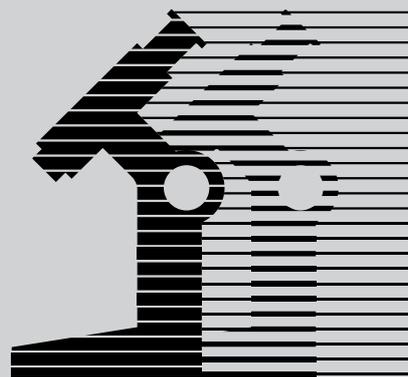


# 研究・基盤技術



電子デバイス・材料

オプトエレクトロニクス・メカトロニクス

パワーエレクトロニクス

環境・エネルギー

電力機器

基盤

生産技術

## 展 望

経済の停滞という厳しい環境のなかではあるが、メーカーの原点である技術力の維持・向上は最重要課題であり、研究開発により強い分野の技術力をさらに強化するとともに新分野の製品を生み出すべく基礎・基盤技術の強化に努めている。研究開発の方向性としては、電子・情報、環境・エネルギーにかかわる新技術・新製品を生み出す創造的技術開発にテーマを絞って重点的に実施し、事業革新を実現する商品創生をめざしている。

材料・デバイス分野では、情報・FA機器の表示デバイスとして有力な有機ELディスプレイについて、実用化へ向けた耐久性やフルカラー化への課題の基礎的な研究を進めた。富士電機が得意とするパワーデバイスでシリコンの次の材料として期待されるSiCの研究では、試作デバイスによりターンオフ時のスイッチング特性が優れていることを実証した。半導体や磁気ディスク媒体のプロセスを支える分析技術では、極浅領域での元素濃度の深さ方向の分布分析手法として低エネルギー一次イオン照射による深さ方向元素濃度分析技術を確立した。磁気ディスク媒体については、急速に進む高密度化への対応のため、ヘッドとディスクのトライボロジーについてのメカニカルシミュレーションにより磁気ディスク媒体側に要求される設計指針を確立した。システムLSIへの取組みとしてパソコンと周辺機器を接続するUSBのハブに必要な通信制御用ICおよび電源制御用IC技術を開発した。IGBTモジュールからIPM化への動向に対応し、小容量IPMの信頼性向上と設計合理化を目的とし、低熱抵抗樹脂封止形パッケージの有限要素法による設計技術を開発した。新幹線車両駆動や電力系統用の平形IGBTについては、2.5kVの開発を完了し、4.5kVの技術を開発している。

環境分野として、水処理分野では、上下水処理、産業廃水処理、パルプ漂白などに使用される300g/Nm<sup>3</sup>の超高濃度オゾンイザを開発した。廃棄物処理関係として、原子力発電所の高レベル放射性廃棄物のイオン交換樹脂を高周波プラズマで酸化し、減容・灰化する技術を開発した。太陽電池システムなどの新エネルギーの普及が期待されているが、富士電機独自のSCAF構造によるフレキシブルア

モルファス太陽電池の性能向上と低コスト製造技術の開発を進め、プラスチックフィルムで保護したガラスレスモジュールを試作し信頼性の検証を行った。新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)委託のWE-NETプロジェクトの一環として富士電機は水電解水素製造技術を担当し、大面積セル積層スタック技術の開発を行った。固体高分子形燃料電池については運転信頼性向上をめざしセル特性の安定化技術の研究を進めた。

電力機器分野では、大容量変圧器の巻線構造につき三次元熱流シミュレーションと実規模モデルを用いた可視化による実測を行い最適設計指針を確立した。コージェネレーションなどの増加の動向に対応すべく、配電系統への影響を予測・解析する設備計画支援システムを開発した。大形回転機については、冷却系と電気特性の解明に大規模シミュレーション技術を適用し、高出力密度化を図ったタービン発電機の試作において、実測との対比を検証し最適設計への指針を確立した。

パワーエレクトロニクス分野では、サーボシステムの高速度応答と低トルク変動制御技術、永久磁石モータの小形化・低コギングトルク特性、エンコーダの高分解能化を実現するための要素技術を開発した。大容量変換装置のデバイスとしてGTOを代替する、2.5kV平形IGBTの直列接続技術・水冷システム、3.3kV IGBTモジュールを用いた3レベルインバータなどの適用技術を開発した。

自動販売機関係の要素技術として、ビールの発泡メカニズム解析、搬送機構の低騒音化、投入数センサなどを開発した。今後の流通システムのキーとなる電子マネーの各種暗号システムに対応し、機器の要素技術を開発した。食品の冷凍物流への対応のため、冷凍食品の品質評価技術確立し急速冷凍・急速解凍技術を開発している。

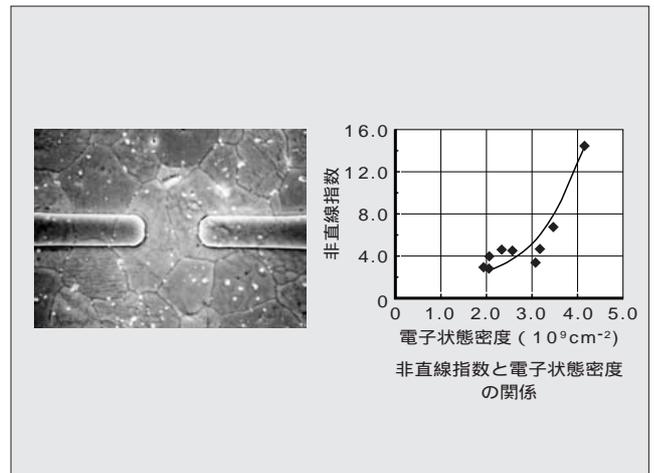
生産技術の分野では、大形発電機の固定子コイルの小ピッチ成形・編みに対応できる製造技術を開発した。また、環境対応、無人化、小形化、高性能化をめざして樹脂を熱硬化性から熱可塑性へ替えるなどの射出成形技術を開発した。新接合技術として、ホウケイ酸ガラス薄膜を形成したセラミックスとシリコンを陽極接合する技術を確立した。

