

Research & Development

研究開発

139 • 研究開発

心電図を超える画期的な新技術——心臓磁気計測システム



株式会社日立ハイテクノロジーズライフサイエンス営業統括本部の内藤茂昭担当部長(左)と、日立製作所中央研究所ライフサイエンス研究センタの神鳥明彦主任研究員(右)

現在、わが国の成人の死亡要因で心臓病は、がんに次いで第2位である。しかも、食生活の欧米化や高齢化などによって心疾患による死亡率は伸び続けており、近い将来、心臓病は、米国並みに成人死因の第1位になる可能性も否定できないという指摘さえある。心疾患では早期発見、早期治療が何より重要であり、従来の心電図ではとらえきれなかった疾患の発見に威力を発揮する「心臓磁気計測システム」が、今、注目を集めている。

心臓磁気計測システム(心磁計)とは

心臓の検査に広く使われてきた心電図検査は、心筋に発生する活動電流を間接的に体表面で計測し、心臓の異常を調べるものです。これに対し、心臓磁気計測システム(心磁計)は、心臓に活動電流が流れることによって発するきわめて微弱な磁場を、SQUID(Superconducting Quantum Interference Device:超伝導量子干渉素子)と呼ばれる超高感度磁気センサで測定し、心臓の虚血や不整脈の詳細な解析や発生部位など、高精度に心臓の働きを診断する画期的な臨床検査装置です。日立製作所は、この磁気センサのための超伝導デバイス技術の研究開発を進めるとともに、当初から、筑波大学附属病院と国立循環器病センターの臨床の先生方と協力し、計測

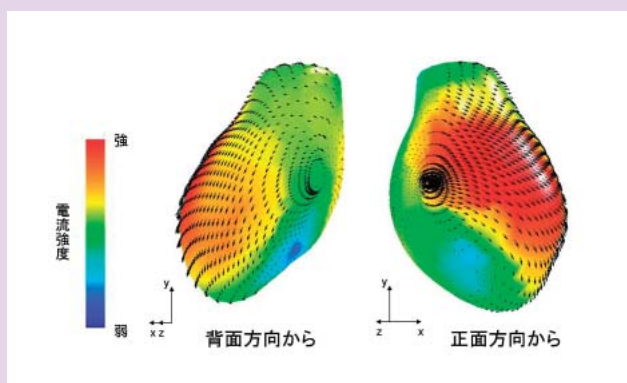


株式会社日立ハイテクノロジーズが製品化した心臓磁気計測システム"MC-6400"

データの解析方法などについて、臨床側のニーズに対応したソフトウェア開発にも取り組んでいました。その結果、世界に先駆けて、医療機器としての心磁計の製品化に成功しました。

心磁計の特徴は

心磁計で計測する磁場の特性は、心電計が体の表面まで導電率の異なる組織内を伝わってくる電位を測定するのと違い、血液や骨、脂肪といった人体の組織の影響をまったく受けないため、心臓の局所的な電気的現象を非常に高い精度で確実にとらえることができます。心電図ではとらえられなかった安静時の狭心症も検知することができるため、早期に狭心症を見つけることで治療への道を開き、心筋梗塞(こうそく)への移行を食い止めることが可能になります。不整脈についても、心磁計では、その不整脈の詳細な解析や心臓のどの部位から発しているかまで把握することができます。しかも、心磁計は非接触の検



世界初の、心臓の前面と背面から測定した心磁図を基に三次元画像化した心臓内の電流分布(開発中)

査で、着衣のまま、10～30秒間ベッドに横になるだけです。また、体の中から自然に出てくる磁気情報を感じているだけなので、完全に非侵襲であり、被験者にかかる負荷は一切ありません。このため、心磁計は、乳幼児はもちろんのこと、今まで計測が不可能であった胎児の心臓の電気信号をも測ることができ、胎児期からの心臓治療に新たな道を開くものです。

今後の可能性と開発は

心筋で生じる微弱な磁場を計測するために、外部の磁気ノイズを防ぐ磁気シールドが必要ですが、研究所ではそのシールド技術の改良を重ね、検査室内の容積を $\frac{1}{5}$ に小型化する円筒型磁気シールドを開発しています。これにより、近い将来、大型の磁気シールド室が不要になり、一般病院への導入が促進されることが期待されます。さらに、コンパクトな装置とするために、高温超伝導を利用した「普及型」心磁計の開発にも取り組んでおり、健診用途など身近なところでの心磁計の普及を目指しています。また、心磁計で得られたデータを解析する技術についても、世界で初めて、心臓の活動に伴って流れる電流分布の三次元画像化技術を開発しました。64チャンネルを採用したこの装置では心臓全体を一度に観察できるため、心疾患のメカニズムの解明や新たな診断法の確立に威力を発揮するものと期待されています。

世界最小のセンサネット端末とその応用



中央研究所センサネット戦略プロジェクトの鈴木敬主任研究員(左)と、山下春造主任研究員(右)

さまざまなセンサをネットワークで結ぶことにより、温度や湿度をはじめとする環境情報の効率的な収集・蓄積を可能にする技術をセンサネットと呼ぶ。日立製作所は、ユビキタス情報時代の生活をいっそう豊かにする技術としてセンサネットに注目し、その中で大きな役割を担うセンサノード(センサネット端末)の世界最小化を実現した。開発したセンサノードを活用することにより、生活の安全・安心・快適に寄与する新たなサービスの創造を目指している。

世界最小センサノードとは

身の回りの物や人、環境の情報をネットワークで収集することによって、社会を豊かにするさまざまなサービスに結び付ける技術をセンサネットと言います。そのような情報を集めて送信するための端末をセンサノードと言い、無線通信機能や電池、そして温度・湿度・加速度・人感・照度・赤外線など、目的に応じた各種のセンサで構成されます。

センサノードは、人が常に身に付けたり、物に取り付けたりして長期間の環境変化を測定するので、できるだけ小型で、長時間稼働できなければなりません。そこで、無線通信機とそれを制御するマイコンは、半導体分野の小型化技術を生かし、一円玉よりも小さい15×15(mm)のチップに納めることに成功しました。いわば、世界最小のネットワーク機能を備えたコンピュータですね。

電池は小さくすればするほど容量が少なくなるという課題がありますが、きめ細かな通信制御や電源遮断制御、低消費電力の無線通信規格の採用によって消費電力を低く抑え、温度などを測定する用途であれば、2、3年以上の長時間稼働を実現しました。太陽電池を併用するタイプなら、さらに長期間の稼働も可能です。

どのようなアプリケーションを

人間が何か操作をしなくても、自発的にセンシングを継続できるのがセンサネットの利点です。その利点を生かしたものとして、まず事業化に取り組んでいるのが、壁掛け型センサノードによる温度・湿度測定システムで、厨(ちゅう)房や工場などの衛生管理や設備管理への活用を考えています。人間が毎日定時に測定して記録しているデータや、定期的な点検のデータなどを自動的に収集できるようになると、省力化・効率化に大きく貢献できると考えています。

また、人の脈拍や動きをセンシングできる腕時計型センサノードも開発しました。試作品は、脈拍・加速度・温度センサ、無線通信機器とアンテナ、二次電池を、縦6×横4×厚さ1.5(cm)、質量50gの腕時計型ケースに収めたもので、日常生活の中で



15 mm角のセンサノード基盤(左下)と(左から)キューブ型、腕時計型、壁掛け型のセンサノード

身に付けているだけで、一定時間ごとに脈拍や体の動きを計測できます。計測したデータは、無線基地局を介してサーバに送られ、データ蓄積や遠隔地からのモニタリングが可能です。独り暮らしのお年寄りの健康状態を見守るサービスなどへの活用を視野に、できるだけ早期の実用化を目指して、低消費電力化と、いっそうの小型化による装着感の軽減に取り組んでいます。

センサネットの事業展開は

センサネットは、システム全体として付加価値をどう提供できるかが問われるソリューションビジネスであり、研究所としても、センサノードなど個々の要素技術をブラッシュアップすると同時に、データの効果的な収集・利用方法も追求していく必要があります。この、センサネットの事業を推進するために、ワイヤレスインフォベンチャーカンパニー内に専門組織を設置し、日立製作所のセンサネットシステム“AirSense”を核としたソリューションシステムを販売していきます。日立グループは、産業系から、電力、鉄道、都市開発といった、さまざまな社会基盤にかかわる事業に携わっています。そのような社会を支える基盤の部分にセンサネット技術を組み合わせていくことで、利便性だけでなく、安全性や信頼性の向上、災害対策などに貢献できるサービスの実現につなげていくことが目標です。

環境に配慮した、使いやすく高性能な モバイル機器用メタノール燃料電池の開発



研究開発本部燃料電池事業推進室の中原貴主任技師(左)と、トータルソリューション事業部企画本部シナジー事業戦略企画室事業企画グループの森知隆主任技師(右)

現在、モバイル機器や携帯電話の電池電源には、リチウムイオン二次電池が使用されている。これに対して、新たなエネルギー源として、メタノール燃料電池が注目されている。日立製作所は、触媒や電解質膜などの構成材料からシステムまでの開発を一貫して行うことで、環境に配慮した、使いやすい高性能なメタノール燃料電池の製品化を目指している。

メタノール燃料電池とは

小さいながらも、メタノールを燃料に、水素と酸素の化学反応を利用して電気を生み出す、マイクロ発電装置です。充電をしなくても、メタノール燃料を補充することで発電し続けます。排出物は水と二酸化炭素だけですから、石油など化石燃料を用いた従来の発電システムよりも電気を得る際の環境への負荷が少ないとされています。今や、モバイルPCや携帯電話などの情報機器類が生活の隅々まで浸透し、情報家電の普及と相まって、ユビキタス情報社会の到来が現実味を帯びてきました。ユビキタス情報社会を支えるモバイル機器の消費電力の増大に対応して、長時間利用を可能にする新しい電源として早期の製品化が期待されています。

実用化に向けての取り組みは

日立製作所は、燃料補給に何度でも再利用できるカートリッジ方式を採用するなど、「長く使える」、「環境負荷が少ない」、「再利用できる」をコンセプトに、環境に配慮した、使いやすい高性能なメタノール燃料電池の製品化を目指しています。

発電効率の高いメタノール燃料電池を実現するには、高い水素イオン伝導性と低いメタノール透過性を備えた電解質膜のほか、メタノール反応活性の高い触媒の開発がポイントとなります。電解質膜の開発にあたっては、独自の材料として炭化水素系電解質材料を選定し、イオン交換基を適正に導入し、制御することで課題を克服しました。触媒は、貴金属をできるだけ小さな粒子でカーボン担体上に均一に分散することと、凝集させずに長時間維持することが課題でしたが、ナノ(10億分の1)

