

第6章

# 研究開発

Research and Development

研究開発 Research and Development | 122

# スピン注入磁化反転方式2メガビットの 不揮発性RAMチップの試作に成功

デジタル機器に欠かせないメモリにはさまざまな種類があるが、各メモリの長所を兼ね備えた「ユニバーサルメモリ」の実現が待望されている。その有力な候補となるスピン注入磁化反転RAMを東北大学と共同開発し、2メガビットのチップ試作に成功した。従来のメモリ並みの高速性と集積度を達成する可能性を持つなど、次世代のメモリデバイスとして期待される。



## 期待されるユニバーサルメモリの実現

現在、携帯電話やデジタル家電などに使われているメモリには、DRAM (Dynamic Random Access Memory)、SRAM (Static RAM)をはじめとする幾つかの種類があり、それぞれの長所を生かす形で、階層的に組み合わせて使われています。ただ、それによって機器の構成が複雑化し、起動や動作の切り替えに時間がかかるという課題も生じています。次世代のメモリには、その課題を解決するため、各種メモリの長所を併せ持ち、汎用的に使える、「ユニバーサルメモリ」としての性能が求められています。

日立製作所と東北大学によるスピン注入磁化反転方式を用いた不揮発性RAM (以下、スピン注入磁化反転RAM)の共同開発は、そのような次世代メモリの開発をめざす文部科学省の「高機能・超低消費電力メモリの開発」プロジェクトとして推進してきました。開発した技術は、次世代メモリの有力候補として期待されてきたMRAM (Magnetoresistive RAM)を、スピン注入磁化反転方式という新しい原理で大幅に進化させたものです。

## 高速・高集積・低消費電力・不揮発性RAMの実用化に前進

スピン注入磁化反転RAMは、二つの強磁性膜でMgO (酸化マグネシウム)の絶縁膜を挟んだ3層構造のTMR

(Tunneling Magnetoresistive) 素子をメモリセルとしてデータを記録します。スピン注入磁化反転方式に適した要素技術として独自に開発を進めてきた、このTMR素子は、MgO絶縁膜が低電力書き込みと高出力読み出しを実現する鍵となっています。

データの読み出しは、二つの強磁性膜の磁化方向が同じ(平行)状態と逆の(反平行)状態で、垂直に電流を流したときの電気抵抗に差があることから、その差を利用して0と1の情報を取り出すことで行います。

データを書き込むには、TMR素子に垂直に電流を流します。電子の磁気的特性であるスピンの作用を利用して、片方の強磁性膜の磁化方向を反転させる。通常のMRAMが採用している、磁界によって反転させる方法と異なり、この技術では、TMR素子を微細化するほど低電力で書き込みができるようになるため、理論的に高集積化と低消費電力化を同時に実現できます。書き込み・読み出し性能、書き換え回数ともDRAM、SRAMに匹敵し、なおかつ、フラッシュメモリと同様、電源を切っても情報が保持される不揮性を備えている。正に、ユニバーサルメモリとなるにふさわしいと言えるでしょう。

## デジタル機器の性能を一新する可能性も

スピン注入磁化反転RAMは、従来のメモリに置き換わることで、デジタル機器のメモリ構成をシンプルにし、信頼性や性能を大きく向上させる可能性を秘めています。お客様に、より便利で高性能な日立製品を使っていただくためにも、2010年以降の実現とはなりますが、実用化への歩みを着実に進めていきたいですね。

世界的に激化していた開発競争の中で、2002年の共同研究開始から約5年で、2メガビットチップの試作という世界をリードする成果を示すことができた背景には、日立と東北大学が、それぞれの強みを生かした緊密な相互連携体制でチップの試作に当たったことも挙げられます。今後もその強い連携の下で、さらに先の世代を視野に入れた、新たなメモリ原理の研究にも力を注いでいきます。

中央研究所 システムLSI研究部の河原尊之 主管研究員(左)、基礎研究所 ナノ材料・デバイスラボの早川純 主任研究員(右)

# センサネット技術で生活と仕事を革新する 「ライフ顕微鏡」と「ビジネス顕微鏡」

センサーで測定したデータを無線ネットワークで収集するセンサネット技術の利用が始まっている。このセンサネット技術を人間に応用した「ライフ顕微鏡」と「ビジネス顕微鏡」は、日々の活動や職場での生活リズムやコミュニケーションの状況を記録し、可視化することにより、ライフスタイル・ワークスタイルの変革を支援するシステムである。

## 生活リズムを目に見える形で把握

情報爆発時代と言われる中で、小型化・高性能化するコンピュータと、普及が進む高速通信ネットワークを、どう活用し、どんな価値を提供するかが問われ始めています。その答えの一つとして、日立が注目しているのがセンサネット。各種のセンサーと無線通信機能、電池を備えた小型端末を任意の場所に設置して、測定したデータを自動的に収集、利用する技術です。生産施設の温度管理など、物や建物を対象としたサービスではすでに実用化されているこの技術を、人に応用して新しい価値創造をめざしているのが「ライフ顕微鏡」と「ビジネス顕微鏡」です。

「ライフ顕微鏡」は、腕時計型の端末を身につけ、1分間に20回の頻度で加速度・脈拍・温度を測定し、そのデータから一日の運動量、歩行数、睡眠時間などを自動的に推定するシステムです。それらの情報の活用方法は、高齢者の見守りやヘルスケアなど、さまざまなものが考えられます。例えば、一日の活動状態を色分けした「ライフタペストリー」という図表に示せば、普段あまり意識することのない自分の生活リズムを目に見える形で把握でき、生活習慣の見直しや、健康管理などにつながられます。

## ワークスタイルの自己改革を支援

もう一方の「ビジネス顕微鏡」は、ビジネスにセンサネットを活用することで、知識労働者の生産性向上をめざすものです。名札型の端末に、加速度センサーのほか赤外線センサー、音声センサーも備え、測定したデータから、社員どうしのコミュニケーション時間や活動状況を推定し、その様子を地形図のような図表に表します。これによって、例えば、仕事が成功したときの組織のダイナミクスを定量的に分析できるようになり、客観的な視点で成功例に学ぶことなどが可能になります。最終的には、みずからの行動や組織としての働き方を振り返ることによって自己成長や自己改革を促すような、新しいワークスタイルの実現につながっていきたいと考えています。

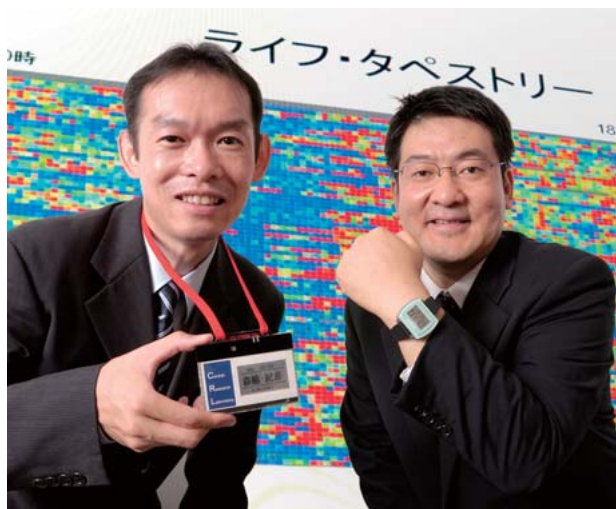
どちらのシステムも、測定データそのものは単なる数値や波形でしかありません。それを、分析処理や表示の工夫によって、利用者にとって価値のある情報に変換するため

に、情報処理、ユーザーインターフェースなど、日立グループ内のさまざまな知見を活用できる垂直統合的な体制で開発を行っています。

## 21世紀の「顕微鏡」が持つ可能性

16世紀末に顕微鏡が発明されて以来、生物学や医学、物理学はめざましい発展を遂げてきました。この二つのシステムも、今まで見えなかった個人や組織の動きを目に見えるようにする、正に「顕微鏡」であり、将来、ライフスタイルやビジネススタイルを飛躍的に変えるかもしれない。そんな期待感をもって、研究開発を進めています。

われわれの「顕微鏡」は、今までのIT機器のように使うだけで効率が上がるものではなく、現状への問題意識を持つ方々の改善や改革をサポートするものです。現在、日立グループ内での実証実験を通じて端末やアプリケーションの進化を図っていますが、今後はより多くの方々に使っていただきながら、共に成長していくシステムでありたいと考えています。



基礎研究所 人間・情報システムラボの森脇紀彦 主任研究員(左)、中央研究所 センサネット戦略プロジェクトの山下春造 主任研究員(右)



## 先端シミュレーションにより モノづくりを革新する「解析主導設計」

情報機器や家電などを中心に製品開発サイクルがスピードアップする一方で、高機能化が進み、複雑な構造を持つ製品の安全性や信頼性を確保するために設計段階での検証項目は増え続けている。開発時間短縮と製品の品質向上をめざす「解析主導設計」は、先端のシミュレーション技術を活用した「全体解析」と「最適設計」の技術を柱にモノづくりのプロセスイノベーションを実現する。

