

ピーク負荷対応 PWM 電源制御 IC 「FA8B00 シリーズ」

PWM Power Supply Control IC “FA8B00 Series” Capable of handling Peak loads

松本 晋治 MATSUMOTO, Shinji

山根 博樹 YAMANE, Hiroki

藪崎 純 YABUZAKI, Jun

近年、ノート PC やインクジェットプリンタの分野では、新 CPU への対応やモータ駆動負荷などに向けた最大出力電力の増大が要求されている。富士電機では、これらの要求に応えたピーク負荷対応 PWM 電源制御 IC 「FA8B00 シリーズ」を開発した。この IC は、FB 端子電圧の上昇に合わせてスイッチング周波数を最大で 130 kHz まで上昇させることができるため、トランスの体積を増やすことなく電源の最大出力電力を増大することができる。さらに、スイッチング周波数ジッタの拡大機能により、変動する負荷に対しても低 EMI ノイズ特性を実現した。

In recent years, the notebook computer and inkjet printer market requires increasing the maximum output power for new CPUs and motor drive loads. To meet these requirements, Fuji Electric has developed the “FA8B00 Series” of pulse width modulation (PWM) power supply control IC capable of handling Peak loads. This IC can increase the switching frequency up to 130 kHz in accordance with rise in FB terminal voltage, allowing it to increase the maximum output power of a power supply without increasing the volume of a transformer. Furthermore, the IC comes equipped with an expansion function for switching frequency jitter that enables it to achieve low EMI noise characteristics even against varying loads.

1 まえがき

近年、深刻な問題となっている地球温暖化を防止するために、低炭素社会をつくることはますます重要となっている。現代社会を支える各種電子機器においても、省エネルギー化と EMC (Electromagnetic Compatibility) の観点から、高効率、低待機電力、低ノイズが求められている。富士電機では、このような社会的な要求に応えるため高効率で、かつ低待機電力機能を内蔵したカレントモード電源制御 IC を多数製品化している。一方で、ノート PC やインクジェットプリンタの分野においては、新 CPU への対応やモータ駆動負荷などに向けたピークパワー出力が要求されている。

富士電機は、これらの要求に応えたカレントモード PWM (Pulse Width Modulation) 制御 IC として、ピークパワー対応 PWM 電源制御 IC 「FA8B00 シリーズ」を開発した。

2 製品概要

図 1 に FA8B00 シリーズの外観を示す。この IC は、電源のピーク負荷に対応した 3 段階のスイッチング周波数特性を持ち、電源の部品サイズを変更することなく最大出力電力を増大させることができる。また、電源システムに最適な各種保護機能を持つため、電源の安全性が確保できるものである。さらに、スイッチング周波数ジッタ^(注)の拡大機能により、変動する負荷に対しても低 EMI (Electro-

^(注) スwitching周波数ジッタ：スイッチング周波数を一定の間隔と幅で変化させることにより、EMI ノイズ、特に伝導ノイズを低減する IC の機能をいう。

magnetic Interference) ノイズ特性を実現した。

表 1 に FA8B00 シリーズの機能概要を、図 2 にブロック図を示す。

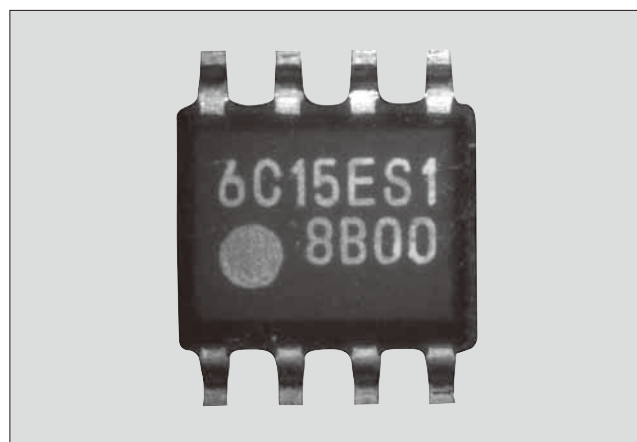


図 1 「FA8B00 シリーズ」

表 1 「FA8B00 シリーズ」の機能概要

項目	FA8B00 シリーズ		FA8A00 シリーズ (従来機種)	
スイッチング周波数特性	3 段階の周波数特性 (25kHz - 65 kHz - 130kHz)		2 段階の周波数特性 (25kHz - 65kHz)	
OCP ライン補正	± 3.7%		± 6.5%	
IC の出力電圧	出力電圧のクランプあり		出力電圧のクランプなし	
スイッチング周波数ジッタ	拡大機能あり		固定	
待機電力	25.7 mW		29.0 mW	
電源平均効率	90.0% (V _I =AC115V)	90.7% (V _I =AC230V)	89.7% (V _I =AC115V)	90.5% (V _I =AC230V)

