計算例では、出力電圧の低い場合を想定していますので、1 次 - 2 次間の結合度を考慮して、V_{ds} の過大なターンオフサージの発生を抑制することが必要です。

その為、トランスの巻線方法 (構造) には 1 次巻線と 2 次巻線のサンドイッチ巻きを推奨致します。また、1 次 - 2 次間には、適用される安全規格を考慮して適正な距離を確保して下さい。特に PFC により昇圧され、 $V_{inAC} \times \sqrt{2}$ よりも高い電圧で動作することを考慮願います。

15. 使用上の注意事項

15-1) プリント基板のパターンレイアウトと EMI フィルター

(1) パターンレイアウトについて

Fig36 において、赤線のメインループは大電流ループとなりますので、極力太く短く配線して下さい。また、PFC 部と DC/DC 部は互いの干渉を防ぐ為、スイッチング電流が直接流れるパターンは共通インピーダンスとならない様ご注意ください。青の破線は、信号系の Gnd ラインですので、スイッチング電流等の大電流は流れませんが、先のスイッチング電流ループと同様に、DC/DC 部と PFC 部の互いの干渉を防ぐ為、信号系 Gnd のラインも可能な限り低インピーダンスとして下さい。

IC の制御系端子は、制御回路の低消費電流化でインピーダンスが高く設定されている為、各制御系端子には極力ノイズが印加されない様ご注意願います。同時に、IC 周辺部のコンデンサ類は、その Gnd 側を極力可能な限り IC のピン(Gnd)端子の近傍に接続する様に配置して下さい。

また、これら配線パターンが PFC インダクタやトランスの真下などを通過する場合には、漏れ磁束の影響により不具合が発生する場合がありますので注意願います。

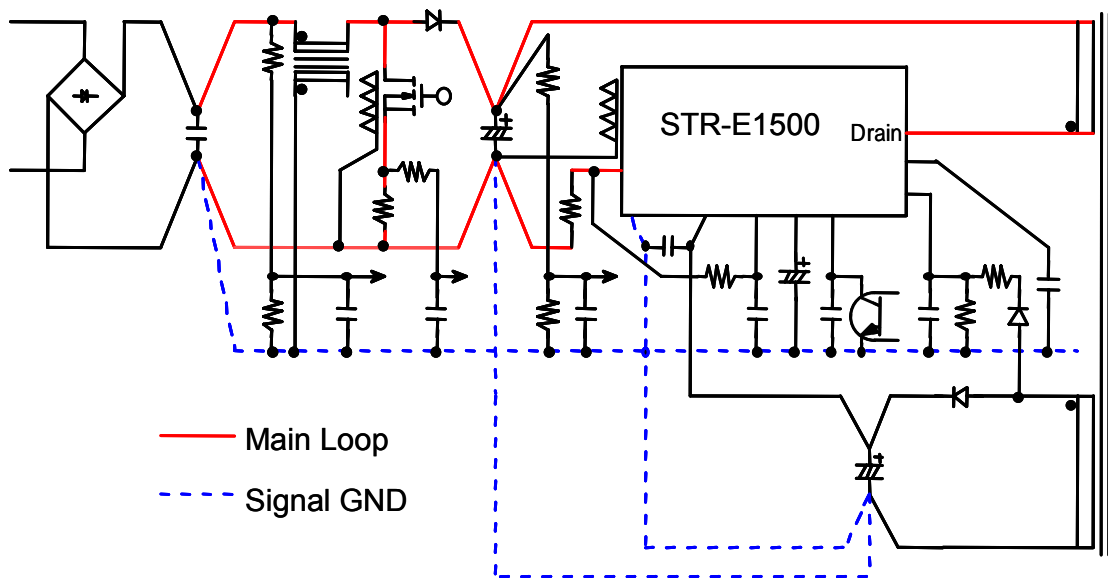


Fig.36 大電流ループ

Fig.37は動作検証用に試作した基板パターンです。片面基板で、面実装部品は有りません。出力は、PFC 部で 200W、DC/DC 部で 100W 程度可能です。(DC/DC 部で 100W 出力した場合、PFC 部は残り約 100W を外部へ出力可能)なお、PFC 部のインダクタと DC/DC 部トランスにはギャップ付きコア (フェライト) 使用しています。

