

# 研究開発

Research & Development

## 垂直磁気記録方式 HDD の量産化成功とさらなる進化

ユビキタス情報社会を迎え、PCで取り扱うデータ量の増加、デジタル映像機器の普及などから、HDDに求められる記録容量は増大する一方である。日立グループは、大容量を実現する次世代の記録方式として期待されてきた垂直磁気記録方式を実用化し、この方式による2.5型HDDの量産に成功した。その実績を基に、今後もさらなる大容量化・高い信頼の実現に取り組んでいく。



日立製作所中央研究所ストレージ・テクノロジー研究センターの細江讓主管研究員(左)と株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズ技術開発本部の高野公史本部長(右)



垂直磁気記録方式採用のHDD

### 垂直磁気記録方式とは

HDD( Hard Disk Drive )に代表される磁気記録技術では、これまで用いられてきた水平( 面内 )磁気記録方式が、高密度化の物理的限界に近づいています。その限界を見越し、次世代の記録方式として1975年に東北大学の岩崎俊一名誉教授( 現在は東北工業大学学長 )によって発明されたのが、垂直磁気記録方式です。記録媒体上の微細磁性粒子を、磁気ヘッドで垂直方向に磁化することによって情報を記録する方法で、隣り合った磁性粒子が反発せず安定した状態となるため、いっそうの高密度化を可能にします。日立グループは、その実用化をめざして産学連携の下で開発に取り組んできた結果、2006年7月より、垂直磁気記録方式2.5型HDDの量産を開始しました。

### 量産化成功の鍵となったのは

最も大きな要素は、日立グループの豊富な研究開発リソースです。量産化のためには、記録媒体や磁気ヘッドの材料・構造など、あらゆる面で従来とは異なる技術が必要であり、製造技術においても従来以上の精度や信頼性が求められます。それらの開発において、各研究所との協力体制が築けたことが、スピーディな量産立ち上げにつながりました。

技術の具体的なポイントは、外部磁界耐性と耐食性です。垂直磁気記録方式では、記録層の下に磁気ヘッドからの磁界

を強く引き込む軟磁性下地層を敷いた二層構造の記録媒体により、垂直方向の磁化を容易にし、記録性能を高めています。軟磁性下地層には、外部磁界の影響も受けやすくなるという問題もありましたが、磁気ヘッドの構造などを最適化することで、外部磁界への耐性を高めました。また、磁性が強い材料はさびやすい傾向があるため、添加元素などの工夫によって耐食性を向上させています。

私たちは、量産化に先立ち、多数のプロドライブをノートPC( Personal Computer )などに実装し、2004年12月からフィールド試験を行ってきました。量産化にあたっては、その結果を反映して従来と同等以上の信頼性を確保しており、主要カスタマーの厳しい品質テストもクリアして、すでに数多くの製品に採用されています。

### さらなる進化に向けた取り組みは

研究レベルでは、2006年9月に平方インチ当たり345 Gビット( 3.5型HDDで2 Tバイトの記憶容量に相当 )の記録密度を達成し、2007年には1 Tバイトの3.5型HDDを製品化する計画です。今後いっそうの高密度化を図るには、限られた磁界の強さでも安定して情報を記録する技術が要求されることから、熱を利用して磁気ヘッドと記録媒体の距離を近づけることで、記録しやすくする仕組みを開発しています。また、すでにナノメートル単位の制御が必要な世界であり、記録媒体の製造技術の進化も必要です。さらに、未来を見据えた取り組みとして、媒体の微細なパターンニングや光スポットによる極微小領域の加熱によって情報ビットをさらに微細化する革新的な記録方式の研究も進めています。グループの幅広い研究体制を生かしたHDDの大容量化・高い信頼性の実現を通じ、これからもユビキタス情報社会の発展に貢献していきます。

この成果は、1995年度から2001年度に経済産業省および独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構( NEDO )が実施した超先端電子技術開発促進事業である「技術研究組合超先端電子技術開発機構( 略称ASET )」にて行われた研究開発成果などを基にして、株式会社日立グローバルストレージテクノロジーズがさらに研究開発を進めた結果得られたものです。

## 公開鍵暗号「HIME(R)」, ストリーム暗号「MUGI」と運用モード「MULTI-S01」の国際標準規格採択

情報化の進展は、社会に利便性や快適性をもたらした一方で、セキュリティの確保という新たな課題も生み出した。日立製作所は、社会の安心・安全の基礎となる暗号技術に力を注いでおり、多くの経験と実績を有している。2005年7月のストリーム暗号「MUGI」と暗号運用モード「MULTI-S01」に続き、2006年5月には公開鍵暗号「HIME(R)」（ハイムアール）と3方式がISO国際標準規格に採択された。これは、一つの企業からの採用数としては世界最多となる。



システム開発研究所第七部西岡玄次研究員(左), 古屋聡一研究員(中央), 渡辺大研究員(右)

### 公開鍵暗号「HIME(R)」の特長は

暗号技術では、「鍵」という情報を使って暗号化・復号化を行います。暗号化に必要な鍵と復号化に必要な鍵が異なる技術を公開鍵暗号技術と言います。鍵が異なっているため、復号化の鍵だけを秘密にして、暗号化の鍵は公開することで誰もが暗号文を作成できるという利点があります。

その公開鍵暗号である「HIME(R)」は、標準化を念頭に開発しました。そのため、オリジナリティを追求するよりも、オンライズされた技術を使ったうえで、高い安全性と効率性を実現することをコンセプトとしています。

安全性については、素因数分解問題の計算量的困難性との等価性によって証明できるのが特長です。暗号文から元データのいかなる情報を引き出すことも非常に困難です。また、複数の第三者評価の結果を踏まえたうえで、ISO国際標準規格に採択されたこと自体が、高い安全性を客観的に証明していると言えるでしょう。さらに、処理速度を高速化し、従来のデファクトであるRSA\*暗号に比べて、暗号化で10倍、復号化で2~3倍の高速処理性能を実現しました。それによって省電力性も高まり、小型の情報端末やRFID(Radio-Frequency Identification)タグなどにも実装可能です。将来、鍵長が長くなっても処理速度が落ちにくいような対策を施しており、その長期的な視点での設計も、採択において評価されました。

### ストリーム暗号「MUGI」と暗号運用モード「MULTI-S01」の特長は

暗号化と復号化で鍵の異なる公開鍵暗号技術に対して、共通の鍵を用いるのが共通鍵暗号技術です。公開鍵暗号と比べると使い勝手の面では劣りますが、処理速度は速く、大容量データの扱いに向いています。ストリーム暗号はその共通鍵暗号の一つで、ランダムなデータストリームを発生する擬似乱数生成器を使って暗号化を行います。

「MUGI」の開発を始めた当時、ストリーム暗号は安全面を不安視されていたため、その点には特に配慮しました。安全性に関して実績のあるAES(Advanced

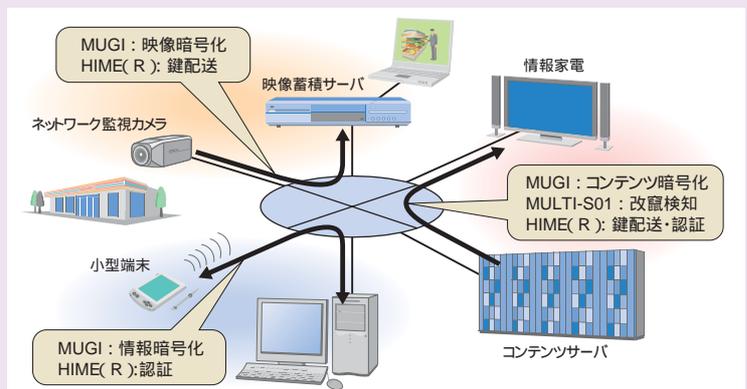
Encryption Standard)の技術を用いながら、独自の発想による効率的なデータ攪拌(かくはん)を行うことで、安全性を確保しつつ、AESよりもハードウェアで約5倍、ソフトウェアで約2倍の高速処理を実現しています。その設計や安全性評価においては、ベルギーのルーベン大学との共同研究の成果も生かしています。

