

研究開発センター・生産技術センター

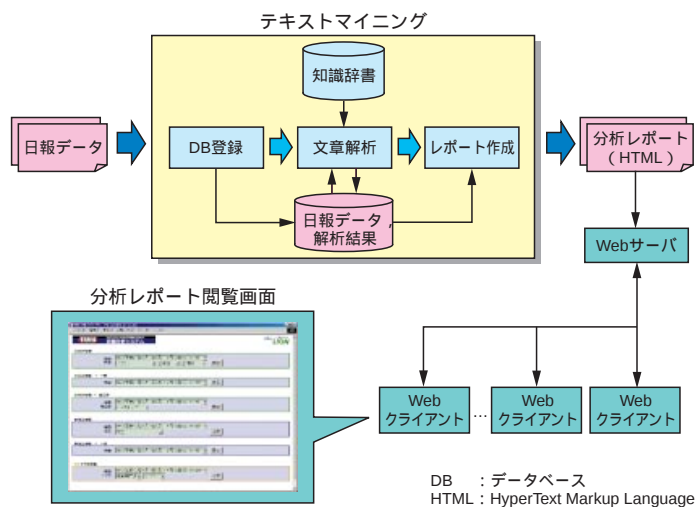
当社の分社化が1999年4月にスタートして1年半余、本社研究開発部門では、当社として新事業につながる技術、社内カンパニー事業分野の先行的革新技術、そして東芝グループとして共通基盤となる技術の開発に注力しています。加えて、将来の革新的技術開発につながる基礎研究にも一定のリソースを配置して、21世紀の新たな事業展開のためのシーズ創出に努めています。

強化分野の一つである情報通信分野では、まもなく始まる第三世代携帯電話用の小型電力増幅モジュールを開発しました。また、“Bluetooth™(BT)”のプロモーター企業として、アプリケーションソフトウェア“SPANworks™”を開発、世界初のBT対応無線PCカード/モデムステーションとの組合せでアドホックパソコン(PC)ネットワークの形成ができる製品を実現しました。一方、実証実験用Hybrid-MMAC(Multimedia Mobile Access Communication)伝送装置を開発、移動通信分野での更に先の世代への準備も進めています。材料デバイス分野では、電解質の固体化技術開発により高効率色付き透明太陽電池実現に一步近づき、一方、ブロックコポリマーのミクロ分離作用を利用した超微細加工技術を開発するなど、ナノテクノロジー分野でも成果を上げました。生産技術分野では、リアルタイム製造情報管理システムで新たな展開を図りました。

研究開発センター チーフリサーチオフィサー 井川 康夫

1 情報通信システム

● テキストマイニングによる営業日報分析



テキストマイニングによる日報分析システムの構成
Analysis of daily reports using text mining

自然言語処理技術を用いて営業日報をデータ化し、経営判断に生かす日報分析システムを開発した。

このシステムは、分析の視点に応じた知識辞書を用いてテキストを解析し、単語や構造が異なる文章でも、意味が近い場合には標準的な文章に自動的に要約する。これにより、従来、分析が難しいとされてきたテキストデータから、営業活動と売上げ傾向の因果関係を抽出できるようになった。このように、成功事例や機会損失事例の分析を行うことにより、営業ノウハウの顕在化と共有化を可能にした。

なお、この開発はライオン(株)と共同で実施した。

● 不特定話者連続音声認識技術



日本語音声認識/合成ソフトウェアLaLaVoice™2001
"LaLaVoice™2001" Japanese speech recognition and synthesis software

ユーザーの声の登録を必要としない連続音声認識方式を開発し、文章入力機能を含む日本語音声認識/合成ソフトウェアLaLaVoice™2001を、パッケージソフトウェアとして製品化した。

新方式は、“複合音響特徴平面による音声の特徴抽出技術”と“音声セグメントを単位とした音声の識別技術”という独自技術をベースとしている。このため、音声による文章入力の分野では一般的である、めんどろなユーザーの声の登録(話者適応又はエンロールと呼ばれる)を事前に行う必要がない。更に、固い文章からメールで使われるような会話風の文章まで、広範な例文をカバーしているので、様々な文体に対応できる。認識性能においても他の文章入力ソフトウェアを上回る性能を確認した。

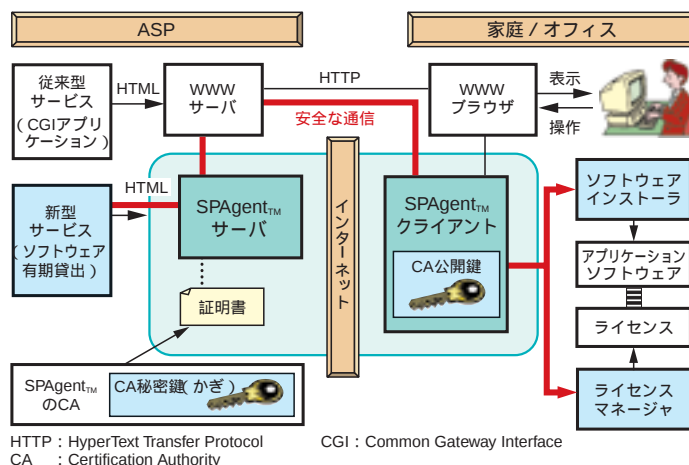
● EC/ASPセキュリティ基盤技術 SPAgent_{TM}

コンテンツ / 情報流通にかかわる一連の技術を統合したセキュリティ基盤 SPAgent_{TM}の実装に成功した。

社会基盤としてのEC/ASP(Electronic Commerce/ Application Service Provider)には、暗号化、認証、データ圧縮、コピープロテクション、遠隔実行、回線切断からの復旧といった共通の機能が求められる。

SPAgent_{TM}を導入すれば、拡張HTMLの記述でこれら機能が利用でき、ユーザーやサービス提供者は従来のブラウザなどを使っても一定の安全性が保証される。次世代暗号(当社Hierocrypt_{TM}など)への差替えもできる。