電子デバイス・材料

① セラミックスの単一粒界特性評価

機能性セラミックスは、セラミックスの粒界や界面の特性などを利用し、半導体素子やセンサとして応用されるセラミックスである。これらの機能の発現メカニズムや特性制御の要因に関しては、未知な問題が多く、特性制御や新機能開発の手法は経験に頼らざるを得ないのが現状である。富士電機は、これらの問題を解決すべく、粒界に焦点を絞り、粒界の電子状態と電気特性との関係を解明することに取り組んできた。図は、ゼットラップやガス絶縁開閉装置 (GIS) 用避雷器に用いられている ZnO (酸化亜鉛) バリスタ素子の単一粒界を、マイクロ電極を用いて直接評価したもので、バリスタの非直線性が電子状態密度に強く依存していることを明らかにした。今後は、特性の制御手法に関する研究を行い、新機能性セラミックスの創製に活用する計画である。

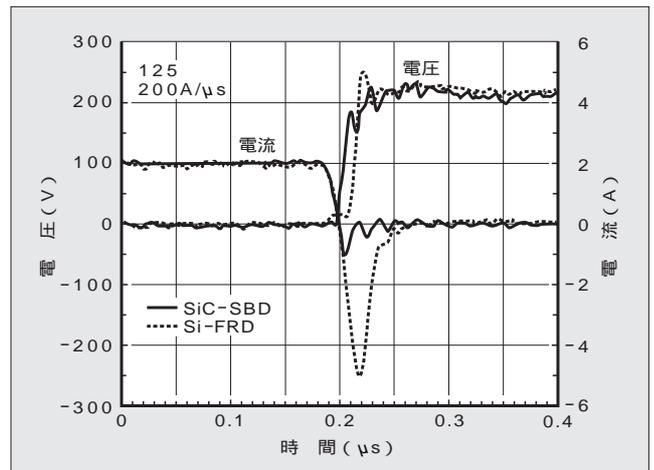
図1 マイクロ電極による単一粒界特性の直接評価



② SiC デバイスの基礎技術

シリコンカーバイド (SiC) は最大絶縁電界がシリコン (Si) より一けた大きいことから、将来の低損失パワー素子への応用が期待されている半導体材料である。デバイス製造に必要な基礎的な要素技術として、熱酸化技術、電極形成技術、イオン注入技術などがあげられる。これらの技術を用い、高速で低損失のショットキーバリアダイオード (SBD) の可能性を検討した。図は試作した 500 V 耐圧、2 A 定格ショットキーバリアダイオードのスイッチング特性をシリコンの高速ダイオード (FRD) と比較したものである。この結果から、非常に高速で動作しており、逆回復電流が著しく小さいことが分かる。このダイオードを従来のシリコン FWD (Free Wheeling Diode) などと置き換えれば、装置の性能が飛躍的に向上することが期待される。

図2 ショットキーバリアダイオードのスイッチング特性比較



③ 有機発光素子

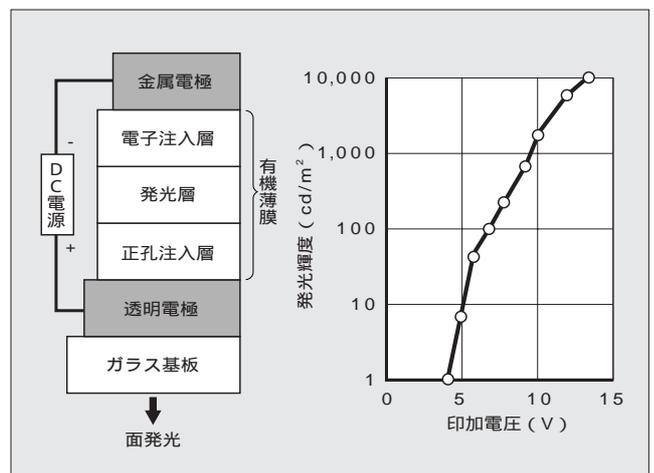
情報機器の小形化・高密度化に伴い、液晶を超える高品位なフラットパネルディスプレイへの要求が高まっている。

富士電機では、次世代情報機器用途をめざして、フルカラー有機発光素子の研究開発を推進している。今日までに、実用化への重要な課題である、

- (1) 耐久性の確保
  - (2) フルカラー表示対応技術のめど付け
  - (3) 有機成膜プロセスの確立
- について基礎技術の確立を進めてきた。

今後は、上述した3課題を達成すべく材料・プロセス技術を展開し、併せて、駆動回路、微細加工、封止などを含めた総合的なフラットパネルディスプレイ設計技術の開発を行い、早期の実用化をめざす予定である。

図3 有機発光素子の断面構造と電圧-輝度特性



オプトエレクトロニクス・メカトロニクス

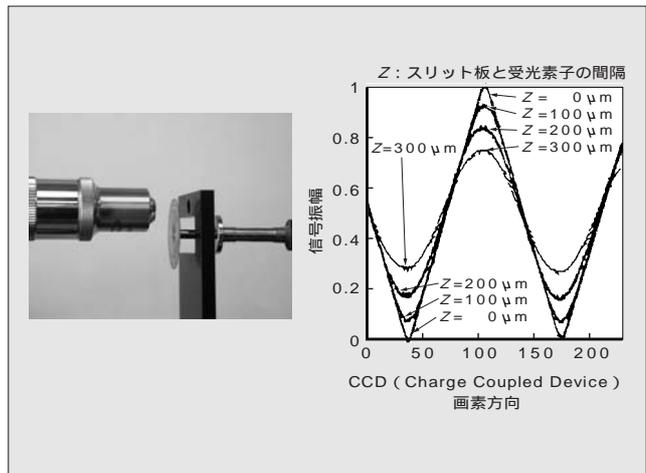
1 光学式エンコーダの信号解析

工作機械をはじめとする最近のサーボシステムでは、位置検出精度の高い光学式エンコーダが活用され、より一層の精度向上が望まれている。そのためには検出部を構成する光源、スリット板および受光素子の位置・寸法関係とその精度を解析し、最適化するシミュレータが必要になる。