メートルサイズの微粒子をコントロールするナノ分散技術によって問題を解決しました。また、電解質膜と電極を一体化する技術によって、これまでよりも高い性能を持つ膜・電極接合体を開発しました。膜・電極接合体を組み合わせる電源に仕上げる実装技術では、燃料の吸い上げにポンプなどの補機を必要としない平面配置型を採用し、コンパクト化にも努めています。

実用化と開発の展望は

メタノール燃料電池の性能を左右する、心臓部とも言うべき電解質膜と触媒の開発が成功したことで、実用化に向けて大きく一歩踏み出しました。メタノール燃料電池は、リチウムイオン電池に置き換えなくても、併用することで新しい魅力を備えたモバイル機器を生み出す力を持っています。個々の機器とのマッチングを意識した電源システムの開発に取り組むとともに、さらに長寿命でコストパフォーマンスのよいメタノール燃料電池の製品化を推進していきます。

愛知万博で実用化、小型・高性能化を推進



環境保全に貢献する新材料、高温無鉛はんだ材料の開発



生産技術研究所実装ソリューション研究部の岡本正英主任研究員
(左)、池田靖研究員(右)

世界規模での環境保全が叫ばれる中で、人体や生物への毒性の強い鉛に対する使用規制が強まっている。電気・電子機器に使用されている「はんだ」でも無鉛化が進められており、特に高温はんだの代替材料の開発が急がれていた。その課題に対し、日立製作所生産技術研究所は、千住金属工業株式会社と共同で、高温無鉛はんだペーストの開発に成功した。この新材料は2005年度の「環境賞 環境大臣賞・優秀賞」を受賞するなど、電気・電子機器の完全無鉛化への道を開くものとして注目を集めている。

開発の背景は

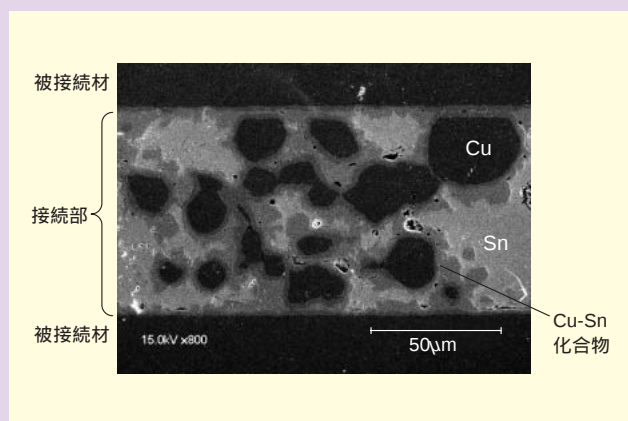
鉛はさまざまな分野で使われてきた物質で、電気・電子機器の部品を接続する「はんだ」にも広く使用されてきました。しかし、近年になって人体や生物への毒性が明らかになるにつれて使用規制が強まり、2006年7月からEU加盟25か国で施行されるRoHS（Restriction of Hazardous Substances）指令でも、電気・電子機器への使用が禁止される特定有害物質の一つに指定されています。

はんだは融点によって低温・中温・高温に分けられ、低温はんだ、中温はんだはすでに無鉛化が進んでいます。しかし、成分中の90%以上と鉛を大量に含む高温はんだでは、実用に適する代替物質が見つかっていなかったことから、RoHS指令でも除外され、無鉛化が急務となっていました。地球環境への配慮から製品の完全無鉛化を目指す日立製作所は、早い段階から材料の研究開発に着手し、わが国最大手のはんだメーカーである千住金属工業株式会社にペースト化技術などを担当していただき、「高温無鉛はんだペースト」の共同開発に成功しました。

高温無鉛はんだペーストの特徴は

最大の特徴は、はんだの概念を覆したという点でしょう。従来のはんだはスズと鉛から成る合金で、加熱によって全体が溶け、冷却によって固まることにより、部品を固定します。これに対して「高温無鉛はんだペースト」は、銅粉末とスズ系粉末とを混ぜ合わせたもので、加熱すると融点の低いスズだけが溶け、溶けない銅粉の周りには高融点の銅・スズ化合物が生成します。銅粉と銅・スズ化合物、そして溶けた後に反応しないで残ったスズによって、対象部分を接続するという仕組みです。

接続を保つため、はんだにはある程度の柔軟性が求められますが、すべてを化合物化しないで軟らかいスズを残すことで、十分な接続信頼性を確保しました。また、はんだの特性を評価する基準となる、はんだめれ性（はんだが溶けて広がり、接続部分として機能する面積割合）は90%以上、高温接続強度は



高温無鉛はんだによる接続部の断面

260℃で約6 MPaと、従来のはんだとほぼ同等の性能を達成しています。

銅粉末とスズ系粉末の混合という単純な構成ながら、融点の差と不可逆反応を利用して接続するという独創的なアプローチが、この次世代はんだ材料の開発につながったと考えています。

高温無鉛はんだ材料の未来は

電気・電子機器の完全無鉛化への道を開いたことが評価され、高温無鉛はんだペーストは、環境保全に対して具体的な成果を上げた技術や研究などに毎年贈られている環境賞で、2005年度の「環境賞 環境大臣賞・優秀賞」を受賞しました。信頼性とともにコスト的にも実用性が高いことから、接続対象に合わせたはんだペーストの最適化といった課題をクリアしながら、高温はんだのグローバルスタンダードを目指して実用化を進めています。

その一方で、高い接続品質が要求される半導体用には、いっそうの高温安定性と接続信頼性に優れた、新たな無鉛はんだ材料の開発にも取り組んでいます。はんだは目立たないようですが、電気・電子機器には欠かせない大きな存在です。環境保全にも大きく貢献できるよう、完全無鉛化に向けた技術開発を加速していく考えです。

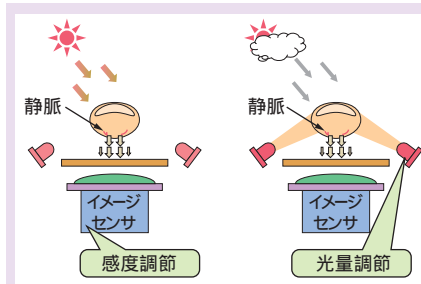
研究開発

21世紀は「知」が企業の価値を決める時代であり、「知の創造と活用」そのものがビジネスとなっていく時代と言える。日立グループには、国内6研究所と海外の研究開発拠点があり、この充実した体制の下に、さらに豊かな社会づくりに貢献する独創的なテクノロジーの創出に取り組んでいる。顧客の求めるものと日立グループの独創技術の共鳴による、新たな価値や製品の「協創」を目指している。

太陽光を光源とし、明るい屋外でも利用できる指静脈認証技術

太陽光に含まれる赤外線を光源として利用して指の静脈パターンを観測する、新しい指静脈認証技術を開発した。

今回開発した技術の特徴は、太陽光から認証に必要な光だけを透過させるフィルタと、光の強さに応じてイメージセンサの感度を自動調節し、常に最適な画質で静脈パターンを撮影する制御技術にある。また、太陽光が弱い場合でも、それを検知して従来の専用光源が自動的に作動する。これにより、晴れた日の屋外から陽の当たらない日陰まで、幅広い環境下での指静脈認証の利用を可能とした。特に、晴天時には、専用光源への電力供給を不要にできるため、これまで



太陽光利用型指静脈認証技術の概要



よ先エネルギー消費が抑えられ、地球環境にも配慮している。

この技術は、屋外での利用機会が多い自動車や玄関ドアのセキュリティなどへの応用が期待できる。

広域災害時に対応した基幹システムの高信頼ディザスタリカバリ技術

地震などの広域災害によって基幹システムが停止すると、企業のビジネスに大きな損害が生じる。このため、遠隔地にデータをバックアップし、ビジネス継続を保証するディザスタリカバリ技術が注目されている。

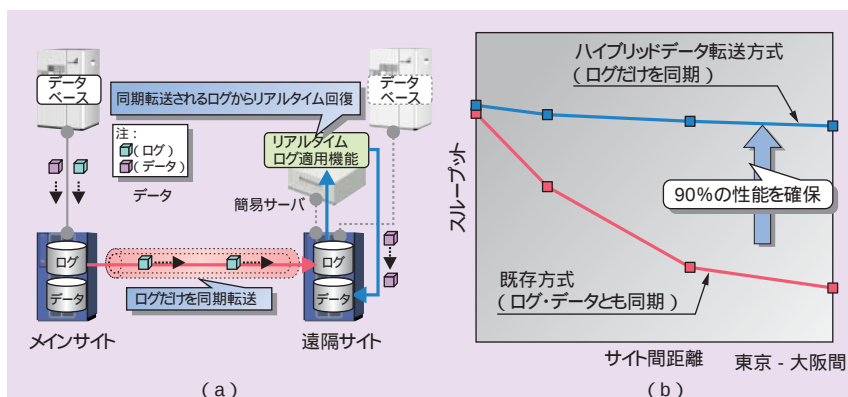
そのため、数百キロメートル離れた遠隔構成でも、災害時に

もデータ欠損がないことを保証しながら、平常時のメインサイトのオンライン性能を確保するハイブリッドデータ転送方式を開発した。データへの更新履歴であるログだけをストレージ間で同期転送し、データ本体は、遠隔サイトでのログ適用によって回復する。今後は、非専用回線への対応など、平常時のシス

テムコストを削減するための検討を進めていく予定である。

なお、この開発には、文部科学省が実施するリーディングプロジェクト「e-Society 基盤ソフトウェアの総合開発」のストレージ・データベース融合技術(東京大学、日立製作所)で開発した成果が反映されている。

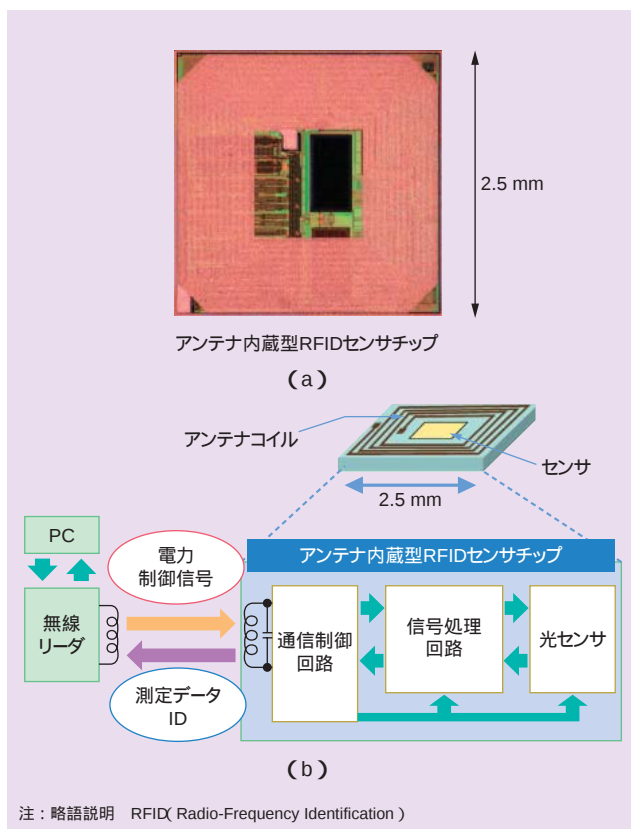
(発表時期:2005年4月)



