

650 V 耐圧 PWM 電源制御 IC 「FA8A80 シリーズ」

“FA8A80 Series” 650-V PWM Power Supply Control ICs

日朝 信行 HIASA, Nobuyuki

遠藤 勇太 ENDO, Yuta

狩野 太一 KARINO, Taichi

省エネルギー化と使用部材削減の必要性が高まっている電子機器のスイッチング電源においては、高効率化、低待機電力化および部品点数の削減が求められている。富士電機は、高効率で低待機電力の「FA8A60 シリーズ」の特徴を継承し、さらに電源装置の小型化や安全性の向上が可能な 650 V 耐圧 PWM 電源制御 IC 「FA8A80 シリーズ」を開発した。高圧入力端子の最大印加電圧を 500 V から 650 V に高耐圧化するとともに、サージ耐量を向上させた。また、各種保護機能を従来品と同等の特性とすることで、電源設計資産を活用した電源設計の省力化に貢献できる。

Switching power supplies for electronic devices, which are increasingly being required to save energy and reduce the number of parts usage, need to achieve high efficiency, low standby power, and reduction in the number of parts. Fuji Electric has developed the “FA8A80 Series” 650-V PWM power supply control ICs, which allows power supplies to achieve compact size and improve safety, as well as high efficiency and low stand-by power, which are inherited from the “FA8A60 Series.” The maximum applied voltage for the high-voltage input terminals has increased to 650 V from the previous withstand voltage of 500 V. Furthermore, the series has also achieved greater surge resistance. Their protection functions have the same characteristics as conventional products, facilitating to use existing design resources to promote labor savings in power supply design.

1 まえがき

深刻な問題となっている地球温暖化を防止するために、電子機器自体の省エネルギー（省エネ）化と使用部材の削減の必要性が高まっている。そのため、電子機器の電力変換部であるスイッチング電源においては、高効率化、低待機電力化、および部品点数の削減が求められている。加えて、新興国では、経済の発展に伴い電子機器の普及が進んでいる。一方で、インフラ整備の遅れにより、商用電源（AC 電源）の瞬停や電圧変動が頻発している。特に瞬停復帰時には、AC 電源に過大な電圧が発生し、AC 電源電圧が電源装置の入力電圧範囲を超えたり、高いサージ電圧が印加されたりすることによって電源装置が破壊してしまうといったことが問題となっている。そのため、電源装置には高入力電圧への対応や、高サージ耐量などの安全性および信頼性の要求がますます強くなっている。

富士電機は、前述したスイッチング電源の市場ニーズに応えるため、高効率で、かつ低待機電力機能を内蔵した小型パッケージ（SOP-8）のスイッチング電源制御用カレントモード PWM（Pulse Width Modulation）-IC である「FA8A60 シリーズ」を製品化している。

今回、FA8A60 シリーズの特徴を継承し、電源装置の小型化や、安全性を向上させた 650 V 耐圧 PWM 電源制御 IC 「FA8A80 シリーズ」を開発した。

2 「FA8A80 シリーズ」の概要

図 1 に FA8A80 シリーズの外観を示す。FA8A80 シリーズは、従来製品の FA8A60 シリーズをベースに、AC 電源に接続される高圧入力端子の最大印加電圧を 500 V から 650 V に高耐圧化させると同時に、VH 端子の ESD（静電

