

研究開発センター・ソフトウェア技術センター・生産技術センター

本社研究開発部門は、東芝グループ経営方針である「グローバルトップへの挑戦」に向け事業構造転換を推進し、世界初・No.1商品・サービスを次々と創出していけるよう、メガトレンドを基点として将来ニーズを見据えた研究開発を進めています。

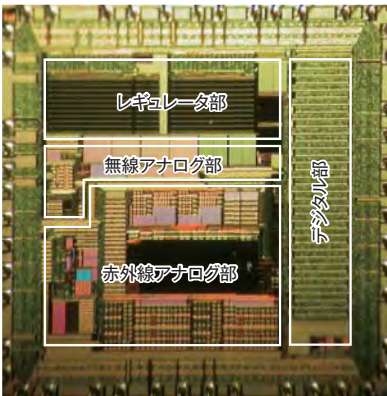
デジタルプロダクツ分野では、電子書籍コンテンツ中のせりふ文が示す感情を全自動で推定して読み分ける技術を開発し、合成音声による感情豊かで自然な朗読を実現しました。電子デバイス分野では、ナノコンタクトMR（磁気抵抗）という新原理に基づき、記録面密度が2.5 T（テラ： 10^{12} ）ビット/in²で記録されたハードディスクの高感度再生ヘッドの基礎技術を開発しました^(注)。社会インフラ分野では、地域単位のエネルギー管理を行う地域エネルギーマネジメントシステム（CEMS）を開発しました^(注)。横浜スマートシティプロジェクト（YSCP）での実証に向け、開発を更に進めて参ります。ソフトウェア分野では、派生開発の効率化に向け、保守性低下につながるソフトウェア構造を的確に示す評価指標と、効果的な構造改善を実現するための設計改善箇所絞り込み手法を開発しました。生産技術分野では、リソグラフィ露光装置の照明輝度分布の最適化手法と、光学的な欠陥予測に基づく回路パターンレイアウト最適化手法の開発により、解像限界に迫る微細配線パターンの形成を可能にしました^(注)。

（注） ハイライト編のp.7, 8, 12, 13, 14, 21, 25に関連記事掲載。

研究開発センター所長 齊藤 史郎

1 情報通信

● 家電・情報機器の待機電力をほぼ0 Wにするecoチップ™



ecoチップ™が搭載された
レグザ 32BE3

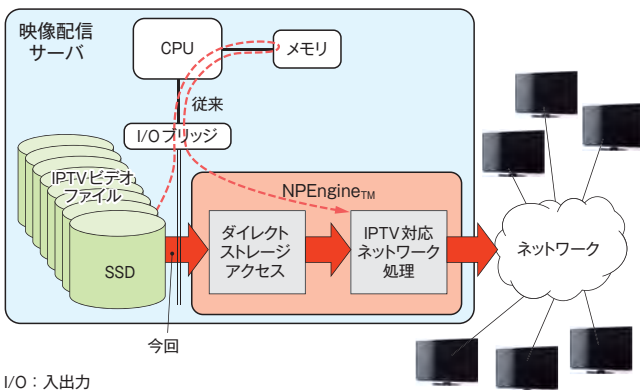
ecoチップ™はリモコン受信用チップであり、電源ラインリレーを制御することでリモコン制御家電機器の待機電力をほぼ0 Wにすることができ、低消費電力化のため、新たにアナログとデジタルが協調した信号処理技術とアナログ部のキャリブレーション回路を開発し、チップ全体で150 μWを達成した。

ecoチップ™は赤外線リモコンと無線リモコンに対応できる。赤外線リモコン用機能は2011年12月に商品化した液晶テレビ（TV）レグザ（REGZA）32BE3に搭載され、待機電力が従来品に比べ約1/1,000のほぼ0 Wを達成した。無線リモコン用機能はネットワーク機器遠隔起動動作装置に適用し、待機電力が大幅に低減できることを総務省から「ネットワーク統合制御システム標準化等推進事業」の委託を受けて実証した。

関係論文：東芝レビュー、67、2、2012、p.31-34。

ecoチップ™
ecochip™ ultralow-power wakeup receiver integrated circuit (IC) die

● 超高速通信ハードウェア処理エンジン NPEngine™のダイレクトストレージアクセス技術



I/O：入出力

NPEngine™を適用した映像配信サーバ
Video distribution server applying NPEngine™

超高速で低消費電力の通信処理エンジンNPEngine™を拡張し、CPUを介さずにストレージからネットワークまでハードウェアで直接データ転送を行うダイレクトストレージアクセス技術を開発した。

IPTV（Internet Protocol Television）標準規格のリアルタイム通信プロトコルやトリックプレイにも対応し、高速SSD（ソリッドステートドライブ）からの1,200ユーザートータル10 Gビット/sの広帯域IPTV映像配信を、サーバ向けCPUの処理負荷わずか3%以下で実現した。これにより、組込みCPUへの置換えが可能になり大幅に低消費電力化できる。

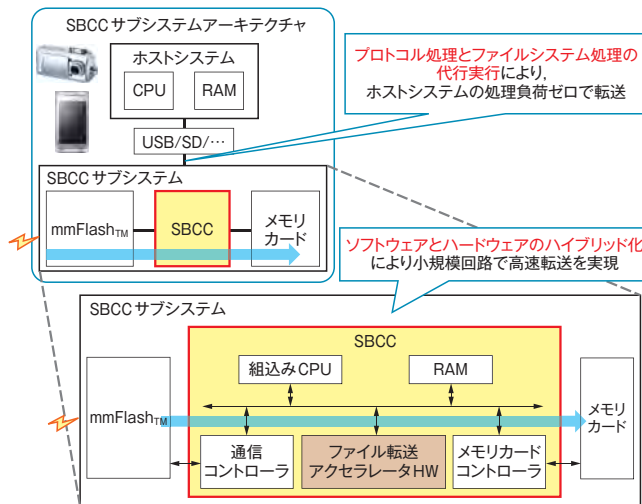
今後は更なる高速・低消費電力化を図るとともに、Web映像配信もターゲットとした高性能な映像配信サーバとしての製品化を目指す。

● mmFlash™ 向け ファイル転送アクセラレータ技術

ミリ波を使用した高速近接無線通信mmFlash™を
 通じ、メモリカード間ファイル転送をホスト側のCPU処理負
 荷はゼロのまま高速に実現する、ファイル転送アクセラレー
 タ技術を開発した。

通信の接続手順やファイル管理処理をソフトウェアで、
 データ転送処理をハードウェアで行うハイブリッドアーキ
 テクチャにより、40 MHz程度の動作速度でSDXCの上
 限性能を引き出せる。これにより、デジタルカメラのような
 CPU処理能力に限られたシステムでも、メモリカード内の
 写真や動画ファイルをメモリカードの読み書き限界速度で
 パソコン(PC)などへ無線転送できるようになる。

今後は、対応するメモリインタフェースや、通信方式、
 ファイルシステムの拡充を図り、多様な製品への適用性を
 高めていく。



SBCC: Storage Bridge with Communication Controller HW: ハードウェア
 USB: Universal Serial Bus

ファイル転送アクセラレータの構成

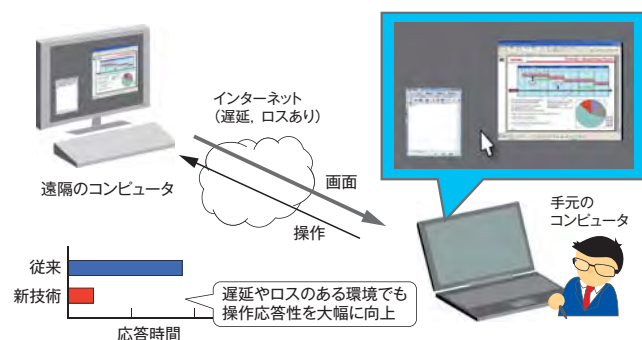
Overview of file transfer accelerator for "mmFlash" near-field wireless communication system using millimeter waves

● ネットワーク状態適応型 画面転送システム

コンピュータの画面を共有して遠隔操作を可能にするリ
 モートデスクトップ(画面転送)システムにおいて、操作の
 応答性を大幅に改善する技術を開発した。

従来、遅延やパケットロスがあるインターネット環境では、
 操作してから画面が変化するまでの応答時間が数秒になる
 場合があった。そこで、時々刻々と変化する遅延やロス量
 をリアルタイムで測定し、バッファサイズやコネクション数な
 どの通信パラメータを自動的に適応させることで、応答時間
 の短縮を実現した。また、この技術は必要以上に画面を圧縮
 することがないため、従来方式と比べ高画質化が図れる。

