650 V 耐压 PWM 电源控制 IC“FA8A80 系列”

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

日朝 信行 HIASA, Nobuyuki　　远藤 勇太 ENDO, Yuta　　狩野 太一 KARINO, Taichi

对电子设备中的开关电源，节能、削减使用材料的必要性日益增强，同时，高效化、低待机电力化以及削减零部件数量的需求也日益强烈。富士电机延续了“FA8A60 系列”高效率，低待机电力的特点，开发出可进一步实现电源装置小型化、提升安全性的 650 V 耐压 PWM 电源控制 IC“FA8A80 系列”。该系列产品将高压输入端子的最大施加电压从 500 V 提高到 650 V，实现高耐压化的同时，提升了浪涌电压耐量。此外，在各种保护功能方面，保持了与传统产品同等的特性，从而可以有效利用现有资料来设计电源。

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 standby 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 引言

为防止日益加剧的全球变暖问题，电子设备自身的节能和削减使用材料的必要性日益增强。因此，对于电子设备的电力转换部即开关电源，高效化、低待机电力化以及削减零部件数量的需求日益强烈。此外，在发展中国家，随着经济的发展，电子设备也在不断普及。另一方面，由于基础设施相对落后，商用电源（AC 电源）瞬停、电压变动大的情况频繁发生。尤其是瞬停恢复时，AC 电源会有过大电压产生，出现 AC 电源电压超过电源装置的输入电压范围，或因浪涌电压过高，导致电源装置受损等，问题十分严重。为此，对电源装置能承受高输入电压以及高浪涌耐量等安全性、可靠性方面的要求日益强烈。

为满足上述开关电源市场的需求，富士电机实现了高效率且内置低待机电力功能的小型封装（SOP-8）开关电源控制用电流模式 PWM（Pulse Width Modulation）-IC“FA8A60 系列”的产品化。

此次，又延续了 FA8A60 系列的特点，开发出实现电源装置小型化、提升了安全性的 650 V 耐压 PWM 电源控制 IC“FA8A80 系列”。

2 “FA8A80 系列”的概要

图 1 展示了 FA8A80 系列的外观。FA8A80 系列以传统产品 FA8A60 系列为基础，将连接到 AC 电源的高压输入端子的最大施加电压从 500 V 提高到 650 V，实现了高耐压化，同时，将 VH 端子的 ESD（静电放电）耐量改善为 2 kV，从而提升了浪涌电压耐量。

此外，改善了异常时停止电源运行的异常检测信号输入（LAT）端子的灌电流特性，这样就可以削减原本根据电源的保护规格而必须追加的 IC 保护用齐纳二极管（ZD）。

而且，由于基本功能、特性以及端子配置与传统产品相同，因此可利用以前的电源设计资料，缩短设计期间。**表 1**

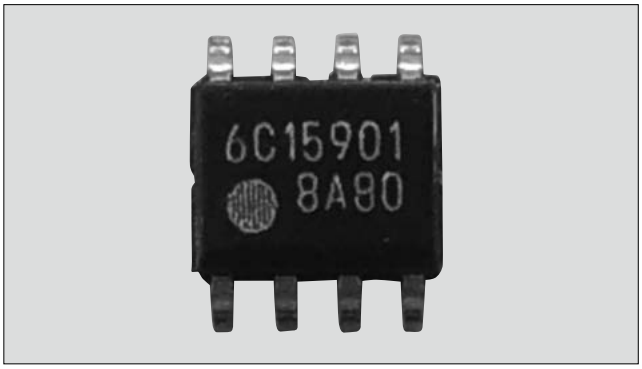

图 1　650 V 耐压 PWM 电源控制 IC“FA8A80 系列”

表 1　“FA8A80 系列”的功能概要

项目	FA8A80 系列	传统产品
启动器件	内置	
高压输入端子最大施加电压	650 V	500 V
高压输入端子 ESD 耐量（HBM）	±2 kV	+1 kV/−2 kV
LAT 端子最大灌电流	500 μA	100 μA
外部闩锁功能	内置	
开关降频功能	内置	
降频状态设定功能	内置	
突发模式动作调整功能	内置	
过负载保护等级 交流输入电压校正功能	内置	
断电模式	内置	
待机电力（无负载时）	30 mW 以下	