この技術は、当社のソフトウェア有期貸出ASPサービス事業のコアモジュールとして採用された。



ASPサービスの構成例

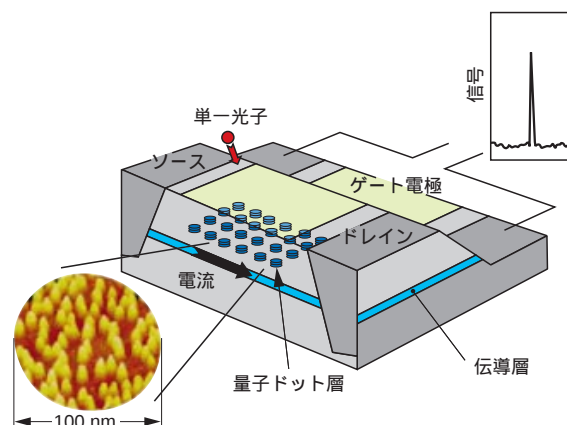
Typical structure of ASP service system

● 量子暗号通信用単一光子センサ

当社の英国ケンブリッジ研究所では、量子暗号通信に必須な高感度ローノイズな単一光子センサを開発した。

量子暗号通信とは、暗号解読鍵のビット情報を光ファイバ中を伝搬する単一光子列に載せて送受信し、盗聴を量子力学的に完全不可能にする究極の暗号通信コンセプトである。その実用化に向けた通信性能向上には、新たな単一光子センサの開発が必要であった。

今回、化合物半導体量子ドット構造をFET(Field Effect Transistor)デバイスに導入することによって、単一光子入射により励起される電荷を量子ドットに捕獲し、FET構造で電気的に読み出すことに世界で初めて成功した。



量子ドット構造を持つ単一光子FETセンサの構造
Quantum dot single-photon FET sensor

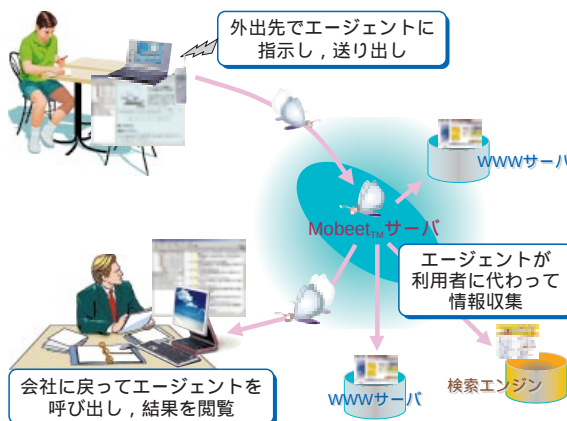
● 情報収集エージェント “Mobeet_{TM}”

“Mobeet_{TM}”は、モバイル・インターネット時代の情報収集エージェントである。

エージェントに指令を与えて仕事を託せば、後は通信を切断してもPCの電源を切っても、インターネットの中でエージェントが利用者に代わって情報を収集してくれる。利用者は、いつでも、どこからでも自分のエージェントを呼び戻して、収集された情報を受け取れる。例えば、外出先で携帯機器から指令を出し、会社に戻ってから、デスクトップPCで結果を受け取って閲覧できる。

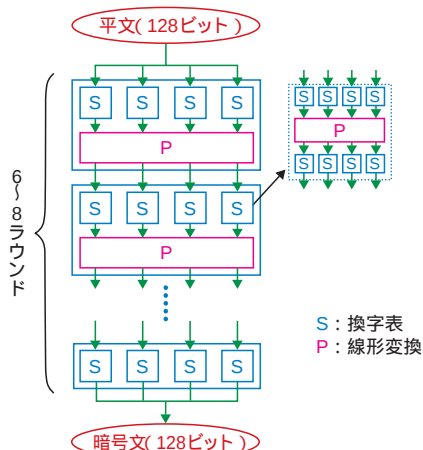
北陸先端科学技術大学院大学 片山教授との共同研究の一環であり、次のURLでサービス公開中である。

<http://beegent.jaist.ac.jp:8000/Mobeet/>



Mobeetによる情報収集
Information gathering using “Mobeet”

● 次世代共通鍵暗号“ Hierocrypt™ ”



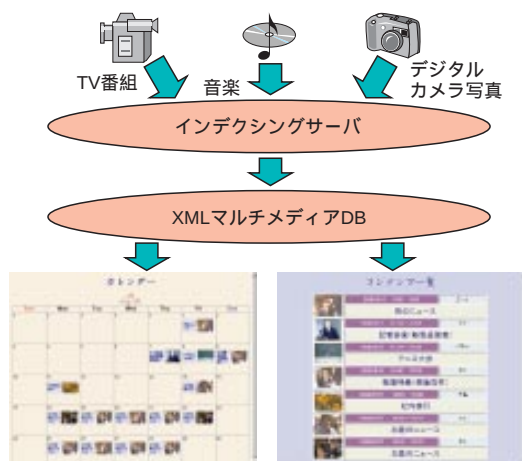
128ビット版“ Hierocrypt™ ”のデータ攪拌(かくはん)部の構造
Structure of data randomizing part of 128-bit Hierocrypt™

ネットビジネスに広く利用可能な次世代共通鍵暗号“ Hierocrypt™ ”を開発した。

Hierocrypt™は、高い安全性、あらゆるプラットフォームでの高速性、及びスケーラビリティを兼ね備え、128ビット版と64ビット版の2方式がある。

この2方式を、政府調達用暗号技術、ISO(国際標準化機構)/IEC(国際電気標準会議)の標準化、欧州標準暗号NESSIEの各公募に提案している。方式の優位性を客観的に示すことで、早期の事業化を目指す。既存の主要な攻撃法に対し高い安全性を保証する、独自の入れ子型SPN(Substitution Permutation Network)構造が特長である。

● ホームPC向けマルチメディアアルバム

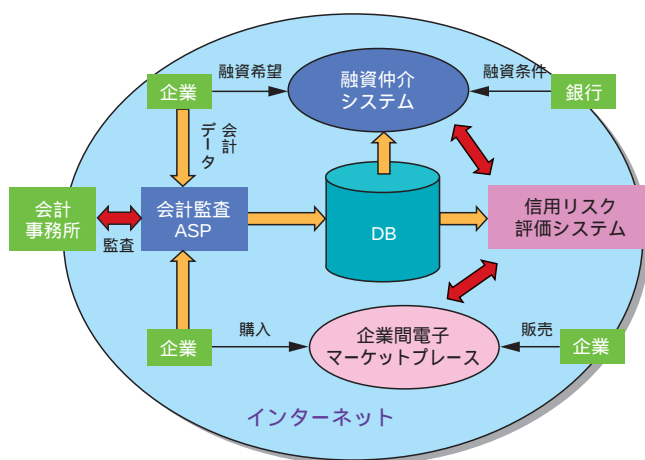


ホームPC向けマルチメディアアルバムの概要
Overview of multimedia album system for home PCs

テレビ(TV)番組、デジタルカメラ写真などのマルチメディアコンテンツを自動的にインデクシングして蓄積し、欲しいデータを簡単に検索できるホームPC向けマルチメディアアルバムを開発した。