また、従来のストリーム暗号は、元データが通信途中で改竄(ざん)されても検知できないのが問題でした。そこで、MUGIの暗号運用モードとして開発した「MULTI-S01」によって、データ秘匿とともにデータの改竄検知も可能にし、2方式ともISO国際標準に採択されました。

### 暗号技術の今後の展望は

一口に暗号技術と言っても、アカデミックな領域を多く含む公開鍵暗号と、実用本位の共通鍵暗号をひとくくりにはできませんが、日立の暗号技術全体として多様なシーズを持つことは重要だと考えています。公開鍵暗号については、長期的な視点で企業を支えていく基礎研究としてしっかり取り組み、今後の暗号技術の潮流も見極めながら、新たな技術開発にチャレンジし続けます。共通鍵暗号については、アルゴリズムの段階だけでなく、製品化されてもきちんと安全性を確保できるように、実装の分野にも取り組んでいくのが長期的な努力目標です。また、暗号技術の活用できる範囲をもっと拡大し、いっそうセキュアな社会の実現に貢献していきたいと考えています。

\*は 他社登録商標など(145ページを参照)



日立ISO暗号応用の概要

## 循環式マルチカーエレベーターと 大容量エレベーター用並列インバータ

超高層ビルでは、短時間で、より多くの乗客を輸送できるエレベーターシステムが望まれている。このシステムとして、途中階まで一気に運行し一度に大量の人員を輸送できる大容量・超高速エレベーターと、同一の昇降路内で多数の乗りかごを運行するマルチカーエレベーターとを組み合わせることで、エレベーターの占有面積が小さくなると期待できる。

これに向け、日立製作所は、 $\frac{1}{10}$ スケールの循環式マルチカーエレベーターを試作し、機構系動作を確認した。また、世界最大級の輸送力を持つエレベーターを駆動する並列インバータを開発した。



機械研究所第三部の萩原高行研究員(左)、日立研究所インバータ/ベースーションセンターエレベータユニットの森和久研究員(中央)、綾野秀樹研究員(右)

### 革新的な輸送力向上への切り札

100階建て前後の超高層ビルにおいては、途中の60～80階などに設けた乗り継ぎ階(スカイロビー)でシャトルエレベーターで行き、そこから先の各階へはローカルエレベーターで行く、いわゆるスカイロビー方式が採られています。マルチカーエレベーターは、大幅な昇降路スペースの増大を招くことなく、同時に複数階で利用できることから、ローカル輸送の効率アップの切り札として期待されています。けれどもこれまで、アイデアとしてはあっても、実現するメカニズムが確立されておらず、経済的メリットに見合った低コストの駆動技術の開発が待たれていました。そこで、比較的 low コストで実現可能なロープで駆動する方法を考案し、案内レールを工夫して乗りかごを循環させる循環式マルチカーエレベーターの試作機を開発しました。2台の乗りかごを取り付けた循環ロープを、何組も同一の昇降路内で循環させることで、多数の乗りかごを独立運行できます。2台の乗りかごが、釣り合うように設置することで、乗りかごの重さを相殺し、余分な駆動力を必要としないよう工夫しました。10～20階床程度のローカル運転で従来型エレベーターと比較した場合、単位面積当たり2～2.5倍の輸送力が見込めます。

### 大容量・超高速化ニーズに対しては

近年、国内・海外で次々に建設される大規模ビルでは、観光を目的とした展望スペースを設置するケースが多く、地上ロビーと高層展望フロアを結ぶ効率のよいシャトル輸送が必要不可欠となっています。乗りかごを上下2段に配置し、2倍の人員を輸送することで、一度に大量の人員を輸送できるダブルデッキエレベーターは、ビル内の空間を有効活用できるうえに、大量輸送に適していることから、その超高速化と相まってますます増える傾向にあります。そのニーズに応え、積載質量4.5t、毎分480m、昇降行程400m級の大容量・超高速エレベーターを駆動する並列インバータを開発しました(64ページ参照)。イン

バータの出力は、電流と電圧の積で決まりますが、エレベーター用インバータは一般のビル内で用いるため、変電所のような高い電圧を使用することができません。電圧が限られる中、インバータの大容量化を実現するために、電流量を増加させたインバータのセット並列制御技術の向上を図りました。

### 今後の展開

ビルの大規模化、高層化が進んでいく中で、シャトル輸送のさらなる大容量化・超高速化ニーズに向けて、インバータ単体容量の増大技術の開発に取り組んでいきます。また、ローカル輸送の革新的な向上をめざし、ミニモデルで機構系の検証を終えた循環型マルチカーエレベーターについては、今後、安全システムの構築など実用化のための開発を進めていきます。



循環式マルチカーエレベーター(試作機)の外観

# 研究開発

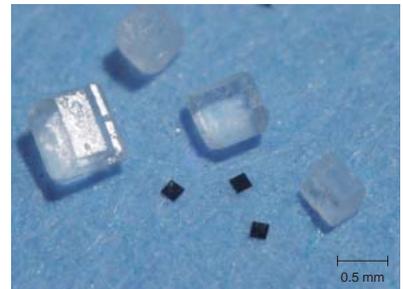
多くの製品でコモディティ化が進む中、研究開発による優位技術の創造は、製品価値向上と低コスト化、それによる価格支配力や収益率の向上のために最重要課題の一つとなっている。日立グループは、6つのコーポレート研究所を中心にして、イノベーションのための先端技術の研究と、グループ全体の技術プラットフォームとなる基盤技術の研究開発に、材料からサービスまでの幅広い領域で取り組んでいる。

## 世界最小・最薄の0.15 mm角非接触ICチップ

紙との適合性に優れる0.15 mm角、厚さ7.5 μmの世界最小、最薄の非接触IC(Integrated Circuit)チップを開発した。

開発したチップは、2005年日本国際博覧会「愛・地球博」の入場券に採用された0.4 mm角の「ムーチップ」と同等の機能を保ちつつ、小型化、薄型化に成功している。このチップはSOK(Silicon on Insulator)技術を採用し、ウェーハ1枚当たりから取れるチップ数を増加させ、現在販売しているムーチップと比較すると10倍程度の生産性向上が見込まれる。また、IC