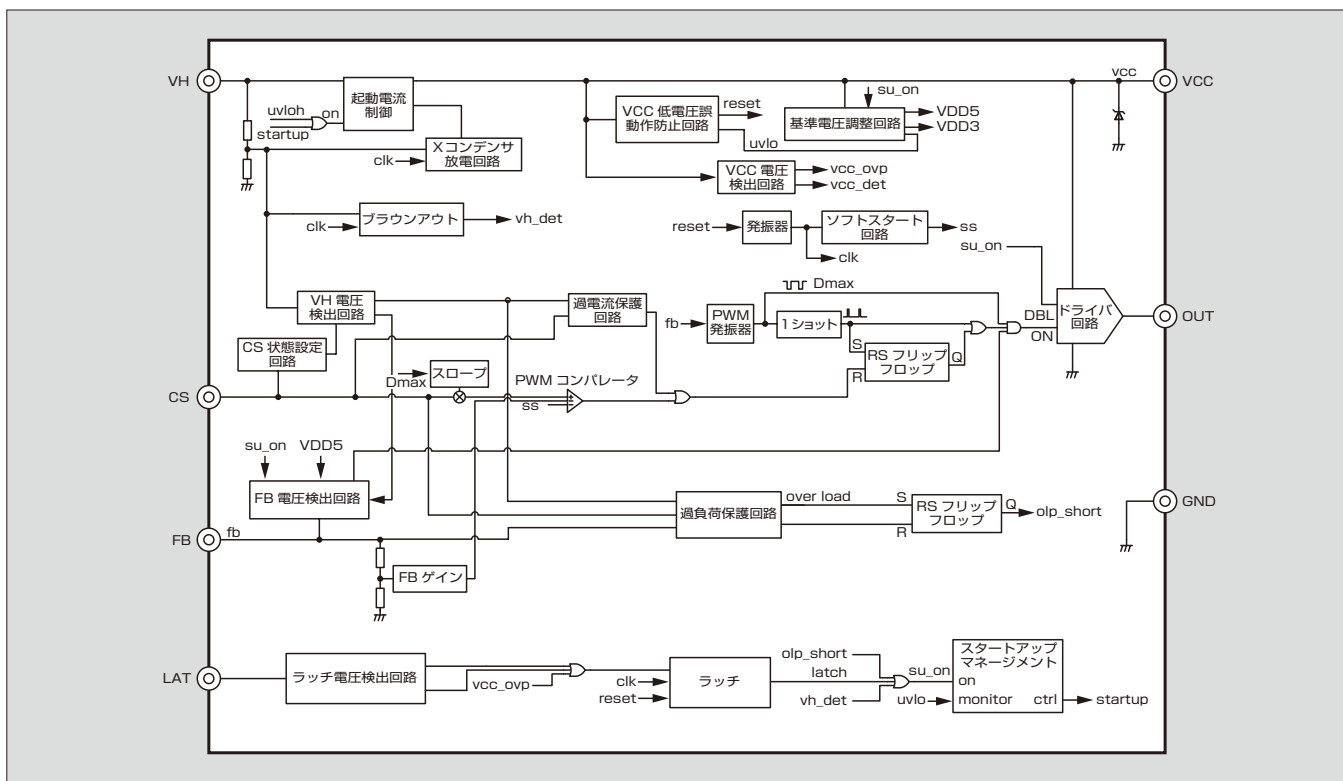


図2 「FA8B00 シリーズ」のブロック図

3 主な特徴

3.1 ピーク負荷対応のスイッチング周波数特性

FA8B00 シリーズでは、電源のピーク負荷に対応するため、新たに3段階のスイッチング周波数特性 (25 kHz-65 kHz-130 kHz) を持っており、FB 端子電圧の上昇に合わせてスイッチング周波数も最大 130 kHz まで上昇する (図3)。従来機種「FA8A00 シリーズ」では、スイッチング周波数が 65 kHz までしか上昇しないため、より大きな最大出力を得るためには、トランスの体積の増加が不可欠となりコストアップとなっていた。これに対して、FA8B00 シリーズでは、スイッチング周波数の高周波化が可能のため、トランスの体積を変更することなく最大出力を増大することができる。

