

総合研究所紹介

Introduction to the Corporate R&D Laboratories

加藤 敬

Takashi Kato

要 旨 総合研究所は、将来当社の中核となる技術開発をデバイスからシステムまで手掛ける中心的役割を担っている。開発の舞台裏も多少織り交ぜながら、総合研究所における研究開発の概要を簡単に紹介してみた。

Summary The Corporate R&D Laboratories play an important role to develop technologies from device to system that may become Pioneer's core competence in the future. The author depicted the outlines of R&D activities at the Corporate R&D Laboratories and presented some stories seen behind the curtain.

キーワード : SHG , HEED , DVD , DVD-Audio , PDP , 有機EL , エージェント技術 , MPEG

1. 背景

当社の研究所の歴史を表1に示す。1987年に、急速な技術の進歩、激しい社会環境、国際環境の変化の中で企業が成長して行くために効率的な研究開発を実現することを目的として、総合研究所と所沢、川越、大森の各技術研究所が設立された。

総合研究所は、シーズを基本とした研究、およびニーズに対応した研究開発を行うため設立された。各研究所は、各事業所と直結する研究開発を行い、新たな製品を開発し、事業化を迅速に実現することを目的とした。

1993年に研究開発本部制とし、総合研究所、オプティカルシステム研究所、移動体通信研究所、システム開発研究所、および新たにディスプレイ研究所が設立された。また、従来の研究棟に隣接して新棟が建設された。敷地12,200m²に地上7階、地下1階の研究棟とこれに隣接してコンファレンスホールや社員施設を持つ地上

表1 当社の研究所の変遷

西 暦	内 容
1972	所沢工場内に音響研究所設立
1978	音響研究所を技術研究所に名称変更
1987	技術研究所を再編成し、総合研究所と3つの技術研究所を設立
1992	ディスプレイ研究所を設立
1993	研究開発本部制とし、総合研究所、システム開発研究所、オプティカルシステム研究所、移動体通信研究所、ディスプレイ研究所設立 総合研究所の新棟完成
1996	オプティカルシステム研究所をAV開発センターと改称、移動体研究所とシステム開発研究所を統廃合し、情報通信開発センターを設立
2000	光技術センターを設立、北米研究所を開設
2001	欧州研究所を開設
2002	PDP開発センターを設立
2003	モバイルシステム開発センターを設立

4 階の管理棟がある。新棟の外観を図 1 に示す。1998 年に無響室を増設し、音響技術への対応をした。

総合研究所では、独創的なデバイスとその応用、ディスクの新しい記録再生システム、高忠実度音場再生技術などの分野で新しい提案すべく研究開発が進められた。

2003 年に、総合研究所よりカーエレクトロニクス関係の研究開発を分離・独立し、モバイルシステム開発センターが設立された。



図 1 総合研究所の外観

2. 組織の概要

総合研究所は、図 2 に示すように他の 4 つの開発センター、2 つの海外の研究所、およびこれらの研究所・開発センターをマネジメントする研究企画部で構成される研究開発本部に所属している。

当社は、エンタテインメント創造企業として、「より多くの人と感動を」をモットーに、環境を常に考慮し、人々の生活を豊かにする製品を世に送り出すため研究開発に注力している。

研究開発本部の活動理念として、

1. 将来の経営を支える独自技術の研究開発を進めます。
2. 新技術の研究開発により人々の生活を豊かにし、社会に貢献します。
3. 技術者としての夢を持ち、研究開発を通し

てその実現に努めます。

4. これらを達成する為に常に改革を推進します。の 4 点を掲げている。総合研究所は、当社の経営基盤の強化に貢献すべくこの理念を基軸とした研究開発を推進している。

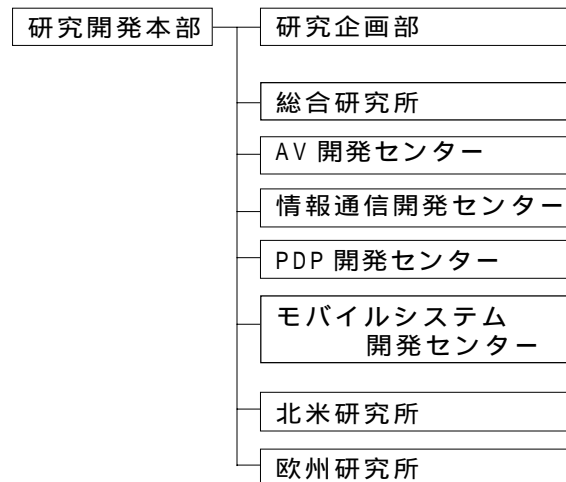


図 2 研究開発本部組織

2.1 総合研究所の組織

総合研究所の組織を図 3 に示す。5 つの研究部と特許課，所長室，管理部からなる。

特許課は、総合研究所内の発明の発掘の支援、特許出願に係わる業務を行っている。図 4 に最近の特許出願件数の推移を示す。

所長室は、広い範囲の技術調査を行って、将来の研究テーマの探索を行っている。また、システム G は、総合研究所内のコンピュータシステムの管理・運営を行っている。最近ではセキュリティに重点的に対応している。

管理部には、労務・経理・総務などを担当する管理課と、環境を顧慮した研究開発を進めるために種々のサポートをする環境企画推進室がある。

当社では、研究開発を始めるにあたりあらかじめ環境影響を考慮した研究開発を進めている。特に製品創出の最上流に位置する研究開発では、LCA(Life Cycle Assessment: ライフサイクルアセスメント)⁽¹⁾の考え方を取り入れた環境評価を行い、エネルギー効率や資源効率の向上、有害

物質の流出制御に取り組んでいる。一例を上げると、Blu-ray 互換追記型ディスクの記録層に「廃棄されても」環境への影響がない材料のゲルマニウムやビスマスを採用したEco-Rディスクの開発がある。

また、2000年にはISO14001の認証を取得し、環境負荷のさらなる低減化に向け具体的目標を定めて活動している。

研究部では、ナノテクとその応用、高性能有機EL素子とその応用、独創的なデバイスとその応用、高密度光ディスクシステム、マルチメディア情報技術、無線ネットワーク技術など、新たな発想と豊かな独創力で次世代のテクノロジーを創造し、当社の基盤技術を支えるべく研究活動に取り組んでいる。