チップの表と裏に電極を持つ構造のため、アンテナとの接続を効率よく行うことができる。この技術は、非接触ICチップの新たな適用分野を開く技術として期待される。

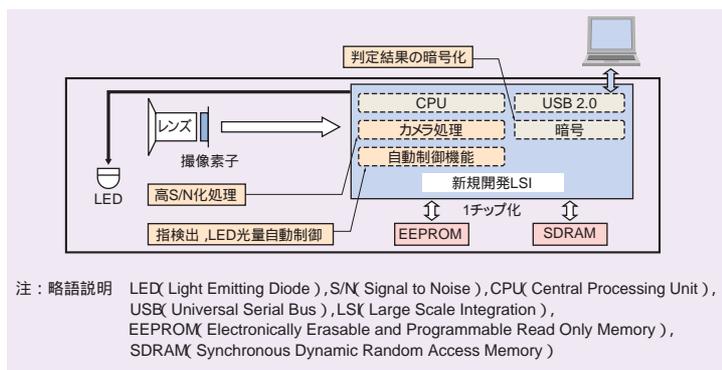


食塩の結晶と比較した0.15 mm角非接触ICチップ

## 指静脈認証モジュール用統合1チップLSIの開発

高セキュリティな指静脈認証の、個人情報保護に対するニーズが高いノートPC(Personal Computer)、携帯電話など

への展開を図るため、携帯端末用に単体認証を可能にした統合1チップLSIを開発した。



指静脈認証モジュールと新規開発LSIの構成

〔主な特徴と製品への応用〕

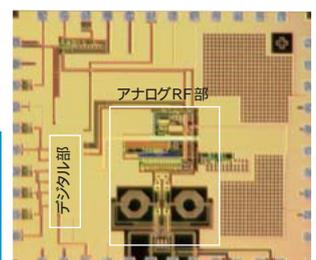
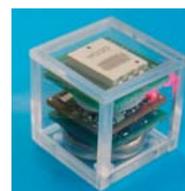
- (1) 静脈を高S/Nで検出する画像処理、画像データの不正利用防止の暗号化処理、外部機器への通信、これら処理を制御するCPUを1チップ化し、小型、低コストを実現
- (2) 携帯端末利用を考慮し、このLSIのみで数人程度の認証が可能であり、外部CPUを使えば、大規模認証用途への適用も可能

すでにUSB接続小型モジュールに採用している。今後、さまざまな用途へ展開する予定である。

## 世界最小1 cc-UWB無線センサネット端末

UWB(Ultra Wide Band:超広帯域)無線を用いた世界最小1ccセンサネット端末を開発した。UWBは低電力、ロバスト、測位機能の三つの特徴を持つ。この開発では3 nW/bps超低電力通信によりボタン電池で9年間の運用を可能とし、23 cmの高精度位置検出を実現した。この特徴により、環境に埋め込んでも、人が身体に付けても存在を意識せず、一方で所在確認は簡単にできるため、物流や健康分野での活用が期待で

きる。なお、この技術はYRPユビキタス・ネットワークング研究所との共同研究成果である。



注：略語説明 RF(Radio Frequency)

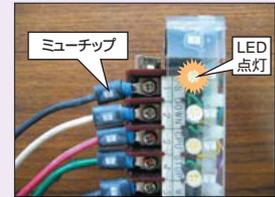
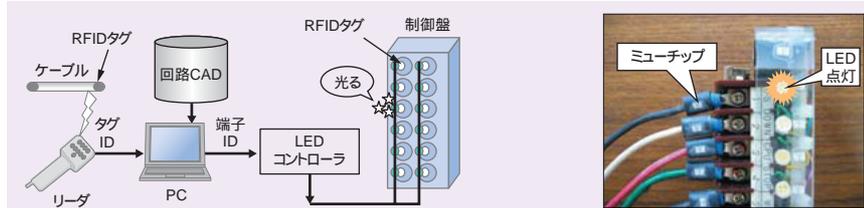
1 cc-UWBセンサネット端末とUWBチップ



## RFIDのプラント建設への応用

主に発電プラントを対象に、信頼性・安全性のさらなる向上のためIC( Integrated Circuit )タグを用いる検討を行っている。例えば、建設の場合、設計図面上のケーブルと現物のケーブルを人間が視覚や勘を頼りに同一の物と認識するため、ミスがなくなる。そこで、ケーブルに日立の超小型RFIDチップ「ミューチップ」を装着し、図面CADと現物が同一であることを自動認識するシステムを開発している。

今後は、保守業務への展開などプラントのライフサイクル全体への適用を進めたい。



注：略語説明 RFID( Radio-Frequency Identification ) , ID( Identification ) , CAD( Computer Aided Design ) , PC( Personal Computer ) , LED( Light Emission Diode )

電気ケーブル結線作業へのRFID応用例



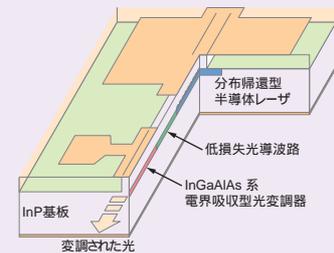
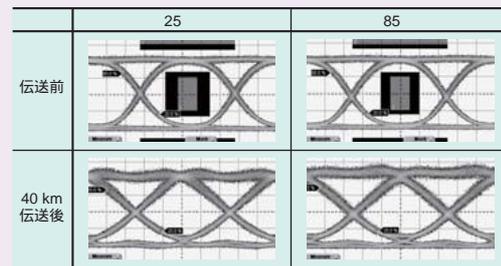
## 温度調整なしに40 km伝送可能な10 Gビット/s低消費電力光源

高速インターネットの普及により、大都市圏光通信網では10 Gビット/s光トランシーバモジュールの導入が進んでいる。

0 から85 の広い温度範囲で40 km伝送を実現した。今後は変調速度、伝送距離のさらなる向上を図っていく。

今回、日本オプネクスト株式会社と共同で、温度調整機構が不要な10 Gビット/s光変調器集積型半導体レーザの開発に成功した。この技術により、光モジュールのサイズ、消費電力を従来の $\frac{1}{3}$ に低減できる。

InGaAlAs光変調器の適用と、光損失のないレーザ/光変調器の光導波路接合技術により、



注：略語説明 InP( インジウム・リン ) , InGaAlAs( インジウム・ガリウム・アルミニウム・ヒ素 )

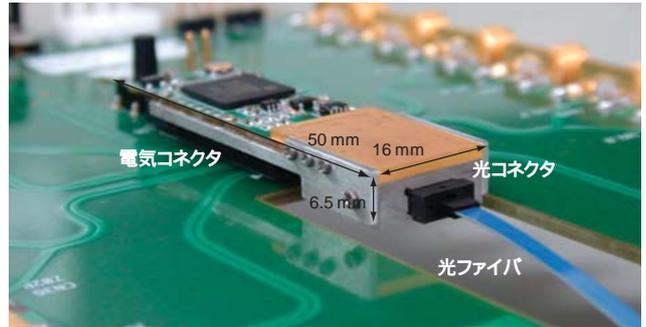
25 , 85 における10 Gビット/s - 40 km伝送前後の光波形 aと、開発した変調器集積型半導体レーザ素子の構造 b)

## ルータなどの装置間を光接続する 大容量・小型 40 Gビット/s 光トランシーバ技術

ビル内のルータや伝送装置の間を接続する光トランシーバの小型化技術を開発した。従来比約 $\frac{1}{2}$ の容積(5.2 cc)で40 Gビット/sの信号を100 m伝送することに成功した。

高速10 Gビット/sの光素子を低クロストークで高密度に実装し、光学系を集積化することで小型化を実現した。これにより、装置内へ光トランシーバを高密度に搭載できるため、通信装置の大容量化が期待できる。

この研究は、独立行政法人情報通信研究機構(NICT)の委託研究の一環として実施されたものである。



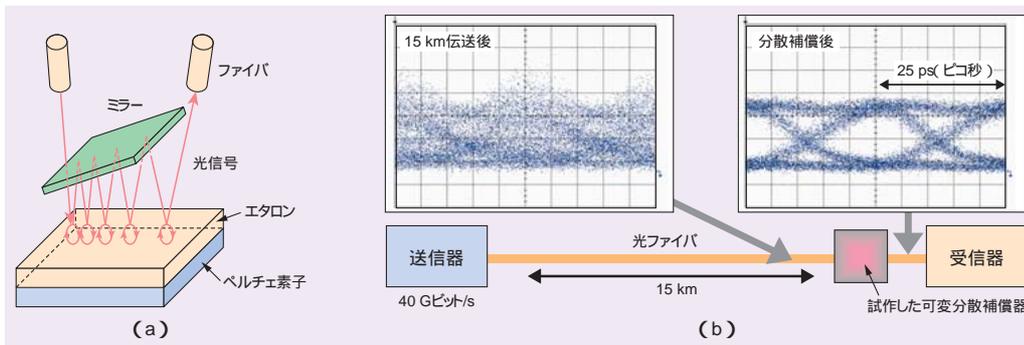
小型40 Gビット/s光トランシーバ

## 40 Gビット/sの都市間・都市内光通信に向けた伝送距離拡大技術

次世代の基幹系(都市間)およびメロ系(都市内)光通信ネットワークに向け、通信速度40 Gビット/sで伝送する場合に生じる光信号のひずみを低コストで修復できる可変分散補償技術を開発した。

