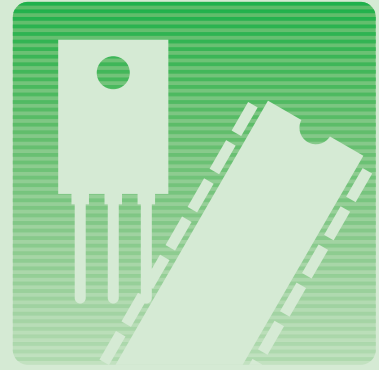


電子デバイス

半導体
ディスク媒体



展 望

半導体

世界的な人口増加や経済成長により、エネルギー需要は拡大を続けている。CO₂ 排出抑制による地球温暖化対策や、安全・安心で持続可能な社会を実現するために、電気エネルギーを効率的に利用し、省エネルギー・創エネルギーに貢献するパワーエレクトロニクス技術への期待が高まっている。近年、産業機器や家電製品だけでなく、自動車、太陽光発電、風力発電などの幅広い分野で、電力変換素子のキーデバイスとしてパワー半導体の需要が拡大している。富士電機は、パワー半導体の代表的な素子として使われている IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を製品化し、多くの技術革新とともに、さらなる高効率化、小型化、高信頼性化といったニーズに応える製品を実現してきた。

最新の第 7 世代 IGBT モジュール「X シリーズ」は、第 7 世代のチップ技術やパッケージ技術を適用し、650 ~ 1,700 V 耐圧の幅広い製品を系列化した。また、エアコンや産業用インバータ、サーボ用途に駆動 IC と保護機能を内蔵した X シリーズ IPM (Intelligent Power Module) を開発した。第 7 世代チップとパッケージ技術に加え、制御回路技術により、従来品に比べてさらなる低損失化、小型化、高信頼性化した。また、従来の IPM の機能に加え、異常時に電力変換装置が突然停止する前にアラーム信号を出力する新たな予知保全機能を世界で初めて搭載した。

RC-IGBT (逆導通 IGBT) では、IGBT チップと FWD (Free Wheeling Diode) チップを一体化し、さらなる高密度化が期待できる。富士電機は、この RC-IGBT の技術と第 7 世代チップとパッケージ技術を用いた X シリーズの技術とを組み合わせた産業用 RC-IGBT モジュールを開発し、高密度化に伴う温度上昇を低減し、小型化した。

さらに、近年 Si (シリコン) に代わる次世代半導体材料として注目されている SiC (炭化けい素) を使った製品の開発を進めている。これまで使っていた Si 製の FWD に代わり、低損失の SiC-SBD (Schottky Barrier Diode) を、Si 製の高速スイッチング特性を持つ IGBT と組み合わせた高速ハイブリッドモジュールを開発した。また、

SiC トレンチ MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) チップを開発し、1,200 ~ 3,300 V 耐圧の All-SiC モジュールを系列化する。これら多くの技術革新により、電力変換装置をさらに高効率化、小型化、高信頼性化する。

電装分野では、高温での圧力の出力精度を改善し、ステーションレスダイヤモンド方式の小型パッケージを採用した、第 7 世代高圧センサを開発した。150 °C での動作保証と高精度化、広い圧力範囲での使用を可能とし、燃費改善や排出ガス規制強化を背景とする環境性能と安全性が向上する。

ディスクリット製品では、PCS や UPS 用機器の効率化や小型化の要望に応えるため、新たにディスクリット IGBT 「XS シリーズ」 1,200 V 耐圧 40 A 製品の系列化を行った。本製品は、オン電圧とスイッチング損失の両方を低減し、高速スイッチングにも対応している。さらに、1,200 V 耐圧 75 A 製品、およびサブエミッタ端子を追加した TO-247-4 パッケージ系列品の開発を進めている。

IC 製品では、電源回路の小型化、軽負荷時の効率向上およびシステムコストダウンという市場要求に応えるため、小容量の平滑コンデンサに対応した出力電圧リップルの抑制と軽負荷の効率を改善する制御を内蔵し、部品点数の削減が可能な臨界モード PFC 制御 IC 「FA1B00N シリーズ」および LLC 電流共振制御 IC 「FA6C00N シリーズ」を開発した。

ディスク媒体

ビッグデータアナリシスの本格化に伴い、全世界で生み出されるデータ量は年率約 30% の急激な増大を続け、膨大な量のデータストレージの需要が生まれている。この需要を支えるハイパーデータセンターの主要ストレージとしてニアライン HDD が用いられ、引き続き大容量化が求められている。富士電機は、ニアライン HDD 向け 3.5 インチ磁気記録媒体の量産を本格化している。今後も、磁性層技術と信頼性技術の開発により、大容量化磁気記録媒体を市場提供することで IT 社会の発展に貢献していく。