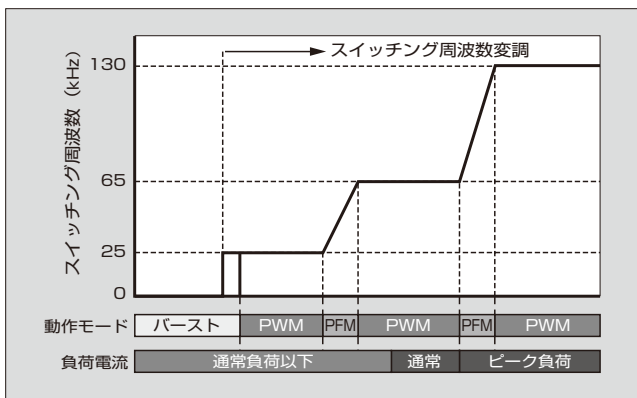


図3 3段階のスイッチング周波数特性

3.2 OCP ライン補正の高精度化

過負荷時における出力電流は、交流入力電圧に比例して大きくなる特性を持っている。このため、低入力時 (AC100 V 近辺) と高入力時 (AC230 V 近辺) とでは、電源回路が過負荷を検出する電流値に大きな差が生じてしまう。従来機種では、交流入力電圧により変化してしまう CS 端子しきい値電圧の調整を行う OCP (Over Current Protection) ライン補正機能を内蔵し、交流入力電圧 90 ~ 265 V の範囲内で、過負荷時の出力電流変動幅を $\pm 6.5\%$ まで狭めていた。

FA8B00 シリーズでは、この機能をさらに交流入力電圧に対してフラットな特性となるように、制御の高精度化を図った。図4は、従来機種との過負荷時出力電流の比較を示しており、FA8B00 シリーズでは出力電流変動幅を

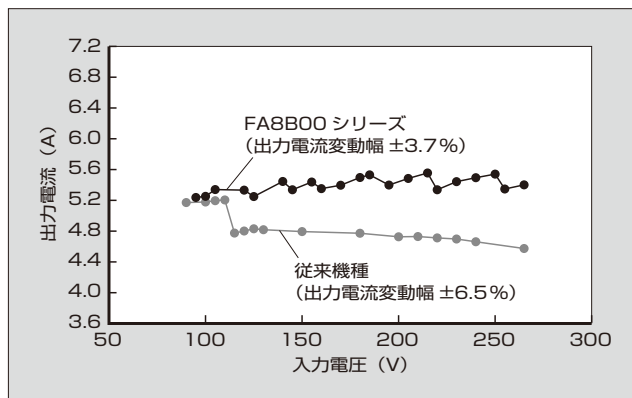


図4 過負荷時出力電流の比較

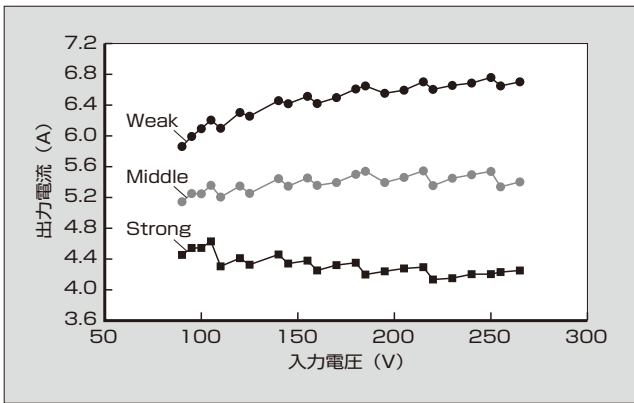


図5 OCP ライン補正の選択

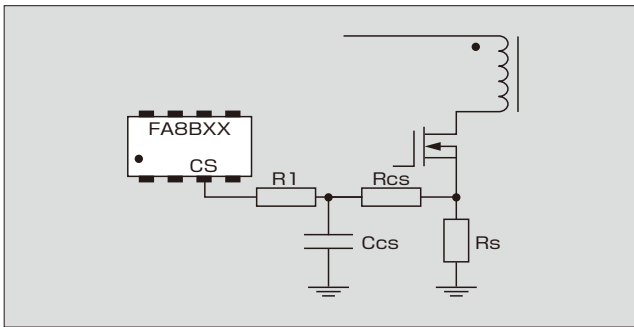


図6 CS 端子の回路構成例

表2 補正量の調整

入力電圧依存性補正量	抵抗値
Strong (大)	$0.3\text{ k}\Omega \leq R_{cs}$ または $R1 + R_{cs} \leq 0.5\text{ k}\Omega$
Middle (中)	$1.4\text{ k}\Omega \leq R_{cs}$ または $R1 + R_{cs} \leq 2.1\text{ k}\Omega$
Weak (小)	$3.9\text{ k}\Omega \leq R_{cs}$ または $R1 + R_{cs} \leq 5.2\text{ k}\Omega$