方式の概要(a)と、メインサイトのオンライン性能シミュレーション結果(b)



遺伝子の一塩基の違いを検出するアンテナ内蔵型RFIDセンサチップ



アンテナ内蔵型RFIDセンサチップ(a)と、RFIDセンサチップの構成(b)

遺伝子塩基配列の一塩基の違い(一塩基多型, SNPs: Single Nucleotide Polymorphisms)を検出することができる外形2.5 mm角のRFIDセンサチップを開発した。このチップは水溶液中でも動作することから, DNA(Deoxyribonucleic Acid; デオキシリボ核酸)試料溶液中で検出したSNPsのデータを, 密閉状態を保ったまま試料容器の外側から無線リーダーで読み取ることができる。

また, 複数のチップを識別する輻輳(ふくそう)制御技術を開発し, 複数データの同時収集も可能とした。今後, 個人の体質に合わせた健康管理や医薬品処方を行うテーラーメイド医療の現場で, 簡便な計測技術として普及が期待される。

この開発は, 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業「バイオ・IT 融合機器開発プロジェクト」の一環として行われたものである。

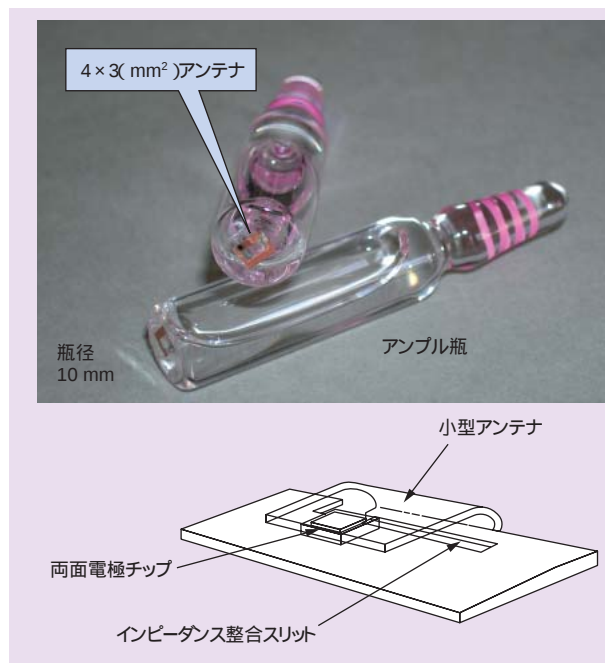
(発表時期: 2005 年 2 月)



超小型ICタグ「ムーチップ」の応用範囲を広げる小型アンテナ技術

愛・地球博の入場券に採用された世界最小クラスのICタグチップ「ムーチップ」の応用範囲を広げるために, $4 \times 3 \text{ mm}^2$ の小型アンテナ技術を開発した。有価証券の偽造防止用などにはすでにアンテナ内蔵型ムーチップを開発し, 読み取り距離1 mm以下のほぼ密着して使う用途に対応してきた。今回, 小型のアンテナの開発により, 読み取り距離が比較的遠くても, 小さな物や奥まった場所, 狭い場所などにこの小型アンテナ付きムーチップを取り付けて, 個品管理やトレーサビリティなどの用途に利用できるようにした。例えば, 液体医薬品の小型瓶の底面に取り付け, 通信距離6 mm, 分速300個のスピードで, 瓶を移動させる医薬品検査機を用いた個品管理の実験を行い, 瓶が回転してアンテナの方向が変わっても読み取れることを確認した。この小型アンテナは, 量産性に優れる両面電極チップのムーチップにより, 信頼性よく接続することができる。

(発表時期: 2005 年 4 月)



医療用薬品にも適用できるムーチップ用小型アンテナ



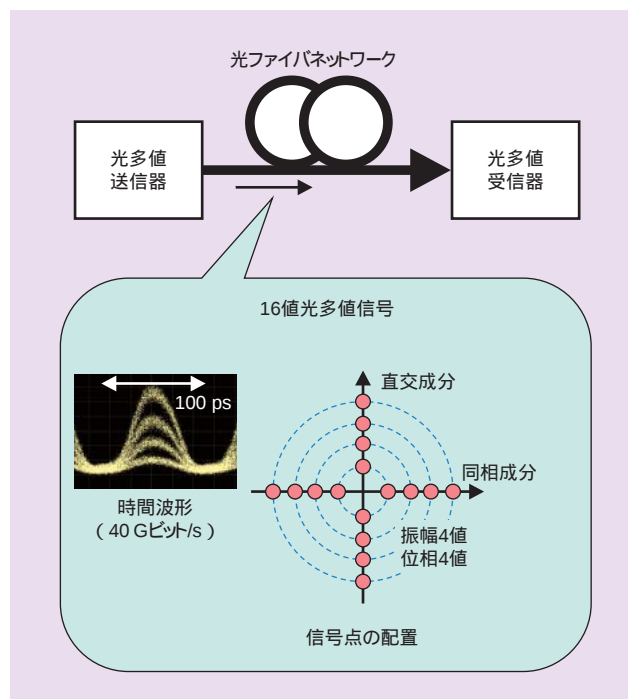
世界最多の16値光多値変調による40 Gビット/s 伝送技術

家庭や企業でのブロードバンドアクセス普及に伴い、これらを支える次世代の大容量光ファイバネットワークが必要になる。その実現に向けて、同じ信号速度でもさらに大量の情報を効率よく伝送できる16値光多値伝送技術を開発した。

〔主な特徴〕

- (1) 従来の2値変調に比べて4倍の情報伝送が可能な16値変調を世界で初めて実現した。これにより、従来(10 Gビット/s)と同じ変調速度で、40 Gビット/sの情報伝送ができることを実証した。
- (2) 多値変調時に発生する信号のひずみを低減するため、16値の情報を振幅4値と位相(角度)4値に振り分け、信号点を同心円状に配置する独自の変調方式を開発した。

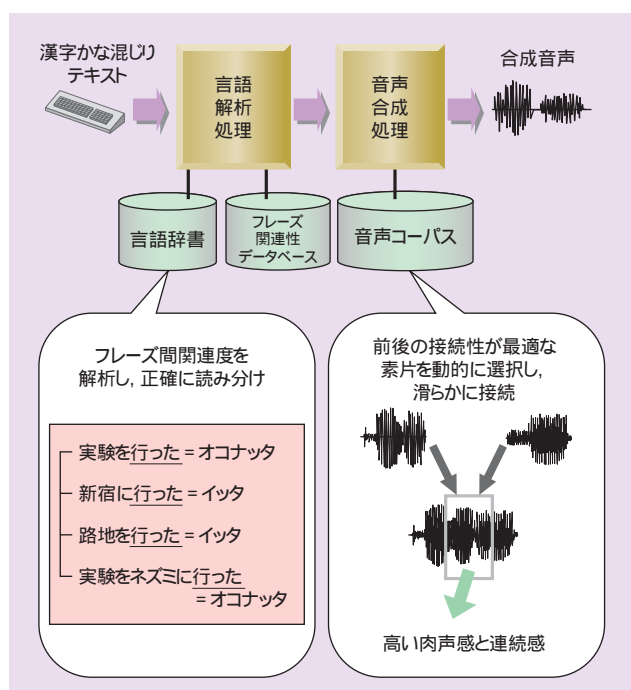
この技術により、低コストで大容量の光ネットワークの実現が可能となる。



16値光多値伝送の仕組みと波形



肉声に近い自然なアナウンスを実現する高品位知的音声合成技術



高品位知的音声合成システムの構成

漢字かな混じりテキストを入力するだけで、肉声並みの高品位音声メッセージを作成できる音声合成技術を開発した。この技術を用いれば、頻繁に内容が変わるアナウンスやメッセージを、いつでも簡単に低コストで作ることができる。

すでに実用段階にある音声合成技術では、研究の焦点が明瞭(りょう)性の向上から自然性の向上に移ってきている。今回、最適な音声単位(素片)を効率よく選択し、選ばれた素片を滑らかに接続することにより、肉声感が高く、滑らかな音声の合成を実現した。

さらに、フレーズ間の関連度を解析することで、複数の読み方のある漢字でも、前後の文脈から読みを正確に判定する高精度漢字読み分け技術も開発した。



携帯電話向け軽量型文字認識技術

紙に書かれた文字を携帯電話のカメラで認識する技術を開発した。この技術の特徴は、少ないメモリ量と処理量で、高精度に文書中の単語を認識することである。この技術により、雑誌やカタログにバーコードや二次元バーコードなどを印刷することなく、記事をカメラで読み取ることによって、設定されたデジタルデータとリンクすることを可能とした。

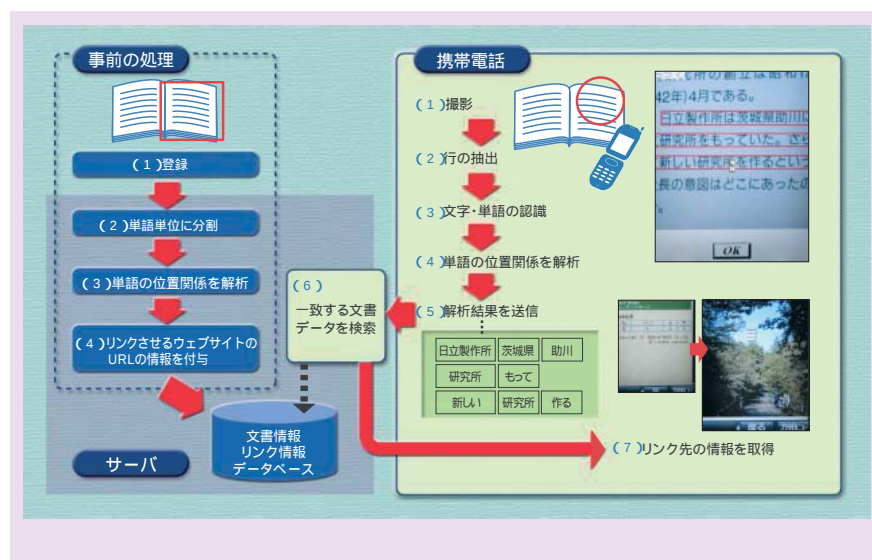
〔主な開発技術〕

(1) 携帯電話に適した軽量型単語認識技術: 従来、日本語

文字認識では多くのメモリ容量と処理量が必要であった。この技術により、携帯電話で実現可能な、1 M バイト以下のメモリ容量と100 MHzの処理速度で文字認識が可能

