

# 研究・基盤技術



電子デバイス・材料  
 パワーエレクトロニクス  
 電力機器・回転機  
 環境・メカトロニクス  
 新エネルギー  
 基盤

## 展望

富士電機は、時代のニーズである情報化、環境保全、新エネルギー、省エネルギー、高機能化に貢献することを目標に、電子デバイス、パワーエレクトロニクス、環境、新エネルギーを中心に研究開発を進めている。

電子デバイス・材料分野では、情報化における重要なツールである携帯機器の要求に対応する低消費電力・高精度基準電圧電源 IC を開発した。また、携帯機器に使用されるリチウムイオン電池のインテリジェント充電電圧制御用 IC を開発した。携帯機器の小型・軽量化に対応する DC-DC コンバータ方式の超小型電源の開発を進め IC 上に薄膜方式のインダクタを形成する技術を開発した。液晶に比べて高い視認性により小型携帯機器用途で注目されている有機発光素子については、色変換フィルタ方式による開発を進め 3.2 インチサイズのフルカラーパネルの開発を行った。

パワーマネジメントに重要な役割を果たしているパワーデバイスについては、車両用、産業用電力変換装置の小型化、高信頼性化に対応するため 4.5 kV 大容量 IGBT の開発を行った。次世代のパワーデバイスとして注目されているシリコンカーバイド (SiC) デバイスでは電力中央研究所との共同研究で Si の限界値の 100 分の 1 以下の低抵抗が得られた。

パワーエレクトロニクス分野では、200 V、400 V 系統で共通に対応できるワールドワイド対応三相高力率コンバータを開発した。誘導電動機の停止制御を速度センサレスで可能にするためインバータの電流・電圧のベクトル軌跡から速度と一次抵抗を推定し制御する方式を開発した。6.6 kV 出力インバータの製品化については、単相 3 レベルインバータユニットを直列に 4 段接続する構成により、低レベルの高調波・サージ電圧を達成した。

回転機については、永久磁石バーニアモータの開発により通常の永久磁石モータの約 1.5 倍のトルク/体積比の低速大トルクモータを開発した。永久磁石モータについてはコンプレッサあるいは電気自動車駆動用として高速回転に適合した 55 kW、6 極モータを完成させた。

環境分野については、水処理を中心に据え開発を推進しており、下水処理において技術的に難度の高い窒素・りん的高度処理に対応するため国際水協会の活性汚泥モデルを採用した活性汚泥シミュレータを開発した。上水処理では、高度浄水処理に伴い導入されてきたオゾン処理で問題になってくるトリハロメタン低減と臭素酸生成抑制の両立を可能にする溶存オゾン濃度制御方式の開発を行った。

新エネルギー分野では、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託で太陽電池の開発を進めている。フィルム基板にアモルファス太陽電池を形成する独自のデバイス構造を採用したアモルファスシリコンの積層セル構造の開発を進めており、小面積セルで 11 % の発電効率を得ている。燃料電池については、固体高分子形燃料電池スタックの開発を進め、都市ガス改質システムとの組合せ試験を行い良好な結果を得た。都市ガス改質システムについては、りん酸形燃料電池発電装置で築いた改質技術に基づき小型化・高性能化を行った。

基盤技術としては、半導体プロセスで問題になるシリコンオンインシュレータ (SOI) ウェーハ上のゲート酸化膜特性の向上、磁気記録媒体では、高記録密度化に対応して光学試験と電磁的試験を組み合わせた試験技術の開発、微視解析技術では、集束イオンビーム装置 (FIB) とマニピュレータを組み合わせた微小部サンプリング技術を確立した。ホログラム素子については、シミュレーション技術の開発により、2 分岐器で回折効率 80 % を超える設計が可能となった。計算技術に関しては、構造化ニューラルネットワークの研究を行い、各種予測・診断機能の高度化を可能とした。エレクトロニクス機器からの高周波電磁界現象を解析するため、モーメント法による高周波電磁界シミュレーションを開発し、三次元任意形状における電流分布や放射電磁界強度の予測が可能となった。こうした基盤技術の進展により新製品開発の高度化、スピードアップを図っていく。

今後、情報化・環境技術の進展を図るため、ハードウェア・ソフトウェアのインテグレーションをキーに時代を先取りする研究開発を推進していく。

電子デバイス・材料

① 携帯機器用電源 IC の基準電圧源高精度化技術

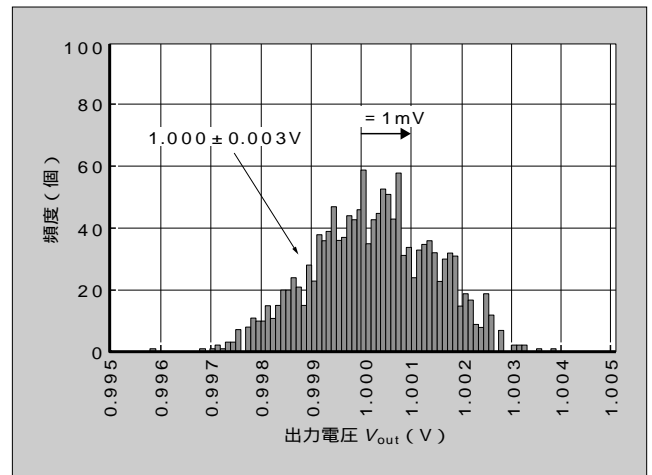
●関連論文：富士時報 2000.8 p.449-451

近年の携帯機器の急速な普及に伴い、電源の小型化や電池での長時間動作などの要求はますます厳しくなっており、電源 IC にも、低消費電力化ならびに精度の高い制御が必要となっている。富士電機では、この要求にこたえるため、低消費電力でかつ高精度な基準電圧源回路を開発した。本基準電圧源回路は、エンハンスメント型とデプレッション型の n チャンネル MOSFET におけるしきい値電圧の電位差を取り出す方式であり、出力電圧精度向上のため、6 ビットのトリミングを採用している。

