

多機能低待機電力 PWM 電源 IC 「FA5553/5547 シリーズ」

特集

藤井 優孝 (ふじい まさなり)

丸山 宏志 (まるやま ひろし)

朴 虎崗 (ぼく こうこう)

1 まえがき

近年、地球環境の温暖化が世界的な問題として取り上げられ、電気製品全般での省エネルギーが重要となっている。特に常時コンセントに接続されることの多いテレビ、オーディオ製品、ノートパソコンやプリンタなどの周辺機器では実使用時間以外の待機状態の時間が長く、この待機時消費電力を削減することが必須機能となり、電源に対しても年々待機時消費電力の削減要求が強まっている。

この要求に対して富士電機では、今までも商用交流電源 (100V, 240V) を直流電源に変換するスイッチング電源用の制御 IC を系列化している。今回、さらに低待機電力性能を強化したのに加え、各種製品に最適な保護機能を付加した 8 ピンのカレントモード PWM (Pulse Width Modulation) 電源 IC 「FA5553/5547 シリーズ」を開発したのでその概要を紹介する。

2 製品の概要

富士電機では 30V 耐圧の CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) プロセスを使用した外付けパワー MOSFET を駆動するタイプの AC-DC 電源 IC を

系列化しており、今回開発した IC の系列一覧を表 1 に示す。本 IC は図 1 に示すスイッチング電源の概念図において一次側にある PWM IC として使用する。

2.1 特徴

表 1 に示すように各機種とも従来機種である「FA5528」と同様に待機時消費電力低減のため 500V 耐圧の起動素子

図 1 スイッチング電源の概念図

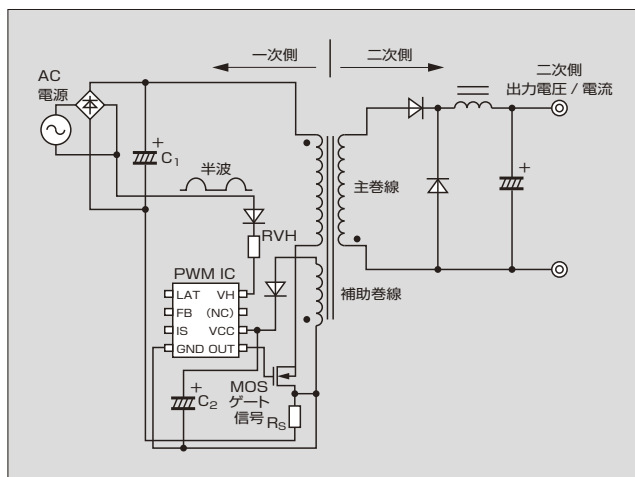


表 1 低待機電力用 PWM IC シリーズの特性一覧

シリーズ	型 式	パッケージ	電源構成	入力範囲	動作周波数	保護機能				低待機電力機能		
						過負荷	過電圧	外部ラッチ (過熱)	ブラウンアウト	起動回路	待機時最低動作周波数	過負荷ライン補正損失
FA5528	FA5528	SOP/DIP8	フライバック	10~26V	60kHz	タイマラッチ	ラッチ	○	×	○	1.1kHz	<70mW
FA5553	FA5553	SOP/DIP8	フライバック	10~26V	60kHz	自動復帰	ラッチ	○	×	○	0.35kHz	<5mW
	タイマラッチ											
	100kHz				自動復帰							
					タイマラッチ							
FA5547	FA5546	SOP/DIP8	フライバック	10~26V	60kHz	自動復帰	ラッチ	○	○	○	0.5kHz	<5mW
	FA5547					タイマラッチ						

□ : 新製品



藤井 優孝

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー株式会社半導体事業本部情報・電源事業部技術部。



丸山 宏志

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー株式会社半導体事業本部情報・電源事業部技術部。



朴 虎崗

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー株式会社半導体事業本部情報・電源事業部技術部。

から成る起動回路を有し、待機時には負荷に応じて動作周波数を下げる機能を有している。新製品では従来品に対して最低周波数を下げ、さらに、過負荷ライン補正での損失低減を行うことによってさらなる待機時の低消費電力化を実現した。一方、保護機能では FA5547 シリーズで低 AC 入力電圧保護（ブラウンアウト）機能を追加した。本機能は上述の起動回路で使用の端子と兼用することでパッケージピン数を増やすことなく、従来と同じパッケージピン数で実現した。

