電子デバイス・半導体

IC
パワーデバイス
ディスクリート・複合素子
感光体・磁性機能素子

展　望

家庭，オフィス，工場など，わが国の経済社会の多くの局面で，情報化が急激に進展している。それに呼応して，民生用機器，産業用機器を中心とする電子工業は長足の発展を遂げ，画期的な新技術，新製品を次々と世に送り出している。一方，諸外国の保護貿易主義の高まりなど国際経済社会に目を転ずると，困難な問題が残されている。

1990年代は電子工業の国際化が一層進行するものと予想されるが，電子工業発展の基盤は絶え間ない技術革新にあり，今後とも一層の研究開発の促進が求められている。

電子デバイス・半導体は電子工業のなかにあって，電子機器の構成要素として重要な役割を担っており，平成元年の業績は好調に推移した。しかし，企業間での技術面での競争は一層激しさを加え，各社とも技術的優位性の維持・拡大のため，しのぎを削っている。

WSTS の分析では，平成元年はシリコンサイクルのピークの翌年であり，世界の半導体市場全体の伸び率はピーク時の前年比38%に対し 9 %にとどまり，平成 2 年はさらに下降し，ゼロベースまで落ち込むという厳しい予測になっている。

富士電機の電子デバイス・半導体部門における活動は，新製品の積極的な市場投入，製造部門における合理化努力などにより順調に推移した。しかし，平成 2 年の見通しは前述のとおり厳しい局面も考えられるので，独自技術の育成とともにマーケットを直視し，環境の変化に対しフレキシブルに対応できる体制をとる必要があろう。

当部門は IC，ディスクリート，感光体および磁気記録媒体の四つの技術分野から構成されているが，市場ニーズとマッチングさせたカスタム製品の開発，製造，販売に重きを置いており，顧客と密着した形で展開している。

以下，平成元年における電子デバイス・半導体部門の技術的成果の概要について紹介する。

IC 分野では，チップオンボード（COB），チップオングラス（COG）化のために必要なバンプ技術を確立するとともに，さらに微細化の方向に進展させた。多層配線技術では，アルミニウムの 2 層配線技術を確立し，IC の高集積化，高機能化に対応した。個別製品の開発では，画像品質の良い TFT 液晶パネルの駆動 IC や，小形液晶パネル制御用 IC，サーマルヘッド駆動 IC を系列化し，液晶テレビ，液晶プロジェクタ，ファクシミリなどの OA 機器に展開を図った。また，自動車用，オートフォーカスカメラ用，スイッチング電源制御用などの分野にも特長ある IC を開発し活発に展開した。

ディスクリート分野は，小容量の整流素子から大容量のサイリスタまで広範な系列を有しているが，平成元年はいろいろな機能を含んだ複合デバイス技術に注力して研究開発を推進した。パワーデバイスのインテリジェント化は，時代のすう勢であるが，ソレノイドやランプの負荷制御など自動車の安全性の向上のために開発した故障診断機能付インテリジェントパワー MOSFET はその代表例である。また，AV 機器，OA 機器：携帯電話機などの小形化，ポータブル化に対応するために開発した超小形 DC-DC コンバータは，市場ニーズにマッチした製品といえよう。

一方，個別の半導体デバイスの研究開発も積極的に進めた。パワー MOSFET とバイポーラトランジスタの特長を併せ持つ IGBT では，電子レンジ用，小形静止変換機用，テレビ水平偏向出力用の開発と系列化を強力に推進し，この分野での市場地位をさらに強固なものとした。電子部品の高密度，自動実装のニーズに対しても，富士電機が得意とするパワーデバイスを格納した表面実装用デバイス（SMD）を開発，系列化し積極的に市場展開を図った。

感光体部門は，普通紙複写機用，光プリンタ用でトップメーカーの地位を揺るぎないものとするため，材料，成膜，評価，プロセス適合などの総合的な面での技術力のブラッシュアップを図り，差別化技術の強化に努めた。製品開発ではセレン系感光体に加え，レーザプリンタ，液晶プリンタに適合する有機感光体の系列化を推進し，供給体制を整備した。

記録媒体部門では，スパッタ法 Co 合金系磁気ディスクで世界トップの地位を維持・拡大するため，超精密表面加工技術，表面潤滑剤塗布技術など基盤技術に注力した研究開発を推進し，世界レベルの高密度磁気ディスクの開発に成功し，拡大する需要に対応できる体制を整えた。