特長は次のとおりである。

- ① 消費電流は 2  $\mu$ A
- ② 室温時の電圧精度は図で示すように  $\pm 0.3\%$
- ③ 温度ドリフトは平均で 2 mV ( - 10  $^{\circ}$ C  $T$  + 70  $^{\circ}$ C )

図 1 基準電圧源回路の樹脂封止後の出力電圧特性



② リチウムイオン電池充電制御技術

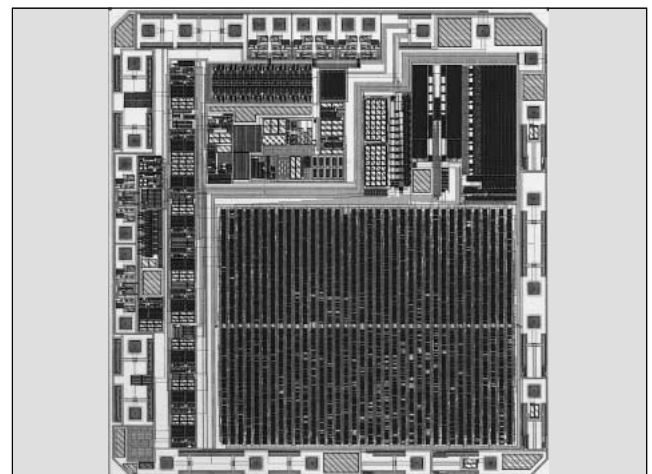
●関連論文：富士時報 2000.8 p.446-448

リチウムイオン二次電池は、体積エネルギー密度と質量エネルギー密度が高いこと、メモリ効果がないことなどにより、近年の携帯用電子機器の高性能化、小型化、軽量化の実現に大きく寄与している。

富士電機では、高精度な充電電圧制御が可能であり、アナログ充電回路とマイコンをワンチップに搭載した、リチウムイオン二次電池充電制御技術を開発した。主な特長は次のとおりである。

- ① CMOS アナログ技術を用いた、アナログ・デジタル混載技術により、電源 IC のインテリジェント化 (定電流・定電圧制御 + 充電シーケンス) を実現した。
- ② 高精度基準電圧源回路を搭載し、高精度な充電電圧制御を実現した (4.2 V  $\pm$  30 mV)。

図 2 リチウムイオン電池充電制御 IC レイアウト

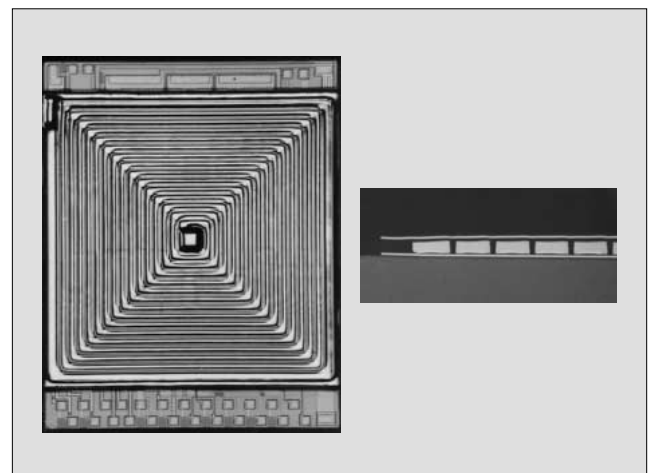


③ マイクロ電源用薄膜インダクタ

携帯用電子機器において急速に進む小型・軽量化のニーズに対応するため、富士電機では DC-DC コンバータ方式の超小型電源 (マイクロ電源) の開発を進めている。従来、外付け部品のなかで大きな体積を占めていたインダクタを薄膜技術により IC 上に形成することにより、設置面積の大幅な低減を図った。

薄膜方式のインダクタには直流抵抗低減のため導体厚を確保することや導体占積率を高めること、インダクタンス増大のため導体周囲の磁性体の材料選定や構成法などの課題があった。これらを感じ性のポリイミド系材料を使った高アスペクト比の型加工による 50  $\mu$ m 以上の厚膜導体めっき技術や、スパッタ法によるアモルファス磁性薄膜により解決した。

図 3 4 mm 角薄膜インダクタ (左) と導体部断面 (右)



電子デバイス・材料

④ 4.5 kV 大容量 IGBT

車両用、産業用電力変換装置への IGBT デバイスの適用が広がりを見せている。富士電機では高耐圧・大電流、高信頼性を兼ね備えた 2.5 kV 平型 IGBT を量産化し車両用と産業用に広く適用していただいている。今回さらに高耐圧化を達成した 4.5 kV 平型 IGBT/EMB2001RM-45 (2,000 A), EMB1201RM-45 (1,200 A) を開発した。これにより、従来品にも増して、変換装置の小型化、高信頼性化への貢献が期待できる。IGBT の主な特長は次のとおりである。