通常設計においては、PFC 部の POWER MOSFET と STR-E1500 には、通常放熱器を使用しますが、放熱器をフローティングで使用すると、IC 内部の MOSFET ドレインと放熱器間の浮遊容量によりノイズの影響を受け易くなり、同時に放熱器がアンテナになり外部にノイズを放射する場合がありますので、放熱器の片側は入力電解コンデンサ (PFC 部出力・DC/DC 部入力) の (-) 側等安定電位に接地して使用する事を推奨致します。

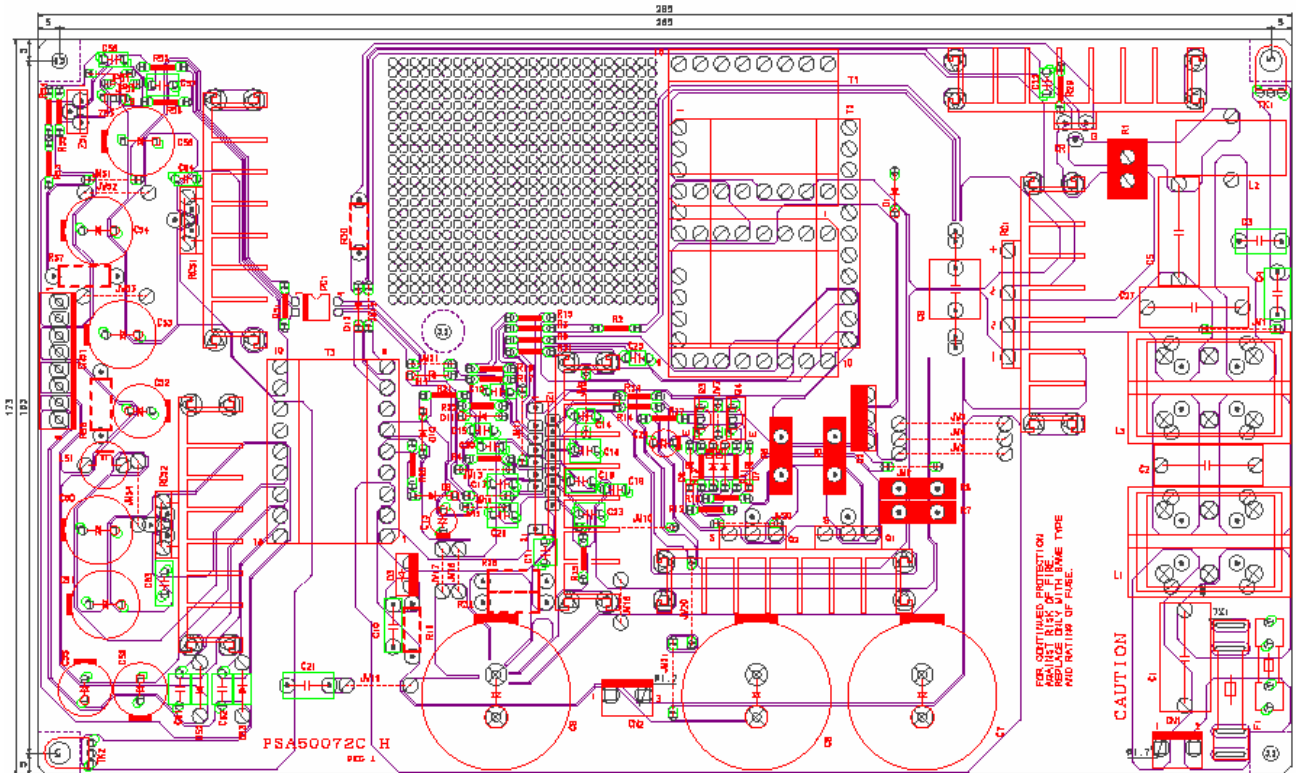


Fig.37 参考パターンレイアウト

(2) EMI に対する考慮

ローパスフィルタ

STR-E1500 は臨界導通電流モードの PFC です。通常臨界モード或いは不連続電流モードの場合は、入力電流波形から高周波成分を除去する為、ノーマルモードコイルとフィルムコンデンサ等からなるローパスフィルタの使用を推奨致します。

