

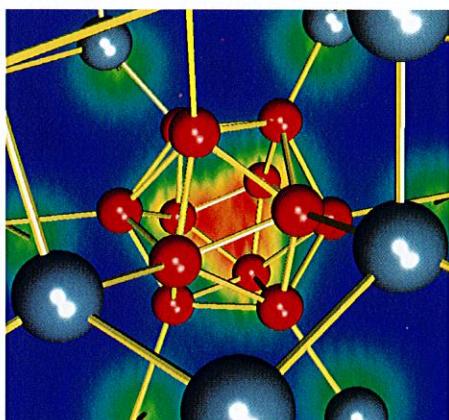
当社は、より良い地球環境の実現に向けて、また人類の知的活動の高揚を目指して研究開発を進め、人間尊重を基本とした価値ある製品を世に送り出し、豊かな価値を創造している。研究部門は、将来ニーズを先取りした新製品の芽を発掘し、キーとなる革新技術の創出に努めている。1997年は、基礎研究から応用技術開発までの幅広い分野で研究開発を進め、マルチメディア社会を実現する画像圧縮技術 MPEG2 (Moving Picture Experts Group 2) 用エンコーダLSIの開発、インターネットなどのネットワーク環境の利用を支援するエージェントシステム Plangent の開発、ユーザーがノートパソコンを持ち寄るだけで、“いつでも、どこでも、だれとでも”情報が共有できるワイヤレス DAN (Desk Area Network) の開発、それらを支えるキーデバイスとして高速・高視野角化した反強誘電性液晶による TFT-LCD (薄膜トランジスタ型液晶ディスプレイ) の開発、もの作りを革新する新規設計手法スタイリング CAD をコアとした次世代 CAD 技術の開発、環境と資源を考えた製品の環境負荷を定量的に評価する手法 LCA (Life Cycle Assessment) の開発、などで研究成果を上げた。

①基礎・材料・電子デバイス・ULSI

1. Si中に人工合成される B_{12} クラスタ

ボロンを高濃度にイオン注入すると B_{12} 二十面体のクラスタが生成され、正孔2個を発生するアクセプタとして働いていることがわかった。

LSIの高集積化とともに半導体素子の微細化が進み、Si中に含まれる不純物の濃度を上げていく必要がある。従来、不純物原子がSiの格子位置に置き換わることで半導体が素子として動作すると考えられてきたが、実験で得られた赤外吸収スペクトルを再現するクラスタの構造をシミュレーションで求めた結果、高濃度ではSi中に B_{12} クラスタが安定に存在し電気的に活性であることが明らかになった。



Si中に安定に存在している B_{12} 二十面体クラスタ
Icosahedral B_{12} cluster existing in Si crystal

2. 脳の形成と機能発現に応じたシナプスタンパク質の微小構造変化

神経細胞が自律的に結合して形成される脳神経ネットワークでは、神経細胞どうしをつなぐシナップスで、電気信号が化学物質に変換されて伝えられ、この情報変換の際のさまざまな修飾が脳の情報処理の基盤と考えられている。

この化学物質のリサイクル制御を通じて情報伝達の高速化に関与すると考えられるタンパク質 AP-3に注目し、遺伝子解析を行った。その結果 AP-3が、わずかに大きい H-type から L-type へ微小に構造を変化させて、ネットワーク形成と実際の情報処理の両方に関与するタンパク質であることを見出した。これら両方にかかるタンパク質の例はなく、脳機能の工学的実現への一つのブレイクスルーになると期待できる。



H-type → [protein bands] ← L-type

脳の形成過程における AP-3 の構造変化
Structural change of AP-3 during brain development

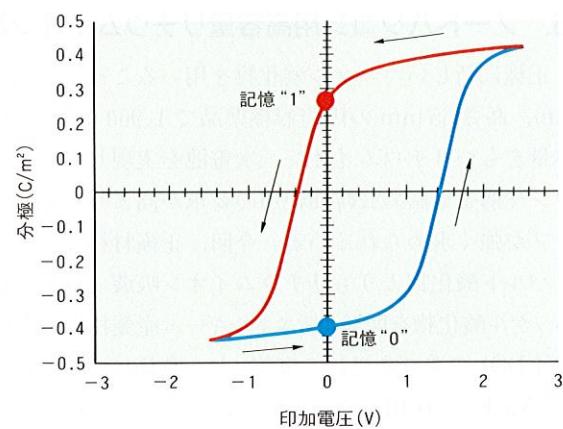
3. Gビット級メモリ用エピタキシャルキャパシタ 材料技術

同じ結晶構造の酸化物を誘電体および電極に採用し、結晶の向きをそろえて積層したエピタキシャル構造をもつ、まったく新しいコンセプトのキャパシタを開発した。誘電体(チタン酸バリウムストロンチウム)と電極(チタン酸ルテニウム)の格子定数を調整して誘電体にひずみを導入し、ひずみの量により誘電特性の異なる膜を自由に作り分けることが可能となった。DRAMに使われる高誘電率膜ではわずか20 nmの膜厚でも比誘電率が1,000と従来の3倍になり、また不揮発性のFRAM(Ferroelectric Random Access Memory)に使用される強誘電体膜も低電圧で大きな残留分極量を得た。Gビット級の集積度の半導体メモリへの適用が期待できる。