開発した補償技術は、エタロンと呼ばれる光共振器とミラーを組み合わせた簡便な構成で、波長の異なる複数の信号を伝送する大容量波長多重伝送においても、すべての信号を一つの分散補償器で修復することが可能である。

今後は、実用化に向け、いっそうの分散補償量拡大と低損失化および小型化を進めていく。

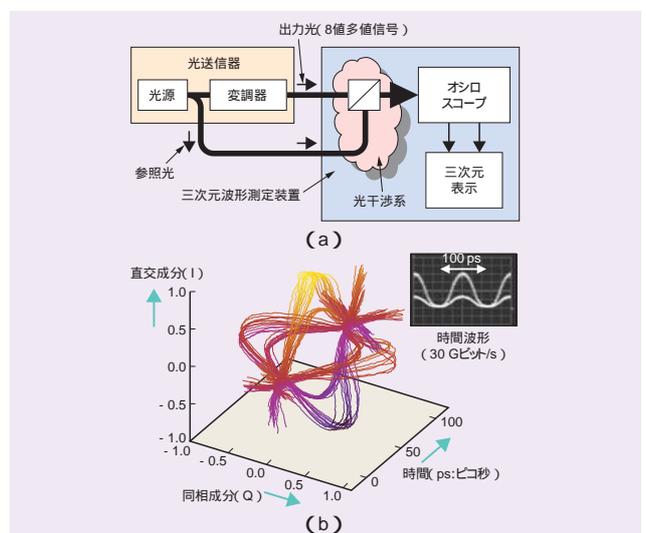


可変分散補償器の構成(a)と波形の補正効果(b)

## 世界初の強度と位相を変調した 光多値信号の高精度三次元観測技術

インターネットの拡大に伴い、その情報伝送を担う次世代光ファイバネットワークでは、光の強度だけでなく、光の位相(角度)をも用いたさらなる大量の情報通信が必要となる。その実現に向け、従来は見ることのできなかつた光の位相成分を、光の干渉を利用して高精度に測定し、立体的にわかりやすく表示する、新しい観測法を開発した。

この技術により、光の位相変調の実用化が容易となる。今後はこの技術を用いて、さらに高速で効率の高い次世代光伝送方式をめざす。



光信号の三次元波形測定装置の概要(a)と観測した8値強度・位相変調波形の例(b)

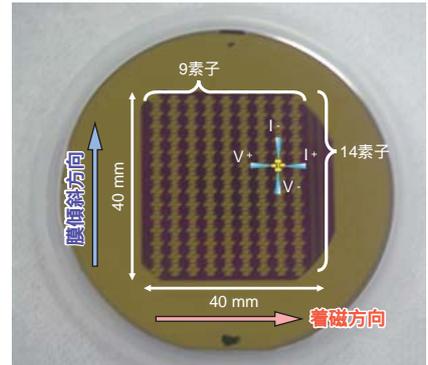


## 高出力TMR素子を用いて室温環境下で世界最高の低電流電氣的磁化反転に成功

東北大学電気通信研究所と共同で、TMR( Tunnel Magneto-Resistance:トンネル磁気抵抗)素子を用いて、室温において世界で最も低い $10^5$  A/cm<sup>2</sup>台の電流密度で電流を素子に流すことにより、磁石の磁化反転を起こす電氣的磁化反転を実現した。この成果は、次世代の大容量MRAM( Magneto-Resistive Random Access Memory)の実現に不可欠な磁気情報の書き込み電力の低減を実現し、かつ高出力読み出しも同時に可能とするものである。また、高集積・高速・超低消費電力の次世代超ギガビット級MRAM開発に新たな道を開くものである。

この成果は、文部科学省の研究開発委託事業「ITプログラム」の課題の一つである「高機能・超低消費電力メモリの開発」

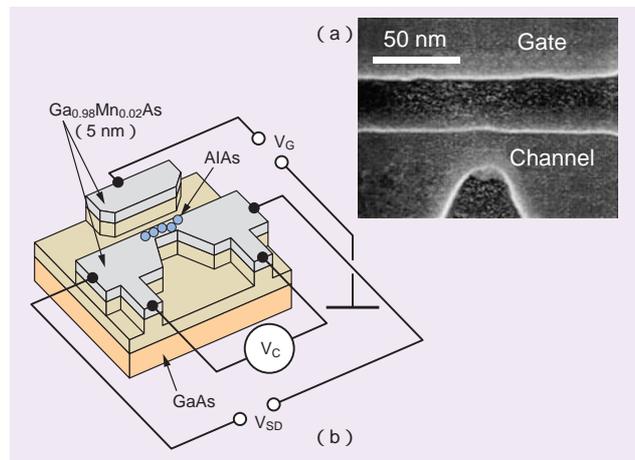
プロジェクト( プロジェクトリーダー:大野英男東北大学電気通信研究所教授)において実施されたものである。



シリコンウェーハ上に作成したTMR素子



## ガリウム・マンガン・ヒ素の単一電子トランジスタにより電気抵抗が100倍超変化する磁気抵抗効果を確認



試作したガリウム・マンガン・ヒ素の単一電子トランジスタ (a) と構成概要 (b)

日立ヨーロッパ社日立ケンブリッジ研究所は、ケンブリッジ大学(英国)、Institute of Physics ASCR( チェコ)、ノッティンガム大学(英国)、National Physical Laboratory(英国)と共同で、ガリウム・マンガン・ヒ素の単一電子トランジスタを作成し、4.2 K( - 269 )の温度条件で、磁気によって電気抵抗が100倍を超えて変化する磁気抵抗効果「クーロンブロックド異方性磁気抵抗効果」( CBAMR: Coulomb Blockade Anisotropic Magneto-Resistance)を確認した。今回得られた大きな磁気抵抗効果は、磁気検出感度の飛躍的な向上を可能とし、将来、1平方インチ当たりの容量がTビットを超えるハードディスクドライブで用いられる高感度磁気ヘッド技術への道を開くものである。



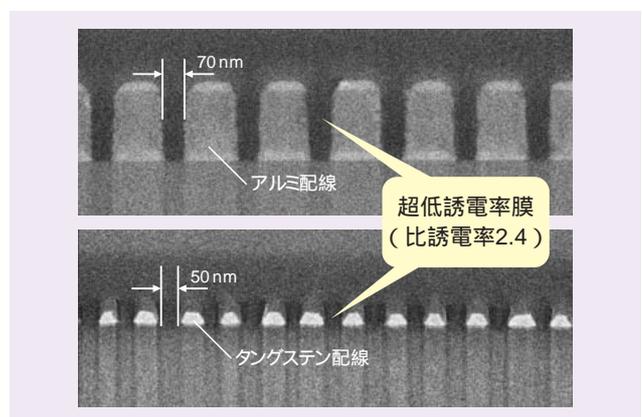
## 次世代メモリデバイス向け超低誘電率膜材料と配線技術

50 nm 世代以降の高集積メモリの高速化・低消費電力化に不可欠な、塗布型の超低誘電率膜材料(比誘電率2.4)と、これを用いた配線技術を日立化成工業株式会社と共同で開発した。