±3.7% まで低減した。また、この OCP ライン補正については、3 種類の補正量 (Weak, Middle, Strong) からの選択を可能にし、設計の自由度をより向上させた。補正量の選択は CS 端子に接続する外付け抵抗の値によって行う (図 5, 図 6, 表 2)。

3.3 各種保護機能

FA8B00 シリーズは、電源システムに最適な各種保護機能を内蔵しており、少ない外部部品で安全かつ安定した電源を実現できる。

(1) 負荷短絡保護機能

電源出力の短絡時における MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) の破壊を防止する負荷短絡保護機能を内蔵した。この機能は負荷短絡状態における検出方法において 2 タイプあり、用途により使い分けができる。VCC 端子電圧で検出するタイプでは、過負荷状態において、VCC 端子電圧があるしきい値まで低下した場合、即座にスイッチングを停止する。また、FB 端子電圧で検出するタイプでは、FB 負荷短絡保護検出電圧を超える状態が一定時間以上継続した場合にスイッチ

ングを停止する。

(2) ブラウンイン・ブラウンアウト機能

交流入力電圧の低下時に電源回路の誤動作を防ぐためにブラウンイン・ブラウンアウト機能を内蔵した。この機能は交流入力電圧が VH ブラウンアウトしきい値電圧まで低下し、一定時間を経過すると OUT 端子からの出力パルス停止する。また、交流入力電圧が VH ブラウンインしきい値電圧に達すると、スイッチングを開始する。

(3) 過電圧保護機能

VCC 端子電圧を監視する過電圧保護機能を内蔵した。VCC 端子電圧が過電圧保護しきい値電圧以上まで上昇し、一定時間以上継続するとスイッチングを停止する。

(4) 低電圧誤動作防止機能

IC の電源電圧である VCC 端子電圧が低下したとき、IC の誤動作を防止するための低電圧誤動作防止機能を内蔵した。VCC 端子電圧がオフしきい値電圧まで低下すると動作を停止し、VCC 端子電圧がオンしきい値電圧に達すると動作を開始する。

4 電源回路への適用効果

4.1 EMI 対策

従来機種には EMI 対策として、スイッチング周波数 65 kHz に対し、±7% の周波数変動を行うジッタ機能が内蔵されていた。この機能によりスイッチングのノイズエネルギーを固定周波数方式に比べて分散できるため、伝導ノイズの低減が可能であった。しかしながら、スイッチング周波数が 130 kHz から 65 kHz 間、65 kHz から 25 kHz 間で変動する領域内 (周波数低減領域) においては、実質ジッタ幅は 7% 以下に低減してしまうため、ノイズ低減効果が弱くなるという問題があった。これは、ジッタによる周波数変化分を FB 端子電圧による周波数変動分が打ち消し合うことにより、ジッタ振幅が小さくなるためである。そこで、FA8B00 シリーズでは、周波数低減領域でのジッタ幅を、7% から 14% に拡大させるスイッチング周波数ジッタ拡大機能を新たに内蔵した。図 7 にスイッチング周波数ジッタ拡大機能の概要を、図 8 にスイッチング周波数ジッタ拡大機能の評価結果を、図 9 に伝導ノイズの電源評価結果をそれぞれ示す。周波数低減領域内でのジッタ効果