IC

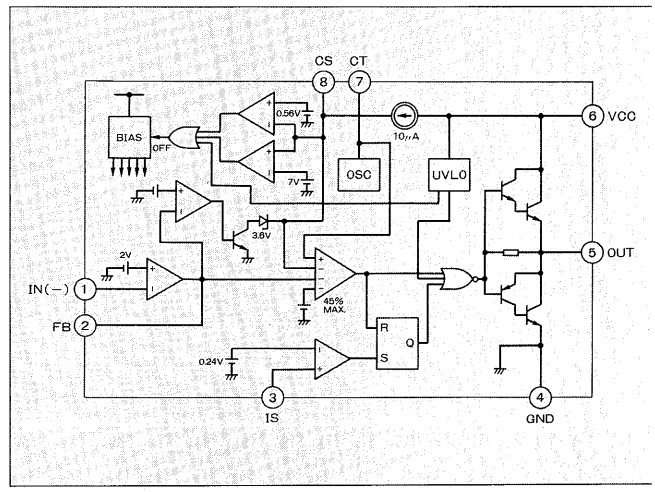
1 MOSFET 駆動スイッチング電源制御用 IC

スイッチング電源分野では，主スイッチング素子としてパワー MOSFET が大きな比重を占めるようになってきた。

富士電機ではこれに対応し，パワー MOSFET を直接駆動できるスイッチング電源制御用 IC FA5304P/M を開発した。その特長，概要は次のとおりである。

(1) ±1.5A 出力の大電流ドライブ回路を内蔵
(2) 5～600kHz の広い動作周波数範囲
(3) パルスバイパルス過電流制限回路を内蔵
(4) 過負荷時停止回路を内蔵
(5) 外部信号によるオンオフ制御が可能
(6) 低スタンバイ電流（標準90μA）
(7) 8ピンパッケージ（DIP/SOP）

図1 FA5304P/M のブロック図



2 TFT 液晶パネル駆動用 IC

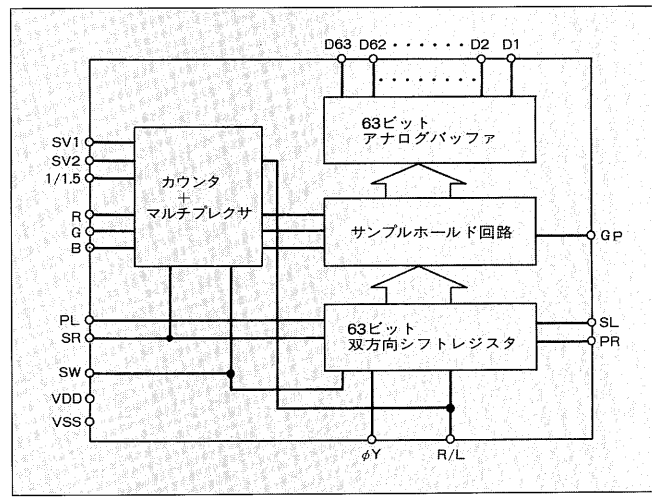
画像品質の良い TFT 液晶パネルを用いた液晶テレビ，液晶プロジェクタなどの開発が盛んである。このパネルに対応できる63ビットデータドライバ IC を開発した。

この IC の主な特長は次のとおりである。

(1) 2サンプルホールド方式
(2) パワーダウン回路，RGB マルチプレックス回路内蔵
(3) 駆動電圧 10V
(4) サンプリング周波数 4.5MHz
(5) 低出力信号偏差 ±50mV 以下
(6) 金バンプ電極構造により TAB/COG 実装に対応

なお，この IC は別途開発した120ビット高耐圧走査ドライバ IC と組み合わせることにより，4インチまでの液晶テレビに適用できる。

図2 TFT 液晶パネル駆動用 IC のブロック図



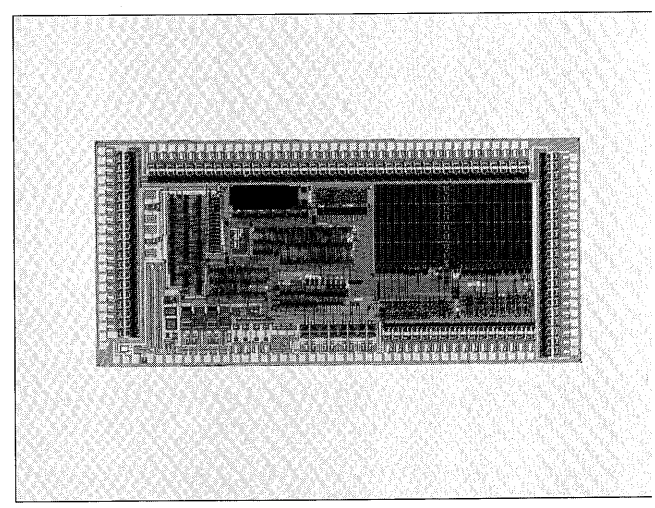
3 小形液晶パネル制御用 IC

各種情報の表示装置として，小形液晶パネルがファクシミリ，電話機など情報・OA 機器を中心に急成長している。

富士電機では，大容量表示に適した16桁（けた）×2行（拡張ドライバ IC 使用時 最大40桁×2行）の表示機能を有し，回路部品の内蔵化により外付け部品なしに液晶モジュールを実現できる，ドットマトリックス用の液晶パネル制御 IC FC2258K を開発した。主な特長は次のとおりである。