開発した材料は高い塗布平坦(たん)性を持ち、実用化の課題であった膜強度や耐熱性も大幅に改善された。さらに同材料の高い耐薬品性を利用した配線形成方法を提案し、工程の簡略化と高信頼化を同時に実現した。

この技術は日立化成工業株式会社の低誘電率膜材料「HSGシリーズ」に採用されている。

(発表時期:2006年6月)

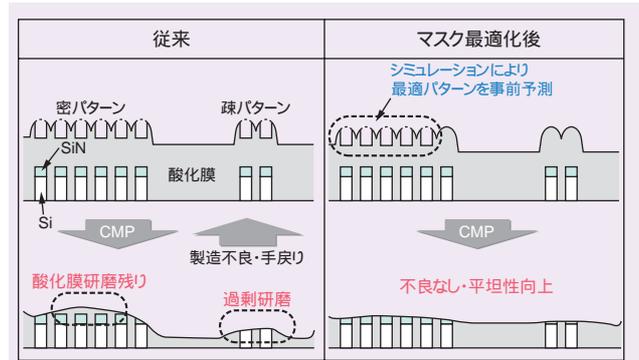


50 nm 世代メモリデバイス向け微細アルミ配線(上)と微細タングステン配線(下)

## 半導体デバイス研磨シミュレーションを利用した「Design for Manufacturing」技術へのアプローチ

半導体製造プロセスでは、歩留り向上のためデバイス研磨後の表面平坦(たん)性向上が必須である。表面平坦性は製品種によって大きく変化する。そこで、さまざまな製品における平坦性向上のため、製品ごとに設計を改善する手法「Design for Manufacturing」が求められている。そこで、研磨シミュレーション技術を用いてエッチバックマスクと呼ばれるマスクの設計を自動最適化する手法を開発した。この手法により、平坦性を従来比30%向上できた。さらに研磨シミュレーションの高速化(従来比20倍)により、130~180nm製品への実適用に至っている。

(株式会社ルネサス テクノロジ)



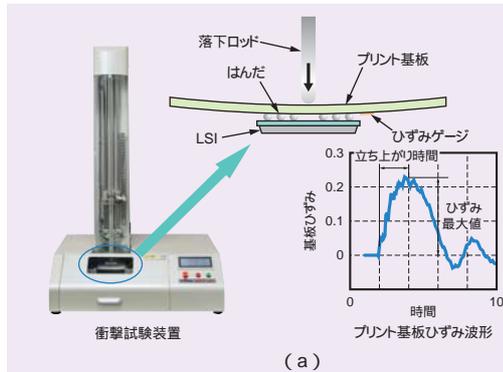
注：略語説明 SiN(窒化シリコン), Si(シリコン), CMP(Chemical Mechanical Polishing)

シミュレーションによるエッチバックマスク最適化(デバイス断面)

## LSIはんだ接続部の落下衝撃信頼性評価技術の標準規格化

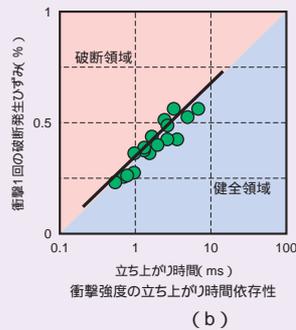
携帯電話を落とした場合などを想定して、携帯機器内部のLSIはんだ接続部の落下衝撃荷重に対する信頼性評価技術

を株式会社ルネサス テクノロジと共同で開発し、社団法人電子情報技術産業協会(JEITA)により国内規格として採択された。



注：略語説明 LS(Large Scale Integration)

衝撃試験方法(a)と、基板ひずみによるLSIはんだ接続部の衝撃信頼性評価(b)



この技術では、プリント基板に発生するひずみの大きさと立ち上がり時間から、はんだ接続部の信頼性を評価する。また、同一衝撃荷重を繰り返し発生させる衝撃試験装置も開発した。

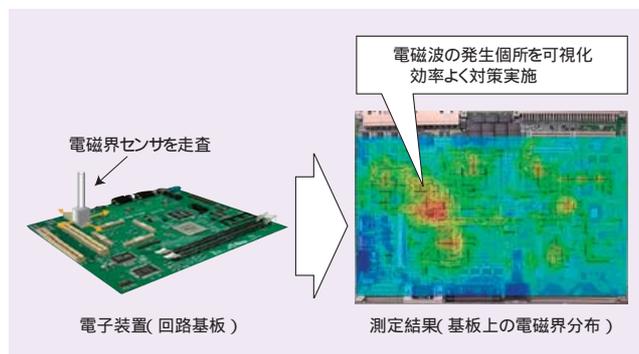
現在 国際標準化をめざし、JEITAから国際電気標準会議(IEC)に提案中である。

## 電子機器の不要電磁放射抑制技術

電子機器が、稼動中に放射する電磁波を抑制するため、次の二つの不要電磁放射抑制(EMC: Electromagnetic Compatibility)技術を開発した。

- (1) 製品の試作段階において、電磁波が発生している個所を可視化する測定技術を開発した。これにより、対策すべき部位を効率よく特定・対策できる。
- (2) 電磁波が発生しにくい構造にするための設計指針をデータベース化した。設計段階での確実な品質作り込みにより低コスト化が実現できる。

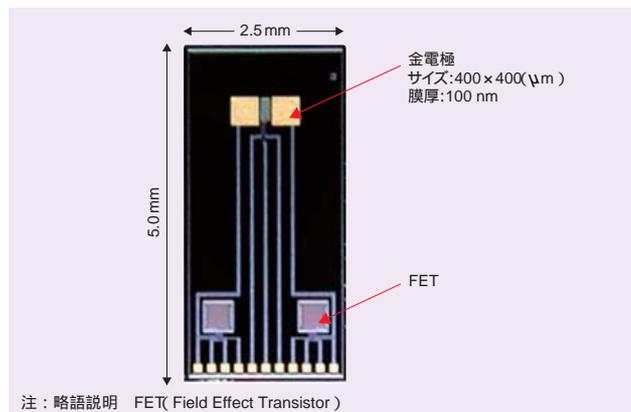
この技術により、不要な電磁波の発生がなく、環境に配慮した製品の提供に貢献している。



電磁波発生源可視化技術

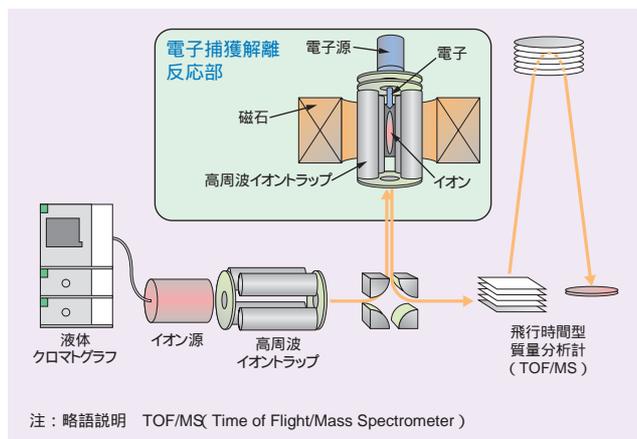
## タンパク質測定用半導体バイオセンサチップ

試料に含まれる微量なタンパク質を測定することが可能なバイオセンサチップを開発した。この技術では、半導体センサチップを用いて電氣的に測定を行うことにより、従来の光を用いた計測法より1けた低い濃度( ~ 1 pg/mL )まで検出できることを確認した。また、従来必要であった光学装置を使用しないため、携帯が可能な小型装置に適している。今後、医療や食品検査などの現場でタンパク質測定や細菌検査が可能な装置の実現を目指す。この技術は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業の成果である。



