

EPA5.0 規格対応カレントモード PWM 制御 IC 「FA5592 シリーズ」

FA5592 Series of EPA5.0-compliant Current Mode PWM-ICs

朴 虎崗 Kokou Boku

藤井 優孝 Masanari Fujii

山根 博樹 Hiroki Yamane

電気製品全般での低消費電力化と高周波数規制の要求が厳しくなりつつある。2009年7月に米国環境保護庁発効のEPA5.0規格に適合するため、従来以上に電源ICの軽負荷時特性を高める必要がある。富士電機では、低消費電力化に有効な起動素子内蔵タイプのスイッチング電源用制御ICの系列化を進めている。カレントモードPWM-IC「FA5592シリーズ」は、EPA5.0規格に対応し、750V起動素子の内蔵、軽負荷時周波数低減特性の改善、低EMIノイズ、保護機能の充実などの特長がある。

In recent years, requests for lower power consumption and for harmonic regulation have intensified for all electrical products. To meet the United States Environmental Protection Agency's EPA5.0 standard, which became effective as of July 2009, it is necessary to improve the light load performance of an IC in a power supply. Fuji Electric has been developing switching mode power supply control ICs. These ICs contain an internal start-up element which is effective for reducing the power consumption. In this paper, we introduce Fuji Electric's FA5592 series of current mode PWM-ICs that comply with the EPA5.0 standard. This series features an internal 750 V start-up element, improved frequency-lowering performance when operating under light load conditions, lower EMI noise, and enhanced protection functions.

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、電気製品全般で省エネルギー化がますます重要となっている。特に常時コンセントに接続されているテレビやオーディオ製品、ノートパソコン、プリンタなどの周辺機器では実使用以外の待機状態の時間が長い。そのため待機時の消費電力を削減することが必須となり、それらの機器で使用される電源に対しても年々待機時の消費電力の削減

要求が強まっている。ノートパソコンメーカーをはじめとする各電気機器メーカーは、2009年7月に米国環境保護庁発効のEPA5.0規格に適合するため従来以上に電源用制御ICの低待機消費電力特性向上への要求を強くしてきている。

富士電機ではこれまで商用交流電源(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。今回は従来よりも低待機消費電力特性とEMI(Electromagnetic Interference)ノイズ低減機能を

表1 低待機電力対応PWM制御ICシリーズの特性一覧

シリーズ	型式	パッケージ	動作周波数	周波数拡散		DSS (Dynamic Self Supply) 機能	保護機能						低待機電力 無負荷時 入力電力 (W) ($V_{IN} = AC$ 264Vのとき)	
				拡散幅			過負荷保護	最大入力しきい値電圧	ピーク負荷対応	過電圧	外部ラッチ(過熱保護)	ブラウンアウト		二次側短絡保護
FA5528	FA5528	SOP-8, DIP-8	60 kHz	-	-	-	タイマラッチ	+1.0V	-	ラッチ	○	-	-	0.30
FA5547	FA5546	SOP-8, DIP-8	60 kHz	-	-	-	自動復帰	- 0.67/ - 1.0V	○	ラッチ	○	○	-	0.17
	タイマラッチ													
FA5592	FA5592	SOP-8, DIP-8	100 kHz	±7 kHz	○	-	自動復帰	- 0.67/ - 1.0V	○	ラッチ	○	○	-	0.09
	FA5593						タイマラッチ							
	FA5594	SOP-8, DIP-8	65 kHz	±5 kHz	-	-	自動復帰	- 0.3/ - 0.5V	○	ラッチ	○	○	○	
	FA5595						タイマラッチ							
	FA5596	SOP-8, DIP-8	65 kHz	±5 kHz	-	-	自動復帰	- 0.5V	-	ラッチ	○	○	○	
	FA5597						タイマラッチ							

注：-は機能なし

強化し、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) 制御 IC 「FA5592 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低待機電力対応の電源 IC を系列化している。その系列一覧を表 1 に示す。今回開発した FA5592 シリーズは、過負荷保護動作としてラッチ/自動復帰方式とピーク負荷対応などを系列化している。また、軽負荷時トランスの補助巻線電圧が不足しても起動回路から電流を流し IC の電源端子を保持する機能 (DSS : Dynamic Self Supply) も系列化している。