これにより、実際のインターネット環境で応答時間を数
 百ミリ秒程度に抑えることを可能にした。



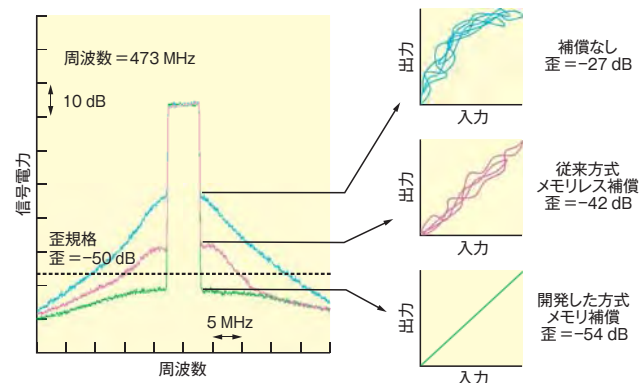
インターネット環境に適応する画面転送システム

Remote desktop system adapting to Internet environment

● 東京スカイツリー® 向け 地上デジタル放送用送信機のメモリ歪補償技術

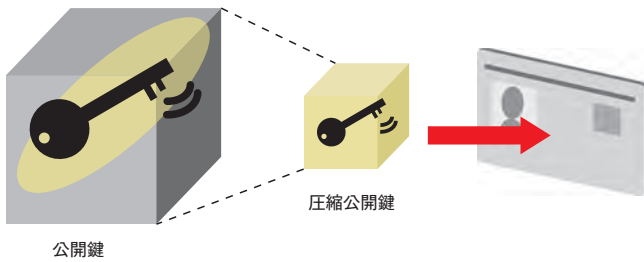
東京スカイツリー®から送信される地上デジタル放送波
 の出力電力は10 kWと大きいため、電力効率の高い送信
 機が要求される。高電力効率で知られるドハティ増幅器
 を採用するには、ドハティ増幅器が発生する履歴性の信号
 歪(ひずみ)(メモリ歪)の除去が不可避である。メモリ
 歪の除去にはデジタル非線形フィルタを用いて増幅器の入
 力信号に履歴性の逆歪を与える手法が有効であるが、演
 算回路が巨大で実用規模のFPGA(Field Programmable
 Gate Array)に収まらない課題があった。

今回、アルゴリズムと回路の工夫によりメモリ歪補償器を
 中規模FPGAに実装することで、5 kWドハティ増幅器のメ
 モリ歪の抑圧に成功した。その結果、これを2合成した
 10 kW送信機の電力効率は従来機より40%削減された。



メモリ歪補償器の出力信号スペクトルと入出力特性(400 W出力の例)
 Output signal spectra and input-output characteristics of newly developed memory digital predistorter (DPD) (at 400 W output)

● 公開鍵を1/6に圧縮する代数的トーラス暗号



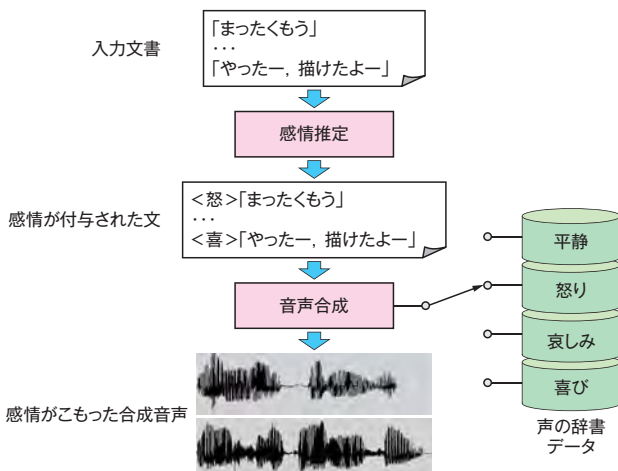
代数的トーラスによる公開鍵の圧縮

Compression of public key based on algebraic torus

公開鍵暗号の安全性を損なわずに公開鍵や暗号文のサイズをRSA (Rivest-Shamir-Adleman) 暗号の1/6にする圧縮方式を開発した。

公開鍵暗号は情報システムの安全・安心を守る技術として広く利用されているが、攻撃手法の進化に伴って必要な公開鍵サイズが増大している。このことは、メモリ容量や計算能力、通信帯域が十分でない機器（例えばスマートメータなど）への適用において大きな負担となる。代数的トーラス暗号では、公開鍵や暗号文から安全性に寄与する要素だけを取り出して、代数的な表現を用いることで圧縮ができる。今回、圧縮率1/6を達成するとともに主要な暗号演算を圧縮したまま処理できるようにした。

● 電子書籍向け 感情豊かな読上げ技術



感情付き読上げの基本方式

Basic approach to expressive e-book reading

電子書籍の新しい楽しみ方を提供する目的で、音声合成による自然で聞きやすい朗読の実現を目指している。今回、書籍コンテンツ中のせりふ文が示す感情を全自動で推定して読み分ける技術を開発した。

事前に用意された大量の例文と喜、怒、哀といった感情との対応関係を学習しておき、未知のせりふ文に対する感情を推定する。この感情の推定結果に応じて、音声合成システムに与える声の辞書や韻律パラメータを切り替えることで、感情豊かで自然な朗読を実現した。

今後は、電子書籍向けの読上げ機能の製品化と、音声コンテンツ作成支援手段への応用を推進する。

関係論文：東芝レビュー. 66, 9, 2011, p.32-35.

● Android™ スマートフォン向け 日英・日中音声翻訳システム ポケット通訳™



ポケット通訳™ V1.1 の日英版と日中版

English-Japanese and Chinese-Japanese versions of "Pocket Tsuyaku" interpreter for smartphones running on Android™

OS (基本ソフトウェア) に Android を採用する携帯端末上で動作する音声翻訳アプリケーション ポケット通訳™ を開発した。

ポケット通訳™ では、OS に Windows Mobile® を採用した携帯端末向けに小型化した音声認識・機械翻訳・音声合成エンジンを更に高精度化して用いており、携帯端末単体での動作が可能である。そのため、ユーザーは電波状況や通信費を気にすることなく利用できる、という利点がある。

ポケット通訳™ (日本語と英語又は中国語の間) は、東日本大震災被災地における外国人居住者や外国人救援者とのコミュニケーション支援を目的として、震災復興関連語彙 (ごい) を約15,000語 (日英) 追加し、2011年6月7日から2012年6月30日までの有期で無償公開している。

● 音声書き起こしクラウドエディタ ToScribe™

講演や会議などを録音した音声データをテキスト化する“書き起こし”作業を支援する、音声書き起こしクラウドエディタ ToScribe™を開発した。

書き起こしを行うためには音声を聞きながら手で文字を入力していく必要があるが、通常は音声の再生速度が文字を入力する速度よりも速く、音声の巻戻しを頻繁に行う必要があった。今回、音声認識技術を応用することにより、音声データのどの位置まで書き起こしが完了しているかを検出する機能を実現した。

次に書き起こしを行うべき位置まで音声を自動的に巻戻すことが可能になるため、むだな聞き直しが減り、書き起こしの作業効率が向上することが期待される。



ToScribe™の画面イメージ
Example of ToScribe™ voice transcription cloud editor display

● 専用眼鏡なし3Dディスプレイ高画質化技術

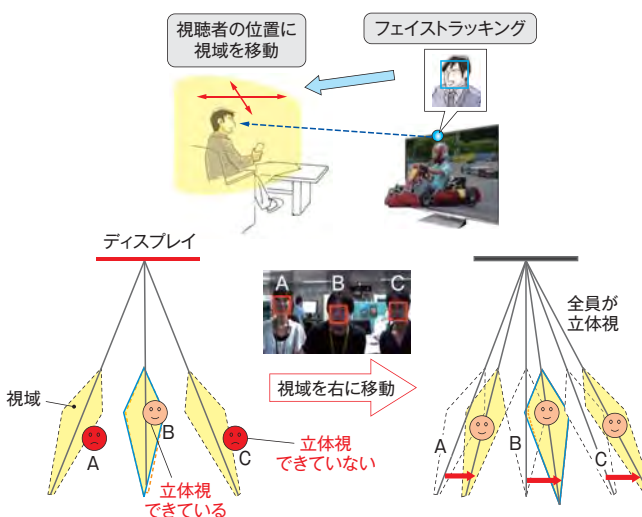
専用眼鏡なし3D（立体視）ディスプレイにおいて、高画質な映像を表示する技術を開発した。

斜めに配置したレンズアレイとパネルの画素が干渉することによって生じるしま模様（モアレ）を、高精度シミュレーションによって予測することで、モアレの発生しないパネル設計を実現した。

また、カメラで視聴者位置を検出し、3D映像を正しく視聴できる領域である“視域”を移動させるフェイストラッキング技術を開発した。正しく立体視できる人数を最大化するアルゴリズムによって、複数人の視聴者に対応する。

これらの技術は、液晶TV グラスレス3Dレグザに搭載されている。

関係論文：東芝レビュー. 66. 5, 2011, p.10-16.