注：略語説明 FET( Field Effect Transistor )  
試作した半導体バイオセンサチップ

## タンパク質解析向け質量分析技術「電子捕獲解離」



注：略語説明 TOF/MS( Time of Flight/Mass Spectrometer )  
電子捕獲解離反応部を備えた質量分析装置

タンパク質のアミノ酸配列構造や、他の分子と結合して機能を獲得した修飾タンパク質の解析を可能とする電子捕獲解離反応を 高周波イオントラップ内部にて実現する技術を開発した。この技術により、電子捕獲解離を高速かつ高質量分解能を持つ飛行時間型質量分析計と組み合わせることが可能となり、高スループットに疾病関連タンパク質を解析可能とした。疾病メカニズムの解明、新薬開発などの効率化に道を開くものと考えている。

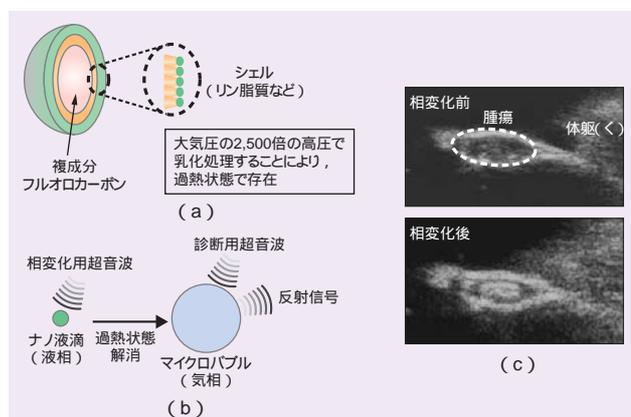
なお、この開発の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)助成事業「バイオ・IT融合機器開発プロジェクト」の一環として行われたものである。

## 相変化型ナノ液滴を用いる超音波造影技術

腫瘍(しゅよう)組織を選択的に描出可能な、相変化型ナノ液滴から成る超音波診断装置用の造影剤および造影技術の実証実験を行った。

従来の安定化マイクロ気泡では血管のみが造影可能であった。今回、過熱(Super Heating)現象を応用し、体内投与時はナノ液滴で腫瘍組織に移行可能で、かつ、超音波パルス刺激により、マイクロ気泡へ変化する相変化造影剤および造影用超音波照射シーケンスを開発し、動物実験により効果検証した。

この開発は、文部科学省産学官連携イノベーション創出事業費補助金( 独創的革新技術開発研究提案公募制度 )による助成を受けて行われた。

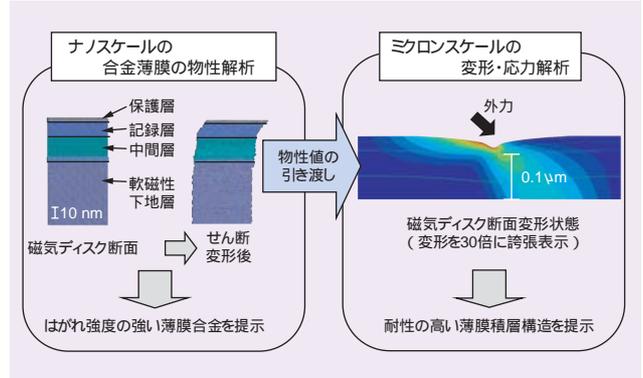


相変化造影剤の構造(a)、相変化および可視化(b)、マウス腫瘍における相変化(c)

## 合金薄膜構造のマルチスケールシミュレーション

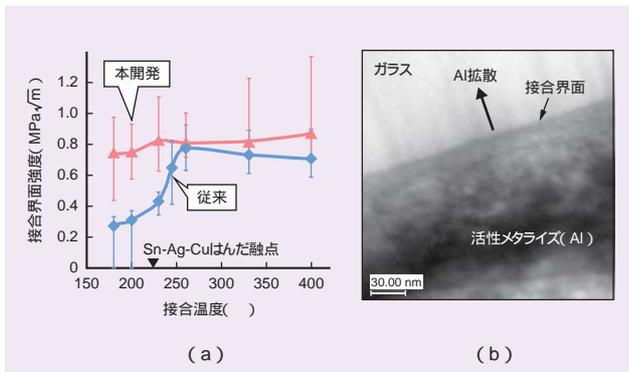
磁気ディスクなどに使用される厚さ数 nm から数十 nm の合金薄膜の物性を解析し、この解析結果を入力値として、薄膜積層構造体のミコンスケールの変形・応力状態を解析するシミュレーション技術を開発した。これにより、従来は単元系金属しか扱えなかった薄膜積層構造体の変形・応力解析を、基本構造・性質が実験によって知られていない、より実用的な合金薄膜にまで適用範囲を広げることができる。

今後、次世代の磁気記録媒体や磁気ヘッドの強度向上、応力低減を実現するための材料設計に活用していく予定である。



磁気ディスクを例とした合金薄膜構造体のマルチスケール解析

## 新たなMEMS製品を創出する低温陽極接合技術の開発



接合温度による接合界面強度の変化(a)と、今回開発の接合界面構造(b)

シリコンに微細な加工を施してセンサや光部品を製造するMEMS(Micro Electro Mechanical System)では、微細加工部の保護のために、シリコンにガラスを接合する陽極接合が用いられる。接合の低温化により、耐熱性の低い材料や融点220℃近傍のはんだ接続部を含む、新たなMEMS製品にも適用することができる。

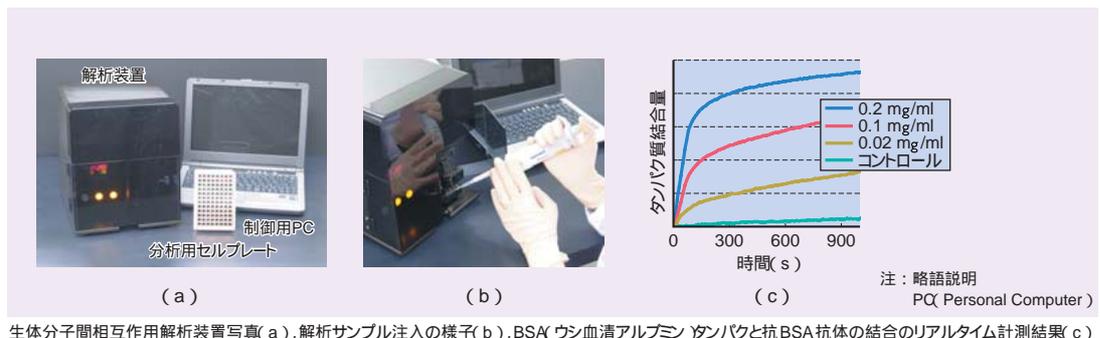
陽極接合は、ガラスとシリコンに熱と電圧を加えることで、イオン拡散と界面反応を促進して接合する技術である。電圧印加構造の最適化と、シリコン上への活性なメタライズの形成により、約200℃での高強度接合を実現した。

## ナノ粒子をバイオセンサに用いた小型の生体分子間相互作用解析装置

医薬研究開発などの分野に必要なタンパク質など生体物質の相互作用の解析を、ナノ粒子を用いて簡単に行う生体分子間相互作用解析装置を開発した。分析用セル中に貴金属でコーティングされたナノ粒子を形成してあり、ナノ粒子が持つ光特性の変化を利用して、分析用セル内で起きるタンパク質どうしの結合・解離の様子をリアルタイムに計測する。蛍光物質などの標識を必要としないため、より簡単な手

