

# 第7世代 PWM 電源制御 IC 「FA8C00 シリーズ」

“FA8C00 Series” 7th-Generation PWM Power Supply Control ICs

松本 晋治 MATSUMOTO, Shinji

山根 博樹 YAMANE, Hiroki

宮城 輝大 MIYAGI, Kodai

近年、電子機器の省エネルギー化が進む中で、電子機器に用いられるスイッチング電源には、軽負荷時の電力変換効率向上、高 AC 入力電圧対応、小型化が求められている。富士電機は、これらの要求に応えた第7世代 PWM 電源制御 IC 「FA8C00 シリーズ」を開発した。MOSFET のゲート駆動に最適な最小出力パルス幅を選択でき、軽負荷時の電力変換効率が向上した。また、高 AC 入力電圧端子の最大印加電圧を 650 V から 710 V に向上した。さらに、IC 出力電圧をクランプすることで、外部レギュレータ回路が不要となり、部品点数の削減を可能にした。

As energy saving performance has been increasingly enhanced in recent electronic equipment, demand is increasing for switching power supplies for electronic equipment with high efficiency in power conversion at light loads, high voltage AC input, and compactness. Fuji Electric has thus developed the “FA8C00 Series” 7th-generation PWM power supply control ICs. Minimum output pulse width is selectable for optimal MOSFET gate drive, improving power conversion efficiency at light loads. The maximum applied voltage at the high voltage AC input terminals has increased from 650 V to 710 V. Furthermore, clamping the IC output voltage eliminates the need for an external regulator circuit, reducing the number of components.

## 1 まえがき

深刻な問題となっている地球温暖化対策として、温室効果ガス排出量削減への取組みは非常に重要になっている。電子機器に用いられるスイッチング電源においても、環境問題への関心の高まりにより、省エネルギー化に関する要求が厳しくなっている。特に近年、ネットワークの利用が拡大して常時稼働のシステムが増えることにより、軽負荷時の電力変換効率の向上が強く求められている。

また新興国では、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）の電圧変動が頻発している。それにより、AC 電源に高電圧が発生し、電源装置の入力電圧範囲を超えることによる電源装置の破壊が問題となっている。さらに、電子機器の継続的な低価格化ニーズにより、電源に対してさらなる小型化と部品削減の要求が強まっている。

今回、従来製品と比べて電源システムの軽負荷時の電力変換効率のさらなる向上と、高 AC 入力電圧対応、電源部品の削減を可能とする第7世代 PWM 電源制御 IC 「FA8C00 シリーズ」を開発した。

本稿では、FA8C00 シリーズの概要と特徴およびそれらの適用効果について述べる。

## 2 製品概要

図1に FA8C00 シリーズの外観を示す。FA8C00 シリーズは、従来製品と同様に 8 ピンの小型パッケージである SOP-8 を採用している。この IC は、軽負荷時の電力変換効率の向上を実現するため MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) のゲート駆動に最適な最小出力パルス幅を外部部品で選択できる機能を



図1 「FA8C00 シリーズ」の外観

新たに導入している。

また、AC 電源からの高電圧印加による破壊を抑制するため、AC 電源に接続される入力端子の最大印加電圧を 650 V から 710 V に向上させた。さらに、電源部品の削減を行うために、MOSFET のゲート過電圧破壊を防止する IC 出力電圧のクランプ機能を導入することで、従来の外部レギュレータ回路を不要とした。

表1に FA8C00 シリーズの機能概要を示す。また図2

表1 「FA8C00 シリーズ」の機能概要

項目	従来製品	FA8C00シリーズ
最小出力パルス幅の選択機能	なし	内蔵
高AC入力電圧端子最大印可電圧	650 V	710 V
IC出力電圧のクランプ機能	なし	内蔵 (16 V)
外部レギュレータ	必要	不要 (8点の部品削減可能)