(1) 5×7（ドット）/5×10（ドット）マトリックス液晶表示コントローラドライバ
(2) コモン16出力，セグメント80出力（双方向転送方式）
(3) DD-RAM，CG-RAM，CG-ROM 内蔵
(4) 発振回路，液晶駆動電源回路を内蔵
(5) TAB/COB 実装に対応

図3 FC2258K のチップ



IC

4 オートフォーカス IC

オートフォーカス IC FB6213T は，顧客側要求への対応ならびに低コスト化を図るため，すでに製品化されているオートフォーカス IC FB6203に機能変更およびクリアモールド化を施したものである。主な変更点は次のとおりである。

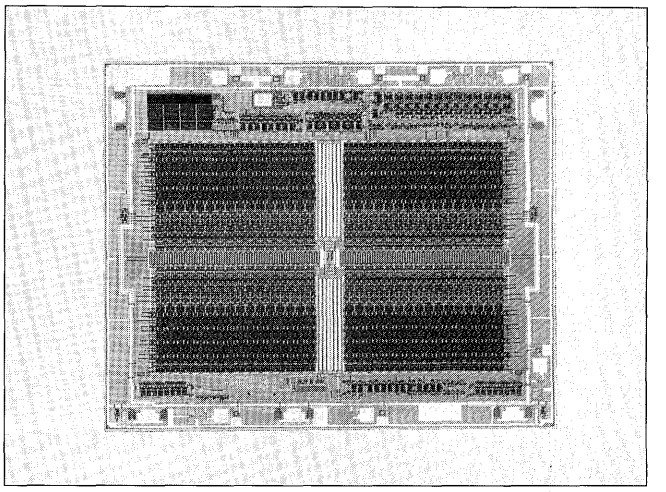
(1) 8端子からパラレルに出力していたセンサデータを，シリアル出力とした。これに伴い，端子数は24から16に減少した。

(2) チップサイズを縮小すると同時にクリアモールド化することにより，コスト低減を実現した。

なお，配置，特性などホトセンサに関する仕様は，FB6203と同一で互換性を保っている。

この IC の系列化により，TTL 方式オートフォーカスを中心に広い範囲への適用が可能となった。

図4　FB6213T のチップ



5 多層配線技術

IC の高集積化，高機能化に対応するために，アルミニウム2層配線技術を開発した。図は，多層配線部の断面を示したものである。

主要な技術内容は次のとおりである。

(1) 異方性エッチングによるコンタクトおよび配線微細化

(2) 平たん化された絶縁膜

(3) 配線およびスルーホール抵抗の低減

(4) ヒロックによるショートの回避

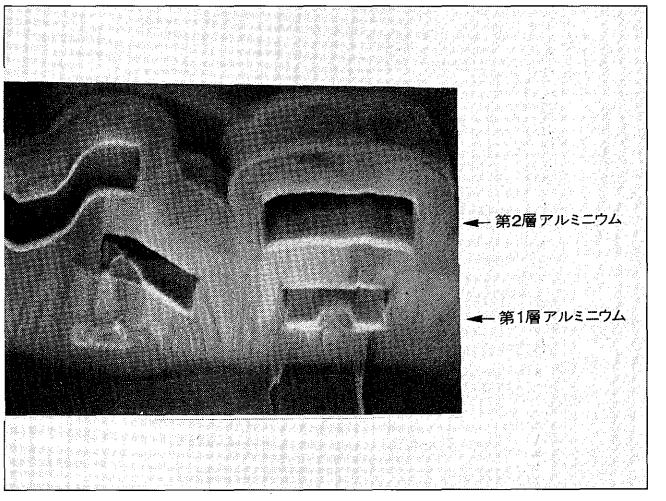
これらの技術をベースとするプロセス技術により，IC の高信頼性を実現し，さらに次のような成果をあげた。

(1) CAD 自動配置配線設計による ASIC への対応

(2) Bip, BiCMOS, MOS 各種 IC の高集積化と高機能化

(3) チップ面積の有効利用

図5　多層配線の断面部分



6 三相パルス幅変調 IC SLE4520

西独シーメンス社製三相パルス幅変調 IC SLE4520は，三相インバータ制御部をサポートする専用周辺 IC である。マイクロコンピュータからの8ビットデータを三対の PWM 信号に変換する。工作機械から家庭用エアコンディショナまで広範に使用でき，特長は次のとおりである。