### 開発スピードアップと品質向上を両立するために

情報機器や家電などでは、製品の短命化が進む一方で、高機能化に伴う構造の複雑化が進んでいます。製品開発には、開発期間の短縮と、設計段階での検証項目の増加という相反する要素の両立が求められるようになり、この課題を解決するために力を入れているのがシミュレーション技術です。従来から行われてきた試作による検証をコンピュータによる解析に置き換えることで、製品開発の大幅なスピードアップと品質向上を同時に実現することをめざしています。

### 「全体解析」と「最適設計」がモノづくりを変える

中でも特に先進的な取り組みとして挙げられるのが「解析主導設計」で、その大きな2本の柱となっているのが「全体解析」と「最適設計」の技術です。全体解析は、CAD (Computer Aided Design) データさえあれば、複雑な形状の製品でも自動的に直交格子を生成し、高精度な熱流体解析を可能にします。われわれの技術では、LES (Large Eddy Simulation) と呼ばれる乱流解析手法を用いて、刻々と変化する流れの挙動を的確にとらえ、特徴的な流動構造を明瞭に把握することができます。しかもその複雑な解析を、大型計算機やパソコンを複数台つないだクラスターシステムで短時間に行えることも大きな特徴です。

一方の「最適設計」技術では、そうした解析技術を活用して、製品の品質向上のために必要な複数の目的を同時に満たす設計を可能にします。複数の目的とは、空気清浄機のファンを例にとると、効率向上・静音性向上・製造コスト低減などで、それぞれに対する解析結果をわかりやすい統合的な形で示し、開発者の最適な選択を支援します。大学との共同研究の成果を生かした高速な計算方法により、短時間に数百～数千ケースもの検証が可能のため、それだけ製品の性能・品質アップを実現できる可能性が広がります。

さらに、その膨大な数のシミュレーション結果を分析することにより、中に潜んでいる設計ノウハウや設計知識を可視化し、開発者の気づきにつなげるデータマイニングにも取り組んでいます。解析技術で製品を進化させ、その過程で得られた知を次の開発に生かし、さらなる進化を促進

する。そのサイクルを確立していくことが、解析主導設計による「モノづくり改革」であると考えています。

### 人間の知見と発想を生かすための土台に

全体解析は、Blu-ray Disc対応光ディスク装置の設計に適用し、冷却ファンをつけなくても発熱体であるレーザダイオードを効率よく冷却できる、画期的な構造を実現しました。これまで別グループが数年間かけて実験を主体として行っていた手法では、高コストの部品やファンなどを用いなければ実現できなかった冷却特性を、この技術によって3か月程度で、低コスト・ファンレスで実現できたのは大きな成果です。また、複雑な装置内部の流れの構造を速度、圧力分布などで検証した結果、実用上十分正確な結果が得られていることが確認できています。最適設計は、主にターボ機械の設計に適用しています。最適化された設計案の性能向上が、実験的に再現されるように技術の検証や改良を重ねながら、開発期間を従来の4分の1程度まで短縮できるようにしました。

今後はこの二つの技術の連携を深めてシナジー効果を高めるとともに、シミュレーション適用範囲を構造強度や振動、熱伝導などにも広げていきます。解析主導設計によって時間や手間のかかる解析や分析の作業をサポートすることで、開発者・設計者の高度な知見とそれに基づく発想をより生かせる環境をつくり、日立グループ製品の信頼性向上・品質向上に貢献していくことが目標です。



機械研究所 高度設計シミュレーションセンターの杉村和之 主任研究員(左)、磯島宣之 主任研究員(右)

# 配信機能付きストリーミング専用ストレージ

ビデオオンデマンドのコンテンツ同時配信数を3倍以上に向上

映像配信サービスの拡大に伴い、高画質、大容量のデータを安定的に同時配信できるストリーミング配信システムへのニーズが高まっている。

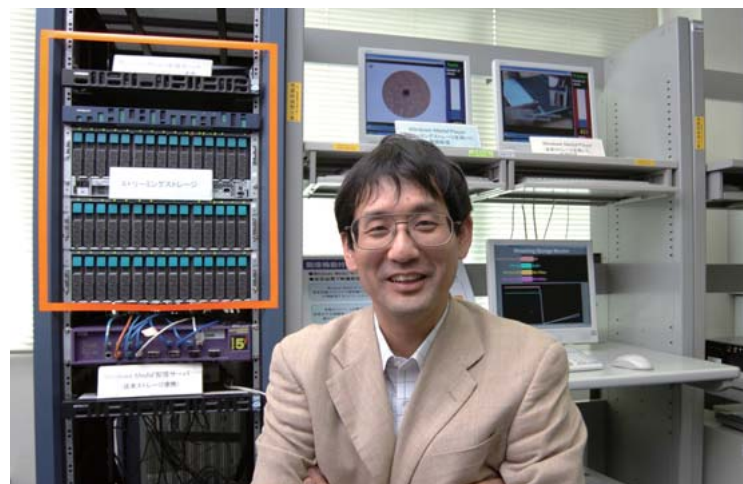
新たに開発した「コンテンツ配信機能を備えたストリーミング専用ストレージ」は、設備・管理コストを抑えつつ、映像配信サービスの大規模化、高画質化を実現する。

## 独自開発の専用OSと「ゼロコピー I/O方式」

このストレージには、日立製作所が独自に開発したストリーミング専用のOS (Operating System) が組み込まれており、きわめて高精度に、効率よくコンテンツをネットワークに配信する機能を備えています。しかも、既存のサーバ設備のストレージ部分をこの専用ストレージに取り替えるだけでよく、サーバの増設やサーバのソフトウェア変更の必要はありません。従来のストリーミングでは、配信するデータをまずアプリケーションにコピーして読み込み、それからOSに読ませて送り出すという処理をしていました。膨大なデータとなる高画質映像などの場合、このコピー処理の負荷によるサーバの性能低下が生じます。それを解決するために、アプリケーション側にコピーすることなく、ストレージから直接コンテンツファイルを送り出す機能を組み込みました。これにより、データの受け渡し時のオーバーヘッドが一切なくなり、配信性能を格段に向上させることができました。これが、高速コンテンツ配信機能「ゼロコピー I/O方式」です。配信性能を3倍以上に向上させることができ、サーバ台数が従来の3分の1以下で済むため、大幅なコスト低減につながります。

## 高精度な配信タイミング制御

もう一つの技術的な特徴が、高精度な「配信タイミング制御」技術です。通常、配信サーバはコンテンツの配信だけでなく、さまざまなタスクを実行しています。その影響で、大容量のコンテンツを配信するときに要求される厳密なタイミングを乱してしまうことがありました。そこで、あらかじめ各ユーザーのコンテンツ配信実行計画をOSが判断して作成し、それに従ってタスクのスケジュール管理を行うことで、CPU (Central Processing Unit) 側の負荷による配信遅延の影響を少なくしました。このタイミング制御の応用により、HD (High Definition) 画質コンテンツの安定した品質での配信も可能になります。従来はサーバで約100 msごとにタスクの選択・切り替えをし直すため、送信が粗くなり、1回の送信ごとに大量のデータを送る必要がありました。このため、配信を受け取る端末側がそれほど高性能でない場合、データの取りこぼしが生じ、画質が劣



化してしまいます。しかし、このストレージではあらかじめ1 ms単位という厳密な配信タイミングを設定しているので、細かく分散したデータとして送ることができ、本来のHD画質での再生を可能にしています。

## 高性能配信サーバへのニーズに応える

ブロードバンド網の整備と情報家電の進化により、今やテレビでインターネットを見る時代です。従来に比べて圧倒的に高画質な映像であり、ストリーム量も数十倍になってきています。そのため、サーバの能力が配信上の大きなネックになっているのが実状です。さらに、これまではコンテンツ配信業者が作った映像をPPV (Pay Per View) の形で配信するというのが主体でしたが、最近是一般コンシューマが制作した映像コンテンツをネット上で多くの人に無料公開して楽しむようになってきました。PPV収入から広告収入に重点が移った配信業者は、利益確保のために膨大な量のコンテンツを配信する必要が出てきています。こうした背景から、高性能配信が可能なサーバへのニーズはますます高まっています。現在は、最も標準的なWindows Media\*サーバとの完全互換性を持つシステムですが、今後はさまざまなフォーマットに対応する機能も付加し、増大する市場ニーズに対処していきたいと考えています。

\*は「他社登録商標など」(139ページ)を参照  
システム開発研究所 第3部の竹内理 主任研究員

# 研究開発

日立グループは、90年間におよぶ研究開発の歴史の中で多くの実績を築いてきた。それらを背景として、現在は六つのコーポレート研究所を中心に、イノベーション創出や製品価値向上のための先端技術と、グループ全体の技術プラットフォームを支え、発展させる基盤技術の研究開発に幅広い領域で取り組んでいる。

