

MITSUBISHI

三菱電機技報

Vol.69 No.11

特集 “映像ディスプレイ”

'95 **11**



LVP-1280



特集 “映像ディスプレイ”

目 次

特集論文

映像ディスプレイが拓く情報化社会への夢と期待	1
内田龍男	
映像ディスプレイの現状と展望	2
中野隆生・渡辺尚友	
ノートパソコン用 TFT カラー液晶ディスプレイ	6
中川直紀・谷内 滋・高橋盛毅・菊田 繁・結城正記・長尾繁雄	
液晶ビデオプロジェクタ——輝度画像・色画像分離方式——	11
名井康人・西野 功・小島正典・宮本照雄・大重豊実	
液晶ビデオプロジェクタ——LCPC 方式——	16
石谷善朗・鹿間信介・山田房明・村井博之	
高精細オートスキャンビデオプロジェクタ LVP-1280	21
井上 広・山辺俊樹・竹内 茂・金子俊秀・藤村 諒	
展張マスク CRT 搭載のディスプレイモニタ	27
長峯 卓・菅原 喬・菅野昌博	
37型インテリジェント ディスプレイモニタ	31
坂東孝浩・中川智洋・久富一也・小島芳之・松永明義	
ワイドクリアビジョン TV “CZ7 シリーズ”	35
山口典之・蔵下拓二・徳永久信・杉本 貢・花井品章	
カラープラズマディスプレイ	41
吉川皖造・有本浩延・永野真一郎・永井孝佳・中西隆仁	
屋外近距離用オーロラビジョン	46
原 善一郎・山口洋司・岩崎 好・富松則行・長谷川典久	
ヘッドマウントディスプレイの高画質化	51
芦崎能広・関口敬一・酒井美保・江崎光信・岩本秀人・上村公実	

普通論文

三菱音声認識応答装置 “MELAVIS”	56
青木芳秀・岩崎知弘・太川裕利・村沢 靖・川口隆司	
経路案内付きカーナビゲーションシステム	62
速水勝朗・後藤博文・嵯峨征雄・横内一浩・谷 正紀・伊藤久嗣	
カーナビゲーション用経路案内技術	68
井手野宏昭・梅津正春・水谷芳禎・岡崎勝次・柿谷孝至・前川正一	
VTR のテープ浮上特性解析	73
則武康行・湯川 純・古石喜郎・坂口貴司	

特許と新案

「表示装置」「超電導マグネットの保護装置」	79
「高速軸流型ガスレーザ装置」	80

スポットライト

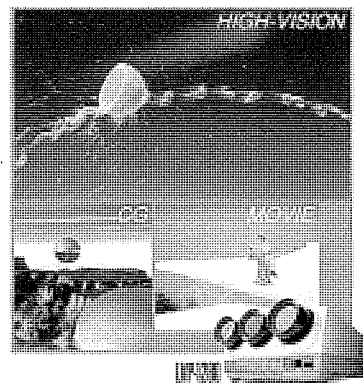
三菱マルチコミュニケーションシステム	78
ロールペーパー方式高速・高画質カラービデオプリンタ SCT-CP700	(表 3)

表紙

高精細プロジェクタ “LVP-1280”

LVP-1280は水平走査周波数15~100 kHzのワイドレンジ・マルチスキャン機能によってビデオ・パソコン・ハイビジョン・ワークステーションなどの多彩な映像入力ソースに余裕を持って対応できるマルチメディア時代のプロジェクタです。

900ピークルーメンの高輝度と1,600ドット×1,200ラインの高解像度、70~300型までの幅広いスクリーンサイズに対応、調整の簡単なフルデジタルコンバージェンス回路の搭載などの特長を備えております。



三菱電機技報に掲載の技術論文では、国際単位“SI”〔SI 第2段階(換算値方式)を基本〕を使用しています。ただし、保安上、安全上等の理由で、従来単位を使用している場合があります。

アブストラクト

映像ディスプレイの現状と展望

中野隆生・渡辺尚友

三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.2～5 (1995)

CRT, 液晶, プラズマディスプレイ等の市場・技術動向について述べる。また, 直視型ディスプレイについては, CRT と同等の特長を持ちながら薄型・軽量を実現する FED(Field Emission Display), 高開口率・高速応答・広視野角を達成するための次世代液晶パネル, 及び将来の壁掛けテレビ等について開発動向を紹介する。投写型ディスプレイについては, プロジェクションテレビの薄型化技術, 液晶プロジェクタの高輝度化技術等とこれらの課題について述べる。

展張マスク CRT 搭載のディスプレイモニタ

長峯 卓・菅原 喬・菅野昌博

三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.27～30 (1995)

表示性能を向上させるために, 21インチ, 17インチの展張マスク(アパーチャグリル)方式 CRT を開発し, これらを使用した高解像度ディスプレイモニタを開発した。

OSD(On Screen Display)を採用し, オートキャリブレーション機能, DDC(Display Data Channel)をサポートするユーザフレンドリな新機種である。

ノートパソコン用 TFT カラー液晶ディスプレイ

中川直紀・谷内 滋・高橋盛毅・菊田 繁・結城正記・長尾繁雄

三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.6～10 (1995)

ノートパソコン用の低消費電力化及びモジュールの小型化を図った対角26cm(10.4型)カラー液晶ディスプレイを開発した。

低消費電力化は, TFT アレーの高開口率化と駆動電圧の低減によって達成した。画素の高開口率化は TFT アレー構造の見直しにより, 低電圧駆動はパネル設計及び TFT アレー設計パラメータの最適化によって行った。また, モジュールの小型化はパネル周辺部の縮小によって実現した。

37型インテリジェント ディスプレイモニタ

坂東孝浩・中川智洋・久富一也・小島芳之・松永明義

三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.31～34 (1995)

37型インテリジェント ディスプレイモニタ XC-3725C の後継機として XC-3730C を開発した。

XC-3730C の主な特長は, VTR から EWS まで対応するワイドオートトラッキング機能(水平周波数15～85kHz)と, フェースプレートがよりフラットで, シャドウマスクにインバ材を使った CRT を採用したことである。

液晶ビデオプロジェクター輝度画像・色画像分離方式一

名井康人・西野 功・小島正典・宮本照雄・大重豊実

三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.11～15 (1995)