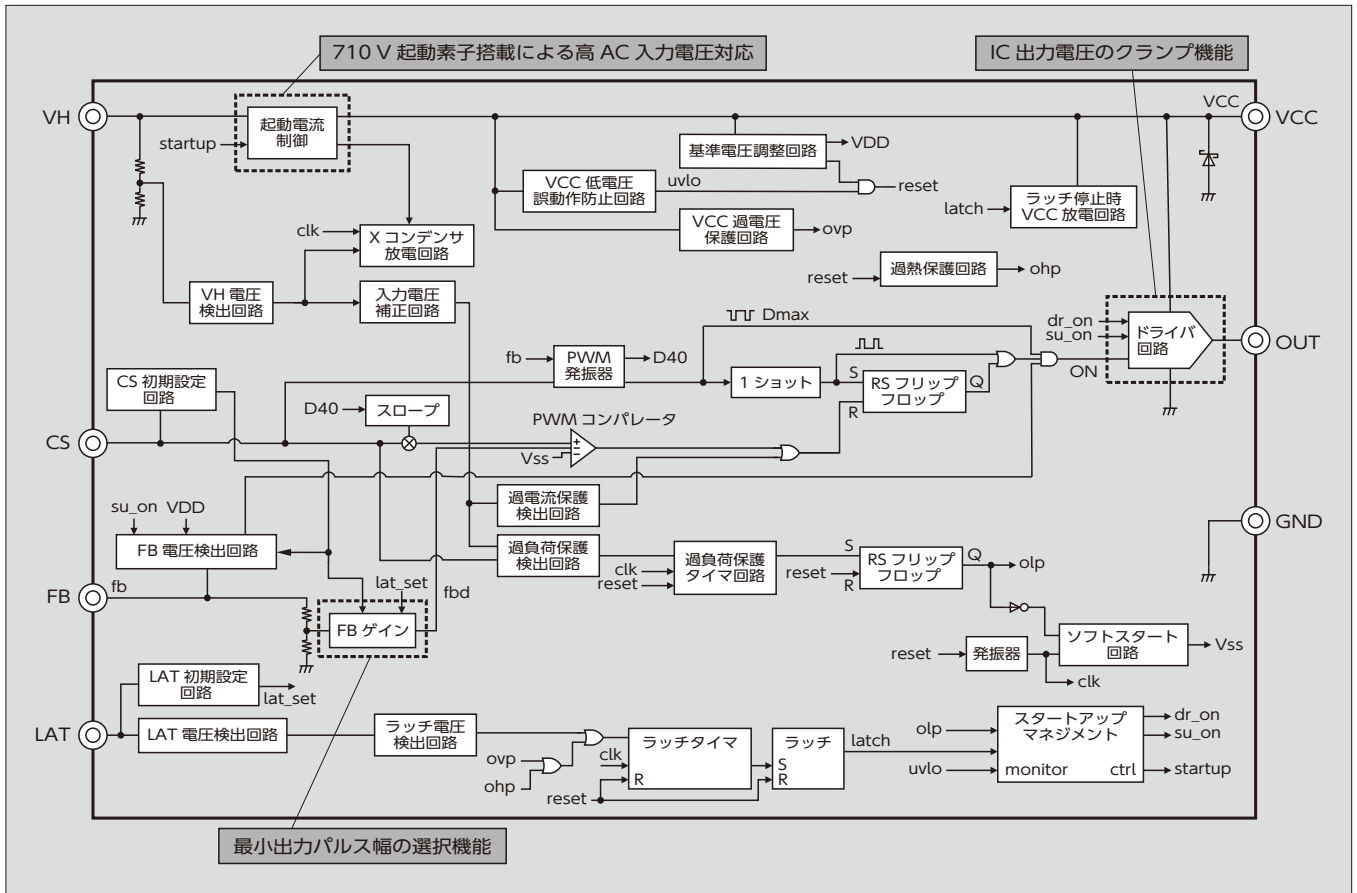


図2 「FA8C00 シリーズ」のブロック図

に FA8C00 シリーズのブロック図を示す。FA8C00 シリーズでは最小出力パルス幅の選択機能を“FB ゲイン回路”、710 V 起動素子搭載による高 AC 入力電圧対応を“起動電流制御回路”、IC 出力電圧のクランプ機能を“ドライバ回路”で実現した。

