

1 研究 Research and Development

世の中はダイナミックに変化しており、今ほど研究開発の力が期待されている時はない。総合電機メーカーとしての強みを生かし、材料、デバイス、システムにわたる異分野研究者間の強いネットワークの下、多岐にわたる技術分野の研究開発を推進している。将来ニーズの的確な把握、ニーズに合致した新製品の芽の発掘とともに、事業部門との密接な連携により顧客にとって価値ある製品を早く世に出したい。そのためには、研究者の創造力を高め、キーとなる革新技术の創出が重要と考える。

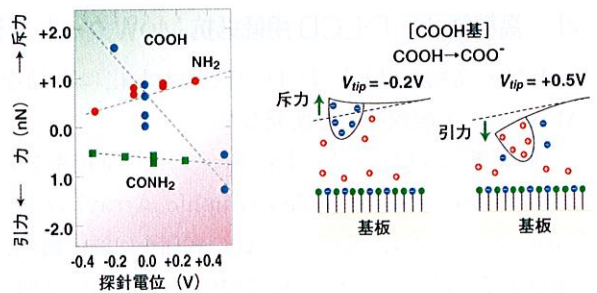
1995年の主要な研究成果には、世界最小・最軽量を実現したPHS（簡易型携帯電話）用の超小型無線通信端末、必要な相手とネットワークをその場で生成する通信技術（ワイヤレス DAN）、パソコンの使い勝手を高めるヒューマンインタフェース技術、4 G ビット DRAM の小型・低消費電力化技術、超高密度磁気ディスク用の GMR (Giant MagnetoResistance) 磁気ヘッド、独自構造をもつ新しいマイクロ電源の開発などが挙げられる。また、液晶パネルの生産性向上に業界最高速のアウタリードボンディング装置の開発を完了した。

① 基礎・材料・電子デバイス・ULSI

1. AFM による官能基の識別

水溶液中での AFM（原子間力顕微鏡）技術を確立し、分子レベルでの生体機能の評価や制御に不可欠な、分子官能基の識別に成功した。

水溶液中で特徴的な荷電状態をもつ官能基の分布は、生体分子の構造や機能を支配していると考えられているが、従来直接評価する手段はなかった。今回、AFM 探針の表面電位を電気化学的に制御し、水中での局所的な静電力を定量的に評価する技術を確立した。この技術により、官能基の荷電状態を反映した力が分子レベルで検出され、力の特性から官能基の識別が可能であることを示すことができた。



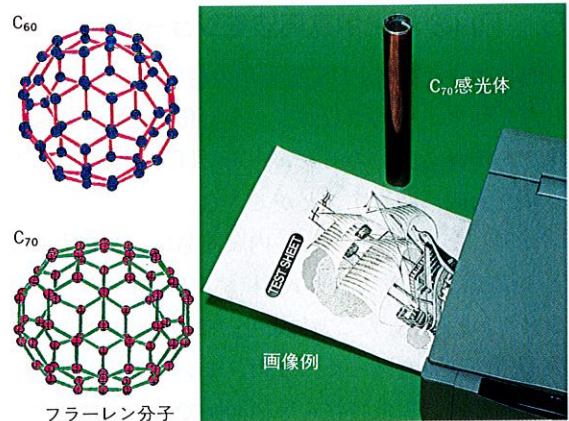
探針・官能基間的水中静電力
Electrostatic force between AFM tip and functional groups in aqueous solution

研究

2. フラーレン (C₇₀) を用いた電子写真感光体

新規機能材料として期待されているフラーレンが、実用レベルの光感度をもつ感光体であることを実証した。

サッカーボール状のフラーレン分子 C₆₀ が発見されて以来、超伝導性や非線形光学特性などに注目が集まったが、実用に適する特性は見出されていなかった。分子レベルの物性研究に基づき、C₇₀ 膜をアモルファス化することによって高い光導電性を引き出すことを実証し、さらに電子写真感光体の製作技術を開発して、世界に先駆けて市販複写機で画像を得ることに成功した。今後、光電変換素子としてさまざまな応用が期待される。



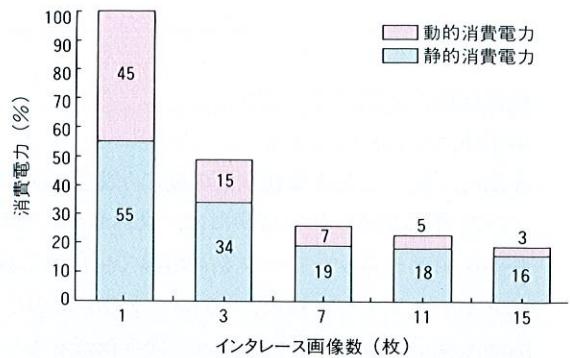
フラーレン分子、試作した C₇₀ 感光体および画像出力例
Fullerene molecules, fabricated C₇₀ photoreceptor, and example of image output