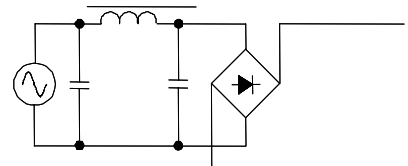
* PFC 部インダクタの電流は臨界電流モードの場合はゼロ～ピークで振れており AC 入力の平均電流はピーク電流値の約半分となります。

臨界導通電流モードの場合は、原理的に商用周波数の電流波形に、スイッチングしている高周波成分が重畳された形で残る場合があります、その際 PFC 部の発振周波数を基本波とした高調波帯域で雑音端子電圧が悪化する場合があります。

よって、ノイズフィルタを構成される際は、コモンモードフィルタ回路に加えて、ノーマルモードフィルタを用いてこの高周波成分を除去して下さい。

Fig.39・Fig.40 はローパスフィルタの使用例で、ノーマルモードコイルは $100\mu\text{H}$ 、コンデンサで $0.47\mu\text{F}$ の LC フィルタを組んでいます。このような波形にならず、AC 入力電圧の瞬時値の高い付近の電流波形にノイズが観測される場合は、高周波成分が完全に除去されていない状態ですので、その場合にはノイズフィルタを再考下さい。

(1) AC Side



(2) DC Side

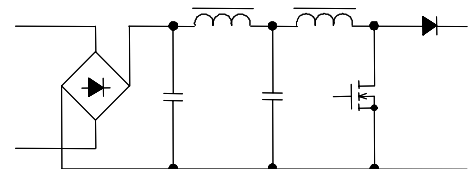


Fig.38 ローパスフィルタ

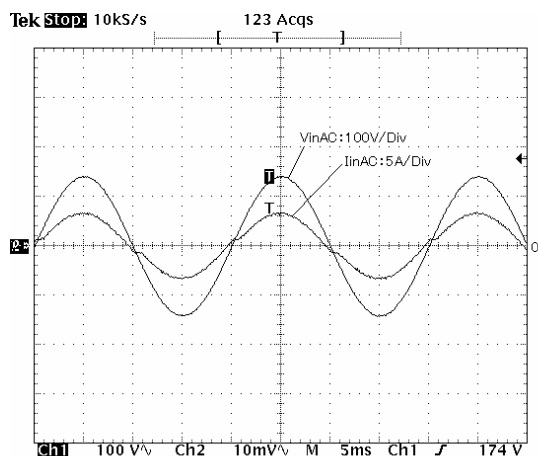


Fig.39 ローパスフィルタ使用時の動作波形
(AC100V 入力時)

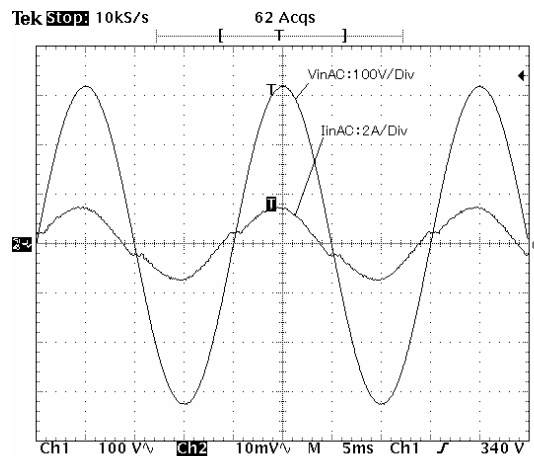


Fig.40 ローパスフィルタ使用時の動作波形
(AC200V 入力時)