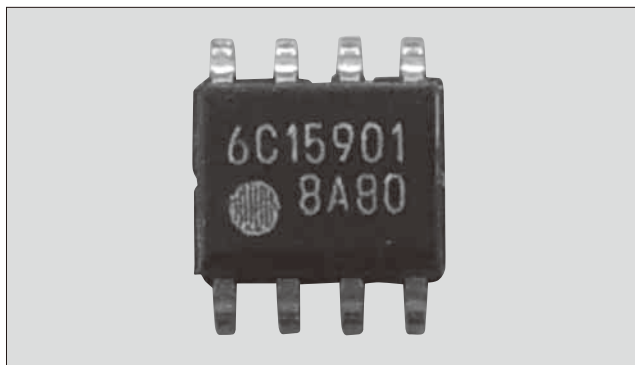


図 1 650 V 耐圧 PWM 電源制御 IC 「FA8A80 シリーズ」

表 1 「FA8A80 シリーズ」の機能概要

項目	FA8A80シリーズ	従来製品
起動素子	内蔵	
高圧入力端子最大印加電圧	650 V	500 V
高圧入力端子ESD耐量 (HBM)	±2 kV	+1 kV/-2 kV
LAT端子最大シンク電流	500 μA	100 μA
外部ラッチ機能	内蔵	
スイッチング周波数低減機能	内蔵	
周波数低減状態設定機能	内蔵	
バースト動作調整機能	内蔵	
過負荷保護レベル 交流入力電圧補正機能	内蔵	
パワーオフモード	内蔵	
待機電力（無負荷時）	30 mW以下	

気放電）耐量を 2 kV に改善することにより、サージ耐量を向上させている。

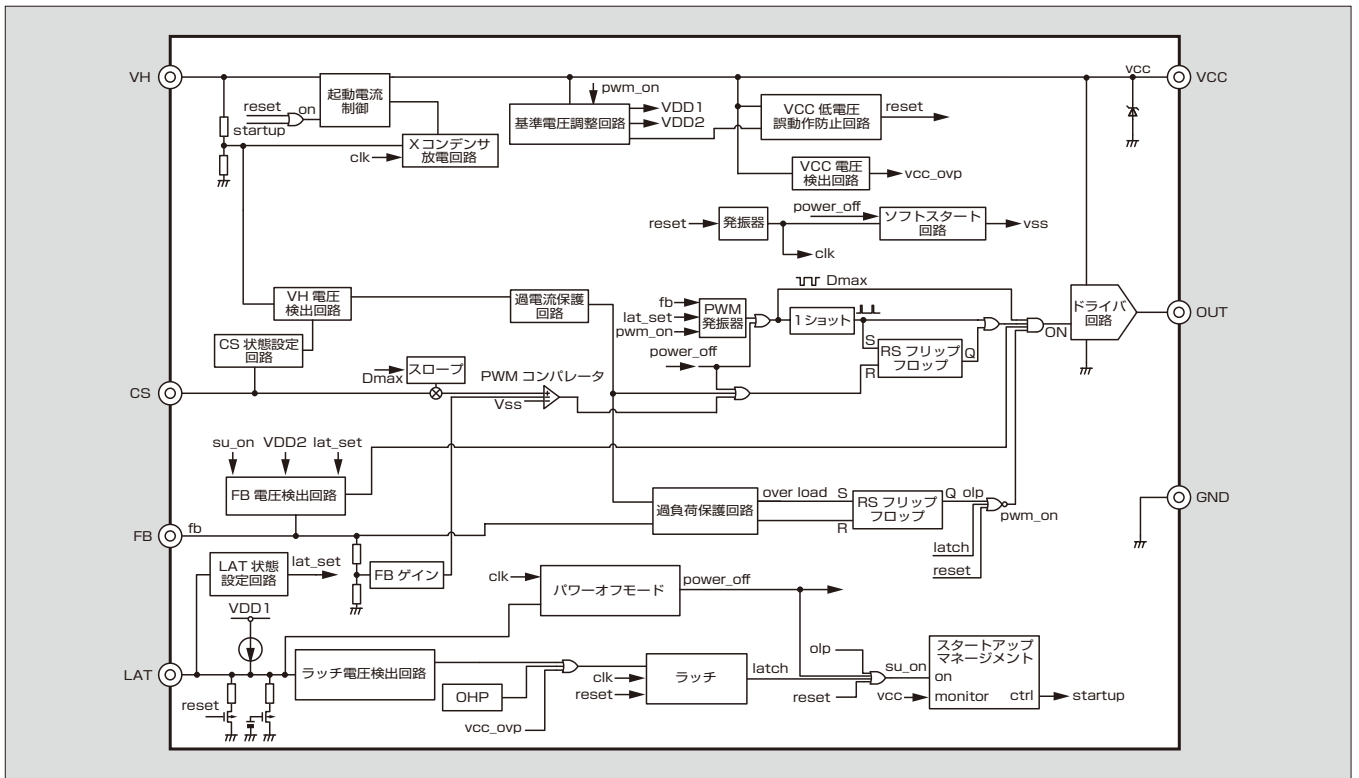


図2 「FA8A80 シリーズ」のブロック図 (FA8A90N)

