富士電機の IC の現状と展望

鶴田　芳雄（つるた　よしお）　　黒田　栄寿（くろだ　えいじ）

1　まえがき

富士電機の IC（Integrated Circuit）は，高耐圧技術（パワー IC 技術），高精度 CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）アナログ技術，およびこれらを制御するためのディジタル技術をコア技術とし，電源 IC や FPD（Flat Panel Display）用ドライバ IC などを中心に製品展開を図っている（**図１**参照）。

これらの製品分野では，小型化，軽量化，低消費電力化，高機能化が求められており，中でも地球環境保護に寄与する低消費電力化の要求は大きい。富士電機ではこれらの要求に応えるため，低消費電力高耐圧 CMOS アナログ技術を開発し，これを電源 IC に適用して，AC アダプタ用電源 IC，携帯電話用電源 IC，ディジタルスチルカメラ（DSC）用電源 IC などを製品化してきた。

また，高耐圧化技術においては，700 V 耐圧のパワー MOSFET（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）を IC に内蔵できる高信頼性デバイス・プロセス技術や，SOI（Semiconductor On Insulator）基板上に IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）を作成し IC 化する技術など特徴ある技術を開発し，製品展開を図っている。

さらに，もう一つの富士電機の IC の特徴として，センサ複合化技術がある。ホトダイオードによる光センサ内蔵のカメラ用オートフォーカス（AF）IC やピエゾ型ストレインゲージ内蔵の自動車用圧力センサなどに応用されている。

本特集号では，これらの特徴を生かした新製品および新技術について紹介する。

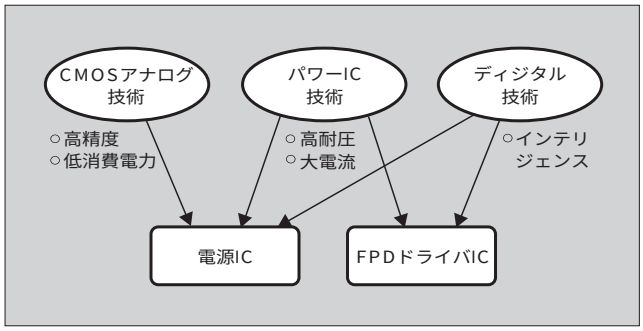
2　富士電機の IC の現状

2.1　製品展開

2.1.1　電源 IC

富士電機では，高耐圧 CMOS アナログ技術をベースに，パワー IC 分野に注力しているが，その中でも電源 IC を最重点機種として位置づけ，製品展開を行っている。その製品コンセプトは，低消費電力化，高精度化，小型化，複合化であり，これらを独自技術により「顧客第一」の視点で具現化すべく，製品開発に取り組んでいる。

図１　富士電機の IC の特徴



電源 IC 分野は，商用電源を入力とする AC-DC コンバータ分野と，携帯用電子機器を中心に用いられる DC-DC コンバータ分野に大別される。富士電機では両分野で製品展開を行っている。**表１**に富士電機の CMOS 電源 IC の例を示す。AC-DC 分野では，近年，待機時電力が注目されており，その低減が急務となっている。富士電機ではこれに対応可能な制御 IC の系列化を進めており，今回，高耐圧（500 V）起動回路を内蔵したカレントモード PWM（Pulse Width Modulation）制御 IC を開発した。軽負荷時に周波数を低減させ，消費電力低減と低出力リプル電圧の両立を目指したものである。また，この分野では高調波抑制の対応も重要である。これに対しては力率改善用 IC をすでに製品化済み[(1)]であるが，より使いやすさを目指した製品開発は継続していく計画である。700 V 耐圧のパワー MOSFET 内蔵のパワー IC は，AC アダプタ用途を中心に市場が拡大している。すでに量産を開始している製品もあるが，これについても機種系列拡大を含め，今後重点的に製品開発を行う予定である。

DC-DC 分野は各種携帯機器市場の拡大とともに，アプリケーションごとの専用 IC 化が進んでいる。今回，富士電機では，DSC 用に的を絞った電源 IC を開発した。DSC

