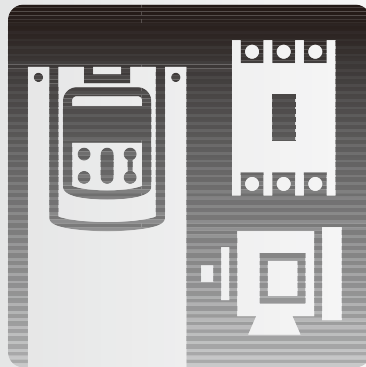


パワエレ機器

ドライブ
パワーサプライ
輸送パワエレ
受配電・制御機器コンポーネント



展 望

東日本大震災を契機に、電気エネルギーの重要性に対する認識が深まるとともに、クリーンな電気エネルギーを賢く利用することへの関心がますます高まってきている。富士電機は、エネルギーを“創る”“つなぐ”“使う”をキーワードに、電気エネルギーの発電・供給・利用（応用）の基盤を担うパワーエレクトロニクス（パワエレ）技術の開発を進め、製品を供給している。また、グローバル化に対応して、機能安全をはじめとする国際標準に対応する技術開発を進め、製品を拡充している。さらに、次世代のパワー半導体素子として期待されているSiC（炭化けい素）素子とその応用技術・製品の開発を重点的に進めている。

ドライブ分野では、受電電圧と異なる電圧の高圧モータを変圧器なしで直接駆動可能なタイプを高圧インバータ「FRENIC4600FM5」のラインアップに加え、製品化した。高応答・高精度インバータ「FRENIC-VGシリーズ」のラインアップに、スタックタイプの690V系列を加え、ダイレクトパラ接続で800kWまでの大容量に対応を可能とした。また、工場設備・加工機械向けに、ユーザが用途に応じたインバータ制御をプログラミング可能なカスタマイズロジック機能を搭載した汎用インバータ「FRENIC-Aceシリーズ」を開発し、発売した。さらに、DCリアクトル、ノイズ対策フィルタ内蔵の空調用途向けインバータ「FRENIC-HVACシリーズ」の電圧ラインアップを拡充した。IP55構造をIP21と同一サイズとし、収納盤が不要である。サーボアンプ「ALPHA5」には、富士電機独自の同期バス「E-SXバス」対応機能を搭載した。「MICREX-SX」と組み合わせで高速・高精度なモーションシステムを実現できる。

パワーサプライ分野では、これまでデータセンターなどの高信頼・高効率が要求されるバックアップ電源として、無停電電源装置（UPS）を製作し供給してきた。これに加えて、富士電機独自のRB-IGBT（Reverse-Blocking IGBT）による新3レベル電力変換方式を採用し、海外で主流の三相四線式400V系電源に対応した常時インバータ給電方式の高効率大容量UPS「7000HX-T4」を開発した。また、サーバ用フロント電源として、Platimunランクの高い変換効率と業界トップクラスの高電力密度を同時に実

現するスイッチング電源を開発した。さらに、産業機器やPCの常時商用給電方式小容量UPSとして、PCのOSのシャットダウンシステムの拡充と、バッテリー運転への高速切替え機能などを充実させた「UXシリーズ」を開発した。

輸送パワエレ分野では、2013年10月の運転開始から話題となっている九州旅客鉄道株式会社のクルーズトレイン“ななつ星 in 九州”の客車向けに、電力を供給する電源装置を製作し、納入した。また、東日本旅客鉄道株式会社 埼京線・横浜線のE233系車両向けに、リニアモータ駆動式ドアを製作し、納入した。さらに、リニアモータに代わる偏平回転型の永久磁石型同期電動機とラックアンドピニオン機構とを組み合わせたドアシステムを、株式会社ゆりかもめの新型車両向けに製作し、出荷した。自動車分野では、引き続き電気自動車やプラグインハイブリッド車向けの地上充電器を製作して納入するとともに、これらのバッテリーを交流電源から直接充電するための車載用充電器で、1W/cm³という電力密度で業界最小クラスの大きさを達成した。