人間の視覚特性に適合した新方式の液晶プロジェクタを開発した。これは, 輝度画像・色画像を別個の液晶パネルで再生した後, 光学的に重畳させてカラー映像を得るものであり, 高解像度・高照度が得られる。4枚の液晶パネル(輝度用1, 色用3)を用いた4板式プロジェクタを試作し, 1,000 lx の高い照度を得るとともに新方式の有効性を確認した。

また, 小型・軽量かつ低価格化をねらい, 色画像用液晶パネルを単板としたA4サイズの2板式プロジェクタを製品化した。

ワイドクリアビジョン TV “CZ7シリーズ”

山口典之・蔵下拓二・徳永久信・杉本 貢・花井晶章

三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.35～40 (1995)

1995年7月から放送開始の EDTV-II 放送に対応して, ワイドクリアビジョン TV “CZ7シリーズ” を開発した。

このシリーズは MUSE, CS, EDTV-II などの最新の放送メディアに対応し, さらに, 最新の CRT 技術・画像技術・音響技術により, テレビジョン受像機として本質的な価値である高画質, 高音質, 及びモアチャンネルの考え方を徹底的に追求した商品である。

液晶ビデオプロジェクター—LCPC 方式—

石谷善朗・鹿間信介・山田房明・村井博之

三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.16～20 (1995)

高分子分散型液晶(Liquid Crystal Polymer Composite: LCPC)とアモルファスシリコン薄膜トランジスタ(Amorphous Silicon Thin Film Transistor: a-Si TFT)アレーを組み合わせた液晶パネルを試作し, これを用いた液晶ビデオプロジェクタを開発した。このプロジェクタは, 460 lm の明るさ, 各方式のテレビ信号及び VGA 相当の各種パーソナルコンピュータに対応するマルチスキャン機能, 体積0.03m³・質量9 kg の軽量コンパクトを実現した。

カラープラズマディスプレイ

吉川皖造・有本浩延・永野眞一郎・永井孝佳・中西隆仁

三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.41～45 (1995)

カラープラズマディスプレイ PD0511を開発した。

PD0511は対角50cm(20インチ), 64階調, 26万色表示可能な AC 型カラープラズマディスプレイで, 640×480の解像度がある。パソコン系, NTSC 系の双方の映像入力が可能で, 薄型軽量, 広視野角であり, 公衆場所や電車, バス等の移動体中での情報表示・広告表示などの様々な分野で応用が進んでいる。

高精細オートスキャンビデオプロジェクタ LVP-1280

井上 広・山辺俊樹・竹内 茂・金子俊秀・藤村 誇

三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.21～26 (1995)

普及型業務用オートスキャンビデオプロジェクタを開発した。このプロジェクタの下記特長を紹介する。

- (1) デジタル主偏向回路
- (2) フルデジタルコンバージェンス回路
- (3) キャラクタジェネレータ回路
- (4) フレキシブル オプティカルカップリング機構
- (5) 投写レンズ及び CRT

屋外近距離用オーロラビジョン

原 善一郎・山口洋司・岩崎 好・富松則行・長谷川典久

三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.46～50 (1995)

新開発のオーロラビジョンは, 今までの製品の持つ優れた特長を踏襲し, 従来と同等の輝度・信頼性を確保しつつ現行品比2.56倍の画素密度を実現した。開発の中心となる新発光素子は, 高画質化と低コスト化を考慮して, 容器構造・画素仕様・電極構造を決定した。画像処理部は, クリアビジョンやハイビジョンなどの最新の映像ソースにも対応でき, さらに視覚特性に配慮した表示制御方式を採用し, 目に優しい高画質のフリッカレス表示を実現した。