鶴田　芳雄

CMOSIC のプロセス・デバイス開発に従事。現在，松本工場 IC 第二開発部長。電気学会会員。

黒田　栄寿

電源 IC を中心に，IC の製品開発に従事。現在，松本工場 IC 第一開発部長。電子情報通信学会会員。

表１　CMOS電源ICの一覧

(a) AC-DC分野

型　名	D_{max} (%)	適用回路			動作モード		保護回路			MOS駆動	外形
		フライバック	フォワード	力率改善	ボルテージ	カレント	OCP	OCV	OTP		
FA13842	96	○				○				○	8ピン
FA13844	48		○			○				○	8ピン
FA3641/3747	70	○			○		○	○		○	8ピン
FA5510/5511 FA5514/5515	46/70	○	○		○		○	○		○	8ピン
FA5501				○			○	○		○	8ピン
FA5502				○			○	○		○	16ピン
FA5701	70	○				○	○	○	○	700V内蔵	6ピン
FA5504	46		○		○		○	○		○	8ピン
FA5506/07/08	80	○				○	○	○		○	8ピン
FA5520	95	○				○		○		○	5ピン

(b) DC-DC分野

型　名	チャネル数	D_{max} (%)	電圧範囲			適用回路				MOS駆動	外形
			2.5～18V系	2.5～5.5V系	10～25V系	ステップダウン	ステップアップ	インバータ	フライバック		
FA3675F	6	任意設定	○			○	○	○	○	○	48ピン
FA3676F	6	任意設定	○			○	○	○	○	○	48ピン
FA3698F	7	任意設定	○			○	○	○	○	○	64ピン
FA3630V	2	任意設定		○		○	○	○	○	○	16ピン
FA13843	1	96					○	○	○	○	8ピン
FA13845	1	48			○		○	○	○	○	8ピン
FA3686V	2	85	○		○		○	○	○	○	16ピン
FA3687V	2	任意設定	○			○	○	○	○	○	16ピン
FA7700	1	90	○				○		○	○	8ピン
FA7701	1	100	○			○				○	8ピン
FA7703/7704	2	任意設定	○			○	○	○	○	○	16ピン
FA3629AV	3	ch1，87		2.5～5.8V系			○		○	NMOS内蔵	16ピン
		ch2，87					○		○		
		ch3，86				○					
FA3635P	1	任意設定			10～45V系	○				PMOS内蔵	8ピン
FA3685P	1	任意設定			10～45V系	○				PMOS内蔵	8ピン
FA7702	1	100			10～45V系	○				PMOS内蔵	8ピン
FA7706	5	任意設定	2.5～12V系			○				○	48ピン
FA7707	2	任意設定	○			○		○		○	20ピン
FA7708	5	85	1.4～10V系			○	○		○	○	48ピン
FA7709	6	85	1.4～10V系			○	○		○	○	48ピン
FA7710	2	92			6.5～28V系	○				○	24ピン
FA7711	3	任意設定	4.5～15V系			○	○	○	○	○	24ピン
FA7715	2	88	1.8～12V系			○	○		○	○	16ピン

(c) その他の分野

型　名	チャネル数	主要用途	電圧範囲	適用回路				MOS駆動	外形
			2.5～5.5V系	ステップアップ	チャージポンプ	シリーズレギュレータ	スイッチ		
FA3721	4	RGB LED PWM制御	3.15～5.0V*1 2.7～3.2V*2		○		○	PMOS内蔵 NMOS内蔵	16ピン
FA3717	1	白色LED 階調制御	3.1～4.3V*1 2.75～2.95V*2	○				NMOS内蔵	16ピン
FA3705	1	低ノイズ チャージポンプ	2.7～4.4V		○	○		PMOS内蔵	8ピン
FA3901	1	低消費電力 LDO	2.0～6.0V			○		PMOS内蔵	5ピン

＊1：パワー系電源，＊2：制御系電源

は回路ブロックごとに必要な電源電圧が異なるため，マルチチャネル化が進んでいる。またバッテリー動作時間を延長するために，電源部の高効率化ときめ細かいパワーマネジメント機能が要求される。さらに多様なバッテリーに対応するため，動作入力電圧の下限を引き下げることも必要である。これらを CMOS アナログ技術により実現した。

液晶パネル駆動電源用に，富士電機の電源 IC は従来から数多く採用されている。今後，従来の CRT モニタの置換えとして，液晶モニタが期待されているが，今回専用の電源 IC を開発した。3 個の外部パワー MOSFET を直接駆動でき，入力電圧範囲が広い（5 ～ 20 V）ため使いやすい IC となっている。