- ① 新構造 IGBT チップの採用により、低損失で高破壊耐量
- ② 平型パッケージにより直列接続が容易

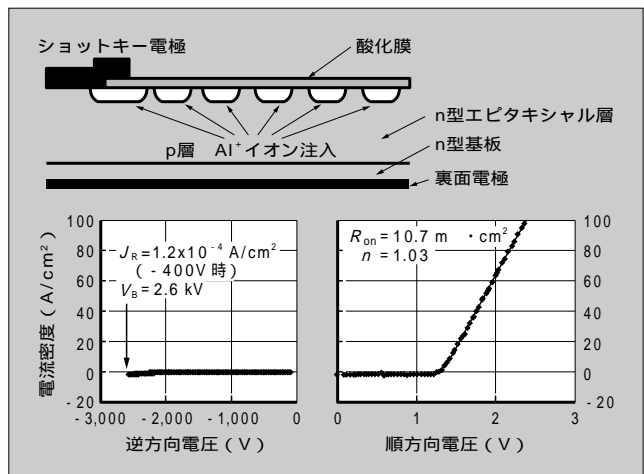
図4 4.5kV 2,000 A 大容量 IGBT



⑤ 高耐圧 SiC ショットキーバリヤダイオード

シリコンカーバイド (SiC) は最大絶縁強度がシリコン (Si) やガリウムヒ素 (GaAs) よりも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る半導体材料である。ショットキーバリヤダイオード (SBD) は SiC デバイスのなかで最も有望なデバイスの一つである。厚膜・低濃度のエピタキシャル層を用い、多重ガードリング耐圧構造を採用した結果、耐圧が 2.6 kV でオン抵抗が  $10.7 \text{ m} \cdot \text{cm}^2$  と Si の限界値の 100 分の 1 以下の低抵抗が (財)電力中央研究所との共同研究において得られた。今後は、漏れ電流の低減など、一層のデバイス特性の改善をめざすべく要素技術の高度化を図る予定である。

図5 試作した SBD の構造と電流電圧特性



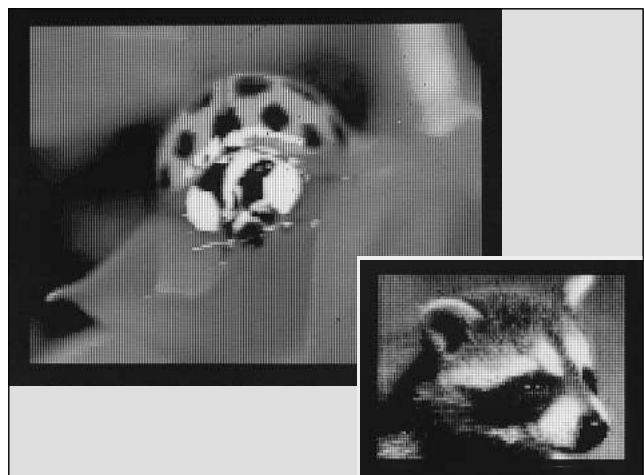
⑥ 有機 EL ディスプレイ

次世代のフラットパネルディスプレイとして有機 EL ディスプレイへの期待が高まっている。富士電機では、次世代の小型情報機器用途をめざして、有機 EL ディスプレイの研究開発を推進している。

現在までに、3.2 インチサイズのフルカラーパネルの基礎技術の検討を終了し、液晶を超える高い色再現性と低コストな方式で高輝度な動画再生を実現している。また、カラーパネルとしての実用性能を評価中である。

今後は、実用レベルの信頼性を確保し、アプリケーションに応じたディスプレイ設計技術の開発を行い、実用化をめざす所存である。

図6 1.3, 3.2 インチ有機 EL ディスプレイ

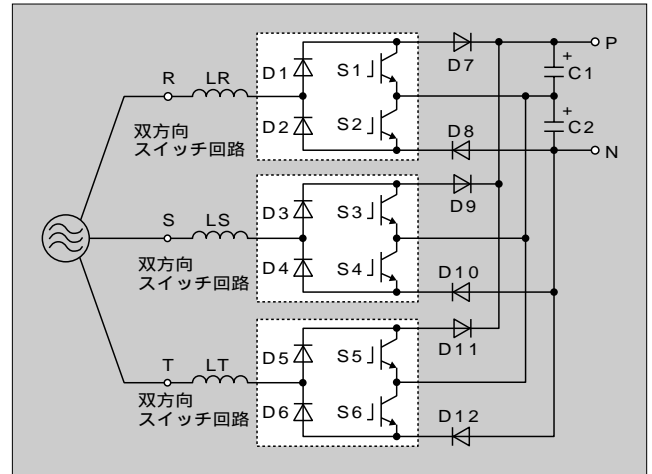


パワーエレクトロニクス

① ワールドワイド対応三相高力率コンバータ

現在、世界各地にはさまざまな系統電圧が存在する。電力変換装置はそれぞれの電源電圧に対して使用する半導体素子の耐圧が異なり、個別に設計・製作しなければならない。そこで、富士電機では 600 V 耐圧の半導体素子を適用できるワールドワイド対応三相高力率コンバータを提案した。11 kW 機能試作器にて動作確認した結果、AC200 V 入力時の定格効率 94.7 %，AC400 V 入力時の定格効率 97.4 %，定格時の力率 0.99 以上，入力電流波形の総合ひずみ率は AC200 V 入力時 0.97 %，AC400 V 入力時 1.73 % であり，良好な結果が得られた。また，C1 と C2 にそれぞれ並列に不平衡な負荷を接続しても C1 と C2 の電圧はバランスさせることができ，三相のうち一相が欠相しても他の 2 線間で単相動作に切り換えることで動作が可能であることを確認した。