また、異常時に電源動作を停止させる異常検出信号入力 (LAT) 端子のシンク電流特性を改善することにより、電源の保護仕様によっては追加する必要があった、IC の保護対策部品であるツェナーダイオード (ZD) を削減することができる。

さらに、従来製品と基本的な機能、特性および端子配置を同じとしたことにより、電源の設計資産が活用でき、設計期間を短縮することができる。表1にFA8A80シリーズの機能概要を、図2にブロック図を示す。

3 「FA8A80 シリーズ」の特徴

3.1 650V 起動素子搭載による高電圧入力への対応

図3にVH端子と内部回路の概略図を示す。AC電源部

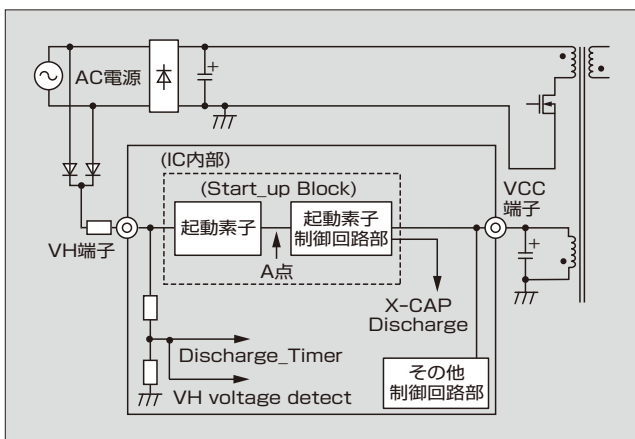


図3 VH端子と内部回路の概略図

へ接続されるVH端子は、VCC端子電圧が低いときに電流を供給し、一定電圧以上ではVH端子からの電流供給を停止する機能を持っている。

図4に示すように、起動素子の出力電圧 (図3 A点) はVH端子電圧に依存する。そのため、従来の起動素子では、印加電圧を高くすると、図3に示すA点の電圧が、入力される起動素子制御回路の許容印加電圧以上になってしまう。

そこでFA8A80シリーズでは、起動素子のVH電圧に対する依存性の改良を行い、VH端子への最大印加電圧を高くしても、起動素子制御回路の定格電圧を超えない特性を実現した。これにより、650Vの高電圧入力を可能にした。

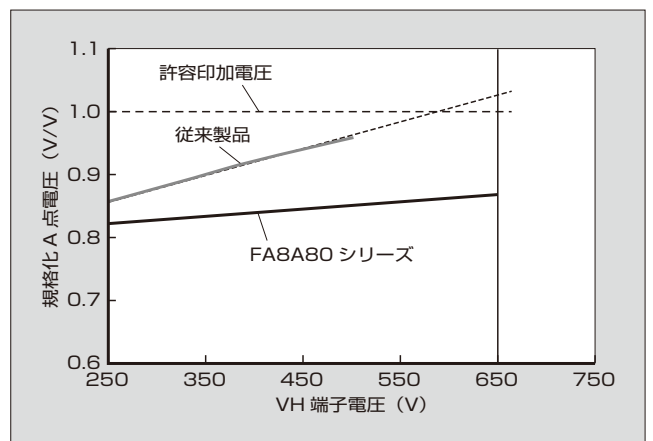


図4 VH端子電圧と内部電圧の関係

3.2 静電破壊耐量の向上

従来製品の VH 端子における、静電破壊耐量の HBM (Human Body Model) は +1kV であった。FA8A80 シリーズでは、VH 端子への最大印加電圧の拡大に加えて破壊耐量も拡大し、IC 全端子で HBM での保証電圧 ± 2 kV を達成した。