受配電・制御機器コンポーネント分野では、電気エネルギーをより安全かつ効率的に供給する技術や新エネルギーに対応する商品への期待が高まる中で、生産設備やオフィスビル、商業施設などでは、省スペースで信頼性の高い受配電設備や制御システムを構成することの重要性が増している。これに応える受配電機器として、限流ヒューズと組み合わせ、主に300kVA以下のPF・S型主遮断装置として使用される高圧交流負荷開閉器をモデルチェンジし、容積で10%の小型化を実現した。また、太陽光発電システム向けに、複数の太陽電池パネルで構成するストリング単位で電流・電圧を計測し、上位システムと連携してパネル異常の早期発見と故障箇所の特定制に寄与するストリング監視ユニット「F-MPC PV」を開発した。制御機器では、シンクロセーフコンタクトを搭載した非常停止用押しボタンスイッチを開発した。接点部が外れた場合にメイン回路が開路となる機構にし、安全性を高めた。

パワエレ機器事業として、今後もさまざまなソリューションを提供する技術・商品系列の強化に取り組み、顧客満足を追求していく。

ドライブ

① 空調用途向けインバータ「FRENIC-HVACシリーズ」の系列拡大(200V・575V)

空調用途に適した「FRENIC-HVACシリーズ」に200V系列〔90kW(125HP)以下〕を加え、電圧ラインアップを拡充した。国内・北米地域が主なターゲットである。また、575V系列(300HP以下)の製品化も予定している。主な特徴は次のとおりである。

- (1) IP21/IP55を同一サイズで提供できる。ノイズ対策フィルタ内蔵のIP55構造により、制御盤への収納が不要となり、設備投資負担と設置スペースが削減できる。
- (2) BACnet通信プロトコルを標準で搭載(BTL認証済み)した。
- (3) リアルタイムクロック、4PID(オートチューニング機能付き)などの豊富な機能を搭載した。

図1 「FRENIC-HVACシリーズ」(200V・575V)



② コンパクト形インバータ「FRENIC-Mini(C2S)シリーズ」の容量拡大

コンパクト形インバータ「FRENIC-Mini(C2S)シリーズ」として三相200Vおよび三相400V入力系列の5.5~15kW品を開発し、ラインアップを拡充した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 既に発売している3.7kW以下の機種と同じ機能を搭載しているため、周辺のシーケンスなどをそのまま流用でき、さまざまなアプリケーションの大容量化のニーズに応える。
- (2) UL規格およびCEマークを取得しており、アジア、中国、北米、欧州など世界各国での展開が可能である。

図2 「FRENIC-Mini(C2S)シリーズ」



③ 「E-SXバス」対応のサーボアンプ「ALPHA5」

サーボシステム「ALPHA5シリーズ」に、富士電機独自の高速・高精度同期バス「E-SXバス」に対応した高速シリアルバスタイプのサーボアンプを追加した。コントローラ「SPH3000MM」と組み合わせることにより、高速かつ高精度な制御が実現できる。主な特徴を次に示す。

- (1) 最小タクト周期は0.25msである。タクト周期が1msの場合、32軸の同期制御が可能である。
- (2) ALPHA5シリーズの200Vタイプの全容量(0.05~5kW)において、標準タイプ(VEタイプ)と位置決め機能内蔵タイプ(LEタイプ)とをラインアップしている。
- (3) 既存の「SXバス」とのIQ領域(通信データのメモリマップ)の共通化により、アプリケーションソフトウェアを流用することができる。

