小型 5 チャネル DC-DC コンバータ制御 IC

山田谷 政幸（やまだや　まさゆき）

1　まえがき

ディジタルスチルカメラを中心とした携帯型電子機器は近年急速に市場が拡大している。これらの電子機器は高性能・多機能化が進んでいるが，同時に小型・軽量・薄型化，そして低価格化も顕著である。電子機器内部を構成する部品は多岐にわたり，これらが必要とする電圧の種類は多くなっているのが実情である。したがって，電子機器の電源部分の基板に占める割合は比較的大きく，この削減要求が次第に高まってきている。

富士電機ではこれまでも携帯型電子機器向けに PWM（Pulse Width Modulation）方式のマルチチャネル出力 DC-DC コンバータ制御 IC を数多く開発してきたが，今回これらの市場要求に応え，外付け部品を大幅に削減し 36 ピン小型パッケージを採用した 5 チャネル出力 DC-DC コンバータ制御 IC「FA7716R」を開発したのでここにその概要を紹介する。

2　特　徴

今回開発した FA7716R はこれまで富士電機で開発してきた 5 チャネル出力 DC-DC コンバータ制御 IC で構成できる電源回路と等しい機能を維持しつつ，外付け部品の内蔵化や小型パッケージの採用により PWM 方式の 5 チャネル出力 IC では従来に比べ大幅に小型化されている。また，富士電機の IC の特徴である CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）を用い，低消費電流を実現している。

5 チャネルの出力はすべて MOSFET（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）を直接駆動することができ，インダクタを用いた昇圧回路や降圧回路のほか，トランスを用いたフライバック回路などの駆動にも適している。また各チャネル独立にオンオフ制御することができ（一部チャネルは共通化），あらゆる電源シーケンスに対応できる。

FA7716R の主要特性を**表 1** に示し，特徴を以下に挙げる。

表 1　主要特性

項　目	条　件	最小	標準	最大	単位
電源電圧範囲		2.5		10	V
三角波発振周波数範囲		200	500	1,200	kHz
基準電圧（誤差増幅器）		0.09	1.00	1.01	V
ソフトスタート時間	0～100%		25		ms
内蔵最大デューティ制限	DT＝GND時	80	85	90	%
	DT＝VREG時	65	70	75	%
低電圧誤動作防止動作電圧		1.9	2.1	2.3	V
OUT Hレベルオン抵抗	I_{out}＝10 mA		15	23	Ω
OUT Lレベルオン抵抗	I_{out}＝－10 mA		7	11	Ω
待機電流			2	10	μA
平均消費電流	f_{osc}＝500 kHz		4	6	mA