(2) 単語文字認識を利用した文書特定技術: 文字認識で読み取った複数の単語の位置関係を解析し、これをデータベースと照合することによって文書を特定する。

〔(1)の技術を用いたソフトウェアについて日立オムロン・モバイルソリューションズ株式会社からの製品化時期: 2005年3月〕



携帯電話向け文字認識技術の概要

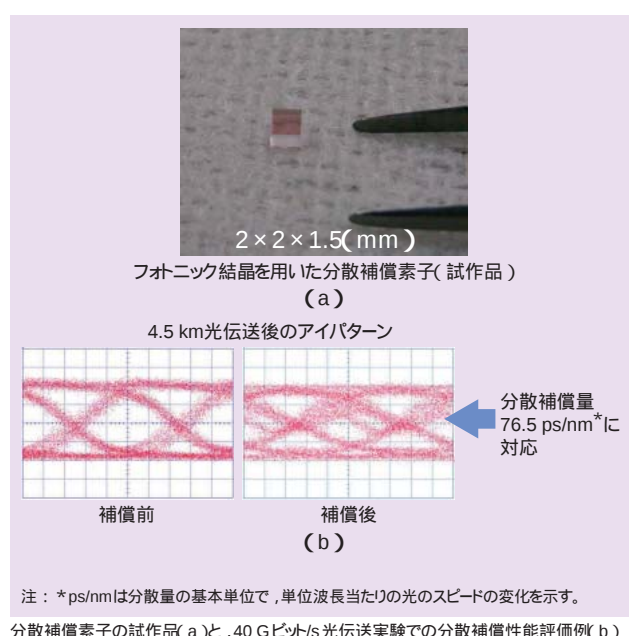


フォトニック結晶を用いた、光通信ネットワークでの分散補償機能の実証

屈折率の異なる二つ以上の領域が周期的に並べられた構造体であるフォトニック結晶では、光を自由に制御できると考えられている。このようなフォトニック結晶を用いて、光ファイバネットワークでの光信号の劣化を修復する分散補償機能を実証した。これは、結合欠陥型と呼ばれるフォトニック結晶が大きな波長分散効果(波長によって光のスピードが変わる効果)を持つことを初めて見だし、その構造と材料を最適化したことによる。このような機能を持つ素子は、超小型で、他の光部品との集積に適すると考えられる。

なお、この開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプロジェクトと文部科学省ITプログラムの下で、東京大学ナノエレクトロニクス連携研究センターとの共同研究の成果である。

(発表時期: 2005年2月)

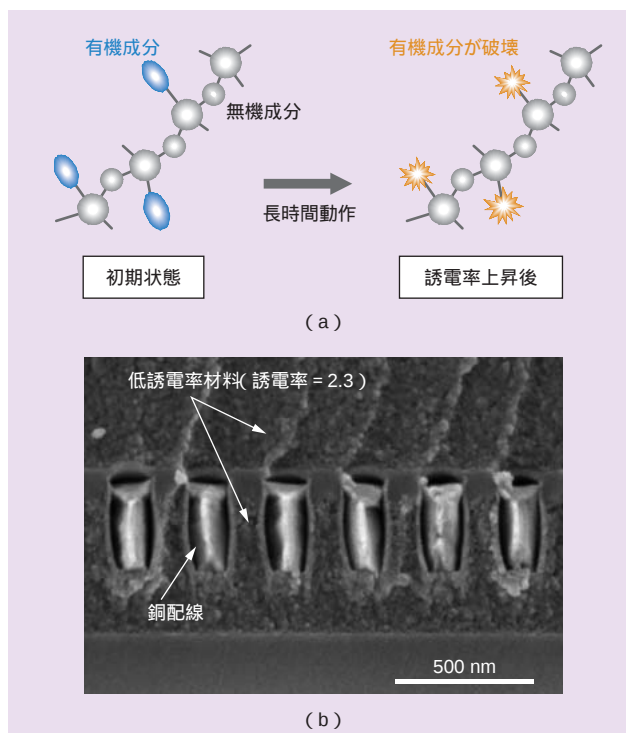




次世代LSIに向けた高信頼低誘電率材料

次世代LSIに不可欠な高信頼低誘電率材料を日立化成工業株式会社と共同で開発した。

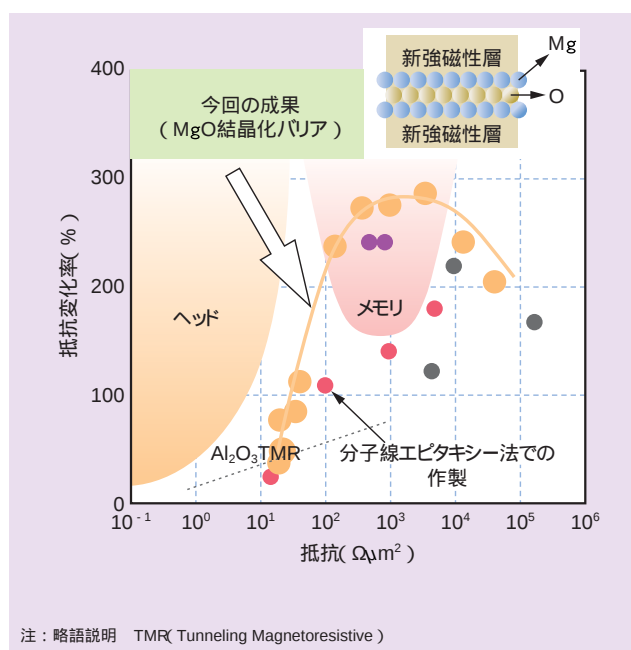
LSIの高集積化に伴って増大する信号遅延を抑制するには、低誘電率材料を用いた配線が必須である。しかし、従来の低誘電率材料には、長時間動作によって誘電率が上昇してしまうという課題があった。この開発では、材料中の有機成分が電圧ストレスで徐々に破壊されて誘電率が上昇することを解明し、有機成分が破壊されにくい新材料を合成した。開発した材料(誘電率:2.3)は、従来の材料に比べて2けた長い寿命を持つ。この材料により、65 nm世代以降のLSIの高速化・低消費電力化が可能となる。なお、この材料は、日立化成工業株式会社からサンプル出荷中である。



低誘電率材料の劣化メカニズム(a)と、新開発の低誘電率材料を用いたLSI配線の断面(b)



室温で世界最高の磁気抵抗比287%を持つTMR素子の開発



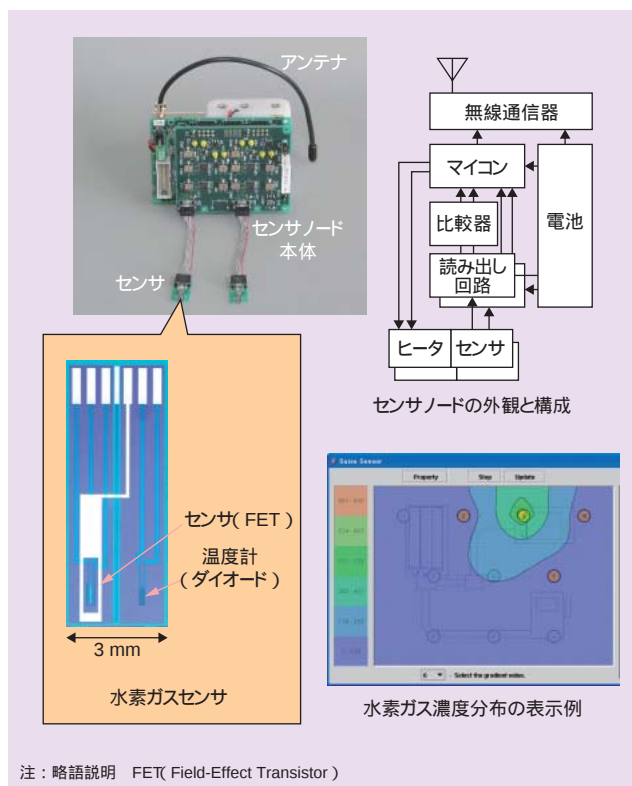
注：略語説明 TMR(Tunneling Magnetoresistive)

今回の開発成果の位置づけ

将来のMRAM(Magnetic Random Access Memory)やハードディスクでは、磁性膜・絶縁膜・磁性膜を基本とするTMR素子は重要である。今回の開発では、絶縁膜を従来の Al_2O_3 非結晶膜からMgO結晶配向膜に変えることにより、室温の抵抗変化率を60%から287%へと向上させることに成功した。スパッタリング法によってTMR素子を形成し、高磁気抵抗比を実現する鍵は、(1)磁性膜にCoFeBという新材料を導入したこと、(2)これまでより高い温度の熱処理を施すことにより、CoFeBとMgO膜で高品質な(100)配向を示すことにある。今後は、スピントルク磁化反転と呼ばれる新しい現象を利用したデバイスへの応用を中心に高性能化を進める。この研究は、東北大学電気通信研究所での、文部科学省IT21プログラム(高機能超低消費電力メモリ)での成果である。(発表時期: 2005年4月)



水素ステーション用ガス漏えい検知システム



検知システムのセンサノードと水素ガス濃度分布表示例

燃料電池自動車に水素を供給する水素ステーションの安全を確保するため、センサネット技術を応用して、ガスの漏えい、拡散をモニタリングする漏えい検知システムを開発した。

〔主な特徴〕

- (1) 約1秒の高速応答性を持つFET型水素ガスセンサ
- (2) 電池駆動と無線通信により、設置場所を選ばないセンサノード(センサ、マイコン、通信器、電源系などから成る小型ユニット)
- (3) 多数(十から数十個)のセンサによる計測結果から水素ガスの濃度分布を表示

万一の漏えい時には、バルブの閉止やファンの起動など、適切な対処法が迅速に指示できる。

なお、この研究の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業の一環である。



半導体に電流を流すだけで磁氣的性質を示す「スピンホール効果」の観測

半導体に電流を流すことによって磁石の性質を示す「スピンホール効果」の観測に成功した。

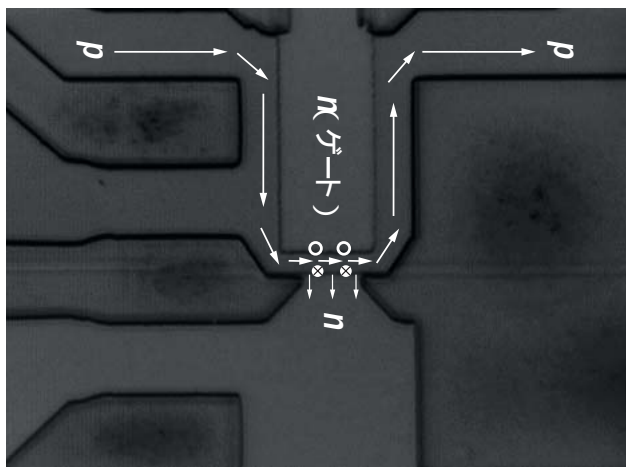
近年、電子の電氣的性質と磁氣的性質の双方を応用した新デバイスとして、スピントロニクスデバイスが注目されている。従来のスピントロニクスデバイスには、磁氣的性質を利用する材料として金属の強磁性体が用いられていた。もし半導体材料に磁氣的性質を持たせることができれば、半導体プロセスを用いて、高集積・高速・低電力のスピントロニクスデバイスを実現できる。スピンホール効果は1971年に理論的に予測されていたものの、実際に観察した例はなかった。今回の成果は、半導体デバイスによる新たなスピントロニクスデバイスの開発に道を開くものである。

なお、この観察の成功は、National Physical Laboratory(英)、Texas A&M University(米)、Institute of Physics ASCR(チェコ)、University of Nottingham(英)との共同

研究の成果である。

(Hitachi Cambridge Laboratory, Hitachi Europe Ltd.)