この装置はスリット板を透過した光線の強度分布を二次元カメラで撮像し、その画像をパソコン上の仮想の受光素子で捕らえ、実機の信号をシミュレーションするものである。汎用光線追跡ツールで容易に解析できないインコヒーレント光での回折、光源の光強度分布の不均一性によるエンコード信号の振幅変動、波形ひずみが定量化できる。

具体的には16ビット光学式エンコーダのスリット板の明暗格子および受光素子アレイの構造設計に適用した。

図4 光強度分布測定とシミュレーション信号波形例



2 接点バウンスシミュレーション

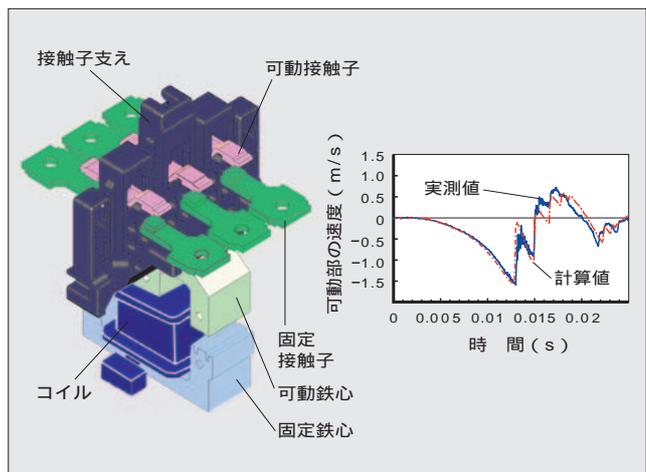
電磁接触器の長寿命化および信頼性向上を図るため、開閉時に接触子同士の衝突によって生じるバウンス現象の解析技術を確立した。

電磁石の運動に伴って変化する電磁力の過渡特性を考慮した電磁気解析と、鉄心や接触子ほか複数箇所の衝突を考慮した非線形運動解析の双方を連動的に解析できるバウンスシミュレーションを開発した。

図にはシミュレーションの三次元解析モデルと、可動部の速度について、計算値と実測値の比較結果の一例を示す。

シミュレーションの活用によって、電磁接触器の最適化設計が可能になり、バウンスが大幅に低減できる。

図5 電磁接触器のバウンス解析モデルと解析結果例



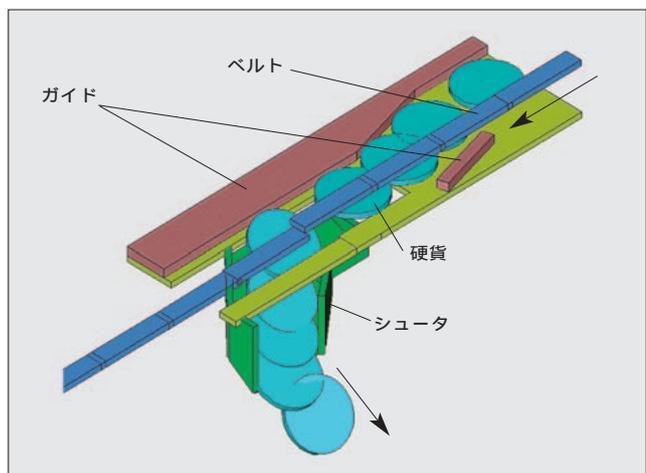
3 硬貨挙動シミュレーション

小形、高速、高信頼性の金銭処理機を開発するため、硬貨の挙動解析技術を確立した。硬貨と接触する物体との間の相対位置、幾何学的関係から接触点、および接触力の大きさと方向を計算する手法を開発し、その手法を汎用の運動解析ソフトウェアにカスタムプログラムとして組み込むことで、硬貨の転がり、跳ね返り、滑りなどの複雑な三次元挙動解析ができるようになった。

このシミュレーションの適用により、今まで困難であった金銭処理機内部での硬貨挙動を設計時に把握し、機構の最適化を図っている。

今後は新たに柔軟物の大変形解析技術を確立し、紙幣の挙動シミュレーションを構築していく予定である。

図6 硬貨搬送シミュレーションの例



パワーエレクトロニクス

① 汎用インバータによるショックレス再始動制御

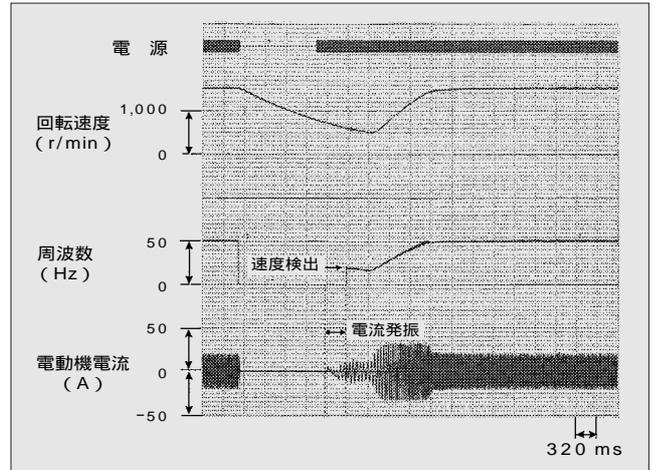
速度センサのない誘導機駆動システムに適用できる汎用インバータの再始動方法を開発した。