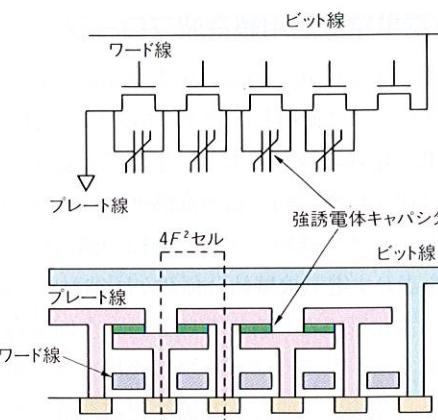
4. 新回路構造の強誘電体メモリ技術

セルの面積を50%縮小するとともに、動作速度が3倍に高速化する新回路構造の強誘電体メモリを開発した。

従来型の強誘電体メモリには、①DRAMと同様に、セルの最小面積が $8F^2$ に制限される(F は最小加工寸法)、②高負荷のプレート線を駆動するために動作が遅い、などの問題点があった。新構造のメモリは、強誘電体キャパシタとセルトランジスタを並列接続してセルを構成し、このセルを複数個、直列接続してブロックを構成する。この構造により、ランダムアクセスを実現しつつセルの最小面積が $4F^2$ に縮小される。さらに、プレート線駆動も不要になり、50 nsの高速アクセス時間を可能にした。



エピタキシャルキャパシタの強誘電分極特性
Polarization hysteresis of ferroelectric epitaxial capacitor



メモリセルのブロック構成
Configuration of memory cell block

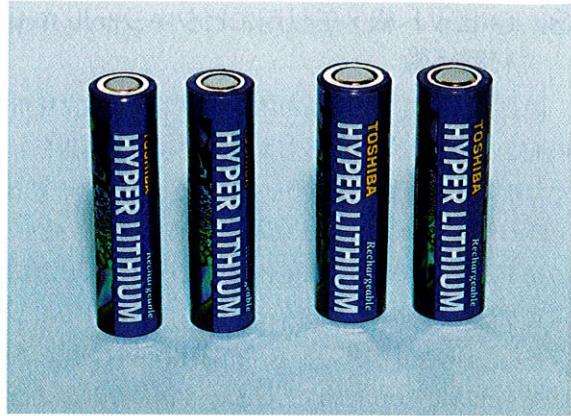


マスク欠陥検査装置 MC-2000
MC-2000 mask defect inspection system

6. ノートパソコン用高容量リチウムイオン電池

正極に新しいニッケル酸化物を用いることにより、直径 18 mm、高さ 65 mm の円筒形標準品で 1,900 mAh の世界最高容量をもつリチウムイオン二次電池を実現した。ノートパソコンや携帯電話の長時間使用の要求が高まり、電池の容量アップが強く求められている。今回、正極材料として、従来のコバルト酸化物よりもリチウムイオン吸蔵・放出量が大きなニッケル酸化物を開発(新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託を受けて実施)し、負極に当社独自の炭素繊維(MCF)を採用した。これにより、ノートパソコンを従来に比べて 1.4 倍(当社比)長く駆動できる。

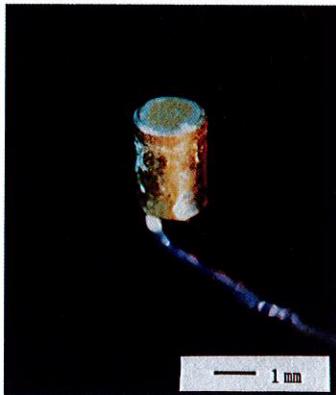
関係論文：東芝レビュー、52、5、pp.92-93



ノートパソコン用高容量リチウムイオン電池
High-capacity lithium-ion batteries for notebook computers

7. 圧電単結晶医用超音波プローブ

超音波の送受信効率が高い圧電単結晶を初めてシングル型超音波プローブに適用し、約 1.3 倍の広帯域特性を達成した。その結果、超音波減衰の大きな生体では従来の圧電セラミックスでは達し得ない約 2 倍の高感度化が見込まれる。この単結晶は亜鉛ニオブ酸鉛とチタン酸鉛の固溶体で、超音波送受信効率を表わす電気機械結合係数が圧電材料で最大の 92 % であるが、多元系のため育成が難しい。今回、育成するつぼの冷却方法を工夫して、プローブに適用できる単結晶の育成に成功した。今後、さらなる高感度化が期待される汎(はん)用のアレー型への適用を目指し、大型結晶の育成技術とプローブ技術を確立する。