3.3 周波数低減とバースト動作による多様な電源への対応

FA8A80 シリーズは、従来製品と同様に高効率と低待機電力を実現するため、軽負荷時にはスイッチング周波数を低くし、さらに無負荷時にはバースト動作（間欠動作）を行うことでスイッチング損失を低減するなどの軽負荷時や、無負荷時の効率を向上する機能を内蔵している。また、さまざまな仕様の電源に対応できるようにするため、図 5 に示す三つのスイッチング周波数低減特性を用意している。この中から一つを選ぶ周波数低減状態設定機能と、バースト動作の調整機能を LAT 端子に内蔵している。

図 6 に LAT 端子の外部回路構成を示す。周波数低減状態設定機能は、LAT 端子と GND 間に接続する容量 C_{lat} を特定の値に設定することで、三つの低減特性から一つを選ぶことができる。負荷が高い通常動作条件の電源仕様では、図 5 ①の特性を選ぶ。軽負荷での運転が多くなるほど、低

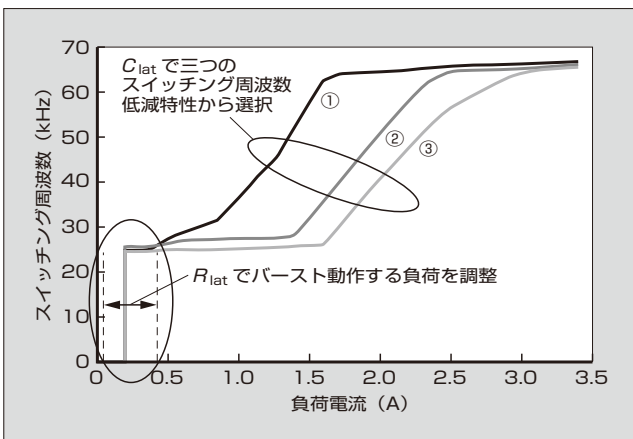


図 5 周波数低減状態設定機能とバースト動作調整機能による周波数の変化

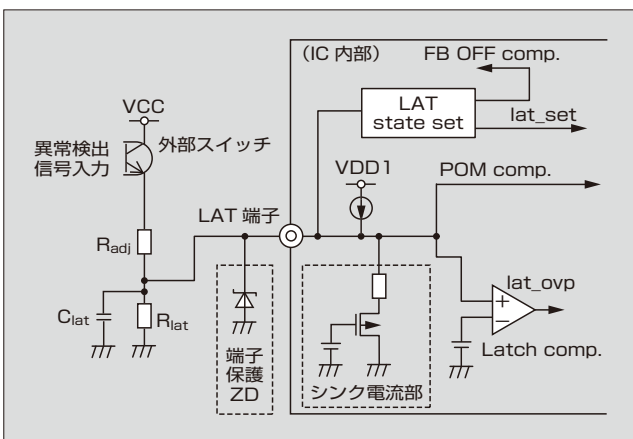


図 6 LAT 端子の外部回路構成

い周波数で動作する負荷電流範囲が広い図 5 ②、③の特性を選んで、省エネを図る。

バースト動作調整機能は、FB 端子のスイッチング出力停止しきい値電圧 FB OFF を設定することで、バースト動作する負荷電流を調整するものである。FB OFF 電圧は、図 6 に示す LAT 端子と GND 間に接続する抵抗 R_{lat} 値および LAT 端子の定電流出力値で決定し、バースト動作する負荷電流値を設定する。