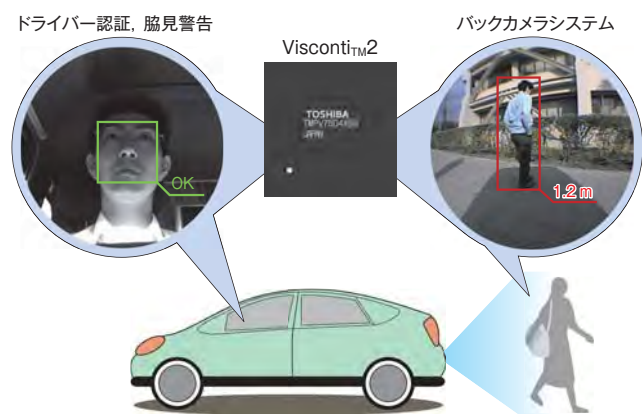
複数人に対応したフェイストラッキングによる視域制御
Viewing zone control technology using multiple face tracking for glasses-free display

● 車載画像認識 LSI による先進運転支援技術

自動車周辺やドライバーの状況をカメラでとらえ、先進的な運転支援を行うシステムを開発した。




車載向け画像認識 LSI “Visconti™2”を開発し、最新の人物検出や顔検出アルゴリズムを実装した。この LSI の特長である、高速な画像認識処理を行うことができる画像処理アクセラレータを活用して、リアルタイム処理を実現した。

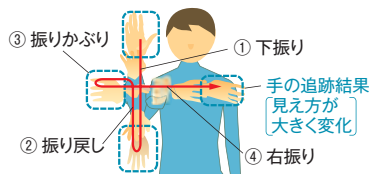
例として、自動車後方に設置したカメラの映像から歩行者を検出して、衝突を防ぐリアカメラシステムが実現できる。また、運転席に設置したカメラによるドライバーの顔検出は、ドライバー認証や、脇見・居眠り警告に応用することができる。



車載画像認識 LSI による安全運転支援システム
Driving safety support system using image-processing large-scale integration (LSI)

● ハンドジェスチャ認識技術

コマンド	上下左右移動	決定	キャンセル(戻る)
操 作	 手振り	 握り	 バイバイ



* ②と③は、コマンドとは関係ない動作認識処理の例(下振り→右振り)



操作のようす

TVやPCで映像を視聴する際、離れたところからユーザーが手軽に手の動きでコンテンツを操作することができる、ハンドジェスチャ認識技術を開発した。

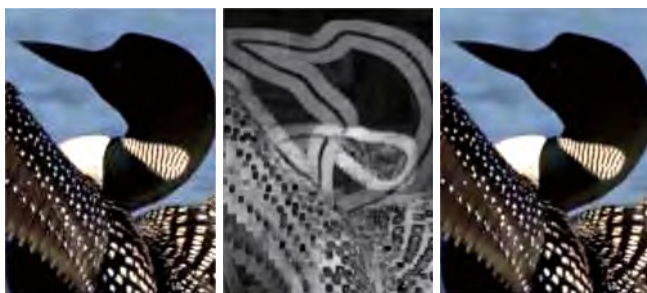
基本的なコンテンツ操作が直感的に行えるよう、上下左右の移動、決定、及びキャンセルの基本6操作を、それぞれ上下左右の手振り、握り、及びバイバイに割り当てた。これらの操作を、あらゆる形状の手を追跡する技術、握り形状を認識する技術、及び手の移動軌跡から上下左右手振りやバイバイを連続判定する技術により、カメラ画像から精度よく認識する。

この技術は、ユーザーインターフェース“てぶらナビ”に適用され、2011年9月に商品化されたPCで実用化している。

ハンドジェスチャ認識の概要

Outline of hand gesture recognition for handling of contents

● 信号保存型 ノイズ除去方式



(a) ノイズが発生した画像 (b) 検出されたノイズ発生位置 (白い部分) (c) ノイズ除去処理した画像

信号保存型ノイズ除去の概要

Noisy image (left), detected noise region (middle: white region), and denoised image (right)

地上デジタル放送に特有な、映像中の被写体の輪郭周辺に発生するもやもしたノイズ(モスキートノイズ)を除去する方式を開発した。

この方式では、まず、画像信号への非線形演算によって、輪郭周辺のモスキートノイズ発生位置を高精度に検出する。続いて、ノイズが検出された位置だけで画像信号を平滑化することで、画像中のエッジ信号や被写体内部の細かい模様を保存したまま、輪郭周辺のモスキートノイズをきれいに除去する。

この方式により、デジタルTVや、ノートPC、タブレットでの地上デジタル放送を視聴する際の画質を向上させることができる。

● インタフェースロボット ApriPoco™の店舗・施設応用



ショッピングセンターでの実証

Demonstration experiment and evaluation of ApriPoco™ interface robot at shopping mall

インタフェースロボットApriPoco™の応用として、店舗や施設での利用を想定した機能を開発した。

ApriPoco™は、家電の音声操作や高齢者見守りなど、生活空間での利用を目指し研究を行ってきた。生活空間では1対1での対話を想定していたが、公共空間では、多岐にわたるサービスの実行とともに、複数ユーザーへの対応や騒音下での音声認識が必要である。この課題に対応するために、周囲ユーザー検出技術と騒音下対応音声認識技術を開発し、ショッピングセンターでのサービス実効評価を行った。

今後、複数の店舗や施設での実証を通じて、機能検証や改良を行い、製品化を目指す。

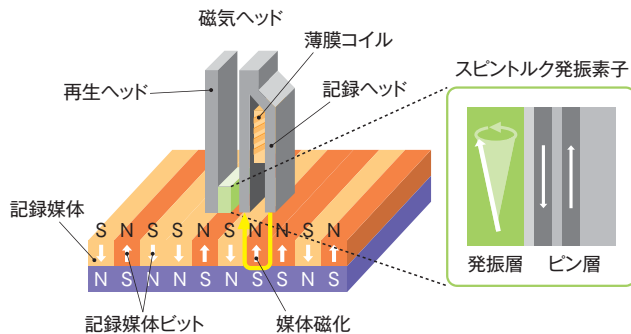
2 電子デバイス・材料

● スピントルク発振型磁気ヘッドの動作原理を実証

数 T (テラ: 10^{12}) ビット/in² 世代の記録密度を実現する、新方式の HDD (ハードディスクドライブ) 再生ヘッドの動作原理を実証した。

記録密度 2 T ビット/in² 以上の HDD では、再生ヘッドのスピントルクノイズや磁氣的ノイズによる S/N 比 (信号と雑音の比) の深刻な低下が予想されている。この問題を解決するため、スピントルク発振素子 (STO) を用いた新しい原理の再生ヘッドを考案し、その動作原理を実証した。

STO 再生ヘッドは、媒体磁場による周波数変化を検出することで、5 G ビット/s を超える高速再生や 5 T ビット/in² の記録密度での高い S/N 比が期待されている。



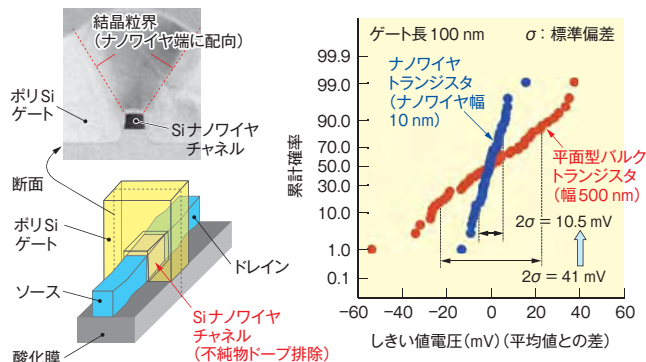
スピントルク発振型再生ヘッド
Spin-torque oscillator for hard disk drive (HDD) read heads

● 超低消費電力 LSI 向け ナノワイヤトランジスタにおける特性ばらつき低減

次世代の超低消費電力 LSI を実現するためには、トランジスタの特性ばらつきを低減し、低電源電圧における回路の動作マージンを確保することが不可欠である。

今回、幅 10 nm のナノワイヤチャネルを持つトランジスタにおいて、チャネル不純物ドーピングをなくしてランダム不純物揺らぎを排除し、ポリシリコン (Si) ゲートの粒界をナノワイヤに配向させて粒界起因揺らぎを低減することにより、しきい値電圧ばらつきを従来の平面型バルクトランジスタの 1/4 に削減することに成功した。

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) プロジェクト「ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造ナノ電子デバイス技術開発」で実施したものである。



ナノワイヤトランジスタの構造としきい値電圧の分布
Structures and threshold voltage distributions of fabricated nanowire transistors

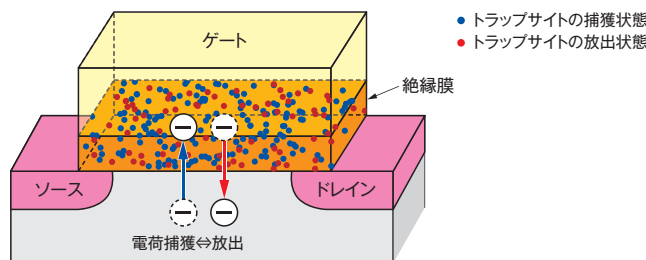
● ランダムテレグラフノイズの高精度 3 次元デバイスシミュレータ

CMOS (相補型金属酸化膜半導体) イメージセンサの画質劣化の主要因の一つである“ランダムテレグラフノイズ”の低減検討が可能な 3 次元デバイスシミュレータを世界で初めて^(注)開発した。