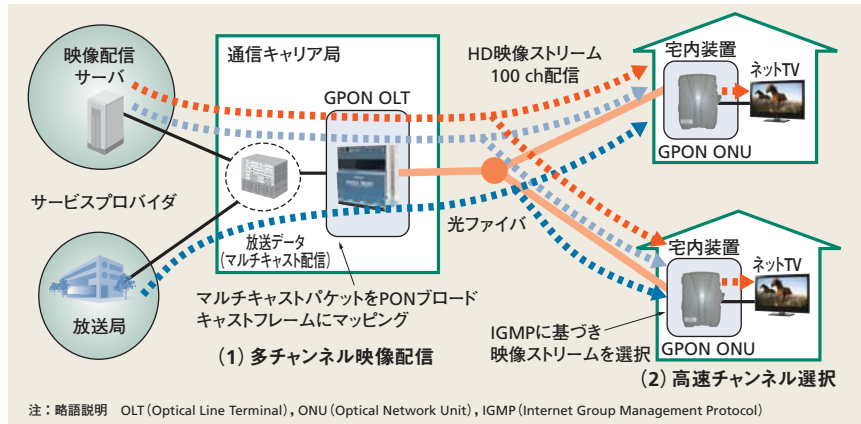
## 1 高精細映像を 100チャンネル同時配信する 次世代光ネットワーク技術

2.4 Gビットの伝送速度を持つ光アクセス通信ネットワークGPON(Gigabit Passive Optical Network)を用いて、高精細画質(HD: High Definition)映像を、100チャンネル同時に配信することが可能な次世代光ネットワーク技術を、株式会社日立コミュニケーションテクノロジーと共同で開発した。

(1) GPONで使われている光の分岐によるマルチキャスト機能を生かして、多チャンネルの映像ストリームを常時、ユーザー宅まで配信する多チャンネル映像配信を実現する。

(2) 宅内装置まで多チャンネルの映像ストリームを配信しておき、ここでチャンネルの選択を行うことにより、高速なチャンネルの切り替えを実現する。

これらの技術は、今後の映像配信サービス分野を切りひらく技術として期待できるものである。



1 GPONによる高精細映像配信システム

で、100 kcal単位の目標設定や保健師のメール支援などにより、参加者の約6割がメタボリックシンドロームから改善する効果を確認している。この減量プログラムを多数の参加者に提供するウェブシステムを開発した。

参加者が記録した日々の体重や改善行動から支援該当者を自動抽出し、個人に合わせた電子メールを作成する技術を用いて、保健師業務の効率化を図る。運用の結果、従来同様の高い減量効果と、保健師業務量を約 $\frac{1}{5}$ に削減できることを確認した。今後、社内実績を重ねて実用化をめざす。

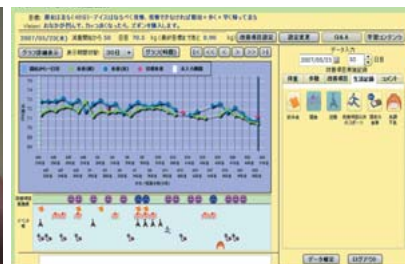
※ 学校法人産業医科大学公衆衛生学研究室、株式会社損保ジャパン総合研究所との共同開発

## 2 減量プログラム「はらすまダイエット」—遠隔指導支援システムの開発

「はらすまダイエット」\*は、90日間で体重の5%減量をめざすプログラム



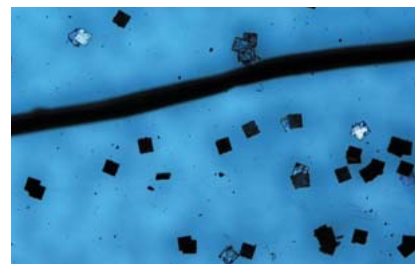
2 参加者向け端末(PC, 携帯電話)と参加者向け体重記録参照画面例



## 3 世界最小0.05 mm角の「非接触型粉末ICチップ」の動作確認に成功

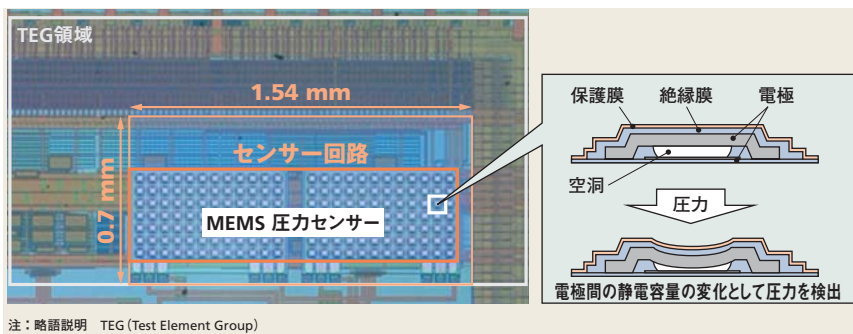
現在広範囲に使用されている薄型紙にICチップを埋め込むことを目的に、今回、世界最小0.05 mm角で世界最薄5 μm厚の「非接触型粉末ICチップ」の動作確認に成功した。

小型化と薄型化を同時に達成するために、最小線幅90 nmのSOI (Silicon on Insulator) 半導体プロセスを採用している。また、認識番号を保持するメモリに電子線直接描画技術を使用して高密度化を図り、かつ高信頼度のメモリとした。さらにアンテナとの接続を容易化するために、ICチップの表と裏にそれぞれ1個の電極を備える両面電極



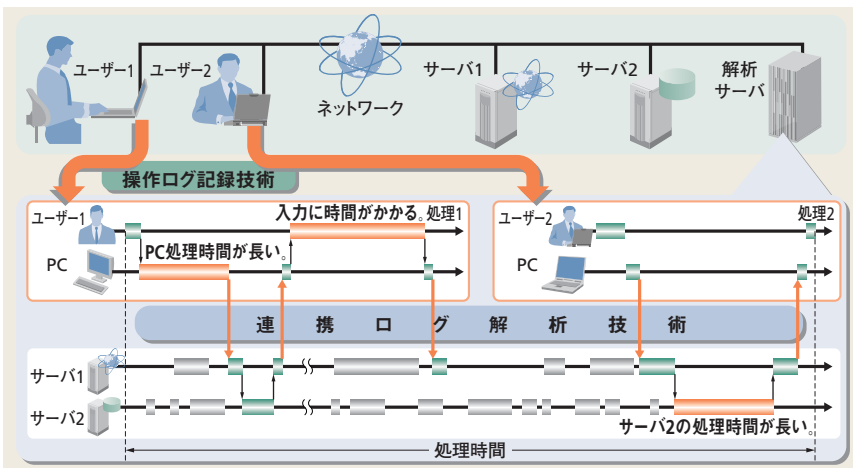
3 髪の毛と比較した「非接触型粉末ICチップ」





注：略語説明 TEG (Test Element Group)

4 試作したMEMS圧力センサーLSI(左)と圧力センサー断面模式図・計測原理(右)



5 クライアント・サーバシステム向けモニタリング技術の概要

構造とした。これらの技術は、今後、さらに幅広い応用展開が期待される。

#### 4 CMOS回路の配線層にMEMSを積層した小型・低消費電力のMEMS圧力センサーLSI

センサーの適用範囲が携帯機器や自動車へ拡大するに伴い、センサーの小型・高性能化が期待されている。今回、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 圧力センサーを周辺回路に積層した、実効面積約1 mm<sup>2</sup>の圧力センサーLSIを試作した。

これは、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 回路の配線用材料とプロセス技術を用いた、CMOS完全互換のMEMS作製技術の開発により実現した。積層により、センサーと計測回路間の寄生容量等の影響をなくし、微小な静電容量変化を圧力検出に利用することで、消費電流を約0.6 mAに

低減すると同時に、従来の圧力センサーLSIと比較して面積を約 $\frac{1}{10}$ に縮小した。今後はこの技術を応用し、さまざまなセンサーとLSIを集積化した小型・高性能センサーの開発を進める。

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)の助成事業「高集積・複合MEMS製造技術開発事業」の研究開発項目「微細MEMSとCMOS回路混載のためのMEMS/半導体モノリシック集積化基盤技術」によって行われた。

#### 5 クライアント・サーバシステム向け処理状況モニタリング技術

ウェブアプリケーションのような、クライアントPCとサーバで連携して処理を実行するクライアント・サーバシステムの保守性を向上するモニタリング技術を開発した。

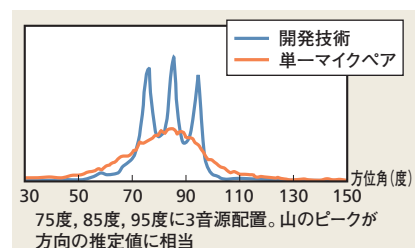
この技術では、(1)クライアントPCでの処理の記録、(2)サーバ動作ログとの関連付けを実現することで、従来技術では困難であった、クライアントPCとサーバにまたがって実行される処理の進捗(ちよく)状況全体のモニタリングを実現した。