(1) 三相ディジタルパルス幅変調（PWM）

(2) ホトカプラインタフェース直接駆動（出力電流20mA）

(3) 全出力を同時に遮断する出力ロック機能

(4) 多彩な応用分野を柔軟にカバーする広いプログラム範囲

(a) 正弦波関数(振幅値)分解能7ビットまたは8ビット

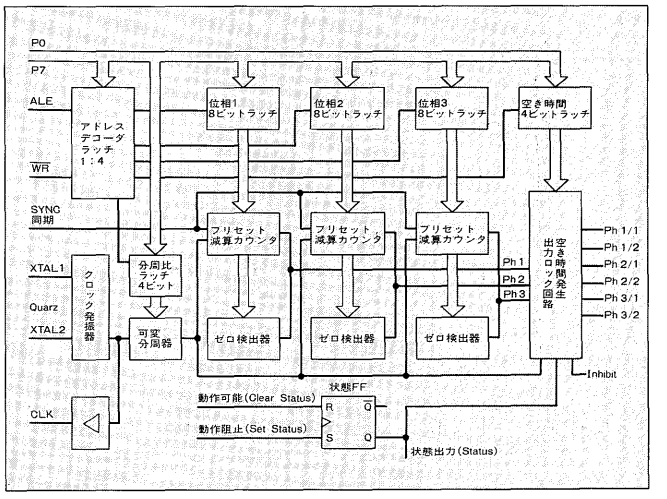
(b) 正弦波周波数0から2,600Hz 以上まで

(c) スイッチング周波数1kHz以下から20kHz以上まで

(d) パルス幅の最小変化ステップ0.33μs

(e) 15段階のプログラマブルデッドタイム

図6　SLE4520 のブロック図



パワーデバイス

1 IGBT

静止電力変換装置の小形軽量化，可聴周波数帯での騒音低下，およびスイッチング素子駆動回路簡素化の要素に対しIGBT製品が商品化され，その用途が拡大しつつある。

富士電機では，モータ制御用IGBTモジュールのほか，用途別に最適設計したモールド形IGBT 3系列を開発，系統化した。用途と主な特長は次のとおりである。

(1) 電子レンジ電源用：①高電流密度形(約120A/cm²)，②高耐圧(V_{CES}≧900V)，③高速スイッチング(t_f≦1 μs)

(2) 小形静止電力変換用：①高破壊耐量(FBSOA, RBSOA)，②高速スイッチング(t_f≦1 μs)

(3) テレビ水平偏向出力用：①高耐圧(V_{CES}≧1,500V)，②高速スイッチング(t_f≦1 μs)

表1　モールド形IGBTの系列表

用　途	形　式	V_{CES}	I_C	外形
電子レンジ電源	1MB50-090A 1MB60-090	900V 900V	50A 60A	TO-3P TO-3PL
小形静止電力変換	1MB15S-060 1MB20S-060 1MBH30S-060 1MB 8S-120 1MBH15S-120	600V 600V 600V 1,200V 1,200V	15A 20A 30A 8A 15A	TO-3P TO-3P TO-3PL TO-3P TO-3PL
テレビ水平偏向出力	1MB12-150	1,500V	12A	TO-3PF

2 高耐圧・大電流IGBTモジュール

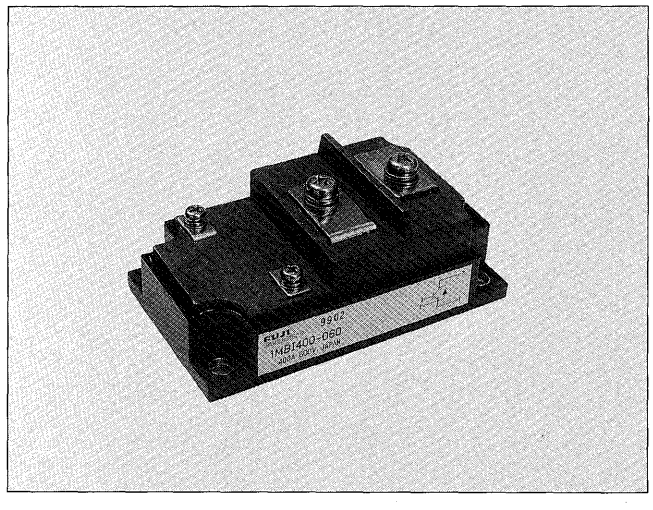
AC240V，480V入力インバータ装置に適応する600V，1,200V耐圧の高耐圧・大電流IGBTモジュールの系列化を完了した。IGBTは，パワーMOSFETの電圧駆動・高速スイッチング特性とバイポーラトランジスタの低飽和電圧特性を併せ持つ新形素子であり，IGBTの適用による高周波化により，装置の小形・軽量化および可聴周波数帯の騒音の低減が可能となる。系列化したIGBTモジュールは，素子単体で数十kVAクラス，また素子を並列接続することにより容易に2～300kVAクラスの大容量インバータの高周波化が可能となる。

系列化したIGBTモジュールは次のとおりである。

(1) 600V系　：10～400A　計14機種

(2) 1,200V系：8～300A　計11機種

図7　600V 400A IGBTモジュール



3 インテリジェントパワーMOSFET

関連論文：富士時報 1989.11 pp.721-724

オートマチックトランスミッション，アンチスキッドブレーキなど，重要機構の安全性，信頼性の向上と低コスト化の動きの著しい自動車向けに，インテリジェントパワーMOSFETを開発した。