通常、デバイス開発は電流-電圧特性を模擬する 3 次元デバイスシミュレータを用いるが、従来のシミュレータではランダムテレグラフノイズの原因となる絶縁膜中への電荷捕獲・放出が予測できず、ノイズを効率的に低減させることが困難であった。今回、絶縁膜中に欠陥 (トラップサイト) を設けたモデルを作成し、電荷がトラップサイトに捕獲、放出される機構を再現することに成功した。

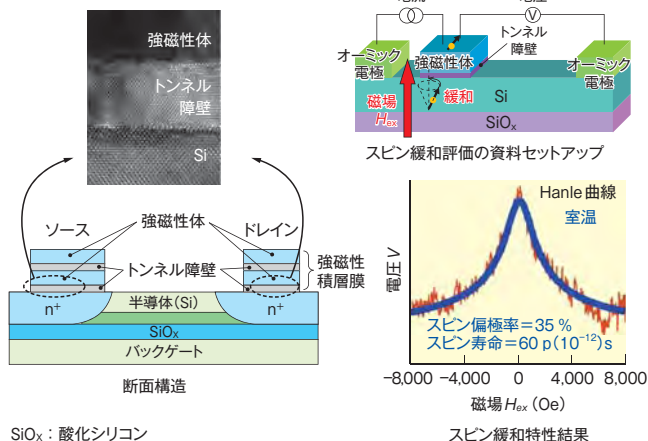
この技術を実用化することで、デバイスを試作する場合と比べ、開発期間を約 20 % 短縮できると考えている。

(注) 2011年6月時点、当社調べ。



ランダムテレグラフノイズのシミュレーション概念図
Outline of random telegraph noise simulation

● 低消費電力メモリ及びロジックIC向け スピンMOSFET技術



SiO_x: 酸化シリコン

スピン緩和特性結果

スピン注入書込みが利用可能な独自構造スピンMOSFET (バックゲート型)

Toshiba original back-gate type spin injection writing metal-oxide-semiconductor field-effect transistor (MOSFET)

高度情報通信機器やデジタル家電などでは、トランジスタの高密度集積化に伴い消費電力の増大が大きな問題となり、従来と異なる動作原理に基づく高付加価値素子が必要になっている。

今回、メモリとトランジスタ機能を一つに統合した新型素子 スピンMOSFET (金属酸化膜半導体型電界効果トランジスタ) の性能向上に取り組み、Si/トンネル障壁/強磁性接合のエピタキシャル成膜技術を確認し、寄生抵抗低減とSiへのスピン注入実証に成功した。

この研究の一部は、科学研究費補助金基盤研B「ホイスラー合金ソース・ドレイン構造を用いたSiチャネルを介した磁気抵抗効果」で実施したものである。

● 有機ELフラット照明の開発と被災地への支援



被災地避難所へ提供した有機ELフラット照明と使用例

Organic light-emitting diode (OLED) portable lamp provided to shelters in disaster areas (left) and examples of usage (right)

有機EL (OLED: Organic Light-Emitting Diode) は光の利用効率が高く、フラット面で広範囲をやわらかく照らす次世代の照明として期待されている。

今回、東日本大震災被災地の電源事情が十分でない避難所などで、読書灯や手元灯として活用できるように、持ち運び可能な有機EL照明器具を開発した。リン光材料を適用したダイオード構造及び光取出し構造を最適化し、有機ELパネルの発光効率を高めることで、単4乾電池4本で最大20時間点灯が可能になった。また、携帯電話の画面程度の明るさからスタンド程度の明るさまで3段階の調光機能を付与することで、利用者ニーズに合わせた光量を提供できる。

この照明器具を宮城県気仙沼市内3か所の避難所に2回に分けて手渡して贈呈した。

● 有機ELシートディスプレイ



酸化物半導体TFTで駆動した3型有機ELシートディスプレイ

3.0-inch active matrix OLED (AMOLED) sheet display driven by oxide thin-film transistors (TFTs)

紙のように軽くて薄いシートディスプレイは、タブレットなどのモバイル機器の軽量・薄型化の実現だけでなく、ポスターのように壁に貼れるテレビなど、ディスプレイの利用シーンを大きく変える可能性を秘めている。

シートディスプレイの実現に向け、アモルファス (非晶質) Si TFT (薄膜トランジスタ) の10倍以上の高い駆動能力と駆動安定性を持ち、プラスチック基板上に200℃プロセスで形成できる酸化物半導体TFTを開発した。このTFTを駆動素子に用いて、質量1g、厚さ0.1mmの3型有機ELシートディスプレイ (160×120画素) を試作し、正常に動作することを検証した。

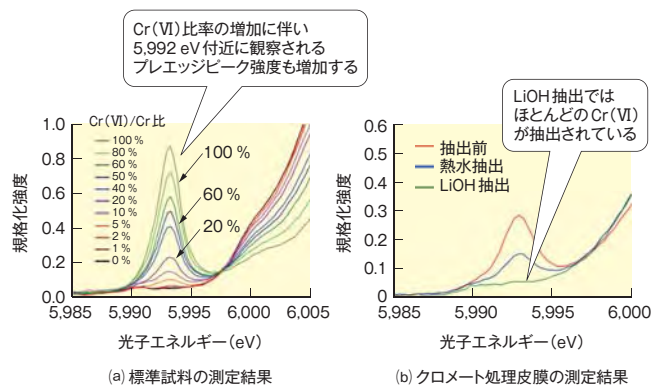
関係論文: 東芝レビュー. 67, 1, 2012, p.34-37.

● 環境分析 (六価クロムの価数別分析技術)

欧州連合 (EU) による RoHS 指令 (電気・電子機器中の特定有害物質の使用制限に関する指令) の規制対象物質である六価クロム (Cr (VI)) に関し、高精度な分析手法を確立した。

金属材料表面のクロメート皮膜 (防錆 (ほうせい) 処理皮膜) に含まれる Cr (VI) の分析については、従来熱水抽出法を用いた化学分析が行われていたが、Cr の抽出率が低く信頼性に劣っていた。今回新たに水酸化リチウム (LiOH) 抽出法を開発、Cr 抽出率 100 % を達成し、分析精度を向上した。

また、大型放射光施設 SPring-8 を利用した X 線吸収微細構造分析 (XAFS: X-ray Absorption Fine Structure) による非破壊の定量分析手法を確立し、化学分析手法との相関も確認した。



K: 電子殻のK殻

Cr-K 吸収端 XAFS スペクトル

Chromium K-edge X-ray absorption fine structure (XAFS) spectra

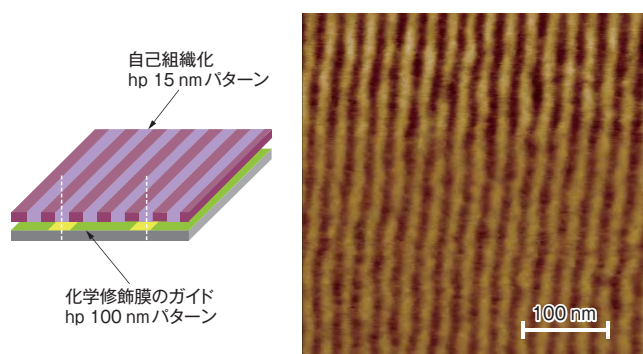
● 自己組織化リソグラフィのパターン配向性形成技術

ブロックコポリマーと呼ばれる高分子材料は、自己組織的に微細パターンを形成する。この原理を応用した微細化技術は自己組織化リソグラフィと呼ばれ、NAND 型フラッシュメモリの更なる微細化に対応できる。しかし、自己組織化でできるランダムなパターンの配向性を整えることが必要になる。そこで、基板に化学修飾膜を形成して親水性と疎水性のガイドを作製することで、パターンの配向性を整える技術を開発した。

この化学修飾膜によるガイドパターンを形成し、その周期の1/6以下のハーフピッチ (hp) 15 nm のラインアンドスペースパターンを作製することに成功した。

今後は再現性の高いパターン形成を目指す。

関係論文: 東芝レビュー, 66, 10, 2011, p.60-61.