3. TFT-LCD 低消費電力化技術

TFT-LCD (薄膜トランジスタ型液晶ディスプレイ) における駆動回路の消費電力を低減するために、TFT 特有のメモリ性を利用して、表示画像の書換えを低速化したマルチフィールド駆動法を開発した。

従来、表示画像の書換えを低速化すると、輝度のちらつき(フリッカ)が増加し、画質が大幅に劣化するため実用化が困難であった。今回、表示画像を奇数枚のインタレース画像に分割して書き換えることで、フリッカ周波数を上昇させ、画質劣化のない低速駆動を実現した。これにより、すべての表示画像に対して、消費電力を従来の1/2以下に低減することができた。

関係論文：東芝レビュー、50、9、pp.691-694



新駆動法による消費電力低減効果
Reduced power consumption of TFT-LCD using new method

4. 高精細 TFT-LCD 用低抵抗 MoW ゲート配線技術

大型・高精細 TFT-LCD の低コスト化に有効な低抵抗 MoW ゲート配線技術を開発した。

MoW により現行の MoTa の 1/2 の低い抵抗率を実現した。従来、SVGA (Super Video Graphic Array) 以上の高精細品種のゲート線は、低抵抗な Al の表面を耐酸・耐熱性の良い MoTa で被覆したクラッド構造が用いられたが、2 回の露光工程を必要とした。MoW ゲート線は 1 回の露光工程で形成でき、現行の MoTa との互換性もよいため、大型・高精細 TFT-LCD の低コスト化が実現できる。

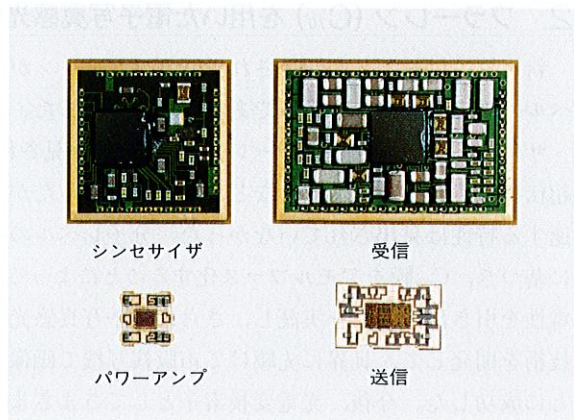


MoW ゲート配線を用いた 13.8 型ワークステーション画面
Example of display on 13.8-inch diagonal MoW gate line workstation

5. PHS 端末用高周波モジュール

世界最小サイズ PHS 端末用の高周波モジュール 4 種を開発した。従来、部品点数が多く小型化が困難であった端末の無線線をこれら四つのモジュールだけで構成できるため、その容積を大幅に減らすことができる。

開発したモジュールは、内蔵部品にバンプ実装技術、外部との接続に LGA 実装方式 (接続電極がモジュール下面に形成される) を採用したことにより、モジュール自身の小型化と実装面積の削減を図った。また、モジュール設計では、チップ部品などの高周波特性を等価回路で表す高精度なモデル化技術を開発、設計期間と開発コストを削減した。



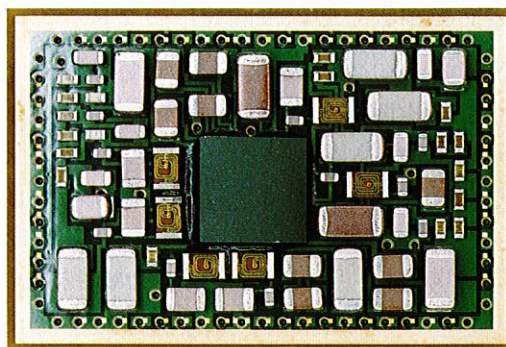
PHS 端末用高周波モジュール
High-frequency circuit modules for PHS terminal

研究

6. 超小型移動通信用モジュールの bumps 実装技術

移動通信端末用高周波モジュールの小型化を目的として、受動チップ部品と LSI の bumps 実装技術を開発した。

チップ部品と基板の間にスペーサを設け、部品の下面だけで接続する bumps 構造の採用と LSI 封止樹脂の物性値を最適化したフリップチップ構造の採用により、モジュール面積を従来に比べて約 40% 削減した。また、bumps 実装により接続部の面積が小さくなり、寄生容量を減らすことができ、高周波特性が向上する。モジュール基板には多層化が容易で低コストのプリント配線板を用いている。この技術は、小型・軽量化の要求が強い他の携帯型機器への適用も可能である。