図7 ワールドワイド対応三相高力率コンバータ



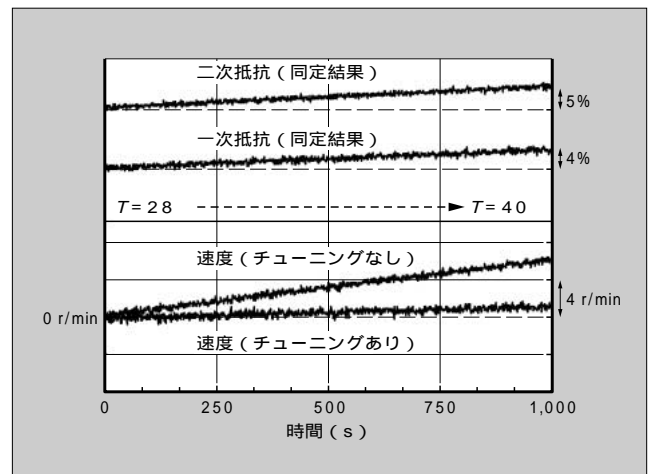
② 誘導電動機の世界速度センサレス制御

エレベータやクレーンなどを機械ブレーキなしで停止制御する場合，低速回転域における制御性の問題から，一般には速度センサが使用されている。

低速や停止状態（ゼロ速度）における速度センサレスベクトル制御では，電動機の巻線抵抗の値が制御特性に大きく影響する。富士電機は運転中の誘導電動機の世界と巻線抵抗をインバータの電流，電圧のベクトル軌跡に基づいて一意的に推定することで，巻線抵抗の過渡的な温度変化にも対応可能な速度センサレス制御方式を開発した。

速度と抵抗値の推定機構はベクトル制御ともよく調和しており，長時間の低速運転による巻線温度の上昇に対しても安定かつ高精度にトルク・速度を制御できることを確認した。今後は実用化への展開を図っていく予定である。

図8 ゼロ速度運転時の温度特性

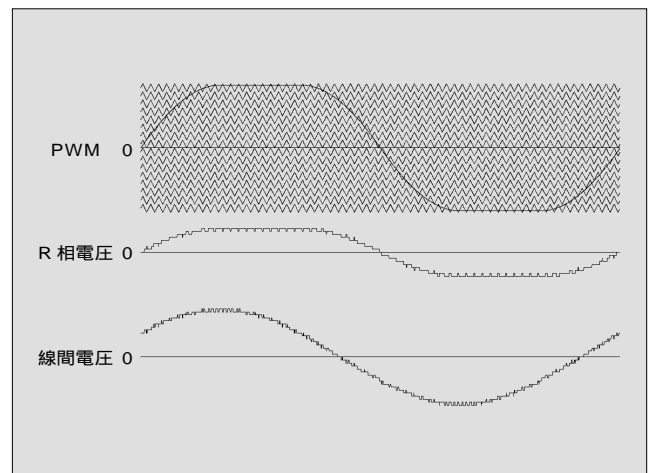


③ 6.6 kV マルチレベル PWM 技術

単相 3 レベルインバータのユニットを直列に 4 段接続する構成の 6.6 kV 出力インバータを製品化した。この装置では，以下の特長を持つ改良型マルチレベル PWM 方式を新たに開発し，電圧変調方式の最適化を図った。

1. 電圧のマルチレベル化（線間電圧において最大33レベル）により，比較的低いスイッチング周波数で高調波がきわめて少ない出力電圧を発生できる。
2. スwitchingを均等化する機能により，各ユニットの電圧分担や損失を均等化するとともに，電源側の高調波電流も通商産業省ガイドラインをクリアできる。
3. 線間電圧に対する変化幅の監視機能により，電圧変化幅を常に最小に抑制（線間での電圧段飛びの解消）し，負荷に印加されるサージ電圧を最小化できる。

図9 出力電圧の発生原理



## 電力機器・回転機

## ① 軽量化送電用避雷装置

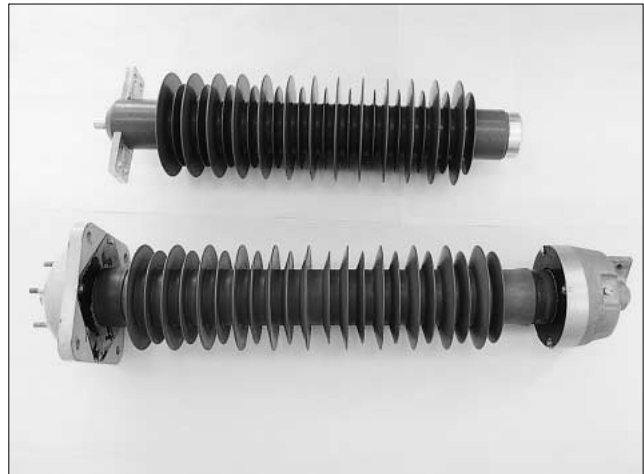
富士電機は送電用避雷装置を1988年から66/77 kV系統に納入を開始した。以来、送電線への雷撃による停電防止の点で高度情報化社会の高品質な電力供給に貢献してきた。

今回、従来実績のある耐候性の優れたシリコン系ゴムを使用し、モールド一体型と部品点数の半減にて構造の簡素化・小型化・軽量化を実現した製品を開発した。

これにより、送電線鉄塔上での取付け作業が今まで以上に簡単になる。

また、優れた絶縁協調性能と、放圧構造の改良により十分な防爆性能を付与して得た高い信頼性により、従来以上に安心して使っていただける製品である。

図10 軽量化送電用避雷装置(上)と従来型送電用避雷装置(下)