FA5592 シリーズは、従来機種より低待機電力特性・低 EMI ノイズ特性の向上および保護機能の充実化を図っている。

2.1 特徴

今回開発した FA5592 のブロック図を図 1 に示す。また、その特徴を以下に列挙し、後にその詳細を説明する。

- (1) EPA5.0 規格対応
- (2) 750V 起動素子内蔵

- (3) 軽負荷時周波数低減特性の改善
- (4) 低 EMI ノイズ
- (5) 保護機能の充実

2.2 機能の詳細

- (1) EPA5.0 規格対応

EPA5.0 規格対応のために電源の平均効率と待機電力特性の向上を図っている。軽負荷時周波数リニア低減を行っており、60% 以下の負荷レベルに対して周波数低減を行うことで 25% と 50% 負荷領域での効率を改善している。それにより EPA5.0 の平均効率規格を達成している。

- (2) 750V 起動素子内蔵

待機時消費電力削減のために起動回路を内蔵している。その耐圧を従来の 500V から 750V 保証にすることで電源事情の悪い国への対応を図っている。従来より起動電流を増加させることで電源起動時間の短縮を図っている。さらに、軽負荷時に補助巻線電圧が不足しても VCC 端子電圧を保持することもできる。

- (3) 軽負荷時周波数低減特性の改善

従来機種においては、入力電圧が高いときは軽負荷時の動作周波数が低くなり音鳴りが問題であった。また、入力電圧が低いときは動作周波数が十分落ちず平均効率が低下することが問題であった。今回開発した FA5592 シリーズは、100V 系と 200V 系の周波数低減特性を同一にして従