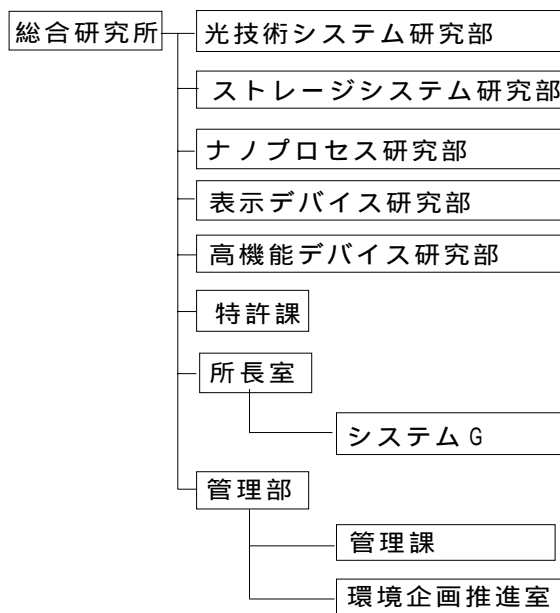


図3 総合研究所の組織

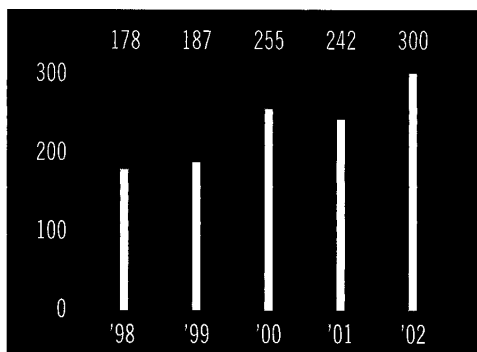


図4 総合研究所の特許出願件数の推移

3. 実際の研究活動

総合研究所は当社独自の研究開発を進めている。先端の研究開発は、大学、国・公立研究機関、他社との協力を行っている。製品化においては、各開発センタ、事業部、関連子会社などと協力して行っている。

3.1 記録技術

表3に、当社の光ディスク関係の主な開発過程を示す。1980年に米国で、1981年国内で光学式ビデオディスク Laser Disc を発売以来、当社では、光ディスク関連の技術開発を進めてきた。総合研究所でも当然、主な研究開発テーマである。さらに、ホログラム、強誘電体メモリと新しい記録媒体、高密度化の記録技術の研究開発を進めている。

表3 当社の主な光ディスク開発の変遷

西暦	内容
1980	米国にて家庭光学式ビデオディスク LaserDisc VP-1000 を発売
1981	国内にて家庭用光学式ビデオディスク LaserDisc LD-1000 を発売
1985	8 インチ追記型光ディスクドライブ DD-8001, ディスク DC-801 発売
1986	5.25 インチ追記型光ディスクシステム DD-S5001, DC-502 発売
1992	R-CD レコーダ PRD-1000 発売, 書き換え型ビデオディスクレコーダ VDR-V100 発売
1991	MUSE 方式ハイビジョンビデオディスク
1994	ビジョン市場導入
1995	SHG 素子を用いた 9GByte の光ディスクシステムをエレクトロニクスショーなどで公開
1996	DVD-ROM, DVD-Video の規格決定 DVD-R Ver.1.0 規格化
1997	片面 15GB を実現した SHG 青色光源を用いた HD-DVD プレーヤの試作機を公開
1999	世界初の DVD レコーダ DVR-1000 を市場導入
2000	デジタルハイビジョン対応の Blu-ray Disc Recorder の試作機を公開
2002	DVD-R/RW に, HDD 搭載機種 DVR-77H が市場導入
2003	全米の電子番組ガイドに対応した HDD 内蔵 DVD レコーダ DVR-810H/57H を市場導入 DRT-DM 技術搭載 DVD-R/RW ドライブ DVR-A06J を市場導入

3.1.1 アナログビデオディスク

「Laser Disc」の高画質・高音質，アクセス性の優れた機能の録画機⁽²⁾での実現をめざしシステムの研究開発を進め，ディスクの開発⁽³⁾を行つた。事業部で，業務用としてVDR-V100⁽⁴⁾を製品化した。さらに，アナログ映像信号を記録可能な追記型光ディスク⁽⁵⁾も開発した。また，レーザーディスクの約4倍の高密度化を実現するための技術開発⁽⁶⁾も行った。

3.1.2 映像のデジタル化のさきがけ

「 ビジョン」

1994年に，AV開発センターは，MPEG1の規格を用いて，4Mbpsのビットレートで圧縮を行い，直径12cmの光ディスクに，1時間のソフトを記録し，業務用として使う商品を完成し，ビジョン⁽⁷⁾の商品名として市場導入した。この間のMPEGエンコーダ，デコーダの開発，ソフトの制作に伴うMPEGエンコーディングの経験は，後のDVDの開発に役立った。

3.1.3 DVDの開発

1994年6月頃から，製造メーカー間でDVDの規格に関する話し合いが始まった。12cm光ディスクにMPEG2のデジタル圧縮を用いて，2時間位の映画などのソフトを記録し，これを次世代光ディスクの商品像と考えるコンセプトであった。

同年の9月頃から具体的なディスクシステム規格統一の努力を各社が始めた。当時は2つのシステムが存在した。一つは，12cm光ディスクの厚さ1.2mmの中間に信号面を置き，記録容量をできるだけ多くするシステムである。当社は，1995年1月にSD規格としてこれを支持する他社と報道発表した。一方は，できるだけCDの技術を継承して使用するシステムで，MMCD規格と称してSD規格と競合する形で存在した。

その後，1995年の9月にSD規格とMMCD規格の長所を採用し，新しくDVD規格を成立させる合意が成立し，1995年の12月にDVD規格^{(8)・(11)}の仕様の骨子が固まり，外部へ発表された。

当研究所は，AV開発センター，DVD事業部，パイオニアビデオ(株)・ディスク開発センターなどと協力し，高画質・高音質を実現する規格を提案し，DVDシステム，およびディスクの試作^{(12)・(22)}，実験とコンピュータシミュレーションを行い，評価し，その結果に基づいて，他メーカーと技術検討・折衝を行い，規格化に大きく貢献した。

DVDはCDに比べ約7倍の記録密度で，信号を読み取るピックアップ^{(23)・(26)}がキーパーツとなる。総合研究所はROM，RAMの規格化と開発，信号処理や光学システムの開発を行い，DVDの商品化に貢献した。

その後，DVD-R/RW^{(27)・(31)}などの記録型DVDシステムは，AV開発センターが中心になって提案し，事業部で製品化を行い，現在の主力商品へ成長している。