世界で初めてのMPEG 7(Moving Picture Experts Group Phase7)に対応可能なXML(eXtensible Markup Language)記述によるマルチメディアDBである。テロップや音声の認識によるインデクシング技術により、番組単位だけでなく、番組の内容にまで踏み込んだ検索を行い、見たいシーンからの再生が可能となった。ホームPC向けTV動画管理ソフトウェアとして一部機能を製品化予定である。

● サイバー金融



サイバー金融
Cyber financial system

企業向けの融資の活性化に向けて、金融工学技術を応用したリスク評価モデルを、東京工業大学理財工学研究センターと共同で開発した。これをコアに、情報処理振興事業協会(IPA)プロジェクトで、以下の構成のシステムを構築した。

- (1) 信用リスク評価システム：倒産確率などを算出
- (2) 会計監査ASP：DB内のデータの信頼性を保証
- (3) 融資仲介システム：融資業務の効率化

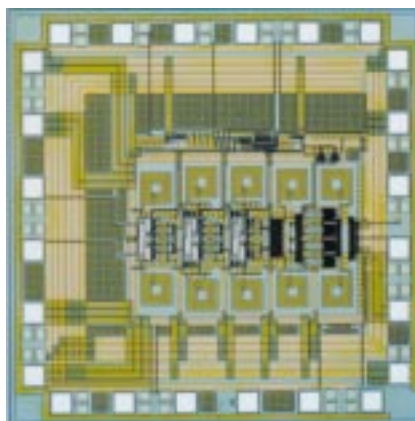
今後普及すると予測されるインターネット上の企業間取引でも、ネットワーク上の取引相手企業を迅速・的確に評価するニーズが大きい。

● スマートアンテナ用ビーム形成 IC

次世代のマルチメディア無線通信に用いられるスマートアンテナを安価に実現するため、そのキーデバイスであるビーム形成ICを開発した。

アンテナの高利得化や干渉波の抑圧など、電波環境に応じた最適なアンテナパターンをつくるビーム形成処理を、低コスト化可能な中間周波数帯ローカル信号移相方式で行うことができる。デジタル移相制御と周波数変換の両機能を、安価なシリコンICで実現した。

スマートアンテナは、従来高価で特殊用途に限られていたが、このICにより、コンシューマ向け無線通信機器などへも活用できる見通しを得た。



スマートアンテナ用ビーム形成IC
Beam-forming IC for smart antennas

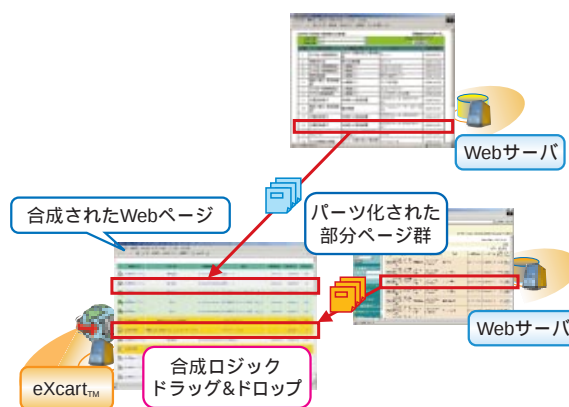
● Webページ分解・統合化技術“eXcart_{TM}”

“eXcart_{TM}”は、Webページを複数の部分ページに分割し、それらをパーツとしてページ間で再利用可能とするミドルウェアである。

Webサーバへ組み込むと、商品比較ページのような複数サイトのコンテンツを合成するサイトを、プログラミングすることなく簡単に構築することができる。

更に、ブラウザに組み込むと、複数の商品カタログページからお好みの商品だけを、ドラッグ&ドロップで一つのページに収集するように、サイトをまたがって部分ページを直感的な操作で組み合わせることができる。

調達サイトのシステム連携へ適用実験中である。

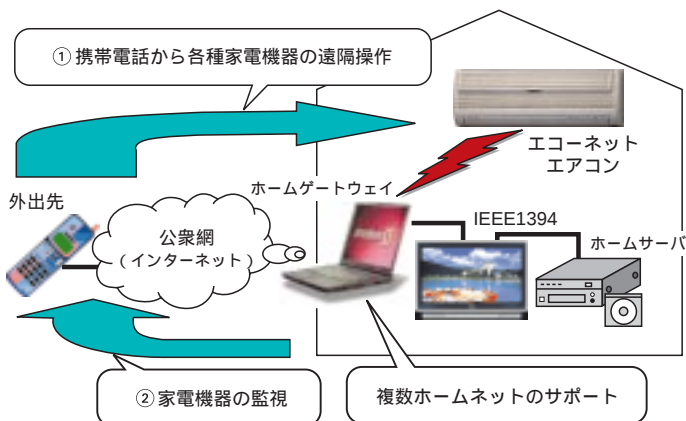


“eXcart_{TM}”の動作イメージ
Working model of “eXcart_{TM}”

● 携帯インターネット対応ホームゲートウェイ

携帯電話から家電機器の遠隔制御や監視を可能とする、携帯インターネット対応ホームゲートウェイを開発した。デジタル家電が接続されるホームネットワークと、携帯インターネットの間に配置される。

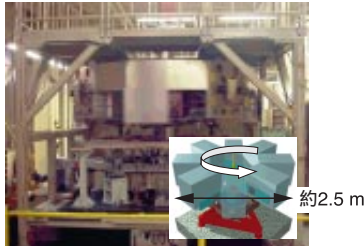
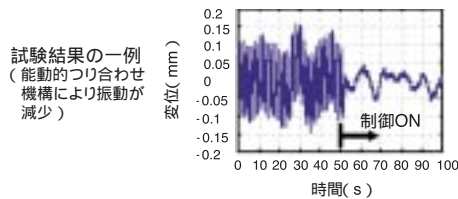
Web技術やJava技術を採用し、AV(Audio Video)ネットワーク(IEEE 1394)や設備系ネットワーク(エコネット)など、複数の家庭網技術に対応した初のホームゲートウェイである。動画転送が可能となるIMT(International Mobile Telecommunications)2000の時代には、家庭内の映像コンテンツのMPEG 4配信なども可能になる。