15-2) IC のラッチ解除と再起動

STR-E1500 では、MultFP 端子のトリガなどでラッチシャットダウンになった際に再起動を行う場合には、次の手順にて行って下さい。

ラッチトリガ

↓

シャットダウン(発振停止)

↓

AC 入力電源断

↓

Vcc 端子電圧低下

↓

Vcc 端子電圧 < ラッチ回路解除電源電圧(7.2V TYP)

↓

再起動可能

* 起動回路のシーケンス上、Vcc 端子電圧が動作停止 Vcc 電圧以下になっても、すぐに再起動は出来ません。起動回路の再起動電源電圧 Vcc(RS)は動作停止 Vcc 電圧 Vcc(OFF)よりも低く、この再起動電源電圧まで Vcc が低下する事により、起動回路が動作可能な状態に初期化され、更に Vcc 端子電圧が下がり、ラッチ回路解除電源電圧 Vcc(La,off)に達する事で再起動が可能になります。

* 再起動までの時間が仕様を満足しない場合には、Vcc 端子に接続されているバックアップ用コンデンサを強制放電する回路を追加する事により対応が可能です

15-3) 入力電力抑制システムについて

DC/DC 部の過負荷時に間欠動作させる場合、通常のシステムは入力電圧が高い時に間欠周期が短くなり IC が発熱しますが、STR-E1500 では間欠発振動作時において、Vcc 端子の動作停止電源電圧 Vcc(OFF) と再起動電源電圧 Vcc(RS) にヒステリシス ΔV を設けている為、強制的に間欠発振周期を長くして、間欠動作時の IC の発熱を軽減しています。

よって、AC の ON/OFF 試験を行う際、上記 ΔV の期間において、Vcc 端子のバックアップコンデンサ C15 の放電が遅い場合に、ON/OFF のタイミングにより IC が応答せず起動しない場合がありますので予めご了承下さい。なお、その際には一定時間後に Vcc 端子電圧が再起動電源電圧 Vcc(RS) に達する事で起動可能となります。

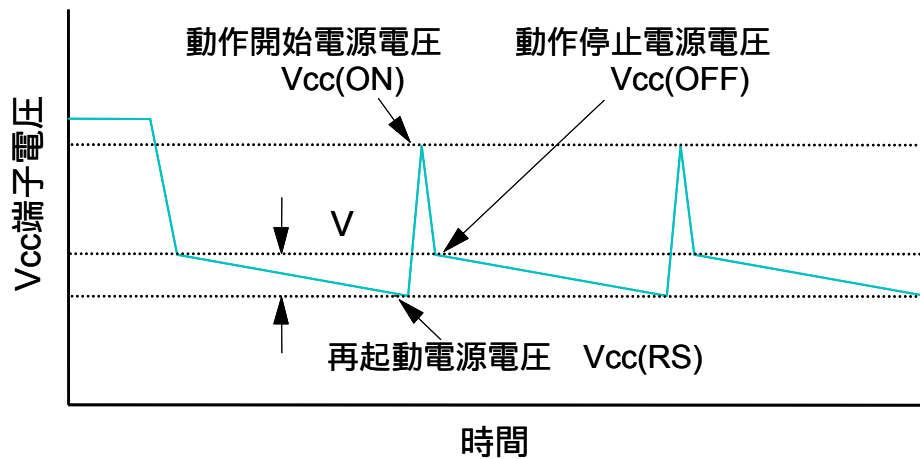


Fig.41 入力電力抑制システム

お問い合わせ先

東京事務所

〒171 - 0021 東京都豊島区西池袋1 - 11 - 1(メトロポリタンプラザビル)
TEL:03 - 3986 - 6166

大坂支店

〒530 - 0057 大阪市北区曽根崎2 - 12 - 7(梅田第一ビル)
TEL:06 - 6312 - 8716

名古屋営業所

〒450 - 0002 名古屋市中村区名駅4 - 26 - 22(名駅ビル)
TEL:052 - 581 - 2767

九州営業所

〒812 - 0011 福岡市博多区博多駅前2 - 2 - 1(福岡センタービル)
TEL:092 - 411 - 5871