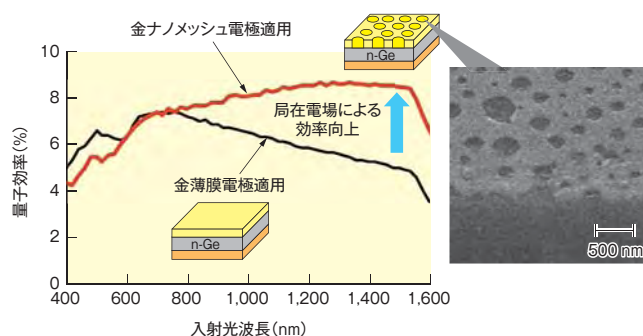
自己組織化によるラインアンドスペースパターン

Line-and-space patterns formed by directed self-assembly

● レアメタルフリーのナノメッシュ電極

レアメタルフリーの透明電極として、ナノメッシュ電極を開発した。ナノメッシュ電極はナノサイズの開口を持つ金属薄膜電極で、優れた導電性と光透過性を兼ね備えている。ナノ材料の自己組織化を利用することで、開口構造作製と開口サイズなどを簡便に制御できる。

ナノメッシュ電極の特長は、開口率以上の透過率が得られることと、強い局在電場の発生である。これらはナノ開口による自由電子の振動抑制に起因していると考えられる。金ナノメッシュ電極を適用した n 型ゲルマニウム (n-Ge) ショットキー太陽電池において、赤外領域で局在電場によるキャリア励起増強が起り、半透明の金薄膜電極適用素子よりも高い量子効率を得ることに成功した。

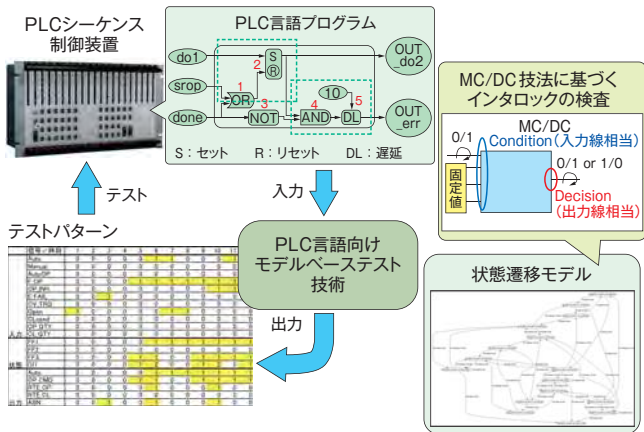


Ge ショットキー太陽電池の量子効率

Quantum efficiency of germanium (Ge) Schottky solar cells

3 システム技術・機械システム

● PLC 言語向け モデルベーステスト技術



PLC 言語向けのモデルベーステスト技術

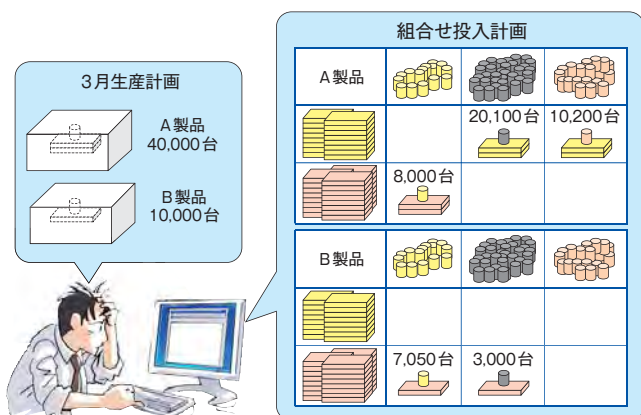
Model-based testing technology for programmable logic controller (PLC) programming language

モデルベーステスト技術を応用した PLC (Programmable Logic Controller) 言語向けの単体テスト生成技術を開発した。

当社のモデルベーステスト技術は、テスト対象を抽象化した状態遷移モデルを用いることで、組合せ爆発を抑えつつ網羅性の高いテストパターンを生成できる特徴がある。開発した技術は、テスト技法 MC/DC (Modified Condition/Decision Coverage) に基づき、プログラムのインタロック処理を網羅的に検査するテストパターンを生成できる。プログラムに代表的な不具合を埋め込んでテストした結果、一般的なランダムテストと比べて 10 倍以上の効率で不具合を見つけられることを確認した。

この技術を適用すると、発電プラントなどの運転自動化に用いる PLC のプログラムを効率よく開発できる。

● ばらつき特性を持つ部材の組合せ工程最適化



製造工程における部材の組合せ計画

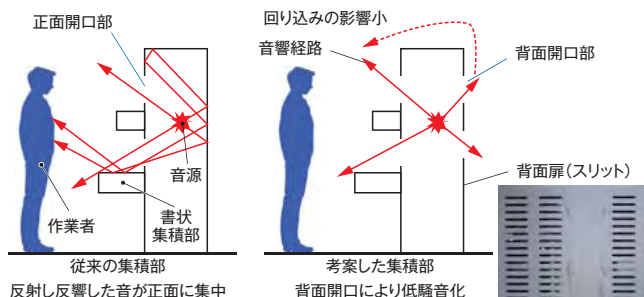
Planning of parts combination in manufacturing process

量産ばらつきのある複数の部材を組み合わせて仕様の異なる製品を製造する工程を対象に、平均検査合格率が高くなる部材組合せを求めるための最適化技術を開発した。

各製品の部材構成や製造プロセスの制約などを線形計画問題として定式化し、個々の部材が持つばらつき特性を与えるごとに、部材を組み合わせた製品として検査合格率を推定する処理をエンジン化した。これにより、製品ごとに計画された生産台数の制約を満し平均検査合格率を最大化する、部材組合せの最適化に成功した。

今後、対象工程を持つ製造拠点へ展開していく。

● 郵便物区分機向け 低騒音化技術



郵便物区分機集積部の低騒音化概念

Concept of noise reduction for collection unit of letter sorting machine

郵便物区分機は郵便物を行き先ごとに区分するもので、その集積部は約 300 個の開口部を持つ。その内側は主に金属製で発生音が反射して反響し、作業する集積部正面に集中する。従来の低騒音化対策は集積部内側に吸音材を施していたが、装置が大きくコストと手間がかかる。

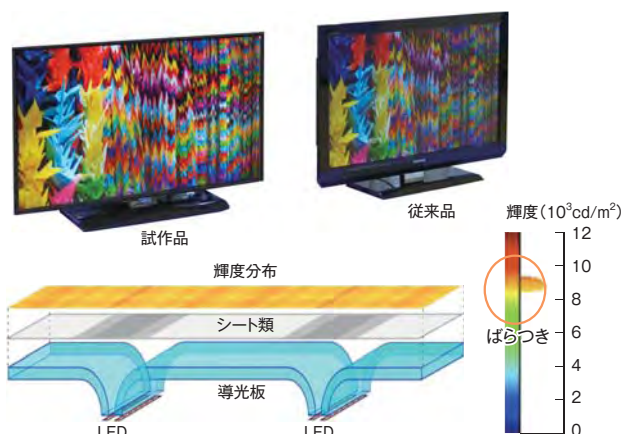
今回、集積部の背面扉に開口部を設けるエネルギー分散方法を考案し、吸音材を用いない低騒音化技術を実現した。背面扉の開口部形状・面積を調整して内部吸音率を増加させ集積開口部への反射音を低減させるとともに、背面から正面への回り込みを抑制し、集積部正面の騒音を低減させた。安全にも配慮した開口部形状にすることで、吸音材と同等の低騒音効果 (-3 dB) が得られることを、実機で確認した。

● ローカルディミング可能な薄型バックライト技術

薄型で狭額縁、かつ高画質で省エネのテレビを実現するため、新しいバックライト技術を開発した。

従来の薄型テレビでは、画面四辺の太い額縁部分にLED（発光ダイオード）を配置し、そこから導光板と呼ばれる透明板に光を導く方式が一般的であった。新技術では、背面に配置したLED光源から導光板に光を入れる構造とし、光学設計の工夫で光源直近部の輝度むらを解消した。これにより、コストは従来並みに抑えつつ、四辺まで完全に発光する薄型バックライトを実現した。

従来の導光板による方式では難しかったローカルディミング（領域別調光制御）も4×12分割など2次元の分割が可能であり、高画質化や省エネにも有効である。



新型バックライトの試作品とその構造
Prototype and structure of new backlight unit

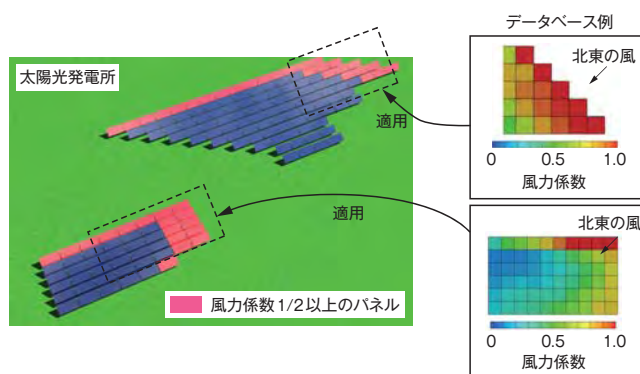
● 太陽光発電所風況解析データベースの構築

建設地ごとに配列の異なる、太陽光発電所の太陽電池パネルに加わる風の力を短時間で予測する技術を開発した。

高精度の流体解析をあらかじめ標準的なパネル配置に対して実施し、各パネルに加わる風の力をデータベース化しておく。データベース化した計算結果を選択し内挿することにより、時間の掛かる大規模な流体解析をすることなく、建設地ごとに異なるパネル配置での風圧荷重分布が求められるようになった。

この技術により耐風設計を迅速に行うことができ、再生可能エネルギーの普及促進への寄与が期待される。

関係論文：東芝レビュー． 67, 1, 2012, p.6-9.