### 3 特徴

#### 3.1 軽負荷時の効率向上

図3に示すように、従来はスイッチング動作の開始と停止を連続して繰り返すバースト動作を行い、スイッチング損失を低減することで軽負荷時の電力変換効率を向上させていた。図4に OUT 端子の出力パルス幅と CS、FB 端子電圧との関係を示す。連続スイッチング動作時の MOSFET 駆動用 OUT 端子の出力パルス幅は、電流センス入力 (CS) 端子電圧  $V_{cs}$  とフィードバック制御信号入力 (FB) 端子電圧を IC 内部で分圧した電圧値  $V_{fbd}$  の比較結果で決定されるが、スイッチング動作の開始時と停止時の FB 端子電圧は低いため、幅の狭い出力パルスが発生していた。これにより 1 回のスイッチング動作で電源の出力側に送る電力が少なくなる。その結果、電力不足を補うためスイッチング回数が増加し、スイッチング損失が増加するため、軽負荷時の電力変換効率を低下させていた。また、図5に示すように OUT 端子の出力パルス幅が広くなりすぎると、MOSFET やダイオードの導通損失が増加

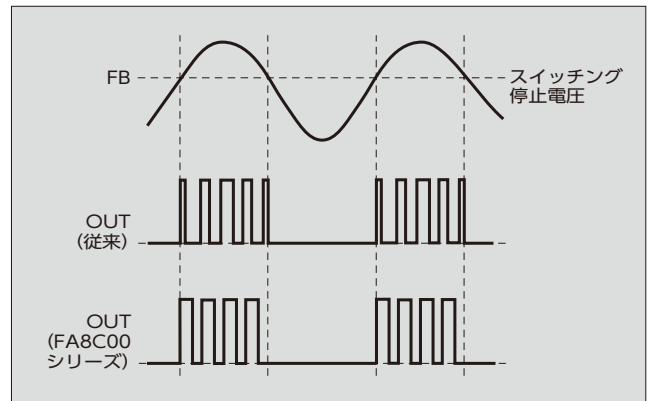


図3 バースト動作

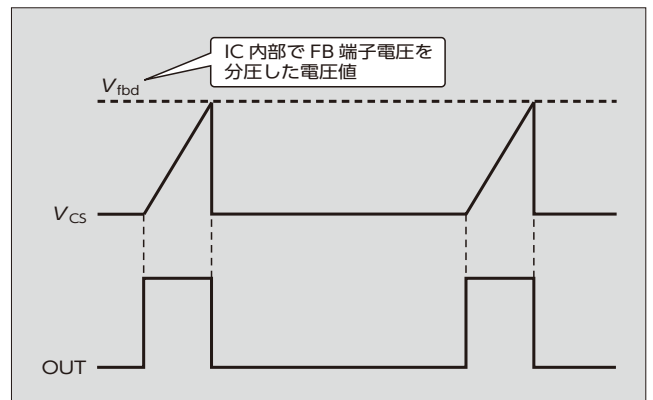


図4 OUT 端子の出力パルス幅と CS、FB 端子電圧との関係

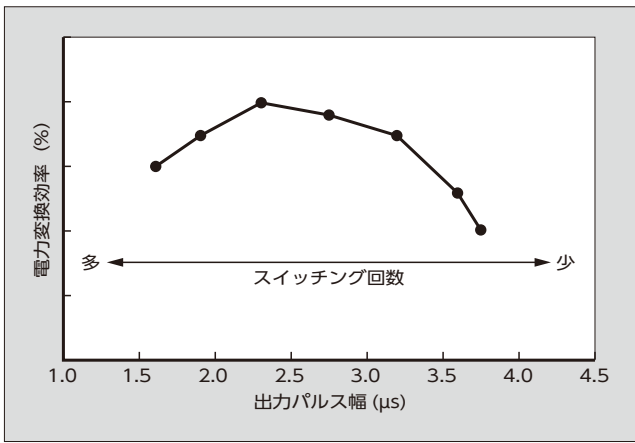


図5 出力パルス幅による電力変換効率の変化

するため、電源によってはスイッチング回数が少なくても電力変換効率が低下する。

このように、軽負荷時の電力変換効率を向上させるには出力パルス幅の最適化が効果的である。そこで、FA8C00 シリーズでは電源に合わせて最小の出力パルス幅を外部部品で設定できる機能を追加した。図6に外部部品による最小パルス幅の選択を示す。具体的な設定方法としては、外部ラッチ信号入力端子 (LAT 端子) にコンデンサを接続し、コンデンサ C1 の容量値により最小出力パルス幅を決める IC 内部の  $V_{fb,d}$  電圧を 3 種類の中から選択する。