(発表時期:2005年2月)



スピンホール効果観察用デバイス



人間共生ロボット“ EMIEW ”

人の生活の中で活動する人間共生をコンセプトとして , ロボット“ EMIEW(Excellent Mobility and Interactive Existence as Workmate) ”を開発した。

〔主な特徴〕

- (1) 人にストレスを感じさせない高速性(6 km/h)と機敏性 (最小回転半径 50 cm)を実現する , 上体スイング機能付き倒立二輪機構
- (2) 静的・動的物体に対して自律的に回避経路を生成する衝突回避機能
- (3) 1 m 程度離れて数十語の単語を認識する , 円滑な対話のための遠隔音声認識

EMIEWは , プレスリリースや「愛・地球博」での実演で好評を博した。

なお , EMIEWは , 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプロトタイプロボット支援事業の委託を受けて開発したものである。

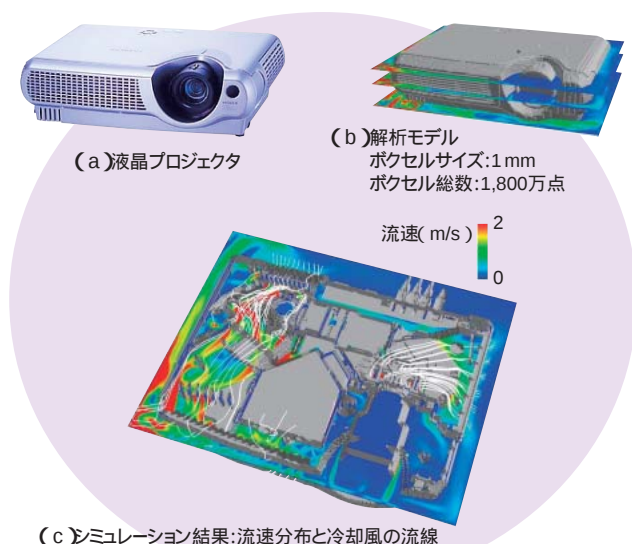
(発表時期: 2005 年 3 月)



人間共生ロボット“ EMIEW ”



ボクセル法による製品全体熱流体解析技術



製品の外觀(a) , 解析モデル(b) , シミュレーション結果(c)

市販コードでは解析用格子生成が困難な高密度実装の構造物についても , CADデータから短時間で格子を生成し , 熱流体解析を実行する技術を開発した。

この技術では , 解析領域を直交格子で分割して解析を行うボクセル法を適用することによって , これまで多くの人手と時間を要していた格子生成の工程を自動 , 短時間化した。また , 製品全体を大規模並列解析することで , 部品ごとの要素解析では得られない , 組立状態での通風上の問題点などをシミュレーションで事前予測することを可能とした。

この技術は液晶プロジェクタの設計・開発に適用され , 冷却設計のスピードアップと試作回数の低減を実現した。今後 , ほかの電子・情報機器の設計・開発に適用する予定である。

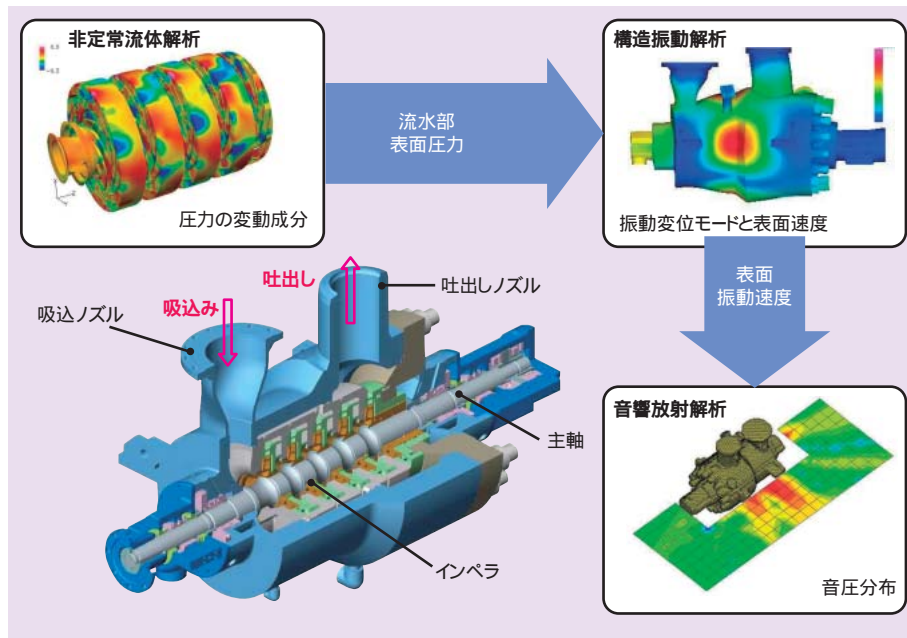


ボイラ給水ポンプの流体・構造・騒音一貫解析

火力発電所で用いられるボイラ給水ポンプは、高速・大容量の回転機械であり、産業機械の静音化の観点から低騒音化が望まれている。このポンプは多段の遠心式で、二重胴ケーシングを持つ複雑な構造であることからポンプの騒音評価には、

流体力、構造振動、音響のそれぞれについて大規模で詳細な解析が必要であり、さらに、これらを複合した一貫解析技術が求められる。今回の大規模な流体・構造解析は、株式会社日立インダストリイズと日立製作所が参画した文部科学省国家

プロジェクト「戦略的基盤ソフトウェアの開発」の成果である。この解析技術により、従来解明できなかった騒音発生メカニズムを明らかにするとともに、この一貫解析をシステムとして確立したことにより、実機設計段階でその騒音値を正確に予測可能となり、低騒音化構造設計の強力なツールを入手したことになる。



ボイラ給水ポンプの概略構造と流体・構造・騒音の一貫解析システムの概要



き裂進展解析による、はんだ接続部の高精度寿命予測ツール

電子機器の寿命の大部分を支配する、はんだ接続部の熱疲労による破断を高精度に予測するツールを開発した。はんだの接続寿命は、従来、接続部の大きさや形状ごとに加速試験を行い1か月以上かけて推定していたのに対し、このツールでは、対象の形にかかわらず、数日以内で予測できる。

これは、はんだ損傷の累積をひずみから評価する技術を開発し、この技術と有限要素法応力解析とつなげることで実現したものである。

今後、エレクトロニクス機器に使用されるさまざまなはんだ接続部にこの技術を適用し、製品の適正な信頼性基準を構築していく。

(発表時期: 2005年2月)



開発したシミュレーションツールの実行画面例



積層チップ間を常温で接続できる貫通電極技術

高機能化が進むモバイル機器の小型・薄型化に対応するために、複数のLSIチップを積層（SiP: System in Package）し、常温でチップ間を接続する貫通電極接続技術を、株式会社ルネサス テクノロジと共同で開発した。

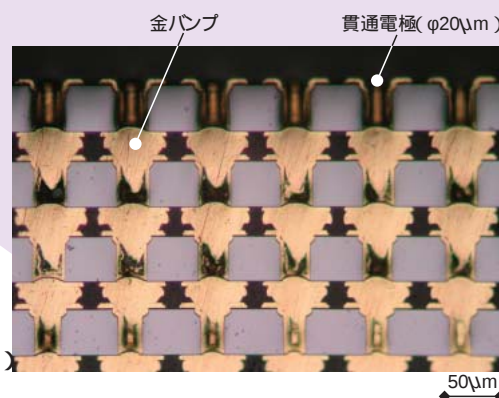
この技術は、30 ~ 50 μm に薄型化したLSIチップの電極部分に、貫通電極と金ハンブを形成して積層チップ間の接続を常温で行うものである。これまではLSIチップを2段積層した場合でもパッケージの厚さが1.25 mmになっていたのに対して、この技術によれば、10段積層した場合でも、パッケージの厚さを1 mm以下にできる。

積層チップ間の金ハンブと貫通電極との常温接続は、金ハンブの塑性特性を利用した機械的な「かしめ工法」を用いることで実現した。これにより、従来の貫通電極接続（200 以上）に比較して、環境負荷が小さく、製造コストも低減できる。

（発表時期：2005年6月）



(a)



(b)

常温で多段積層された試作品(a)と、常温かしめ接続部断面(b)

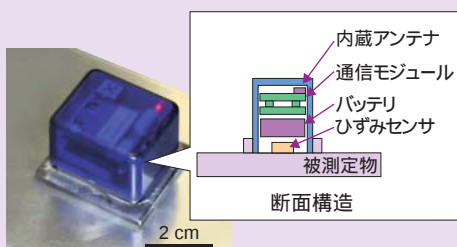


ワイヤレスひずみセンサ

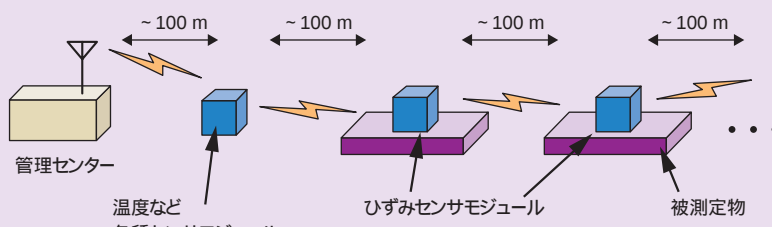
従来比7倍の高感度と $\frac{1}{250}$ の低消費電力を特徴とする新開発の半導体ひずみセンサを搭載し、3年以上の長時間動作（間欠動作時）を可能とした超小型（20×23×9 mm）のワイヤレスひずみセンサモジュールを試作した。このセンサモジュールでは、産業用機械や大型建築物などに取り付けて計測したひずみ値を、ワイヤレスでモジュール間で相互に受け渡す機能を持ち、これによって数キロメートルの距離にわたって測定値を