圧電単結晶を用いたシングル型超音波プローブ
Single-element ultrasonic probe using piezoelectric single crystal

8. 超々高速エレベーター非常止め装置用ブレーキ材料

分速 1,000 m を想定した次世代型超々高速エレベーターの非常止め装置に用いるブレーキ材には、信頼性のある制動特性と、作動後もレールとの焼付きを起こさない高い耐熱性が必要である。開発した新材料は、窒化ケイ素を主成分とするセラミックスを耐熱性のセラミック繊維で強化し、かつ硬度の高い粒子を分散させて焼結したセラミックス複合材である。また、セラミックスに適した形状や保持法を開発することによって、従来の金属系材料に比べ約 50 % の摩擦係数向上と、実機相当の過酷な条件下での摩擦試験でも割れることのない、高い信頼性を実現した。この開発は新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託を受けて実施した。



エレベーター非常止め装置用セラミックブレーキシュー
Ceramic brake shoe

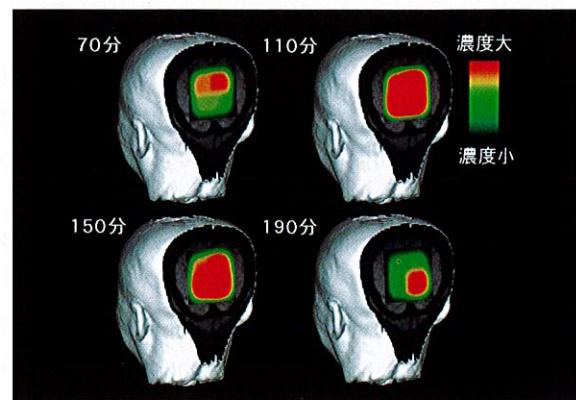
②情報・通信

②情報・通信

1. ^{13}C を用いた脳代謝イメージング

痴呆症などの早期診断の実現を目指し、 ^{13}C （炭素）の磁気共鳴信号を検出して脳の代謝をイメージングする技術を世界で初めて開発した。脳は、ブドウ糖を唯一の栄養素とし、神経伝達物質として重要なアミノ酸（グルタミン酸など）を旺盛に合成している。そこで、 ^{13}C を含むブドウ糖を人体に経口投与したのち脳内で ^{13}C -グルタミン酸が合成される過程を、 ^{13}C に結合した ^1H （水素）の磁気共鳴信号を検出することにより高感度に画像化する手法を開発した。

この開発は、医療福祉機器技術研究開発制度の一環として新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの委託で実施している。



^{13}C ブドウ糖投与後の後頭部の ^{13}C グルタミン酸画像
 ^{13}C -glutamate images in occipital head after ^{13}C -glucose administration

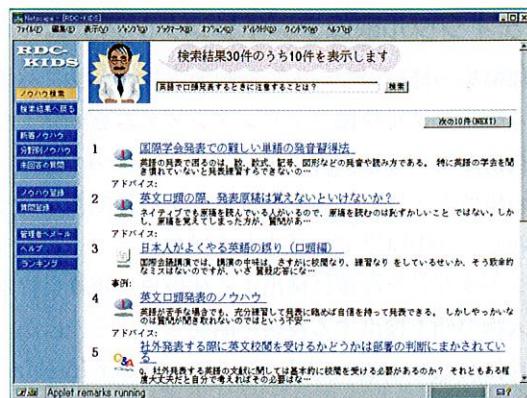
2. 知識情報共有システム RDC-KIDS

本人に代わって知識や情報をオンデマンドに提供するシステムを世界に先駆けて開発した。仕事で困ったときなどにネットワークを介して呼び出すと、ユーザーの要求に応じた知識や情報をデータベースから回答を探し出して提示する。

システムは、自然言語の問合せ文を理解し、従来のキーワード検索ではできなかった知的な検索を行う。また、知識情報構造化技術により、個人のノウハウをテキストで入力するだけで検索しやすいうように自動的にデータベースに登録する。