主な特徴は次のとおりである。

(1) ドライブ回路を内蔵し，マイクロコンピュータからの直接駆動を可能としたハイサイドスイッチ

(2) 過熱，過電流，過電圧に対する保護回路を内蔵

(3) 負荷の短絡，開放の検出機能を内蔵

(4) 自己および負荷の状態を知らせる状態出力端子を所有

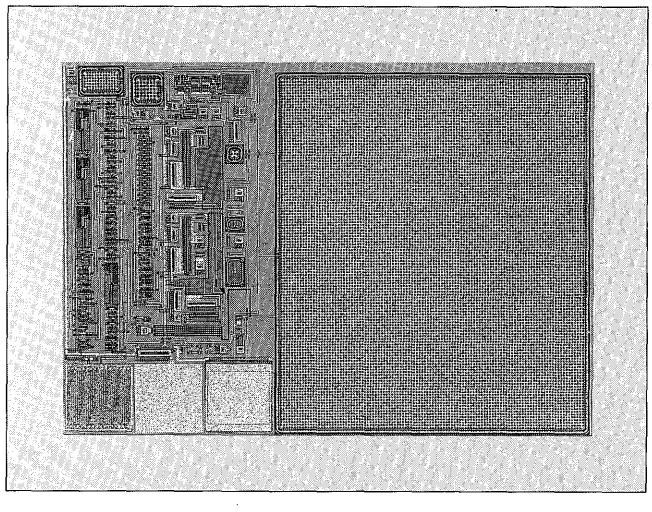
(5) ソレノイド負荷での高速スイッチングが可能

(6) 低オン抵抗（低ロス）

(7) 高サージ耐量

(8) TO-220-5pinフルモールド形パッケージに収納

図8　インテリジェントパワーMOSFETのチップ



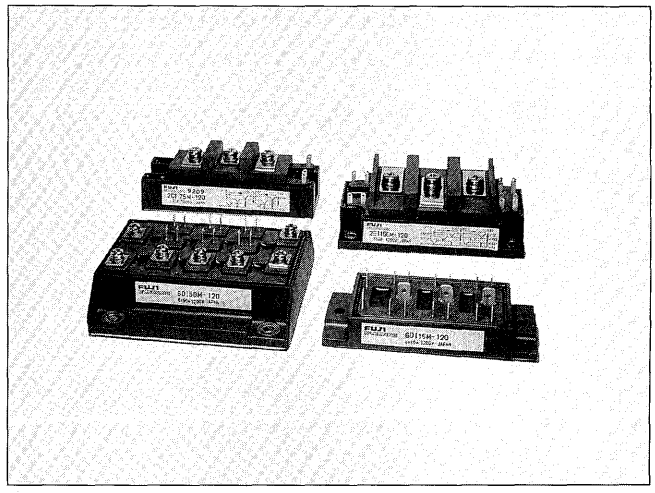
パワーデバイス

④ 1,200V 高 h_{FE} パワートランジスタモジュール

電力変換用のインバータ装置にパワートランジスタが広く用いられているが，装置の高効率化，小形軽量化，設計の簡素化のため，パワートランジスタの駆動電力を低減し，かつ異なる容量の装置に同一の駆動回路を使用したいという要求が強い。こうした要求にこたえ，従来より高い直流電流増幅率（h_{FE}）を有するコレクタ電圧1,200V の高 h_{FE} パワートランジスタを開発し，コレクタ電流50～150A の 2 個組モジュール 4 機種と10～50A の 6 個組モジュール 5 機種を系列化した。

系列の主な特長は，従来の Z シリーズと同等のスイッチング時間（$t_{stg} \leqq 15\mu s$），広い RBSOA，高い短絡耐量（≧750 V）を有し，さらに高 h_{FE} 化により全機種0.1A 以下のベース電流での駆動を可能にした。

図9　1,200 V 高 h_{FE} トランジスタモジュール



⑤ ツェナーダイオード内蔵パワートランジスタモジュール

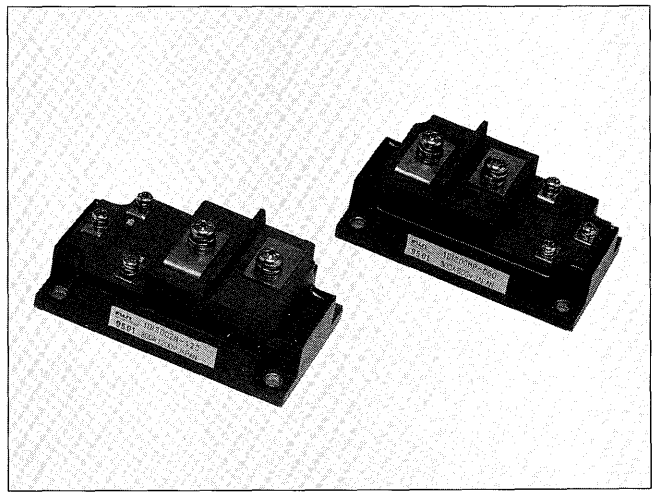
大容量のインバータ装置などの電力変換装置には，トランジスタがターンオフする際に発生するスパイク電圧や dV/dt の抑制の目的で広くスナバ回路が用いられている。しかし，従来のスナバ回路には部品の大形化，配線の複雑化などの問題があった。その問題解決のためツェナーダイオードとコンデンサで構成される C-ZD スナバ回路を提案した。新しいスナバ回路方式に対応するツェナーダイオード内蔵パワートランジスタモジュール1,200V Z シリーズを開発し，200A と300A の 1 個組を系列化した。