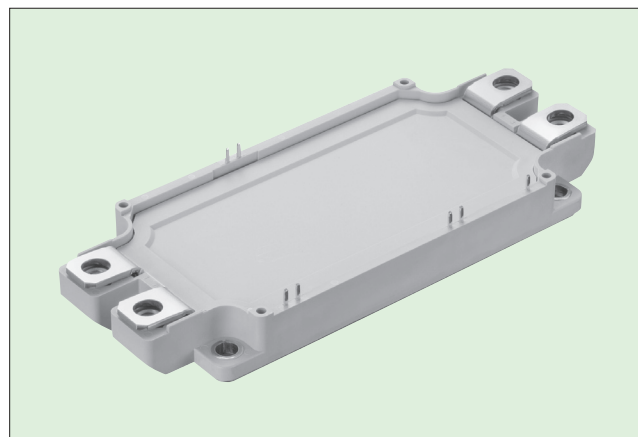
半導体

① 大容量RC-IGBTモジュール「Dual XT」

IGBTモジュールの大容量化、信頼性向上といった市場要求に応えるため、IGBTとFWDの機能をワンチップ化したRC-IGBT（逆導通IGBT）を搭載した定格電圧1,200V第7世代「Xシリーズ」産業用RC-IGBTモジュールの系列の一つとして、「Dual XT」（1,200V/1,000A）を新規開発し、量産化した。

最大定格電流は、同一パッケージを用いた従来製品である第6世代「Vシリーズ」産業用IGBTモジュール「Dual XT」の600Aから、本製品では1,000Aに拡大した。さらに、過負荷やモータロック、低周波動作時のジャンクション温度の上昇を大幅に低減した。これにより、電力変換装置のさらなる出力向上や高寿命化に貢献する。

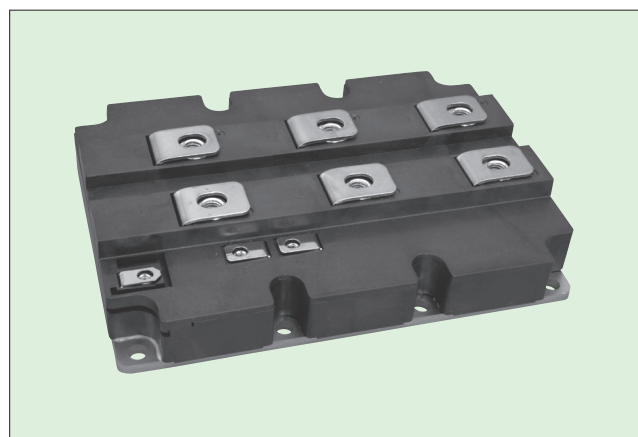
図1 「Dual XT」 1,200V/1,000A



② 3.3kV SiCハイブリッドモジュール

近年、さまざまな分野でパワーエレクトロニクス装置が広く使われるようになり、装置の高出力化かつ小型化が求められている。これらの市場要求に応えるため、富士電機では第7世代「Xシリーズ」Si-IGBTチップと第1世代SiC-SBDチップを搭載した3.3kV SiCハイブリッドモジュールを開発した。XシリーズIGBTのコレクタ・エミッタ飽和電圧 $V_{CE(sat)}$ を現行のIGBTに対し約1.2V改善することで、定常損失が大幅に低減する。さらに、SiC-SBDの採用によりスイッチング損失が大幅に下がった。これらにより、装置の高出力化が可能になり、また高周波動作も可能となるためフィルタ回路のリアクトルやコンデンサの形状が小さくでき、装置の小型化にもつながる。