次に、電源の保護機能と外付け部品点数を表 2 に示す。FA5553 シリーズは外部ラッチ方式の過熱保護機能をサーミスタのみで構成することで、従来よりも部品点数を 2 点削減することができる。また、FA5547 シリーズは上述の過熱保護のほか、モータなどの負荷を有する電源に必要なパルス負荷電流に対応した電流制限機能およびブラウンアウト機能を IC に内蔵したことで、従来よりも部品点数が 8 点削減できるため、電源のコストダウンが可能となる。

2.2 低待機時消費電力

(1) 起動回路（共通機能）

図 2 に VH 端子を AC 入力電圧の半波波形に接続する方

表 2 電源の保護機能と外付け部品点数

(a) 過熱保護を必要とする電源

型 式	保護機能			部品点数
	過負荷	過電圧	外部ラッチ (過熱)	
FA5528	○	○	○	17
FA5553 FA5554	○	○	○※	15

※サーミスタのみによる過熱検出が可能

■：新製品

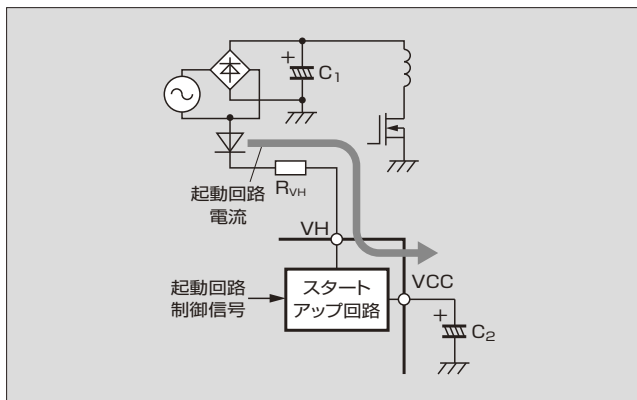
(b) 多様な保護機能を有する電源

型 式	保護機能					部品点数
	過負荷	電流制限	過電圧	外部ラッチ (過熱)	ブラウンアウト	
FA5528	○	×	○	○	×	25
FA5546 FA5547	○	○	○	○※	○	17

※サーミスタのみによる過熱検出が可能

■：新製品

図 2 起動回路



法を示す。電源投入時には起動回路から VCC 端子に供給される電流により VCC 端子に接続されたコンデンサ C2 は充電され、VCC 電圧が上昇し、IC が起動して電源は動作を開始する。VH 端子から VCC 端子に供給される電流は VCC 端子電圧が 0V の状態で最も多く、VCC 端子電圧の上昇とともに供給電流は減少する。また、VH 端子には AC ラインなどのサージ電圧による IC の破壊を防止する目的で抵抗を直列に接続する。

(2) 待機時最低動作周波数（共通機能）

重負荷時のスイッチング周波数は表 1 に示す動作周波数の 60 kHz または 100 kHz に固定されている。しかし、待機状態などの軽負荷時には損失低減のためにスイッチング周波数を自動的に低下させる機能を有する。図 3 に示すように軽負荷時の周波数低下は FB 端子電圧に比例してほぼリニアに最低周波数である f_{min} (0.35 kHz) まで低下する。

(3) 過負荷ライン補正損失低減（共通機能）

入力電圧によってトランスのインダクタ電流傾斜が異なるため、過負荷となる電流値が異なる。従来は図 4 (b) に示すように電流検出抵抗 R_s と IS 端子間に R_4 、AC の整流平滑後のラインと IS 端子間に R_5 を接続しており、特に R_5 は高電圧が印加するため、この部分の損失は 70 mW と大きかった。そこで、新製品では IS の検出の極性をプラス