主な特長は次のとおりである。

(1) ツェナーダイオードを内蔵することで C-ZD スナバ回路が簡単に構成できる。

(2) 上アーム用と下アーム用の 2 種類のパッケージを用意したため，パワー配線の簡素化が可能となる。

図10　ツェナーダイオード内蔵パワートランジスタモジュール



⑥ インテリジェントパワーモジュール

汎用インバータなどのパワーエレクトロニクス製品では，装置の信頼性向上，設計時間の短縮化，素子の限界使用などの目的から，使用されるパワートランジスタに対し保護機能，自己診断機能などを取り込んだインテリジェント化の要求が強くなっている。この要求に対し，従来の500V/30A，50A，75A に加え，新しく500V/10A，15A，20A のインテリジェントパワーモジュールを開発した。

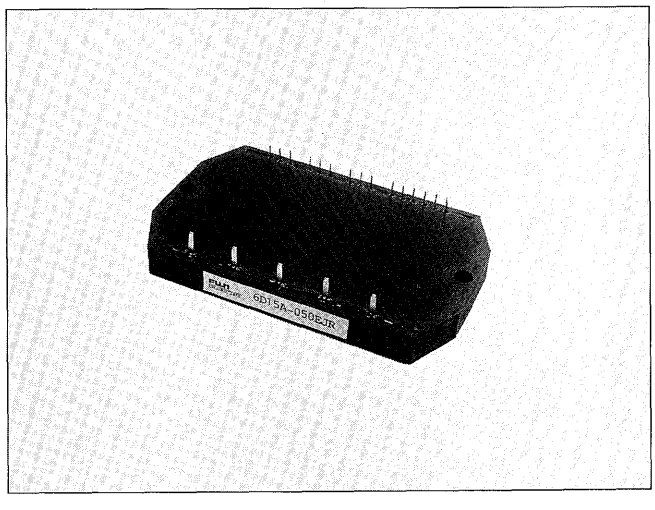
このデバイスの内蔵機能は次のとおりである。

(1) パワー部　：6 個組トランジスタ

(2) ドライブ部：ベースドライブ回路，ベース逆バイアス電源回路

(3) 保護回路部：過電流検出保護回路，過熱検出保護回路，アラーム出力回路

図11　インテリジェントパワーモジュール



ディスクリート・複合素子

1 表面実装用デバイス（SMD）

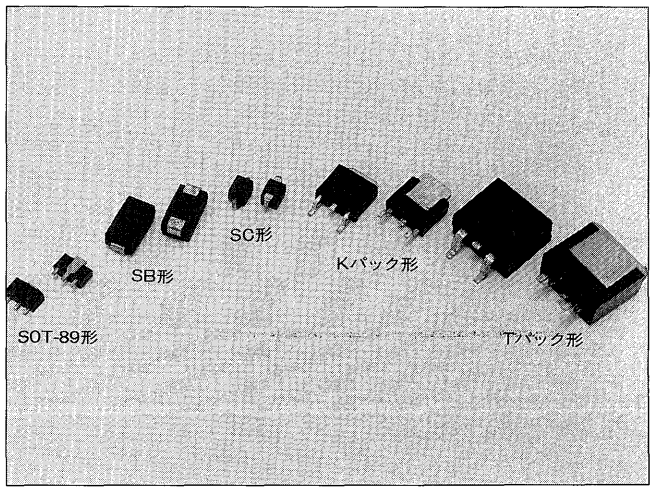
電子機器の小形化，軽量化が進み，これに対応した高密度・自動装着可能な各種表面実装用半導体デバイスが必要となっている。