伝送することができる。監視対象の構造物が点在している場合でも、遠く離れた管理センターで、構造物のゆがみ、ひずみの状態を多点で常時センシングすることが可能となり、遠隔監視や故障の予測を行うシステムを容易に構築できる。この成果は、安全・安心な社会の実現に道を開く技術である。

（発表時期：2005年3月）



(a)



(b)

開発したひずみセンサの概略構造(a)とシステム構成例(b)



車載用リチウムイオン二次電池制御装置の開発

HEV(ハイブリッド電気自動車)やFCEV(燃料電池自動車)などに搭載されるリチウムイオン二次電池は、単電池が数十から数百個ほど直列に接続される。これらの単電池では、経時変化や個体差によって性能に差が生じることから、高エネルギー密度や高出力密度などの電池の優位性能を発揮するためには、電池制御装置を設けて各単電池を均一な状態に維持することが重要である。電池制御装置では、これまで、単電池の状態をモニタする電圧測定回路や均一な充電レベルを維持させるバランシング回路など複数の回路が必要で、小型化には限界があった。また、多数の単電池が直列接続されているため、ある単位数の電池ごとに回路基板を設け、基板間を電氣的に絶縁する必要があり、特に、この多数の絶縁部品の存在が小型化、低コスト化の障害となっていた。

このような背景から、日立ピークルエナジー株式会社と共同で、電池制御装置の大幅な小型化と低コスト化を実現する技術を開発した。

(1) 電池制御装置の電圧測定回路部やバランシング回路部

など、高圧・低圧、アナログ・デジタル混在回路のIC化を実現した。

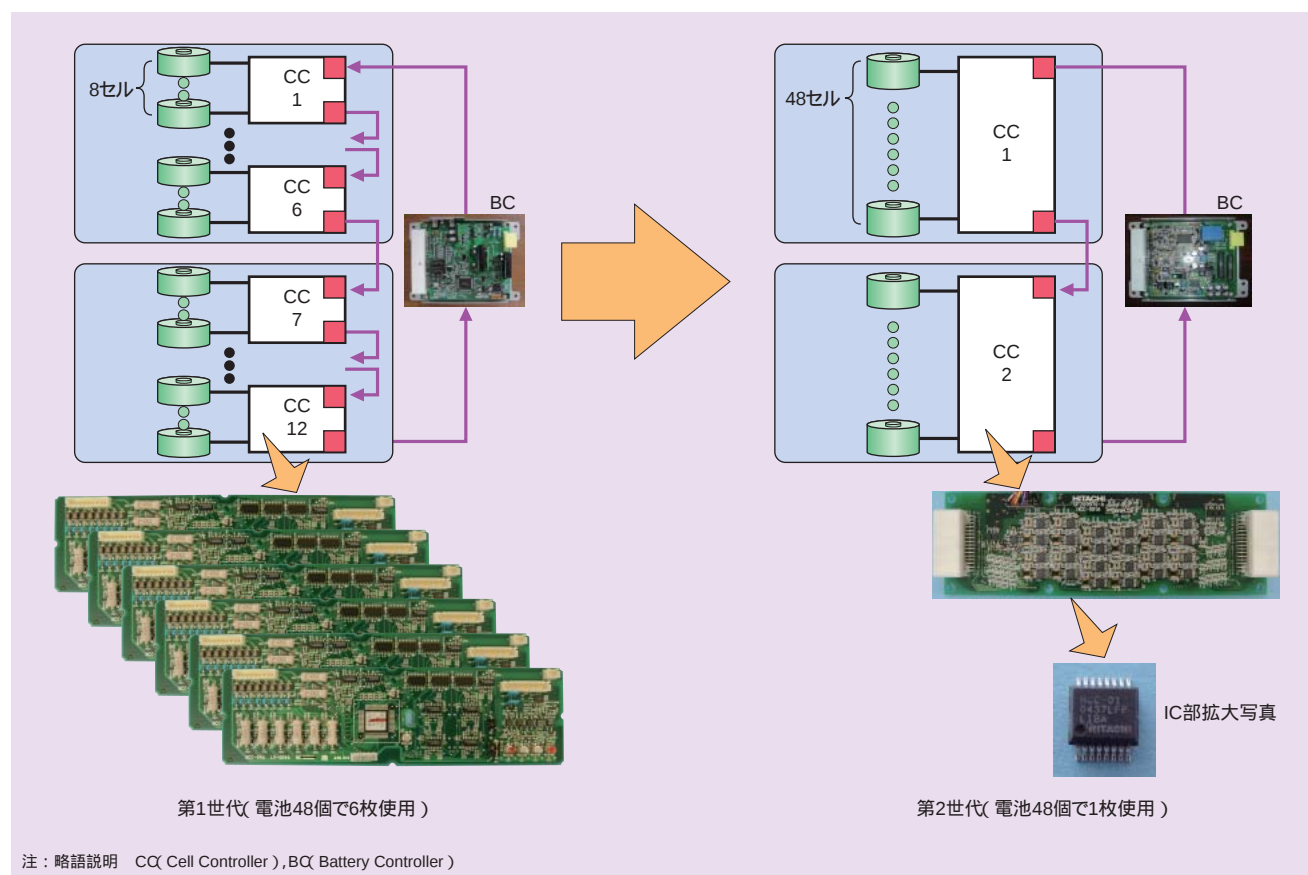
(2) IC間の絶縁が不要な高耐圧絶縁レス通信回路を開発し、絶縁部品を不要とした。

これらにより、電池制御装置の部品点数を削減し、高価な絶縁部品を不要とすることを可能とし、装置全体では、従来比 $\frac{1}{8}$ の低コスト化、 $\frac{1}{10}$ の小型化を実現した。

今回開発した電池制御装置は、単電池を48個直列に接続した第2世代電池モジュールに搭載され、HEVやFCEV向けにサンプル出荷されている。この電池モジュールは、設置スペースが小さく軽量のため、電力貯蔵装置やディーゼルエンジンとモータ、バッテリーシステムを組み合わせたハイブリッド鉄道車両など、車載以外の広範な分野への応用展開が可能である。

なお、この開発の一部には、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)との共同研究の成果を適用している。

(発表時期:2005年6月)



電池モジュールの構成比較



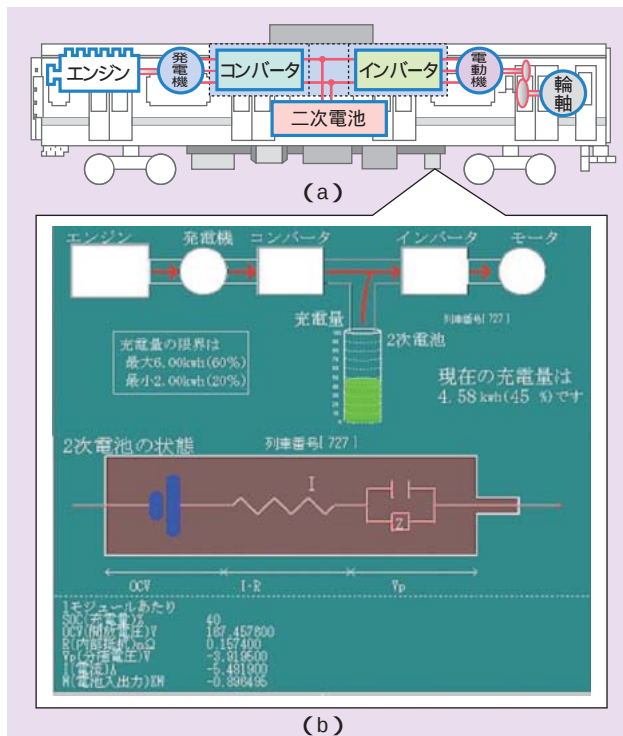
ハイブリッド鉄道車両駆動システム評価技術の開発

ディーゼルエンジンと二次電池を動力源として構成するハイブリッド鉄道車両の開発を東日本旅客鉄道株式会社と共同で進めてきた。

ハイブリッド鉄道車両の利点は、静音化、燃費低減、および環境負荷低減にある。

今回、路線別にハイブリッド鉄道車両導入による省エネルギー効果を明らかにするため、エンジン、二次電池などの構成要素をモデル化し、路線を走行した場合の燃費を評価するシミュレーション技術を開発した。試験車両の実燃費との比較では、95%以上の精度で評価できることを確認した。

今後、導入予定路線での精度よい燃費の評価や、要求に対応したシステム構成をタイムリーに提案していくため、さらに評価技術の革新を進めていく。



システム構成 (a) とハイブリッド鉄道車両評価の出力例 (b)



未知のタンパク質や代謝物を高感度・高質量精度で解析する質量分析技術

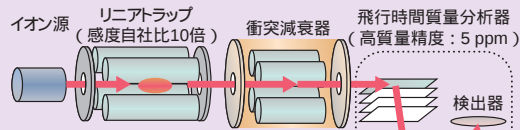
疾病に関連するタンパク質や代謝物などの生体分子を高感度・高質量精度で解析する質量分析技術と情報処理技術を開発した。

「リニアトラップTOF融合型質量分析技術」では、従来は整合が困難であった高感度なリニアトラップと、分子質量数を高精度に決定できる飛行時間型質量分析方式の二つの質量分析技術を結合光学系「衝突減衰器」によって初めて融合した。また、「リアルタイム内部データベース技術」では、データ解析を従来の約200倍高速化することにより、生体分子の情報を検出時点で特定することができるようになり、これまで検出されにくかった微量成分を優先的に分析でき、従来比約3.5倍のタンパク質の識別を可能とした。

これらの技術により、疾病関連生体分子のさらに正確な探索・解析が可能となり、疾病機序の解明や新薬創生の飛躍的な進歩が期待できる。
(発表時期: 2005年4月)

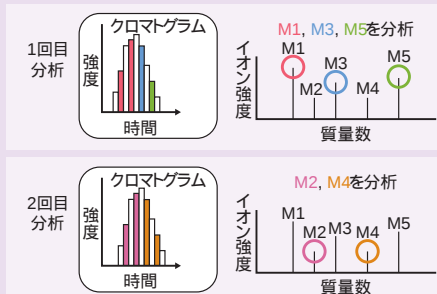
リニアトラップTOF融合型質量分析技術

リニアトラップとTOFとを衝突減衰器により結合した高感度・高精度質量分析技術



リアルタイム内部データベース登録技術*

多量成分 (M1, M3, M5) の重複分析を防止して、微量成分 (M2, M4) の分析を可能とする。



注1: * 内部データベース登録技術は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業「バイオ・IT融合機器開発プロジェクト」の成果である。