現在、社内の複数の部署で運用している。

関係論文：東芝レビュー、52、5、pp.25-28

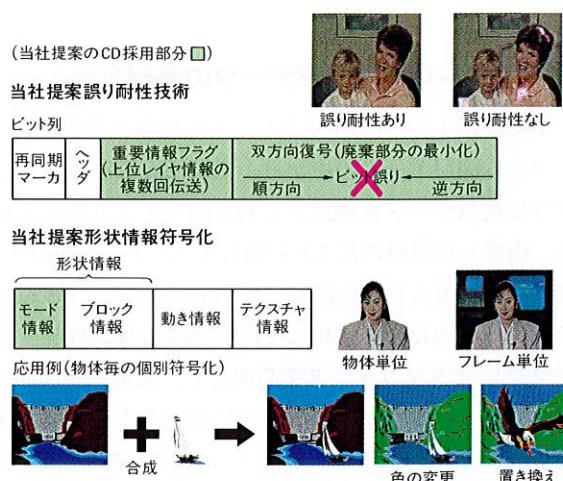


知識情報共有システム RDC-KIDS の画面例
Example of RDC-KIDS (knowledge/information on demand system) screen display

3. MPEG4 国際標準—東芝提案方式

次世代マルチメディア対応の MPEG4 (Moving Picture Experts Group 4) 国際標準に提案した当社方式が採用の方向に向っている。当社は、①無線やインターネットを含んだグローバルな通信・放送を実現するための誤り耐性分野と、②画面内の個々の任意形状物体に対する画像符号化・画像処理を可能にするための形状情報符号化分野に注力し、CD (標準化草案) における誤り耐性部分の約 80 %、形状符号化部分の約 30 %に当社提案が採用された。さらに、製品化を意識した誤り耐性部分のソフトウェアコーデックの開発を行い、無誤りデータでの動作確認を終了した。

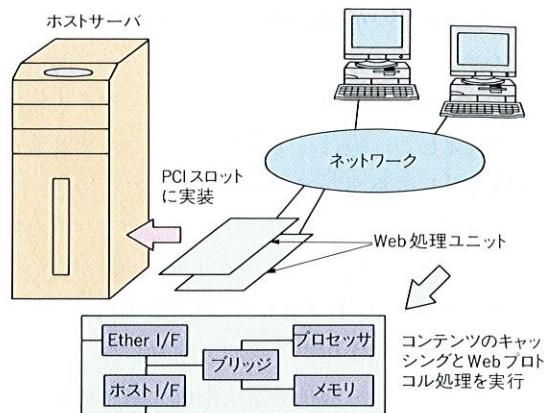
関係論文：東芝レビュー、52、5、pp.15-17



東芝提案方式 MPEG4 国際標準
Methods proposed by Toshiba for MPEG4 international standard

4. ネットワークメディアサーバ技術

ネットワークコンピューティング時代において重要性を増しているWebサーバ計算機のデータ配信性能を向上させる技術を開発した。専用ユニットによってWebの処理を実行する機能分散型マルチプロセッサ構造をとることにより、従来のサーバで性能向上の阻害要因となっていたメモリアクセスのボトルネックを解消して、低価格で高い性能を実現した。今回、コンテンツキャッシングとプロトコル処理の機能をもったWeb処理ユニットをPCI(Peripheral Component Interconnect)カード上に実装し、既存のサーバにオプションとして追加する形態のプロトタイプ機を完成した。従来サーバに対してコストパフォーマンス2倍を達成した。

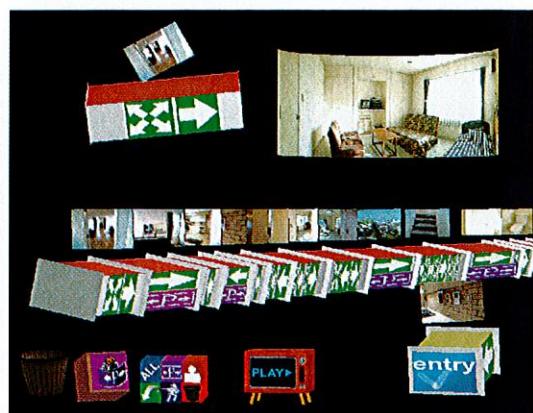


ネットワークメディアサーバの構成
Configuration of network media server

5. デジタル映像ファイリングシステム

映像編集の経験のない人でも映像素材を容易に編集・加工できるデジタル映像ファーリングシステムを開発した。映像解析技術を用いて自動的にインデックスをつけることにより、所望の場所をすばやく検索できる点が特長である。そのために、新しくMPEG2で圧縮された映像をデコードしないで、シーンの変り目を高速に検出する技術や、複雑な背景から安定に人物の顔を検出する技術を開発した。そのほかに、直感的に操作がわかる3D-GUI(Graphical User Interface)やカメラをパンして撮影した映像から連続したフレーム画像を正確にはり合わせ、パノラマ画像を生成する機能がある。