従来，小信号用デバイスを中心に，開発が行われてきたが，パワーデバイス分野においても，表面実装用デバイスの開発と品種拡大が強く望まれている。

富士電機ではこのような市場ニーズに対し，ショットキーバリアダイオードをはじめとした各種ダイオード，MOSFETを内蔵した，各種表面実装用デバイスの開発を行った。

ダイオードを例にとると，電流容量0.5～20Aと幅広い要求に対応可能であり，これにより100Wクラス電源用基板の表面実装化が可能となった。

図12　表面実装用デバイス



2 半導体式サージアブソーバ

通信回路のディジタル化の進展に伴い，ディジタル伝送の広帯域かつ高速信号に適用できる伝送損失の少ない小形，高性能な外来サージ保護素子に対する要求が活発化してきた。

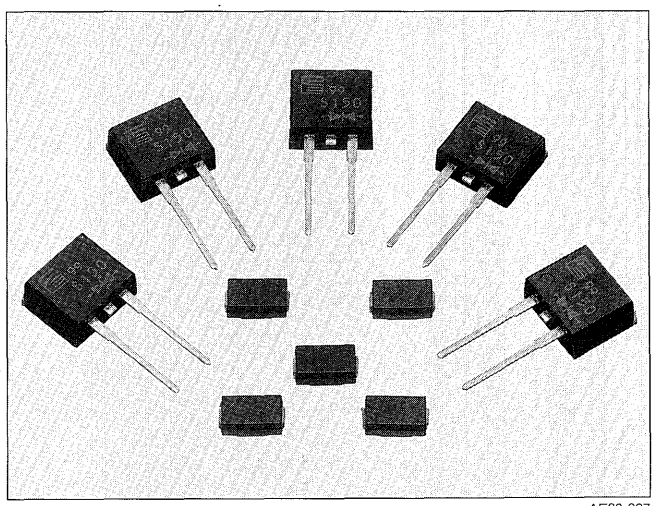
富士電機は，①高サージ耐量，②高速応答性，③低電極間容量，を特長とした半導体式サージアブソーバを開発した。その用途は，交換機をはじめ通信回線を利用した機器の外来サージ保護である。

開発製品の特性，パッケージは次のとおりである。

(1) 特性：ブレークオーバー電圧　125～200V
　　保持電流　180～500mA
　　サージ耐量(10/1,000μs)　150A

(2) パッケージ：SB形SMD，Tパック自立形

図13　半導体式サージアブソーバ



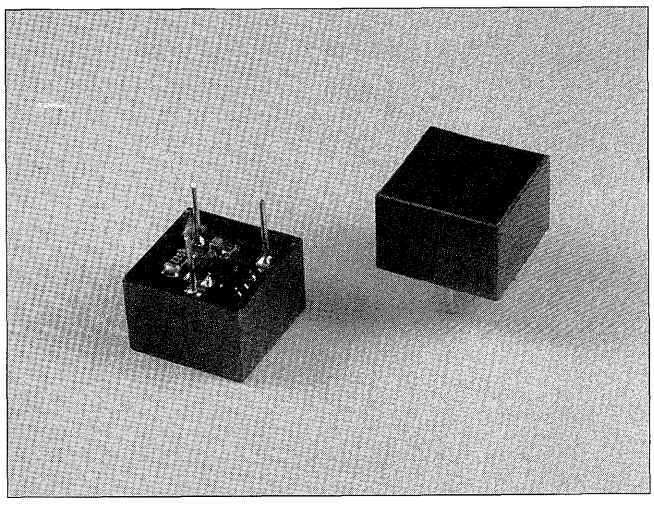
AF89-827

3 超小形DC-DCコンバータ

関連論文：富士時報 1989.11 pp.746-749

ビデオカメラをはじめとするAV機器，ワードプロセッサ，パーソナルコンピュータのOA機器，さらには携帯電話機などあらゆる分野でポータブル化が進んでいる。これらはバッテリーまたはACアダプタを電源とするが，この場合，機器内部で必要とするDC電圧に変換するDC-DCコンバータが必要とされる。小形化をめざすこれらの機器からは各部品の小形・軽量の要求が強い。従来必要としていた回路基板，シールドケースを削除し，回路部品すべてを磁性体の中に組み込み，磁性体に直接回路パターンを構成する構造とする従来比で体積約1/3の超小形DC-DCコンバータを開発した。今後さらに入出力の異なった製品を開発し，より広い分野に適用するDC-DCコンバータを系列化してゆく所存である

図14　超小形DC-DCコンバータ



感光体・磁性機能素子

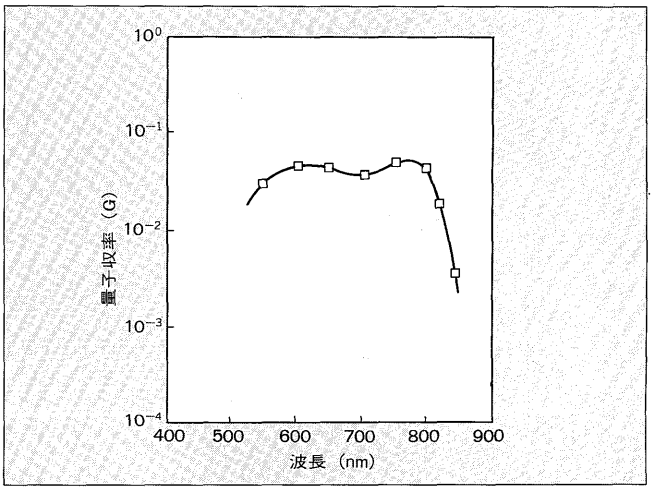
1 電子写真用有機感光体

電子写真用感光体は画像形成機能の心臓部品であり，富士電機はセレン系感光体のトップメーカーとしての地位を築いてきた。さらに近年，成長の著しい有機感光体分野への進出を決定し，平成元年にはプリンタ用有機感光体タイプ8 Bの量産を開始した。