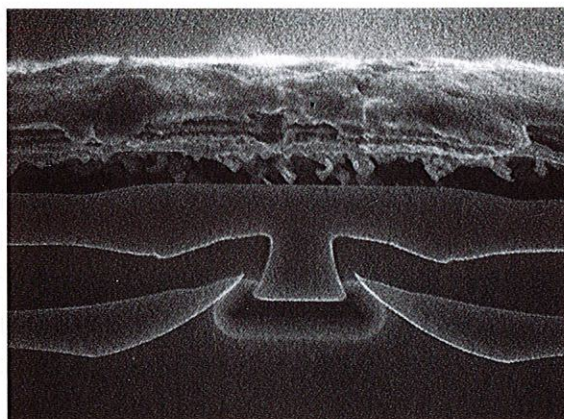
10 mm

bumps 実装による受信モジュール
High-frequency receiver module using bump interconnection

7. 光インタコネクション用レーザアレー

低しきい値で動作する $1.3\ \mu\text{m}$ 帯半導体レーザを 12 個集積したレーザアレーを開発した。リボン状の光ファイバケーブルと組み合わせることで、ギガビット級の大容量並列データ伝送が可能になる。

開発したレーザは、活性層に InGaAsP 系ひずみ量子井戸構造を採用したことと、活性層側面の電流閉込めに独自の埋込み構造を用いたことが特長である。その結果、平均しきい電流が $2.4\ \text{mA}$ で、アレー内のばらつきが $\pm 0.2\ \text{mA}$ 以下と、光インタコネクションに十分適用できる、低しきい値・高均一動作を実現した。



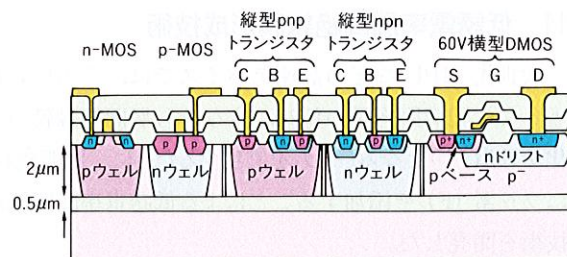
レーザアレーを構成するレーザの断面 SEM 写真
Cross-sectional SEM image of one element in laser array

研究

8. MPU 搭載 SOI パワー IC 技術

$60\ \text{V}$ 低オン抵抗パワー MOS と各種デジタルアナログ回路、MPU を 1 チップ一体化し、 200°C 高温動作を可能とする SOI (Silicon On Insulator) パワー IC 技術を開発した。

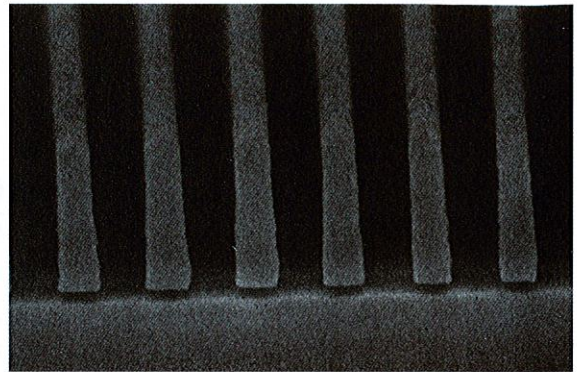
$2\ \mu\text{m}$ 厚の SOI 基板とトレンチによる素子分離により、高温でのキャリア発生と接合リーク電流を抑え、pn 接合分離基板の動作限界を超える 200°C での高温動作を実現した。従来の $0.8\ \mu\text{m}$ 微細 CMOS 技術を採用することで、既存の MPU を含む LSI ライブラリ搭載を可能にした。 $150\ \text{V}$ 以下のパワー素子搭載の 1 チップシステム IC や高温動作の特長を生かした車載用 IC など、広範な応用が期待できる。



SOI 基板を用いた $60\ \text{V}$ BiCDMOS 構造の断面
Cross-sectional view of $60\ \text{V}$ BiCDMOS on SOI substrate

9. 短波長用ポジ型化学増幅レジスト

0.25 μm 以下の微細加工が可能な短波長露光用ポジ型化学増幅レジストを開発した。化学増幅レジストは、露光により生ずる微量の酸を触媒として化学反応を行わせ、レジストを高感度化する。その反面、良好なパターン形状が得にくい、大気中のアンモニアなどにより、パターン寸法が変化するなどの問題があった。現像液に対する露光部と未露光部の溶解速度差を大きくする溶解抑止剤、および触媒反応を安定化する添加剤を開発し、0.25 μm 以下のパターンを安定して解像することが可能になった。このレジストを用いて 256 M ビット DRAM 級以降の微細加工が実現できる。



1 μm

レジストパターンの断面 SEM 写真 (0.225 μm ラインおよびスペース)
Cross-sectional SEM image of resist pattern (0.225 μm line and space)