図3 「ALPHA5」



ドライブ

④ 自動車試験機用高速モータ「GNQ1165A」

ハイブリッド自動車や電気自動車に搭載する電動機の試験用として、自動車試験機用高速モータ「GNQ1165A」を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 最大回転速度は 20,000 r/min, 定格トルクは 100 N・m, 定格出力は 42 kW である。
 - (2) 慣性モーメントを低減するために永久磁石形同期電動機 (PM モータ) とし, 独自のロータ形状で低コギングトルクを実現した。試験機のトルク計測が高い精度で可能となる。
 - (3) 軸受にはグリース封入タイプを採用し, メンテナンス性を向上させた。
- 今後, 400 N・m, 170 kW まで容量拡大を実施していく。

図4 「GNQ1165A」



⑤ 入出力異電圧対応高圧インバータ

高圧電動機の直接可変速駆動が可能な高圧インバータは, ファン・ポンプなどの省エネルギー運転のための適用が進んでいる。新たに, 入力電圧と出力電圧が異なる入出力異電圧対応高圧インバータを製品化した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 電圧系列・容量系列
 - ① 入力 11 kV, 出力 3.3 kV, 390~3,500 kVA
 - ② 入力 11 kV, 出力 6.6 kV, 780~5,200 kVA
- (2) 高圧電動機の直接可変速駆動が可能
- (3) 入力変圧器の盤内収納
現地における変圧器と変換器の配線作業が不要
- (4) 装置効率: 約 97%
- (5) 電源力率: 0.95 以上

図5 入出力異電圧対応高圧インバータ



パワーサプライ

① 常時商用給電方式小容量 UPS 「UX シリーズ」

産業機器や PC のバックアップ電源には, 高効率・安価な常時商用給電方式の UPS が使用されている。

富士電機は, 常時商用給電方式小容量 UPS 「UX シリーズ」を開発した。PC の OS のシャットダウンシステムの拡充, ならびに商用電源異常時にバッテリー運転への切替を高速に行うモードを選択可能とし, 機器に対して出力電圧変動を低減し安定的な給電を継続する機能を付加している。主な特徴は次のとおりである。

- (1) USB (HID) を用いた OS シャットダウンシステムの構築により顧客の検証負担を軽減する。
- (2) 商用電源異常の検出感度を高めて切替を高速化し, 出力電圧変動の低減により安定給電の継続を可能とする。
- (3) バックアップ時, 正弦波出力を行う。

図6 「UX シリーズ」



パワーサプライ

② サーバ用高効率フロントエンド電源「FH02650UAD」

拡大を続けるデータセンター市場において、情報通信機器のエネルギー消費量の低減が急務となっている。このたび、サーバ用高効率フロントエンド電源「FH02650UAD」を市場に投入した。変換効率に関する規格（80PLUS）において、“Platinum”ランク（基準例：負荷率50%で94%以上）という高い効率と、業界トップクラスの高電力密度（ $1.7\text{W}/\text{cm}^3$ ）とを併せて実現した。情報通信機器の小型化、低消費電力化に貢献する。主な仕様は次のとおりである。

- (1) 入力電圧：200～240 V，出力電圧：12 V
- (2) 出力電力：2,640 W
- (3) 寸法：W100×D400×H41（mm）

図7 「FH02650UAD」



③ 低圧大容量瞬低補償装置「UPS8000D-3/500S」

工場の高付加価値製品の生産ラインは、瞬時電圧低下（瞬低）により多大な被害が発生する。今後、分散型電源の普及により、瞬低発生は増加するものと予想される。

従来の大容量瞬低補償装置は高圧品（6,600 V系）を適用してきたが、今回、200 V系の低圧大容量瞬低補償装置「UPS8000D-3/500S」（出力容量500 kVA/450 kW）を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 電気二重層コンデンサ（EDLC）を採用し、ランニングコストおよび環境負荷の低減に貢献する。
- (2) 並列運転を行うことにより、さらなる大容量システムの構築も可能である。
- (3) 小型・軽量化（従来比35%削減）を実現する。