データベースを用いた風圧荷重の可視化（イメージ図）
Visualization of forces applied to photovoltaic modules using wind pressure database

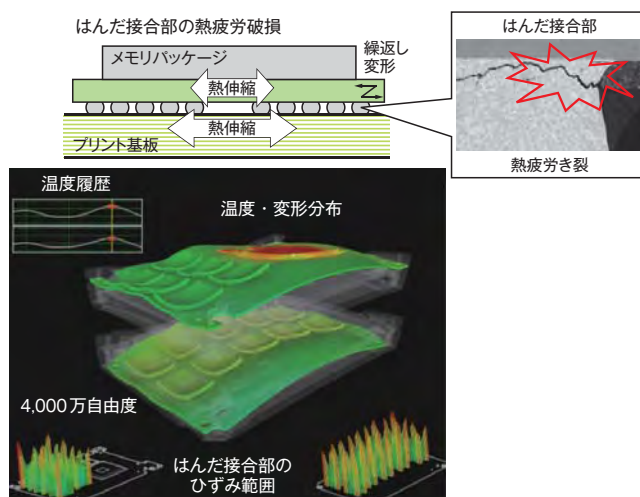
● SSDプリント基板の故障予測技術（信頼性向上技術）

SSD（ソリッドステートドライブ）のプリント基板では、搭載部品の高密度実装化と熱負荷の増大に伴い、メモリパッケージのはんだ接合部が想定外の使い方によっては疲労破損するおそれがある。

今回、信号ピンの故障予兆をダミー接合部の断線に基づく寿命比から検出できる、カナリア故障予測アルゴリズムを開発した。信号ピンと比べ破損メカニズムが同じで応力状態が厳しくなるようなダミー接合構造を、大規模非線形構造解析と加速寿命試験により、統計的な寿命ばらつきを考慮したうえで見だし、故障予測する。

この技術により、SSDの大容量・小型化と信頼性を両立させていく。

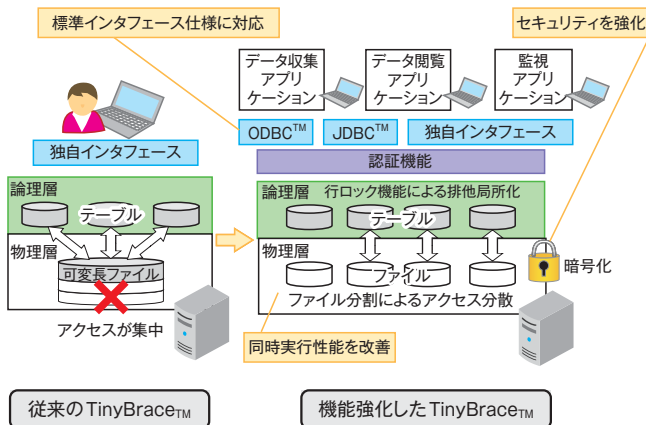
関係論文：東芝レビュー． 66, 8, 2011, p.40-43.



SSDの大規模非線形構造解析
Large-scale inelastic stress simulation of solid-state drive (SSD)

4 ソフトウェア

● 軽量データベース TinyBrace™の機能強化



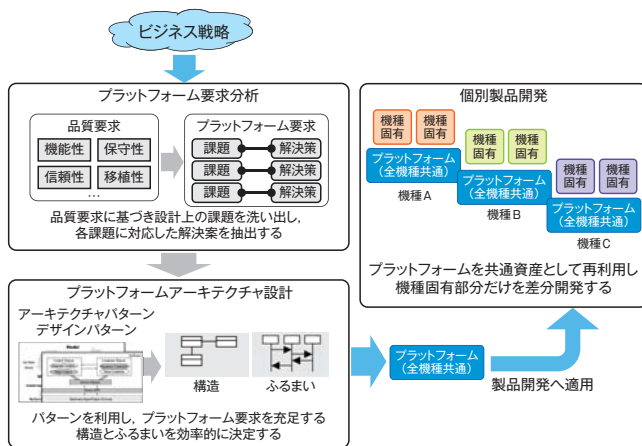
社会インフラ製品向けに機能を強化したTinyBrace™
Enhanced TinyBrace™ database for social infrastructure systems

これまでオープンソースソフトウェアを基にデジタル機器製品向けの軽量データベース TinyBrace™を開発してきたが、今回、社会インフラ製品向けに機能を強化した。

社会インフラ製品は、センサからのデータ処理やユーザーからの参照によって、大量のトランザクション命令が同時に発生するため、同時実行性の大幅な改善が必要である。この改善を、テーブルごとのファイル分割によるアクセス分散や、行ロック機能による排他制御の局所化をすることで、組込み製品向けである軽量を損わずに達成した。

また、他にも認証や暗号化の機能を社会インフラ製品に適用するために開発した。

● ソフトウェアプラットフォーム構築技術の適用



ソフトウェアプラットフォーム構築技術
Configuration of software platform construction technology

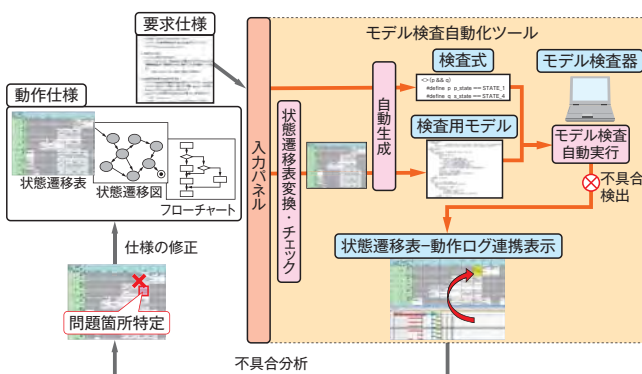
近年ソフトウェアの多様性は増加し、ライフサイクルは短くなる傾向にある。そこでニーズに合う製品を短期間に開発する必要がある。この達成には、ビジネス戦略を体系的にソフトウェアに反映させる技術と、複数製品のソフトウェア共通化を図る技術が必要である。

当社は、これをソフトウェアプラットフォーム構築技術として開発している。この技術は、ビジネス戦略を品質要求、課題及び解決策として体系的に整理するプラットフォーム要求分析と、解決策をソフトウェアの構造とふるまいに反映するアーキテクチャ設計から成る。

この技術をグラスレス3Dレグザに適用し、3D感(立体感)などの製品価値、ユーザビリティ、及び開発効率の向上を実現した。

関係論文: 東芝レビュー. 66, 5, 2011, p.21-24.

● 動作仕様を網羅的に検証可能なモデル検査技術



モデル検査自動化ツールを使用したモデル検査の適用プロセス
Model checking process using automated model checking tool

上流工程で動作仕様を網羅的に検証することにより不具合を早期に検出できる、モデル検査の適用を進めている。適用時の技術的困難さや作業コストを抑制することを目的に、モデル検査自動化ツールを開発した。

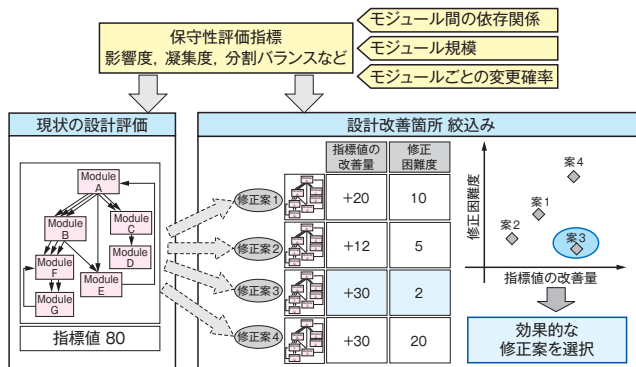
このツールは、状態遷移図やフローチャートを動作仕様として入力すると、仕様を一律に状態遷移表に変換する。更に状態遷移表から検査用モデルを生成し、検査を自動的に実行する。不具合検出時は、不具合に至るまでの動作ログを状態遷移表上で追跡しながら原因分析することができる。

このツールの使用により、モデル検査適用が簡易化、効率化され、その検査工数を約60%削減できるようになった。

● ソフトウェア構造診断・構造改善技術

派生開発が続く製品では、ソフトウェア設計の保守性の良否が開発効率に大きな影響を及ぼす。そこで、保守性低下につながる構造を効果的に改善するための技術として、設計改善箇所絞り込み手法を開発した。

この手法の基礎には、構造の良否を的確に診断する評価指標がある。東芝グループで独自に定めた指標は、モジュール間の依存関係に、規模及び変更確率を加味することで問題の検出力を高めている。設計改善箇所を絞り込むには、モジュール間の依存関係修正時に見込まれる指標改善量及び修正困難度を算出する。複数の修正案に対して、効果と困難度の両面から評価することで、効果的な改善箇所を絞り込む。