ホームゲートウェイのアプリケーション
Applications for home gateway

2 機械システム・ソフトウェア設計技術

● 重力発生装置用振動制御システム



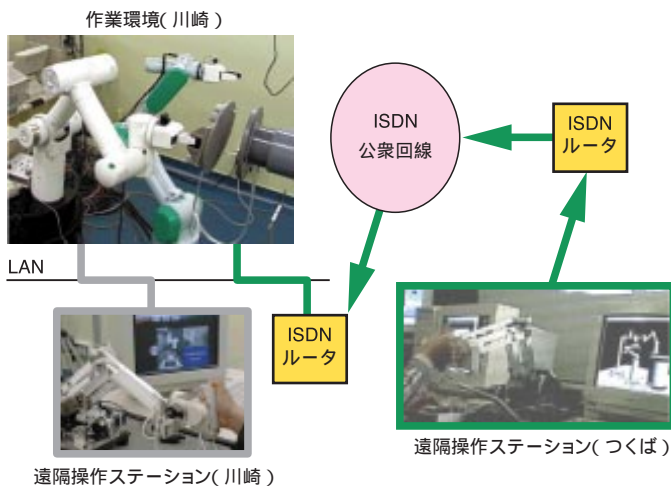
振動制御システム検証用地上試験装置
Test apparatus for verification of vibration control system

国際宇宙ステーションに搭載される重力発生装置(セントリフュージロータ)は,回転により最大2.2 gの人工重力を発生する。この装置の最大の技術ポイントは,回転によって発生する振動で装置内部及び外部の重力環境を乱さないようにするための振動制御システムの開発である。このシステムは,能動的つり合わせ機構,振動絶縁機構,能動的減衰機構から成り,これらの基本性能を実機大の地上試験装置により検証した。

上記の成果は,今後の実機設計に反映され,2006年予定のシャトル搭載での打上げを目指す。

この開発は,宇宙開発事業団の委託によるものである。

● ISDNを介した遠隔操作ロボットシステム



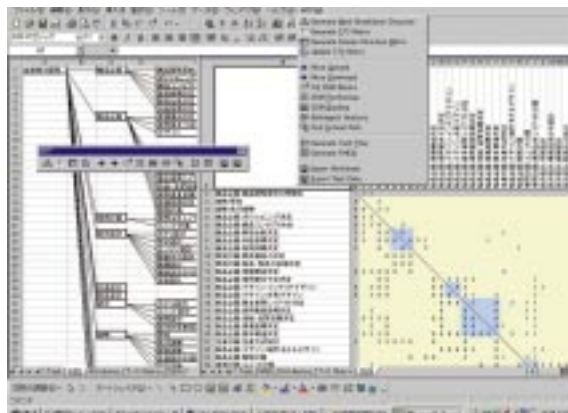
ISDNを介した遠隔操作ロボットシステムの概要
Overview of teleoperated robot system using ISDN

ISDN(Integrated Service Digital Network)を介して遠隔地の画像・力情報を利用し,遠隔地での作業を行うことができるロボットシステムを開発した。

ISDNのような公衆回線を利用すると,情報だけでなく作業を“ だれでも,いつでも,どこにでも ”送ることができるようになる。2台のロボットを,70 km離れたつくばと川崎から遠隔操作し,フランジのふたを取り外す作業を実現した。複数台で遠隔協調作業をすることで,1台ではできない多くの作業へ適用が可能となる。遠隔医療・介護,遠隔保守作業など多くの応用が期待される。

この開発は,新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の提案公募プロジェクトとして,通商産業省(現,経済産業省)機械技術研究所と共同で実施した。

● タスクリスク管理ツール MTP(Matrix-based Task Planning)



MTPの画面表示例
Example of MTP screen display

複雑な製品開発プロセスの問題点を絞り込み,タスク(作業)の関連性・並列性の分析や系統的なリスク分析を可能とする,タスクリスク管理ツールMTPを開発した。

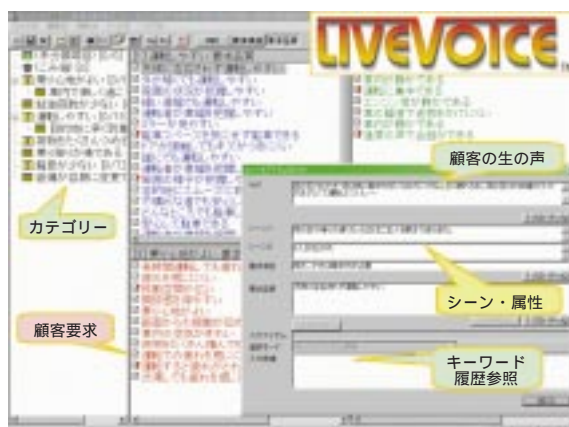
このツールの適用により,複雑なプロセスを後戻り工程も含めてマトリックス形式で簡潔に表現し,最適なタスク順序への並べ替え,実行組織の計画,デザインレビュー実施時期の提案,潜在リスクの明確化,などが可能となる。

これまで,ノートPC,半導体,家電製品など,様々な製品開発プロセスの分析に適用され,改善効果を上げている。

● 要求品質抽出支援ツール LIVEVOICE_{TM}

顧客の生の声(VoC : Voice of Customer)から真の要求を抽出する作業を支援するツールを開発した。

様々な要求や期待が入り交じった膨大な自由記述の VoC からキーワードの自動分類などを行い、要求と思われる文章をピックアップしたり、発言時のシーン情報を参照しながら真の顧客要求を抽出するための発想を支援する。また、KJ 法的グルーピング機能により簡単な操作で顧客の要求全体をツリー構造で把握でき、VoC から要求品質を抽出していく流れが常時把握できる環境を提供する。社内1,000人以上のユーザーが、商品企画設計に積極的に活用している。



要求品質抽出支援ツール LIVEVOICE_{TM}
LIVEVOICE_{TM} customer requirements extraction tool

● 高信頼ソフトウェアテストケース設計手法 SS-FTA

複雑なソフトウェアの信頼性を重点的にテストするテストケース作成手法を開発した。

ソフトウェアのふるまいをUML(Unified Modeling Language)で記述したユースシナリオと、これに対する異常動作パターンの逸脱解析に基づき、FTA(Fault Tree Analysis)を実施する。これにより、システムにとって致命的な異常動作の原因をテストするためのテストケースを選択的かつ重点的に生成し、システムの信頼性チェックを強化する。