Abstracts

<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 27~30 (1995)</p> <p>CRT Monitors with Aperture-Grille Masks</p> <p>by Takashi Nagamine, Takashi Sugahara & Masahiro Kanno</p> <p>Mitsubishi Electric has developed high-performance 17- and 21-inch CRTs with aperture-grille masks and produced high-resolution monitors based on the new CRTs. The monitors have an on-screen display and user-friendly functions including autocalibration and a display data channel.</p>	<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 2~5 (1995)</p> <p>Video Display Technology at Present and in the Future</p> <p>by Takao Nakano & Takatomo Watanabe</p> <p>The article examines CRT, liquid-crystal, plasma and other display technologies and their markets. Development trends in direct-view technologies include thin, lightweight field-emission displays, which offer characteristics similar to CRT displays; next-generation LCD panels, which offer a high aperture ratio, rapid response and a wide viewing angle; and wall-mount television technologies. In the area of projection displays, the article covers cabinet-slimming technologies and high-brightness liquid-crystal projectors.</p>
<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 31~34 (1995)</p> <p>A 37" Intelligent Display Monitor</p> <p>by Takahiro Bando, Tomohiro Nakagawa, Kazuya Hisatomi, Yoshiyuki Kojima & Akiyoshi Matsunaga</p> <p>Mitsubishi Electric has developed a 37-inch display monitor, Model XC-3730C, as the successor to Model XC-3725C. The new model features a wide-range autoscanning function that handles horizontal frequencies of 15~85kHz, allowing the monitor to display video signals from VCRs as well as high-resolution personal computers and workstations. The CRT features a flatter faceplate and an invar shadow mask.</p>	<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 6~10 (1995)</p> <p>TFT Color Liquid-Crystal Displays for Notebook Computers</p> <p>by Naoki Nakagawa, Shigeru Yachi, Seiki Takahashi, Shigeru Kikuda, Masanori Yuki & Shigeo Nagao</p> <p>Mitsubishi Electric has developed a compact, low-power 26cm (10.4-inch) diagonal color LCD module for use in notebook computers. A redesigned thin-film transistor (TFT) array with high-aperture-ratio pixels and a lower drive voltage reduces power consumption. The compact dimensions were achieved by reducing the size of peripheral components.</p>
<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 35~40 (1995)</p> <p>CZ7 Series "Wide Clear Vision" TVs</p> <p>by Noriyuki Yamaguchi, Takuji Kurashita, Hisanobu Tokunaga, Mitsugu Sugimoto & Masaaki Hanai</p> <p>Mitsubishi Electric has developed CZ7 Series "Wide Clear Vision" TVs, which are compatible with the wide-format EDTV II broadcasts that began in Japan in July 1995. The series features decoders and other hardware that support MUSE, CS, EDTV II and other new broadcast formats. It also features improved CRT display and sound technologies for better quality signal reception, image display and audio reproduction.</p>	<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 11~15 (1995)</p> <p>Bright LCD Projectors with Separately Processed Luminance and Chrominance</p> <p>by Yasuhito Myoji, Ko Nishino, Masanori Kojima, Teruo Miyamoto & Toyomi Ohshige</p> <p>Mitsubishi Electric has developed two new liquid-crystal projectors that match the characteristics of human vision. The luminance and chrominance images are reproduced by separate liquid-crystal panels and superimposed optically to achieve a bright, high-resolution image. One model employs four panels, one for luminance and the others for the three primary colors. It achieved a 1,000lux output for a 40-inch screen image, and demonstrated the effectiveness of the new design. The other model utilizes only two liquid-crystal panels, thus allowing compact packaging (A4-size). One panel is for the luminance image and the other, incorporating a color filter, is for the chrominance image.</p>
<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 41~45 (1995)</p> <p>A Color Plasma Display</p> <p>by Kanzo Yoshikawa, Hironobu Arimoto, Shin'ichiro Nagano, Takayoshi Nagai & Takahito Nakanishi</p> <p>Mitsubishi Electric has developed a 50cm (20-inch) diagonal color AC plasma display with 640×480 dot resolution, 64 shades of gray and 260,000 displayable colors. Model PD-0511 can display both NTSC and personal computer video signals. The thin, lightweight panel has a wide viewing angle, making it suitable for public-service and advertising displays as well as mobile applications in trains and buses.</p>	<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 16~20 (1995)</p> <p>A LCPC Projector</p> <p>by Hiroaki Ishitani, Shinsuke Shikama, Fusaaki Yamada & Hiroyuki Murai</p> <p>Mitsubishi Electric has developed a video projector that utilizes a new liquid crystal polymer composite (LCPC) panel driven by an amorphous-silicon thin-film transistor (TFT) array. The projector has an optical output of 460 lumens American National Standards Institute (ANSI) and has an automatic frequency scanning function that accepts various television signals as well as VGA and other personal computer video outputs. The projector is compact, occupying 0.03m³ and weighing just 9kg.</p>
<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 46~50 (1995)</p> <p>"Aurora Vision" Outdoor Displays</p> <p>by Zen'ichiro Hara, Yoji Yamaguchi, Yoshimi Iwasaki, Noriyuki Tomimatsu & Norihisa Hasegawa</p> <p>Mitsubishi Electric has newly developed the "Aurora Vision" outdoor display with a pixel density 2.56 times that of previous "Aurora Vision" models while maintaining the brightness and reliability that characterize this product line. The lighting elements (tubes) feature container design, pixel specifications and an electrode structure that achieve high picture quality at low cost. The image processing circuits can handle most new signal standards, including Japan's analog HDTV, [wide-format] "Clear Vision" and conventional TV broadcasts. A new display-control system provides high-quality flicker-free images.</p>	<p>Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 21~26 (1995)</p> <p>Model LVP-1280: A High-Resolution Autoscan Video Projector</p> <p>by Hiroshi Inoue, Toshiki Yamabe, Shigeru Takeuchi, Toshihide Kaneko & Hokoru Fujimura</p> <p>Mitsubishi Electric has developed an autoscan video projector that it plans to mass produce for business and consumer use. The article discusses the digital main deflection circuit, the all-digital convergence circuit, the character generator circuit, the flexible optical coupling, the projection lens and the CRT.</p>

アブストラクト

ヘッドマウントディスプレイの高画質化

芦崎能広・関口敬一・酒井美保・江崎光信・岩本秀人・上村公実
三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.51～55 (1995)

ヘッドマウントディスプレイ(HMD)は、小型の装置で大画面を自由な姿勢で見られる特長があり、携帯端末やバーチャルリアリティに応用可能である。シミュレーション評価によって精細度やコントラスト感の向上を検討して光学機構の技術を開発し、業界初の LCD2 板合成方式の試作 HMD を開発した。試作 HMD は、3 m 先に97型相当の仮想スクリーンを実現し、また、眼鏡の使用を可能とした。各種展示会で画質と意匠デザインが好評を博した。

カーナビゲーション用経路案内技術

井手野宏昭・梅津正春・水谷芳禎・岡崎勝次・柿谷孝至・前川正一
三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.68～72 (1995)

新型ディアマンテに搭載されたナビゲーションシステムに用いている経路案内技術について述べる。経路探索は32ビット RISC-CPU の採用と、独自階層化地図、A* アルゴリズムの使用により、業界最高水準の探索時間を実現した。探索経路に対して行う経路案内機能としては、認知地図の概念を背景として開発した略地図自動生成アルゴリズムを適用し、交差点略図・経路略図・音声を用いて、ユーザの精神的負担の少ない分かりやすい経路案内を実現している。

三菱音声認識応答装置 “MELAVIS”

青木芳秀・岩崎知弘・大川裕利・村沢 靖・川口隆司
三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.56～61 (1995)

電話音声を入力とした不特定話者音声認識で、大語い(彙)認識を可能にした音声認識応答装置 “MELAVIS” (メラビス)を発売した。

独自に開発した“音素片モデル”の採用により、認識する単語を自由かつ簡単に、10万単語(同時1,000単語)まで設定できるようにした。また、LAN の標準装備、同時認識可能な電話回線の複数接続など、多様なユーザの要求に対応してシステム構築性を高めた構成とした。

VTR のテープ浮上特性解析

則武康行・湯川 純・古石喜郎・坂口貴司
三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.73～77 (1995)

高速で回転する VTR ドラムのテープ浮上特性解析プログラムを開発した。

このプログラムは、テープの弾性変形式とテープ-ドラム間の空気膜潤滑式とを連立させ、有限要素法を用いて数値解を求めるものである。ドラム表面の形状がテープ浮上特性に及ぼす影響を解析でき、テープを精密かつ安定に浮上させるためのドラムの設計に供する。