図 3 スwitchング周波数と FB 端子電圧の関係

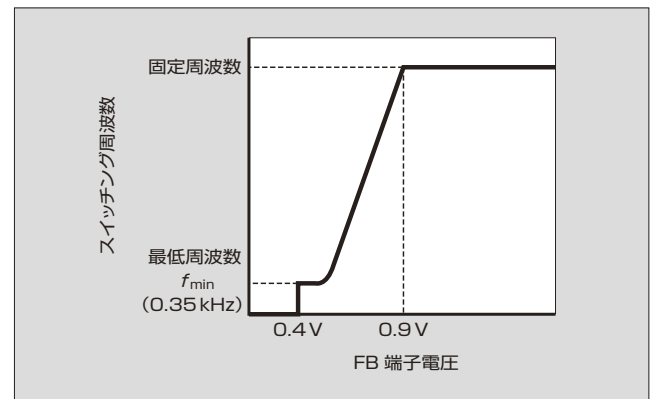
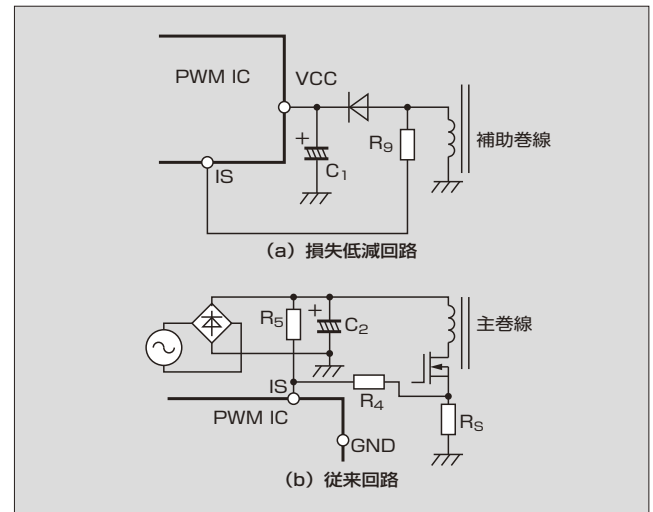


図 4 過負荷ライン補正回路



検出からマイナス検出とした。その結果、図 4 (a)に示すように抵抗 R_9 を補助巻線と IS 端子間に接続することで過負荷検出レベルの入力依存性の低減が可能となり、この部分の損失を 5mW と従来品の 14 分の 1 にまで小さくすることが可能となった。

2.3 保護機能

(1) 外部ラッチ方式過熱保護（共通機能）

図 5 に示すように LAT 端子にサーミスタ TH を接続することで、LAT 端子が 1.05V 以下で IC はラッチモードに移行する。

次に、FA5547 シリーズのみの保護機能について説明する。

(2) 低 AC 入力電圧保護（ブラウンアウト）

図 6 に示すように AC 入力電圧は VH 端子でモニタされ、起動回路を経由し、コンパレータに入力されている。図 7 は VH 端子の AC 入力電圧の半波入力を用いた場合のブラウンアウト解除（ブラウンイン）とブラウンアウト検出動作の概念図を示す。図 7 (a)はブラウンイン時の動作で、半波入力値がコンパレータのブラウンイン検出電圧のしきい値以上で IC がスイッチング動作を開始し、二次側出力電圧は上昇する。図 7 (b)はブラウンアウト時の動作で、半波入力値がコンパレータのブラウンアウト検出電圧しきい値以下となり、50ms 経過後 IC のスイッチング動作が停止する。

図 5 外部ラッチ方式過熱保護回路

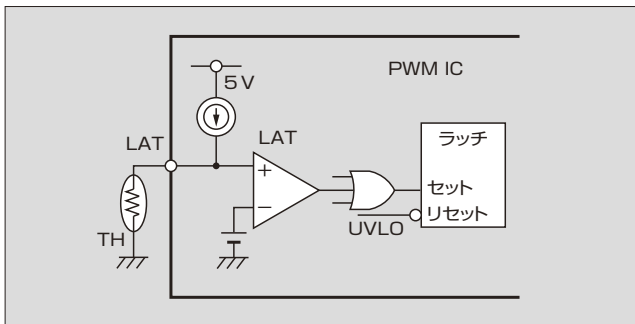
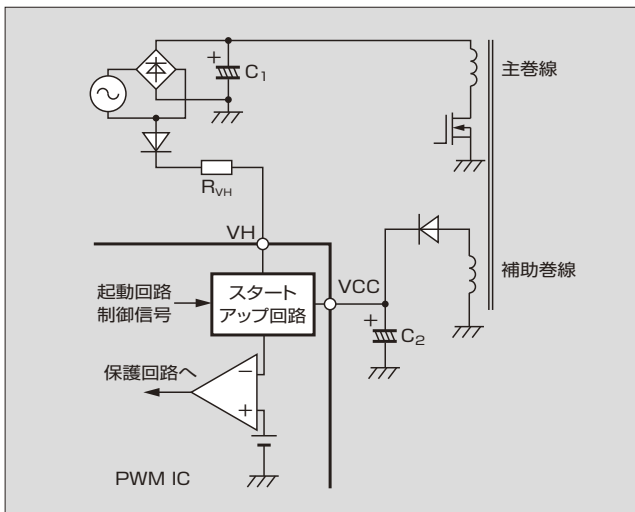