注2: 略語説明 TOF: Time of Flight, 飛行時間質量分析器

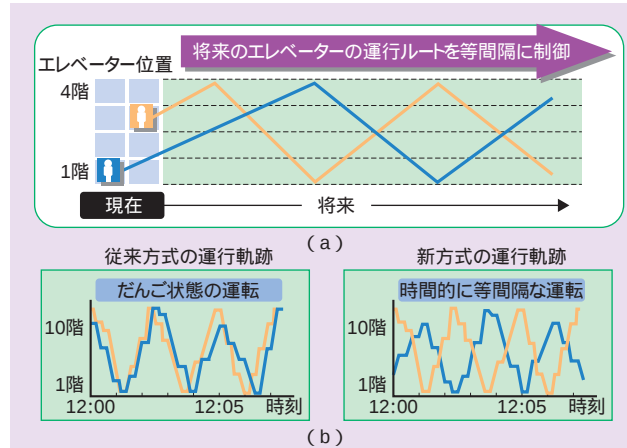
将来予測によるエレベーター群管理制御

複数台のエレベーターを効率よく運行制御する群管理制御で、エレベーターの時間軸上の軌跡を「ルート」ととらえる「将来予測目標ルート制御技術」を開発した。

新制御技術の特徴は、将来のエレベーターの運行ルートを予測して、各エレベーターを時間的に等間隔な運行ルート（目標ルート）に近づくように制御する点にある。この等間隔化により、各階の乗客に対してこれまでより短い時間でエレベーターを到着させることが可能になる。

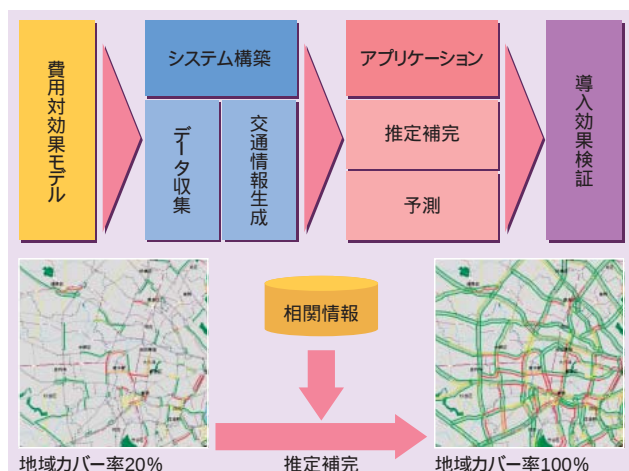
この制御技術は、群管理エレベーターの新製品「FI-600」に採用されている。

（発売時期：2005年9月）



開発したエレベーター群管理の制御イメージ（a）と運行軌跡の比較（b）

交通情報提供地域の拡大を目指したプローブカー技術



プローブカーシステムの導入プロセスと、推定補完技術による地域カバー率向上の仕組み

自動車をセンサとして、路上設備に依存しない交通情報収集を可能とするプローブカーシステムの開発と実証実験を進めている。

この技術は、プローブカー費用対効果モデルからデータ処理、検証までを含むものであり、2004年の中国北京市での実験を経て、2005年は経済産業省のプロジェクトに参画し、国内での大規模実験に取り組んでいる。

また、プローブカー不在路線では、周辺のデータから動的かつ高精度に交通状況を推定する補完技術など、いっそうの利便性向上につながるアプリケーション開発を進めている。

位置・姿勢検知技術を利用した三次元地図表示技術

屋内外の歩行者の位置や姿勢検知技術を利用し、かざした向きの三次元地図を表示する技術を開発した。

位置を検知する高機能万歩計と携帯端末の姿勢を検知する姿勢センサを用いて、自分の位置と携帯端末をかざしている方向を検知する。これらの情報を基に携帯端末をかざした方向の三次元地図を表示することにより、地図に不慣れな人でも自分の位置が把握しやすくなる。

今後は携帯電話などモバイル端末への適用や、位置・姿勢検知精度の向上を図っていく。



三次元地図の表示画面と実写の比較



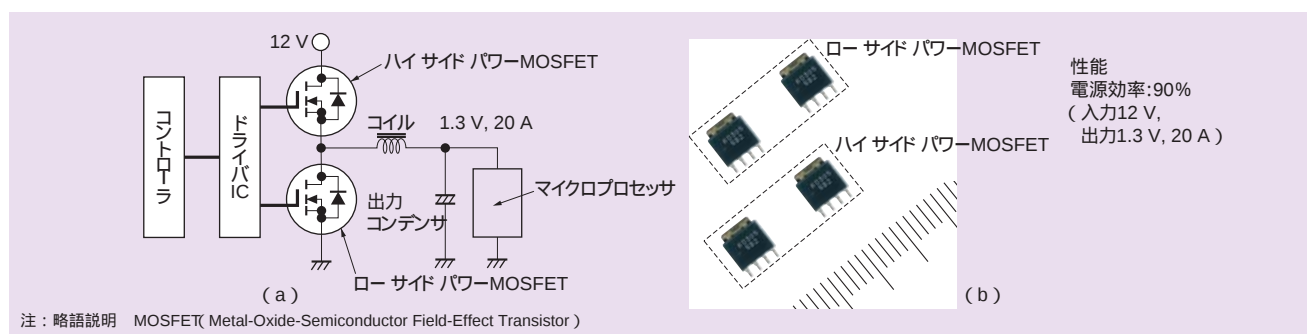
低損失パワー MOSFET チップセット

情報機器用 DC-DC コンバータ向け低損失デバイス技術を開発し、業界最高レベルの電源効率 90 % を実現するパワー MOSFET チップセットを開発した。

このチップセットでは、高速スイッチングが要求されるハイサイド パワー MOSFET のドレーンとゲート間電荷量を約 15 %

低減するとともに、ロー サイド パワー MOSFET のオン抵抗を約 20 % 低減して低損失化した。これにより、電源の低消費電力化と大出力電流化が図れる。

(サンプル出荷時期: 2005 年 6 月)



電源回路 (a) と、低損失パワー MOSFET チップセット (b)



エアコン・冷蔵庫用圧縮機モータの低騒音と高効率を両立させるマイルドトルク制御技術

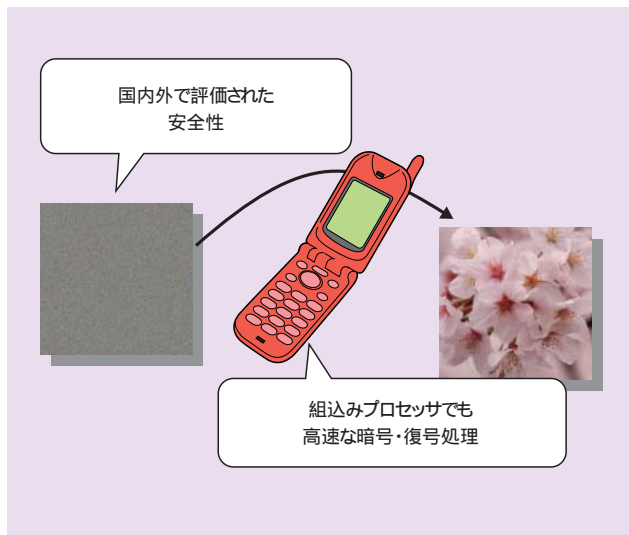


マイルドトルク制御技術を採用したエアコンと冷蔵庫

エアコンや冷蔵庫に用いられている圧縮機には周期的なトルク変動があり、この変動が騒音や効率低下の原因の一つとなっている。そのため、圧縮機駆動用モータの出力をトルク変動に一致させて低騒音化を実現するとともに、モータへの入力電力を極小値に調整できるマイルドトルク制御を開発した。これにより、エアコンや冷蔵庫の低騒音化と高効率化の両立が可能である。



ストリーム暗号の国際標準化



携帯電話でも高速な処理を実現するストリーム暗号の利用例

ISO/IEC 国際標準化機構・国際電気標準会議 が進めていた暗号アルゴリズム標準の文書が2005年7月に発行され、日立製作所が開発したストリーム暗号2方式が標準になった。ストリーム暗号は疑似乱数生成器を使って暗号化する方法であり、一般に処理速度が高速である。さらに、開発した2方式にはどちらもプラットフォームを選ばない実装面での柔軟性がある。従来のデジタール標準ではブロック暗号が主流であったのに対し、ストリーム暗号が標準化されたことで、ストリーム暗号が広く普及すると考えられる。今後はその普及に伴い、ソフトウェアやLSIの高速実装、使用する鍵の共有方法、鍵の生成方法など関連技術の研究開発に取り組むほか、ライブラリやコードの提供の体制を整え、普及を加速させる。

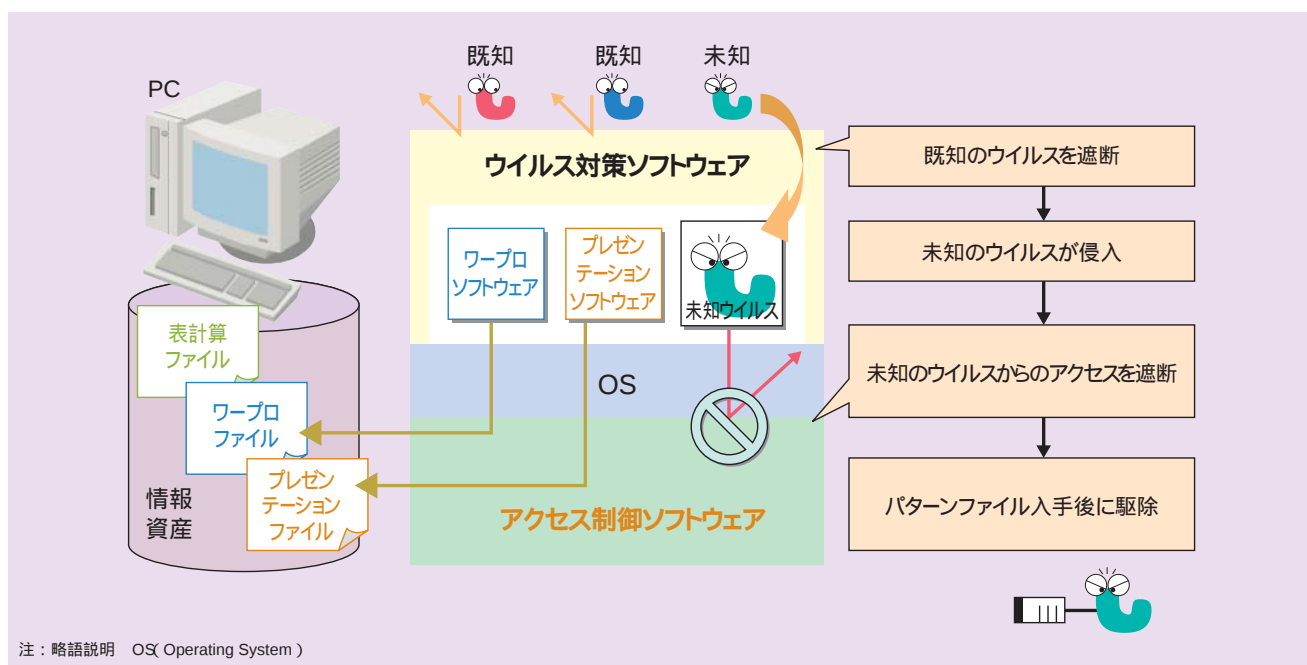


PCに格納された重要ファイルを新種ウイルスから保護する技術

日々新種が出現するコンピュータウイルスに対して、一般的なウイルス対策ソフトウェアだけではパターンファイルの更新が追いつかず、その間、重要なファイルの漏えいや、不当な書き換えのおそれがある。そのため、新種のウイルス対策にも有効なアクセス制御技術を開発した。これは、(1)利用可能なプログラムをあらかじめ限定し、それ以外の不審なプログラムには重要なファイルの読み書きを一切認めない、(2)プログラムの成り