図 1 「FA5592」のブロック図

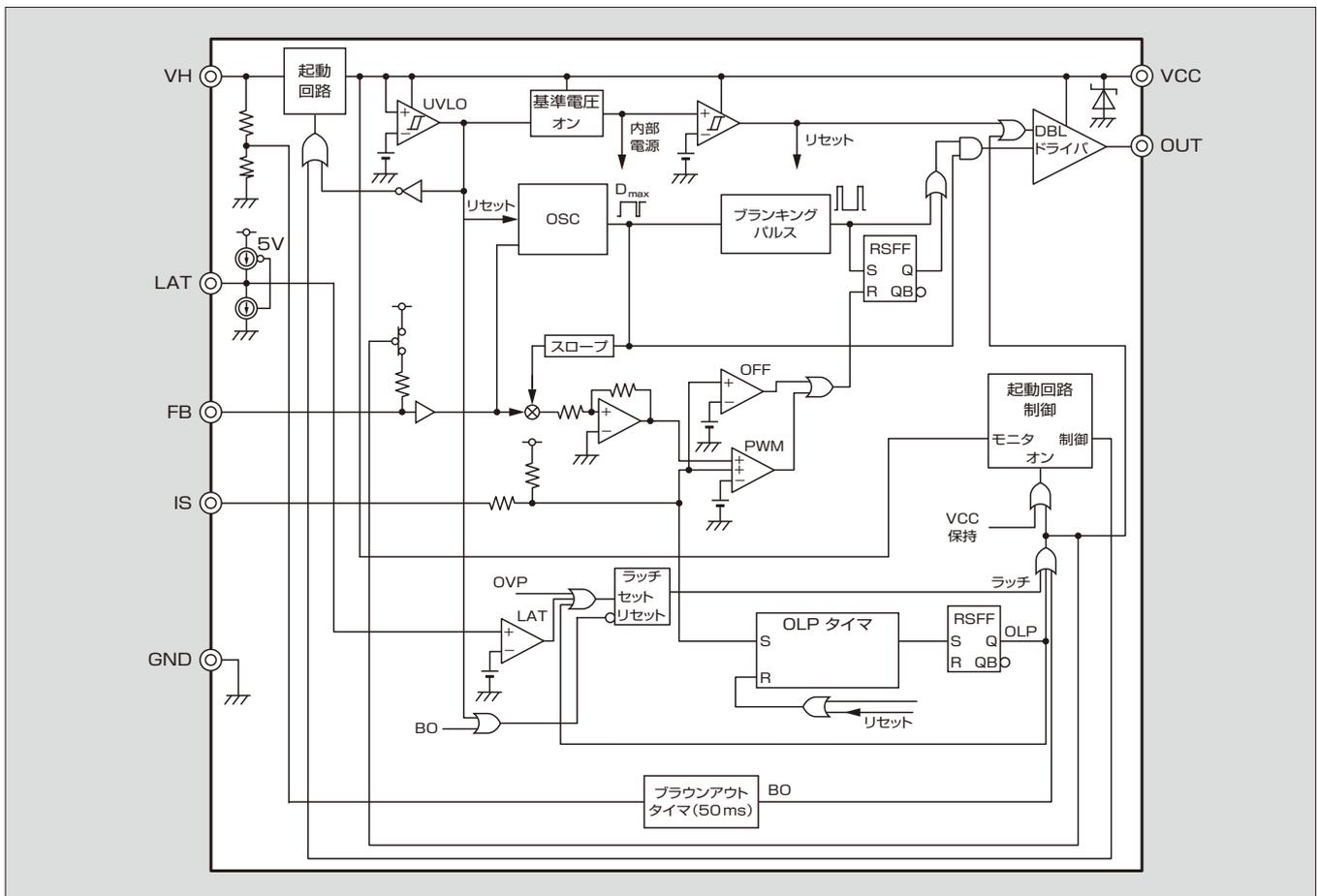


図2 軽負荷時周波数低減方法の改善

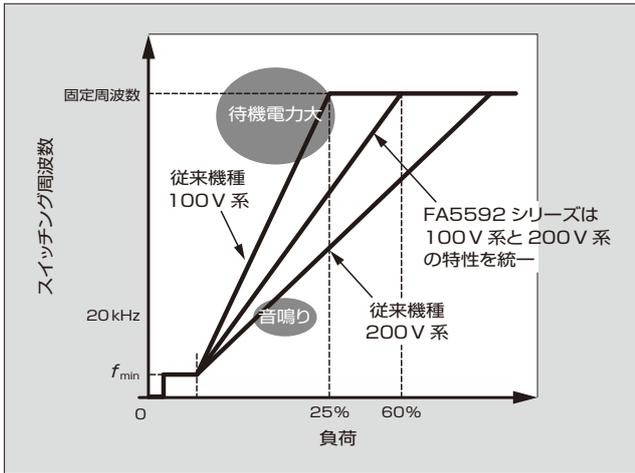
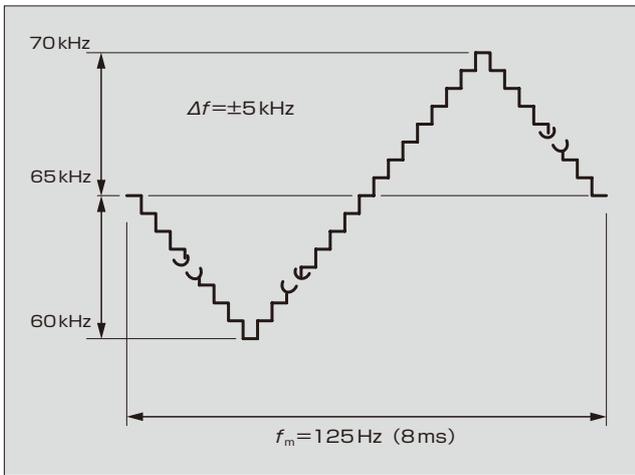