研究



編集・加工の操作画面
Editing screen of digital video filing system

6. ベクトル表現図形データの選択方法

座標数値(ベクトル)で表わされた線分や多角形などの広がりのある図形データの中から、空間的な位置を指定して一つまたは複数データを選択する効率的なソフトウェアを開発した。指定した範囲に含まれる図形すべてを一つ当たり数μsで選択でき、指定した点にもっとも近い図形を1ms以下で決定できる。この技術を適用して配電系統監視制御システムのマンマシンインターフェースを高速化し、配電系統図面のスムーズなスクロールとマウスの動きに追随する設備図形選択を実現した。この技術は、二次元、三次元のCADデータや一般のベクトルデータの処理に広く応用できる。



指定範囲内図形の選択例
Example of selection of graphics in specified area

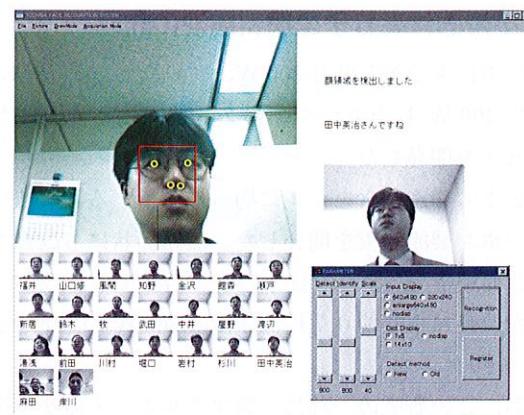
7. 動画像を用いた顔認識システム

動画像からリアルタイムで顔を抽出し個人を認識するシステムを開発した。

このシステムでは、動画像列から得られる複数の顔パターンと複数の辞書パターンとを比較する独自の識別法（相互部分空間法）を用いる。この結果、1枚の静止画像だけから認識する従来方式に比べて、顔の向きや表情の変化の影響を大幅に抑え、誤り率を約30%下げる事ができた。

今後、セキュリティやヒューマンインターフェース分野へ適用を進める。

関係論文：東芝レビュー、52、2、pp.8-13

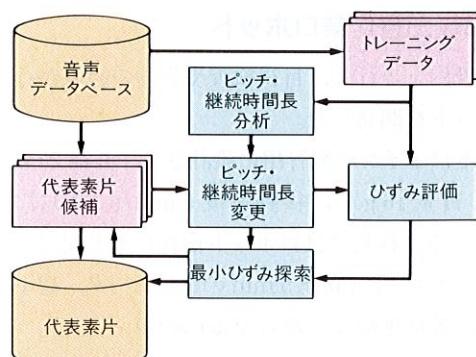


顔認識システム
Face recognition system

8. 高品質音声合成技術

高音質で自然なイントネーションの高品質音声合成技術を開発した。音声データベースから代表素片を自動作成する閉ループ学習法の開発により、従来に比べて明りょうで肉声に近い音声の合成が可能となった。代表素片はLPC(Linear Predictive Coefficient)係数と残差の対からなり、そのサイズは150Kバイトと波形編集方式の1/20~1/100、またLPC係数の変形により多様な声質の生成が可能である。さらに、閉ループ学習をピッチ制御に適用し、学習データに応じた自然なイントネーション生成が可能となった。省メモリの特長を生かした電話やカーナビゲーションへの応用や、自然性が要求される放送分野への応用が期待できる。

研究

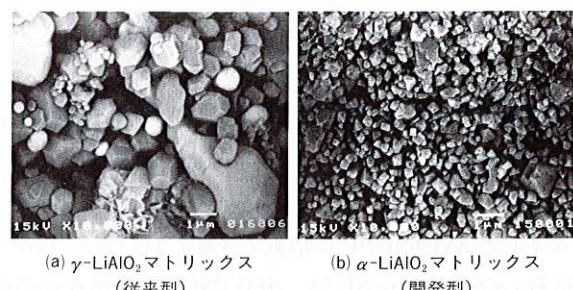


合成素片の閉ループ学習
Closed-loop training of synthesis units

③環境・エネルギー・メカトロニクス

1. MCFC 新電解質板材料 α -LiAlO₂

溶融炭酸塩型燃料電池(MCFC)の長時間にわたる運転を可能にするため、キーパート材である電解質板を構成する電解質保持材料の開発に取り組んでいる。開発を進めてきた α 相のLiAlO₂微粉末は、腐食性の強い溶融塩に対する安定性に優れ、15,000時間にわたる電池試験後にも粒成長、相変化などを生じないことを検証した(図参照)。この保持材の使用は、寿命制約の2大課題である①電解質を保持する多孔質構造の粗大化による電解質の漏れ出し、②酸化ニッケルカソードの溶け出しによる短絡の発生を大幅に抑制し、長寿命化に対してきわめて有効な手段である。