済ましを自動的に検知して防御が可能、(3)利用が可能なプログラムをワンクリックで簡単に登録できるなどの特徴を持つ。この技術により、新種のウイルスが出現しても、パターンファイルが更新されるまで重要なファイルを保護し続けることができる。今後はセキュリティPCや情報漏えい防止ソリューションなどへの展開を図っていく。

(発表時期:2005年6月)



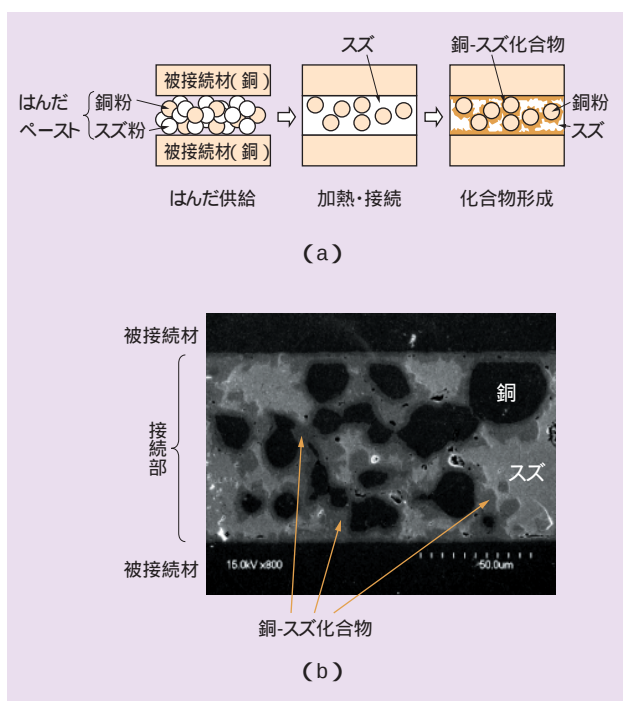
ウイルス対策ソフトウェアと組み合わせたときのファイル保護のイメージ



高温無鉛はんだ材料の開発

千住金属工業株式会社と共同で、銅粉とスズ粉(スズ系はんだ粉)の複合材料から成る高温無鉛はんだ材料を開発した。はんだは、融点により、高温、中温、低温の3種類に大別される。高温はんだは、電子部品内部の接続と、高い耐熱性が要求される接続に使用されている。開発材料は、従来の高温有鉛はんだと同等の作業性、接続信頼性、耐熱性を持っている。

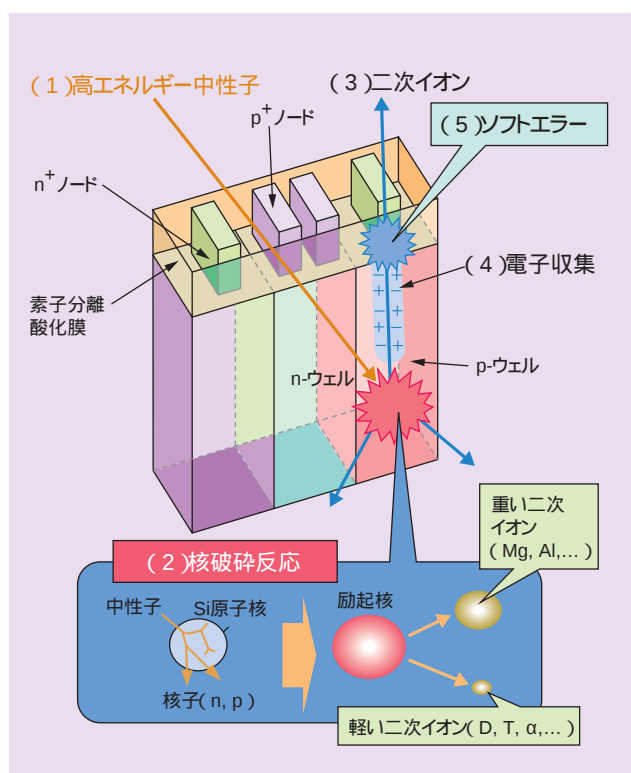
すでに実用化されている中低温の無鉛はんだ材料に対し、高温無鉛はんだ材料の開発は難しいとされ、これまで実用化されていなかった。今回の開発は、電気・電子機器の完全無鉛化に道を開くもので、地球環境保全に貢献する電気・電子機器の実用化を促進する新しいはんだ材料として期待できる。



開発材料による接統模式図(a)と、実際の接統部断面写真(b)



半導体メモリの宇宙線中性子に起因するソフトウェア耐性統合評価システム



高エネルギー中性子の半導体メモリセルへの入射に伴うソフトウェア発生のシミュレーションモデル(現象順に(1)~(5))

宇宙線と地球大気との核反応によって高いエネルギーの中性子が地上に到達し、この中性子に起因する半導体メモリのソフトウェアが年々顕在化している。その影響の評価手法・対策の中核となる宇宙線中性子ソフトウェア統合評価システムを、世界に先駆けて開発した。

開発したシステムは、(1)地球上の任意中性子環境での実測技術、(2)高エネルギー中性子ビーム加速試験技術、(3)中性子とデバイス構成材料との核破砕反応およびその結果発生する二次イオンの挙動シミュレーション技術、および(4)二次イオンの入射に伴うデバイスの応答シミュレーション技術で構成し、ソフトウェア現象を精密に再現、予測できる。

実験評価手法の主な部分は、わが国と米国での標準試験法に反映されている。さらに、ソフトウェア対策を確立するためのシミュレーション技術の高度化を進めている。



ハイビジョン映像録画対応 Blu-ray ディスクレコーダの開発

地上デジタル放送の受信地域の拡大により、ハイビジョンレコーダの需要が急速に伸びることが予想されている。



Blu-ray ディスクレコーダ(試作機)

このニーズに応えるため、ハイビジョン映像を2時間記録ができる Blu-ray ディスク対応レコーダを開発した。

〔主な特徴〕

- (1) 高ビットレートのハイビジョン画像を劣化なく Blu-ray ディスクに記録
- (2) Blu-ray, DVD, CD の3種のディスクに対応するドライブとキーデバイス技術
- (3) 動画サムネイルから録画コンテンツを選択、再生できるなど、リモコンによる使い勝手を実現

今後は、製品化に向けて、ダイジェスト視聴機能などの使い勝手のよいユーザーインターフェースやネットワーク機能、サーバ機能を開発していく。

(試作発表時期: 2005年3月)



ホームネットワークに対応した AV 機器用プラットフォームの開発

ホームネットワーク対応に伴って複雑化する AV 機器の信頼性や拡張性などに配慮しつつ効率的な開発を促進するために、環境変化や新技術に対して柔軟に対応できるプラットフォームを開発した。

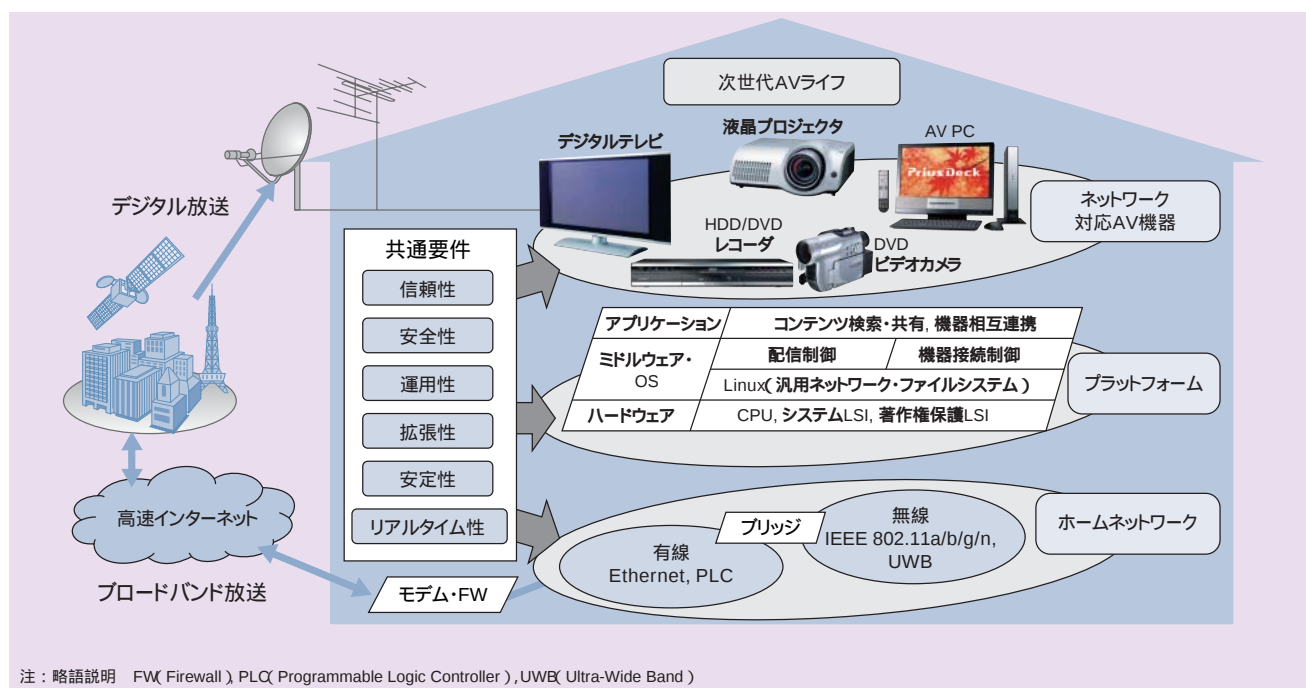
〔主な特徴〕

- (1) Linux を採用し、企業システムで培った高信頼化技術と、ネットワーク機能の安全性強化技術を適用

- (2) コンポーネント技術の導入によって共通部品化を図り、ネットワーク対応で複雑化する AV 機器の開発効率を向上

- (3) 機器間での AV コンテンツ共有技術と、不正コピー防止およびインターネットへの流出を防止する著作権保護技術を適用

(発表時期: 2005年10月)



AV 機器のネットワーク対応とプラットフォーム