図3 「FA5592」の内蔵デジタル周波数拡散方式



来の問題を解決した。図2に100V系と200V系の周波数低減特性を示す。

(4) 低 EMI ノイズ

電源の EMI ノイズ（雑音端子間電圧）低減のためにデジタル周波数拡散機能を内蔵している。図3にその動作を示す。周波数拡散幅 Δf は 65 kHz 固定周波数の場合 ± 5 kHz とし、周波数拡散周期は 8 ms (125 Hz) で、動作周波数はその周期内で階段状に変化させている。また、周波数拡散幅 Δf を ± 5 kHz にすることで、電源の EMI ノイズ（雑音端子間電圧）測定時に十分低減効果が達成できている。

(5) 保護機能の充実

(a) 負荷短絡保護機能

従来機種において負荷短絡時に VCC 端子電圧が低下し、IC がリセットされ、間欠動作を繰り返していた。そのため過負荷停止時間が十分取れずパワー MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) に長時間大電流が流れ、熱破壊する恐れがあった。対策として VCC 端子の電解コンデンサの容量を大きくして VCC 端子電圧の低下を防ぐ必要があった。FA5592 シ

図4 「FA5592」の負荷短絡保護機能のシーケンス

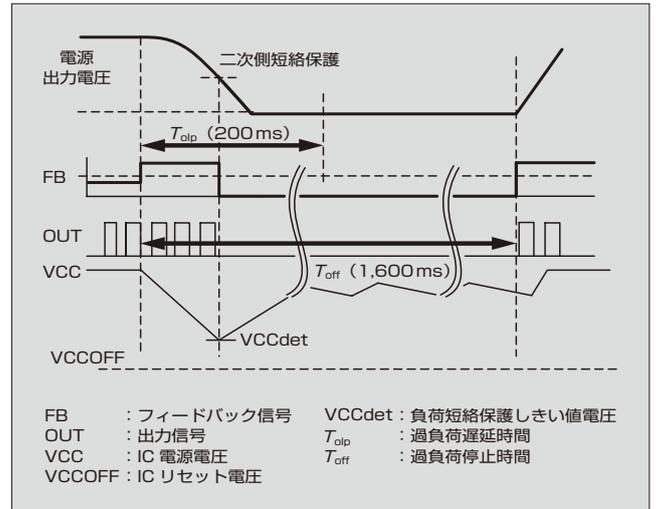
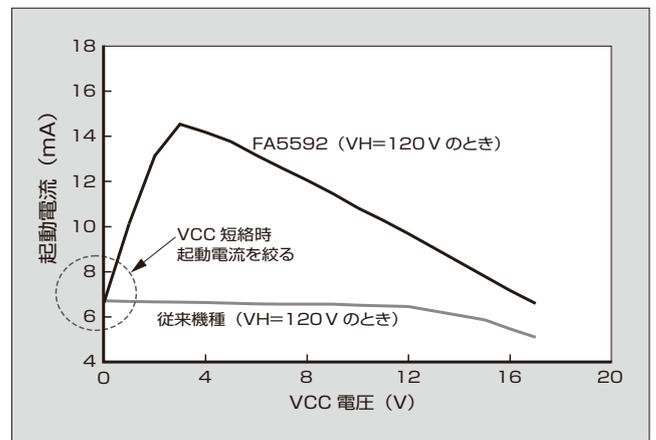


図5 起動電流の「FA5592」VCC 端子電圧依存性



リーズでは負荷短絡状態を検出し、過負荷遅延時間より短い時間内でも強制停止する機能を内蔵している。図4にそのシーケンスを示す。負荷短絡状態を VCC 端子電圧で検出して IC がリセットされる前にスイッチング動作を止めるため過負荷停止期間が正常に取れる。そのため負荷短絡時にパワー MOSFET を保護できる。

(b) 低 VCC 時、起動電流制限機能

VCC 端子と GND ショート時の発熱を抑えるため、VCC 電圧が低いときに起動電流を制限する機能を追加した。図5に従来機種との起動電流の比較結果を示す。VCC 端子電圧が高いとき、起動電流は全領域で従来機種より大きいですが、VCC = 0V 時は起動電流制限機能により従来機種とほぼ同等なレベルに制限している。