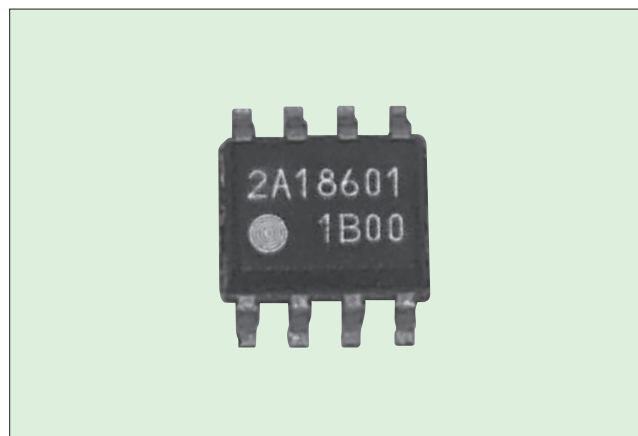
図2 3.3kV SiCハイブリッドモジュール



③ 第4世代臨界モードPFC制御IC「FA1B00シリーズ」

出力容量が75Wを超えるスイッチング電源には、高調波電流規制を満たすため力率改善（PFC）回路が使用され、市場では低待機電力や小型化が求められている。このような要求に応えるため、第4世代臨界モードPFC制御IC「FA1B00シリーズ」を開発した。このICは、入力電流を台形波状に制御する方式を新たに搭載した。従来の正弦波よりも入力電流のリプルが小さくなるため、高調波電流規制を満足しながらPFC回路の出力コンデンサの容量を小さくできる。これにより、従来の電解コンデンサから体積の小さなセラミックコンデンサなどに置換え可能で、電源装置の小型化に貢献する。また、従来製品と同様に軽負荷時の効率が向上するボトムスキップ機能やバースト制御機能を搭載しているため、低待機電力を実現している。

図3 「FA1B00シリーズ」



半導体

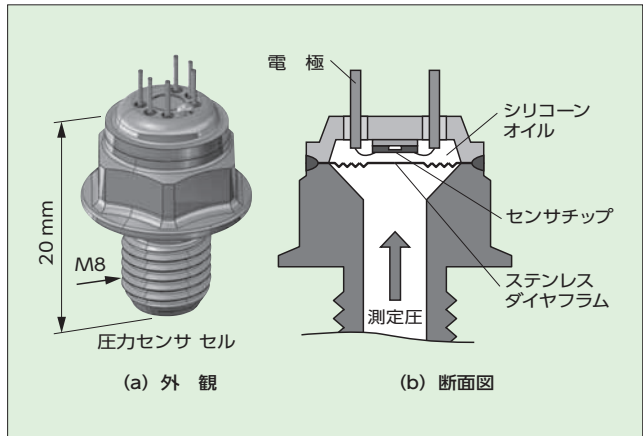
④ 第7世代車載用高圧センサ

自動車の厳しい使用環境に対応した、第7世代車載用高圧センサを開発し、自動変速機油圧測定用センサに採用された。このセンサは、最高使用温度 150℃、測定圧力 6 MPa の環境下でも高精度に動作する。高温特性の改善のため、リーク電流を低減したデュアルゲート MOS トランジスタを採用したチップを新規に開発し、センサに搭載した。さらに、ステンレスダイヤフラムを追加した二重ダイヤフラム構造のパッケージとすることで、高圧における測定精度と信頼性を改善した。また、ノイズ環境に対する耐性（過渡電圧サージ）は、国際規格*を満たしている。今後は、本センサのグローバルな市場展開を積極的に進めていく。

* ISO 7637 (2011) Pulse1、2、3a、3b LEVEL-III

関連論文：富士電機技報 2019, vol.92, no.4, p.258

図4 第7世代車載用高圧センサ

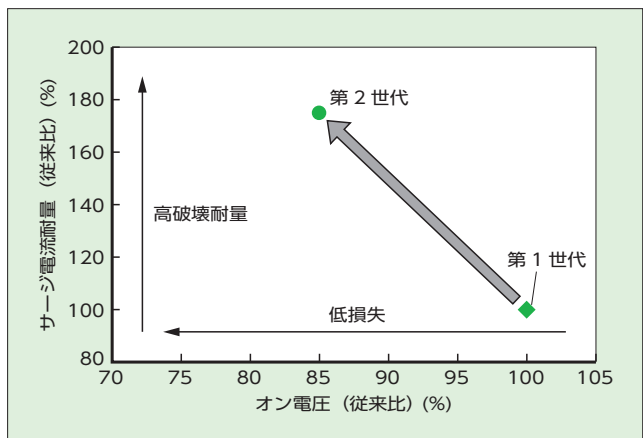


⑤ 第2世代 SiC-SBD 技術

低オン電圧特性と高サージ電流耐量を持つ第2世代 SiC-SBD (Schottky Barrier Diode) チップを開発している。素子の厚さを第1世代 SiC-SBD に比べて大幅に薄くすることと、独自のプロセス技術を用いて素子の表面構造を最適化することにより、650V 耐圧素子では、オン電圧が 15% 低減、サージ電流耐量が 175% に向上した。

今後は、定格電圧 650V および 1,200V の第2世代 SiC-SBD チップを搭載したディスクリート製品の量産に向けた開発を進めていく。

図5 第2世代 SiC-SBD の特性改善 (650V 従来比)