図 6 ブラウンアウト検出回路



(3) 過負荷保護（電流制限）

インクジェットプリンタなどのモータ負荷用の電源には、過負荷保護のほかパルス負荷電流に対しての保護が必要な場合がある。図 8 にパルス負荷電流に対応した過電流動作概念図を示す。図 8 (a)は過負荷期間が 200ms 未満の場合、二次側出力電流が過負荷検出レベルより大きな負荷電流であっても IC はスイッチングを継続し、電流制限レベルに達するまで二次側出力電圧は保持される。電流制限レベル以上の負荷ではパルスバイパルスで一次側スイッチング電

図 7 ブラウンインとブラウンアウト動作の概念図

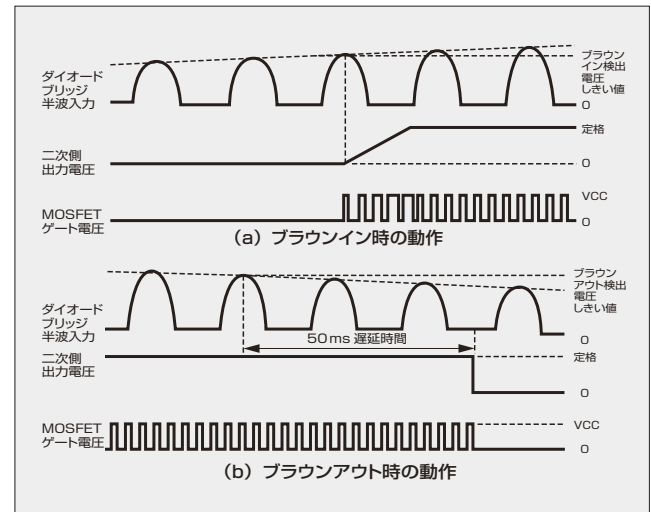
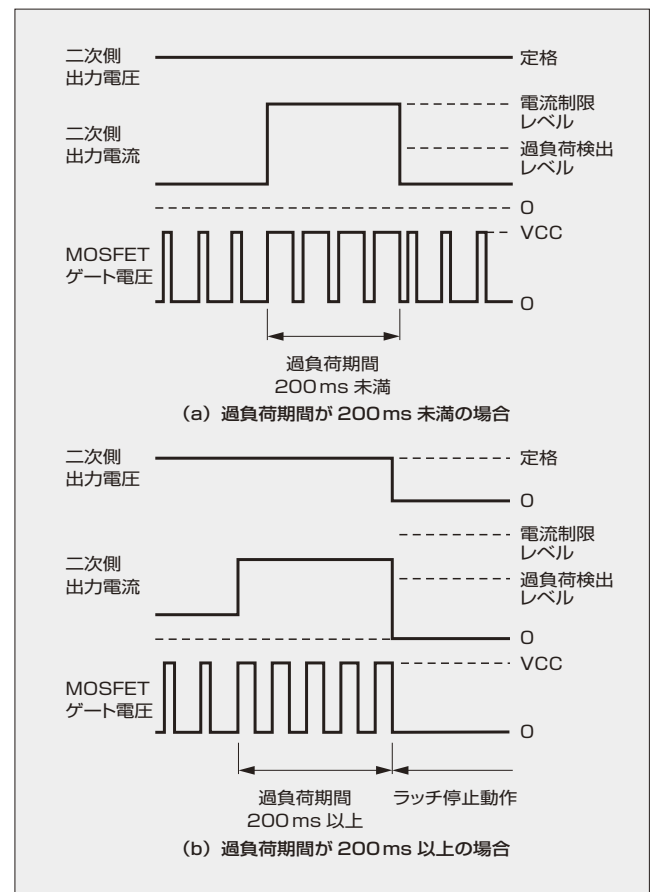


図 8 パルス負荷電流に対応した過電流動作概念図



流が制限され、二次側出力電圧は垂下する。しかし、図 8 (b)のように過負荷期間が 200 ms 以上となると IC はラッチ停止し、スイッチング動作停止となる。