外力のある場合や運転中の瞬時停電から復帰する場合に、電動機が回転している状態で、回転速度を考慮せずにインバータを始動または再始動すると、突入電流が発生し、インバータの停止や負荷トルクの急激な変動を生ずる。

開発した方式は、同期速度で誘導機のインピーダンスが極大になる特性を利用し、インバータを制御して誘導機を電氣的に自励発振させ、そのときの周波数を検出する。

この方式により、不要なトルク発生なしに回転速度と回転方向の正確な検出が可能になる。実機による検証でも、停止状態から高速までの全速度範囲で、良好な速度推定に基づいてスムーズに再始動することを確認した。

図7 瞬時停電再始動動作



② 交流チョッパ式直列補償形節電装置

近年、店舗やビルなどで用いられる照明器具への供給電圧を下げて、電力の節減とCO<sub>2</sub>低減に効果を発揮する節電装置が注目されている。富士電機では、交流チョッパ技術、直列補償回路技術および高周波スイッチング技術を適用した、標記節電装置を製品化した。この装置は、照明器具への供給電圧を電源変動にかかわらず、16 kHzの高周波スイッチングで適切な電圧値に定電圧制御するため、常に最大限の節減効果が発揮できる。また、新回路方式の採用により、変換効率98%を達成するとともに、冷却ファンや電解コンデンサなどの交換部品を不要とした。さらに、節電電力表示や無瞬断での直送切換、自動復帰機能を備えることで高信頼性を実現したほか、6種類の製品系列をそろえたことで、さまざまな電源容量への対応も可能としている。

図8 交流チョッパ式直列補償形節電装置 (24 kVA)



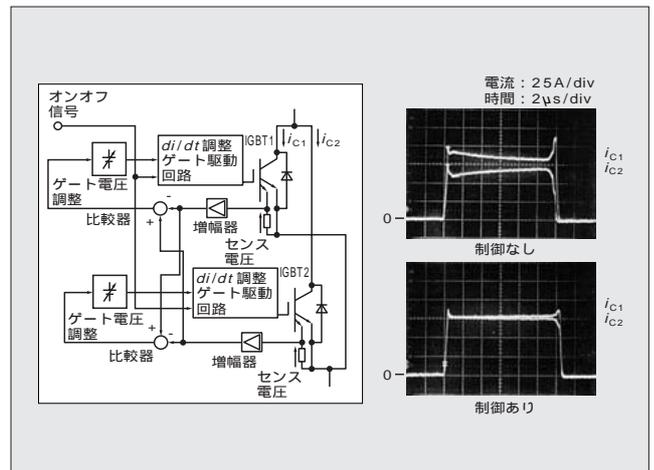
N99-2456-1

③ IGBT 並列接続時における電流バランス制御

近年、大容量変換装置においても小形化・高性能化を達成するために、高速スイッチングが可能なIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) が適用され始めている。このときIGBTとしては、デバイス特性をそろえた素子を並列接続して使用する必要がある。このたび富士電機では、IGBTを無選別で並列接続できるゲート駆動回路を開発した。

定常時の制御は、センスIGBTを用いて各IGBTの電流を検出し、その値をそろえるように各ゲート電圧値を調節する。スイッチング時の制御は、ターンオン時とターンオフ時の電流変化率  $di/dt$  をそろえるように各ゲート電圧値を調節する。このゲート駆動回路を用いることにより、電流アンバランスを定常時、スイッチング時ともに10%以下にできる。

図9 電流バランス制御ブロック図と電流波形例



環境・エネルギー

① フレキシブル太陽電池モジュール

富士電機独自の集積形直列接続構造，ステッピングロール製膜などの特長ある製造プロセス技術の開発により，出力電圧200Vを持つ大面積太陽電池（最大40cm×80cm）を再現性よく製作することが可能となった。これらの太陽電池を複数枚接続し，樹脂で封止したモジュールは，軽量でフレキシブル性を有する。そこで，従来の設置方法に加え，これらの利点を生かした新たな応用展開についても，現在技術開発を進めている。

図は曲面アクリル屋根にモジュールを取り付けた実証試験用システムの例で，発電量などのデータ収集を行う一方，発電電力はバッテリーに充電され，夜間の照明用電源に利用している。なお，この研究開発は新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの研究委託を受け，進めている。

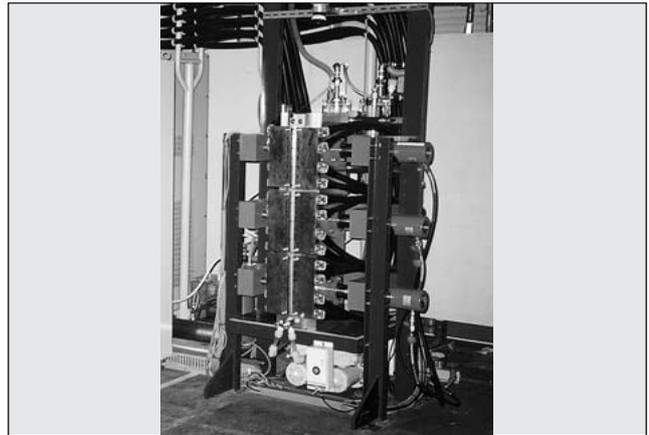
図 10 曲面屋根に取り付けたフレキシブル太陽電池モジュール



② 水電解水素製造装置

電極面積 2,500 cm<sup>2</sup> の水電解セルを試作，評価し，1 A/cm<sup>2</sup> の電流密度下，80℃でエネルギー変換効率 95.5%を得た。適用セルは固体高分子電解質膜の両面に電極を接合したもので，高電流密度下でも高効率で水素を製造可能である。そこで単位電極面積あたりの水素製造量が多いほか，消費電力量が少ない，得られる水素の純度が高いなどの特長を有し，オンサイト形水素製造装置など産業用への応用も期待される。この研究開発は，新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの研究委託（水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術）を受け進めてきているもので，現在，第一期の目標を達成し，第二期（1999～2004年）のパイロットプラント用大形積層電解槽の基礎開発に取り組んでいる。