一例として  $R1=90\text{ k}\Omega$ 、 $C1=1,000\text{ pF}$  を接続した場合、High が選択され、最小出力パルス幅を最も広くすることが可能である。この機能により、電源ごとに最適な最小出力パルス幅を設定することができ軽負荷時の電力変換効率の向上が可能となる。

### 3.2 AC 入力の許容最大印加電圧の拡大

低消費が求められる商用電源 (AC 電源) に接続される高 AC 入力電圧端子 (VH 端子) の回路内部には、起動素子 (JFET : Junction Field-Effect Transistor) を搭載している。IC 起動時は VH 端子から IC の電源である VCC 端子に起動電流 (起動時の VCC 端子充電電流) を供給

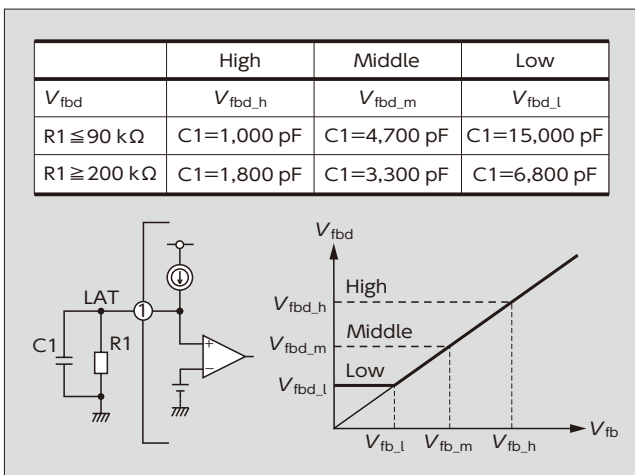


図6 外部部品による最小パルス幅の選択

し、VCC 端子電圧が一定電圧以上になると起動電流制御回路により VH 端子からの起動電流供給を停止させている。この起動素子に、定格の 650 V 以上が印加されると破壊する恐れがある。

FA8C00 シリーズでは、起動素子を改良して、VH 端子への最大印加電圧を 710 V に高め、商用電源 (AC 電源) の電圧変動下での起動素子の破壊を抑制した。

### 3.3 出力電圧クランプ機能の内蔵

FA8C00 シリーズでは、外付け MOSFET のゲート過電圧破壊を防止するため、IC 出力電圧をクランプする機能を内蔵している。図7に OUT 端子の外部回路構成と IC 出力電圧クランプ回路、図8に IC 出力電圧クランプ動作を示す。既存の FA8A80 シリーズの IC 出力電圧は、電源の補助巻線から供給される電圧 (VCC 端子電圧) が電源の構成によっては VCC 端子電圧の 30 V を超える場合があり、IC から出力する MOSFET ゲート駆動電圧値も 30 V を超えてしまう。通常 MOSFET ゲートの定格電圧は 20 ~ 30 V であり、MOSFET を破壊させないために従来は VCC 端子電圧が 20 V 以下になるように外部レギュレータ回路が必要であった。