③ 電源回路への適用効果

3.1 評価用電源回路の構成

FA5592 を使用したスイッチング電源の特性を説明する。図6に FA5592 シリーズの応用電源回路図を示す。電源仕様は次のとおりである。

図6 「FA5592」の評価用電源回路

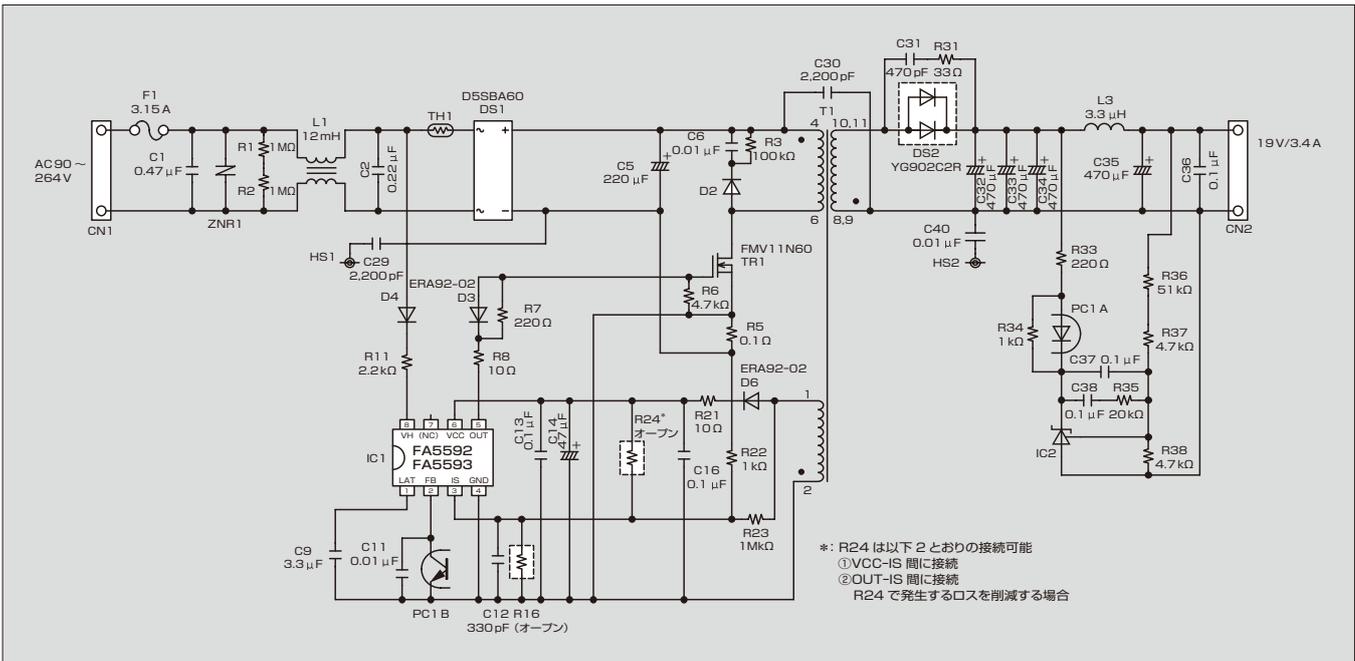


図7 「FA5592」の電源効率の負荷電流依存性

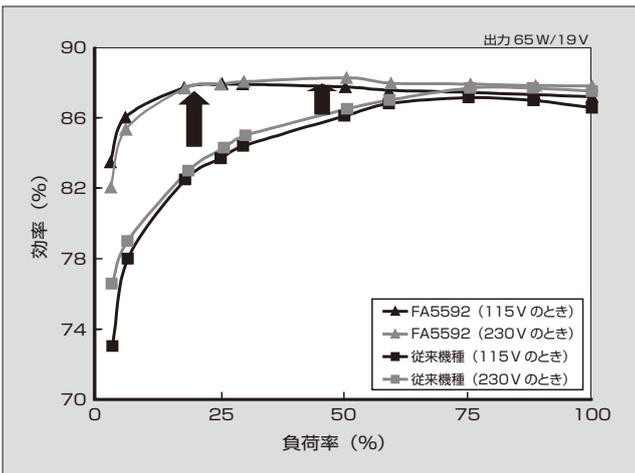


図8 無負荷時入力電力の入力電圧依存性

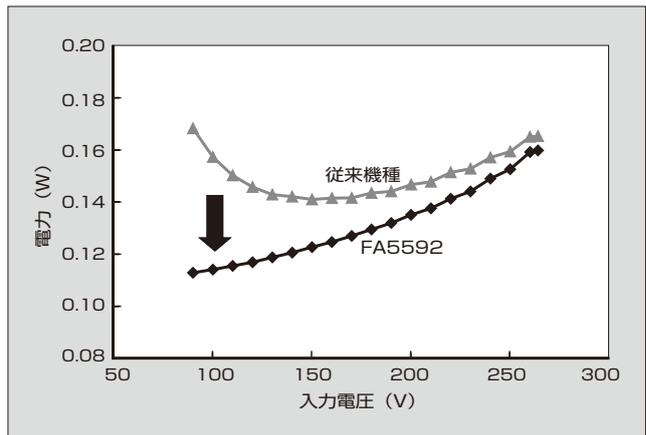


表2 「FA5592」と従来機種との効率比較

AC 入力 電圧(V)	電源効率 (%)							
	FA5592				従来機種			
	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
115	87.89	87.76	87.45	86.75	83.71	86.12	87.16	86.57
230	87.93	88.27	87.91	87.81	84.32	86.49	87.69	87.50

- 入力電圧：AC90～264V
- 電源出力：DC19V
- 出力電力：65W

3.2 電源効率と無負荷時入力電力特性

負荷電流と電源効率の関係を従来機種と比較した結果

を図7と表2に示す。FA5592シリーズは115V入力電圧で平均効率1.6%、230V入力電圧で1.5%向上し、EPA5.0の平均効率規格87%が達成できた。図8に同じく無負荷時の入力電力の比較結果を示す。無負荷時入力電力は全入力電圧範囲にわたって従来機種より低減しており、AC90V入力では約110mWと減っている。

3.3 EMIノイズ抑制効果

図9と図10にそれぞれ周波数拡散機能の有無についてEMIノイズ(雑音端子電圧)の測定結果を示し、表3にまとめた。EMI規格のクラスBリミットに対しFA5592シリーズのQP(Quasi Peak)マージンは従来機種より約2dB向上し、AV(Average)マージンは約13dB向上している。周波数拡散機能によるEMI伝導ノイズの低減効果により電源の入力側のフィルタを削除または小容量化も可能となっている。