図 11 2,500 cm<sup>2</sup> 水電解セルと試験・評価装置



電力機器

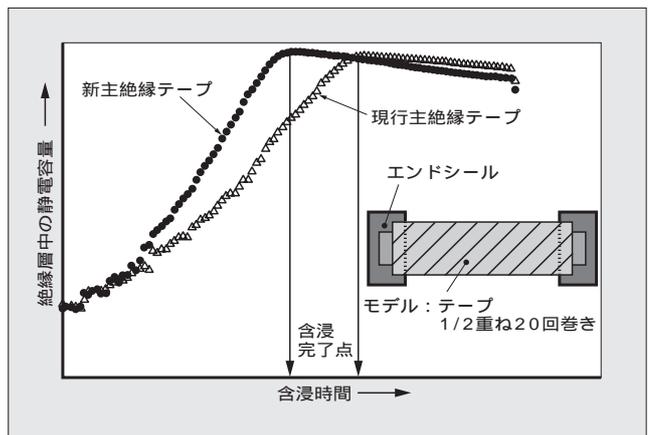
① 大容量回転機の全含浸絶縁技術

固定子コイルと鉄心を一体で含浸する全含浸絶縁において，含浸技術の向上は重要な技術課題である。富士電機ではすでに 340 MVA までのタービン発電機用全含浸絶縁システムを開発完了し適用している。この全含浸絶縁の信頼性をより一層向上させるため，絶縁層に対する樹脂の浸透量や浸透速度について研究を行い，含浸性の優れた主絶縁テープを新たに開発して適用した。

この新主絶縁テープは，現行の主絶縁テープに比べ樹脂の浸透速度が速く，かつ絶縁テープの巻き回数の多い高電圧絶縁でも十分な余裕をもって含浸できる。

今後も，高電圧化対応の全含浸技術の信頼性を向上させるため，さらに含浸技術を発展させていく。

図 12 試験コイルと新旧主絶縁テープの樹脂含浸性

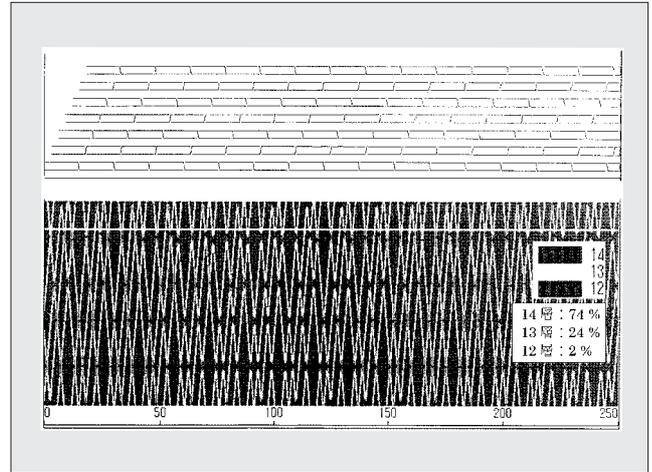


電力機器

② 高圧回転機絶縁のテーピングシミュレーション技術

回転機固定子コイル絶縁は、主絶縁テープの巻き方によって絶縁破壊電圧の値が変わるため、同じ巻き層数で最大の破壊電圧を得るためには、巻き方を検討する必要がある。そこでテーピング状態をシミュレートするコンピュータプログラムを作成し、その有効性を実験破壊電圧値と比較し実用化した。このシミュレーションでは、テーピング断面図で得られる重ね目の分布、等層分布図で得られるコイル表面上の絶縁層数の重ね目状態が検討できる。往復巻きの場合、重ね目の間隔を上下の層で適切にずらすことと、コイルのコーナ部で重ね目層数が少なくなることを避けることが必要となる。このシミュレーションで得られた最適なテーピングパラメータをNC ( Numerical Control ) テーピングマシンへ入力することによって、高圧回転機絶縁の品質を安定化できる。

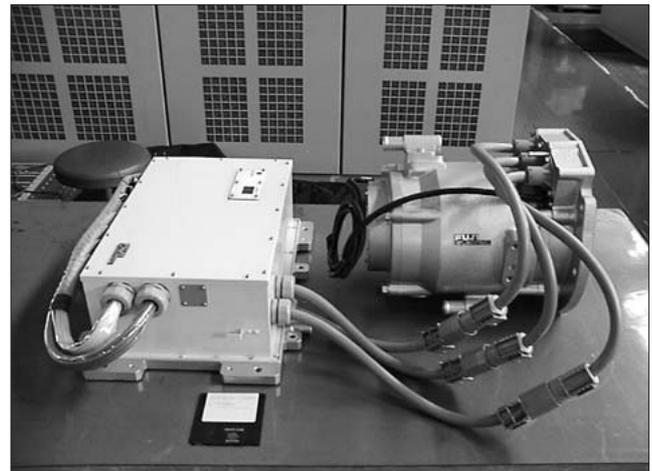
図 13 高圧回転機固定子コイル絶縁のシミュレーション結果



③ 高逆突極比の永久磁石電動機

富士電機では、大容量から小容量に至る永久磁石電動機を多数製作してきており、それぞれに高効率、小形、無保守などの特長を誇っている。このたび、機器利用率を高める有効な施策とされる逆突極リラクタンストルク利用を極限まで追求した試作機を完成させ、所定の性能を確認することができた。この試作機は磁気飽和領域でも3以上の驚異的な逆突極比を保つ50kW出力の6極機であり、13,000 r/minに耐えうる堅ろうな構造と革新的な磁気回路構成とを高度な解析技術を駆使して追求、実現したものである。同一体格の非突極機に比較し、適切な制御方式を適用することで、体格を30%程度縮小できる可能性を持つ。多様な展開が見込まれる永久磁石電動機の一つの到達点となるう。