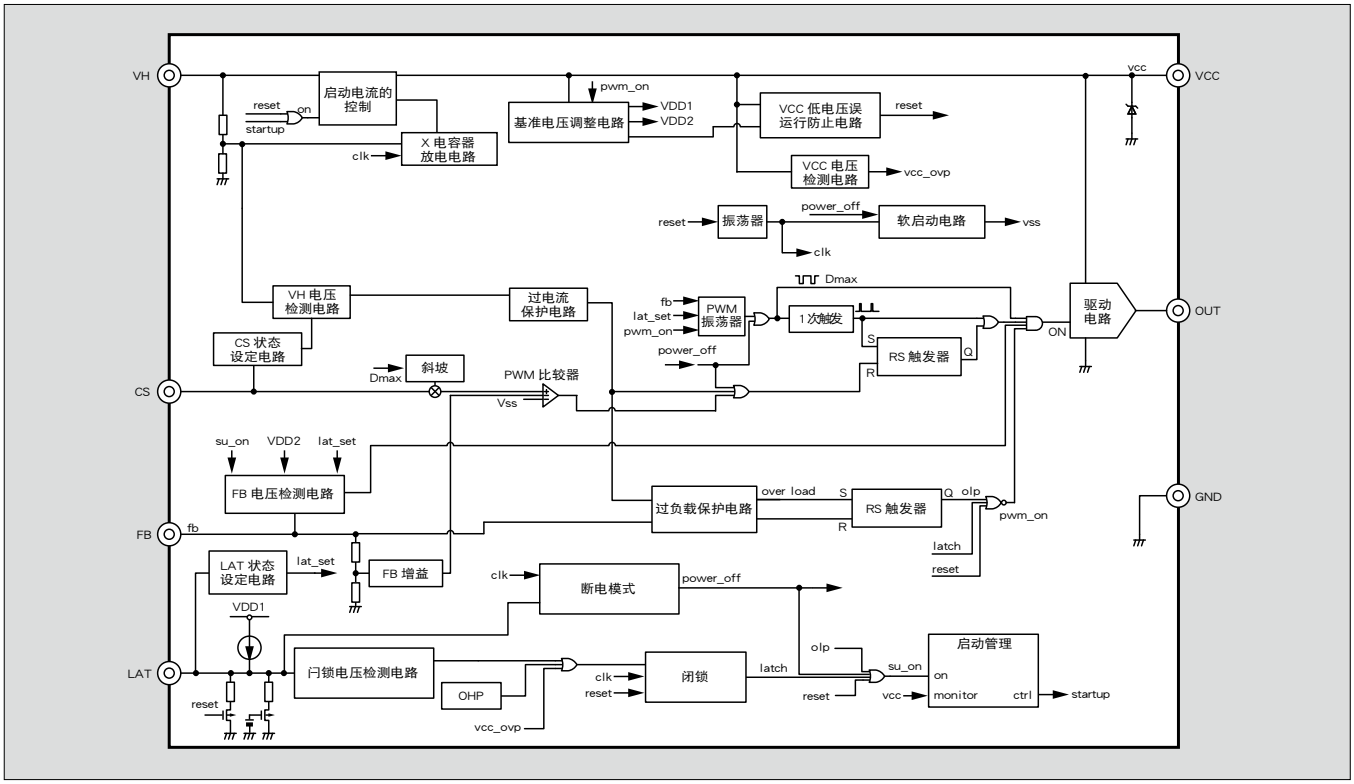

图 2 “FA8A80 系列”的框图（FA8A90N）

展示了 FA8A80 系列的功能概要，**图 2** 展示了内部功能框图。

3 “FA8A80 系列”的特点

3.1 搭载 650 V 启动器件，支持高电压输入

图 3 展示了 VH 端子和内部电路的简图。连接到 AC 电源部的 VH 端子，具备在 VCC 端子电压较低时供应电流，VCC 端子达到一定电压以上时停止供应电流的功能。

如**图 4** 所示，启动器件的输出电压（**图 3** A 点）依赖于 VH 端子电压。因此，传统的启动器件如果增大施加电压，那么如**图 3** 所示的 A 点的电压，将达到输入的启动器件控制电路的允许施加电压以上。

于是，FA8A80 系列改善了启动器件对 VH 电压的依赖性，实现了即使增大对 VH 端子的最大施加电压，也不会超过启动器件控制电路的额定电压的特性。由此，实现了 650 V 的高电压输入。

