

# 非絶縁フライバック電源 IC STR5A300 シリーズの開発

## Development of non-isolated flyback power supply IC STR5A300 series

田 島 鉄 哉\*  
Tetsuya Tabata

塩 津 興 一\*  
Koichi Shiotsu

早 川 章\*\*  
Akira Hayakawa

**概要** エアコン、洗濯機、空気清浄機といった白物家電やスマートメーターなどの小容量電源に搭載する電源ICを開発した。これらの機器の電源システムは、低コストおよび省スペース化が重要なポイントとして挙げられ、今後さらに小型化が進むと考えられる。非絶縁用電源向けに高耐圧パワー MOSFET を搭載し、エラーアンプを内蔵した電源ICを開発した。本報告では、開発したICの特徴、回路方式の比較、本ICを搭載した電源ボードの特性を紹介する。

### 1. まえがき

現代では、エネルギー資源の消費量を低減するため「省エネルギー」が求められ、省エネルギーは地球温暖化の要因となるCO<sub>2</sub>排出量の削減にも効果が期待される。

日本国内では、特定機器に分類されるエアコンやテレビなどの家電や自動車に対し、トップランナー制度による省エネルギー基準が導入されている。製造事業者はトップランナー規制に対応した機器の製造および供給が義務化されている。家庭用エアコンでは2027年度から新基準が適用となり、さらなる厳しい規格への適合が求められる<sup>1)</sup>。電源ICなどの半導体製品が「省エネルギー」に貢献できる可能性が高まっている状況である。

小容量電源には、設計しやすいフライバック方式が使用されており、絶縁タイプでは出力側からのフィードバック信号を、電圧検知回路とフォトカプラを介し制御する方法が多い<sup>2)</sup>。エアコンなどの白物家電には、筐体が絶縁されたものに対し、電源システムとしては絶縁を不要とし、非絶縁タイプで構成しているものがある。非絶縁タイプの場合、有寿命部品であるフォトカプラが不要となり、信頼性品質の向上といったメリットが挙げられる。

今回、非絶縁用電源向けに高耐圧900Vのパワー MOSFET を搭載し、フライバック方式を採用した軽負荷高効率の電源ICを開発した。

本報告では、開発した電源ICの特徴、回路方式の比較、システムの動作原理、搭載した電源ボードの評価結果を報告する。

### 2. 製品概要

STR5A300シリーズの製品外観と応用回路例を図1、図2、製品ラインアップと端子機能を表1、表2に示す。

全負荷範囲の高効率、無負荷時消費電力が25mW以下を特長としている。パワー MOSFET は電源電圧が不安定な地域も踏まえ、より堅牢性を高めた高耐圧900Vをラインナップした。

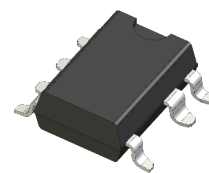
パッケージはフライバック方式電源ICとして一般的な挿入実装のDIPと表面実装のSMDを設定している。

表1 製品ラインアップ

| Line up  | $f_{OSC(AVG)}$<br>typ. | $V_{DSS}$<br>min. | $R_{DS(ON)}$<br>max. | $P_{OUT}$<br>(230V/Wide) |
|----------|------------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|
| STR5A361 | 100kHz<br>/130kHz      | 700V              | 3.95Ω                | 35W/23.5W                |
| STR5A369 |                        |                   | 6.0Ω                 | 30W/19.5W                |
| STR5A342 |                        | 900V              | 3.0Ω                 | 37.5W/26W                |
| STR5A349 |                        |                   | 6.5Ω                 | 30W/19.5W                |



DIP タイプ



SMD タイプ

図1 製品外観

\* 技術開発本部パワーデバイス開発統括部  
電源IC開発部 開発1課

\*\* 技術開発本部パワーデバイス開発統括部  
電源IC開発部 電源制御開発課

表 2 端子機能

| 端子配列 | 記号    | 機能                            |
|------|-------|-------------------------------|
| 1    | S/OCP | パワー MOSFET ソース<br>過電流保護検出信号入力 |
| 2    | BR    | 入力電圧検出                        |
| 3    | GND   | グラウンド                         |
| 4    | FB    | 定電圧制御信号入力                     |
| 5    | VCC   | 制御回路電源入力<br>過電圧保護信号入力         |
| 6    | —     | (抜きピン)                        |
| 7    | D/ST  | パワー MOSFET ドレイン<br>起動電流入力     |
| 8    |       |                               |