〈注〉特に条件のない限り，電源電圧3.3 V，常温（25℃）における定格。

(1)　36 ピン QFN（Quad Flat Non-lead）パッケージ

(2)　動作電圧範囲：2.5 ～ 10 V

リチウムイオン電池（1 セル・ 2 セル），ニッケル水素電池（4 セル），アルカリ乾電池（4 セル）に対応

(3)　発振周波数：200 kHz ～ 1.2 MHz

高周波動作によりインダクタの小型化が可能

(4)　IC 内蔵の基準電圧：1.00 V±1 %

(5)　5 チャネルの PWM 制御出力を内蔵

チャネル 1 ～ 3 は n チャネル駆動用，チャネル 4 は p チャネル駆動用，チャネル 5 は n/p チャネル駆動選択可

(6)　タイマ・ラッチ方式出力短絡保護回路，低電圧誤動作防止回路を内蔵

(7)　各チャネル独立オンオフ制御，ただしチャネル 4 とチャネル 5 は共通

(8)　ソフトスタート回路内蔵，IC 内部にて固定

(9)　チャネル 4 に対するチャネル 5 の起動時遅延時間の設定可能

(10)　最大デューティ制限を内蔵

チャネル 1・3・5（n チャネル駆動時）は 85 %，68 %

山田谷 政幸

電源 IC の開発に従事。現在，松本工場 IC 第一開発部。

のいずれかを選択可能，また任意の最大デューティ制限の設定も可能，チャネル 2 は 85 %に内部固定

3　製品の概要

図 1 に FA7716R の内部ブロック図および応用回路例を示す。機能の概要は以下のとおりである。

3.1　PWM 制御系

チャネル 3 を除き誤差増幅器の非反転入力はいずれも内部にて基準電圧に接続されている。チャネル 3 の誤差増幅器は非反転・反転入力ともに外部にて設定できる。

チャネル 1・2・3 の出力は n チャネルドライバ，チャネル 4 の出力は p チャネルドライバ，チャネル 5 の出力は n チャネル/p チャネルのドライバ切換が可能である。

チャネル 3 は誤差増幅器の非反転入力が設けられていることから，ディジタルスチルカメラなどで使用される LED バックライトの駆動に使用することができる。

3.2　最大デューティ制限回路

チャネル 1・3 およびチャネル 5 の n チャネル駆動時は最大デューティ制限を設定することができる。IC には 85 %と 68 %の 2 種類の最大デューティ制限が内蔵され，DT 端子電圧を GND 側または VREG 側に固定することで切り換えることができる（**図 2**）。また DT 端子に外部から電圧を印加することで任意の最大デューティ制限を設定することも可能である。チャネル 5 については p チャネル駆動時のみ最大デューティ制限は一切無効となる。