経路案内付きカーナビゲーションシステム

速水勝朗・後藤博文・嵯峨征雄・横内一浩・谷 正紀・伊藤久嗣
三菱電機技報 Vol.69・No.11・p.62～67 (1995)

三菱自動車工業㈱の新型ディアマンテ(1995年1月発売)に搭載されたナビゲーションシステムのシステム構成、及び機能について述べるとともに、ロケーション・地図表示・経路案内・ヒューマンインタフェースの特長を紹介する。

経路案内は交差点案内図・音声案内・経路略図(世界初)について、また、ヒューマンインタフェースはウィンドウメニューによる分かりやすい操作性について述べる。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 68~72 (1995)

Route-Guidance Technology for the Mitsubishi Car-Navigation System

by Hiroaki Ideno, Masaharu Umez, Yoshisada Mizutani, Katsuji Okazaki, Takashi Kakitani & Shouichi Maekawa

The article reports on the route-guidance technology in the car-navigation system Mitsubishi Electric manufactures for the domestic-model 1995 Mitsubishi Diamante car. A 32-bit RISC processor performs the route search using an original map hierarchy and an A* algorithm to achieve world-class search times. Another newly developed algorithm then automatically generates a simplified map that guides the driver with easily identifiable landmarks. The combination of intersection illustrations, route illustrations and voice guidance allows drivers to keep most of their attention on the road.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 51~55 (1995)

A Head-Mounted Display System with Improved Picture Quality

by Yoshihiro Ashizaki, Hirokazu Sekiguchi, Miho Sakai, Mitsunobu Esaki, Hideto Iwamoto & Koumi Kamimura

Head-mounted displays are compact units that allow a sitting or reclining user to view a large virtual screen. The displays are suited for handheld terminal equipment and virtual reality applications. Mitsubishi Electric has developed the world's first head-mounted display that combines two liquid-crystal panels for each eye. This high-resolution, high-contrast optical system was developed through extensive simulation studies. A prototype unit gives users the experience of a 97-inch virtual screen at a distance of 3m, and allows use with glasses. The image quality and equipment design has been highly evaluated at numerous exhibitions.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 73~77 (1995)

Analysis of VCR Tape Floating Characteristics

by Yasuyuki Noritake, Jun Yukawa, Yoshiro Furuishi & Takashi Sakaguchi

Mitsubishi Electric has developed a program to analyze the float characteristics of magnetic tape during transport around a rotating drum in VCR equipment. The program employs finite-element analysis for numerical solutions to simultaneous equations describing tape elasticity and deformation, and the lubrication characteristics of the air film between the tape and drum. The program can determine the effect of the drum surface texture on tape-float characteristics, and therefore support design of drums that ensure stable tape-float.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 56~61 (1995)

MELAVIS Voice-Recognition Equipment

by Yoshihide Aoki, Tomohiro Iwasaki, Hirotochi Dhkawa, Yasushi Murasawa & Takashi Kawaguchi

Mitsubishi Electric developed and is now marketing multichannel voice-recognition equipment 'MELAVIS' that can identify a large vocabulary of words spoken through telephone equipment by unspecified individuals. Using an original phonic modeling system, MELAVIS can distinguish up to 1,000 out of a selection of 100,000 Japanese words, and the vocabulary can be easily selected by the user. The system is equipped with a LAN interface, and can simultaneously monitor multiple phone lines, making it suitable for multiuser applications.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 69, No. 11, pp. 62~67 (1995)

A Car-Navigation System with a Guidance Function

by Katsuro Hayami, Hirofumi Goto, Ikuo Saga, Kazuhiro Yokouchi, Masaki Tani & Hisatsugu Ito

The domestic-model 1995 Mitsubishi Diamante car is fitted with a car-navigation system. The article describes the system equipment and configuration as well as the location and map display, the driver guidance function and the user interface. The guidance system is the world's first to provide intersection guidance, voice guidance and route illustrations showing landmarks. The user interface features an easy-to-use window-style menu.

映像ディスプレイが拓く情報化社会への夢と期待

東北大学工学部
電子工学科

教授 内田龍男



近年、ディスプレイ、とりわけフラットパネルディスプレイに対する関心が急速に高まっている。各種の電子機器の高性能化・自動化に伴って、マンマシンインタフェースの重要性が増したためである。さらに、情報機器やネットワークの発展によってデスクトップ又は携帯用パーソナル情報システムが加速度的に普及していくものと思われるが、特に携帯用システムでは、低電力・薄型・軽量のフラットパネルディスプレイがそのキーデバイスとなろう。このようなシステムが無線を介してネットワークに接続されるとともに、高度のマルチメディアの発展により、ユーザーは場所と時間に制約されることなく、任意の情報を自由に得たり送ることができるようになるものと考えられる。書籍、新聞、テレビなどの情報はもとより、双方向の情報交換を必要とするものなど、すべてがネットワークを介して送受可能となろう。さらにFAX、電子メール、テレビ電話、PDAなどの機能も付加され、一人一台の必需品になる可能性が高い。

加えて、筆者は上述のようなシステムを発展させた生涯学習システムに興味がある。あらゆる知的興味に対して、要求されるレベルに応じて動画などで実態を表示し、解説するシステムである。例えば、年月日と場所を指定すれば、世界の情勢や任意の時代の生活様式、考え方などを動画を通して直接み(視)ることができたり、超ミクロの世界を任意の倍率でぞ(視)くことができる。これによって、すべての人が最新の知識や情報を自由に手にすることができ、良識で行動する平和な社会が実現されたら、と想像するだけでも楽しい。このようなシステムでは携帯用も必要であ

ろうが、家庭用の大画面フラットパネルディスプレイの実現が重要であろう。

ところで、ディスプレイの別の用途として、筆者が勝手に名付けているものに環境空間表示システムがある。これは都会のマンションやオフィスで、窓のない部屋の壁に設置し、時々刻々と変化する屋外の景色を表示する大型のディスプレイパネル“電子ウィンドウ”である。時には、高原の景色や海浜の景色など任意に選択することもできる。これによって精神的圧迫感を大幅に解消してくれるものと思われる。通常の窓と同様に採光の機能も必要であるから、発光効率の高いディスプレイが望ましい。この電子ウィンドウは、必要に応じて緊急情報への自動切換えも可能であり、画面の一部又は全面を用いて、玄関先の訪問者の表示、テレビ電話、通常のテレビ放送の表示などに用いることもできる。温度や風など自然環境に極めて近い空気コントロールシステムの開発と同様、あるいはそれ以上に、この環境空間表示システムの開発は快適な環境造りに重要ではないかと考える。