図8 「UPS8000D-3/500S」



輸送パワエレ

① 株式会社ゆりかもめ 7300系車両向けラックアンドピニオン方式ドアシステム

富士電機は、株式会社ゆりかもめが2014年1月18日に営業運用を開始した新型車両（7300系）向けに、ラックアンドピニオン方式によるドアシステムを納入した。新型車両は全体で18編成（108両、ドア432台）である。主な特徴は次のとおりである。

- (1) リニアドア製品の機構部分を継承することにより、その高い信頼性と安全性を実現した。
- (2) モータ特性の改善により消費電力を52%低減した。
- (3) 回転式モータの適用で永久磁石の使用量を削減してモータの質量を低減し、全体質量で23%低減した。
- (4) ドア開閉時の制御性能を向上した。乗客やその持ち物がドアに挟まった場合の検知性能を向上し、より高い安全性を実現した。

図9 ゆりかもめ7300系車両とドアシステム



輸送パワエレ

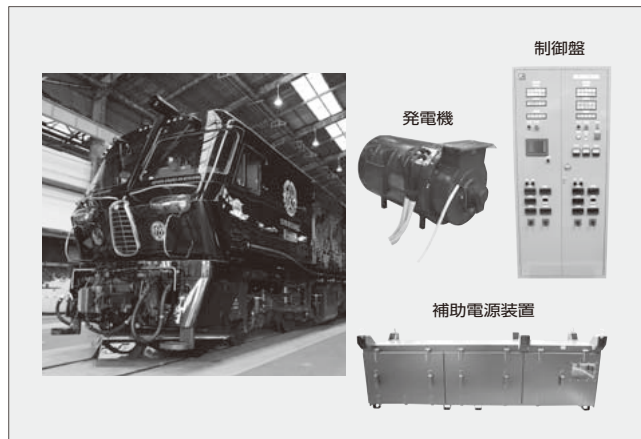
② 九州旅客鉄道株式会社 クルーズトレイン向け電源装置

九州旅客鉄道株式会社は、九州を代表する観光地を巡る観光寝台列車のクルーズトレイン“ななつ星 in 九州”を製作し、2013年10月に営業運転を開始した。

富士電機は、これまでに納入してきた気動車用電源装置の経験を生かし、発電機と補助電源装置で構成する電源装置を製作した。超豪華で話題性の高い車両の客車部分に電力を供給する要の機器である。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 2台の発電機を搭載し、1台故障しても瞬時にもう1台でバックアップする。冗長性を持たせた信頼性の高い電源装置である。
- (2) 床上に設置した制御盤で、エンジンを含めた電源システムの状態監視と制御が可能である。

図10 クルーズトレインと電源装置



③ 東日本旅客鉄道株式会社 埼京線・横浜線 E233系車両向けリニア方式ドアシステム

富士電機は、東日本旅客鉄道株式会社の埼京線（2,000台、2013年10月全編成運用開始）と横浜線（1,792台、2014年2月運用開始）のE233系車両向けに、リニア方式ドアシステムを納入した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 制御電源を含めた完全二重化による待機冗長システムの採用により、2万台を超える納入実績で、故障発生率は顧客要求仕様の1/10以下を達成した。
- (2) リニアモータによるダイレクトドライブ方式と最新のパワエレ制御技術を採用することにより、高い制御安全性と本質安全性を実現した。
- (3) 長期運用のデータを基に、さらなる信頼性向上のためにしゅう動部を強化する設計を行った。