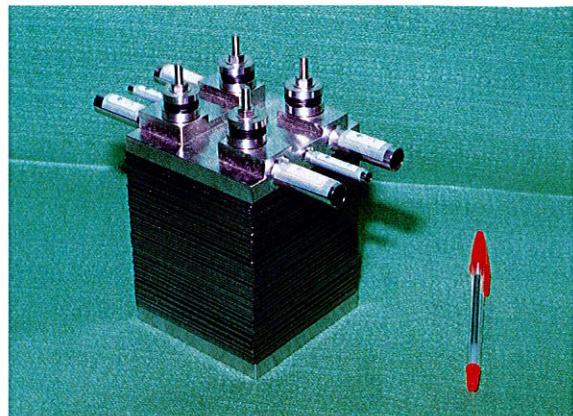
15,000時間発電試験後の電解質マトリックスの微構造比較
Change of matrix microstructure after 15,000 h cell test

2. 小型固体高分子型燃料電池の開発

可搬用にもできる出力 300 W、質量約 2 kg、体積エネルギー密度 400 W/L をもつコンパクトな固体高分子型燃料電池 (PEFC) を開発した。

反応ガスや冷却水をセルに均一に供給する新製法による薄型カーボン製流路板を開発した。流路形状にも改良を加え、有効な面積部分の割合を従来の約 2 倍となる 70 % にした。こうした改良により約 0.7 L の体積に 300 W の電池を収めることができた。

なお、この研究の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託研究として実施した。



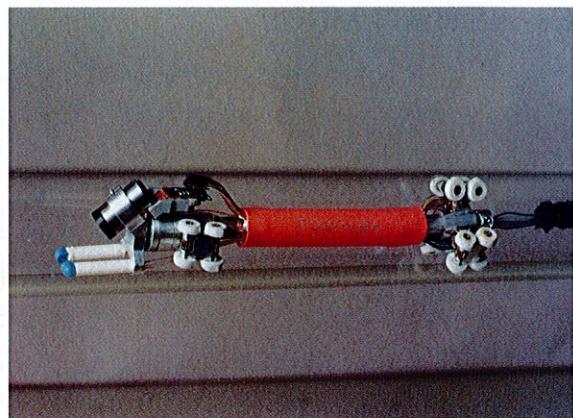
300 W 固体高分子型燃料電池
300 W polymer electrolyte fuel cell

3. 小口径配管作業ロボット

細い配管内を走行し、目視検査や異物の回収が行えるマイクロロボットを開発した。

ロボットは 1 インチ配管用に設計され、直径 23 mm、全長 110 mm、質量 16 g で、移動速度 6 mm/s、牽(けん)引力 1 N で動作する。移動にはロボット前後に取り付けられた二つのドライブユニット (直径 5 mm の電磁モータ、超小型遊星歯車減速機、遊星車輪などからなる) が用いられる。先端には、41 万画素の小型 CCD カメラ、空気圧駆動の 2 本の腕、これらを管軸回りに旋回させる新型モータ (空圧ワブルモータ) を搭載している。

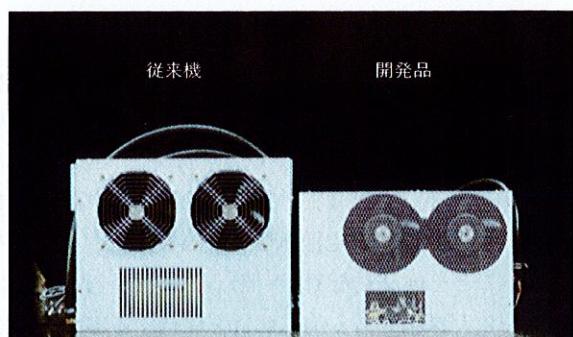
関係論文：東芝レビュー、52、5、pp.100-106



小口径配管作業ロボット
Micro inspection robot for small pipes

4. X 線 CT オイルクーラーの小型化

ヘリカルスキャン撮影に使用する小型かつ大容量の CT (Computed Tomography) スキャナ用 X 線管 (LM-CT 管、液体金属潤滑 X 線管装置) の冷却器の体積を従来の約 2/3 に小型化することにより LM-CT 管を小型の高級実用機種の CT スキャナ Xvision/SP に搭載できるようにした。LM-CT 管を搭載した Xvision/SP は、小型で経済性に優れた高級実用機種であるが大型高級機並みの性能となり、患者の検査効率を従来機の約 2 倍に向上させることができる。クーラーの小型化には、高性能フィンの採用、冷媒管内伝熱促進およびファン・オイルポンプ特性を考慮した最適システム設計などの熱交換技術を駆使した。