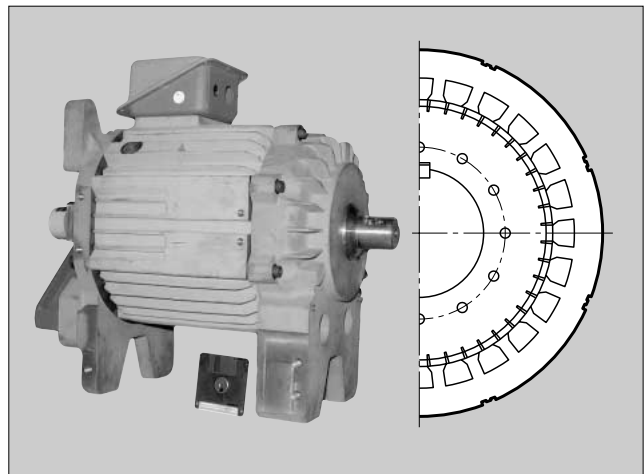
AM189067

## ② 低速大トルクモータ

エレベータや搬送機器、風力発電などの低速大トルク用途への適用をめざし、富士電機では永久磁石パーニアモータの開発を行っている。このモータは、通常の永久磁石モータの低速大トルクタイプに対し、トルク/体積比を1.5～2倍にできるため、モータの小型軽量化が可能となる。また、スキューなしでもコギングトルクおよび誘起電圧高調波が原理的に小さくなるという特長も具備している。

今回、100 r/min、5 kW級の表面磁石パーニアモータの試作機を製作・評価した。その結果、ほぼ設計どおりの性能が得られ、従来機に対してトルク/体積比を約1.5倍とし、効率を約8ポイント改善した。また、誘起電圧高調波を全次数にて基本波の0.3%以下に抑制できた。今後は効率的な製造方法の確立など、製品化に向けた開発を行う予定である。

図11 試作機の外観およびコア断面図



## ③ 高速永久磁石モータ駆動技術

富士電機では、大容量から小容量に至る高効率、小型、保守不要の永久磁石モータを多数製作してきた。このたび、コンプレッサ駆動用、あるいは電気自動車駆動用として高速回転に適合した55 kW、6極のモータを完成させ、専用の駆動用インバータと組み合わせて所定の特性を確認することができた。回転子構造は埋込み磁石型とし、複数に分割した磁石を極ごとに適正に配置することで、最高回転速度12,000 r/minの長時間連続運転に耐え得る堅ろうな機械強度を与えることができた。この構造は、同時に両軸のリアクタンスに逆突極性を与え、適切な制御を適用することでリラクタンストルクを生かし、バッテリーの過放電によって低下する電圧下での駆動にも十分な裕度を与えることができる。

図12 高速永久磁石モータ



環境・メカトロニクス

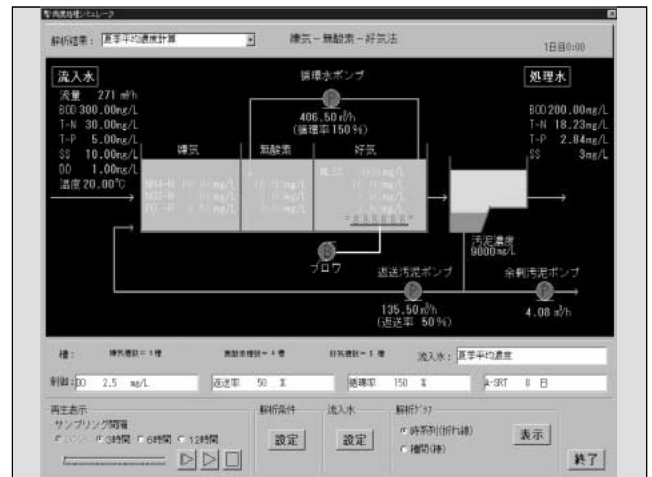
① 下水処理活性汚泥シミュレーション

下水の高度処理は従来の標準活性汚泥法に比べ、硝化細菌、脱りん細菌が関与するため、各微生物の割合や水質変化を定量的に把握することが必要である。

そこで、IWA（国際水協会）の活性汚泥モデルを採用し、各微生物量を容易に計算可能な活性汚泥シミュレータを開発した。本シミュレータは、標準活性汚泥法、嫌気-好気法、循環式硝化脱窒法、嫌気-無酸素-好気法の四つのモードを持ち、主な機能は、反応槽の分割数が任意に設定・変更可能、任意の変数の経時変化をグラフ表示可能である。

このシミュレータにより、活性汚泥中の従属栄養細菌、硝化細菌、脱りん細菌の菌体量を計算することができ、処理水質を予測することが可能である。

図 13 活性汚泥シミュレータ画面例

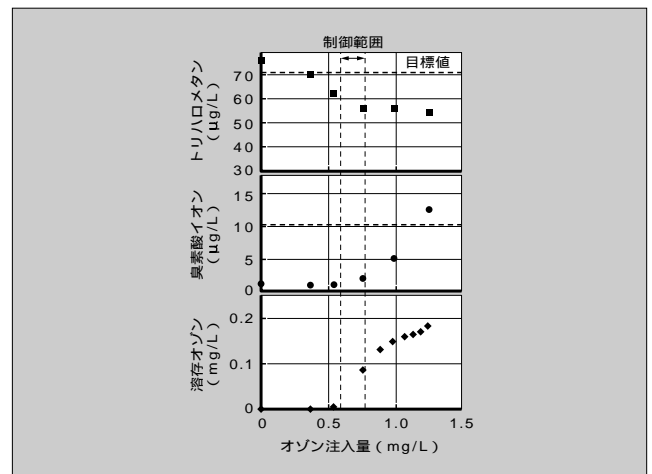


② オゾンによる消毒副生成物低減化技術

都市近郊の浄水場では、微量汚染物質（臭気物質やトリハロメタン）低減のため、オゾンおよび生物活性炭による高度浄水処理の導入が進められているが、原水に臭化物イオン（Br<sup>-</sup>）を多く含む場合はオゾン消毒副生成物として臭素酸イオン（BrO<sub>3</sub><sup>-</sup>）の生成が危惧（きぐ）されている。