3.1.4 Blu-ray Discへ

DVDを開発する以前から次世代光ディスクに相応しい画質，音質を追求してきた。具体的には，映画などの素材に対しては6Mbps，放送番組などの素材には9Mbpsのビットレートを適用できることを目標に開発を進めた。

この開発の過程で，赤色レーザよりその第2次高調波である青色光を発生するSHG光学素子^{(32)・(36)}を用いた9Gbyteの光ディスクシステムを1995年にエレクトロニクスショーに公開した。

さらに，光退色性色素を用いた光ディスクマスタリング技術^{(37)・(40)}を開発した。記録容量15Gbyteの光ディスクを試作した。波長430nmのSHGレーザ，開口数0.6の対物レンズ，およびアダプティブイコライザ^{(41)・(44)}を用いた再生システムで記録容量15Gbyteの試作ディスクの再生を可能にした。1997年に公開した15GB-HD-DVDの試作機の外観を，図5に示す。

上述したように，青紫色レーザーを用いた次世代型大容量光ディスクシステムの基礎技術を確立するための研究を行ってきた。1999年には，ソニー，フィリップスと共同開発を始めた。2002年2月に業界8社と共同で書き換え型の

「Blu-ray Disc」規格を策定し，6月に規格書を発行した。

ピックアップ，LSI，メカニズムを含む要素技術の開発と，光ディスクレコーダの製品化を目指したシステム開発は，AV開発センターで取り組んでいる。図6にAV開発センターと共同で開発した試作機の外観を示す。また，片面4層記録でディスク容量100GB⁽⁴⁵⁾を達成した。この開発報告は，昨年暮にISOM2003で最優秀論文賞を受賞した。



図5 15GB_HD-DVD 試作機(1997年公開)



図6 Blu-ray ディスク装置の外観

3.1.5 EBR⁽⁴⁶⁾-(52)

ディスクを高密度にするには，高精細の記録ピットを形成する必要がある。レーザービームの場合，波長で決定される回折限界が存在する。解像度からみて次世代DVDシステムの原盤記録には非常に困難と予想した。電子ビームを用いたEBR(Electron Beam Recorder)を開発し，次世代DVDシステム実現への基準ディスクの作製，およびさらなる高密度化への可能性の研究開発を進めている。図7に，EBRでの実験の様子を示す。

EBRの構成を図8に示す。電子ビーム記録は，

真空中で行う必要がある。図に示すように原盤で回転するスピンドルモータと移動ステージは，真空チャンバー内に設置されている。また，真空チャンバー上部に設置された電子カラムより電子ビームを原盤面へ収束させる構成になっている。EBRは，LBR(Laser Beam Recorder)に比べ解像度が高く200GBクラスあるいはそれ以上の高密度化の可能性を得ている。



図7 EBR装置での実験風景

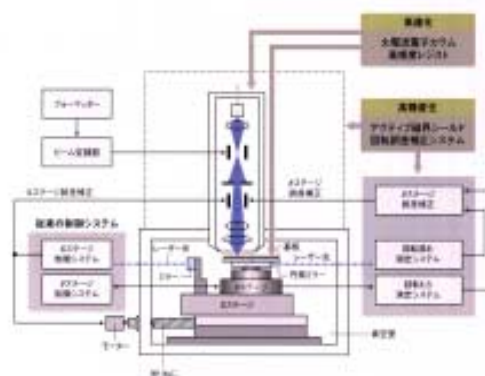


図8 EBRの構成

3.1.6 ホログラム⁽⁵³⁾-(66)

ホログラム記録記録用フォトリフラクティブ結晶開発は，物質・材料研究機構と共同で開発を進めてきた。

ホログラムメモリは，レーザー光を使って体積ホログラムの形式で3次元的に情報を多重記録する光学メモリ方式である。記録再生の原理を，図9に示す。まずデータは，チェスパターンのような白黒の2次元データパターンに変換されて空間変調器(SLM)に送り込まれる。SLM

で変調された信号光ともう一方の参照光を、記録媒体中で混合させることによって3次元の干渉パターンができる。この干渉パターンの強度変化を屈折率の変化に置き換えて媒体に記録したものがホログラムである。再生時には、参照光のみをホログラム照射する。記録したデータに対応した回折像が、ホログラムから発生する。その画像を、CCDなどの2次元センサで電気信号化してデジタル情報として利用する。ホログラムメモリで、同じ媒体に異なるデータからつくられる。異なるホログラムを数多く詰め込むことによって大容量(-Tbits/cm³)と高速転送(-Gbits/s)を実現する。

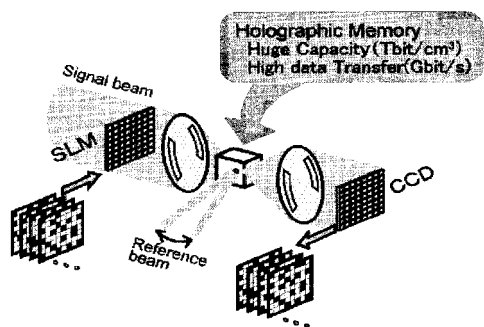


図9 ホログラムの原理

3.1.7 強誘電体メモリ^{(67),(68)}

強誘電体メモリは、東北大学通信研究所の長康雄教授の研究グループと共同開発を行っている。

強誘電体を記録材料にすることにより、1Tbit/inch²程度が限界といわれている垂直磁気記録の記録密度を大きく超える可能性がある。強誘電体記録では、外部電界印可による自発分極の方向の制御が可能である。自発分極の向きを記録情報に対応させる。つまり、垂直磁気記録に類似した情報記録を電気的に実現することができるメモリである。図10に、強誘電体メモリの原理模式を示す。

1994年に、東北大学の長康雄教授によってSNDM(走査型非線形誘電率顕微鏡: Scanning Non-linear Dielectric Microscope)法⁽⁶⁹⁾⁻⁽⁷¹⁾

による強誘電体ドメインの検出方法が発明された。サブナノメートルの分解能⁽⁷⁰⁾を有することが報告されている。

SNDMは、純電気的な方法であるので、強誘電体ドメインを高速で検出することが可能である。従って、SNDM装置を強誘電体記録再生ヘッドとした強誘電体記録再生システムが実現できれば、これまでの常識を超える情報記録再生装置の可能性がある。