当社では、この手法を、特に複雑な内部構造を持つ組込みソフトウェアを中心に適用することで、これらの製品の高品質化を目指している。

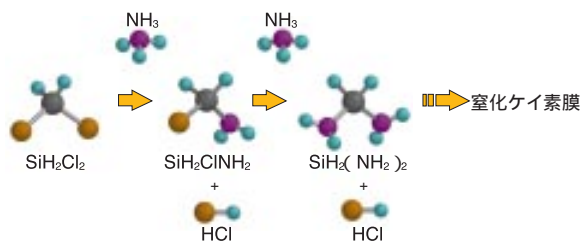


SS-FTAによるテスト項目設計の例
Example of test case design by SS-FTA

● 分子レベルの反応解析自動化手法

半導体デバイス製造過程の成膜、エッチングプロセスの開発は、分子レベルでの現象の理解により、大幅に加速される。専門家以外には困難であった分子レベルの反応解析を、容易に行える枠組みを試作した。

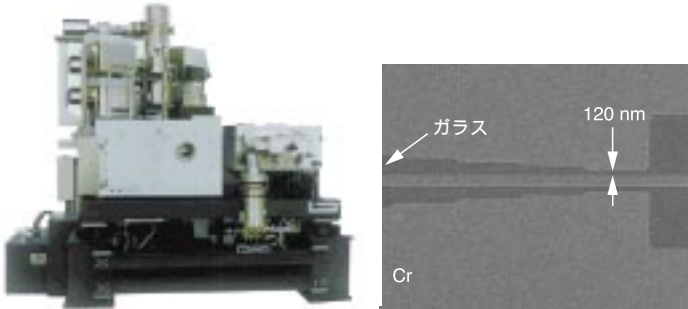
分子を指定するだけで、原子配置と初期速度をランダムに決定し、各原子に働く力を分子軌道法により算出しながら、ニュートン力学的に原子を動かし、計算機内で化学反応を生じさせる。図に示すような逐次反応過程も自動的に計算できる。今まで知られていなかった反応過程を明らかにすることにより、プロセス開発を加速する新たな発想が生まれる。



窒化ケイ素成膜プロセスの気相反応素過程
Gas phase reaction path in silicon nitride deposition process

3 半導体基盤技術

- DFS化を目指したデザインルール0.15 ~ 0.13 μm 対応高精度電子ビームマスク描画装置 EBM-3500

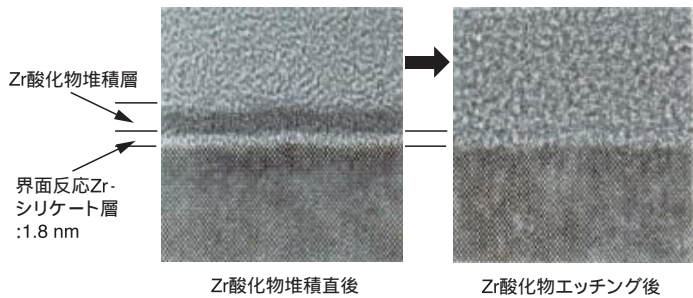


電子ビームマスク描画装置EBM-3500(左)と描画されたパターン(右)
EBM-3500 electron beam mask writing system (left) and mask pattern (right) written by EBM-3500

LSI回路パターン形成の原版となる光マスクを高速・高精度で描画できる,デザインルール0.15 ~ 0.13 μm 対応の電子ビーム描画装置EBM-3500を東芝機械(株)と共同で開発・実用化した。

販売中の0.18 ~ 0.15 μm 対応装置EBM-3000に,マスク基板の恒温化技術(安定性0.03以下),低ノイズ技術(寸法換算で誤差5 nm以下),高速データ処理技術など当社独自の技術開発を行い,描画精度,描画時間の向上及び大規模データ対応の改良を図った。EBM-3500は世界最高の描画性能を誇り,デファクトスタンダード(DFS)装置を目指している。

- 界面反応層Zr-シリケート ゲート絶縁膜

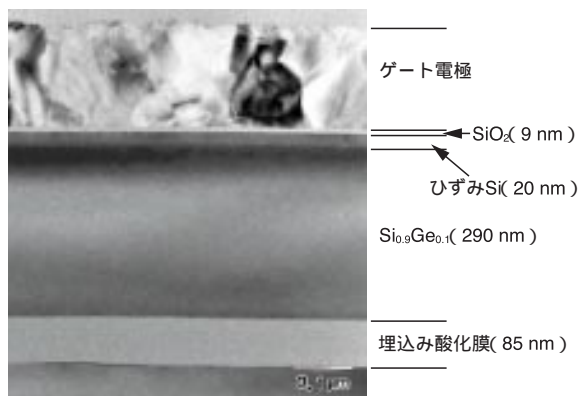


選択エッチングによる界面反応Zr-シリケート絶縁膜の形成
Fabrication of interfacial Zr-silicate gate dielectrics by selective etching

ジルコニウム(Zr)酸化物とシリコン(Si)の界面反応Zr-シリケート層を利用して,Si基板に均一に高誘電率ゲート絶縁膜を成膜する技術を開発した。

次世代LSIにおいては,従来のSi酸化物絶縁膜では漏れ電流を制御できず,高誘電率材料の導入が必須となる。ここでは,Zr酸化物とSiの間に,比誘電率がSi酸化物の約2.5倍である界面反応Zr-シリケート層が形成されることを明らかにした。更に,上部のZr酸化物を選択的に剥離(はくり)することで,高誘電率と良好なSi界面を併せ持つ均一なゲート絶縁膜を形成することが可能になった。

- ひずみ印加により高速化した新構造SOI MOSFET



ひずみSOI素子の断面TEM写真
TEM photograph of strained-SOI MOSFET

現在のULSI(Ultra LSI)用CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)技術でもっとも高速化が期待できる,SOI(Silicon on Insulator)技術とひずみSi技術を融合した新たなひずみSOI素子技術を世界に先駆けて開発した。

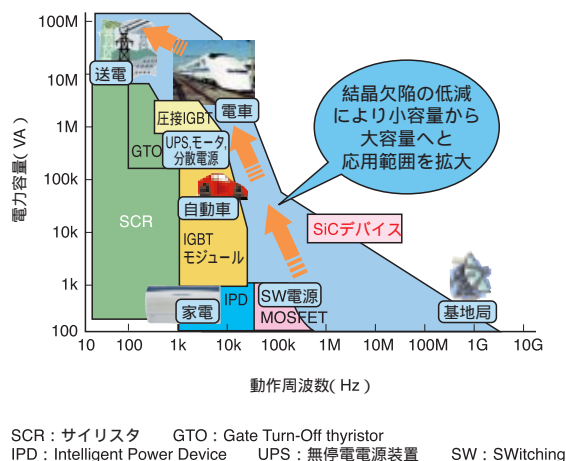
これは,SIMOX(Separation by IMplanted OXygen)及びエピタキシャル技術の二つの要素製法により,Siより格子定数の大きいSiGe層中に埋込み酸化膜を形成し,そのSiGe層上に形成したSi層に引張りひずみを導入した新型MOSFET(Field Effect Transistor)である。