以上述べたように、ディスプレイは単にコンピュータやテレビの画像表示だけが重要な用途ではなく、時間や場所を越えたもう一つ別の空間を覗くことのできる“窓”としての役割を持つものにとらえることができる。これをシステムとしてどのように利用するかが今後の重要な課題であり、またハード面でその実現の可能性の鍵を握るものが大画面・高効率の、あるいは小型・軽量・超低電力のフラットパネルディスプレイである。

映像ディスプレイの現状と展望

中野隆生*
渡辺尚友**

1. ま え が き

私たちにとって最も身近な映像ディスプレイはテレビであろう。テレビは1953年に白黒放送、1960年にはカラー放送が開始され、現在40数年を経過しているが、この間テレビが人々や社会に与えてきた影響は大きい。

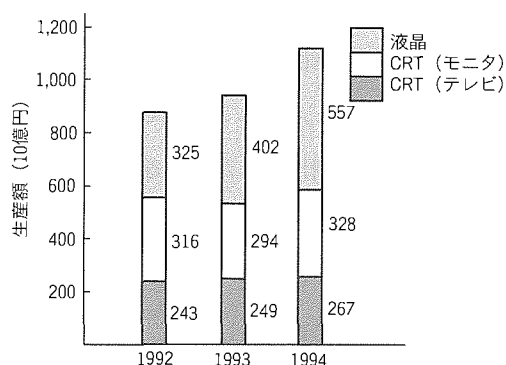
その映像は新しい文化を形成するとともに、テレビの持つ速報性・同時性は世界の情勢を人々に提供し、国際的な文化交流の促進にも寄与してきた。そのテレビも今や、年間世界需要1億台⁽¹⁾にまで成長した。

情報ディスプレイは、パソコンやワークステーションなど情報機器の高性能化・高機能化に伴って、マンマシンインタフェースとして、その役割はますます重要になってきている。パソコンの世界年間生産台数は5,000万台に達しようとしており、通信のインフラストラクチャ整備とあいまって高度情報化社会が具現化する中で、情報ディスプレイの重要性はますます高まってきている。

特に、液晶ディスプレイは、薄型・軽量・低消費電力という特長に加え、大型化・高精細化・広視野角化などの技術革新が急速に進み、新しい需要を創出しながら、市場規模を拡大している。

2. ディスプレイの市場動向

映像ディスプレイでは、CRT、液晶、プラズマ、蛍光表示管、EL (Electroluminescence)、LED などが応用分野を住み分けながら市場を拡大している。なかでも CRT と液晶は、図1に示すようにパソコンとテレビのおう(旺)盛な需要に支えられて大きな市場を形成している⁽²⁾。

図1. 液晶・CRTの国内生産実績⁽²⁾

2.1 CRTディスプレイ

CRTの1994年国内生産実績は、カラーテレビ用約1,400万本、ディスプレイモニタ用が約2,000万本である。

カラーテレビ用CRTの世界需要は、今後とも2.5%程度の伸張が予想されている。日本、北米、西欧などの先進地域はカラーテレビ需要が成熟しているのに対し、アジア、東欧、南米については今後も需要が拡大していくと思われる。

カラーテレビは世界レベルで生産と消費地が同一地域の傾向にあり、CRTもテレビ受信機メーカーの動きに合わせてグローバルな展開が進んでいる。

ディスプレイモニタ用CRTの世界需要は、パソコン需要の拡大により、今後年率7%程度の伸張が予測される。また、パソコンのウィンドウズ化、SVGA (Super Video Graphics Array)、XGA (Extended GA) への展開の中で、ディスプレイモニタにおいても、大画面・高精細の要求が高まっており、特に17型以上の中・大型管の伸張が顕著である。ディスプレイモニタ用CRTについても最近の価格競争の激化と円高により、ボリュームゾーンである小型管生産はアジアへの海外シフトが進展している。

2.2 液晶ディスプレイ(LCD)

LCDは、90年代に入ってからパソコン用TFTカラー液晶の量産開始以降、急成長を遂げている。1994年の国内生産額は約5,500億円、前年比138%であり、1996年には1兆円、2000年には2兆円を超える予想されている。

現在、LCD生産額の約80%はノート型パソコン向けなどを中心とした8.4型以上の大型サイズOA用であるが、一方で、用途拡大に伴い画面サイズの多様化が進み、携帯情報端末、車載用ナビゲーションシステム、投写型ディスプレイ、ムービーのビューファインダなどの各用途に対し、0.5型から6型の需要も広がっている。パソコン用大型パネルでは8.4型と9.4型VGA仕様(640×480画素)から10.4型又は11.3型の高解像度のSVGA(800×600画素)へと製品化が進んでおり、さらにXGA(1,024×768画素)、EWS(1,280×1,024画素)への製品展開も進むと予想される。

一方、最近のパソコンの低価格化動向の中で、液晶ディスプレイ市場も大幅な価格低減を求められており、量産効果や生産性改善によって製造コストの低減を目指している。

2.3 プラズマディスプレイ(PDP)

カラーPDP (Plasma Display Panel) は、自己発光型であるため視野角が広く、また製作プロセスが比較的簡単で大

表 1. 各種ディスプレイの特性比較

	大画面	輝度	コントラスト	解像度	フルカラー	応答速度	視野角	奥行き	質量	消費電力	駆動電圧	価格
CRT (直視)	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	△	△	◎
LCD (TFT)	△	○	◎	◎	○	△	△	◎	◎	◎	◎	○
PDP	◎	○	○	○	○	◎	◎	◎	○	△	△	△
FED	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	○	○	—