図 14 永久磁石電動機システム



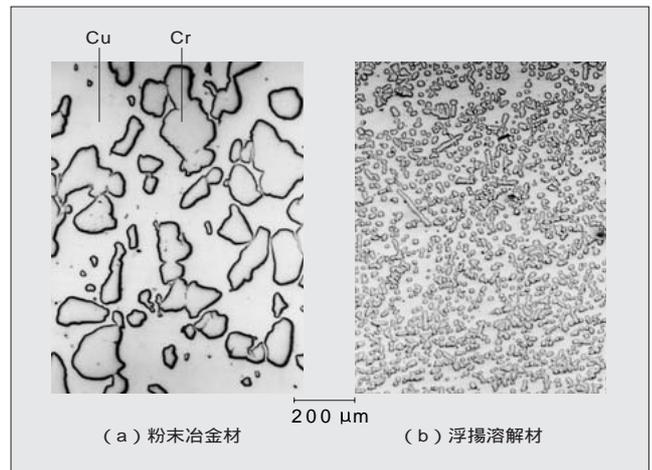
④ 浮揚溶解法による真空遮断器用電極材料の製造

●関連論文：富士時報 1998.5 p.264-267

真空遮断器の電極材料はCu-Cr ( 銅-クロム ) 複合材が主流になっているが、近年の遮断器への要求の高度化に伴って、電極材料にも高性能化が望まれている。Cu-Crは従来から機械的に粉碎したCr粉を原料とする粉末冶金法で作られており、粉末表面の酸化や粉末の細かさの制約から電極の低ガス化、Cr分散の微細均一化に限度があった。

図 15 真空遮断器の電極用 Cu-Cr 複合材の金属組織

富士電機では先に開発した浮揚溶解装置を用いた電極の製造研究を進めており、これまでに溶解後の急冷によりCr分散の微細化が図れ、電流遮断特性が改善されることを見いだした。さらに、この溶解法はるつぼからの汚染がないので、電極材料の高純度化が可能で、遮断器の大容量化、高電圧化への対応が期待される。



電力機器

⑤ 冷凍機冷却式高温超電導コイル

冷凍機冷却式高温超電導コイルは、冷媒が不要で取扱いが簡単かつ低い運転コストであるという特長から、その適用範囲が拡大してきている。一方、変動磁界を連続的に発生する運転においては、交流損失のためコイル内で発熱が生じ、このためコイル内部温度が上昇し続け連続運転は困難であった。

この問題を解決すべく、コイル巻線にヒートドレインとして窒化アルミニウムを配置する方法を九州大学、九州電力(株)と共同で開発した。このコイルはビスマス系高温超電導線を4本並列化した導体からなり、独自に開発した層間転位方式を採用し、電流均一化、低交流損失化を達成した。このコイルは運転温度40 K、周波数1 Hzの三角波パルス運転を行い、連続運転に成功した。今後はより高磁界化をめざした研究開発を行う。

図 16 冷凍機冷却式高温超電導コイル装置



⑥ ファイバ形光 CT 技術

ガス絶縁開閉装置 (GIS) に用いる計器用変流器 (CT) として従来の鉄心付き巻線形 CT に代わり、磁気光学効果を利用した鉛ガラスブロック形ファラデー素子を使った光 CT の開発を完了した。現在、東京電力(株)と共同にて鉛ガラスファイバを採用した新しい光 CT の開発を進めている。

ブロック形光 CT は、これまでセンサ製作寸法の制約から主器の高圧導体側設置とならざるを得ず、絶縁性能確保が課題となっていた。一方、アースタンク側への設置が可能な鉛ガラスファイバでは前記制約がなく、主器の絶縁性能を低下させることなく設置が実現できる。

また、光学センサ部のコストについてはブロック形と比較して大幅なコストダウンが見込まれる。

図 17 光 CT センサおよび光源・信号処理変換器



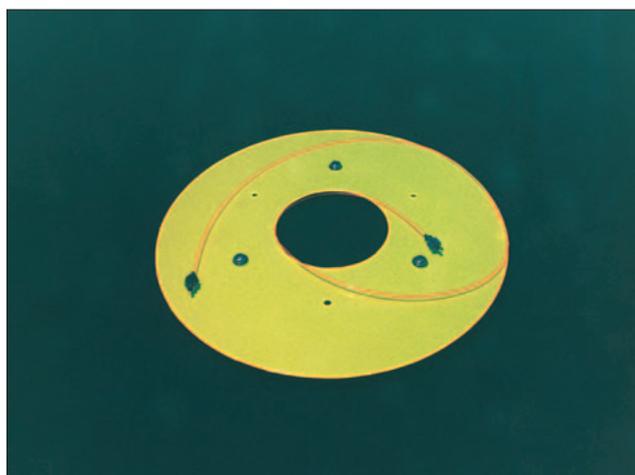
⑦ 蛍光ファイバ形部分放電検出技術

ガス絶縁開閉装置 (GIS) の絶縁診断技術としてファイバに蛍光色素を添加したセンサによって、機器の異常時に発生する部分放電光を検出するシステムを東京電力(株)と共同開発した。このシステムは GIS のハンドホール部フランジに装着する構造のため、既存の GIS にも適用が可能である。また、蛍光ファイバセンサは直接、部分放電光を捕らえるため、外来ノイズの影響を受けないという特徴がある。

このシステムの部分放電検出性能は次のとおりである。

- (1) GIS 中のガス区画ごとに 1 分間程度で検出する。
- (2) 部分放電の検出感度は放電電荷量 10 pC 程度である。
- (3) センサに直接、部分放電光が当たらない部位の検出も GIS タンク壁面の反射光により可能である。