この素子により,通常のSiのMOSFETより,電子では60%,正孔では45%もの移動度向上が実証され,通常のCMOS素子技術を凌駕(りょうが)できる道筋ができた。

● 超低損失SiCパワーデバイス

SiC(炭化ケイ素)はSiの約10倍の絶縁破壊電界強度を持ち、高耐圧・超低損失の次世代パワーデバイス材料として期待されている。ショットキー界面制御、高温イオン注入、接合終端電界緩和構造などの要素技術を開発し、耐圧1kV、オン抵抗 $3\text{ m}\Omega\text{ cm}^2$ (Si限界の1/70)の超低オン抵抗ショットキーダイオードを実現した。Si-IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)との組合せによりスイッチング損失低減が可能となる。

この研究の要素技術は、通商産業省(現、経済産業省)工業技術院ニューサンシャイン計画(NSS)の一環としてNEDOから(財)新機能素子研究開発協会(FED)に委託された“超低損失電力素子技術開発”の成果である。



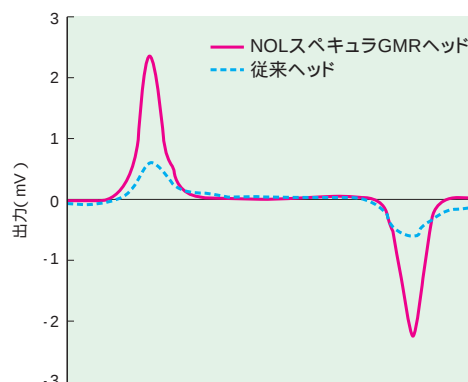
SiCパワーデバイスの応用分野
Applications for SiC power devices

● 100 Gビット/平方インチ級NOLスペキュラGMRヘッド

膨大なデジタル情報の処理を可能としてきたHDD(ハードディスク装置)が、今度は蓄積型デジタル放送の担い手として期待されている。

今回開発したNOL(Nano Oxide Layer)スペキュラGMR(Giant MagnetoResistive)は、当社提案の新型GMR構造の呼称であり、現行のスピナルバルブGMR膜に、nmオーダの極薄酸化層(NOL)を挿入し、スピン電子の金属/酸化物層界面での鏡面反射率を高め、媒体磁界に対する抵抗変化率を2倍以上高めたものである。

この高いヘッド出力トラック幅換算にして $10\text{ mV}/\mu\text{m}$ により、新しいIAV用途で待ち望まれている100 Gビット/平方インチのHDDの実現が可能となる。



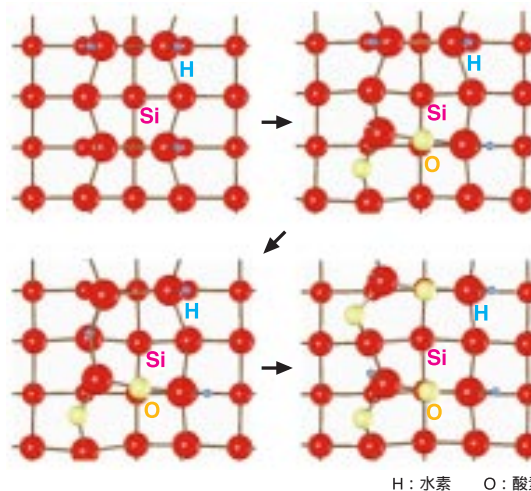
NOLスペキュラGMRヘッドの孤立再生出力波形
Output waveform of NOL specular GMR head

● 水素終端Siの低温原子層酸化をドミノ反応で実現

水素終端Siで、水素がとれた場所が酸化されるとそこへ隣から水素が移動し、酸化と水素の移動が交互に起こることをシミュレーションによって予測し、実験で検証した。

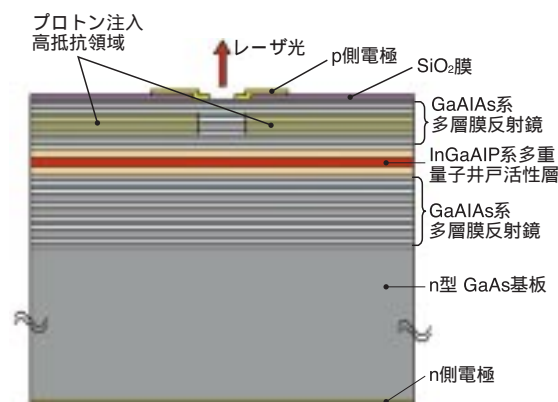
これは、単原子層でドミノ倒しのようにSi表面を酸化できることを示している。1層目が原子層酸化されると、活性化エネルギーが高い2層目以降も原子層ごとに酸化することができ、原子層で制御された絶縁膜の形成が可能となる。LSI素子の微細化に伴い、Si酸化膜では原子層レベルの制御性が要求される。

今回の成果は、原子レベルでの平坦かつ均一な極薄膜絶縁体の製造技術への道を開いた。



酸化と水素拡散が繰り返すドミノ反応の各スナップショット
Snapshots in domino reaction via oxidation and H migration

● 低コスト高速光データリンク用面発光レーザ



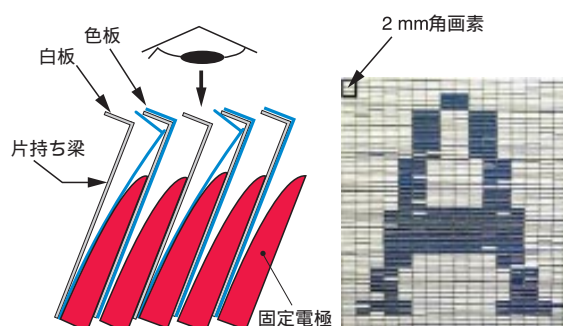
赤色面発光レーザの構造断面
Schematic diagram of InGaAlP-based red vertical-cavity surface-emitting laser (VCSEL)

波長660 nm帯では世界最高の、60°で連続発振する赤色面発光レーザを開発した。プラスチック光ファイバと組み合わせて、1 Gbps以上の光伝送が可能である。

基板と垂直方向からレーザ光が出射する面発光レーザは、通常の半導体レーザと比べ、①ビーム広がりが小さく光ファイバとの結合が容易、②発光ダイオードと同じように素子の取扱いが容易、などの特長があり、光モジュールの大幅な低コスト化が可能である。