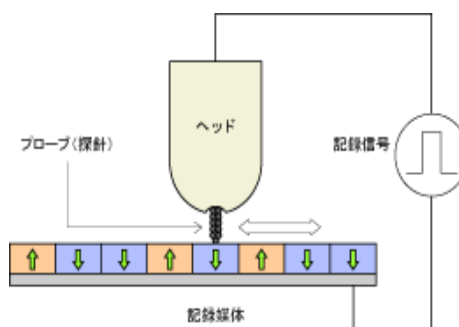


図10 強誘電体プローブメモリの記録原理

3.2 デバイスの開発

半導体素子の開発では、青紫色半導体レーザー、および光通信用DFBレーザーの開発がある。

3.2.1 青紫色半導体レーザー

光メディアには、波長とレンズの開口率(Numerical Aperture)による回折限界が存在する。光ディスクで高密度化を実現するためには、短波長化が必要である。CDの波長は780nm、DVDの波長は650nmである。記録容量が増大するに従って短波長化が要求され、次世代高記録密度光ディスクを実現するためには、青色光源を必要とした。

青色光源を得る方法には、前述した赤色光源の2次高調波を用いるSHGと青色半導体レーザーがある。1990年代では、業界全体で青色半導体レーザーは、なかなか実現が困難と考えられていた。そのため、当研究所では、SHG素子と青色半導体レーザーの両者の研究開発を進めた。

青色半導体レーザーの開発は、当時の名古屋大学赤崎勇教授(名城大学ハイテク・リサーチセ

ンター長，名古屋大学名誉教授)⁽⁷²⁾と1991年にGaN素子の結晶成長^{(73)・(76)}に関する共同研究をスタートさせてからである。この研究では，有機金属気相成長法による良質な結晶薄膜成長技術を確立し，また微細加工技術も確立した。

初めて室温でレーザーパルス発振に成功したのが1998年，低温連続発振を翌年9月に確認した。2000年1月に株式会社ロームと共同開発を始め，同年3月にはついに室温連続発振に成功した。さらに実用化に向けた発光特性，寿命の改善に取り組んでいる。図11に，青紫色半導体レーザの発振状態の写真を示す。

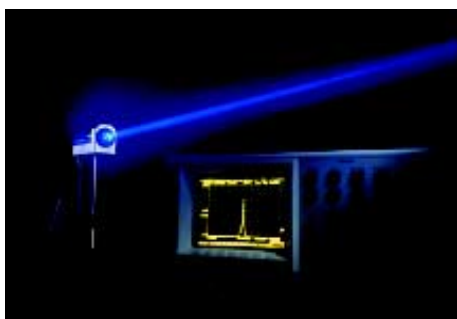


図11 青紫色半導体レーザ

3.2.2 光通信用DFB(分布帰還型)レーザ

光通信用デバイスの開発では，新たな素子構造を提案し，高性能を維持しながら低コスト化を実現した。リソグラフィによりDFBの構造を作り，歩留まりを低下させる結晶再成長プロセスを省略した。新規材料としてAlGaInAs系半導体の使用が可能になり，2.5Gbps高速変調と80℃までの高温下における動作を実現した。このDFBレーザは，FTTH(Fiber To The Home)時代を切り拓く将来性の高いデバイスである。なお，本デバイスの技術は，他社へ技術供与した。

3.3 ディスプレイ関係

次世代ディスプレイとして，高画質・自発光・薄型平面ディスプレイの可能性を検討した。大画面，早期の実現性ではPDPが最も優れていた。その後，PDPはディスプレイ研究所で研究開発が進められ，事業部にて実用化された。高

画質，省電力で市場から高い評価を得ている。

中・小型で高画質・自発光・薄型平面ディスプレイとして有機ELの研究開発を，ディスプレイおよびその他への応用として高効率電子放出素子(HEED: High Efficiency Electro-emission Device)の研究開発を進めている。

3.3.1 有機ELディスプレイ⁽⁷⁷⁾

上述した条件を満たすディスプレイを実現するため，研究会や大学，他企業と交流し，情報を収集した。収集した情報をもとに各部署で議論を重ねた。そのような状況で「有機EL」の研究がスタートした。ある研究員が，当時九州大学の齊藤省吾教授(現九州大学名誉教授)の「有機EL」に関する研究発表を聴講し，この技術の将来性に着目したことが契機である。

有機材料は，広範囲な合成が可能で，素材を適宜選択・組み合わせることでいろいろな色を発光させることが可能であろう。有機材料で薄型ディスプレイを作りたいという熱望が，研究テーマ化する大きな原動力になった。

有機EL素子は，

1. 電流注入型薄膜面発光タイプの素子である。
2. 低電圧駆動が可能である。
3. 応答速度が速い。
4. 新規材料の設計，合成が比較的容易にできる。

などの特長を有している。

図12に有機EL素子の構造を示す。有機ELは，ガラスなどの透明な基板上に，陽極としてITO(Indium Tin Oxide)透明導電膜，その上に単層あるいは多層の有機発光層，陰極にAlなどの金属が順次成膜された構造の素子である。両

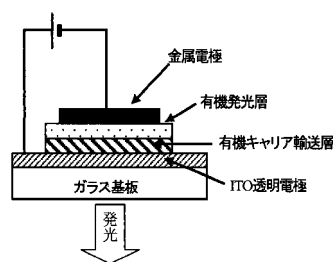


図12 有機EL素子の構造

電極を含めた厚さが、サブミクロンの極薄デバイスである。両電極間にDC数Vの電圧を印可することで100/cd/m²以上の輝度を得ることができる。

その後の研究開発で発光輝度・寿命の加速度的改良⁽⁷⁸⁾⁻⁽⁸¹⁾を加え、単色で単純マトリクス方式ディスプレイへの展開を実現し、社外の展示会で高い評価を得た。この技術は、製品化を担当する東北パイオニアに技術移転され、1997年に世界初のカーオーディオ用緑単色ドットマトリクスディスプレイが市場導入された。図13に当社のカーオーディオシステムに採用された有機ELの外観を示す。



図13 単色有機ELディスプレイ搭載FM文字多重レシーバの外観

フルカラーディスプレイの開発も進め、5インチの試作品を社内に初めて公開されたとき、CRTや液晶に比べ応答性の良さ、色純度の高い画質、視野角の広さに見学者は驚いていた。2年後に大阪で開催されたエレクトロニクスショーに出展した際、大勢の見学者が展示ブースを訪れ、高画質・薄型ディスプレイに驚嘆していた。この展示後、各社からも有機EL素子を用いた薄型ディスプレイの発表が相次ぐようになった。