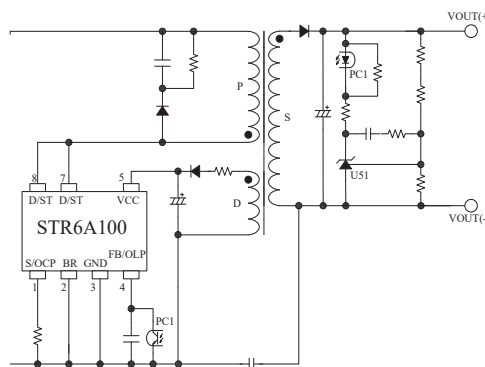


図 3 絶縁タイプ (従来製品)

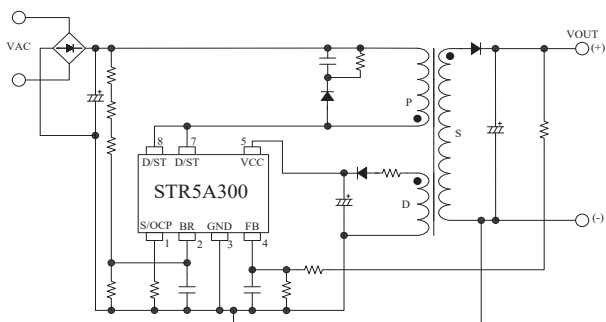


図 2 応用回路例

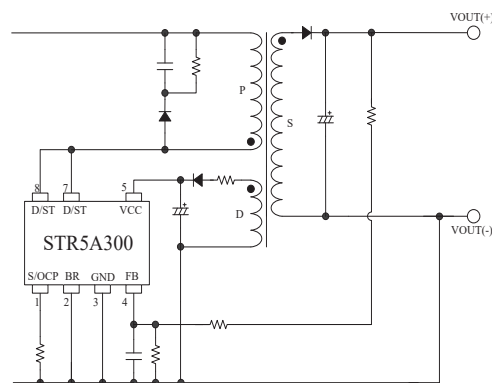


図 4 非絶縁タイプ (開発製品)

### 3. 絶縁用の電源構成

図 3 に従来製品の絶縁タイプ、図 4 に今回の開発製品 STR5A300 シリーズの非絶縁タイプのフィードバック周辺部品を示す。電源 IC では、出力側からのフィードバック信号を、電圧検知回路とフォトカプラを介し IC 内部制御回路に伝達する。今回の開発製品の非絶縁タイプでは、エラーアンプを IC 内部制御回路に内蔵することにより、絶縁タイプでは従来必要であったシャントレギュレータ、フォトカプラなどの周辺部品が不要となる。部品点数としては 5 点削減できることから、非絶縁タイプを選択できるアプリケーションでは、電源システムの小型化、低コストといった優位性がある。

### 4. 機能と特徴

#### 4.1. ステップドライブ制御

図 5 にステップドライブ制御動作、図 6、図 7 に起動時のステップドライブ制御有無の波形を示す。

パワー MOSFET のターンオン時、2 次側の整流ダイオード D51 の両端には、リカバリー電流とインダクタンス成分による逆起電圧がサージ電圧として発生する。整流ダイオードはこのサージ電圧を考慮した耐圧を選定する必要がある。弊社独自技術のステップドライブ制御により、負荷条件に応じて内蔵しているパワー MOSFET

のゲートの立ち上がり時間を IC 内部で最適に制御する。これによりターンオン時の整流ダイオードのリカバリー電流の傾斜を抑制し、サージ電圧を低減する。表 3 のように、ステップドライブ制御により整流ダイオードの VRM 耐圧は従来よりも低く設定できるため、低コスト化と低 VF 化による回路効率の向上が実現できる。

ステップドライブ制御は、過渡条件の状態条件で有効となり、定常動作時は無効となっている。過渡条件と定常動作条件でドライブスピードを切り替え、スイッチングスピードを最適に制御している。結果として、全動作

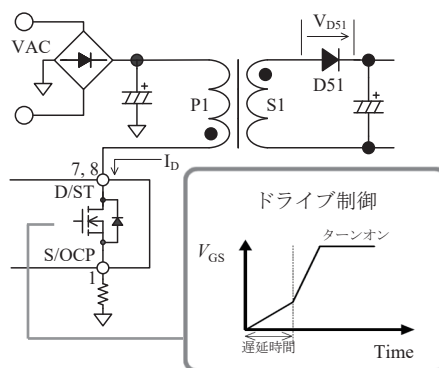


図 5 ステップドライブ制御動作

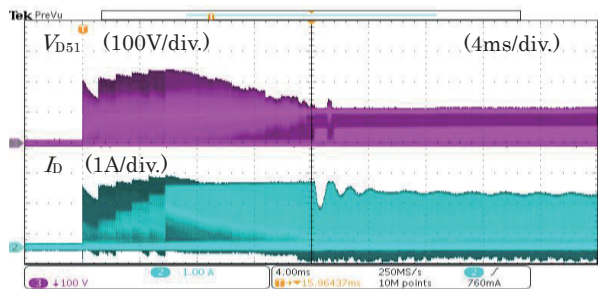


図6 起動時ステップドライブ制御なし ( $V_{OUT} = 24V$ )