また、面発光レーザと類似な構造で、発光ダイオードとしては極めて高速の500 Mbps光伝送が可能で、赤色共振器型発光ダイオードも併せて開発した。

● 反射型で明るい“白”が可能な可動フィルムディスプレイ



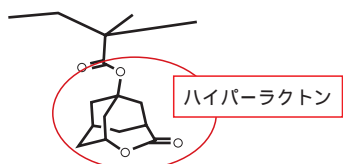
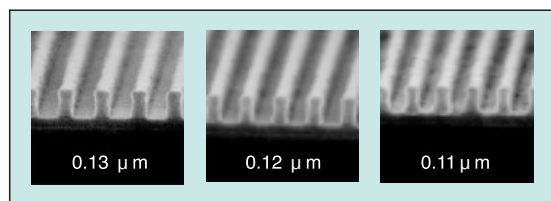
反射型で明るい“白”が可能な可動フィルムディスプレイ
Reflective actuated film display having bright white appearance

電力消費の少ない、非発光(反射)型のディスプレイとして、可動フィルムディスプレイ(AFD: Actuated Film Display)を開発している。

これは、かわら屋根状に白板を並べ、それらのすき間から色板を出し入れする方式である。他方式に比べて、紙に近い白が出せることが特長である。白板・色板は、図のような片持ち梁(はり)の先端に付けてあり、梁を静電力でたわませ動作させる。色板として、シアン、マゼンタ、イエローの透明板を重ねて出し入れすればカラー表示ができる。

今回、大型広告板用として適した2 mm角画素のモノクロディスプレイを作り、動作を検証をした。

● 世界最高レベルの解像性能と感度を持つArFレジスト



ハイパーラクトンの骨格とレジストパターンプロファイル
Chemical structure and resist pattern profile of "Hyper-Lactone"

Gビット級高密度メモリや次世代高速・低電力LSIの製造には、100 nmレベルの微細加工が不可欠である。

当社は、ダイセル化学工業(株)と共同で1 GビットDRAM量産に適用可能な、ArF(Argon Fluoride)エキシマレーザ用レジスト材料“ハイパーラクトン”を開発した。解像性能は110 nm、感度は2 mJ/cm²と世界最高レベルを達成している。既存材料の問題点であるドライエッチング耐性、短寿命を克服し、量産化も実現した。

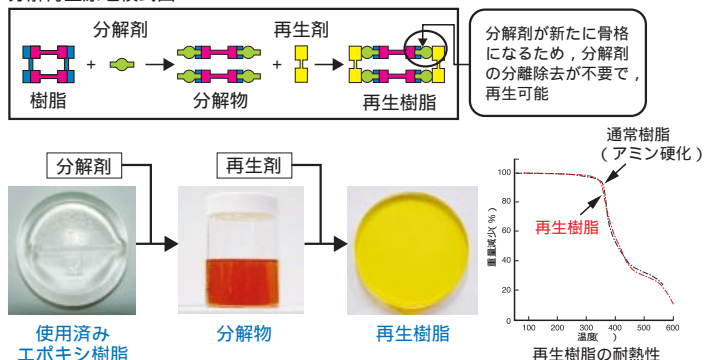
今後、1 GビットDRAM試作ラインで導入評価し、早期デバイス量産化を目指す。

● エポキシ樹脂のマテリアルリサイクル技術

リサイクルが困難なエポキシ樹脂を再びエポキシ樹脂に再生できる技術を開発した。

エポキシ樹脂は電気特性が優れるため電気・電子機器に使用されるが、熱硬化性樹脂であるため熱可塑性樹脂のように再成型して使用できず廃棄されている。この技術では、分解剤が選択的に樹脂の化学結合を切断するとともに、分解剤自身が再生樹脂の骨格に組み込まれるのが特長である。そのため、再生工程において分解剤や分解物の分離・精製が不要で、廃棄物がいっさい発生しないゼロエミッションプロセスを実現できる。再生したエポキシ樹脂はバージン材と同等な特性を持つことを確認した。

分解再生原理模式図



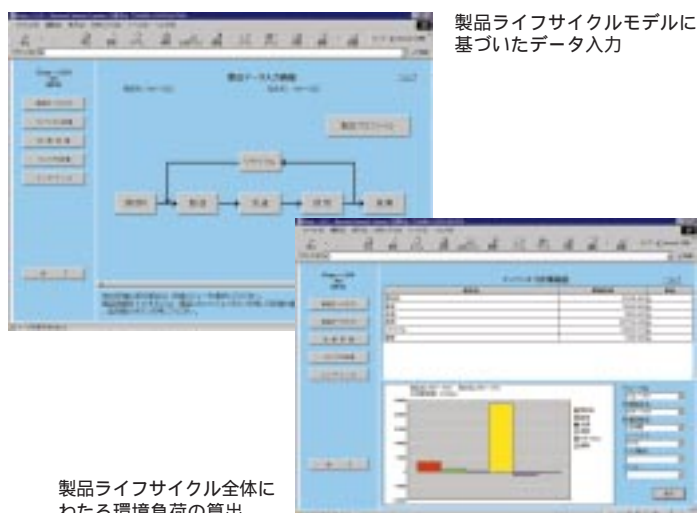
エポキシ樹脂のリサイクル原理と特長
Recycling principle and characteristics of epoxy resin

● 環境影響評価ツール Easy-LCA Web版

環境影響評価ツール Easy-LCA Web版を開発した。

地球温暖化などの環境問題に対応するためには、二酸化炭素排出量を削減するなどの環境に配慮した環境調和型製品の開発が不可欠となっている。

Easy-LCA Web版では、企画、設計、環境、経営などの各部門がイントラネット経由で共同作業でき、データの共有化により業務を効率化できる。更に、輸入原材料による環境負荷の反映、部品単位での環境影響負荷データの登録と再利用、JISコードによる材料選択、ライフサイクルコストの算出、などの機能追加により、評価の精度向上と迅速化が可能になった。



環境影響評価ツール Easy-LCAのデータ入力と結果表示画面例
Examples of "Easy-LCA" life cycle assessment tool screen displays

● 有機塩素化合物分解バイオリアクタ

土壌・地下水汚染の主要因であるトリクロロエチレン (TCE)、シス-ジクロロエチレン (cis-DCE) などの有機塩素化合物に汚染された地下水を、低コストで効率よく浄化するバイオリアクタを開発した。