オイルクーラー開発品と従来機との比較
Comparison of conventional and newly developed oil coolers

5. 環境調和型製品を目指す鉛フリーはんだ技術

電子機器に使用されているはんだは、有害な鉛を含むために廃棄後の環境汚染が問題となっている。従来、ぬれ性が悪いために実用化が困難であるとされていたスズ・亜鉛系はんだを低酸素雰囲気下で超音波を併用することにより、表面実装型基板へのはんだ付けが可能になった。今後は、熱疲労、はんだ耐候性などの長期信頼性評価を行うとともに、はんだ付けプロセス条件の最適化を図る。



試作した鉛フリーはんだ付け装置
Experimental machine for lead-free soldering

6. クリーンルーム中のアンモニア・アミン高感度分析技術

超LSI用クリーンルーム空気中の微量ガス状不純物であるアンモニア、アミンの高感度分析技術を開発した。

酒石酸をコーティングした親水性PTFE (Polytetrafluoroethylene) フィルタを捕集剤として用いることで、従来のインピジヤ法の50倍以上の高濃度捕集を実現した。また、捕集したアンモニア、アミンをNBD-F (4-Fluoro-7-nitro-2, 1, 3-benzoxadiazole) と反応させ蛍光体とすることで、種々のアミンの高感度分析が可能となった。この方法により、クリーンルーム空気中の10 ppt レベルのアンモニアおよびアミンの高感度分析が可能となった。

関係論文：東芝レビュー、52、6、pp.51-54



アンモニア・アミン捕集装置
System for capturing ammonia and amines in air

研究

7. 高速・高精度フレキシブル液晶セル組立装置

液晶アレー基板とカラーフィルタ基板を高速・高精度にはり合わせるセル組立装置を開発し、タクト25秒、はり合せ精度±2 μm以下を達成した。

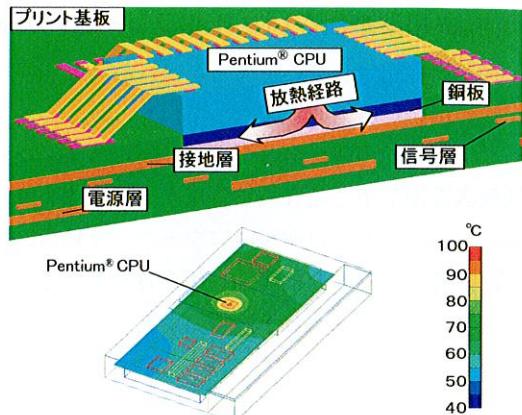
はり合せ精度は、液晶画面の明るさを決める開口率に影響する重要な因子である。この装置では、認識アルゴリズムのくふうと高剛性アライメント機構を用いて精度を向上させた。同時に、仮固定用接着剤の塗布、反転・はり合せ、アライメント、仮固定などの各工程を機能別にユニット化し、並列動作させることで高生産性を実現した。また、166×200 mm～430×315 mmまでの基板サイズにフレキシブルに対応できる。



液晶セル組立装置
Liquid crystal cell assembly machine

8. ノートパソコンの放熱設計

熱流体解析を用いたノートパソコンの放熱設計技術を開発した。構造設計時に、温度と通風特性を±6 %の精度で予測し、必要な熱対策を設計に反映できることが特長である。この技術を放熱が重要課題となったミニノートパソコン Libretto 50 の開発に適用した。従来機に比べ、消費電力が1.5倍に増大する Pentium® CPU の放熱を限られた空間で行うため、熱流経路の低熱抵抗と小型化を図った。図のように、CPU の裏面をプリント基板の接地層に接続し、基板全体に熱を分散させる構造を採用することで、従来方式に比べて10 °C以上の温度上昇低減を実現した。

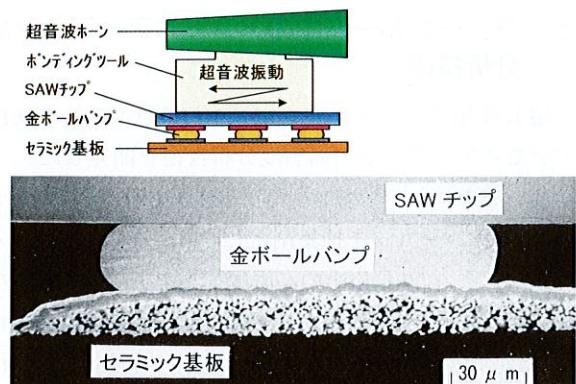


Libretto 50 の放熱構造と熱流体解析結果
Cooling structure and heat flux of Libretto 50 notebook PC