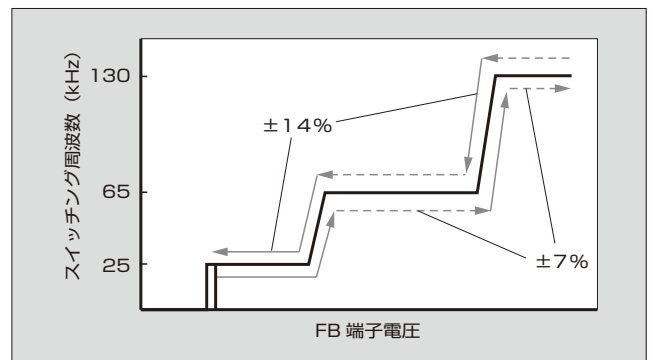


図7 スwitchング周波数ジッタ拡大機能の概要

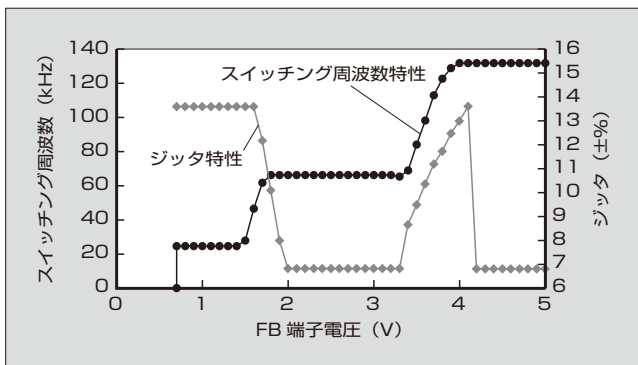


図 8 スイッチング周波数ジッタ拡大機能の評価結果

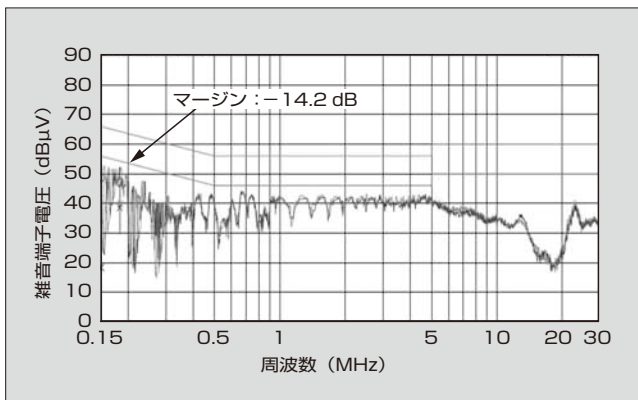


図 9 電源の伝導ノイズの評価結果

を維持でき、規格に対するノイズマージンを約 10 dB 以上確保することができる。

4.2 電源部品削減効果

電源から発生する伝導ノイズを低減するため、電源の入力部分にノイズフィルタとしてコモンモードチョークコイ

ルやコンデンサを挿入する。FA8B00 シリーズは、4.1 節で説明したスイッチング周波数ジッタ拡大機能を新たに内蔵しており、従来機種と比べて伝導ノイズを低減できるため、入力フィルタの小容量化や削減が可能である。

4.3 電源安全性の向上

FA8B00 シリーズでは、IC の OUT 端子電圧クランプ機能を内蔵しており、VCC 端子電圧が 20 V 以上印加された場合でも、IC の出力電圧はおよそ 18 V でクランプされ、それ以上 OUT 端子電圧が上昇することを防ぐことができる。この機能により、ゲート保護やゲート電圧仕様が 20 V 以下のパワー MOSFET が使用できるため、電源安全性の向上および部品のコストダウンが可能となる。図 10 に評価用電源ボードの回路を示す。また、この電源ボードを用いて従来機種と比較した待機電力および電源効率の測定結果を図 11、図 12 に示す。FA8B00 シリーズは、従来機種と比べて 3.3 mW の待機電力低減を達成しており、電源効率においても従来機種と同等以上の実力を持っている。