図9 従来機種種の EMI 測定結果

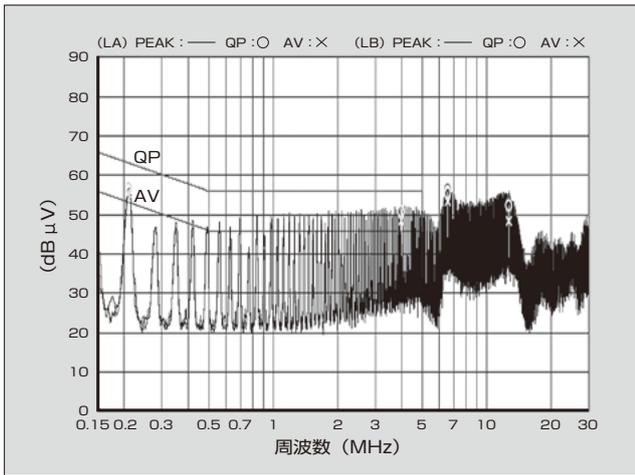


図10 FA5592 の EMI 測定結果

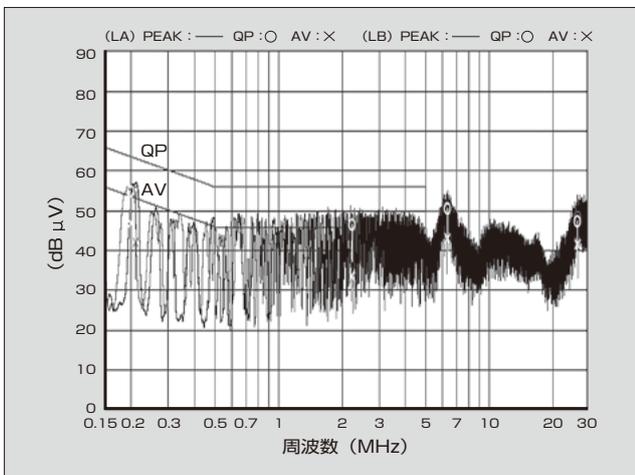


表3 「FA5592」と従来機種種の EMI マージン比較

規格に対するマージン	FA5592	従来機種
QP (dB)	8.4	6.5
AV (dB)	11.1	-2.2

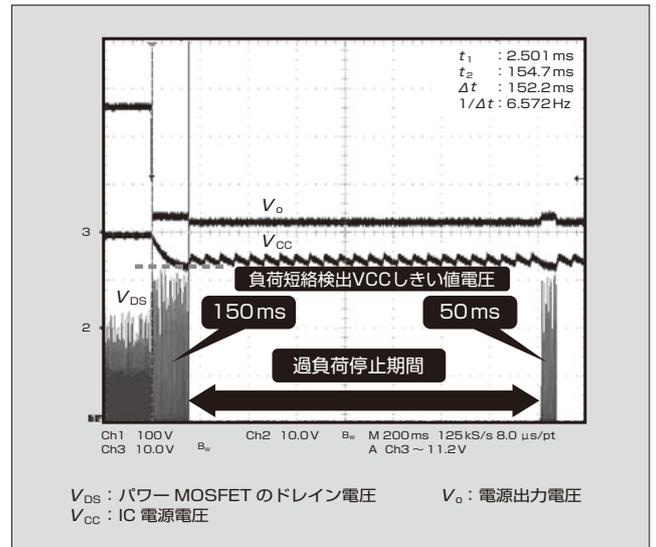
3.4 過負荷動作時の電源出力短絡保護特性

自動復帰版 IC の負荷短絡時の保護動作を図11 に示す。負荷短絡状態で VCC 端子電圧が IC のしきい値電圧より下がったら、IC 固定仕様の過負荷遅延時間 (200ms) 以内でも即動作停止する。VCC 端子電圧の低下による IC のリセット動作は発生せず、過負荷停止期間は正常に取れている。そのためパワー MOSFET に長時間大電流が流れないので熱破壊が防止できる。

4 あとがき

新規開発したカレントモード PWM 制御 IC 「FA5592 シリーズ」について紹介した。これらの IC は低待機電力

図11 「FA5592」負荷短絡時の保護動作



特性・低 EMI ノイズ特性を重視したスイッチング電源に適している。また EPA5.0 の平均効率規格をよりマージンを持ってクリアでき、充実した保護機能により電源の安全性を高めている。今後もさらに低待機電力消費・低 EMI ノイズの要求は高まってくるため、市場要求に応じた電源制御 IC の製品開発、系列化を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 藤井優孝ほか. 多機能低待機電力PWM電源IC 「FA5553/5547シリーズ」. 富士時報. 2007, vol.80, no.6, p.436-440.
- (2) 丸山宏志ほか. 低待機電力擬似共振電源IC 「FA5571シリーズ」. 富士時報. 2008, vol.81, no.6, p.415-418.



朴 虎崗

スイッチング電源 IC の開発に従事。現在、富士電機システムズ株式会社半導体事業本部半導体統括部ディスクリート・IC 開発部。



藤井 優孝

スイッチング電源 IC の開発に従事。現在、富士電機システムズ株式会社半導体事業本部半導体統括部ディスクリート・IC 開発部。



山根 博樹

スイッチング電源 IC の開発に従事。現在、富士電機システムズ株式会社半導体事業本部半導体統括部ディスクリート・IC 開発部。

特集



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。