順で計測可能である。

今後、研究開発用途だけでなく医療検査、環境分析などへの適用を進める。



生体分子間相互作用解析装置写真(a)、解析サンプル注入の様子(b)、BSA(ウシ血清アルブミン)タンパクと抗BSA抗体の結合のリアルタイム計測結果(c)

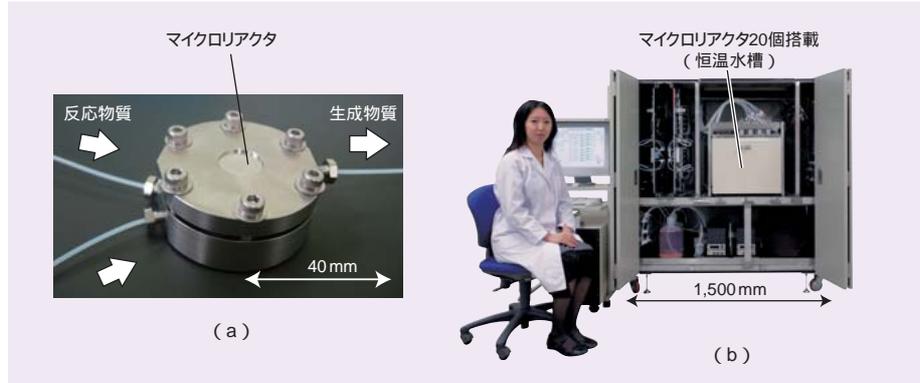


## マイクロリアクタ実験プラントによる化学反応の高効率制御

MEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術を活用した最小幅 25 μm の微細な化学反応装置「マイクロリアクタ」により、化学反応の高効率化を実現した(プロム化反応で反応槽式の従来比40%生成率向上)。

また、このマイクロリアクタを20個搭載可能な実験プラントを開発し、最大で年間72 tの薬液合成を可能とした。これは従来のスケールアップ方式ではなく、マイクロリアクタの数を増やすナンバリングアップ方式であるため、研究レベルから

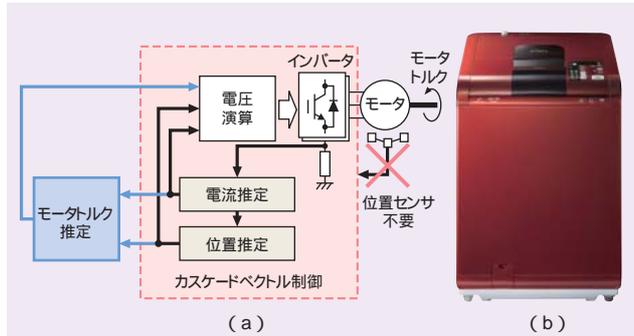
工業プラントへの移行を格段に容易とした。今後は、化成品や医薬品の分野での実用化を推進していく。



マイクロリアクタ(a)、マイクロリアクタ実験プラント(b)



## 洗濯乾燥機に採用した永久磁石モータのセンサレスドライブ技術



開発したセンサレスドライブの構成の概要(a)と、センサレスドライブ技術を採用した洗濯乾燥機「ビートウォッシュ BW-D9GV」(b)

洗濯乾燥機のモータ制御に適したセンサレスドライブ技術を開発した。洗濯乾燥機向けとして、(1)広速度範囲において理想的なトルク制御が実現できる「カスケードベクトル制御技術」、(2)洗濯物の量・質に応じ、自動的にスムーズな加速が実現できる「モータトルク推定技術」など、独自技術の開発によって位置センサレス化を実現した。

今後も、センサレスドライブ技術のさらなる適用拡大を進めていく。

(日立アプライアンス株式会社)

(発売時期:2006年7月)

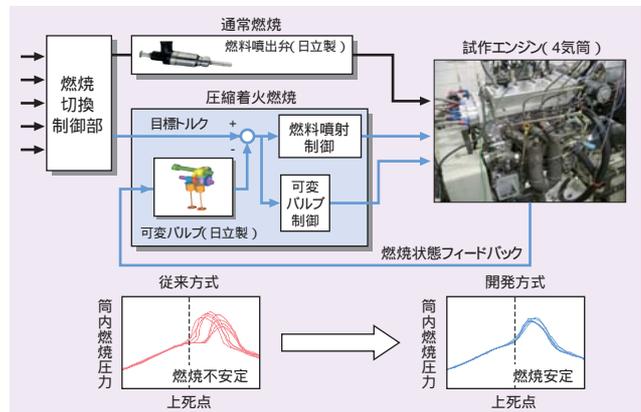


## ガソリン圧縮着火エンジン制御技術

従来エンジンに対して大幅な低燃費(20%減)を実現できるガソリン圧縮着火エンジン制御技術の開発に取り組んでいる。

このエンジンでは、ガソリンエンジンの特徴である点火プラグによる強制点火を用いず、混合気を自己着火/急速燃焼させるため、着火燃焼の安定化が課題となる。

今回、燃焼状態をフィードバックして可変バルブと燃料噴射を操作することで、燃焼を精密に制御する技術を開発し、試作エンジンにて圧縮着火燃焼の安定化を実証した。今後、このエンジンの世界初の実用化に向けた開発を加速していく。



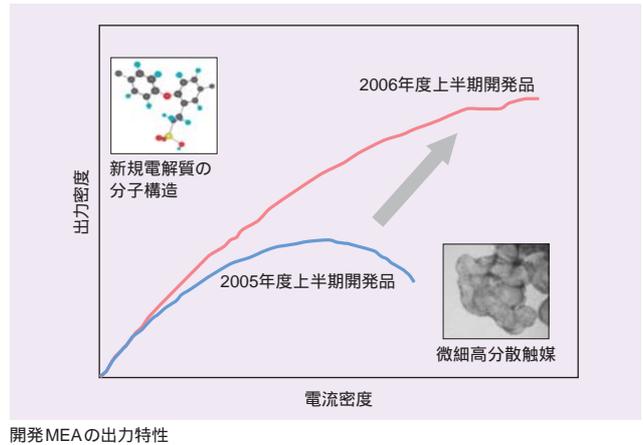
開発したガソリン圧縮着火エンジン制御技術とその効果

## メタノール燃料電池用膜/電極接合体の開発

メタノール・水・酸素から電気を生み出すメタノール燃料電池のMEA( Membrane Electrode Assembly :膜/電極接合体) 開発を進めている。

今回、新たに低メタノール透過、高プロトン伝導性を有する新規電解質材料と、高効率・高活性な微細高分散触媒を適用するとともに、電極構造を改善することで大幅な性能向上を実現した。今後は、低コスト化・信頼性向上を図り、早期実用化をめざす。