9. SAW フィルタの超音波フリップチップ接合技術

セラミックパッケージ型 SAW (Surface Acoustic Wave) フィルタの実装技術として、SAW チップを金属バンプを介して実装する超音波フリップチップ接合技術を開発した。特長は、SAW チップのアルミ電極上に形成した金ポールバンプを、基板の金電極へ超音波併用熱圧着により直接接合することである。電極の厚さや表面状態などの接合部材条件や、ポールバンプ形成状態、荷重や超音波振動などの接合条件を最適化し、接合温度 200 °Cにおいて0.5秒の短時間接合を達成した。この技術を適用して、世界最小(2.0×2.5×1.0 mm)の超小型携帯電話用 RF-SAW フィルタを実現した。

研究

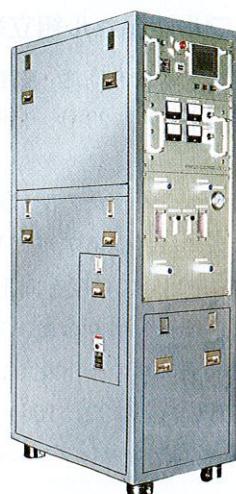


フリップチップ接合部
Flip-chip bonding connection

10. ウルトラクリーン電解イオン水発生装置

半導体・液晶基板の洗浄工程に使用する電解イオン水発生装置を開発した(ペルメレック電極(株)製)。安定化電極(DSE)とテフロン製陽イオン交換膜を用いた独自の二槽式電解槽構造により、不純物を ppt レベルまで低減することができた。数ミリモル程度の薄い薬液や超純水を電解することで、酸やアルカリ洗浄液を作ることができる。これにより、製造工程の純水や薬品の使用量を従来の1/2~1/2,000に削減できる。洗浄性能を損わずに、コストや環境へ配慮した生産技術が開発できた。

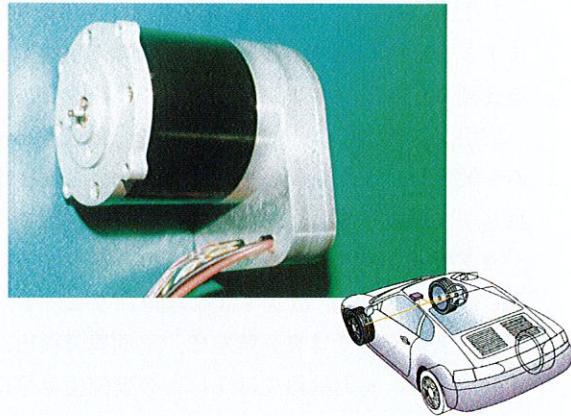
関係論文：東芝レビュー, 53, 2, pp.63-66



ウルトラクリーン電解イオン水
発生装置
Ultraclean electrolysis ionized
water generator

11. 昇圧回路を備えたパワーステアリング駆動システム

普通自動車のパワーステアリングに使用する高効率モータ駆動システムを(株)芝浦製作所と共同で開発した。環境問題の盛上りから、自動車の走行エネルギー効率の改善が求められている。従来は、エンジン軸に直結されたポンプで油圧を発生し、ハンドリングのアシストをしていた。ここでは、昇圧回路を備えたブラシレスDCモータで油圧ポンプの駆動を行う方法を提案した。この駆動システムにより、必要時に適正な油圧に制御でき、ガソリン燃費を約3%改善できることがわかった。



駆動システムの構成と配置状態

External view and installation position of motor equipped with drive circuit

12. 光ファイバ分岐型レーザマーカ

半導体パッケージのマーキング用に、光ファイバでパワー伝送する高速ペンタイプマーカを開発した。加工を行う走査部を、光源部と分離して小型化し、テストハンドラなどへの組込みも容易にした。また、走査部を4ラインに分岐して時分割加工できるようにしたので、マークコストが低減できる。光源部との信号送受にも光ファイバを用い、高信頼かつ高速でライン切換ができる。高速に走査したときに、マーク文字の品質が低下しないようにマーク制御専用のソフトウェアを開発し、樹脂パッケージではトップレベルとなる毎秒200文字のマーキングを実現した。

研究



光ファイバ分岐型レーザマーカ

Optical-fiber multiplexing type laser marker

13. アルミ缶リチウムイオン二次電池のレーザ溶接

アルミ缶リチウムイオン電池組立て用に、レーザパルス波形を最適化した溶接法を開発した。電池は、外装容器を従来品の鉄からアルミに変更することにより、約20%軽量化できた。

アルミは鉄に比べて溶接割れが発生しやすいため、通常用いられる矩(く)形波パルスでは溶接できない。そこで、波形を自由に設定できる波形制御YAGレーザを用い、溶融部を徐冷できるように設定し、溶接割れ不良をなくした。このアルミ缶電池は、97年上期から(株)エイ・ティーバッテリーで量産している。



アルミ缶リチウムイオン電池

Lithium-ion battery with aluminum case