10. 光リソグラフィー用マスク欠陥検査装置 MC-100

64 M ビット DRAM 量産マスクおよび 256 M ビット DRAM 先行開発マスクのパターン検査を高速高精度で行える、データベース比較型マスク欠陥検査装置を開発した。特に、パターン設計データから図形イメージを作り出す展開回路部を新たに開発し、マスク生産で今後主流となる可変成形ビーム (VSB) データを直接入力して検査できることが特長で、検査データと描画データを共通化することができ生産性向上が期待できる。データ発生速度は 320 Mbps を実現、これは 64 MDRAM クラスのマスク (□ 100 mm) を 60 分以下で検査するのに十分な速度である。

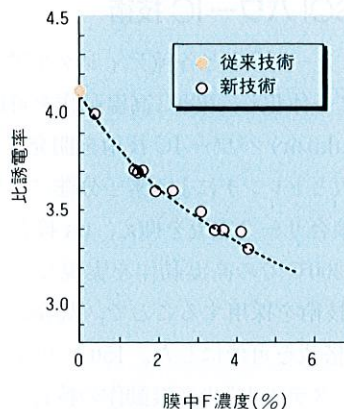


マスク欠陥検査装置 MC-100
MC-100 mask defect inspection system

11. 低誘電率層間絶縁膜形成技術

次世代 MPU などの高速デバイスでは、その信号遅延の原因となる配線間容量の低減、すなわち層間絶縁膜の低誘電率化が必須(す)となる。これを実現するために、層間絶縁膜 SiO_2 にフッ素 (F) を添加することによる低誘電率層間絶縁膜形成技術を開発した。

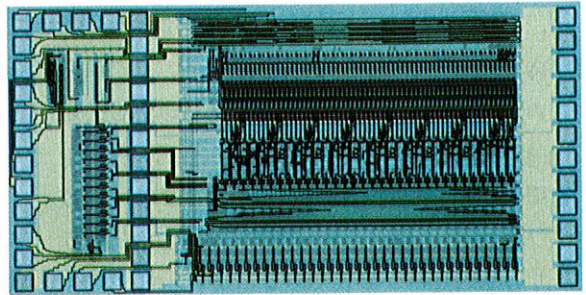
この開発では、低誘電率化メカニズムの理論的解析から、技術開発の方向性を明確化した。さらに成膜メカニズムの解明から、最大の課題である F 添加に伴う耐吸湿性の劣化問題を克服し、従来技術に比較し 20 % 以上の低誘電率化を達成した。今後、広範なデバイスへの適用が期待される。



F 添加 SiO_2 膜中の F 濃度と比誘電率との関係
Dielectric constant of as-deposited F-doped SiO_2 film as function of F content in film

12. 500MHz CMOS 高速 ALU

500 MHz で動作する高速 32 ビット ALU (演算ユニット) を開発した。加算器のクリティカルパスとなるキャリー生成回路にパストランジスタ論理ゲートを採用し、新たに提案した入力信号のスロープおよびタイミングを考慮した手法により、回路の遅延が最小になるように最適化した。さらに、同回路をこの最適化手法に適した 2 分木構造のキャリー選択方式にし、加算器の遅延時間 1.4 ns を実現した。3 層 Al 配線の 0.3 μm CMOS プロセスで試作したバレルシフタ、論理演算部を含めた ALU は最大遅延時間 1.56 ns と高速である。500 MHz 動作時の消費電力は 250 mW である。

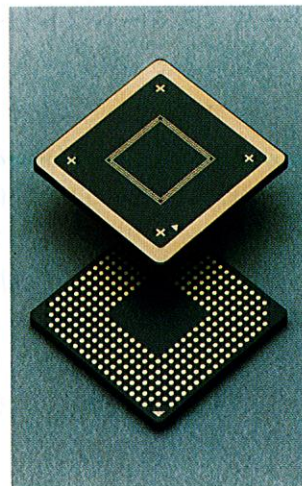


500 MHz ALU テストチップ
500 MHz ALU test chip

13. 窒化アルミニウムボールグリッドアレーパッケージ

画像・通信を含む情報量の多いマルチメディア機器に適した窒化アルミニウム (AlN) ボールグリッドアレー (BGA) パッケージを開発した。外形 21 mm の小型で入出力ピン数 324 の高密度実装が可能なキャピティアップ構造を採用している。放熱性に優れ、1.5~3 W の消費電力の半導体素子をフィンなし、自然空冷で使用できる。チップ実装はフリップチップ方式で、インダクタンスを低減した設計になっている。パッケージ熱膨張率がチップに近似しているため、チップ実装信頼性がアルミナやプラスチックパッケージに比べ高い。