図11 埼京線・横浜線 E233系車両とリニア方式ドアシステム



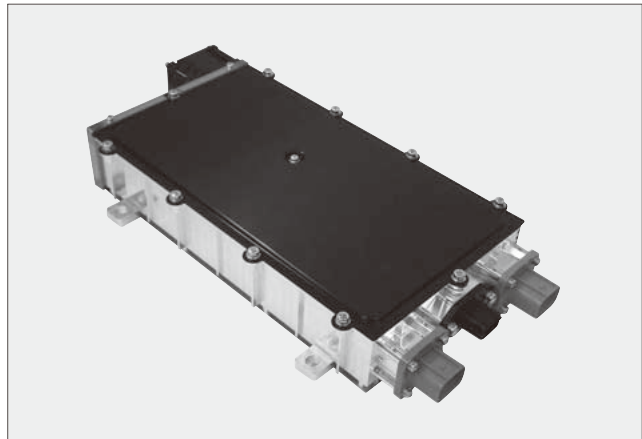
④ 環境対応車向け車載用充電器

世界的に環境対応車への取組みが加速しており、近年、家庭用交流コンセントから気軽に充電が可能なプラグインハイブリッド車などの新しい車種も登場している。

電気自動車を含む、これらのプラグイン対応車両には、車内にAC-DC電力変換器が必要である。このニーズに向けて、富士電機は小型高効率電源技術や車載半導体技術などを応用し、車載用充電器を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 3.3kW出力絶縁型、強制空冷方式
- (2) 電力密度1W/cm³を達成し、業界最小クラスの充電器を実現した。
- (3) 国内外のさまざまな電源事情（AC100～240V）に対応が可能である。

図12 車載用充電器（開発品）



受配電・制御機器コンポーネント

① 電磁接触器「FJシリーズ」の機種拡充（40～95 A）

中国やアジアなどの新興国で用いられる電磁接触器では、安全性、品質、開閉耐久性および海外規格への適合に対する要求がユーザにより異なる。

富士電機ではこれまでの標準形に加え、海外向け専用品として、小型かつ経済形仕様の「FJシリーズ」をラインアップしている。これまでも、用途の違いによる市場ニーズに合わせた製品の選択肢を増やすことで好評を得ている。今回、40～95 A 定格品を開発し、経済形仕様品のラインアップを拡充した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 簡易制御回路で必要となる補助接点 1NO1NC (1a1b) を本体に標準で装備している。
- (2) 中国エネルギー効率等級 2 級を達成している。

図 13 「FJ-B95」 95A 定格品



② 「G-TWIN Λ シリーズ」における小型低圧遮断器の機種拡充

直流設備の普及に伴い、遮断器の高電圧対応、小型化が求められている。これらの市場ニーズに応えるため、「G-TWIN Λ (ラムダ) シリーズ」において、無極性の直流高電圧回路用ブレーカ (DC500 V 対応 3 極品) を開発し、ラインアップを拡充した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) アーク転流遮断方式を採用し、高遮断性能 (DC500 V, 10 kA) を実現した。
- (2) EV 充電回路や蓄電池システムなど極性が変化する回路にも適用可能な無極性仕様である。
- (3) 外形寸法を小型化 (幅 54 mm) し、設置面積を従来比で 30% 削減した。
- (4) 定格電流: 10～63 A

図 14 直流高電圧回路用ブレーカ (DC500V 対応 3 極品)



③ 直流高電圧対応の無極性配線用遮断器 (400～800 AF)

太陽光発電などの新エネルギー市場で使用される直流機器は、国内、海外共に需要拡大が見込まれており、安全性の向上も求められている。今回、産業用太陽光発電設備向けに直流高電圧対応の無極性配線用遮断器を開発した。太陽光発電システムの安全性向上に貢献する製品である。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 定格使用電圧、遮断容量、外形寸法は従来品と同一で互換性を持たせ、無極性性能を実現した。逆接続が可能で、逆潮流の電流も遮断が可能である。
- (2) 定格絶縁電圧は、3 極品では従来品の DC750 V を 800 V に、4 極品では DC1,000 V を 1,150 V に拡大し、より安全性に配慮した。