図 2　DT 端子電圧―最大デューティ制限特性

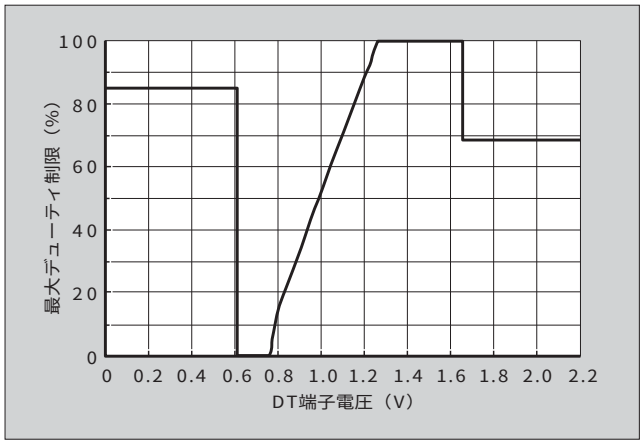


図 1　内部ブロック図および応用回路例

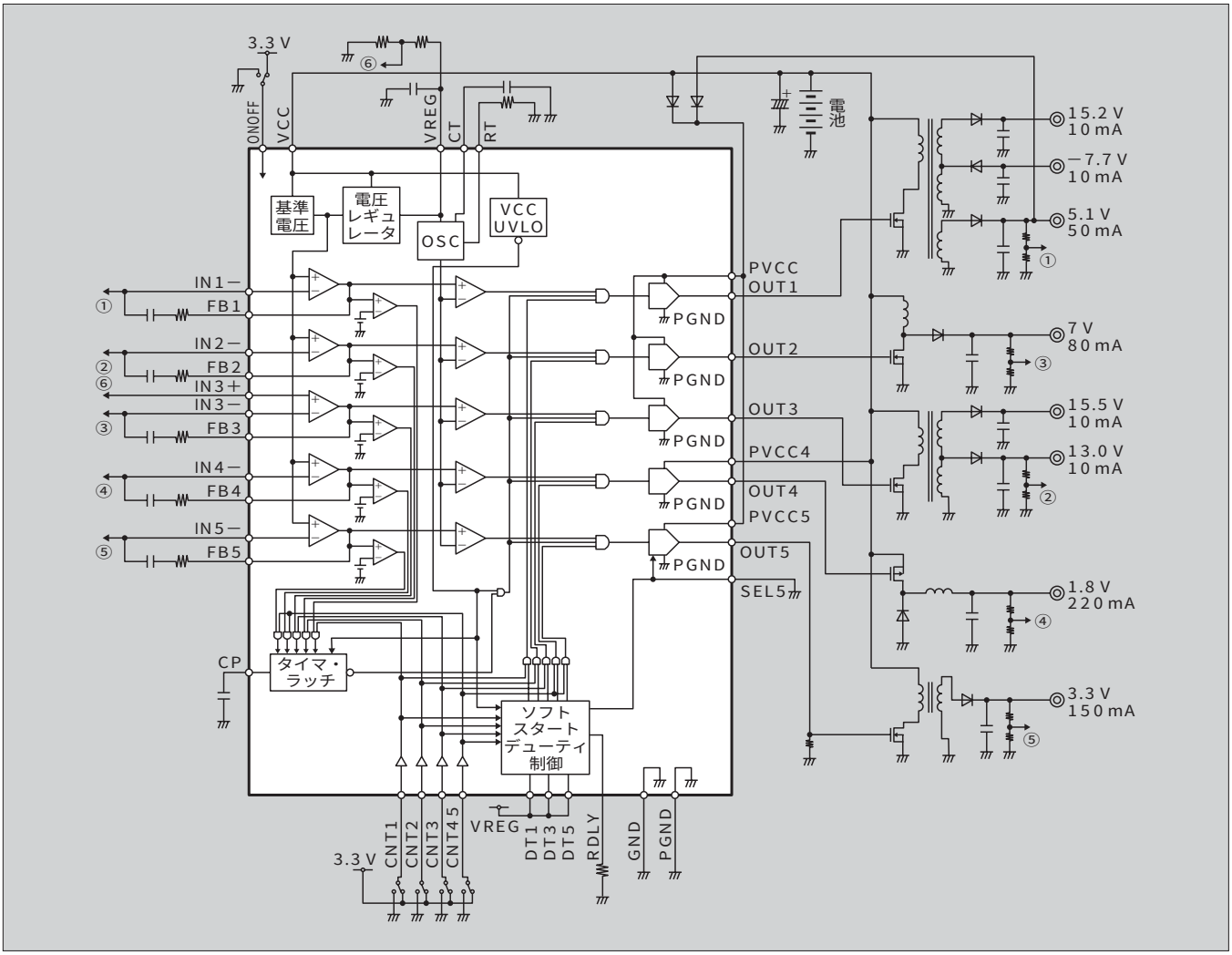
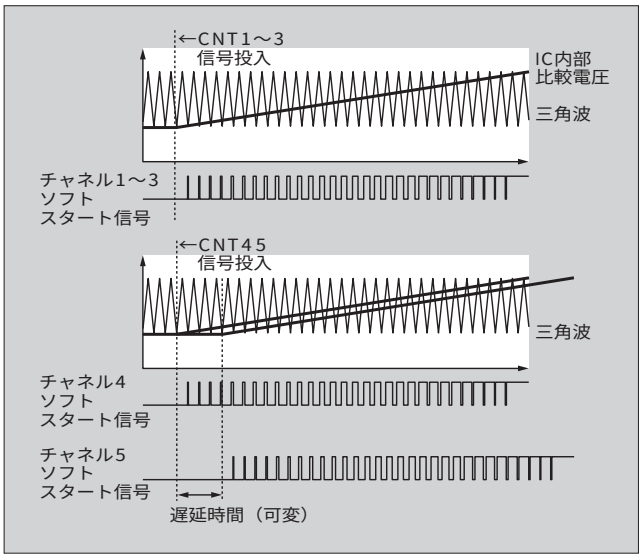


図３　ソフトスタート信号



3.3　ソフトスタート回路

一般に各チャネルの起動は任意のタイミングで行われるため，ソフトスタートは各チャネルに対し独立に設定する必要があり，チャネル分の外付け部品が必要である。FA7716R ではソフトスタート機能すべてを内蔵化し，外付け部品を不要とした。またこれにより IC のピン数削減を実現した。