その後、有機ELディスプレイの使用する場をより拡大するため、フレキシブル・ディスプレイ⁽⁸²⁾⁻⁽⁸⁴⁾の開発へと展開していく。フレキシブル・ディスプレイの外観を図14に示す。プラスチックは、ガラスに比べ水分を透過する。基板素材の選択と水分に対する素子の保護にどのように対処するかに注力し、日夜たゆまない研究開発を続けている。フレキシブル・ディスプ

レイの実現には、他にも技術課題が存在するが、フルカラーのフレキシブル・ディスプレイを試作レベルで展示会、TVなどで紹介することにより、社会から認知され期待されている。



図14 フィルムディスプレイの外観

10年以上の長い期間の研究開発の努力が実を結び、2003年12月4日に、筒井哲夫氏(九州大学教授)⁽⁸⁵⁾⁻⁽⁸⁷⁾、城戸淳二氏(山形大学教授)⁽⁸⁸⁾と共に、當摩照夫(東北パイオニア常務執行役員)、仲田仁(総合研究所表示デバイス研究部部长)の両名が、(財)光産業技術振興協会の「櫻井健二郎氏記念賞」の受賞した。本賞は、光産業技術の各分野で櫻井博士の残した偉大な業績を記念して、研究と指導・普及活動で先駆的役割を果たした団体・個人に贈られるものである。

最近では、有機材料の発光ダイオード以外の増幅・スイッチング素子としての可能性を検討・研究開発し、横の展開を図っている。将来、有機トランジスタ⁽⁸⁹⁾で有機EL素子を駆動するのが目標である。一方で、高輝度・長寿命の発光材料の探求⁽⁹⁰⁾が続いている。

3.2.2 HEED^{(91),(92)}の開発

高画質・自発光・薄型ディスプレイの候補としてFED(Field Emission Display)がある。1995年に、東京農工大学越田信義教授⁽⁹³⁾と共同研究で多孔質シリコンを用いた冷陰極の開発を開始し、FEDによるディスプレイの実現を目指した。

越田教授は、多孔質シリコンからの冷電子放出を発見した。これは、固体からの弾道電子放

出という新しい物理現象で、CRT に代わる次世代 FED の候補として高い可能性を有していた。一方、多孔質シリコンをディスプレイに応用することを考えると、画面の大きさ、作製上の容易さなどから、ガラス基板上にそれを作製する必要があった。ところが、当時、多孔質シリコンで安定した電子放出を得るためには、1000 での熱処理を必要とした。1000 は、ガラスの融点より高い温度で、ガラス基板上での実用化は不可能であった。ガラス基板を用いるディスプレイへ応用するためには解決しなければならない課題であった。研究者は、この課題に対する答えを模索する中で、これまでにない高効率で高い放出電流密度を示す素子構造を見出した。それは、多孔質化を必要としない極めてシンプルな薄膜金属 / SiO_x / Si という構造からの電子放出であり、高い電子放出が蛍光体を刺激し、直視出来ないほどの輝度が得られた。高効率電子放出素子 (HEED)^{(94)・(96)} の誕生である。図 15 に、HEED の素子の構造を示す。

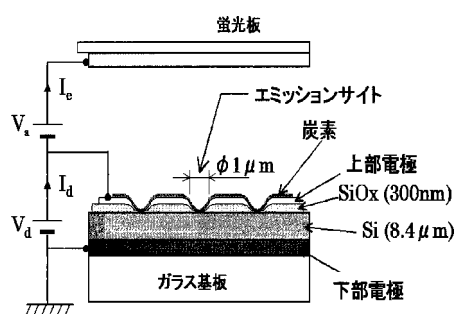


図 15 HEED の素子構造

HEED は、従来の冷電子放出に比べ非常に高い電子放出効率と電子放出電流を持つ素子である。この素子は、MIS 構造であり、厚さ 400nm という常識では考えられない絶縁層を伝導させた電子放出であり、固定観念にとらわれない自由な発想が生んだ発見であった。図 16 に、4 インチ HEED パネル (試作品) の階調表現デモンストレーションの様子を示す。表示エリアは 72mm 角である。ディスプレイ応用への可能性

を実証した。現在は、他の電子放出素子 (電子源) では出来ない応用を目指し、開発を続けている。

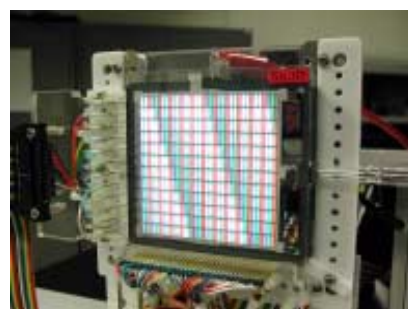


図 16 HEED パネルの外観

3.4 オーディオの開発

高忠実度音場再生技術の提案をするために研究開発を行っている。

3.4.1 車内前方定位音響システム⁽⁹⁷⁾

車内で、ダッシュボード上のみのスピーカ配置ながら、一般の部屋で聞くような音像の前方定位、および圧迫感のない自然な再生をするカーオーディオシステムを実現した。HAAS 効果を利用した定位制御、アクティブなモード制御を適用した。

3.4.2 リニアパワースピーカの開発^{(98)・(99)}

リニアパワースピーカは小口径で大口径並みの低音を実現するスピーカである。図 17 にリニアパワースピーカのカットモデルを示す。



図 17 リニアパワースピーカのカットモデル

スピーカシステムが小型化することで、共振周波数の上昇、放射抵抗の減少、そして体積速度の減少が起こり、重低音を再生することが困

難になる。小型スピーカで大型スピーカと同等の低音再生能力を得るためには、大型スピーカと等しい体積速度を確保することが必要である。従来のスピーカでは、エッジのリニアリティが不十分なため大きな体積速度を得ることが困難であった。小口径でも大きな体積速度を得るために、エッジレス構造で広い範囲で力係数が一定になるように駆動部構造を開発した。15cm口径で、 $\pm 15\text{mm}$ 以上の振幅および100dB(50Hz)の音圧レベルを可能にした。実際に商品に搭載され、市場で高い評価を得た。

3.4.3 自動音場システムの開発⁽¹⁰⁰⁾

ユーザが5.1チャンネルのようなサラウンド環境を正しく設置するのは容易なことではない。スピーカシステムをある程度指定の位置にセッティングすれば、あとは自動でタイムアライメントに加え、聴衆点での周波数伝送特性まで平坦化する理想的な環境にするのが自動音場システムである。