図 18 蛍光ファイバセンサ



基盤

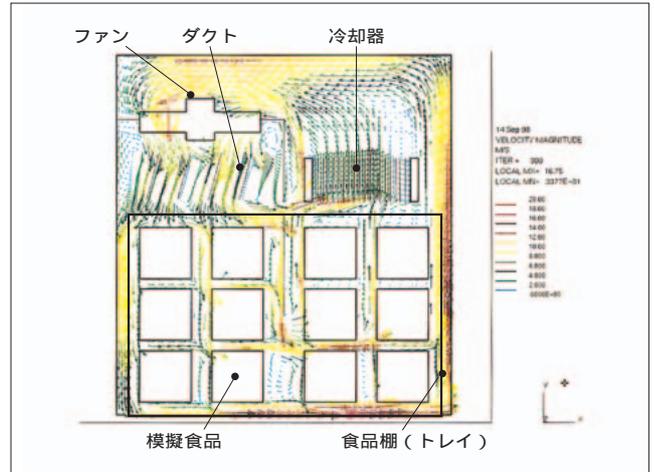
1 食品の急速冷凍技術

食品を高品質に凍結する方法として急速凍結法が有効であるが、品質劣化の主要因である食品中の氷結晶の成長を抑制する凍結制御が重要である。

富士電機は急速冷凍庫（ショックフリーザ）を1998年9月に製品化しており、その設計に必要な気流解析・制御と食品品質評価を行ってきた。前者では流体解析により、冷凍庫内の風回りを均一化するための要素選定とその構造の最適化を図った。後者では模擬食品凍結実験により、凍結時間、氷結晶径、水分蒸発量などの評価技術を構築した。

さらに風回りの均一性向上のために低損失ダクトで気流を各食品棚に分配する新構造の開発を進める。図には食品棚内風回りの気流解析の例を示す。ファン、冷却器および食品棚の構成方法により気流分布の均一化が図れる。

図 19 食品棚内風回りの気流解析例（風向風速分布）



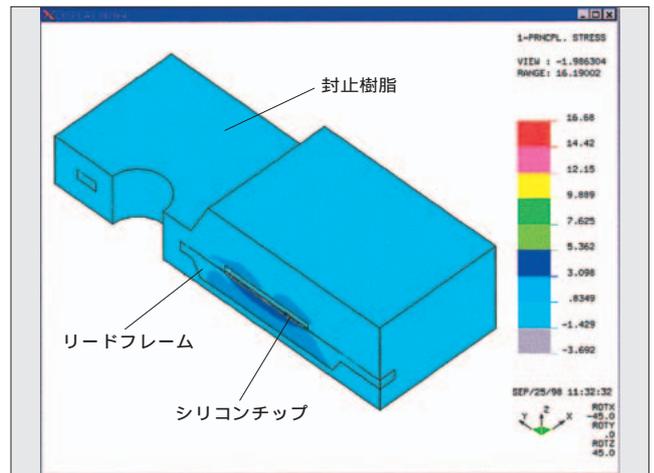
2 半導体パッケージの熱応力解析

MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) などの樹脂封止形半導体パッケージはシリコンチップ、リードフレームなどをトランスファモールド用樹脂で封止した構造となっている。封止工程は約 200 で行われるが、樹脂の線膨張係数がリードフレームやシリコンチップより大きいため、室温に戻されたとき異種材料界面に残留応力が発生する。この残留応力は界面はく離や抵抗値変化など機械的・電気的不良の原因となり、樹脂封止形半導体パッケージの技術課題となっている。

図は有限要素法による MOSFET の構造解析結果（応力分布図）であり、封止温度から室温に戻されたパッケージ内の残留応力を把握できる。

この技術の活用で、樹脂封止にかかわる残留応力を低減させ、信頼性の高いパッケージ構造の開発が可能となった。

図 20 MOSFET の三次元熱応力解析例（応力分布）

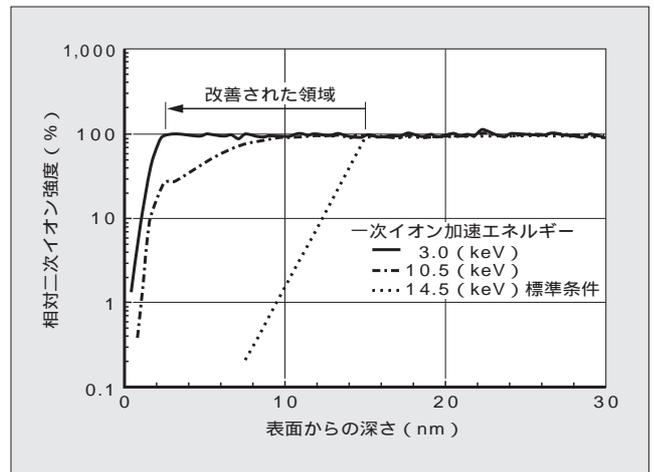


3 二次イオン質量分析法によるデバイスの極浅領域の解析技術

半導体デバイスの高集積化、磁気記録媒体の高密度化に伴い、デバイスの浅い接合を形成するドーパントの評価や極薄膜中不純物濃度・深さ方向組成などの精密な測定が必要になっている。解析には、検出感度の高い二次イオン質量分析法 (SIMS) の利用が不可欠である。標準測定での深さ方向の組成解析では二次イオン化率が定常状態になるまで約 15 nm 必要となる。より浅い領域 (10 nm 以下) の情報を得るために、測定に必要な電流密度を保った状態で、一次イオン加速エネルギーを減少させる条件を見いだした。図に示すように、非定常状態の領域が減少し、極浅領域での安定した二次イオン強度が得られる。