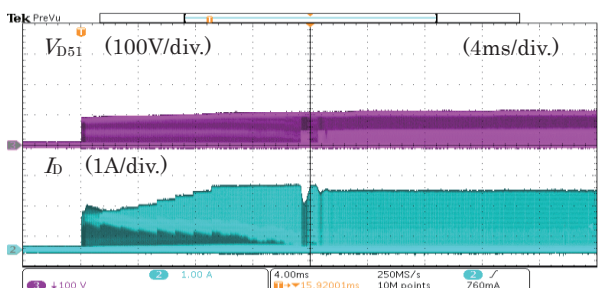


図7 起動時ステップドライブ制御あり ( $V_{OUT} = 24V$ )

表3 整流ダイオード VRM 耐圧 (参考値)

| 出力電圧 | ステップドライブ制御なし | ステップドライブ制御あり |
|------|--------------|--------------|
| 5V   | 100V         | 60V          |
| 12V  | 200V         | 120V         |
| 15V  | 200V         | 120V         |
| 24V  | 400V         | 200V         |

領域においてパワー MOSFET の損失低減、電源の高效率化が実現できる。

#### 4.2. 入力電圧検出機能

入力電圧検出機能は、電源事情が不安定な地域でも安全に使用できるよう入力電圧が高い場合に働く AC 入力過電圧保護機能 (HVP) と、アブノーマル状態の電源入力電圧が低い場合に働くブラウンイン・ブラウンアウト機能 (BR\_IN・OUT) を同一端子で設定している。入力電圧を随時モニターすることでパワー MOSFET に対し、過入力電圧による損傷を瞬時に抑制し、低入力電圧の一定期間継続による過熱を防止する。

図8にBR端子電圧とスイッチング電流を示す。入力電圧検出機能は、BR端子で入力電圧を検出し、BR端子電圧に応じてスイッチング動作を制御することで各保護へ移行する。入力電圧検出機能を使用しない場合は、BR端子をGNDへ接続し電位を固定することで、機能を無効化できる。

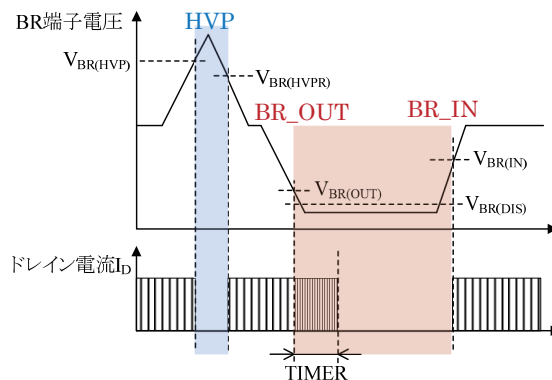


図8 BR端子電圧とスイッチング電流

#### 4.3. 低消費電力・全負荷高效率

STR5A361発振周波数100kHzタイプの実測値を報告する。図9に効率測定を実施した評価ボードを示す。無負荷時電力は、絶縁タイプの従来製品と同等の25mW (AC230V) と低消費電力となっている。

今回の開発品の非絶縁タイプのSTR5A300シリーズは、制御ICにエラーアンプ内蔵により回路規模は増加しているが、回路構成の見直しにより従来製品と同等の制御チップサイズを実現している。

図10、図11、図12に示すようにICの動作モードは負荷電流に応じ、バースト発振動作、グリーンモード (25kHz~100kHz)、通常動作 (100kHz) に自動的に切り替わる。