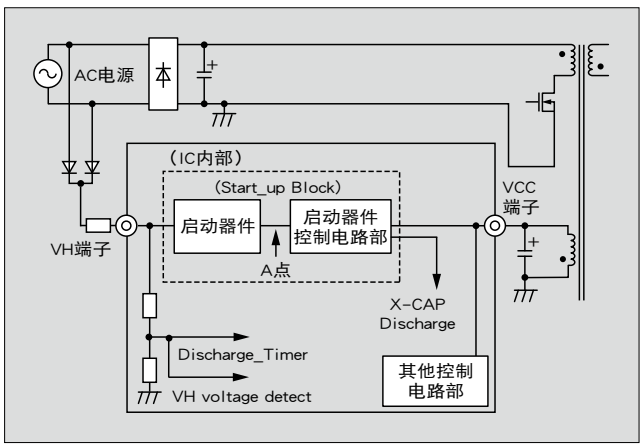

图 3 VH 端子和内部电路的简图

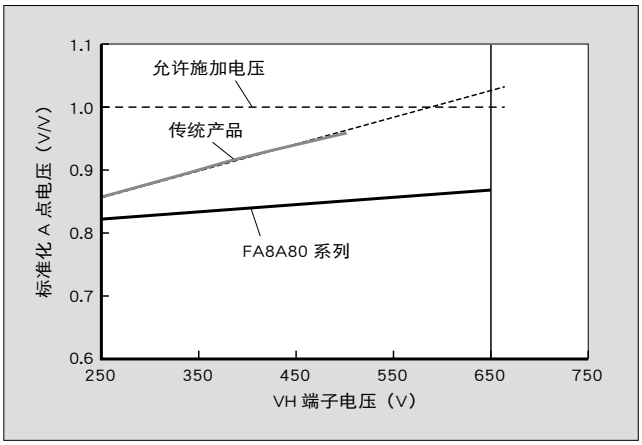

图 4 VH 端子电压与内部电压的关系

3.2 提升静电耐量

传统产品的 VH 端子 HBM（Human Body Model）静电耐量为 +1 kV。FA8A80 系列不仅扩大了对 VH 端子的最大施加电压，还扩大了静电耐量，IC 所有端子的 HBM 保证电压都达到了 ±2 kV。

3.3 通过降低工作频率和具有突发模式功能，支持多种电源

FA8A80 系列为实现与传统产品相同的高效率和低待机电力，内置了通过轻载时降低开关频率、无载时进入突发

模式（间歇运行）降低开关损耗等，提升轻载、无载时效率的功能。此外，为支持各种规格的电源，备有**图 5** 所示的三种降频特性。LAT 端子内置了从中选择一种降频状态设定的功能和进入突发模式的调整功能。

图 6 展示了 LAT 端子的外部电路构成。降频状态设定功能通过将连接在 LAT 端子与 GND 间的容量 C_{lat} 设定为特定的值，实现从三种降频特性中选择一种。负载较高的一般运行条件下的电源规格，选择**图 5** ①的特性。若在轻负载条件下运行多，就选择低频状态下运行的负载电流范围较广的**图 5** ②、③的特性，从而实现节能。

突发模式调整功能通过设定 FB 端子的开关输出停止阈值电压 FB OFF，来调整突发模式的负载电流。FB OFF 电压由**图 6** 所示的连接在 LAT 端子与 GND 间的电阻 R_{lat} 值，以及 LAT 端子的恒定电流输出值决定，可设定突发模式的负载电流值。

如果合理设定突发模式的负载电流，就不会产生鸣响，且能满足待机电力和输出电压纹波的电源规格，在电源设计上非常重要。若突发模式负载电流的设定值过大，虽然待机电力会变小，但电源输出电压纹波可能超出电源规格，或因频率上升到可听范围，从而产生鸣响。而如果设定值过小，则待机电力可能超出规格。因此，在设定时，可以先选择较小的 R_{lat} 值作为待机电力规格的上限值，然后在不会产生鸣响的范围内增加 R_{lat} 值，最终调整为最优值。