富士電機では、オゾンとトリハロメタン前駆物質の反応、および臭素酸生成のメカニズムを解明し、必要最小量のオゾン注入制御を行うことで、トリハロメタンの低減、および臭素酸生成抑制の両立が十分可能であることを明らかにした。また、必要最小量のオゾン注入制御においても、有機物の生物分解性の向上が確認され、生物活性炭の併用効果も高まることが示された。

図 14 溶存オゾン濃度とトリハロメタン，臭素酸の関係



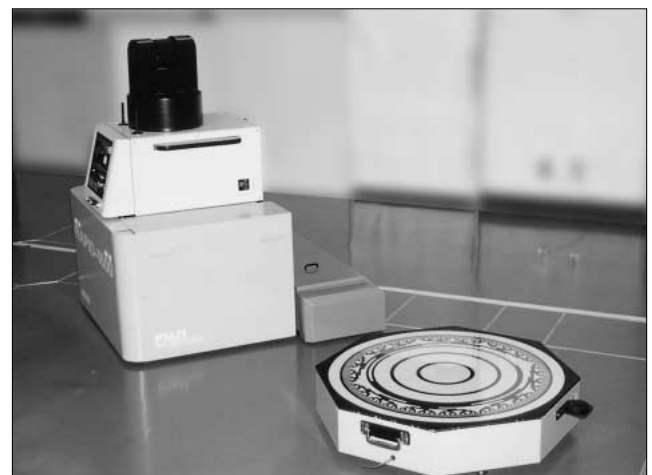
③ 移動ロボットの自己位置認識技術

自由に設定された経路に沿って移動する車輪走行型移動ロボットでは、自身の位置を認識する機能が必要である。

富士電機では、地上または天井に設置した1個の標識と、ロボットに搭載した1台のCCDカメラを使って、ロボットが自己位置を常時認識できる技術を開発した。

標識表面の模様は、円周を均等に分割し、角度情報となる2進法を白黒の2色で表したものである。位置認識の方法は、搭載カメラで標識画像を取り込み、標識までの距離はカメラで斜めから見て上下につぶれた円の縦横比から求め、標識上の角度はその時カメラ正面に位置する2進数から読み取る。この方式は1枚の標識画像で簡単に位置認識ができる特長がある。そこで、走行中の繰返し位置認識に適用し、滑らかに経路追従する移動ロボットを実現した。

図 15 標識と移動ロボット



## 新エネルギー

## ① フィルム基板型アモルファス太陽電池

富士電機は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託で太陽電池の開発を進めている。フィルム基板にアモルファス太陽電池を形成する独自のデバイス構造を採用したアモルファスシリコン積層セル構造の開発を進めている。ロール状に巻かれたプラスチック基板を製膜装置にセットし、ロールツーロールで搬送し自動運転することにより生産性が高められる特徴がある。

現在、発電効率の向上、製造歩留りの向上、スループットの向上に取り組んでいる。発電効率については、小面積セルで11%、40×80（cm）の大型セルでは9%を得ている。

今後、さらに発電効率の向上を図るとともに、材料のコストダウン、製膜装置の設備価格低減に取り組んでいく。

図 16 ステッピングロール製膜装置（SR2L）



## ② 固体高分子形燃料電池スタック

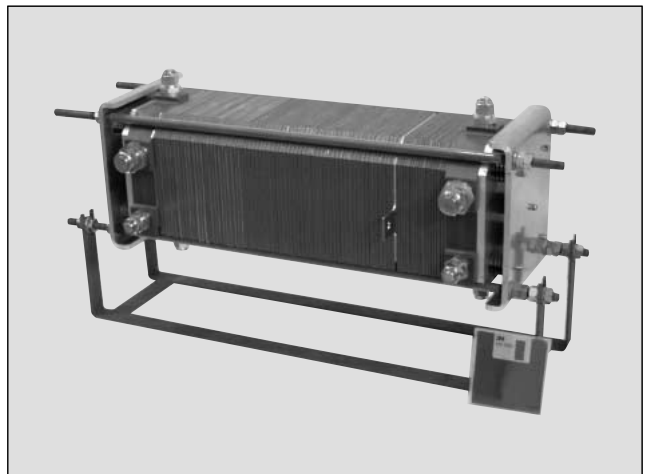
●関連論文：富士時報 2000.4 p.231-233

クリーンで静か、しかも高効率な特徴を生かし、小型定置用分散電源への適用をめざして、固体高分子形燃料電池（PEFC：Polymer Electrolyte Fuel Cell）の開発を進めている。

純水素を燃料とするスタックをガスを加湿することなしに長期間運転することに成功した。また、都市ガスなどを改質したガスを燃料として運転できる1kW級のPEFCスタックを開発した。さらに、小型改質システムと組み合わせで発電を行い、実際の改質ガスでも模擬混合ガスと同等の性能が得られることを確認した。今後、信頼性確保を第一に、電池性能の向上、コスト低減をめざして開発を進める。

今後、電池スタック、改質システム、制御系をパッケージにまとめて発電装置とし、性能評価を開始する。

図 17 改質ガス対応 1 kW 級固体高分子形燃料電池スタック



## ③ 小型改質システム

●関連論文：富士時報 2000.4 p.219-222

都市ガスを原燃料とした小型固体高分子形燃料電池用改質システムの開発を進めている。

改質方式には、りん酸形燃料電池システムで実績のある水蒸気改質を採用し、改質器とCO変成器は一体化し小型化した。水蒸気改質に必要な水蒸気は、改質システムのなかで熱の有効利用を図りながら発生させる工夫をしている。

また、CO変成器を出た改質ガス中のCO濃度をppmオーダーまで低減するためのCO除去器には、選択酸化方式を採用し、従来2層であった反応層を1層としてコンパクト化を図った。