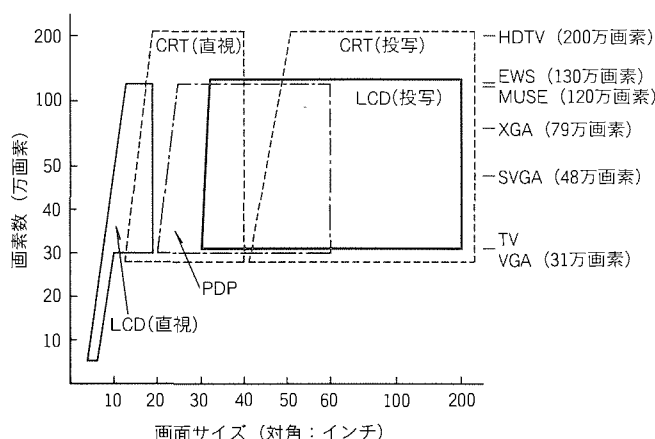


図 2. 各種ディスプレイの住み分け

型化が容易であるなどの特長を持ち、大型のハイビジョン、壁掛けテレビとして、その開発に大きな期待が寄せられている。

日本放送協会 (NHK) では、ハイビジョン用 40 型 PDP の試作セットが完成しており、1998 年の長野冬季オリンピックでの実用化を目指して開発が進められている。

カラー PDP はテレビ以外の用途として、空港・駅・銀行などの案内表示や株式市況の表示、ビル管理システムの表示など多くの市場が考えられる。現在、20 型、21 型 VGA やテレビ用が製品発表された段階で、大きな市場が立ち上がっていないのが現状である。

3. ディスプレイの技術動向

ディスプレイには高輝度、高解像度、高コントラスト、フルカラー、高速応答、広視野角などの諸特性や、薄型、軽量、低コストなどが求められ、さらに用途によって、例えば家庭用のディスプレイには大画面化、携帯用途では更なる省電力化などが要求される。各種ディスプレイの比較を表 1 に、住み分けを図 2 に示す。

3.1 直視型ディスプレイ

(1) CRT

CRT は表 1 にも示すように、奥行きが長い、重い、消費電力が大きいという欠点はあるものの、他のフラットパネルディスプレイに比べて画像品位も良くコストパフォーマンスに優れた表示デバイスであり、2000 年以降も LCD、PDP などと住み分けていくと予想されている⁽³⁾。

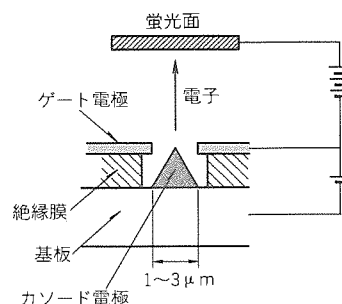


図 3. FEDの基本構造

CRT は電子銃、マスク、偏向ヨーク、蛍光面などの固有技術についてまだまだ改善すべき点があり、CRT の総合性能の向上により、表示デバイスの主流として残っていくと考えられる。

奥行き・質量の問題を飛躍的に解決するものとして、近年、真空中に多数の微小冷陰極を配置した FED (Field Emission Display) の研究が行われている。

冷陰極は、熱陰極のように陰極に熱エネルギーを加えるのではなく、 $5 \times 10^7 \text{ V/cm}$ 程度の強い電界を加え、トンネル効果によって電子を引き出すものである。図 3 に示すように強い電界を得るために、冷陰極のゲート電極の穴の直径は $1 \mu\text{m}$ のオーダーであり、先端をとがらせ、先端部分に電界を集中させている。1 チップの冷陰極から取り出せる電流は微小であるため、数千個のチップを集積して 1 画素の蛍光体素子を発光させている。原理的には古くから知られた技術であるが、微細加工技術を使用し、近年急速に進歩したもので、厚さ数 mm で軽量、自己発光型であるため視野角が広く、応答速度も $1 \mu\text{s}$ 以下と高速で、ヒータ不要のため低消費電力を実現できるディスプレイとして注目されている。

(2) LCD

OA 用 LCD の画面サイズは現在、9.4 型から 10.4 型へと大型化が進んでおり、開発・試作例では 94 年に 21 型 VGA フルカラーの LCD が発表されている。

大画面化は、AV 用途では壁掛けテレビ、とりわけハイビジョン用、OA 用途では EWS 用として今後とも研究開発が続けられる。30 型以上も基本的に可能とされているが、大型マザーガラスを扱う製造装置の開発、歩留りの改善、配線抵抗と容量の低減、大画面にわたって一様な液晶の配向を得る技術の確立が必要となる。

輝度向上・低消費電力化のためには、液晶パネルの開口率を高くすることが重要である。現在8型以上のパネルはアモルファスシリコン TFT が使われており、初期のころの開口率は40%程度であったが、最近では60%を超えるものも実用化されている。

現在、次世代のパネル用として低温ポリシリコン TFT の研究開発が行われている。この特長はパネルにドライバ回路を内蔵できることと、トランジスタを小型化できることである。ドライバ回路の内蔵は液晶パネルの低コスト化につながり、トランジスタ小型化は高開口率化と高解像度化の点で有利である。この低温ポリシリコン TFT を使用した液晶パネルは、VGA 級の携帯情報端末用や投写型ディスプレイ用などの小型パネルや、XGA、EWS 級高解像度の12型以上のパネルで、将来、実用化が予想される。

現在製品化されている液晶パネルの問題点は、表1にも示したように、視野角が狭いことと応答速度が遅いことである。特に中間調表示状態の透過率の角度依存性が大きく、正面を中心として上下方向20°以上で画像の反転現象を起こすものもある。また、白黒2値レベルでの応答速度は20～30msであるが、中間調表示では200ms近くまで極端に遅くなるものもある。

視野角や応答速度の点で現在の TN (Twisted Nematic) モードに勝る他の液晶モードは多く提案されているが、動作電圧が高い、表示安定性に欠けるなどの特性があり、トレードオフとなっている。

最近、これらの問題を同時に解決する OCB (Optically Compensated Bend-cell) 方式による10型 OA 用パネルの試作例が東北大学から発表された。複屈折によって生じる偏光状態の変化を三次元的に補償するもので、これによると、上下左右ともに50°程度の視角まで高いコントラストが得られ、応答速度は中間調表示でも10ms以下で TN 液晶の10倍以上の速度が得られている。