バースト動作時の負荷電流を適切に設定すると、音鳴りが発生せずに待機電力と出力電圧リップルの電源仕様を満足することができ、電源を設計する上で非常に重要である。バースト動作する負荷電流の設定値が大きすぎると待機電力は小さくなるが、電源出力電圧リップルが電源の仕様よりも大きくなってしまったり、バースト周波数が可聴域まで上昇し音鳴りが発生する場合がある。一方で、設定値が小さすぎると待機電力が仕様よりも大きくなってしまったりする場合がある。そのため設定においては、例えば、待機電力仕様の上限值となるような小さい R_{lat} 値を選択し、音鳴りが発生しない範囲で R_{lat} 値を増やして最適な値に調整することができる。

3.4 外部ラッチ機能の特性改善による電源の小型化

外部ラッチ機能は、電源装置の異常時に装置内で作る異常検出信号を用いて、LAT 端子電圧を外部ラッチ機能しきい値である 2.0 V (max.) 以上にすることでスイッチング動作を停止（ラッチ状態）するものであり、電源の安全性を確保する。

電源を設計する上では、電源仕様の異常検出から保護停止までの時間と、IC 仕様の LAT 端子定格とを両立する外部回路の定数設定を、図 6 に示す調整用抵抗 R_{adj} で行う。

外部回路への供給電源である VCC 端子は、一般的には図 3 に示すようにトランスの補助巻線へ接続されており、電源の負荷電流の大小に応じて 20 V 程度（最大電圧と最低電圧の比で約 3 倍）変化する場合がある。そのため R_{adj} 値が不適切だと、VCC 端子電圧が低いときにはラッチ保護停止までの時間が長くなり電源仕様を満たさず、VCC 端子電圧が高いときには保護停止後の LAT 端子電圧が定格電圧以上まで上がり IC 仕様を満たさないことがある。このような場合、電源仕様を満たす R_{adj} 値を選択し、LAT 端子と GND 間に LAT 端子保護用の ZDなどを付加する必要があり、高価な外部部品と基板スペースが必要であった。

そこで FA8A80 シリーズでは、図 6 に示す LAT 端子のシンク電流部に対して最大電流の増加と電流 - 電圧特性の改善を行った。ラッチ保護しきい値以上の電圧で有効となるシンク電流の最大値を 100 μ A から 500 μ A へ増やしたことにより、調整用抵抗 R_{adj} の選べる範囲が従来に比べて抵抗値が 1/5 のものまで広がった。

また、電流 - 電圧特性の改善により、シンク電流が発生する端子電圧範囲を拡大したことで、前述の最大電流値の増加と合わせて、変化が大きい VCC 端子電圧であっても

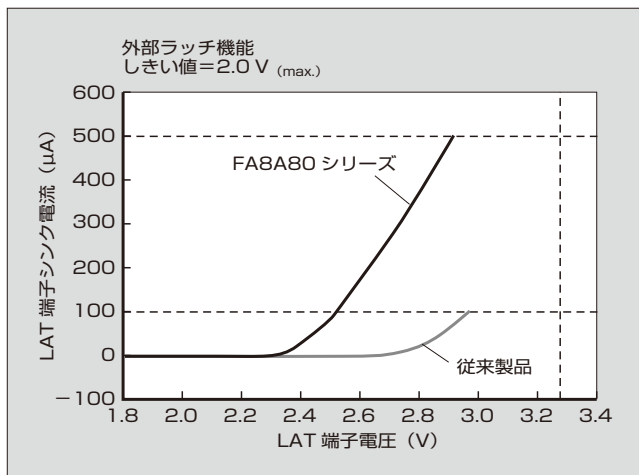


図7 LAT 端子のI-V 特性

端子定格電圧に対する余裕を確保しながら、従来製品よりも大きな引上げ電流を設定できる（図7）。

これらの特性改善により、端子保護用のZDを削除することができるため、電源の小型化とシステムの低コスト化ができる。

4 電源装置への適用効果

4.1 電源設計の省力化

起動素子やLAT端子の特性変更に伴い、従来製品に対してICチップ全体の見直しを行った。一方、従来製品との置換えができるように端子配置は同じままとし、変更した以外の特性に影響が出ないように回路やチップ設計を行った。