今後は、この改質システムを1kW級の固体高分子形燃料電池スタックとともにパッケージにまとめて発電装置とし、性能を評価する予定である。

図 18 1kW 級固体高分子形燃料電池用改質器/CO 変成器の外観



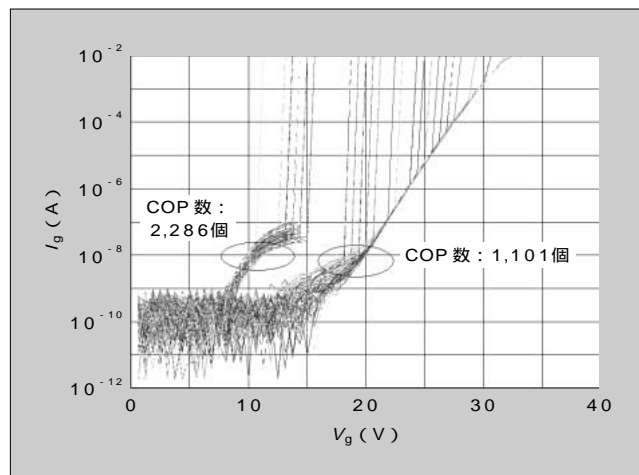
基盤

① SOI ウェーハ上のゲート酸化膜特性の向上

SOI (Silicon On Insulator) ウェーハは、ゲッターリング層を設けないと、汚染や結晶欠陥や COP (Crystal Originated Particle) に非常に敏感である。この性質を利用して、ゲッターリング層のない SOI ウェーハをモニタとし、SOI プロセスの本質的な評価・改善を行った。

その結果、SOI ウェーハ上の COP の数とゲート耐圧分布に負の相関があり、窒素雰囲気でのドライブイン工程における微量な汚染がゲート耐圧分布に影響を与え、前処理と酸化を繰り返し行う(工程が進む)と正八面体であった COP が丸みを帯びて電界が緩和され、ゲート酸化膜の B モード不良が減少することを見いだした。最終的にウェーハ仕様に COP 数の上限を定め、プロセス条件を最適化し、SOI 上のゲート酸化膜の信頼性を向上させた。

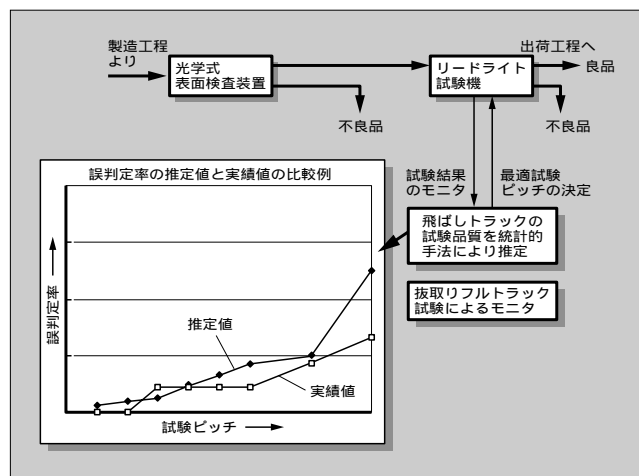
図 19 SOI ウェーハ上のゲート耐圧の COP 依存性



② 磁気記録媒体試験技術

磁気ディスクの高記録密度化によるトラック数増加に伴い、試験の所要時間が大幅に増加することが問題となっている。これを解決するため、光学試験で全面スキャンを行い表面形状の異常による比較的大きな欠陥を検出し、電磁的なリードライトによる試験でランダムな微小欠陥を検出する組合せ試験方法を開発した。リードライト試験では、試験ピッチを広げて飛ばしトラックでの試験を行った場合の試験品質を定量的に確認するため、統計的手法によるモニタ指標(誤判定率の推定値)を考案し、試験トラックピッチの最適化を行うことを可能にした。一方、光学試験においては試験機の性能向上および利用技術の向上を図った。以上の組合せにより、試験品質を確保しながら試験時間を短縮できる技術を開発した。

図 20 光学・リードライト組合せ試験方法

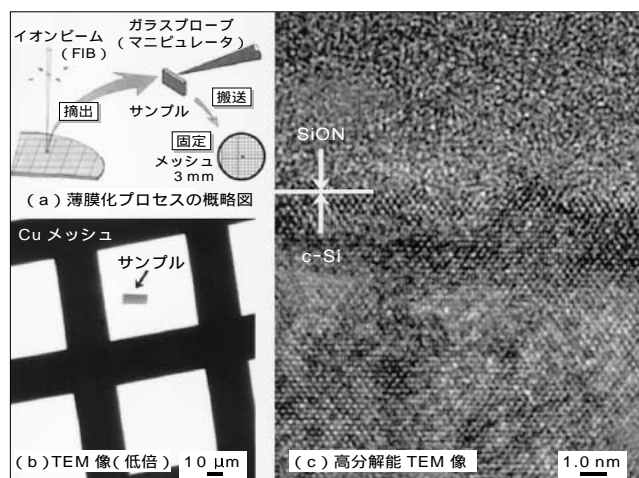


③ TEM 観察のためのマニピュレータによる微小部サンプリング技術

IC、半導体の微細化、高集積化が進み、断面形態の観察に透過電子顕微鏡 (TEM) が多用されるようになった。TEM で観察するには試料を薄膜化する必要があるため、集束イオンビーム装置 (FIB) とマニピュレータを組み合わせた微小部サンプリング技術を開発した。