関係論文：東芝レビュー，51，1，pp.61-64



324 ピン AlN ボールグリッドアレー
AlN ball grid array packages with 324 I/Os

研究

②情報・通信

1. 高解像度静止画入力技術

低コストで実現できる高解像度静止画入力技術を開発した。レンズと撮像素子間に新開発の光屈折機構を挿入し、撮像素子上の結像画像を移動させ、画像を 4 回取り込んで信号処理することで高解像度のカラー静止画が得られる。

撮像素子の色フィルタ配列と移動パターン、および移動距離制御に独自の技術を採用している。ビデオカメラ用の撮像素子を用いても、A4 サイズ書類の文字を読み取ることができる。

この技術は、デジタル電子カメラや書画カメラなどへの応用が期待できる。

東芝 研究開発センター

情報・通信システム研究所

川崎市幸区小向東芝町1番地

(a)新技術による画像

東芝 研究開発センター

情報・通信システム研究所

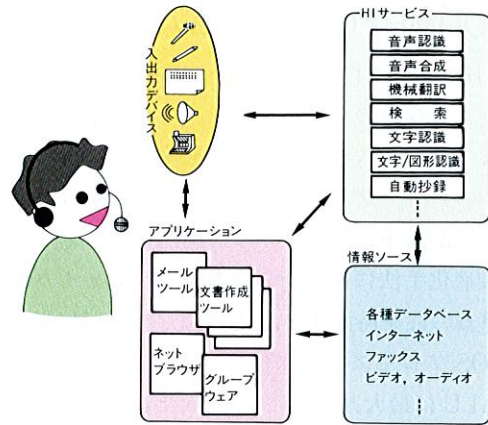
川崎市幸区小向東芝町1番地

(b)従来技術による画像

新技術による画像と従来技術による画像
High-resolution image (a), and conventional image (b)

2. コモンヒューマンインタフェースサービス環境

種々のマルチメディアシステムから、文字認識、機械翻訳、音声認識・合成などの高度なヒューマンインタフェース (HI) 機能を組み合わせ、自在に利用できるコモン HI サービス環境を開発した。現状の画面表示中心のグラフィカルユーザインタフェース (GUI) を使いやすくするには、メディア変換やユーザの意図理解が必要である。コモン HI サービス環境は、当社の高度なパターン認識や自然言語処理機能を簡単な操作で利用できる枠組であり、種々の機能モジュールをサーバ化し、連続・離散メディア処理、同期・非同期処理、既存ビジネスソフトウェアへの対応を可能とした。

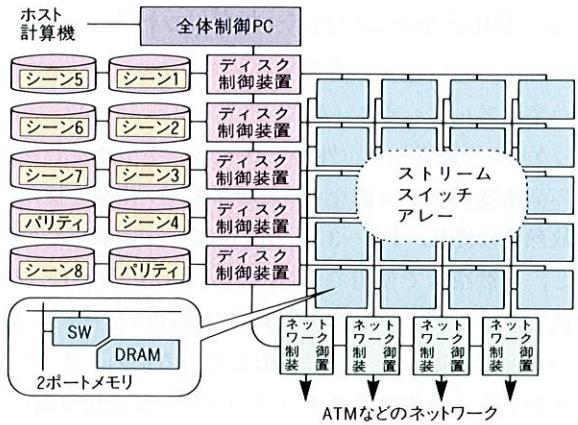


コモン HI サービス環境の動作イメージ
Common human interface services environment

3. マルチメディアサーバ “スマートストリーマ”

ネットワークを通しオンラインショッピング、ニュースオンデマンドなどのマルチメディア情報サービスを行う、マルチメディアサーバ “スマートストリーマ” を開発した。

複数のディスク制御装置に分割して蓄積された映像データを、ストリームスイッチアレーで一つの映像データにまとめ、通信制御部からネットワークに送り出す新方式を採用し、従来の超並列マシンを使う方式に比べ 1/5 以下のコストでマルチメディアサーバを実現できる。また、スマートストリーマ用の映像の高速頭出しを可能にする新アルゴリズムを開発した。



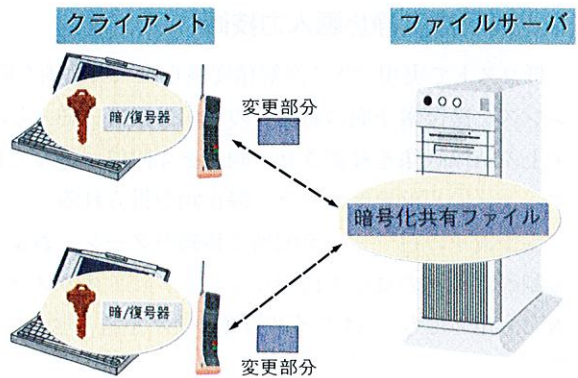
“スマートストリーマ” のアーキテクチャ
Architecture of SmartStreamer