(3) PDP

各種のディスプレイは、それぞれ長所短所を持っており、各製品分野で住み分けて発展していくが、将来のテレビ用平面ディスプレイ(壁掛けテレビ)として、現段階で最も有望なものは PDP であろう。

PDP は製造設備が整えば、その大型化は比較的容易であり、20～50型クラスまでのフラットディスプレイが可能となる。近い将来、40型カラーパネルが市場に投入されることになろう。

PDP には直流方式と交流方式とがあるが、実用となるための最大の課題は明るさと寿命の両立であった。現在、交流方式では20型と21型が実用化され、直流方式では26型が試作され、両方式とも輝度150cd/m²、寿命1万時間を達成している。しかし、現在市販されているテレビ受信機は、輝度が500cd/m²以上、コントラスト比は100:1であり、

PDP を大型直視 CRT やプロジェクションと置き換えていくためには、薄型という物理的なメリットと同時に、画質も CRT に近づけていくことが必要となる。

コントラストを向上させるためには、前面ガラスの光透過率を低下させるとか、蛍光面と前面ガラス基板の間に赤・青・緑のカラーフィルタを取り付けるなどの方法で外光の反射を防ぐ必要がある。輝度を上げるには、蛍光体の改良による発光効率の向上、蛍光体の塗布面積の拡大、放電ガスの組成や圧力の最適化、駆動方式の改善などが必要である。

交流方式 PDP の構造の一例を図4に示す。

3.2 投写型ディスプレイ

投写型ディスプレイは、CRT 面上の自己発光の映像を拡大レンズを介してスクリーン上に形成する CRT 式プロジェクタと、ライトバルブ内に作られた映像を光源からの光によってスクリーンに投写するライトバルブ式プロジェクタとに分けられる。ライトバルブ式には油膜利用のもの、CRT などと光書き込み液晶パネルを組み合わせたものや、TFT 液晶パネルを用いるものなど、様々な方式が開発されている。

(1) CRT 式プロジェクタ

CRT 式では、リア型プロジェクタがコストパフォーマンスと製品寿命に優れた家庭用プロジェクションテレビ(PTV)として圧倒的な地位を保ち、北米を中心として市場を拡大している。

PTV の最近の技術動向は、周辺の家具とマッチした省スペース/コンパクト化設計である。従来のセットに比べて大幅に奥行きを薄くしたものや、ある程度の薄い奥行きを維持したまま高さを大幅に低くして、AV ラック上にも収納可能とした PTV が製品化されている。これらを実現する技術は広角投写レンズにあり、両者とも画角は約77°、F 値は1.0以下である。スクリーン上の中央周辺輝度比、コントラスト、3色光学系の色むら発生、画面周辺部の収差補正などを考慮

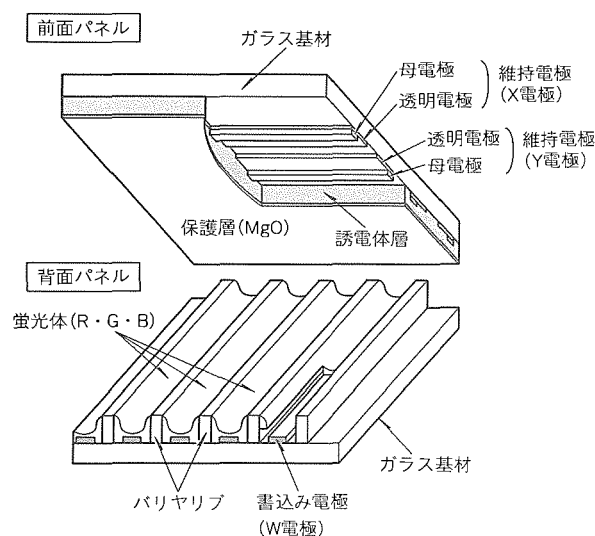


図4. 交流方式PDPの構造

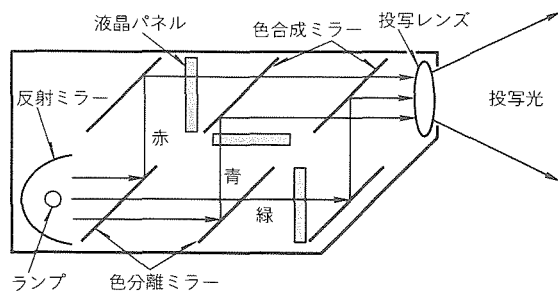


図5. 3板式液晶プロジェクタの構成

し、実用的にはほぼ限界に近い画角を達成している。

PTVを直視型CRTと比較した場合、視野角が狭いことと、中域空間周波数領域でのレスポンス特性の劣化などがある。今後も、CRT、スクリーンの電気光学特性の改善に向けた開発が続けられるであろう。

フロント型プロジェクタでは従来のAV用からパソコン、EWSなどコンピュータ対応の高輝度・高解像度マルチスキャンタイプのもが実用化されている。これらは、電力・公共施設などの監視制御分野や、企業・学校等のプレゼンテーション・教育用などで使用されている。

この分野では主に70～200インチの大画面、1,280ドット×1,024ライン～2,000ドット×1,500ラインの解像度、64～130kHzの高速水平周波数、数千時間以上の長寿命などが要求されており、含浸型カソード・電磁フォーカスの7～13インチCRTの採用、据付け調整が容易で色ずれ調整精度の良いデジタルコンバージェンス回路などが採用されている。

(2) ライトバルブ式プロジェクタ

ライトバルブ式ではTFT液晶を使用したフロント型プロジェクタが小型・軽量であるとともに、容易に100インチ以上の大画面を得られ、しかも据付け調整不要という特長から、ビジネス・教育などのプレゼンテーションやテレビ会議システムなどにも応用され、市場の主流となりつつある。NTSC映像を表示するAV用からVGAパソコンの画像を表示するデータ用の各種液晶プロジェクタが製品化されている。これらのプロジェクタでは、3～3.6インチのアモルファスシリコンTFTや0.7～1.3インチのポリシリコンTFTの液晶パネルが使用されている。

液晶プロジェクタの動作は、図5に示すように、光源の光をダイクロイックミラーによって赤・青・緑の三原色に分離し、この三原色をそれぞれの液晶パネルに入射し、得られた赤・青・緑の3色の映像をダイクロイックミラーで一つに合成し、これをレンズで拡大投写している。