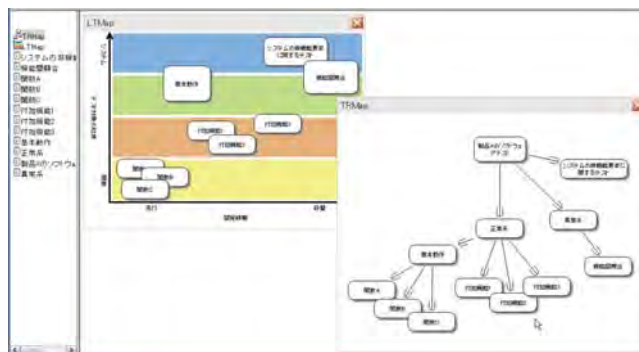


評価指標を用いたソフトウェア構造改善技術の概要
Outline of software structure improvement using evaluation metrics

● テストの全体構造を記述するテスト設計手法

製品ソフトウェアの品質向上に効果的なテストを実施するためには、テストケースの設計をより良いものにする必要がある。テストの抜け漏れやむだを把握するためにテストケース間の関係を構造化して記述する、テスト設計手法と描画エディタツールを開発した。

個々のテストケースの位置づけやそれらが担う役割を明確にするために、テストケース群の構造をテストアーキテクチャとして2種類の図で表記し、全体像を見える化する。これによって、各々のテストケースが何を確認するものなのかを、誰もが同じ解釈で理解できるようになり、構造的に抜け漏れや重複を判断することが可能になった。

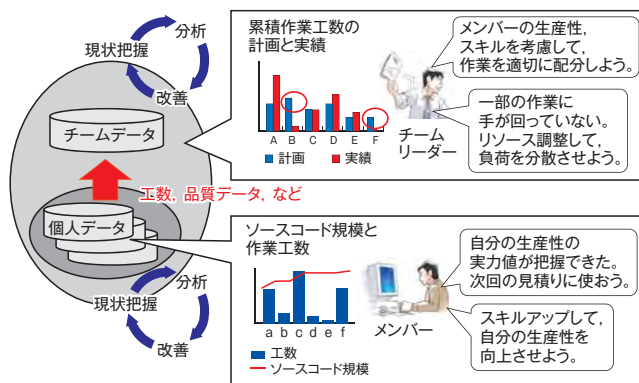


テスト設計手法で用いるテストアーキテクチャ図
Example of test architecture diagrams of test design method

● 個人・チームレベルの定量的管理手法

従来の個人・チームレベルのプロセス改善手法は、トレーニング期間が長いなど導入負荷が高い、サポートツールが十分に提供されていないなど、東芝グループで広く展開していくことは簡単ではなかった。そこで、許容できる導入負荷で、効果が見込める個人・チームレベルの改善手法とその適用をサポートするツールを開発した。

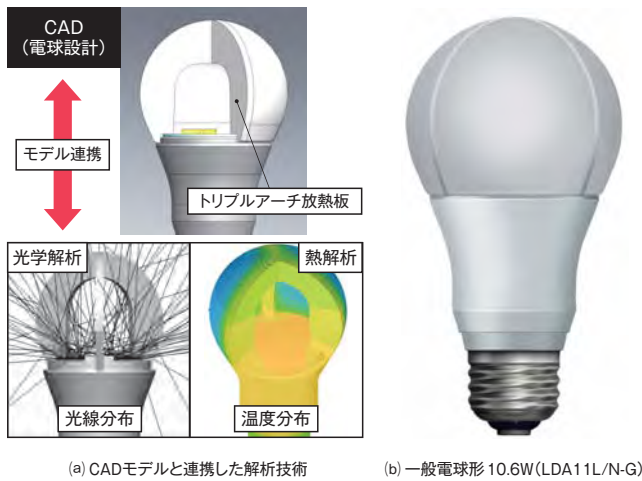
この手法は、データ分析・活用の視点を強化し、自動化によりデータ収集・分析の負荷を軽減することを特長としている。これにより、工数や品質などのデータを利用して、個人やチームの現状把握・分析、及びその分析結果をもとにした対策立案や改善が行いやすくなった。



個人・チームレベルの定量的管理手法
Technology for personal and team-wide quantitative management

5 生産技術

● LED 電球の製品設計技術



LED (発光ダイオード) 照明製品を高機能化・タイムリーに市場投入するため、CADモデルとの連携により、開発の初期段階で光・熱性能を同時に予測する解析技術を構築した。

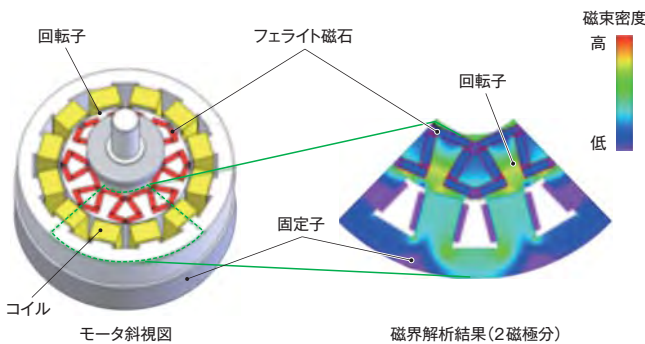
LED電球の高出力化の実現には、低損失な光学系と電力増に伴う高発熱に耐えうる放熱構造が必要になる。この解析技術を用いて、これらが成立する構造として“トリプルアーチ放熱板”を立案するとともに、高効率で広配光となるよう形状及び実装構造を適正化した。

この技術を製品設計に適用し、LED電球として業界最高水準の白熱電球60W形相当の明るさ、かつ広配光の一般電球形10.6Wの製品化に寄与した。

LED電球に適用したCADモデルと連携した解析技術

Simulation technologies in conjunction with computer-aided design (CAD) models for light-emitting diode (LED) lamps

● レアアースを用いないフェライト磁石使用モータの高出力化



ネオジム磁石が2011年度だけで3倍程度に高騰しており、高出力モータに安価な代替磁石の採用が求められている。しかし、フェライト磁石の残留磁束密度は、前者の33%程度であり、効率悪化を招く磁束量低下が避けられない。そこで、回転子積層コア内にフェライト磁石を埋め込む構造を採用し、磁石の数と配置を適正化することで、磁束量の改善を試みた。

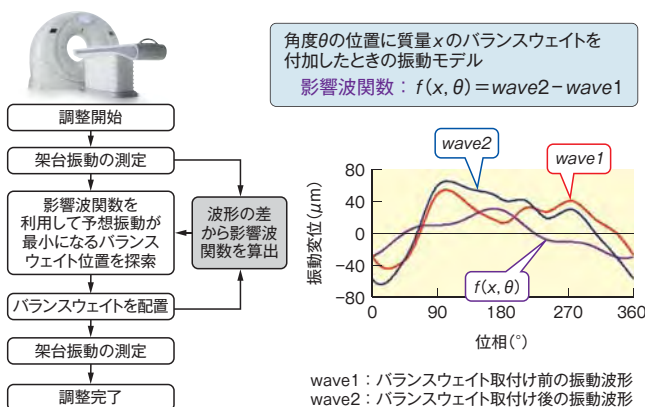
結果として、直方体の磁石を1磁極当たり5個使用し、それぞれの端面を近接させて、磁極面から見て凹形状となるよう配置することで、ネオジム磁石に対して68%の磁束量が得られた。

今後は、家電や車載などの用途に展開を図る。

開発モータと磁界解析結果

Structure and result of magnetic field analysis of motor without rare-earth metals

● X線CT装置の回転バランス調整技術



影響波関数を用いた回転バランス調整のフローチャート

Flowchart of rotation balancing of X-ray computed tomography (CT) scanner using influence wave function

X線CT (Computed Tomography:コンピュータ断層撮影) 装置の高速・高機能化に不可欠な稼働時の振動を抑制する回転バランス調整技術を開発した。

一般的な回転バランス調整方法 (影響係数法) は、特定周波数成分に着目し回転体に適切なおもりを配置することで、回転アンバランスによる振動を低減する。新たに考案したアルゴリズム“影響波法”は、CT装置の振動モデル (影響波関数) を求め、振動全体が最小となるように最適解を探索するので、回転周波数成分とそれ以外の振動を低減できる。

この手法を製造工程のほか、据付・保守作業に適用し、より高品位な製品の実現及びその性能の維持に貢献した。

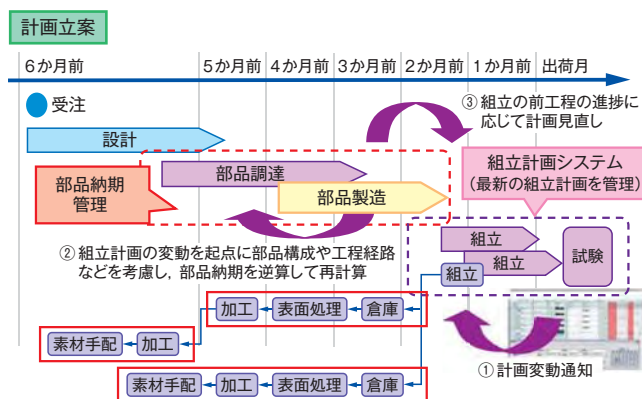
関係論文: 東芝レビュー. 66, 9, 2011, p.36-39.