マルチチャンネルオーディオの再生では、最適なりスニング環境は、各スピーカと受聴位置間で、周波数特性、レベル、タイムアライメントがほぼ一樣になることで得られる。これを実現するために、受聴位置付近に置いたマイクロフォンによりこれらの特性を測定し、最適な状態へ自動的に補正する。ここで設定されたパラメータによりオーディオ信号を実時間信号処理する。このイメージを図18に示す。測定、分析、実時間処理はすべてDSPで演算している。いわば空間歪み是正とも言える効果を実現している。

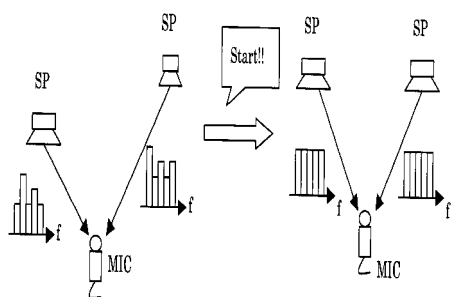


図18 自動音場補正イメージ

本システムは所沢の事業部と協同で開発し、「VSA-AX10」として商品化された。本製品は、毎年、その年のAVシーンを牽引した優秀製品を選択する「HiVi」グランプリの2001年・第17回で金賞を受賞した。図19には後継機種であるVSA-AX-10iの外観を示す。



図19 マルチチャンネルアンプVSA-AX-10i

4. まとめ

総合研究所の歴史と主な研究テーマの概要、および成果を外部機関、および、開発センタ、事業部の関連を含め紹介した。

インターネットの普及とともに情報過多の昨今こそ、事業の柱になる研究開発を行うためには自らの目でシーズをつかみ、大きなニーズの潮流をいかに早く捉え、シーズとニーズを結合させるかが大切である。具体的にはデジタル化のモーメントの中で生まれた技術など総合研究所での開発の全体像を紹介した。

現在脚光を浴びている有機ELディスプレイなどは初めは個人または数人の問題意識から蒸留されたものであり、ほぼ10年近くの歳月を経て製品化されている。その間、必ずしも順風満帆とは行かないところに研究・開発の産みの苦しみがあり、幾つかの問題解決を成し遂げたときの達成感に喜びを感じるのである。

有機ELディスプレイのような新しい研究開発やHEEDのような独創的な研究が今後より多く、総合研究所で芽吹くように、山田宰所長のもと自由闊達な研究風土の醸成とともに所員の意識改革を続けている。

参 考 文 献

- (1) 蔵田: "製品技術者のためのライフサイクルアセスメントツール", PIONEER R&D, Vol.13, No.3
- アナログビデオレコーダ関係
- (2) 菊池, 他: "書き換え型ビデオディスクレコーダの開発", パイオニア技報, 通巻1号, 1990, 3月.
- (3) 吉川, 他: "書き換え型ビデオディスクの開発", パイオニア技報, 通巻5号, 1992, 4月
- (4) 渡辺, 他: "ビデオディスクレコーダVDR-V100の開発", パイオニア技報, 通巻6号, 1992, 10月.
- (5) 辻, 他: "映像記録用高感度記録媒体の開発", パイオニア技報, 通巻7号, 1993.6月.
- (6) 飯田, 他: "高密度マスタリング技術の開発", PIONEER R&D, Vol.8, No.2
- 関係
- (7) 山本, 他: "画像圧縮技術(MPEG1)を用いた高密度光ディスクシステムの開発", パイオニア技報, 通巻9号, 1994, 6月.
- DVD 関係
- (8) 横川: "DVD 物理フォーマットの概要", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (9) 戸崎, 他: "DVD ビデオ論理フォーマットの概要", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (10) 山本: "DVD カラオケ規格の概要", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (11) 富田: "8/16 変調方式:", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (12) 林, 他: "DVD 再生用ピタビ信号回路の開発", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (13) 板垣, 他: "DVD 信号送出システムの開発", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (14) 池谷, 他: "DVD 用小型LBRの開発", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (15) 福岳, 他: "DVD マスタリング技術の開発", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (16) 半沢, 他: "DVD レプリケーション技術の開発", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (17) 栗林, 他: "2層ディスクの概要", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (18) 藤森, 他: "2層ディスクの基礎開発", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (19) 谷口, 他: "DVD-recordableの開発", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (20) 近藤, 他: "DVD-R 色素ディスクの基礎開発", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (21) 上村, 他: "DVD 高速検査器の開発", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- (22) 工藤: "DVD-RAM ディスクの検討", PIONEER R&D, Vol.6, No.2
- ピックアップ関係
- (23) 小笠原, 他: "液晶によるディスクチルト補正", 第58回応用物理学会秋季予稿集, 4p, ZE14(1997)
- (24) 大滝, 他: "光ピックアップ", 映像情報メディア学会誌, Vol.51, No.7
- (25) 大滝, 他: "光ディスク用ヘッドへの液晶の応用", 映像情報メディア学会技術報告VIR-97-51
- (26) 大滝, 他: "液晶チルトサーボ", PIONEER R&D, Vol.8, No.2
- DVD-R/RW 関係
- (27) 神野, 他: "DVD-RW(ReWritable)ディスクの開発": PIONEER R&D, Vol.8, No.2
- (28) 吉田, 他: "DVD-R 追記システムおよびDVD-RW システムの開発", PIONEER R&D, Vol.8, No.2
- (29) 清水, 他: "DVD-R システムの開発", PIONEER R&D, Vol.7, No.1
- (30) 下田, 他: "DVD-R システム/DVD-R 追記システムの開発", 信学技報, Vol.97, No.287
- (31) 谷口, 他: "The New Re-writable Disc system for DVD", Joint MORIS/ISOM '97 SHG 関係
- (32) K.Chikuma and S.Umegaki: Characteristics of optical second-harmonic generation due to Cerenkov-radiation-type phase matching", J. Opt. Soc. Am.B, Vol.7, No.5 p.768 (1990)
- (33) 竹間, 當摩當: "ファイバ型波長変換素子の解析および設計", パイオニア技報, 通巻4号, 1991, 10月.
- (34) 尾上, 他: "プロトン交換Y-cut LiTaO₃ 3次元導波路の作製", 第53回応用物理学会学術講演会, 17a-X-1, p.798(1992).
- (35) 尾上, 他: "プロトン交換Y-cut LiTaO₃ 3次元導波路の作製", パイオニア技報, 通巻7号, 1993.6月.
- (36) A.Onoe: "Second-Harmonic Generation of Blue Light in Epitaxial KLN Waveguides on KLNT Substrates by Metalorganic Chemical Vapor Deposition", Japanese Journal of Applied Physics
- 光マスタリング技術関係
- (37) T.Iida, T.Higuchi, H.Sasaki, K.Ogoshi and S.Yokozeki: Jpn.J.Appl.Phys. 32 (1993) 5447.
- (38) T.Higuchi, et al.: "High density optical disc mastering using photobleachable dye", ISOM Technical Digest(1997), p.298-299

(39)T.Higuchi, Y.Okumura and T.lida:"High density optical disc mastering using photobleachable dye", JPN.J.Appl.Phys. 37 (1998) 2130.