クライアント・サーバシステムで発生する問題の迅速な原因特定が可能となり、24時間365日のノンストップ運用を実現するコア技術として期待できる。

#### 6 隣り合う人が同時に話す音声聞き分ける音声処理技術

不要音消去による音声会議システム・携帯電話などの音声通話装置の通話品質向上、および雑音環境における音声認識の認識率向上を目的とし、突発性の、かつ話者に近接した雑音を除去可能な雑音除去技術を開発した。

複数のマイクペア間の位相差を逐次的に補正することを特徴とする音源定位手法 (SPIRE: Stepwise Phase Difference Restoration)により、単一のマイクペアでは得られない空間分解能を実現した。突発性の雑音源が話者に近接して存在する場合でも、雑音方向と話者方向を区別し検出することが可能となった。今後、音声通話装置や音声認識など、さまざまな用途に展開する予定である。



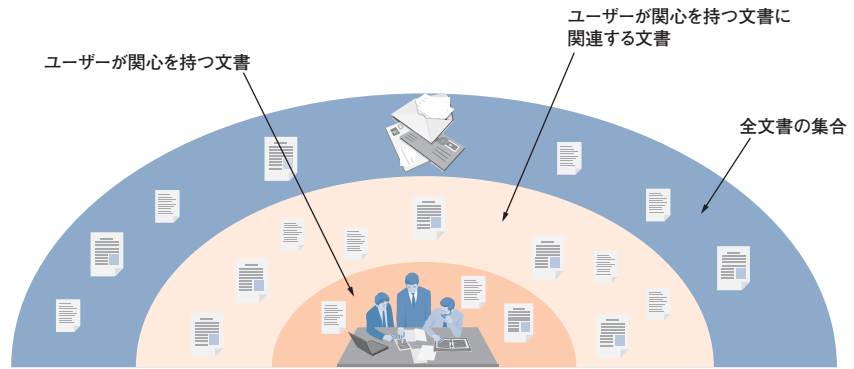
6 音源定位手法 (SPIRE)の空間分解能

## 2億件規模の大規模連想検索

入力された文書に関連する文書を、2億件規模の大規模文書集合から瞬時に検索できる連想検索エンジンを開発した。

2億件規模は、全世界・全分野の学術文献を対象にリアルタイム連想検索を可能とするスケラビリティに相当する。オンメモリインデックスと並列計算により高速性を実現する一方、64ビット化と障害監視・予備サーバ機能により従来比20倍のスケールアップとロバストネス向上を達成した。

この技術により、学術文献をはじめ、特許、新聞、書誌情報、遺伝子情報などの拡大を続ける文書データベースにも余裕を持って対応できる。今後さらなるスケールアップを図り、インターネット上の多種多様な情報を対象とする連想検索技術を提供していく。



7 連想検索による、ユーザーの関心に関連する文書の検索

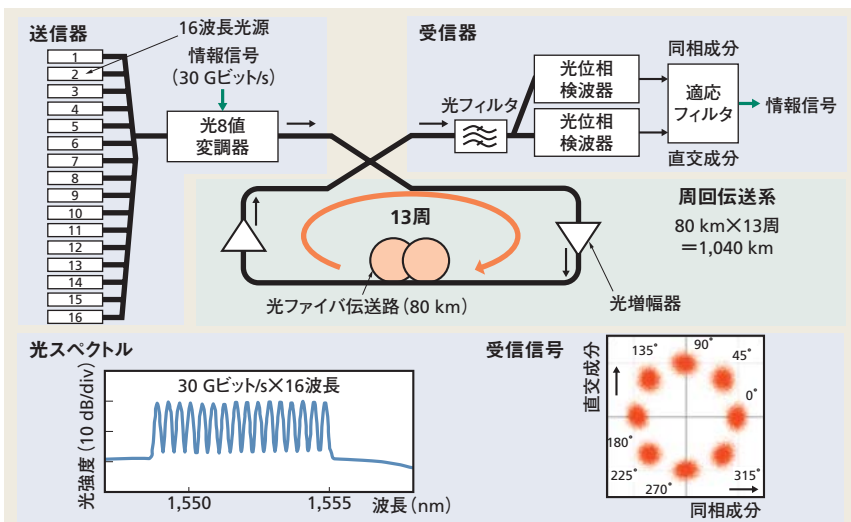
パネットワークでは、さらに大容量の情報伝送方式が模索されている。

一度に3ビットの情報を伝送する8値の位相変調はその一つであるが、これまでの最大伝送距離は100 kmであった。そこで、今回、「高精度光位相変復調技術」と「光ファイバ非線形効果の抑圧技術」を開発し、30 Gビット/sの8値位相変調光を16波長束ねて1,040 km伝送することに成功し(総伝送容量480 Gビット/s)、この方式が実用的な光ファイバ伝送に活用できることを世界で初めて実証した。

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ネットワークの実現をめざす。

## 8値の多値変調方式で16波長多重1,040 kmの光ファイバ伝送を実証

インターネットの利用の拡大に伴い、次世代の長距離波長多重光ファイ



8 光8値16波長1,040 km伝送系と受信光信号

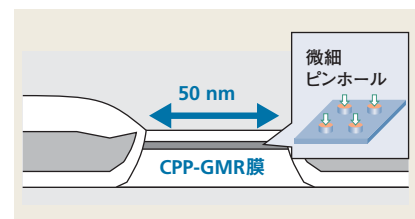
## 世界最高感度を有するHDD向けCPP-GMRヘッド技術

HDD (Hard Disk Drive)の記録密度を飛躍的に向上させる、世界最高感度のCPP-GMR (Current-Perpendicular-to-the-Plane Giant-Magneto-Resistive: 垂直電流型巨大磁気抵抗効果)ヘッド技術を開発した。

### [主な特徴]

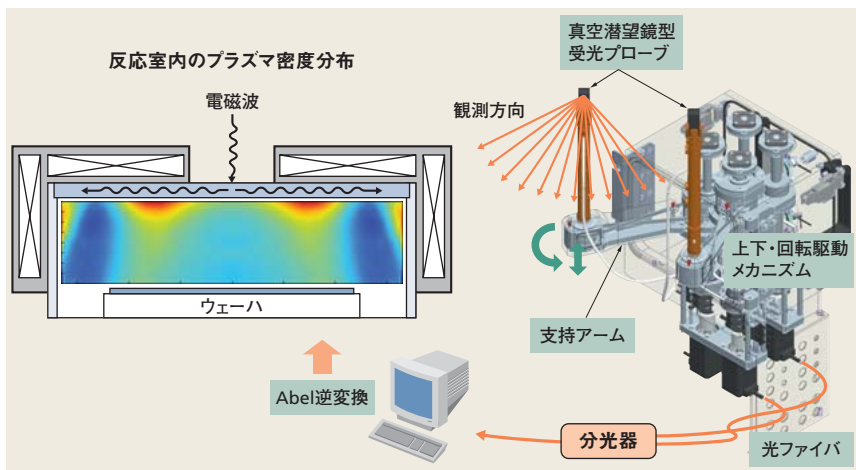
- (1) 50 nm幅のセンサーを形成するプロセス
- (2) nmレベルのピンホール層を形成する人工格子膜
- (3) 現行製品の約2倍となる1平方インチ当たり382 Gビット相当の再生性能を試作実証

この技術により、HDD装置の記録密度で1平方インチ当たり750 Gビットの達成が見込まれ、現在、日立グローバルストレージテクノロジーズと共同で開発を進めている。

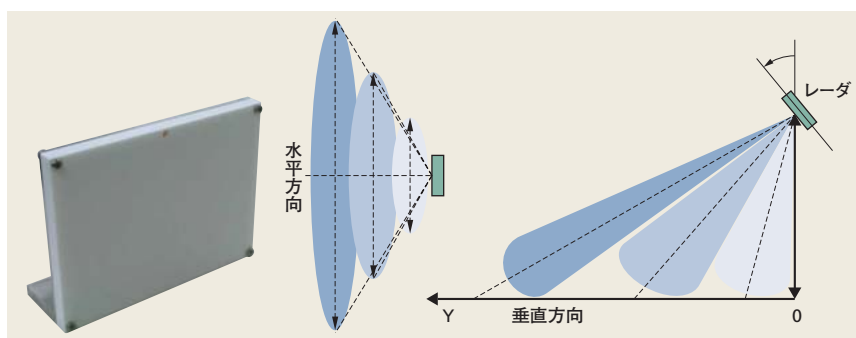


9 CPP-GMRヘッドの媒体対向面の構造





10 プラズマ分布モニタリングシステム



11 試作した高周波モジュール外観と検知範囲イメージ

32 nm世代半導体向け  
エッチング装置開発を加速する  
プラズマ分布モニタリング技術

10

エッチング反応室内のプラズマや反応活性種の空間分布を計測するシステムを新たに開発した。このシステムでは、プラズマ中に挿入した回転・上下動作可能な受光プローブによりプラズマ発光を分光しながらスキャン計測し、得られた積算値をAbel逆変換してプラズマの可視化像を得ることができる。