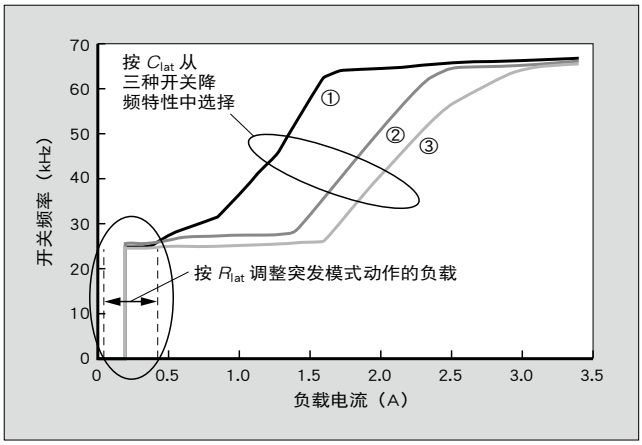

图 5　降频状态设定功能和突发模式动作调整功能导致的频率变化

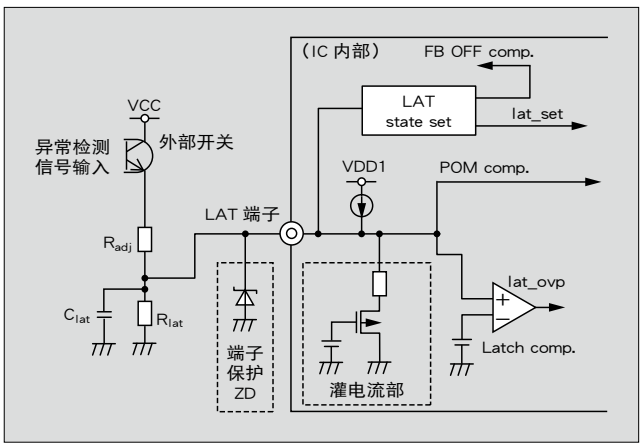

图 6　LAT 端子的外部电路构成

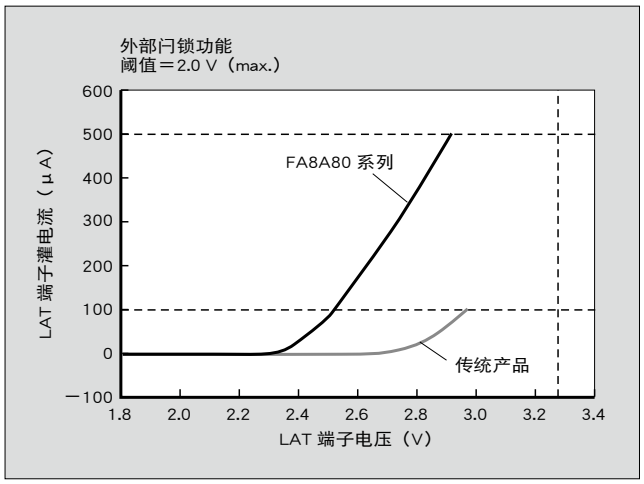

图 7　LAT 端子的 *I*–*V* 特性

3．4　改善外部闩锁功能，实现电源小型化

外部闩锁功能，使用电源装置异常时装置内产生的异常检测信号，通过使 LAT 端子电压在外部闩锁功能阈值 2.0 V（max.）以上时停止开关动作（闩锁状态），来确保电源的安全性。

在电源设计上，用**图 6** 所示的调整电阻 R_{adj}，来设定兼顾从电源异常检测到保护停止的时间，和 IC 的 LAT 端子额定性能的外部电路常数。

为外部电路供电的 VCC 端子，一般如**图 3** 所示连接到变压器的副边绕组上，根据电源负载电流的大小，电压变化幅度在 20 V 左右（最大电压和最小电压比的约 3 倍）。因此，如果 R_{adj} 值不合理，VCC 端子电压较低时，到闩锁保护停止为止的时间会变长，无法满足电源规格；而 VCC 端子电压较高时，保护停止后的 LAT 端子电压会上升到额定电压以上，也无法满足 IC 规格。此时，必须选择满足电源规格的 R_{adj} 值，在 LAT 端子和 GND 间附加 LAT 端子保护用的 ZD 等，并且需要高价的外部零部件和基板空间。

因此，FA8A80 系列增加了对**图 6** 所示的 LAT 端子灌电流部的最大电流，改善了电流 – 电压特性。通过将闩锁保护阈值以上的电压下有效灌电流的最大值从 100 μA 增大到 500 μA，将调节电阻 R_{adj} 的可选范围扩大到传统产品的电阻值的 1/5。