● インデント製品の生産管理高度化

製品ごとに製造工程や工数が異なるインデント製品（受注生産品）では、受注や製造進捗状況の変動に合わせた生産計画の見直しが必要になる。製品ごとの生産計画は、工程担当者のノウハウで見直していたが、製品全体の計画の一元管理や適正化は困難なため、組立に部品加工が同期せず、製造リードタイムが長期化しがちだった。

そこで、ネック工程の負荷可視化と負荷平準化を行う計画修正機能を備えた組立計画システムと、組立計画の変更を自動的に判断しそれに同期した部品計画を自動的に立案する部品納期管理システムを開発した。

これにより、効率的な生産管理、及び組立と部品の同期による製造リードタイム短縮に寄与していく。



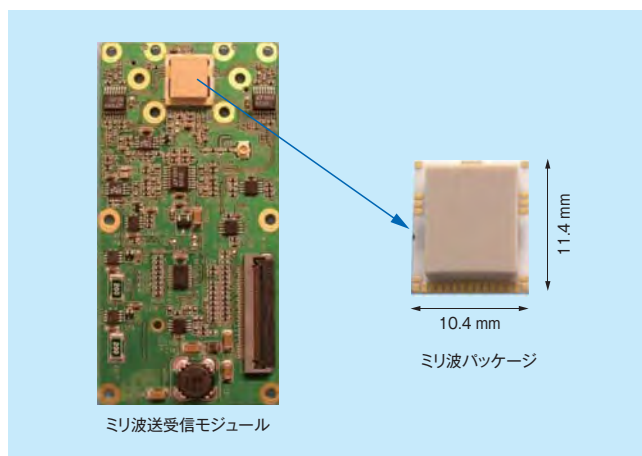
インデント製品の生産管理高度化の概要
Outline of advanced production control for custom-made products

● 車載レーダ用 ミリ波送受信モジュール

77 GHz帯車載レーダに用いる小型で高性能なミリ波送受信モジュールを開発した。

ミリ波送受信モジュールの小型化のため、レーダ用半導体を実装したミリ波パッケージの表面実装化を行った。セラミック多層基板に導波路を内蔵したパッケージを新たに開発し、マザーボードに独自構造の接続回路を形成することで、ミリ波信号の伝送ロスを抑えパッケージの表面実装化を可能にした。

また、レーダの検知精度向上のため、業界最高レベルの低雑音シンセサイザを開発した。周波数掃引回路のデジタル化とQ値の高い共振器の適用により、線形誤差0.04%以下、位相雑音-95 dBc/Hz (100 kHz オフセット時) を実現した。



車載レーダ用 ミリ波送受信モジュール
Millimeter-wave transceiver module for automotive radar applications

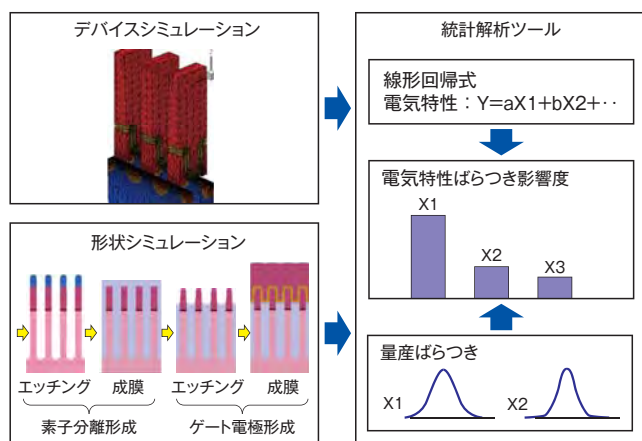
● 半導体デバイスの電気特性ばらつき予測技術

半導体デバイスの電気特性ばらつきを予測するシミュレーション技術を開発した。

はじめに、全加工工程を形状シミュレーションでモデリングし、量産時のNANDセル主要寸法 (X) のばらつきを算出する。次に、デバイスシミュレーションと統計解析ツールを組み合わせ、各Xのばらつきを元に、電気特性 (Y) の分布を予測する。

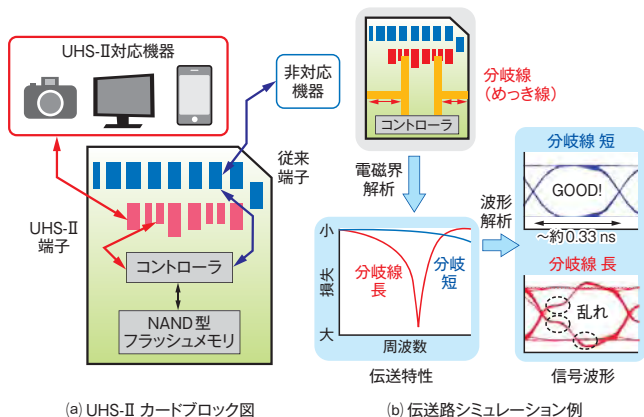
この技術を次世代NAND型フラッシュメモリの開発に適用し、NANDセル主要寸法の電気特性ばらつきへの影響度を明確にした。更に、影響度の大きい寸法に対して、特性分布仕様を満たすための寸法ばらつき制御指針を作成した。この制御指針に基づいて加工プロセス条件を確立し、量産時の歩留りを向上させた。

関係論文：東芝レビュー. 67, 2, 2012, p.15-18.



電気特性シミュレーション手法
Flow of simulation of semiconductor device electrical characteristics

● 半導体メモリの高速化を支える信号伝送路シミュレーション技術



(a) UHS-II カードブロック図

(b) 伝送路シミュレーション例

UHS-II カードブロック図と信号伝送路シミュレーション

Block diagram of Ultra High Speed (UHS)-II card and example of simulation of signal transmission

次世代SDメモ리카ード規格のUHS (Ultra High Speed)-IIに適用される最大3Gビット/sの高速シリアルバス規格に対応した信号伝送路シミュレーション技術を開発した。

UHS-IIは従来のUHS-Iに比べデータ転送速度が3倍になり、信号速度はGビット/sを超えるため、信号の反射・分岐配線部の共振といった現象が新たに問題になる。したがって、信号品質規格を満足するためには、基板の配線幅、間隔、長さや、配線分岐に関する基板設計条件を明らかにする必要がある。そこで電磁界シミュレーションにより、伝送路での反射や共振などの高周波現象を再現できる環境を構築した。

この信号伝送路シミュレーション技術を今後の製品開発に適用し、電磁ノイズに強い製品設計を目指す。

● 枚葉ウエットエッチング処理装置



高スループットを実現した枚葉ウエットエッチング装置

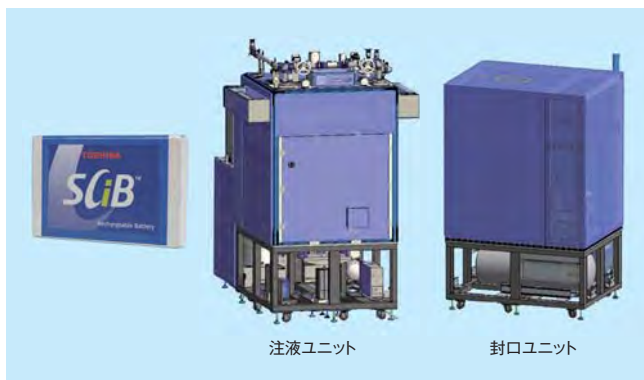
High-throughput single-wafer wet etching equipment

半導体デバイスの製造コストを削減するため、生産性の高いプロセス装置が求められている。今回、微細なパターンを高速で精密にエッチングする枚葉ウエットエッチング装置を開発した。

特長は、薬液の温度を上げてエッチング速度を高めるとともに、薬液吐出ノズルの改良とチャンバ内の雰囲気や気流の適正化を行ったことにある。これにより、ウェーハ全面を高速で均一にエッチングすることが可能となり、従来と比較してプロセス時間の約50%短縮を達成し、高い生産性を実現した。

この装置は、芝浦メカトロニクス(株)で製品化し、東芝四日市工場で稼働を開始している。

● SCiB_{TM} 製造設備



20 Ah SCiB_{TM} セルと製造設備

20 Ah SCiB_{TM} battery cell and manufacturing equipment

東芝 柏崎工場の二次電池 SCiB_{TM} 量産ラインに向けて、注液封口装置を開発した。組立が完了した電池セルに電解液を注入し、その後注液口を封止する装置である。

注液工程では、圧力制御を用いた注液プロセス技術を開発して高い電解液量精度を実現した。一方、封口工程では、独自のクリーニング技術とレーザーを用いた高速溶接技術の採用により、封止信頼性と生産性の向上を両立させた。

この装置で製造された20 Ah SCiB_{TM} セルは2011年7月から出荷を開始し、この電池が搭載された電気自動車市場投入されている。

関係論文：東芝レビュー. 66, 6, 2011, p.57-60.
東芝レビュー. 66, 11, 2011, p.56-59.