スタンバイ負荷条件まで負荷が減少すると、グリーンモードからバースト発振動作に移行する。グリーンモー

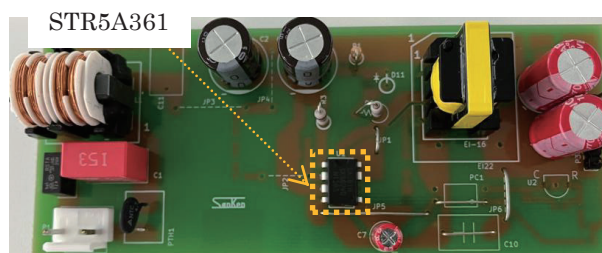


図9 評価ボードの外観

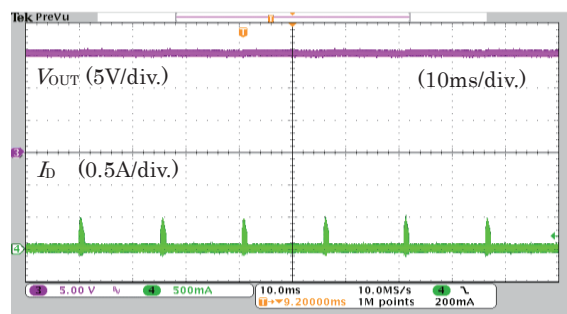


図10 バースト発振動作

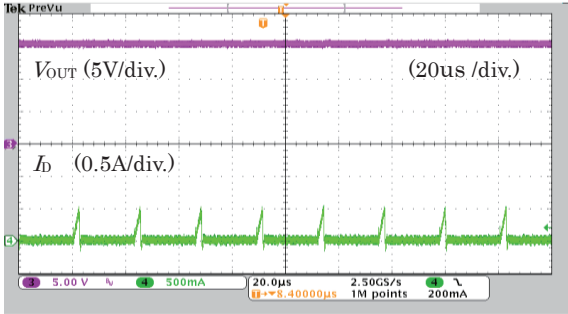


図 11 グリーンモード

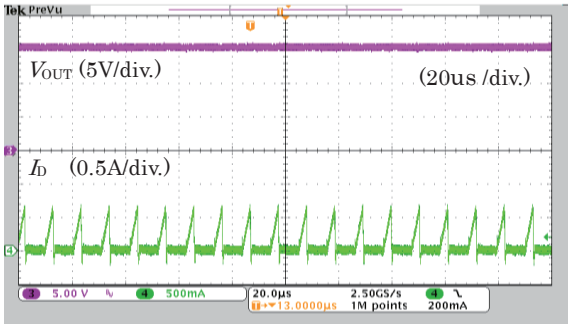


図 12 通常動作

ドではスイッチング回数を減少，バースト発振動作では一定期間スイッチング動作を停止させることで，スイッチング損失を低減し，変換効率を改善する。

図 13 に出力電力とロードレギュレーション特性を示す。良好なロードレギュレーション特性を確認した。

図 14 に全負荷での効率特性を示す。発振周波数動作制御とドライブ回路の最適化により，出力電力 5W～23W の範囲で 88%～89% 程度と高い効率を達成した。

## 5. むすび

今回，非絶縁フライバック電源システムに適用できる電源 IC STR5A300 シリーズを開発した。エラーアンプの内蔵により周辺部品を 5 点削減し，電源システムの小型化および低コスト化が可能となった。ステップドライブ

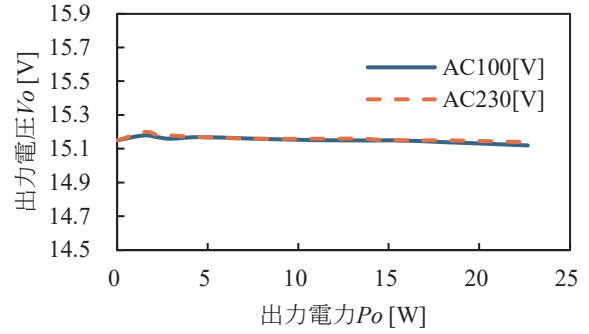


図 13 ロードレギュレーション特性

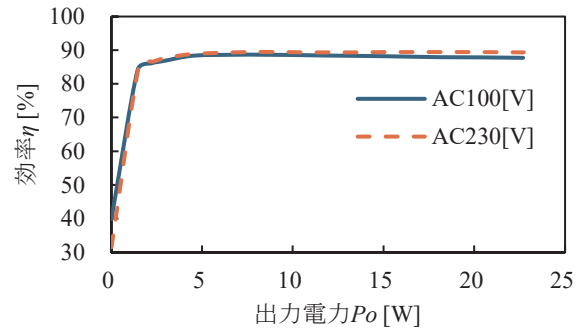


図 14 効率特性

制御と発振周波数制御によって，低消費電力および全負荷領域高効率を実現した。また，パワー MOSFET の高耐圧化や入力電圧検出機能を取り入れており，電源事情が不安定な地域でも安全に使用できる。

今後，様々な電源要求を電源 IC で解決し，「省エネルギー」に貢献できるよう製品開発を進める。

## 参考文献

- 1) 資源エネルギー庁 “家庭用エアコンディショナーの新たな省エネ基準を策定しました”，経済産業省，2022，  
<https://www.meti.go.jp/press/2022/05/20220531003/20220531003.html>，(参照 2025-09-18)
- 2) 早川，田島：サンケン技報，2014，vo.46，p.33-36