(40)樋口,他:"光退色性色素を"を用いた高密度光ディスクマスタリング,PIONEER R&D, Vol.8,No.2

クロストーク関係

(41)宮鍋,他:"高密度光ディスクのジッタ解析法および記録保証によるジッタ低減",PIONEER R&D, Vol.6,No.3.

(42)栗林,他:"クロストークキャンセラを用いた高密度再生システム",第54回応用物理学学会学術講演会講演予稿集 p.1004 (1993)

(43)H.Kuribayashi, et al.:"High density Reproduction System using a Cross-Talk Canceler",ISOM Technical Digest p.286-287 (1997)

(44)宮鍋,他:"クロストークキャンセラを用いた高密度再生システム",PIONEER R&D, Vol.8,No.2

Blu-ray 関係

(45)志田宜義,樋口隆信,細田康雄他:The BD(Blu-ray Disc)-Type Multi-Layer 100GB ROM Disk using a Photo-polymer Sheet, ISOM2003, Nov.4,2003

EBR 関係

(46)勝村,他:"電子ビームを用いた高密度マスタリング",PIOEER R&D,Vol.8,No.2

(47)Y.Kojima, H.Kitahara, M.Katsumura and Y.Wada:"High Density Mastering Using Electron Beam",Jpn.Appl.Phys.,Vol.37,pp.2137-2143, April 1998.

(48)Y.Wada, M.Katsumura, Y.Kojima and T.lida:"High-Density Recording Using an Electron Beam Recorder",Jpn.Appl.Phys.,Vol.40, pp.1653-1660, March,2001.

(49)小島,他:"電子ビーム記録装置における記録位置精度の向上",PIOEER R&D, Vol.13,No.2

(50)加園,他:"電子ビーム描画装置を用いたディスクマスタリングにおける化学増幅型レジストの適用検討",PIOEER R&D, Vol.13,No.2

(51)M.Katsumura:"High-Density Groove Mastering Using an Electron Beam Recorder",Japanese Journal of Applied Physics, 2002,1

(52)O.Kasono, T.Sugimoto, M.Katsumura, T.Higuchi,Y.Kojima, and T.lida:"Study of Chemically Amplified Resist using an Elec-

tron Beam Recorder",Japanese Journal of Applied Physics,2003,3

ホログラム関係

(53)畑野,他:"ホログラム記録用LiNbO₃, LiTaO₃単結晶の開発",PIONEER R&D Vol.13 No.2, pp.52-62 (2003).

(54)Y.Liu,K.Kitamura,S.Takekawa,M.Nakamura, Y.Furukawa,and H.Hatano:"Nonvolatile two-color holographic recording in nondoped near-stoichiometric lithium tantalate crystals with continuous-wave lasers,Appl. Phys. Lett.Vol.82,pp.4218-4220(2003).

(55)畑野,北村:"不揮発フォトリフラクティブメモリー",OplusE, Vol.25,No.4,pp.402-407 (2003).

(56)M.Lee,H.Hatano,S.Tanaka,T.Amaji, K.Kitamura and S.Takekawa:"Two-Color Hologram Multiplexing from the Colored State in Stoichiometric LiNbO₃:Tb,Fe Appl. Phys. Lett.Vol.81,No.24 ,p4511(2002).

(57)K.Kitamura,Y.Furukawa,H.Hatano,K.Kuroda,R.Macfarlane and H.Guenther:"Stoichiometric LiNbO₃, Material Potential for Holographic Data Storage Progress in Photo-refractive Nonlinear Optics ed.Taylor & Francis (2002).

(58)Y. Liu, K. Kitamura, S. Takekawa, G. Ravi, M. Nakamura, H. Hatano, and T. Yamaji:"Nonvolatile two-color holography in Mn-doped near-stoichiometric lithium niobate", Appl.Phys.Lett.Vol.81,No.15,p2686(2002).

(59)畑野,北村:"ホログラフィック光メモリーの最近の動向 フォトリフラクティブ記録材料を中心に" , レーザ研究, Vol.30, No.4, p.171-176(2002).

(60)畑野,他:"デジタルホログラムメモリー用記録材料の開発",PIONEER R&D,Vol.11, No2 (2001).

(61)M.Lee,I.G.Kim, S.Takekawa,Y.Furukawa, Y.Uchida,K.Kitamura,and H. Hatano:"Electron Paramagnetic Resonance Investigation of the Photochromic Effect in Near-Stoichiometric LiNbO₃ with Application to Holographic Storage",J.Appl. Phys.Vol.89 ,p.5311(2001).

(62)M.Lee,S.Takekawa,Y.Furukawa,K.Kitamura, H.Hatano,and S.Tanaka:"Photochromic Effect in Near-Stoichiometric LiNbO₃ and Two-Color Holographic Recording",J. Appl.Phys., Vol.88,p.4476(Oct.15,2000).

(63)Y.Furukawa,K.Kitamura,S.Takekawa,K.