これにより、ウェーハ上のエッチング特性の不均一を引き起こす種々の反応活性種や反応生成物の分布を計測できる。得られた空間分布像から不均一の発生原因を推定し、プラズマ発生方式や装置構造を最適化することにより、1 nmレベルで均一なエッチング特性を持つ32 nm世代半導体向けエッチング装置開発を加速していく。

広範囲の物体検知が可能な  
監視用途向け24 GHz帯  
レーダセンサー

11

防犯用人体検知や人流監視などに適した24 GHz帯レーダセンサー用高周波モジュールを開発した。

これらの用途に用いられる監視カメラなどのセンサーは天井や軒下などの高所に設置されることが多いが、従来のレーダセンサーは、このような高所に設置された場合、縦・横方向を同時に広角検知することが必要なため、十分な検知エリアを確保することが困難だった。今回、横方向に広範囲で検知可能なモノパルス方式アンテナを採用し、これらを複数チャンネル切替して使用するレーダセンサー用高周波モジュールを開発した。これにより、高所設置した場合でも、レーダ近傍の地面から、ある一定距離までの扇形状の範囲内を動く人体の検知を実現した。

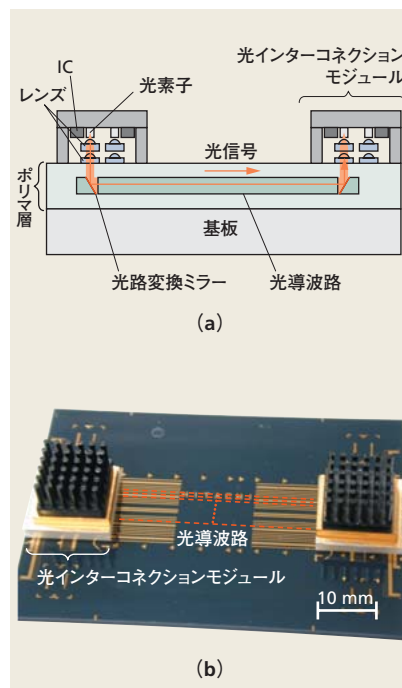
大容量ルータなどの装置内  
高速光配線に向けた10 Gビット/s×  
16チャンネル光インターコネクション技術

12

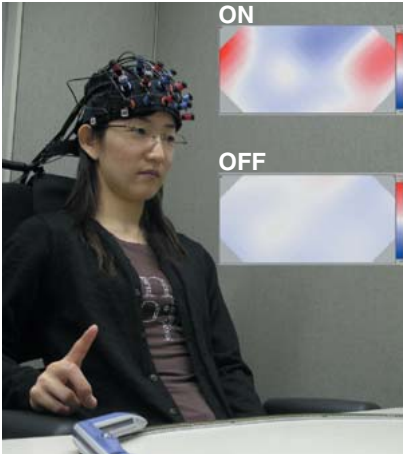
ルータやサーバなどの伝送装置の大容量化に伴って、LSIやボード間では、チャンネル当たり10 Gビット/s以上の伝送速度が求められている。しかし、従来の電気配線による伝送では、ノイズや損失などの影響により、高速化と伝送距離に限界があった。

これを解決するため、ボードに搭載されたLSI間を光信号で高速かつ低損失に接続する10 Gビット/s×16チャンネル(送信8+受信8)光インターコネクション技術を開発した。

この技術では、光学系に曲率の異なる非対称レンズを採用することによって、光インターコネクションモジュールに搭載された並列光素子アレイと、ボード上に配線された光導波路アレイの高効率光結合を実現している。今後は、さらなるチャンネル数の拡大と伝送速度の高速化をめざす。



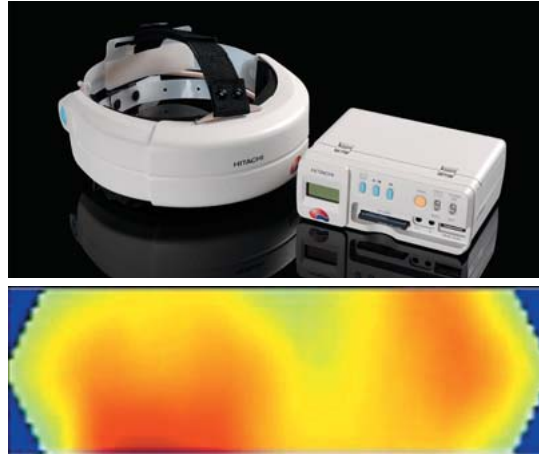
12 ボードに搭載された10 Gビット/s×16チャンネル光インターコネクションモジュールの断面概観(a)と作成したモジュール(b)



13 ブレインコンピュータインタフェースの実験環境



14 携帯型光トポグラフィ試作機



暗算時の脳活動の観測図(赤い領域が活動部)

13  
ブレインコンピュータインタフェースの基礎研究

微弱な近赤外光で脳活動を計測する光トポグラフィ装置の技術を応用し、脳活動で外部機器を操作するブレインコンピュータインタフェース(BCI)の研究を進めている。今回、行った実験環境では、額部分に付けられたセンサーで22か所の脳血量反応を計測している。オペレータが、目の前の鉄道模型を駆動させようと意図したときには、計算処理や頭の中で歌を歌うなど、脳の前頭前野部分を活発に使う課題を行う。事前に計測されたデータと比較して、酸素化ヘモグロビンが脳内で増加する現象(アクティベーション)の反応パターンが検出されると鉄道模型が駆動する。

このようなBCIは、筋萎(い)縮性側索硬化症(ALS)などで筋肉を動かすことができない患者が外界にアクセスする機器や、リハビリ・学習への適切なフィードバックなどへの応用が期待されている。

14  
携帯型光トポグラフィ技術

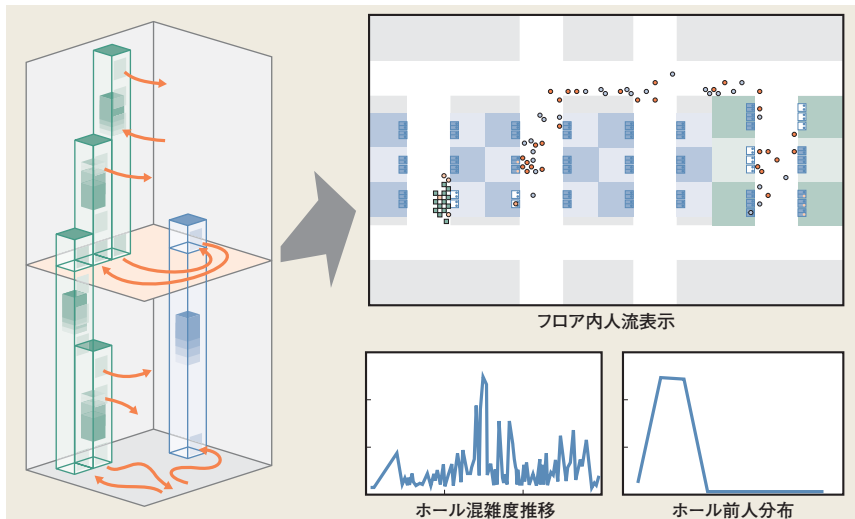
日常に近い状況の中で手軽に脳活動

を測定することのできる携帯型光トポグラフィ技術を開発した。今回、製作した試作機では、計測部位を前頭前野に限定して、大幅な小型軽量化を実現している。頭に装着する機器の部分が約400g、装置本体が約630g、合わせて約1kgと軽量であり、バッテリーで3時間動作する。無線LANに接続すれば、1台のノートパソコンで最大24人の計測制御およびリアルタイムデータ表示ができ、一つの事象に対して複数の被験者の反応を計測することや、人と人のかかり合いと脳活動との関連を調べることも可能となる。今後、臨床医療をはじめ、教育現場、家庭などでの利用をめざす。

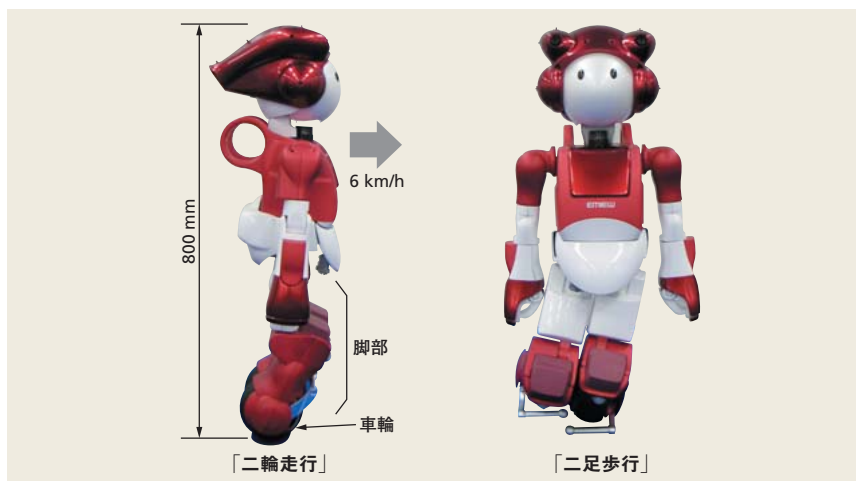
15  
エレベーター連動人流シミュレータ

超高層化、大規模化とともに複雑化するビル内の人の流れを三次元シミュレーションで表示することが可能な「エレベーター連動人流シミュレータ」を開発した。

このシミュレータでは、セルオートマトン型計算モデルを用いた群衆行動モデルとエレベーターの運行モデルを連動させることにより、ビル内の人の流れを再現する。また、人の心理モデルを用いてフロア内の人の挙動を再現し、混雑度や輸送効率を高精度に評価することができる。これを用いること