図8に示す評価用電源ボードを使って比較評価したところ、図9に示すように最大効率が約89%、表2に示す

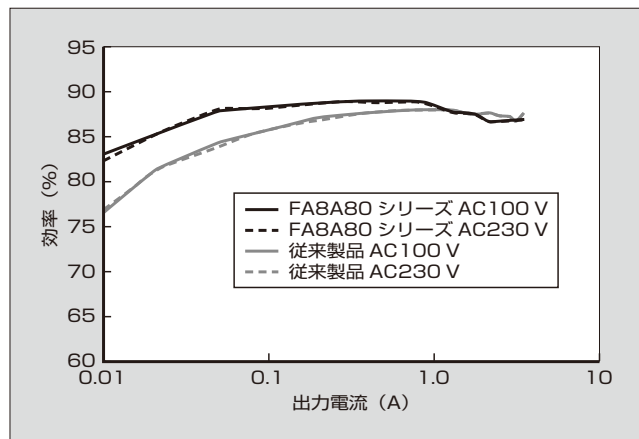


図9 電力変換効率

表2 「FA8A80 シリーズ」の平均効率

入力電圧		AC100V	AC230V
平均効率 (%)		87.50	87.51
負荷率ごとの 効率 (%)	25%	88.76	88.01
	50%	87.59	87.44
	75%	86.69	86.97
	100%	86.95	87.63

定格出力電流に対する負荷率4点の平均効率においても86%以上であり、従来製品と同等の電源性能であることを確認した。また、図10に示す無負荷時の待機電力も30mW以下であり、従来製品と同等の特性であることを確認した。