③ 電源回路への応用

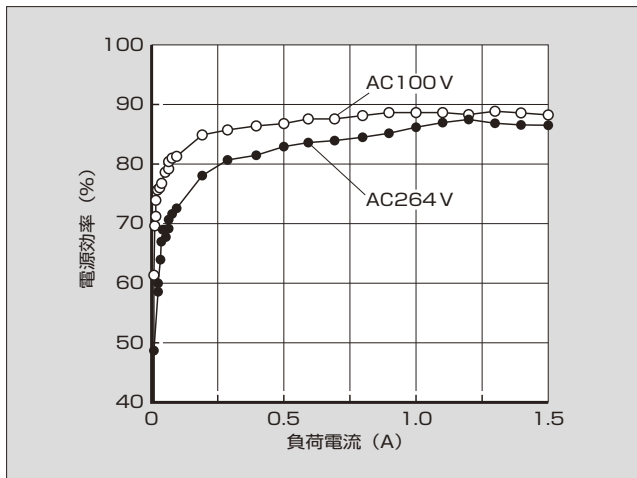
FA5553 を使ったスイッチング電源の特性を説明する。

3.1 電源効率特性

電源の主な仕様は以下のとおりである。

- (1) 入力電圧：AC90 ～ 264 V, 50/60 Hz
- (2) 出力：DC19 V, 0 ～ 3.42 A (65 W)

図 9 負荷電流と電源効率の関係



- (3) 使用 IC：FA5553 (動作周波数 60 kHz)

入力電圧 AC100 V と 264 V 時の 1.5 A 以下での負荷電流と電源効率の関係を図 9 に示す。入力電圧 AC100 V 時には 80 mA 以上で、入力電圧 AC264 V 時には 0.3 A 以上でそれぞれ 80% 以上と高い効率となっており、特に負荷電流が低い領域での効率低下が小さい。このときの電源回路を図 10 に示す。

3.2 動作周波数特性

入力電圧 AC100 V 時と 264 V 時の負荷電流と動作周波数の関係を図 11 に示す。負荷電流が 0 ～ 0.9 A の範囲で動作周波数がリニアに低減しており、図 3 に示す IC の軽負