タイプ8 B感光体は可視から近赤外波長域にわたり高感度であり，LEDおよびLDプリンタ用として最適の特性を有している。生産技術上では前処理から塗布まで高次のクリーン度を確保した一貫生産ラインを構築し，高品質化と低コスト化を図っている。

今後は材料，量産技術の一層の高度化を進め，製品系列を拡大してゆく計画である。

図15　有機感光体タイプ8Bの分光感度特性



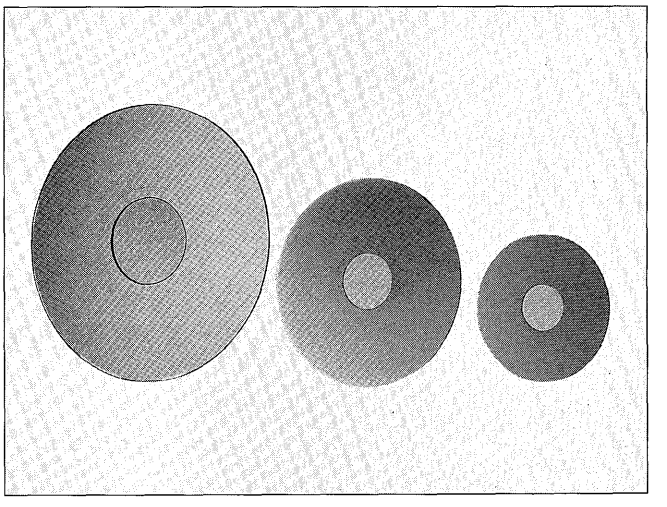
2 スパッタ法コバルト合金系磁気ディスク

固定ディスク装置の小形・高密度化の進展はめざましく，世界市場における磁気ディスクの数量，売上金額とも3.5インチが5.25インチをしのぎ，2.5インチのサンプル出荷も始まっている。

富士電機は今後の主流であるスパッタ法コバルト合金系磁気ディスクを他社に先駆けて開発，製品化した。この磁気ディスクは，高い評価と信頼を得ており，富士電機は3.5インチ分野において日本ではもちろん，世界市場でもトップメーカーの地位を確立している。市場の拡大とおう盛な需要にこたえるため，平成元年の春に新築した富士電機・松本工場第二生産棟の増設工事を進め，平成2年の秋までには，さらに2ラインを増強する計画である。

今後とも，市場のニーズに適合した品質とオリジナル技術を先行開発し，製品系列の拡大を進めてゆく予定である。

図16　磁気ディスク 5.25，3.5，2.5インチ

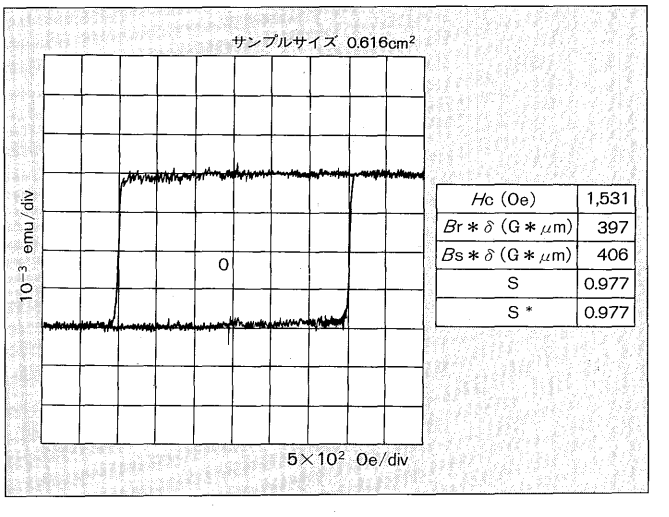


3 高記録密度用磁気ディスク

飛躍的に進む固定ディスク装置の記録密度向上のニーズにこたえるため，3.5インチ磁気ディスクでは面あたり，50Mバイト，5.25インチでは100Mバイトを超える製品開発が必要であり，数年後には約3倍の密度まで進展すると予測されている。

このような高密度磁気ディスクに必要な技術的課題は，ヘッド，潤滑剤，保護膜に関係する潤滑特性，基板，めっき層，下地層，磁性層に関連する高保磁力化，低ノイズ化，高出力化である。富士電機は超精密表面加工技術に加え，新しい磁性材料の採用とスパッタ成膜技術，潤滑剤塗布技術の確立により，0.1μmのヘッド浮上量と潤滑特性を保証した保磁力1,500Oeまでの高記録密度用磁気ディスクを開発し，サンプル展開中である。

図17　高記録密度用磁気ディスクのB-Hループ



Hc (Oe)	1,531
$Br*\delta$ (G*μm)	397
$Bs*\delta$ (G*μm)	406
S	0.977
S*	0.977

＊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。