なお、この開発の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの助成事業によって実施したものである。

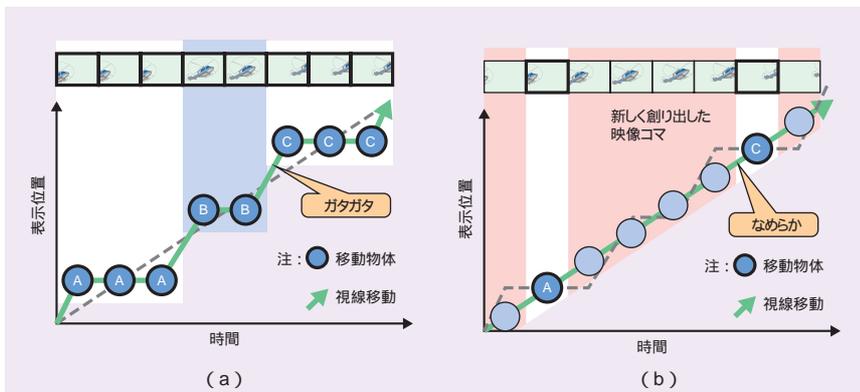


開発MEAの出力特性

## FPD 高画質化技術

FPD( Flat Panel Display )パネルからハイビジョン画質を引き出す画像処理エンジンの動画対応高画質化技術として、映

画番組の動きを滑らかに表示する「なめらか動画」表示技術を開発した。



映画フィルムのテレビ画面表示における、従来表示(a)と改善後表示(b)の概要

映画フィルムは毎秒24コマの映像から成っているが、テレビ画面表示(国内)は毎秒60コマの映像であり、同一コマが繰り返し表示される。そのため本来の動きと表示が一致せず、不自然な動きになる。これを本来の動きに合わせ、動きのある60コマの映像となるように、動きベクトルの抽出とそれに応じた補正を加えることで、滑らかな動画を得た。

(発表時期:2006年10月)

## ハイビジョン用H.264/AVC圧縮,伸長LSIの開発

デジタル放送で使用されている動画像圧縮方式MPEG-2と、その2倍以上の圧縮効率を得られるH.264/AVCの両方式に対応した、ハイビジョン信号用圧縮・伸長技術を開発し、LSI(Large Scale Integrated Circuit)に適用した。

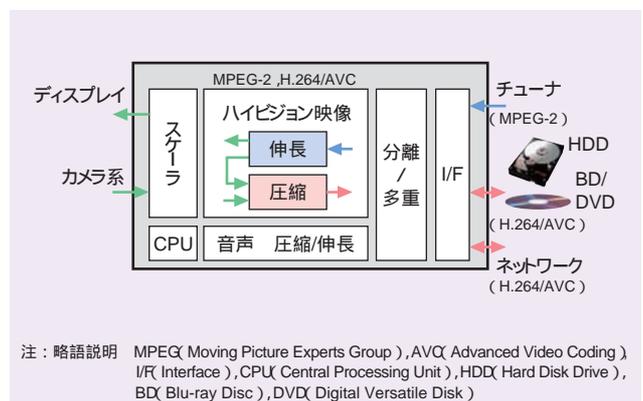
〔主な特徴〕

(1) 放送受信信号MPEG-2をH.264/AVCに変換し、ビットレートを低減することで以下の2点を実現

- (a) 2倍以上の長時間録画
- (b) 無線ホームネットワークで複数のハイビジョン信号を同時に送受信

(2) 小型ハイビジョンビデオカメラ用に、細やかなモード制御を行い、消費電力を低減

今後は、特長を生かした応用製品に展開する。



注:略語説明 MPEG(Moving Picture Experts Group),AVC(Advanced Video Coding) I/F(Interface),CPU(Central Processing Unit),HDD(Hard Disk Drive),BD(Blu-ray Disc),DVD(Digital Versatile Disk)

LSIの構成とMPEG-2からH.264/AVCへの方式変換

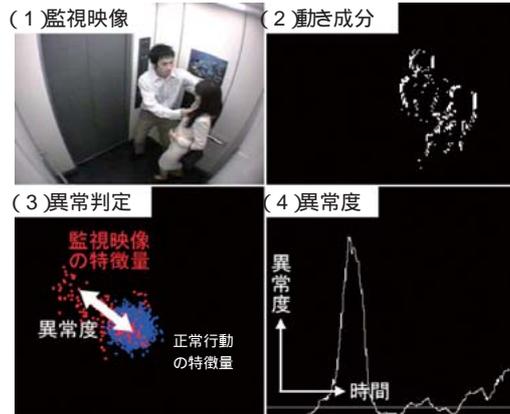


## 異常行動検知技術

防犯ニーズの高まりに応えるため、独立行政法人産業技術総合研究所の技術を活用し、監視カメラで人の異常行動を検知する画像処理技術を開発した。事前に学習した正常行動と、監視映像を比較することで異常を検知する。人の動きの時空間的な微小変位を解析しているため、小さな動きや遅い動きを伴う異常行動も検知可能である。また、学習によって多様な監視分野に適用可能である。この技術は、エレベーター保守サービスの新機能「ヘリオスウォッチャー」に適用された。

(株式会社日立ビルシステム)

(発売時期: 2006年4月)



検知処理のフロー



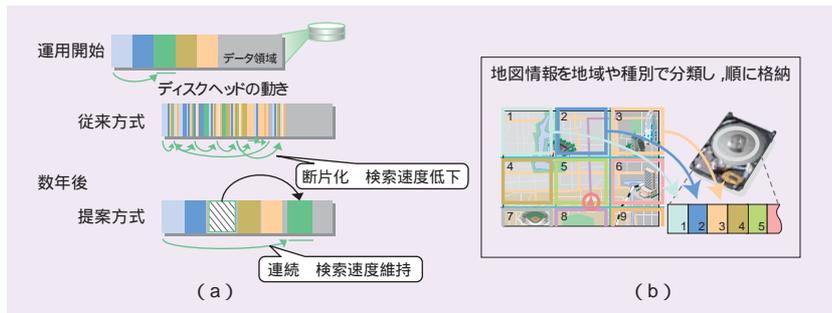
## 更新後も検索速度を維持する組み込みHDD用データベースマネジメント技術

HDD( Hard Disk Drive )のデータベースを繰り返し更新しても検索速度を維持する知的データベース管理技術を開発した。

従来はカーナビゲーションシステムや音楽プレーヤなどのデータベースを更新する際に断片化が発生し、その後の検索性能

が劣化する問題があった。この技術ではデータに識別情報を付与してデータどうしの関連を認識し、関連のあるデータをHDD上の近傍に書き込むことでデータベースの断片化を防ぐ。

今後は機器の寿命と同一期間において検索速度を維持することをめざし改良を図る。



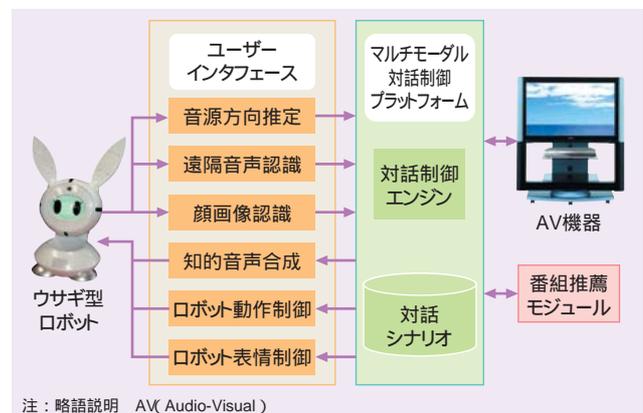
提案手法と従来手法のデータ配置の比較 (a) と、地図データのHDDへの格納例 (b)



## AV機器操作を支援するマルチモーダル対話技術

複雑化するAV機器の操作支援を目的としたマルチモーダル対話技術を開発した。この技術は、音声情報処理技術、画像情報処理技術および番組推薦技術を統合することにより、ユーザーと対話を行う技術であり、ユーザーは音声を用いたAV機器の操作が可能となる。また、ユーザーを識別することにより、番組推薦などのサービスをユーザーに応じて提供する。

この技術をウサギ型ロボットに搭載した試作機を「CEATEC JAPAN 2005」に出展した。今後は、対話の柔軟性向上を中心に研究を進め、各種AV機器への搭載をめざす。



注: 略語説明 AV( Audio-Visual )

マルチモーダル対話技術を用いたAV機器向けユーザーインタフェースの構成