新製品の FA8C00 シリーズでは、IC 内部で IC 出力電圧をクランプする機能を内蔵することで、VCC 端子電圧が 30 V を超えても IC から出力するゲート電圧は 16 V に

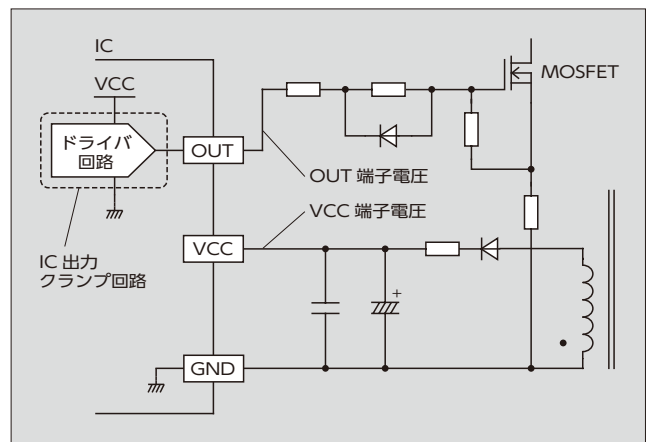


図7 OUT 端子の外部回路構成と IC 出力電圧クランプ回路

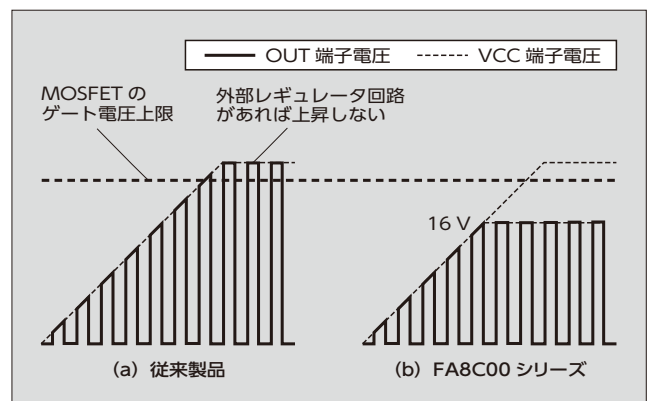


図8 IC 出力電圧のクランプ動作

抑えられるため、外部で構成していた外部レギュレータ回路が不要となり、電源の部品削減を可能とした。

#### 4 電源回路への適用効果

##### 4.1 電力変換効率の向上

表2に従来製品との電力変換効率の比較を、図9に電力変換効率の測定結果を示す。また、測定に用いた、FA8C00シリーズ評価用電源ボードの回路図を図10に示す。

FA8C00シリーズは、バースト動作する出力電流0.1A以下の軽負荷領域の電力変換効率を従来製品より改善可能であり、例えば入力電圧AC230Vで出力電流0.01Aの条件では+1.5%の効率向上効果を確認している。

表2 従来製品との電力変換効率の比較

製品		従来製品		FA8C00シリーズ	
入力電圧		AC115V	AC230V	AC115V	AC230V
軽負荷領域の電力変換効率	出力電流 0.01 A	81.9%	78.2%	82.5%	79.7%
	出力電流 0.02 A	85.7%	83.3%	86.6%	84.1%
	出力電流 0.05 A	88.0%	86.8%	88.7%	87.2%
	出力電流 0.1 A	89.0%	87.9%	89.5%	88.3%