今後の半導体、媒体などの薄膜デバイスプロセスに展開し、研究開発を推進していく。

図 21 極浅領域での相対二次イオン強度分布



生産技術

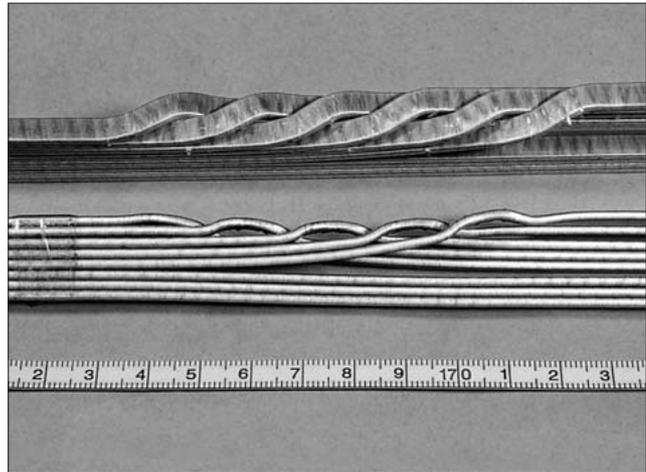
1 発電機固定子コイルの成形技術

大形発電機の固定子コイルの小ピッチ成形・編みに対応できる製造技術を開発した。この技術のポイントは、狭隘(きょうあい)空間でコイル素線を幅方向および厚さ方向に、小ピッチで成形しながら編み込むこと、また、これらの作業工程で、コイル素線の絶縁被覆を損傷させないこと、である。

今回、これらの要素技術を開発し、コイル素線の自動編み工程に必要な機能を備えた試作機を製作し、自動化に必要な機能が実現できることを実証した。

この技術の開発で、今後、大形発電機固定子コイルの成形・編みの品質向上、製造期間の短縮、発電機の小型化が実現できる。

図 22 機能試作機で成形したコイル

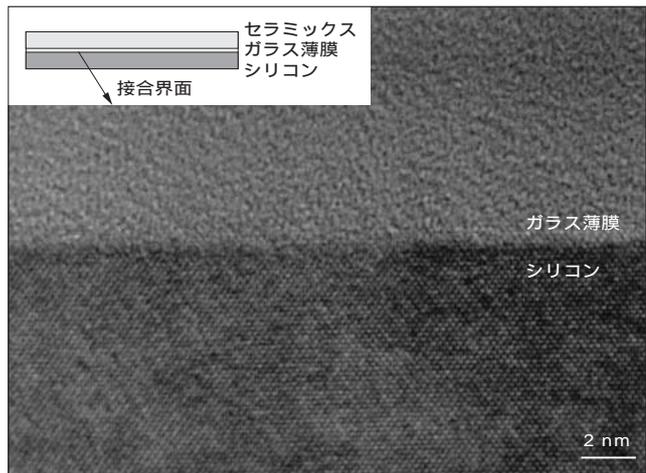


2 シリコンとセラミックスの陽極接合技術

単結晶シリコンを用いた半導体式センサやアクチュエータは、三次元加工したシリコンと他の構造材とを接合して製作されることが多い。陽極接合の場合、構造材としてホウケイ酸ガラスを用いるのが一般的である。ただし、ガラスはその機械的強度がシリコンに比べ半分程度である。そのため、使用環境によっては、弾性変形あるいは破損する恐れがあり、構造材として不適切な場合がある。

富士電機では、ガラスに代わる部材として強度の大きいセラミックスを検討し、単結晶シリコンとセラミックスの陽極接合技術を確立した。セラミックスにホウケイ酸ガラス薄膜を数μm形成し、このガラス面とシリコンとで陽極接合を行い、20 MPa程度の引張り強度を得た。今後この技術を、高精度な各種センサの開発に適用していく。

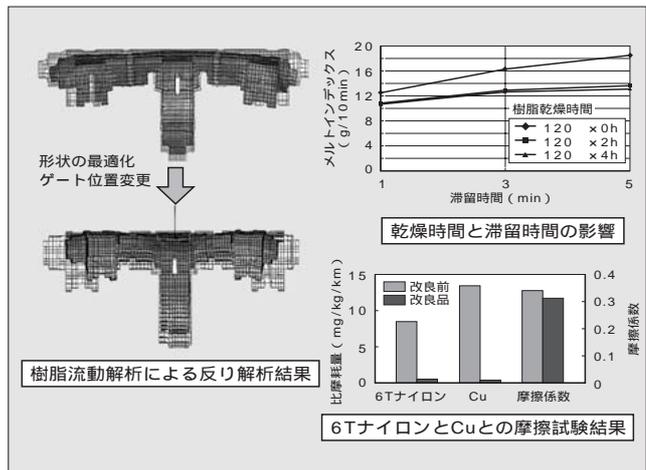
図 23 接合界面の TEM 観察写真



3 無人化を可能とする射出成形技術

環境対応、無人化、小型化、高機能化をめざした射出成形技術の開発として、熱硬化性樹脂から熱可塑性樹脂への代替実用化(薄肉、高強度、低摩擦耗化)、高信頼性成形の実現に取り組んでいる。これらの課題を解決するために、材料、金型、成形機、シミュレーション、分析などの多方面の技術を駆使している。特に「三次元シミュレーションによる成形条件の最適化、成形材料における充てん剤の最適化と樹脂のアロイ化、成形前後の材料特性の変化」に注目し解決を図っている。具体的には、シミュレーション活用により成形品の変形が1/2以下に低減、材料の乾燥時間(吸水率)により流動性(メルトインデックス)が40%変化、成形材料に充てん剤を添加することで比摩耗量が1/18以下に減少など、成形品の品質に大きく影響することを明らかにした。

図 24 シミュレーション結果と材料特性





\*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。