携帯電話端末を代表とする携帯電子機器は，機能・性能向上のため搭載される LSI（Large Scale IC）の微細化が進展しており，電源電圧は年々低下している。携帯電話端末では従来，これらの電源はバッテリーからシリーズレギュレータを通して供給されていた。しかし，シリーズレギュレータ方式ではバッテリーと電源出力の電圧差が大きくなると，変換効率が著しく悪化するという問題がある。このため，シリーズレギュレータ方式からスイッチング方式への転換が必要であるが，スイッチング方式は外部インダクタの形状が大きく，その対策が強く求められている。この対応として，富士電機ではインダクタ一体型の電源 IC の開発に取り組んできており，今回，1 W クラスで世界最薄・最小レベルの電源 IC を実現した。今後，お客様の要望を取り入れながら，製品化に向け開発を加速していく予定である。また，今回これと合わせて，LDO（Low Drop Out Regulator）も新たに製品化した。スイッチング方式と合わせて使用することにより，用途ごとに最適な電源回路が構築できる。

以上説明した製品・技術の詳細については，本特集号の別稿に掲載されているので参照いただきたい。

2.1.2　PDP ドライバ IC

大画面テレビ用として，PDP（Plasma Display Panel）が注目されており，市場も本格的な拡大期を迎えようとしている。高耐圧パワー IC の展開として，富士電機では PDP ドライバ IC の製品化を進めている。PDP ドライバ IC には，中耐圧小電流（85 V/30 mA）のアドレス IC と高耐圧大電流（～ 200 V/～ 1,000 mA）のスキャン IC がある。アドレス IC は，C/DMOS（Complementary/Double Diffused MOS）技術，スキャン IC は SOI 基板を用いた IGBT デバイス技術を用いて製品化を行っている。今回，新たに開発した PDP ドライバ IC を別稿にて紹介しているので，参照いただきたい。

2.1.3　AFIC

富士電機では光学センサ技術応用製品として，カメラ用 AFIC も手がけている。カメラ市場は従来の銀塩カメラから，DSC へ急速にシフトしている。DSC のシャッタレリーズタイムの短縮を図るため，市場では富士電機製 AFIC が搭載され始めている。この流れを加速すべく，新製品開発を行っているが，小型化，低価格化要求にいかに応えていくかが鍵である。これに対し，今回，光学モジュールと IC チップを一体組立により小型化と低コスト化を実現した広角モジュールの製品化を行った。詳細は別稿「7 μm センサピッチ小型・高性能オートフォーカスモジュール」にて紹介する。

2.1.4　圧力センサ

圧力センサ技術の適用では自動車用圧力センサを展開している。従来，バイポーラ上に薄膜トリミングで形成していた圧力センサに対し，今回，CMOS プロセスによるディジタルトリミング型圧力センサを開発した。チップ内部には，圧力をひずみに変換するゲージ，増幅回路，EMI フィルタ，サージ保護素子が内蔵されており，高精度で安定的なトリミングが可能である。標準パッケージ製品として，エンジン吸気圧測定用スタンドアロンタイプと，大気圧補正などに用いる自立型セルタイプがある。いずれもセンサ内部に真空基準室が設けられており，高精度の絶対圧測定が可能な圧力センサである。

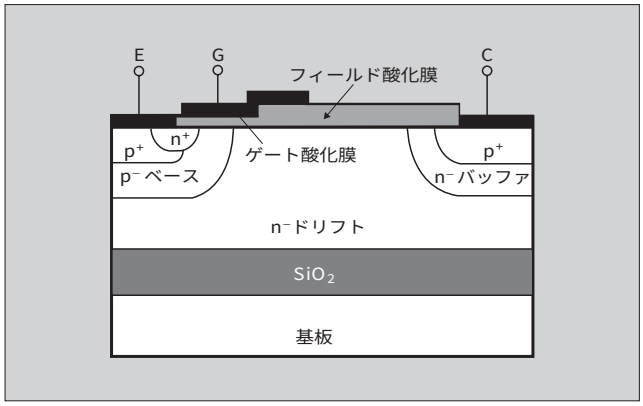
2.2　技術開発

2.2.1　プロセス・デバイス技術

富士電機のプロセス・デバイス技術の特徴の一つは高耐圧化技術である。例えば，2 層メタルシールド構造を採用した高信頼性の 700 V ワンチップパワー IC デバイス・プロセスや SOI 基板上に IGBT 素子を形成し（**図 2** 参照），高耐圧（200 V），大電流（1,000 mA）の出力段を実現した PDP ドライバ IC 用デバイス・プロセスなど，独自技術を開発している。