図 a は薄膜化プロセスの概略図で、FIB により観察する領域の断面を薄膜化し、50 nm 以下の厚さの切片を光学顕微鏡下でマニピュレータを用いてガラスプローブで摘出し、TEM 観察用メッシュに搬送固定して観察試料とする。写真 b は摘出したサンプルの TEM 低倍率像、写真 c は観察例として、SiON 膜と Si 基板界面の高分解能 TEM 像である。本手法は、材質、構造、大きさの制約がないため、あらゆる材料・デバイスの解析に応用展開している。

図 21 薄膜化プロセスの概略と TEM 観察例





基盤

④ 計算機ホログラム技術

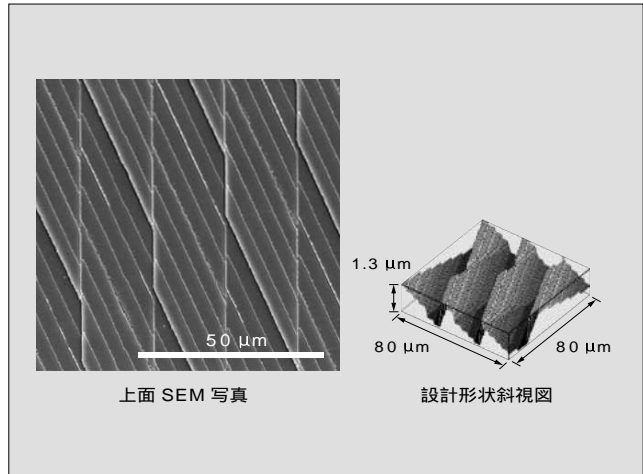
ホログラム素子は、板状基板にマイクロメートルオーダーの微細な構造を形成した光学素子であり次の特長を持つ。

- ① 複数の光学部品が持つ機能を集積化でき、複合化された機能をコンパクトに実現できる。
- ② 樹脂成形などによる低コスト化が可能である。

富士電機では光ビームを、高い分岐方向・分配比率自由度を持ち高効率に分岐できるホログラムの技術開発を行ってきた。写真は試作した2分岐機能を持つ透過型ホログラムの表面形状である。コンピュータによる設計、シミュレーション技術を開発し、従来20～30%と低かった光2分岐の回折効率（光利用効率）を80%以上とする設計技術を開発した。

今後は、商品化への展開を行っていく計画である。

図22 試作した光2分岐器のSEM写真

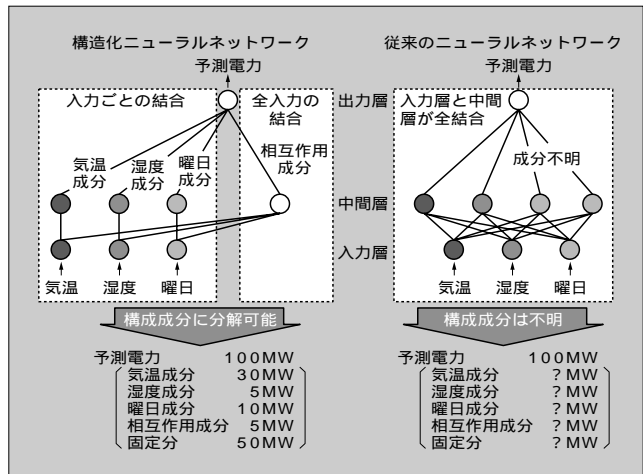


⑤ 構造化ニューラルネットワーク

ニューラルネットワークは複雑な非線形関係の学習能力に優れているが、内部構造がブラックボックスのため出力理由の説明が困難である。このため富士電機では、ネットワーク構造を改良することにより、従来のニューラルネットワークでは実現できない以下の特長を有する新しい構造化ニューラルネットワークを開発し、各種予測・診断機能の高度化を可能とした。

- ① ニューラルネットワークの出力値を、各入力因子に関連した成分と入力因子間の相互作用成分に分解して提示することで、出力理由を説明可能
- ② ネットワークの最適化機能にて、より高精度な非線形モデルの構築が可能であり、従来のニューラルネットワークと同等以上の精度を実現

図23 電力需要予測への適用例

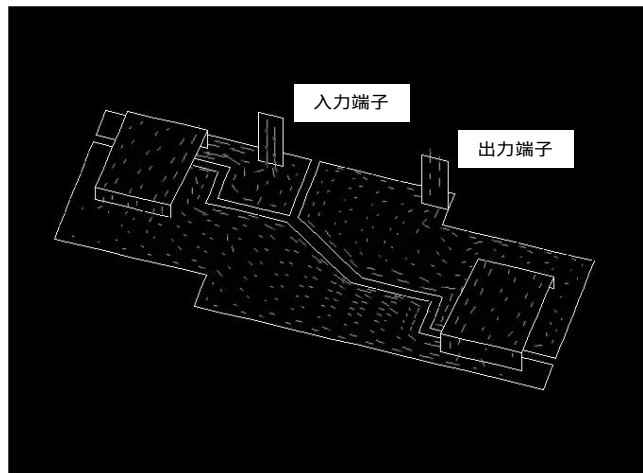


⑥ 高周波電磁界解析技術

エレクトロニクス機器からの放射電磁ノイズや無線用アンテナなど、高周波電磁界を対象とする現象の解析手法の構築は、製品の性能の向上や品質の安定化のためには重要なものとなる。

富士電機では、モーメント法による高周波電磁界シミュレーションプログラムを開発し、良好な解析精度が得られている。このプログラムでは、三次元任意形状（線要素および面要素）における電流分布や放射電磁界強度を算出することができ、特定部位に抵抗やコンデンサなどの集中定数素子がある場合も計算できる。また、プリポストプロセッサによる容易なデータ作成と分かりやすい出力表示に特長がある。

図24 プリント板上の高周波電流分布解析例





\*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。