これらのことから、従来製品からの置換えが容易となり、電源設計資産を活用した電源設計の省力化ができる。

図11にFA8A80シリーズのラインアップを示す。各機

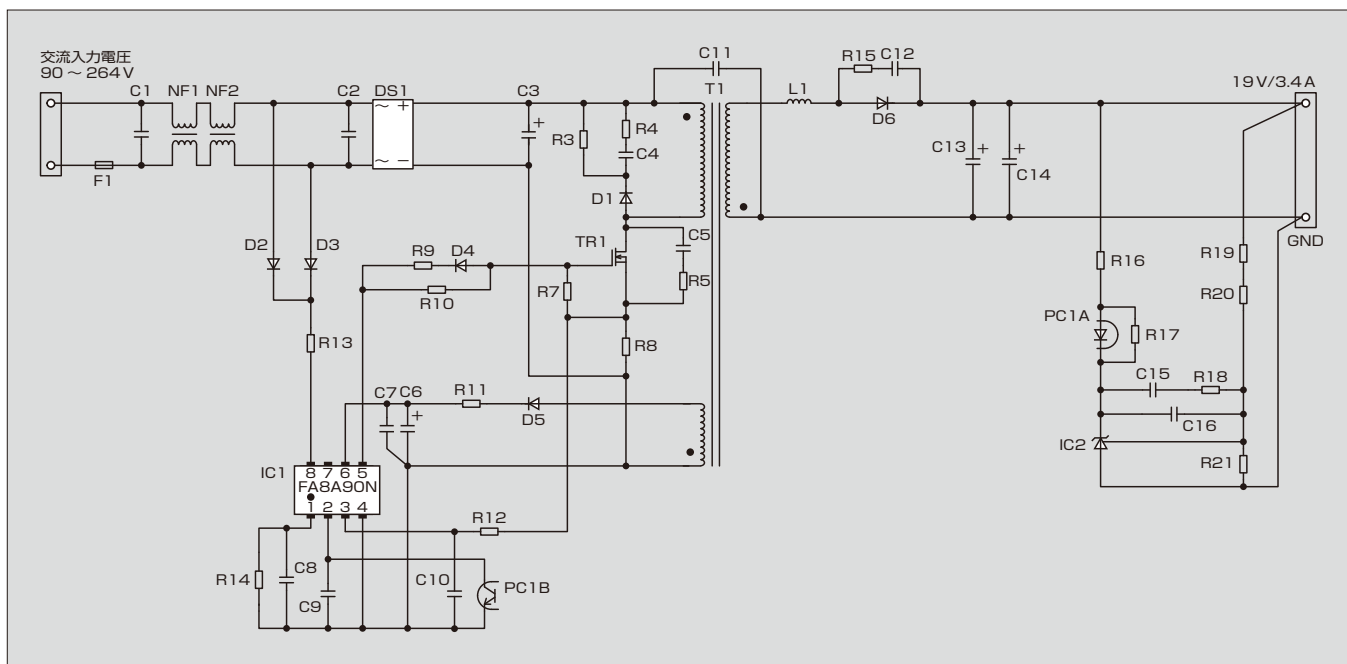


図8 「FA8A80 シリーズ」評価用電源ボードの回路図 (19V/3.4A, 65W)

特集 エネルギーマネジメントに貢献するパワー半導体

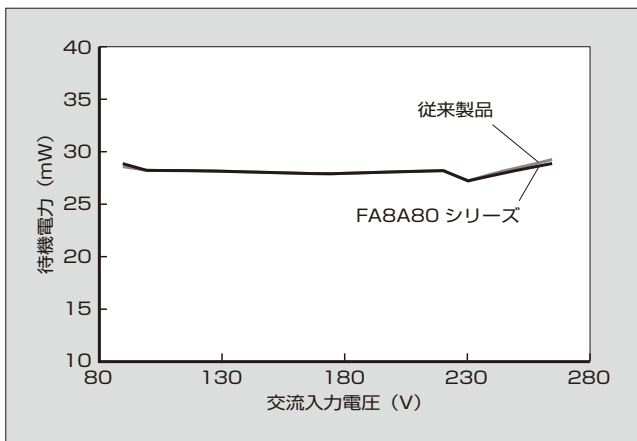


図 10 無負荷時待機電力

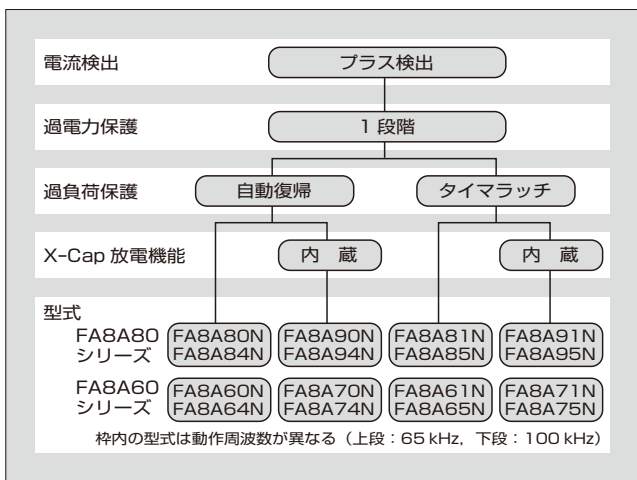


図 11 「FA8A80 シリーズ」の製品ラインアップ

能の組合せと動作周波数を従来製品と同じにしたことで、従来製品との互換性を維持している。

5 あとがき

650 V 耐圧 PWM 電源制御 IC 「FA8A80 シリーズ」について述べた。カレントモード PWM 制御 IC には、多様な電源仕様に適用できるように多くの機能を内蔵する要求とともに、入力電圧範囲のさらなる拡大、および安全性の向上に対する要求が増えている。今後も、市場ニーズに応えた製品を提供していく所存である。

参考文献

- (1) 荻崎純ほか, 第6世代PWM制御IC「FA8A00シリーズ」, 富士電機技報, 2012, vol85, no.6, p.452-456.



日朝 信行

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、富士電機株式会社電子デバイス事業本部事業統括部産業ディスクリート部。



遠藤 勇太

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、富士電機株式会社電子デバイス事業本部事業統括部産業ディスクリート部。



狩野 太一

パワー IC のデバイス・プロセスの研究開発に従事。現在、富士電機株式会社電子デバイス事業本部開発統括部デバイス開発部。





*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。