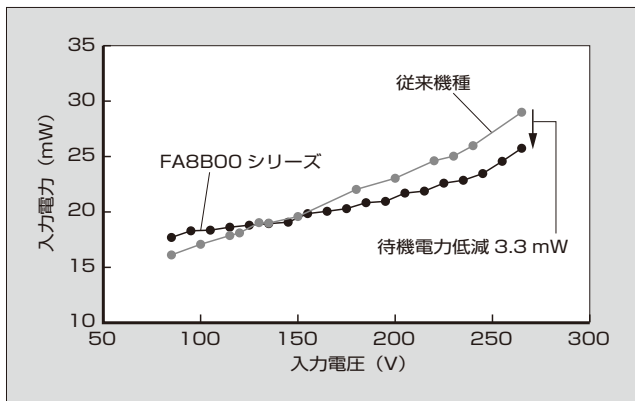


図 11 待機電力

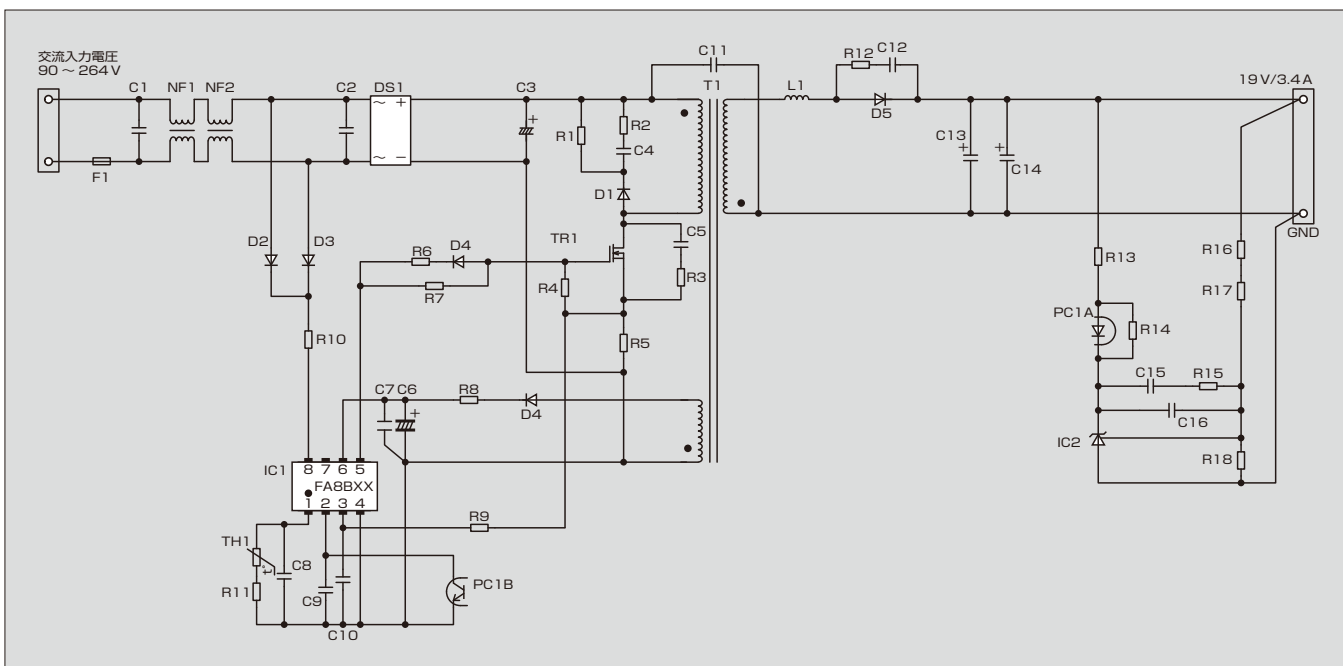


図 10 評価用電源ボードの回路

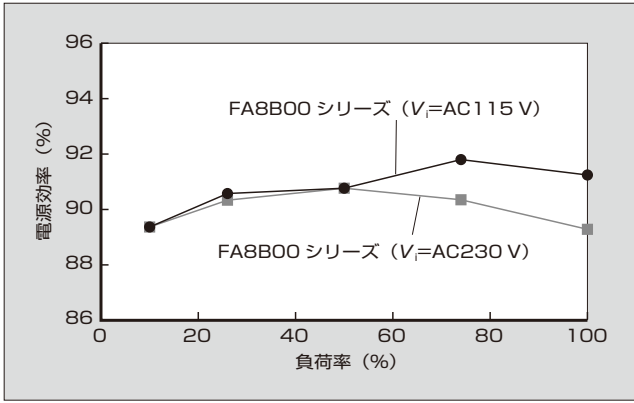


図 12 電源効率

5 あとがき

本稿では、スイッチング電源回路のピークパワーに対応した PWM 電源制御 IC 「FA8B00 シリーズ」について述べた。

今後もさらなる高効率化、低待機電力化、低ノイズ化を実現する新技術の確立を図り、市場のニーズにマッチした製品開発を進めていく所存である。

参考文献

(1) 藪崎純ほか. 第6世代PWM制御IC「FA8A00シリーズ」. 富士電機技報. 2012, vol.85, no.6, p.452-456.



松本 晋治

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、台湾富士電機社パワー半導体製品設計。



山根 博樹

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、台湾富士電機社パワー半導体製品設計。



藪崎 純

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、台湾富士電機社パワー半導体製品設計。

特集 エネルギーマネジメントに貢献するパワー半導体





*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。