15 ビル内三次元人流とシミュレータの出力例



16 人間共生ロボットEMIEW2

で、オフィスビルやデパートなど、ビルの用途に適したフロアレイアウトやエレベーター構成を、混雑度や交通量など定量的な指標に基づいて適切に決定することが可能となる。なお、この技術は横浜国立大学と株式会社ジェイアール東日本企画との共同研究成果である。

Existence as Workmate)2]を開発した。

[主な特徴]

- (1) 人環境での本質的な安全性を確保するために、実用的な身長800 mmを重量13 kgという軽量で実現
- (2) 人に合わせて移動できる時速6 kmの高速性と行動範囲の拡大を図る段差踏破を両立する脚車輪機構

また、歩行者に対して回避経路を生成する衝突回避機能、離れた位置からの話し掛けを認識する遠隔音声認識機能を従来機から継承し、環境地図生成と自己位置認識を行うSLAM (Simultaneous Localization and Mapping)機能を追加した。

今後、オフィスビルなどの公共空間

人間共生ロボット新型EMIEW2

「人の生活シーンで活動する人間共生」をコンセプトとし、安全性と移動性を高めた新たなロボット「EMIEW (Excellent Mobility and Interactive

における応用実証試験を通じて、ロボットを適用した事業創生をめざす。(発表時期：2007年11月)

電動アクティブヨーコントロールシステム

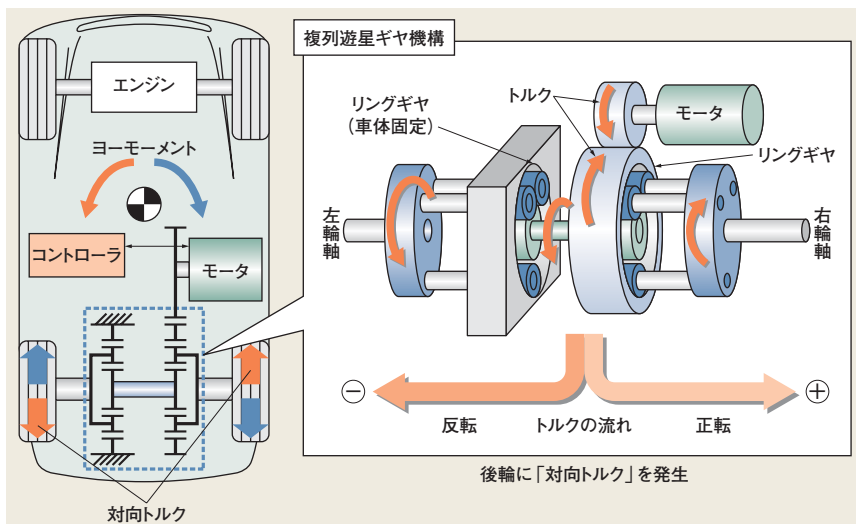
障害物回避時での車両安定化デバイスとして、車両の旋回性能をアクティブに制御可能な電動アクティブヨーコントロールシステムを開発した。

このシステムは、複列遊星ギヤ機構とモータとコントローラから構成され、1個のモータで左右の後輪に対向する逆向きのトルクにより車両を旋回させるもので、ドライバーの技量にかかわらず安定した緊急回避を実現する。これまでに、ドライ路における回避距離が15%短縮することを実車で確認した。また、試乗会を通じて、社内外よりモータの高応答を活用した独創的なシステムとして高い評価を得ている。今後は、早期実用化に向け、小型・軽量化、高機能化を図る。

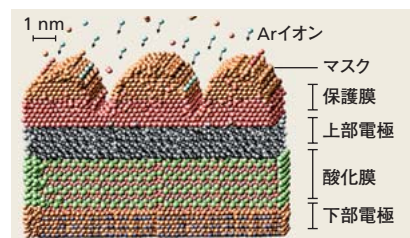
分子計算を応用したナノスケール加工技術

半導体デバイスや磁気ディスク・磁気ヘッドなどに使用される厚さ数nm～数十nmの合金薄膜にアルゴンなどの粒子を入射して、エッチング加工する過程をシミュレートする技術を開発した。

これにより、従来は単元系金属しか扱えなかったナノスケールの凹凸パ



17 電動アクティブヨーコントロールシステム



18 薄膜デバイスの製造工程におけるエッチングのシミュレーション



ターン加工シミュレーションを、基本構造・性質が実験では知られていない、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、次世代の磁気ヘッドや磁気記録媒体の加工条件最適化に活用していく予定である。

### 19 トンネルアクチュエータの製品化と最先端技術

ユニークなコア構造を持つ新しい直線駆動装置として、日立独自のトンネルアクチュエータ (TA: Tunnel Actuator) を考案し、日立ビアメカニクス株式会社と共同開発でプリント基板穴明け機のZ軸への製品化に成功した。

この製品はTAの超高速往復駆動力で1分間に1,000個の穴を明ける、優れた性能が国内のみならず海外でも高く評価され、2007年10月には米国でR&D 100賞を受賞した。また、静岡理工科大学の大塚二郎教授研究室との共同研究で、2007年5月には5 nmの超精密位置決め装置開発に成功している。今後は、超精密工作機械、液晶・半導体製造装置、産業機械などへの製品開発に注力する。

### 20 安全・安心な自動車を実現する画像認識技術

画像認識処理によって、走行中に衝突危険性のある先行車両や歩行者を検



19 トンネルアクチュエータによる超高速プリント基板穴明け機 (Z軸に6台搭載)

出する車載カメラを開発した。今回、開発したのは次の二つである。

(1) 走行レーン認識や先行車両検知など、複数の基本機能を低コストで実現する多機能単眼カメラ

(2) 画像だけから対象物までの距離を測定し、カメラだけでは困難とされていた歩行者検知や衝突回避制御を可能とするステレオカメラ\*

両カメラとも、複雑な認識アルゴリズムを実時間で処理するために、局所並列処理方式を採用した画像認識専用プロセッサを独自開発し、搭載している。今後、自動車の事故防止や被害軽減を目的として、さまざまな走行制御システムに高度な画像認識技術が期待されており、実用化に向けた開発を推進する。

\* ステレオカメラは、富士重工業株式会社との共同開発である。

### 21 MgB<sub>2</sub>を用いた磁気軸受超電導マグネット

2001年に発見されたMgB<sub>2</sub> (二ホウ化マグネシウム) 超電導物質を用い、東海旅客鉄道株式会社 (JR東海) リニア開発本部と共同で、高性能の長尺線材を作製し、内径500 mmの超電導マグネットを開発し、液体ヘリウムなどの液体媒体を使用せず、冷凍機による伝導冷却方式を適用し、磁気軸受超電導マグネットシステムとして機能させる

試験に世界で初めて成功した。

デモンストレーションとして、JR東海によって試験装置に組み込まれ、冷凍機でマイナス267℃まで超電導マグネットを冷却後、180 Aを通電することにより、重さ約630 kgを浮上させた。

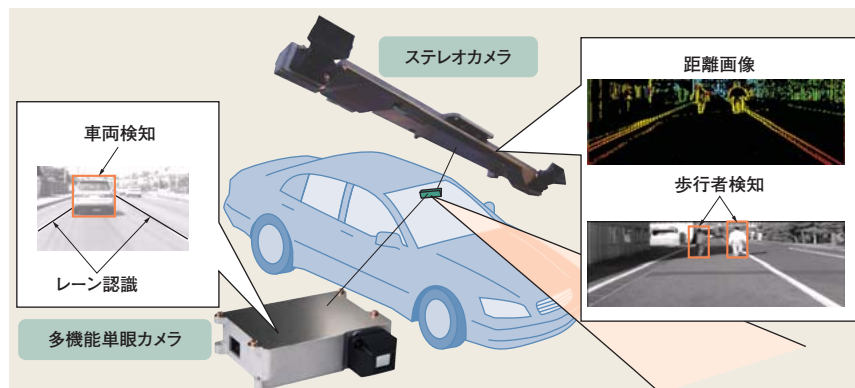
今後、線材の長尺化 (km級)、コイルの大型化が実現すれば、超電導フライホイールや医療用MRI (Magnetic Resonance Imaging) 装置などへの適用が期待できる。