図 15 「BW400RAG-3P400 CP」



受配電・制御機器コンポーネント

④ 太陽光発電設備向け電磁接触器「SC-N14/DS」「SC-N16/DS」

太陽光発電設備用パワーコンディショナ（PCS）の交流側に設ける電磁接触器は、メンテナンスや設備故障時に太陽光発電設備と電力系統との切り離しに使用される。したがって、さまざまな太陽光発電設備の設置環境に対応する必要がある。富士電機は、特に需要が増加しているメガソーラー用 PCS のニーズに対応した 660 A、800 A 定格の太陽光発電設備向け電磁接触器「SC-N14/DS」「SC-N16/DS」を開発した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 通電時の性能を向上した接点構造により、発熱ロスを約 7% 低減した。
- (2) 使用周囲温度を拡大し、多様な使用環境に対応した。
(従来品：-5~+55℃，開発品：-10~+60℃)
- (3) 制御回路の改良により、保持電力を約 10% 低減した。

図 16 「SC-N14/DS」660A 定格品



⑤ 高圧真空遮断器「AUTO・V シリーズ」

「AUTO・V シリーズ」は、真空遮断器「MULTI・VCB」に過電流継電器と計器用変流器を内蔵した製品である。配電盤の小型化や省配線が可能であるため、主に仮設電源設備で使用されている。今回、使い勝手の向上を目的としてモデルチェンジを行った。主な特徴を次に示す。

- (1) 注油箇所半減と注油周期の延長による保守性の向上
- (2) 主回路構造の見直しと耐トラッキング性能の高いモールド材料の採用による安全性と耐環境性能の向上
- (3) 配電盤パネルカットの簡略化、および従来品との取付け寸法の互換性維持
- (4) ソフトウェアデジタル演算による安定性と信頼性の向上
- (5) 限時 4 特性、瞬時 2 特性により保護協調が容易

図 17 「AUTO・V シリーズ」



⑥ 小型コンタクタ「SK シリーズ」の機種拡充（SK18 形、SK22 形）

機械装置・制御盤の小型化、グローバル化に最適な世界最小コンタクタ（電磁接触器）「SK シリーズ」SK06~12 形は発売以来好評を得ている。今回、その上位フレームとなる小型コンタクタの SK18 形および SK22 形を開発し、シリーズのラインアップを拡充した。近年、サーボシステムによるモータ制御の普及拡大に伴い、電磁接触器をサーボアンプの一次側に設置する用途が増えている。SK18 形、SK22 形は、特にこれらの用途向けに開発した製品である。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 幅寸法を 45 mm に統一した（従来比 15% 縮小）。
- (2) 直流操作形で 2.4 W を実現した（従来比 66% 減小）。
- (3) サーボアンプにより発生する突入電流に対応した。

図 18 「SK22A」



受配電・制御機器コンポーネント

⑦ 太陽光発電システム用ストリング監視ユニット

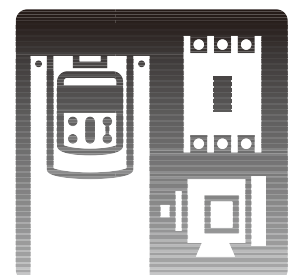
太陽光発電システムでは、安全性の向上および効率の低下を検出するため、ストリング（複数の太陽電池パネルで構成）単位での状態監視の要求が高まっている。

太陽光発電システム用ストリング監視ユニット「F-MPC PV」は、ストリング単位の電流・電圧を計測し、電流平均値や電力値などの計算値を上位システムに伝送する。これにより、パネル故障や施工ミスなどに起因する発電量の低下を早期に発見することができる。主な特徴を次に示す。

- (1) 発電電圧 DC1,000 V に標準対応
- (2) 1 ユニットで 12 ストリングまで計測可能
- (3) 耐湿コーティングによる結露対策
- (4) 監視計測機能の付加（Di×2 回路，Ai×2 回路，接続箱内温度×1 点）

●関連論文：富士電機技報 2013, vol.86, no.3, p.211

図 19 「F-MPC PV」





*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。