研究

関係論文：東芝レビュー，51，1，pp.26-29

4. セキュア共有ファイル

無線網を利用したモバイルコンピューティングに適したネットワークファイルシステム “セキュア共有ファイル” を開発した。特長は、暗号化によるセキュリティ強化と通信量の削減を両立させた点にある。ファイル所有者が指定したユーザグループだけが内容を復号でき、一方ファイルサーバには復号力はなくサーバの管理者であっても盗聴が不可能である。ユーザ側はファイルの変更部分だけを暗号化して送信し、サーバは暗号状態のまま保管ファイルを更新する。従来の暗号方式では一部の変更がファイル全体に及んだが、新方式では秘匿強度を確保しながら変更部だけの暗号通信とファイル更新ができる。

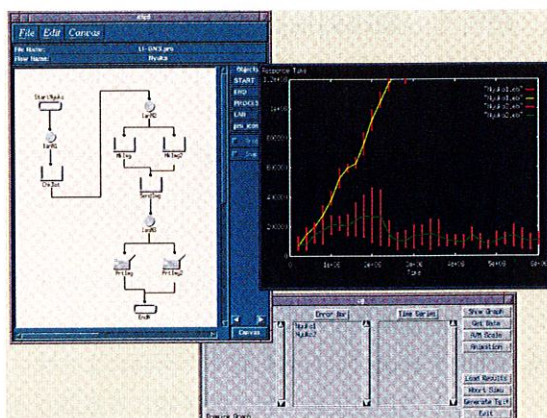


セキュア共有ファイル
Secure shared file system

5. システム性能評価ツール“雲水_{TM}”

“雲水_{TM}”は、データフローなどのシステム概要から計算機システムの動作と性能を予測するツールである。分散化・オープン化が進むなかで、多様な要求を確実に満たす計算機システムを短期間で開発しなければならなくなっている。このツールによって、システム開発の早い段階での性能ネックの発見が可能になり、高品質のシステムを後戻りなく開発できるようになった。大規模イメージ処理のシステムの性能評価に“雲水_{TM}”を適用した結果、モデル記述に必要な時間を約50%短縮できた。

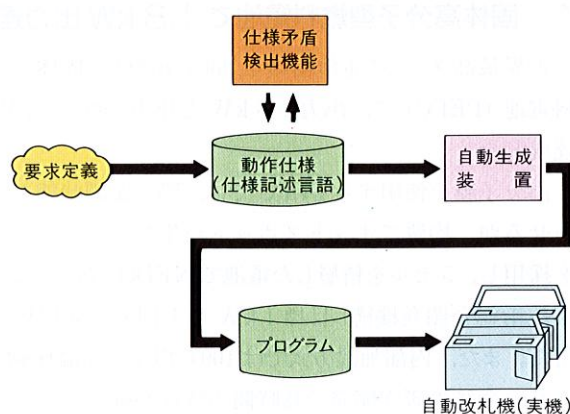
関係論文：東芝レビュー，50，7，pp.532-535



“雲水_{TM}”による性能評価モデルと評価結果
Model and result of performance evaluation with UNSUI_{TM}

6. 自動改札機用プログラムの自動生成システム

自動改札機などの駅務機器では、旅客サービスの向上に伴う仕様変更への迅速な対応と高い品質が求められる。これにこたえて自動改札機に組み込むプログラムの開発を支援するシステムを開発した。仕様変更が頻発する部分については、開発者が仕様記述言語でプログラムの動作仕様を書くとその矛盾を検出し、矛盾がなければ仕様からプログラムを自動生成する。その他の部分の開発については、部品化、再利用によって生産性向上を支援する。このシステムにより、開発に要する期間は従来の1/2程度に短縮され、仕様変更への迅速な対応と品質向上の両立を達成した。