### 22 EMCシミュレーションを活用した14 V電動パワーステアリングの低ノイズ実装技術

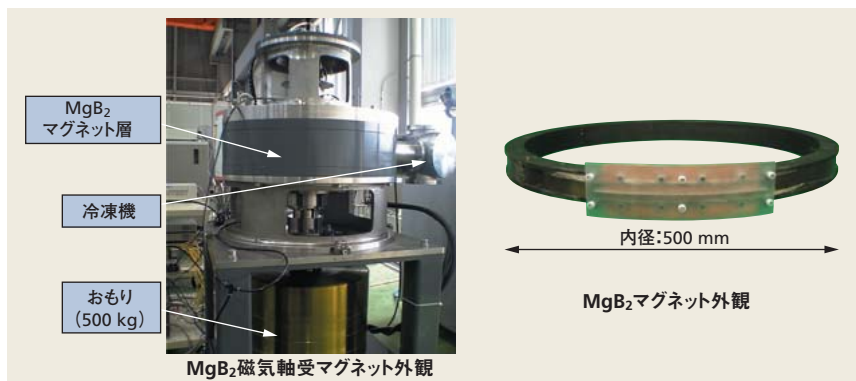
EMC (Electro Magnetic Compatibility) シミュレーションを用いたパワーエレクトロニクス機器の低ノイズ実装技術は、ノイズ発生源の抜本的な除去による不要電磁波の大幅な低減を可能とする技術である。

今回、この技術を活用して電動パワーステアリングシステム (EPS: Electric Power Steering) を開発した。

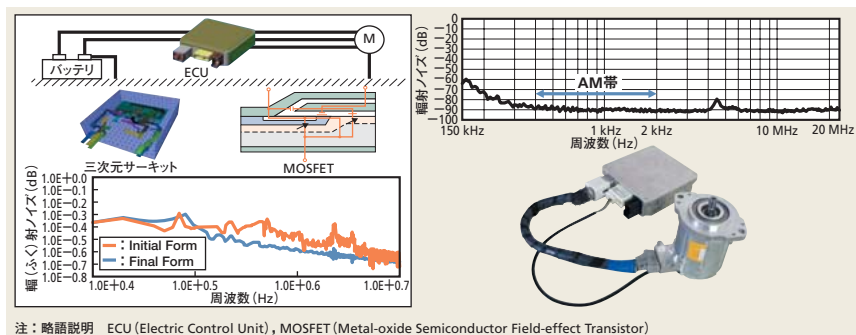
EPSは、コンピュータ制御されるモータによってハンドル操舵 (だ) をアシストするもので、燃費向上、環境保護、車両付加価値向上などのシステムメリットから世界的に需要が急拡大している。この実装技術により推力1万1,000 Nの高出力とクリーンな電磁環境との両立を実現している。



20 走行環境を認識する単眼カメラとステレオカメラ



21 MgB<sub>2</sub>磁気軸受超電導マグネットシステムとMgB<sub>2</sub>マグネット



22 電動パワーステアリング用14Vモーター・インバータとEMCシミュレーションモデル

### サーバ仮想化技術

情報システム浸透に伴い、サーバ台数の増加が問題となっており、その解決策として1台の物理サーバ上で複数の仮想サーバを稼働させる「サーバ仮想化技術」が注目されている。そこでメインフレーム時代からの蓄積を活用し、オープンサーバ向けサーバ仮想化技術を開発した。

現在主流の仮想化技術は、ソフト

ウェアによって実装されたものが多い。これに対し、入出力処理を支援する専用ハードウェアを開発し、以下の特徴を実現した。

- (1) ハードウェア処理による高い入出力性能
- (2) 物理サーバと仮想サーバとの優れた互換性
- (3) 仮想サーバ間の独立維持によるセキュリティ確保

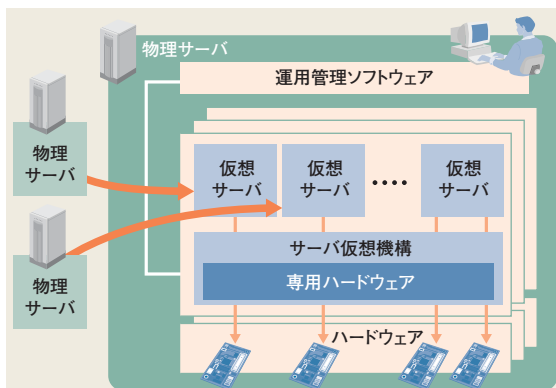
また、仮想化に対応した運用管理ソフトウェアも同時開発し、データセン

ターの運用負荷を低減する。今後は、システムの高信頼化やデータセンターの省電力化など、新分野への技術適用を推進していく。

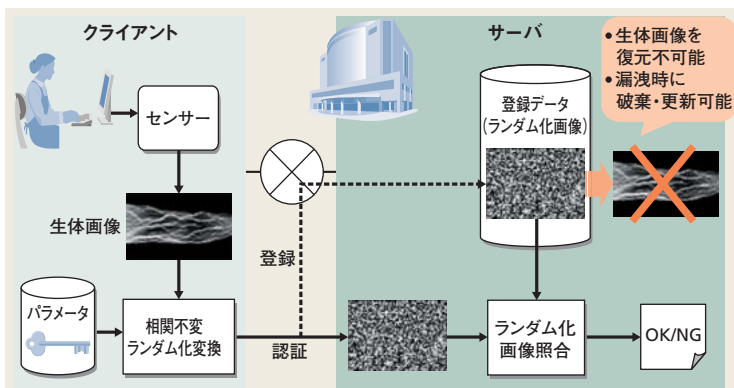
### 生体情報秘匿型バイオメトリクス技術

静脈や指紋などの生体情報を用いて個人を識別する生体認証技術の普及が進んでいる。しかし、生体情報はパスワードのように自由に取り替えることができない。ATM (Automated Teller Machine) などでは、カードのICチップ内で生体情報を保管・照合することで、漏洩(えい)が防止されているが、生体情報をサーバで一括管理するサーバクライアント型の生体認証システムでは、その漏洩防止が重要課題となっている。

これに対し、生体情報を秘匿(とく)したまま認証を行い、漏洩しても取り替えることができる、生体情報秘匿型バイオメトリクス技術を開発した。この技術を用いたシステムでは、クライアントが秘密のパラメータ(暗号鍵に相当)を用いて生体情報を変換(暗号化に相当)し、ランダムデータと区別がつかない状態にしてからサーバに登録する。認証時にも同様に生体情報を変換し、ランダム化してからサーバに送信する。変換アルゴリズムは生体情



23 サーバ仮想化技術による物理サーバの統合



24 生体情報秘匿型バイオメトリクス認証システム

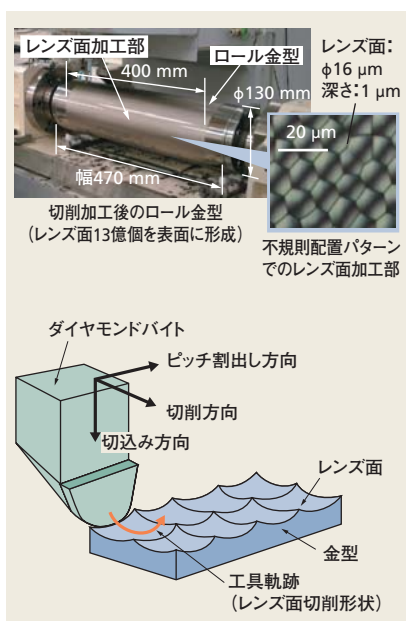
報間の距離を保存するため、サーバは元の生体情報を知ることなく照合できる。これにより、サーバ管理者のミスや不正に対しても生体情報を安全に保護することが可能となる。

**25** マイクロレンズアレイを有する光学フィルム製造用ロール金型の超精密切削加工技術

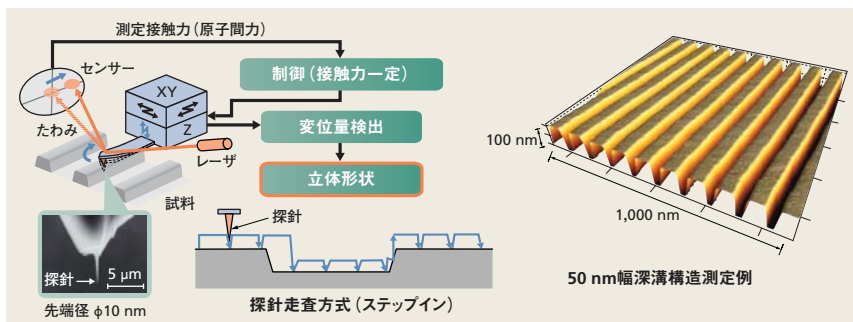
直径10~20 μmの微細なレンズ(マイクロレンズ)を高密度に配置したマイクロレンズアレイを表面に有する光学フィルム製造用のロール金型を、ダイヤモンドバイトを用いた超精密切削により加工する技術を開発した。