凭借电流 – 电压特性的改善，扩大了灌电流产生的端子电压范围，再加上上述的最大电流值的增加，即使是变化较大的 VCC 端子电压，也能确保对端子额定电压的余量，同时能设定比传统产品更大的上拉电流（**图 7**）。

凭借这些特性改善，可削减端子保护用 ZD，从而实现电源的小型化和系统的低成本化。

4　对电源装置的适用效果

4．1　电源设计的省力化

随着启动器件和 LAT 端子的特性变更，富士电机针对传统产品，对 IC 芯片整体进行了调整。另一方面，为了能

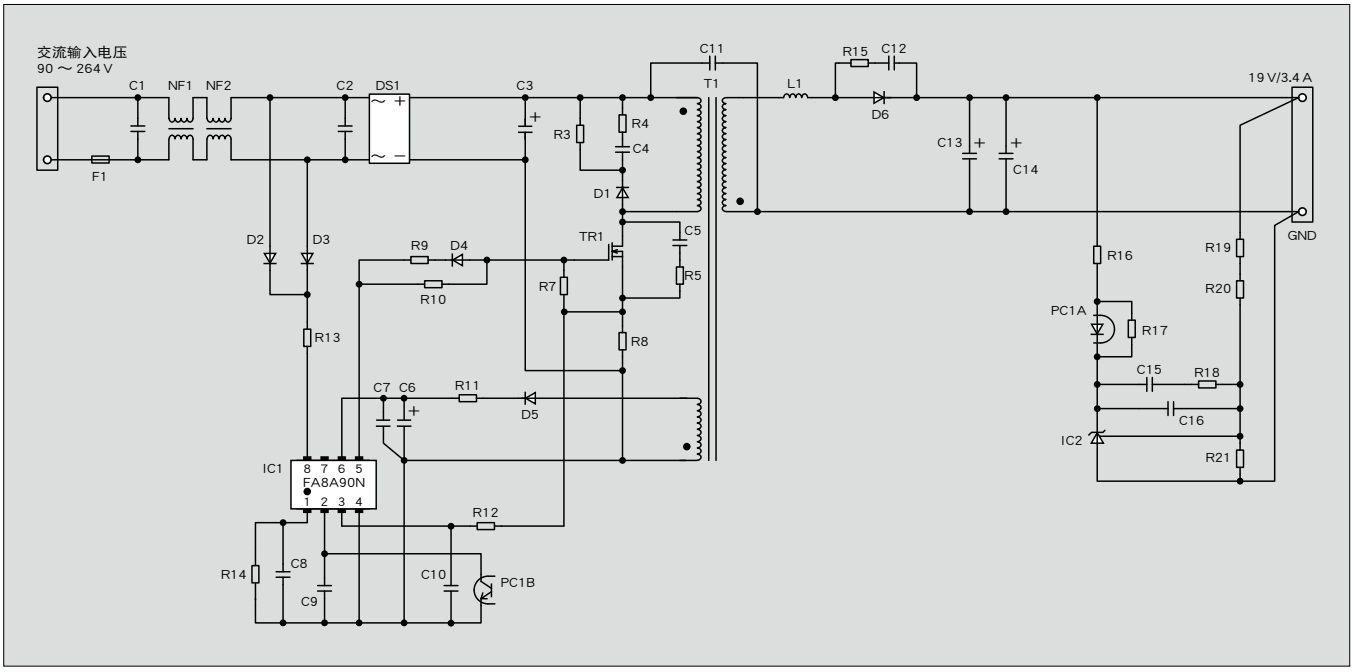

图 8 “FA8A80 系列”评估用电源板的电路图（19 V/3.4 A，65 W）

与传统产品置换，采用了相同的端子配置，设计电路和芯片时，还注意避免了对变更以外的特性的影响。

用**图 8** 所示的评估用电源板进行比较评估的结果，如**图 9** 所示最大效率约为 89%，**表 2** 所示额定输出电流负载率 4 点的平均效率也在 86% 以上，确认实现了与传统产品相同的电源性能。此外，如**图 10** 所示无负载时的待机电力在 30 mW 以下，与传统产品具备同等的特性。