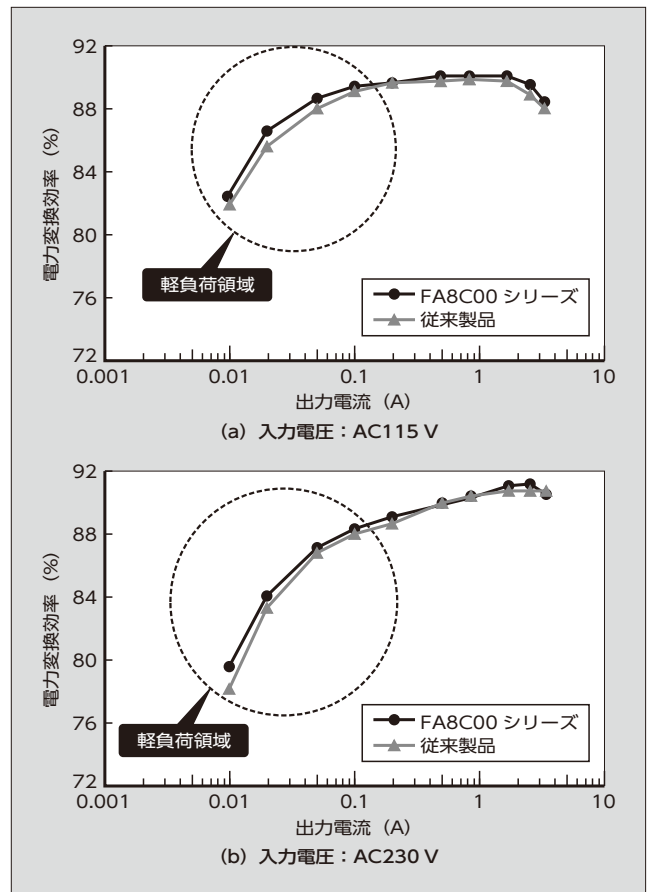


図9 電力変換効率の測定結果

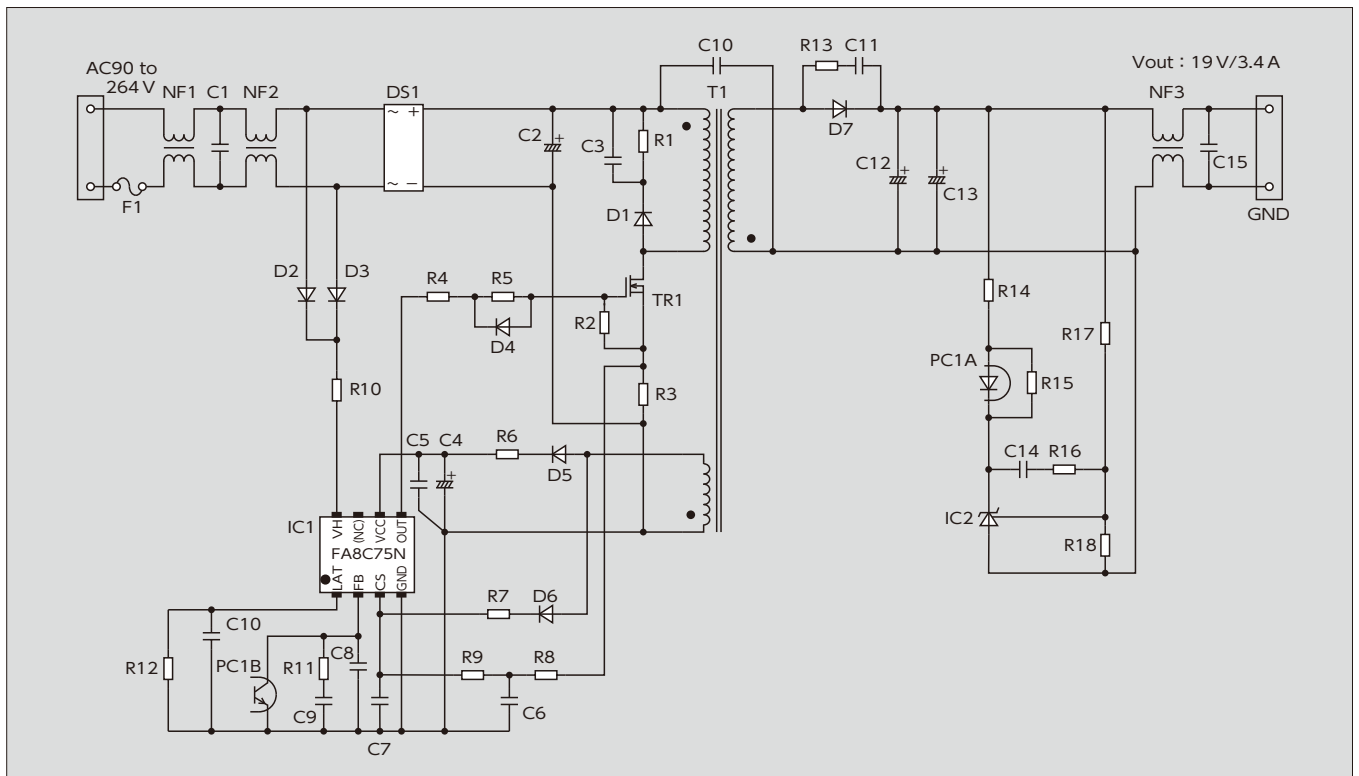


図10 「FA8C00シリーズ」評価用電源ボードの回路図 (19V/3.4A 65W)

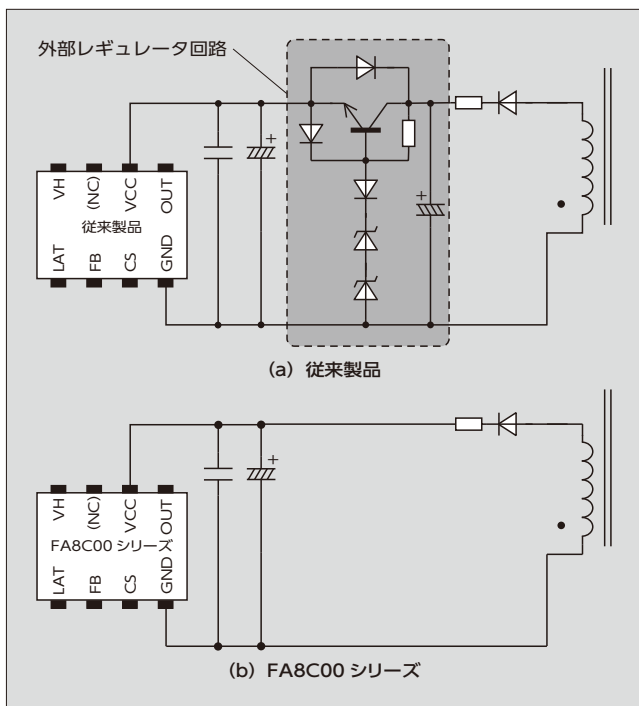


図 11 「FA8C00 シリーズ」と従来製品の VCC 端子周りの電源回路例

#### 4.2 電源回路部品点数の削減

図 11 に FA8C00 シリーズと従来製品の VCC 端子周りの電源回路例を示す。FA8C00 シリーズでは前述のように IC にクランプ回路を内蔵しているため、VCC 端子電圧が MOSFET のゲート耐圧より高い場合でも、IC 出力電圧を MOSFET のゲート耐圧以下に抑えるため、外部レギュレータ回路が不要で、電源の部品 8 点を削減可能であり、電源の小型化に貢献できる。

#### 5 あとがき

本稿では、第 7 世代 PWM 電源制御 IC 「FA8C00 シ

リーズ」について述べた。カレントモード PWM 電源制御 IC には、多様な電源仕様に適用できるようにさまざまな機能の内蔵が求められている。

今後も市場ニーズにマッチした軽負荷時の電力変換効率の向上、部品点数削減による電源の小型化に応えた製品を提供していく所存である。

#### 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.
- (2) 日朝信行ほか. 650V耐圧PWM電源制御IC「FA8A80シリーズ」. 富士電機技報. 2017, vol.90, no.4, p.246-250.



松本 晋治

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、富士電機株式会社半導体事業本部産業事業部産業設計第二部。



山根 博樹

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、富士電機株式会社半導体事業本部産業事業部産業設計第二部。



宮城 輝大

スイッチング電源制御 IC の開発に従事。現在、富士電機株式会社半導体事業本部産業事業部産業設計第二部。



\*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。