- Niwa, and H. Hatano: "Improved properties of stoichiometric LiNbO₃ for Electro-optic applications" J. Intelligent Material System and Structures, Vol.10, p.470 (2000)
- (64) M. Lee, S. Takekawa, Y. Furukawa, K. Kitamura, H. Hatano and S. Tanaka: "Nonvolatile two-color holographic recording in Tb-doped LiNbO₃", Appl. Phys. Lett. Vol.76(2000), 1653.
- (65) M. Lee, S. Takekawa, Y. Furukawa, Y. Uchida, K. Kitamura, H. Hatano and S. Tanaka: "Photochromic effect in near-stoichiometric LiNbO₃ and two-color holographic recording", J. Appl. Phys. Vol.88, p.4476 (2000).
- (66) M. Lee, S. Takekawa, Y. Furukawa, K. Kitamura, H. Hatano: "Quasi-nondestructive holographic recording in photochromic LiNbO₃", Phys. Rev. Lett. Vol.84, (2000) 875-878.
- 強誘電体関係**
- (67) 尾上: "強誘電体への超高密度情報記録", PIONEER R&D, Vol.13, No.2
- (68) A. Onoe: "Tbit/inch² ferroelectric data storage based on scanning nonlinear", Applied Physics Letters,
- (69) Y. Cho, S. Kazuta and K. Matsuura: Appl. Phys. Lett. 75 2833(1999).
- (70) H. Odagawa and Y. Cho, J. Appl. Phys. 39, 5719.
- (71) Y. Cho, S. Kazuta, K. Matsuura and H. Odagawa, : J. Europ. Ceram. Soc. 21, 2131(2001).
- 半導体レーザー関係**
- (72) I. Akasaki, H. Amano, Y. Koide, K. Hiramatsu, N. Sawaki: "Effects of an AlN buffer layer on crystallographic structure and on electrical and optical properties of GaN and Ga_{1-x}Al_xN (0 < x < 0.4) films grown on sapphire substrates by MOVPE" • Journal of Crystal Growth 98, 209(1989).
- (73) Y. Kimura, A. Ito, M. Miyachi H. Takahashi, A. Watanabe, H. Ota, N. Ito, T. Tanabe, M. Sonobe and K. Chikuma: Jpn. J. Appl. Phys. 40, (2001), L1103
- (74) Y. Kimura, M. Miyachi H. Takahashi, T. Tanaka, M. Nishitsuka, A. Watanabe, H. Ota, and K. Chikuma: Jpn. J. Appl. Phys. 37, (1998), L1231
- (75) 木村, 他: "レーザー加工を用いた Variable Stripe Length 法による測定した GaN 系青色レーザーダイオードの光学利得と内部損失", PIONEER R&D, Vol.12, No.3
- (76) 宮地, 他: "GaAs 基板上に貼り付けた GaN 系青色半導体レーザー", PIONEER R & D, Vol.12, No.3
- 有機 EL 関係**
- (77) 宮口: "有機 EL ディスプレイの開発状況", PIONEER R&D, Vol.13, No.2
- (78) 脇本, 他: "キナクリドン誘導体を添加した有機 EL 素子": パイオニア技報, 通巻7号, 1993, 6月.
- (79) 村山, 他: "緑色有機 EL 素子の高輝度・高効率化": パイオニア技報, 通巻9号, 1994, 6月
- (80) K. Nagayama, T. Yahagi, H. Nakada, T. Tohma, T. Watanabe, K. Yoshida, and S. Miyaguchi: Jpn. J. Appl. Phys., 36 L1555(1997)
- (81) H. Kubota, S. Miyaguchi, S. Ishizuka, T. Wakimoto, J. Funaki, Y. Fukuda, T. Watanabe, H. Ochi, T. Sakamoto, T. Miyake, M. Tsuchida, I. Ohshita and T. Tohma: Journal of Luminescence, 87, 56-60(2000)
- (82) 吉田: "有機 EL フィルムディスプレイの開発動向と応用", 電子材料, 2002, 12月
- (83) 杉本, 他: "有機 EL フィルムディスプレイの開発", PIONEER R&D, Vol.11, No.3
- (84) 原澤: "フィルム有機 EL の用途開発", PIONEER R&D, Vol.11, No.3
- (85) C. Adachi, T. Tsutsui, S. Saito: "Organic electroluminescent device having a hole conductor as an emitting layer", Appl. Phys. Lett., 55(15), 1489-1491(1989).
- (86) C. Adachi, T. Tsutsui, S. Saito: "Blue light-emitting organic electroluminescent devices", Appl. Phys. Lett., 56(9), 799-801 (1990)
- (87) C. Adachi, T. Tsutsui, S. Saito: "Confinement of charge carriers and molecular excitons within 5-nm-thick emitter layer in organic electroluminescent devices with a double heterostructure", Appl. Phys. Lett., 57(6), 531-533 (1990).
- (88) 城戸: "有機 EL のすべて", 日本実業出版社
- (89) 奥田, 他: "有機 EL ドットマトリクス表示体用駆動回路の開発": PIONEER R & D, Vol.8, No.3
- (90) 川見, 他: "蛍光材料を用いた有機 EL 素子の長寿命化の可能性", PIONEER R & D, Vol.11, No.1
- HEED 関係**
- (91) 中馬, 他: "高効率電子放出素子 (HEED) の開発", PIONEER R&D, Vol.8, No.3
- (92) 根岸, 他: "高効率電子放出素子 (HEED) の特性改善とその応用", PIONEER R & D, Vol.13, No.2
- (93) N. Koshida, T. Ozaki, X. Sheng and H. Koyama,

Jpn J. Appl.Phys.,34(1995)L705

(94)N.Negishi,T.Chuman,S.Iwasaki,T.Yoshikawa,H.Ito and K.Ogasawara : " High efficiency ELection-emission in Pt/SiOx/Si/Al structure", Jpn. J. Appl. Phys., 36 (1997)L939

(95)山田,他:2000年春季応用物理学会関係連合講演会No.2,pp.759(2000)

(96)T.Yamada,T.Hata,K.Sakemura,S. Iwasaki, N. Negishi, T. Chuman, H. Satoh, T.Yoshikawa, K. Ogasawara and N. Koshida : Proceedings of the 9th International Display Workshops (IDW'02), 1037(2002)

オーディオ関係

(97)太田,他:"車内前方定位音響システムの開発", PIONEER R&D, Vol.9, No.1

(98)張,他:"低音再生用スピーカの小型化", 信学技報, EA96-51(1996-10), p.59-66

(99)張,他:"リニアパワースピーカの開発", PIONEER R&D, Vol.7, No.2

(100)太田,他:"自動音場補正システムの開発", Pioneer R&D Vol.11, No.3

筆者

加藤 敬(かとう たかし)

所属: 総合研究所 所長室

入社年月: 1974年7月

主な経歴: PCM 固定ヘッド録音機, PCM ディスク(Laser Disc を利用したビデオフォーマット, 直接記録) システムの開発, コンパックカセットを使ったPCM録音機, DAT(固定ヘッド, 回転ヘッド)の開発のあと研究企画部, 87年総合研究所設立とともに移動, 技術調査部, 研究管理部などを経て現在にいたる。AES 会員。

その他: 趣味はオーディオ製作。趣味で数多くのコンサート録音を手掛け, 最近はFM いるか開局5, 10周年記念CDも録音(「函館のオルガン」「函館のオルガン (2002年12月)」(市販中))した。