このバイオリアクタは、当社が発見した分解菌 *Janibacter brevis* を高密度に充填 (じゅうてん) することにより、従来の活性炭処理では処理効率の悪い cis-DCE も無害な物質 (炭酸ガスほか) に効率よく分解できる。パイロットスケールの連続試験では、1年以上にわたり分解率99%以上を維持し、バイオリアクタとしての性能安定性を実証した。現在、実用化へ向けてシステムの最適化を進めている。



Janibacter brevis の走査型電子顕微鏡写真
Electron micrograph of *Janibacter brevis*

6 生産技術

● 携帯端末向け小型カメラモジュール

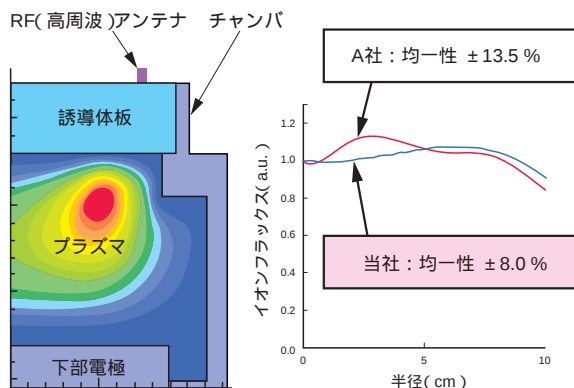


カメラモジュール基板(表, 裏)
Camera module substrate (frontside and backside)

モバイル製品に搭載する小型カメラモジュール(17 mm × 32 mm × 8.2 mm: レンズ, 筐体(きょうたい)を含む)の実装技術を開発し, 量産品に適用した。

撮像素子は, 当社独自のTOG(Tape On Glass)実装技術を用いて, モジュール化し, 薄形化を図った。今回開発したACP(Anisotropic Conductive Paste: 異方性導電ペースト)は, リフロー耐性が高く, 硬化時間が10秒と速いことが特長である。ACPでフリップチップ実装した信号処理ICと, リフローはんだ付けした表面実装部品とをガラスエポキシ基板上に混載して, 小型化, 低コスト化を実現した。

● Low-k 材用エッチング技術

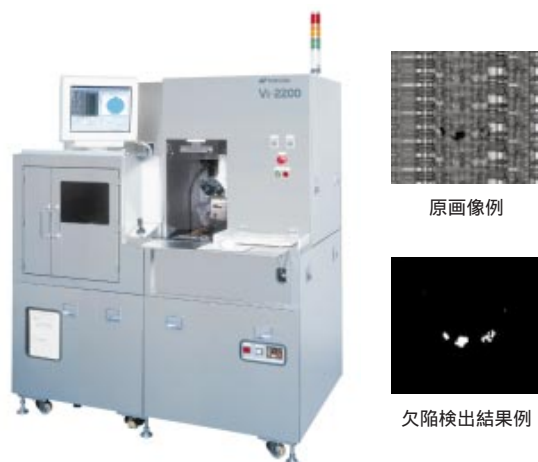


イオン分布のプラズマシミュレーション結果
Ion density profile simulation

Low-k 材(低誘電率絶縁膜)のドライエッチングに適した, イオンエネルギーが高く, 低圧力(<1 Pa)でエッチング分布が均一($\pm 5\%$)なエッチング技術を開発した。

誘導結合型のプラズマ源を採用するとともに, エッチング速度との相関があるイオンフラックスをシミュレーションで求め, 均一性が最小($\pm 8\%$)になるようにチャンバ構造を設計した。試作機では, 0.4 Paのガス圧力でエッチング均一性 $\pm 2.6\%$ が得られ, Low-k 材の損傷深さも従来の1/2であることを確認した。

● 半導体チップ外観検査装置



半導体チップ外観検査装置
Visual inspection system for semiconductor chips

半導体チップ上のダストや傷など, $5\mu\text{m}$ 以上のサイズの欠陥を検出する外観検査装置を(株)トプコン, アジアエレクトロニクス(株)と共同で開発した。

基準画像と検査画像との微小な位置ずれをサブ画素の精度で補正する, 新開発の画像処理アルゴリズムを採用した。これにより, 従来の6倍まで感度が上がり, 目視では見逃しやすい複雑なパターン部分での欠陥検出が可能になった。検査時間は, 6インチウェーハで約14分である。ウェーハ, 及びチップ形態で流通する半導体の検査工数削減が期待できる。

関係論文: 東芝レビュー, 55, 11, p.55 - 57.

● 超音波フリップチップボンダ

SAW(Surface Acoustic Wave)フィルタなどの高周波デバイスの生産性向上を目的として、業界最高速の超音波フリップチップボンダを開発した。

この装置は、低コスト及び短時間の接合が特長である超音波併用熱圧着法を用い、突起電極(バンプ)を持つチップを、基板に位置合わせして接合する。検出方法の最適化とチップの搬送経路の最短化により、業界最高速のタクト1.5秒/チップ(接合時間: 0.5秒含む)を実現した。

また、荷重フィードバック機能を持つ独自の小型・軽量加圧機構により、加圧範囲1～50Nにおいて、正確な加圧制御を可能とした。



超音波フリップチップボンダ
Ultrasonic flip chip bonder

● 半導体レーザ励起YAGレーザ

当社は、1997年度から5年計画で通商産業省(現、経済産業省)“ フォトン計測・加工プロジェクト ”に参画し、省電力半導体レーザ(LD)励起YAGレーザを開発している。

今回、光線追跡シミュレーション技術や有限要素法による熱解析技術を活用して、小型・高効率のLD励起モジュールを開発した。そして、この励起モジュールを直列4段に構成して、世界最高レベルの出力7.2 kW、効率22 %を達成した。

このプロジェクトの最終目標は、平均出力10 kW、効率20 %であり、今回の成果により、最終目標達成のめどを得た。



励起モジュール
Laser diode pumping module

● 車載用SMDランプの熱可塑性樹脂パッケージ

車載用SMD(Surface Mount Device)ランプは、自動車のスピードメータなどのバックライト光源に用いられている光半導体である。

この半導体パッケージに高耐熱の熱可塑性樹脂を採用し、鉛フリーはんだ基板の実装時に必要な耐熱性を確保した。また、パッケージ開発に、熱解析を用いて応力分布を解明し、素子周辺の熱応力が小さくなるよう組立て、高い信頼性を実現した。

今回使用した樹脂は、成形工程での廃材がリサイクルできるので、環境保護の観点からも非常に有効である。



レンズタイプ

フラットタイプ

車載用SMDランプ
LED lamp for automobile equipment