この技術では、ピエゾ駆動方式による高速・高精度切込みヘッドを搭載したロール金型加工装置を新たに開発し、1秒間に約4,000個のレンズ面を金型表面に形成することを可能としており、約13億個のレンズ面から成る不規則配置パターンをロール金型表面に付与することができる。

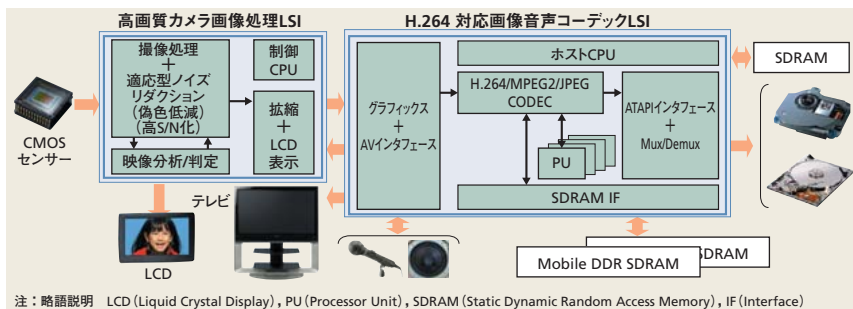
なおこの技術は、日立化成工業株式会社により、液晶ディスプレイに用いる光学フィルムの成形金型に適用されている。



25 切削加工後のロール金型とレンズ面加工部(上)と切削による金型のレンズ面加工(下)



26 AFMの原理(左)と測定例(右)



27 画像処理システム構成例

**26** ナノデバイス立体形状の高精度・高速測定を実現するAFM(原子間力顕微鏡)

極細探針を精密に制御しながら試料をトレースすることで微細立体形状を測定するAFM(Atomic Force Microscope: 原子間力顕微鏡)は、従来、熟練者が実験室で使用する装置であった。今回、この概念を打ち破り、数十nmサイズの立体形状を高速・高精度で自動測定できる技術を開発した。独自の探針走査方式(アドバンスト・ステップイン)により、速度・精度・使い勝手を同時に向上させている。この技術は、半導体などのナノデバイスの製造に欠かせない装置として、2007年3月、日立建機ファインテック株式会社と協力して製品化した。

この研究の一部は、経済産業省の資金を基に、2002年度に財団法人光産業技術振興協会が受託したプロジェクト「大容量光ストレージ技術の開発事業」(2003年度からNEDOプロジェクト)に関するものである。

**27** BDカム用画像処理技術の開発

BD (Blu-ray Disc)カム向けのカメラ画像処理LSIおよび画像音声コーデックLSIを開発した。カメラ画像処理LSIは、フルHDの動画撮影および500万画素静止画撮影に対応している。高画質化技術としては、従来カメラ画像処理比で6 dBのS/N(Signal to Noise)改善効果を有する適応型ノイズリダクションを開発した。画像音声コーデックLSIはH.264とMPEG (Moving Picture Experts Group) 2の動画圧縮とJPEG (Joint Photographic Experts Group)の静止画圧縮に対応している。画像の動きや視覚特性に基づく適応的なアルゴリズムを開発し、原画像に忠実な高効率圧縮を実現させた。

また、システム小型化のため、グラフィックス処理、画像・音声ストリームMux/Demux: (Multiplexer/Demultiplexer)、ホストCPU、ATAPI (Advanced Technology Attachment Packet Interface)をワンチップに集積した。



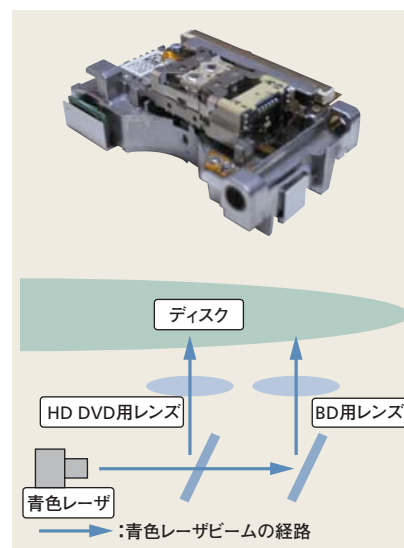
BD/HD DVDドライブとデバイス技術

次世代光ディスクとしてブルーレイザを用いたBDおよびHD DVDの普及が本格化しようとしている。今回、株式会社日立エルジーデータストレージ、株式会社日立メディアエレクトロニクス、株式会社ルネサス テクノロジと共同でBDの記録再生、HD DVDの再生機能を有する光ディスクドライブを開発した。

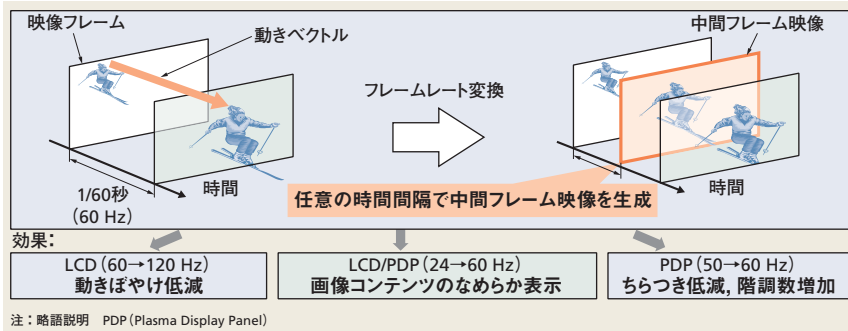
[主な特徴]

- (1) BD, HD DVDの両フォーマットに対応したキーデバイスの開発
  - (a) 高効率2レンズ方式、レーザをBD/HD DVDで共用するための光ビーム経路切替機構搭載ピックアップを開発
  - (b) ディスクからの再生信号を最適な波形へと変換する高性能適応信号処理を実現したLSIの開発
- (2) さまざまな動作環境に対応して最適な発光パルス波形を生成する高精度記録制御技術を開発し、業界最高速であるBD6倍速での記録を実現

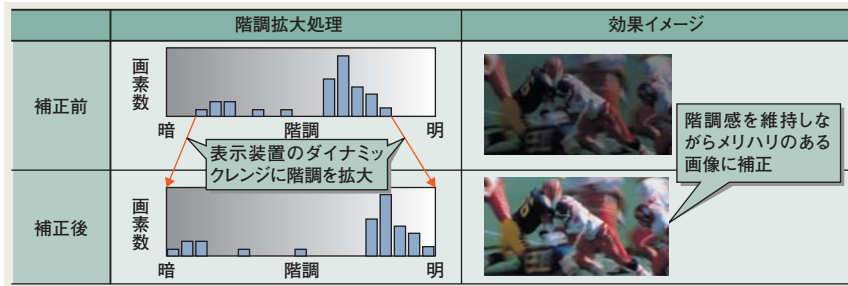
今後は、それぞれの技術のさらなる高性能化を行うとともに各種ドライブへの展開を図る。



30 開発した光ピックアップ(上)と、光ビーム経路(下)



28 動きベクトルを活用した高画質フレームレート変換



29 ヒストグラム適応階調拡大処理

動きベクトル活用による高画質信号処理技術

映像の動きベクトルを高精度に検出し、任意の時間間隔で新たな中間フレームを生成する画像エンジンにより、FPD (Flat Panel Display) の飛躍的な性能向上を実現した。

[主な特徴]

- (1) フィルムの毎秒24コマの映像から60コマの映像を生成し、なめらかで自然な動きを再現する。
- (2) フレーム周波数60 Hzの映像信号から120 Hzの映像信号を生成し、液晶を高速駆動することで動画ぼやけを大幅に低減する。
- (3) PAL (Phase Alternating Line) 方式の映像信号 (50 Hz) から60 Hzの映像信号を生成し、アジア・欧州向けプラズマテレビのフリッカ抑制と高階調表示を両立する。

今後は、動きベクトル検出性能のさらなる改良と、それを活用した信号処理技術により、FPDの高画質化を推進していく。

携帯電話向け高画質化技術

ハイビジョンテレビ「Wooo」の画質補正技術を応用して携帯電話向けの高画質表示技術を開発し、株式会社カシオ日立モバイルコミュニケーションズ製ワンセグ対応携帯電話に適用した。

[主な特徴]

- (1) ヒストグラムを使った画像認識処理により、フレーム単位で画素の輝度分布を分析する。画素が存在する階調範囲を表示装置のダイナミックレンジに合わせて拡大することにより、階調が豊かで奥行き感のある画像表示を実現する。
- (2) 光センサー出力に連動させて黒側の階調を補正することにより、明るい環境における画像暗部の視認性を向上する。

今後も高画質表示技術の開発を推進し、携帯電話以外のモバイル機器にも展開していく。