また，もう一つの特徴である CMOS アナログ用デバイス・プロセスとしては，本特集号で紹介している「0.6 μm アナログ C/DMOS デバイス・プロセス技術」を開発した。これは，アナログ回路用に低しきい値電圧のアナログ CMOS，ディジタル回路用には微細ルール（0.6 μm ルール）のディジタル CMOS，高耐圧 MOS としては 30 V 耐圧保証の HV-MOS と出力段 DMOS を用意している。これらにより，低電圧駆動可能な，高性能アナログ回路と，CPU などの高集積ディジタル制御回路の混載が可能となり，高性能・高機能電源 IC の製品化が可能となる。

図 2　SOI 基板上に形成した IGBT の断面構造



2.2.2　設計技術

IC 設計技術においては，高集積化，高機能化，短納期設計などの要求に応えるため，自動設計システムの構築，高精度シミュレーション技術の開発，設計資産の再利用などを進めている。特に，富士電機の最重要製品である電源 IC のようなアナログ IC に対しては，アナログマクロセルライブラリ，アナログ回路設計検証技術，アナログ自動マスクレイアウト設計技術などを開発し，電源 IC の高精度化，高機能化，短納期開発に寄与している。詳細は本特集号の別稿「アナログ IC 設計技術」にて紹介する。

また，ディジタル系のトップダウン設計環境も構築しており，前述のアナログ設計環境と合わせ，ディジタル・アナログ混載設計技術の高度化を実施している。さらに，テスト自動設計技術の開発なども行っており，今後ますます高度化が予測される携帯機器用システム電源 IC などの開発に対応可能な設計環境の構築を推進している。

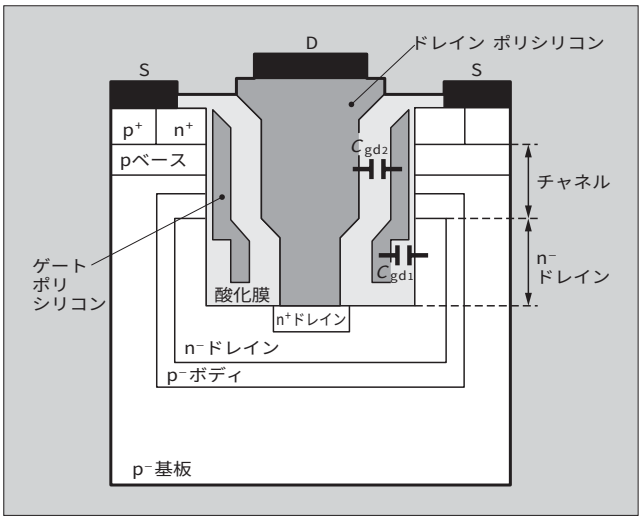
3　今後の展望

富士電機では，今後とも高耐圧技術と CMOS アナログ技術を中核技術とし，さらにインテリジェンスを加え，電源 IC を中心として市場の要求に対応した特徴ある製品を開発していきたいと考えている。

電源 IC 分野においては，これからますます深刻化が予想される環境問題に対応していくため，低消費電力化・高効率化が最重要課題となってくる。富士電機ではこの課題に対し，電力変換効率の高いスイッチング方式を主力方式として取り組み，今までにコア技術として構築した高耐圧低消費電力 PWM スイッチング技術をさらにブラッシュアップさせ，この技術を有効利用したパワーマネジメント技術を創出し，高精度でインテリジェントな電源 IC を開発し，製品化していく。

また，プロセス・デバイス技術については，低オン抵抗デバイス技術をさらに発展させていく。具体的には，本特集号の別稿「低オン抵抗トレンチ横型パワー MOSFET 集積化技術」で紹介しているようなユニークな技術を今後とも開発し，製品に適用していく（**図 3** 参照）。

図 3　トレンチ横型パワー MOSFET（TLPM）の断面構造



4　あとがき

電源 IC を中心に，富士電機の IC の現状と展望を述べた。今後とも富士電機では，高耐圧と CMOS アナログ技術を中心に独自技術に磨きをかけ，顧客満足度を向上させることのできる製品を提供していく所存である。

参考文献

(1)　鹿島雅人ほか．CMOS 力率制御用電源 IC．富士時報．vol.74，no.10，2001，p.551–553.
(2)　古森敏夫．富士電機の IC の現状と展望．富士時報．vol.74，no.10，2001，p.547–550.

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。