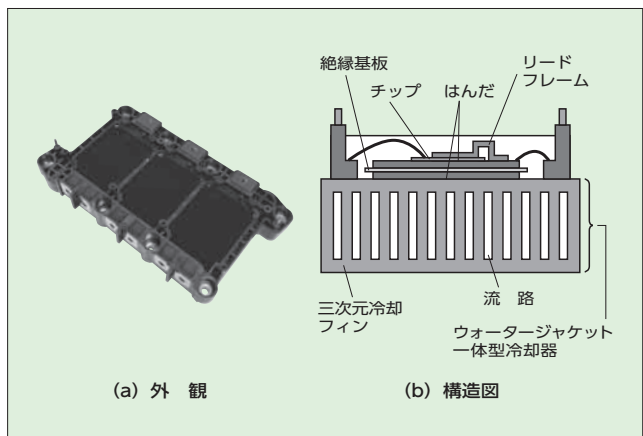
⑥ xEV 向け第4世代直接水冷パッケージ技術

自動車業界では、ハイブリッド自動車 (HEV) や電気自動車 (EV) のような、電力を動力源としてモータで走行する電動車 (xEV) の開発と普及が加速している。これに伴い、燃費向上につながる高電力密度化 (小型・軽量化、高出力化) したパワーモジュールが求められている。

第4世代アルミニウム直接水冷パッケージでは、冷却フィンを三次元形状にすることで伝熱性の高い流路を形成し、放熱性能を向上させた。さらに、半導体素子上の従来のアルミニウムワイヤによる主回路配線からリードフレームを使って配線する技術を開発した。この結果、第3世代に比べて体積当たりの電力密度を 36% 向上させ、車載向けモジュールの高出力化および小型化を実現した。

関連論文：富士電機技報 2019, vol.92, no.4, p.238

図6 車載用直接水冷モジュール



半導体

7 正帯電型有機感光体の電位安定性向上

感光体は、電子写真プリンタや複写機のような電子写真機器の画像品質を担う主要コンポーネントである。電子写真機器のメーカーは、低価格化の進んだモノクロ機から付加価値の高いカラー機に開発の比重を移している。カラー機では色バランスをより安定させるために、露光電位やハーフトーン電位といった各種電位の安定性に対する要求が高まってきている。

富士電機は、電位安定性の低下を防ぐ上で、特に機能材料の酸化による劣化と、機能材料の連続印字による疲労が課題であった。オゾン・NO_x暴露による電位変動量が少なく、かつ高移動度の電荷輸送材料を新規に開発することで、これらの課題を同時に解決した。その結果、従来品と比べて露光電位の変動量を80%削減した。

図7 正帯電型有機感光体

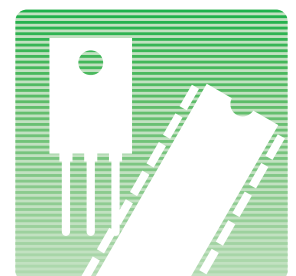
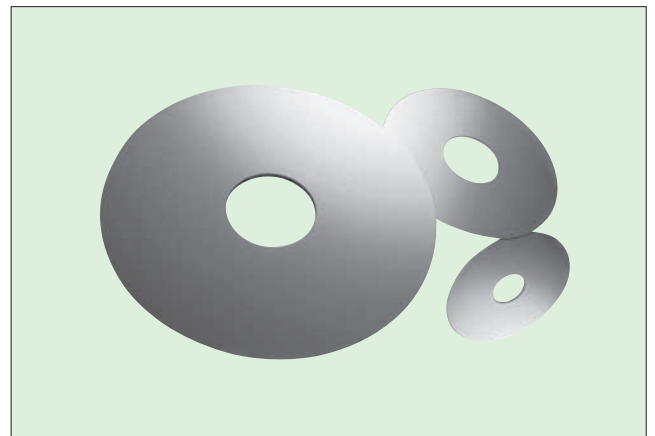


ディスク媒体

1 ニアラインHDD向け磁気記録媒体

IoTやAIのようなビッグデータを活用する技術の台頭により、データストレージの需要は伸び続けている。データセンターにおける記録容量の大部分は、引き続きHDDが担うと期待されている。データセンター向けニアラインHDDには、世界最高レベルの高記録密度と高信頼性が求められる。そこで、多層磁性層の構成の最適化による記録容易性の改善と磁性粒子交換相互作用の低減、ヘッド-磁性層間距離の狭小化により記録密度を改善した。さらに、媒体表面の粗さ低減および表面の硬度を高めることにより、耐食性と耐久性を改善した。これらの技術を用い、ニアライン向け1.78TB/枚の磁気記録媒体の顧客認定を取得した。今後も、高記録密度化に向けた技術開発を継続し、超情報化社会の発展に貢献していく。

図8 磁気記録媒体





*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。