这样，就可以简单地完成与传统产品的置换，也可以利用以前的电源设计资料设计电源，实现省力化。

图 11 表示 FA8A80 系列的产品阵容。通过使各功能

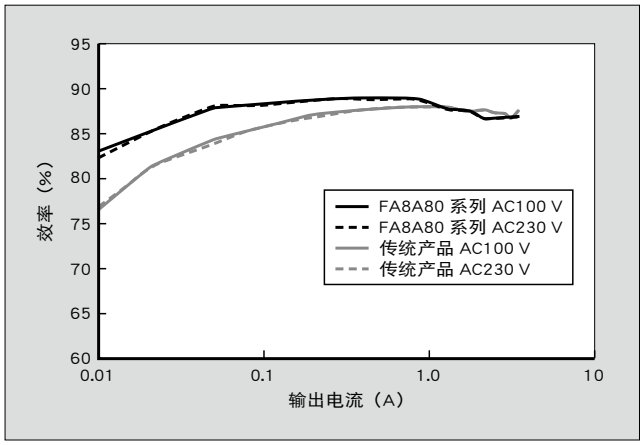

图 9 电力转换效率

表 2 “FA8A80 系列”的平均效率

输入电压		AC100 V	AC230 V
平均效率（%）		87.50	87.51
各负载率的效率（%）	25%	88.76	88.01
	50%	87.59	87.44
	75%	86.69	86.97
	100%	86.95	87.63

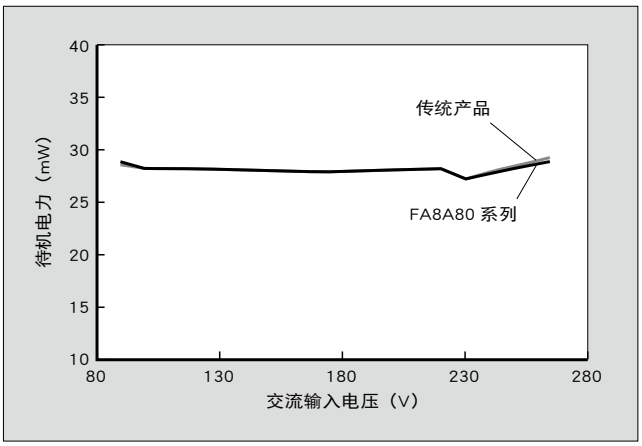

图 10 无负载时待机电力

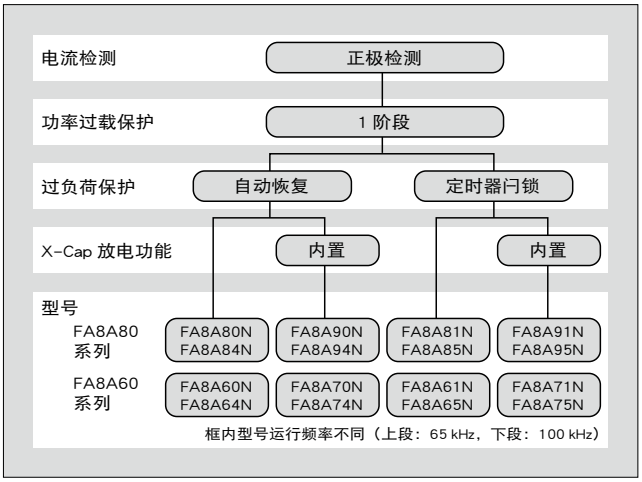

图 11 “FA8A80 系列”的产品阵容

的组合和运行频率与传统产品相同，维持了与传统产品的兼容性。

5 后记

本文对 650 V 耐压 PWM 电源控制 IC“FA8A80 系列”进行了介绍。电流模式 PWM 控制 IC 为了能适用于多种电源规格，要求内置多种功能，同时，进一步扩大输入电压范围、提升安全性的要求也在增加。今后，富士电机还将继续提供满足市场需求的产品。

参考文献

(1) 薮崎純ほか. 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.

日朝　信行

从事开关电源控制 IC 的开发。现就职于富士电机株式会社电子元件事业本部事业统括部分立器件部。

远藤　勇太

从事开关电源控制 IC 的开发。现就职于富士电机株式会社电子元件事业本部事业统括部分立器件部。

狩野　太一

从事功率 IC 的器件、工艺的研究开发。现就职于富士电机株式会社电子元件事业本部开发统括部元件开发部。

富士电机

Fuji Electric

＊本刊记载的公司名称及产品，有可能是各相关公司的商标或注册商标。