図 11 負荷電流と動作周波数の関係

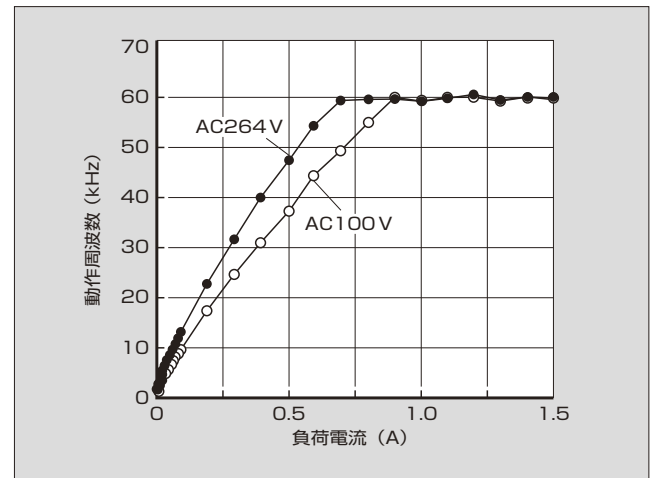


図 10 電源回路図

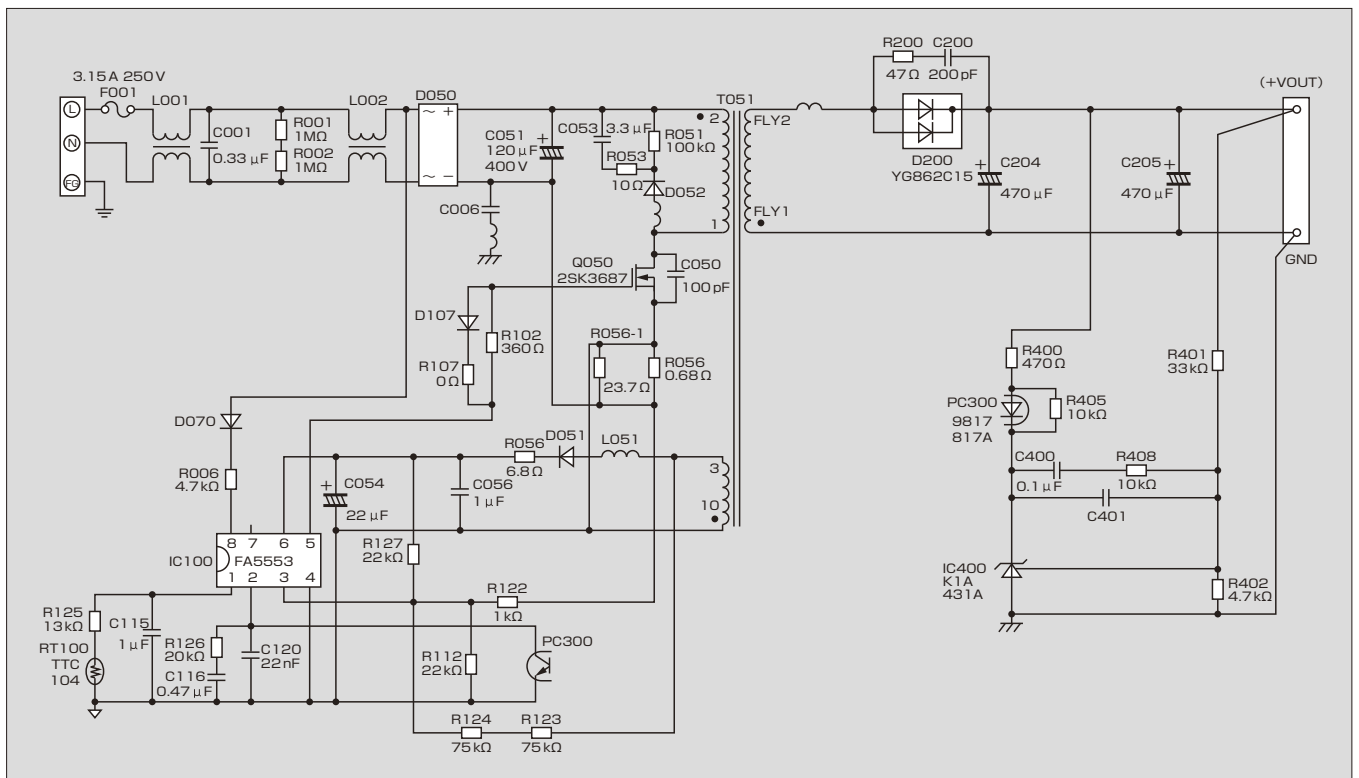
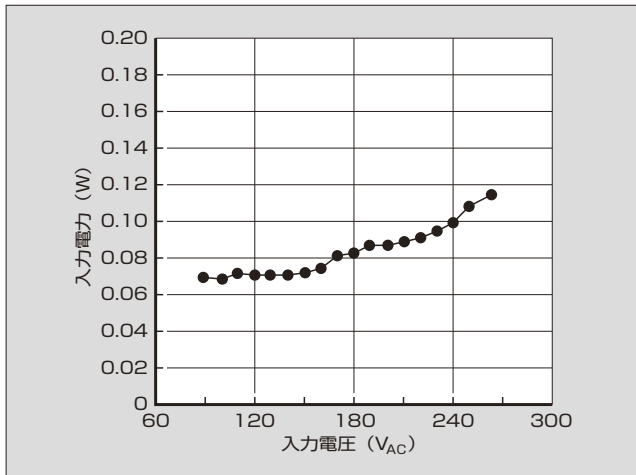


図 12 出力無負荷時の入力電圧と入力電力の関係



荷周波数低減機能が働いている。この機能により、図 9 に示す電源効率で軽負荷領域においても高い電源効率を保持することが可能となった。

3.3 待機電力特性

待機電力として出力無負荷時の入力電圧と入力電力の関係を図 12 に示す。入力電圧が AC90 ~ 240 V の範囲で入力

電力が 0.1 W 以下と小さくなっている。これは、待機電力低減のために起動回路の IC 内蔵化、軽負荷時の動作周波数の低減のほか過負荷ライン補正損失の低減を実現することで可能となった。

以上のように、今回開発した FA5553 シリーズおよび FA5547 シリーズを使用することで低待機電力による高効率化のほか、アプリケーションに必要な各種保護を少ない部品点数で実現することが可能である。

4 あとがき

アプリケーションに必要な各種保護機能を少ない部品点数で構成可能な低待機電力対応の電源 IC について紹介した。この分野は今後もさらに低消費電力化要求が厳しくなってくることが予想されるため、さらなる機能強化・部品点数の削減による使いやすさを追求した製品を開発していく所存である。

参考文献

- (1) 丸山宏志ほか. 起動素子付き低待機電力対応電源 IC. 富士時報. vol.76, no.3, 2003, p.149-152.