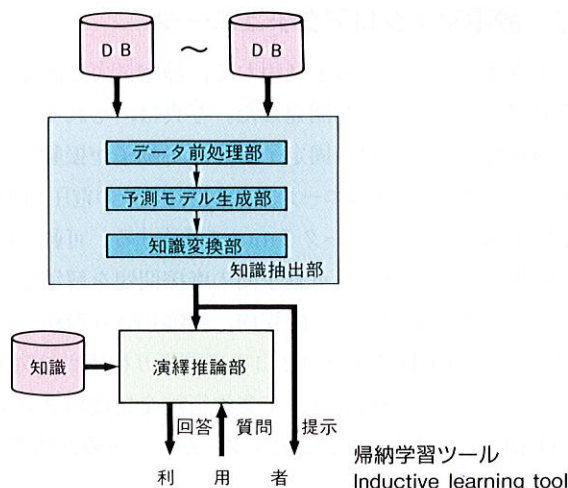


自動改札機プログラムの開発フロー（仕様変更への対応部分）
Development process of ticket gate program

7. 帰納学習ツール

各種データから一般的な規則などの知識を学習するとともに、この知識を用いて利用者の質問に回答する帰納学習ツールを開発した。

この帰納学習ツールは、知識抽出部と演繹推論部から構成される。知識抽出部は、データ前処理部と予測モデル生成部と知識変換部から構成される。知識変換部は、データから得られた線形回帰式、ニューラルネットワークなどの予測モデルから人間が理解可能な知識を抽出する。演繹推論部は、知識抽出部で得られた知識と、あらかじめ実装されている知識を用いて利用者の質問に回答する。

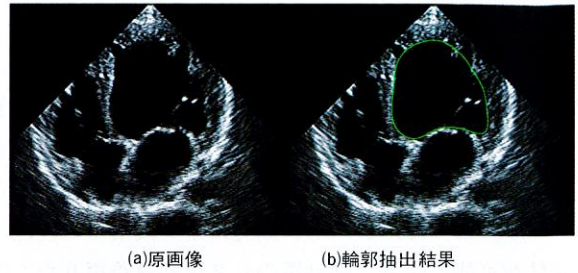


8. 超音波心臓輪郭抽出基礎技術

超音波画像から、心臓の輪郭を自動的に抽出する技術を開発した。

従来、超音波画像における心臓輪郭はノイズが多く、明瞭(りょう)なエッジが検出できず、抽出は困難であった。この手法では、動的輪郭モデルを新たに導入するとともに、超音波画像の性質を考慮に入れた領域境界検出処理を開発することにより、心臓輪郭を抽出することが可能となった。

基本性能を評価するために行った医師によるマニュアルトレース結果との比較実験では、臨床的に有意義な高い相関値が得られ、有効性が確認された。



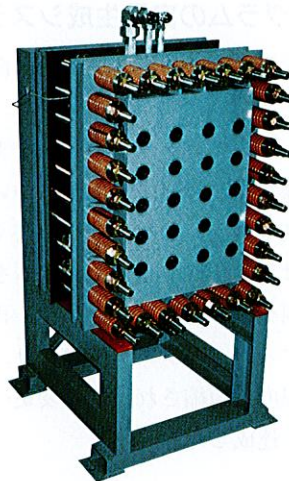
(a)原画像 (b)輪郭抽出結果
 原画像と輪郭抽出結果
 Original image (a), and contour extraction result (b)
 (データ提供：神戸市立中央市民病院)

③エネルギー・メカトロニクス

1. 固体高分子型燃料電池で 1.8 kW 出力達成

世界最高クラスの電池面積 1,200 cm²をもつ固体高分子型燃料電池 (PEFC) で、出力 1.8 kW と出力密度 0.31 W/cm²を達成した。

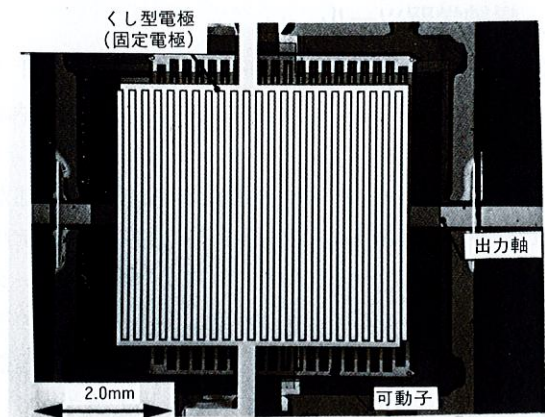
高分子膜を使用する PEFC では、膜を湿潤状態で電池作動させるが、均質でホットスポットが生じにくい内部加湿方式を採用し、5セルを積層した電池で NEDO (新エネルギー・産業技術総合開発機構) 目標 1 kW を上回る 1.8 kW の出力を得た。また、内部加湿方式では 100°C 以上の高温作動も可能であり、今後の研究開発で長時間の特性が確認できれば、電源としての応用範囲が広がると期待している。なお、この研究開発は NEDO の委託研究として実施した。



1 kW 級固体高分子型燃料電池
 1 kW class polymer electrolyte fuel cell (PEFC) stack

2. 静電マイクロアクチュエータ

半導体製造プロセスを利用して、静電気力で動作するマイクロアクチュエータを開発した。写真は、それぞれ2極のくし形電極をもつ2枚の固定子間を、可動子が振動しながら動作するリニアアクチュエータである。100 V の電圧印加により、速度 1 mm/s、ストローク 2 mm で動作する。可動子振動構造の採用により固定子-可動子間の摩擦問題を解消し、大きなストロークを実現した。配管内、狭隘(あい)箇所などの点検用マイクロ CCD カメラの2自由度首振り機構への適用を目的としている。この研究は、工業技術院産業技術プロジェクト (NEDO・マイクロマシンセンターからの再委託研究) として実施した。