IC 内部のソフトスタート信号はコンパレータに三角波と比較電圧を入力することで得ている。比較電圧は数 ms の緩い時間傾斜を持つため，発振器，カウンタ，および D-A コンバータを用いて生成している。カウンタと D-A コンバータを各チャネルが持つことで，各チャネルのオンオフを行う CNT 端子に信号が投入されるとソフトスタートの信号が発生する（**図３**）。

なお，チャネル４とチャネル５は同一の CNT45 端子にて制御され，後述の遅延時間を持っておのおの独立のソフトスタート信号が発生する。

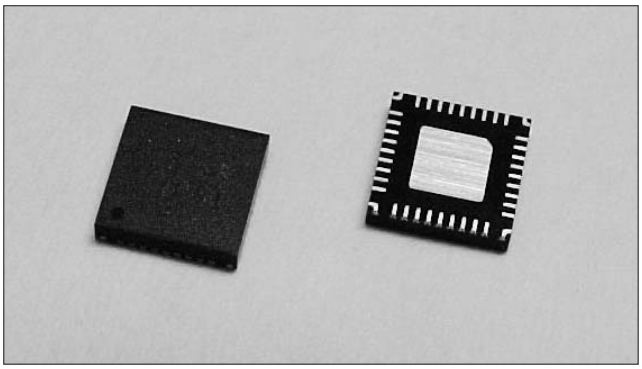
3.4　チャネル 5 遅延回路

チャネル４とチャネル５はディジタル系に電圧を供給することを目的とし，共通の CNT45 端子で制御される。ディジタル系は一般に２種類の電圧についてシーケンスが定められており，起動時に一方の電圧がもう一方の電圧を追い越してはならないとされている。

そこで FA7716R ではチャネル４の起動に対しチャネル５の起動に遅延時間を設定できるようにした。使用する入力電圧範囲や負荷条件により各チャネルの起動にかかる時間は異なるため，セットに組んだ際に最適な状態に調整できるよう，遅延時間は外付け抵抗にて可変とした。

チャネル４とチャネル５の起動時の関係は**図３**に示すとおりである。

図４　パッケージの外観



3.5　出力ドライバ電源入力端子の分割

トランスを駆動する際など，耐圧の高い MOSFET による駆動が必要となる場合がある。この際，MOSFET のしきい値電圧は高くなる傾向にあり，電池電圧では能力不足ということもあり得る。

この対策として昇圧回路で生成した電圧をドライバの電源入力端子に帰還することにより，より高い電圧で MOSFET を駆動することが可能になり効率改善も期待できる。

しかしチャネルによってはこの昇圧した電圧を帰還すると不都合が生じる場合もあるため，FA7716R ではドライバ電源入力端子を三つに分割し，自由度が高い電源回路設計を可能としている。

3.6　パッケージ

FA7716R の小型化に際してはピン数の削減のほか，パッケージ自身の小型化にも大きく寄与している。

36 ピン QFN パッケージにてピン間隔 0.4 mm を採用した結果，ボディサイズ 5 mm × 5 mm を実現した。また厚さは最大 0.95 mm であり，薄型化を図っている。

パッケージの表面および裏面の外観を**図４**に示す。

3.7　応用回路例

FA7716R を用いた応用回路例を**図１**に示した。本例以外にもいろいろな組合せの電源回路を構成することが可能である。

4　あとがき

新たに開発した小型５チャネル DC-DC コンバータ制御 IC について製品紹介を行った。

ディジタルスチルカメラを中心とした携帯型電子機器は今後も発展を続けることは間違いない。その中で電源回路は多チャネル化と少チャネル化に二極化する動きが見られ，将来その構成比率がどうなるのかは現在のところまったく予測がつかない状況である。

富士電機では今後の動向をにらみ，さらなる外付け部品の内蔵化，そして電源回路の高効率化を目指し，新たな魅力ある新製品の開発を迅速に推し進めていく所存である。

e-Front runners

＊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。