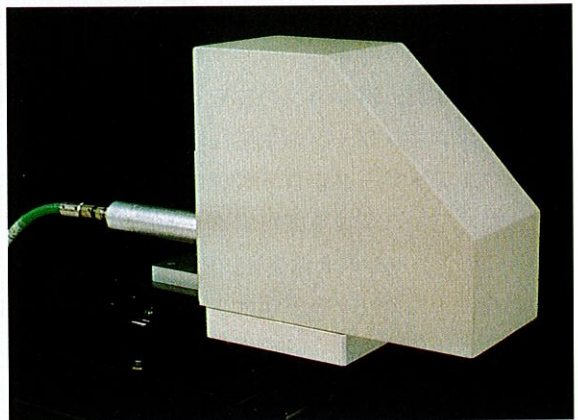
静電マイクロアクチュエータ
 Electrostatic microactuator

研究

3. 光ファイバマーカ

光ファイバでマーキングユニットをレーザー発振器から分離し、加工点を小型化したスキャニング方式のレーザーマーカを開発した。マーキングユニットのサイズは、90×157×267(mm)である。小型化により装置への組込み性が向上し、テストハンドラなどとの複合化が容易となる。

最大マーキングエリアは90×60(mm)で、高さ1mmの文字を毎秒70文字で描画できる。最小マーキング線幅は50 μ mである。線幅50 μ mを得るため、通常の1/4のコア径0.1mmの光ファイバを採用している。

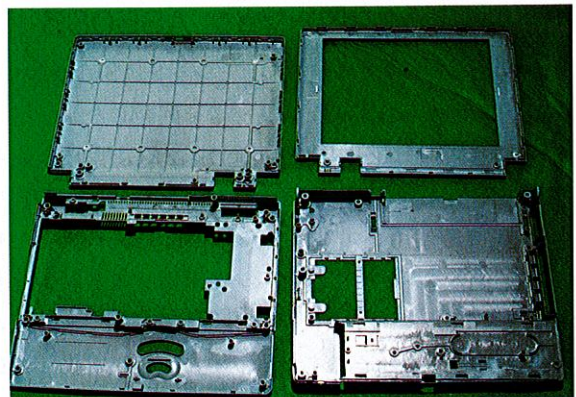


小型マーキングユニット
Small marking unit

4. パソコン薄肉筐体ガスアシスト成形解析

パソコン用薄肉筐(きょう)体の“反り”や“ひげ”を防止するために、金型内に射出された溶融樹脂の内部にガスを封入するガスアシスト成形法に着目し、樹脂とガスの挙動を解析する技術を開発した。そして、B5 ファイルサイズノートブックパソコンに搭載される筐体を対象として、“反り”や“ひげ”を防止できる筐体設計と、樹脂やガスの流動条件を究明した。適正な設計・成形条件を採用することにより、LCD(液晶ディスプレイ)マスク、ベース、カバーの肉厚を1.2mm、LCDカバーを1.4mmとした高品質の薄肉筐体の量産に成功した。

関係論文：東芝レビュー、50、8、pp.575-578

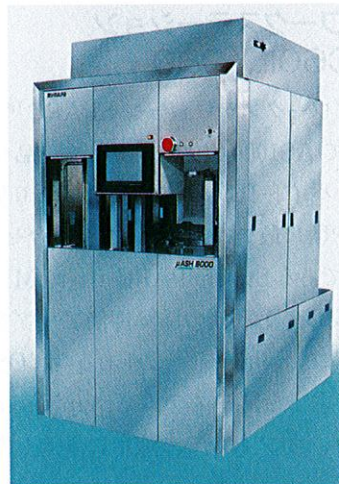


ガスアシスト成形法を適用したパソコン PORTÉGÉ 610CT の筐体
Outer housing for PORTÉGÉ 610CT PC

5. 半導体用ダウンフローアッシャ

低ダメージで高スループットなアッシャを開発した。

半導体デバイスの高集積化、微細化に伴い、低ダメージで生産性の高いアッシャが要求されている。マイクロ波を効率よく導入することで、高密度なプラズマを安定にしかも均一に生成する方法を開発した。これによって、アッシング速度2.5 μ m/分、均一性 \pm 10%(8インチ)を達成した。また、イオンをカットし、チャージフリーとすることでデバイスに与えるダメージを低減し、さらにダブルプロセスモジュール化して、排気、ベントの高速化を追求することで、150枚/時の高スループットを実現した。



半導体用ダウンフローアッシャ μ ASH 8000
 μ ASH 8000 microwave downflow asher