液晶プロジェクタの技術動向は輝度向上開発にあり、大きく分けて四つの方法が行われている。

第一は、新しい液晶材料を使用したもので、従来のTN液晶に比べ、偏光板の不要な高分子分散型液晶(Polymer

Dispersed Liquid Crystal: PDLC)を用いることによって原理的に2倍以上の高輝度を実現するものが開発されている。

第二は、光学系の改善によるものであり、偏光ビームスプリッタによってP、S両偏光波を活用するもの、マイクロレンズアレイによって実効的に液晶パネルの開口率を向上させるもの、光源の反射鏡の形状改善によって液晶パネルへの集光効率を改善するものなどがある。

第三は、光源の改善であり、液晶パネルへの集光効率を上げるためにはできるだけ点に近い光源が望ましい。現在、メタルハライドランプを使っているものが多いが、そのアーク長短縮の開発が進められている。

第四は、反射型液晶パネルの採用によって開口率の制限をなくす方法である。

液晶プロジェクタは、小型・軽量で従来のCRT方式に置き換わりつつあるが、本格的普及のためには、長寿命光源の開発と液晶パネルコストの低減が必要である。

最近注目されているものとして、DMD(Digital Micro-mirror Device)を用いた投写型ディスプレイがある。これは、約 $\pm 10^\circ$ 回転する高反射率の微小な金属ミラーをシリコンチップ上に構成するもので、それぞれの画素に対応したミラーの角度を変えることで光源からの光の反射量を制御し、スクリーン上に映像を形成している。

DMDは、前述の反射型表示であることから、偏光を用いない方式であることから、高輝度化能力は高い。今後、小面積パネルに平行度の高い光を集光する技術などを確立すれば、光利用効率の高いディスプレイとして期待のできるものである。

4. む す び

液晶、CRT、プラズマなど映像ディスプレイの市場動向、技術動向について述べた。情報ディスプレイでは、現在、透過型液晶ディスプレイが市場を拡大しているが、将来的には目の疲労が少なく、大幅に消費電力を低減できる反射型液晶ディスプレイが有望であろう。

壁掛けテレビについては、現段階ではPDPの実現性が高まってきているが、直視型液晶にもその可能性はある。投写型ディスプレイは、特に高輝度・高解像度が求められ、光源として固体レーザを使用したものが将来の候補になると考えられる。

参 考 文 献

- (1) 日本電子機械工業会：電子 (1995-4)
- (2) 日本電子機械工業会：電子 (1993-3, 1994-3, 1995-3)
- (3) 日本電子機械工業会：電子ディスプレイ産業の2000年ビジョンに関する調査研究報告書 (1993-7)

ノートパソコン用 TFTカラー液晶ディスプレイ

中川直紀* 菊田 繁*
谷内 滋* 結城正記*
高橋盛毅** 長尾繁雄***

1. ま え が き

フラットパネルディスプレイの本命である薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ (TFT-LCD) は、生産設備の本格的な立上りとともに、より一層の用途拡大を目指した開発が急速に進んでいる。

特に、アモルファスシリコン (a-Si) TFT 液晶ディスプレイについては、ノートパソコン用ディスプレイから CRT に替わる大型ディスプレイまでの幅広い用途に対応するため、軽量薄型化・低消費電力化・低電圧駆動化・低反射化・フルカラー化を推進した商品の開発、及び量産化が急速に展開しつつある。

旭硝子(株)と三菱電機(株)の共同出資会社である(株)アドバンスト・ディスプレイ (ADI) では、ノートパソコン用 9.5 型 VGA (Video Graphics Array) TFT-LCD 及びワークステーション用 12 型 XGA (Extended GA) TFT-LCD の開発、量産を行ってきた^{(1)~(3)}。これらの機種で培った設計及び量産技術を基に、低消費電力で軽量・薄型の 10.4 型 VGA 及び SVGA (Super VGA) TFT-LCD を新規に開発し、量産を開始した。

本稿では、ノートパソコン用 10.4 型 TFT-LCD の開発経緯を、低消費電力化への取組を中心に述べる。

2. TFT-LCD の基本構造と技術課題

図 1 に、TFT-LCD の基本構造と画素部分の断面構造を示す。TFT-LCD は、TFT 液晶パネル、バックライト、走査 (ゲート) ドライバ回路、信号 (ソース) ドライバ回路で構成される。また、TFT 液晶パネルは、対向基板と TFT

アレー基板の 2 枚のガラス基板と、その上下に設けられる偏光板と、このガラス基板間に形成したツイストネマティック (TN) 液晶層で構成される。対向基板には、RGB のカラーフィルタと対向電極及びブラックマトリックス (BM) が形成され、TFT アレー基板には、スイッチング素子である TFT がマトリックス状に形成される。ブラックマトリックスは、液晶に電圧が印加されない領域や、液晶の配向が不安定な領域からの光の漏れを防ぐとともに、TFT のチャネル部に外部光が入射し表示品質が劣化することを防止している。

TFT 液晶パネルの光透過率は、このような基本構造上の問題から、数%程度と低く、ディスプレイとして必要な輝度を得るにはバックライトに比較的大きな電力が必要となる。そのため、バックライト部の消費電力が全体の約 2/3 に達している。

パネル総合の透過率は、偏光板及びカラーフィルタの透過率と、ブラックマトリックスの面積 (画素開口率) に大きく依存している。しかし、偏光板とカラーフィルタの特性は、コントラストや色再現性などの表示品質を大きく左右するため、その高透過率化には限界がある。このため、低消費電力化が必ず (須) のノートパソコン用 TFT-LCD では、ブラックマトリックスを含めた画素の高開口率化による消費電力の低減が、極めて重要である。

さらに、消費電力 3 W 級の実現には、駆動系の低消費電力化も重要である。これには、駆動方法の改良による駆動電圧の低減が有効であり、ラインコモン反転駆動法又はレベルシフト駆動法などが採用されている。しかも、低電圧駆動は信号ドライバ IC のコスト削減にも寄与する。低消費電力化に向けた技術を図 2 にまとめた。

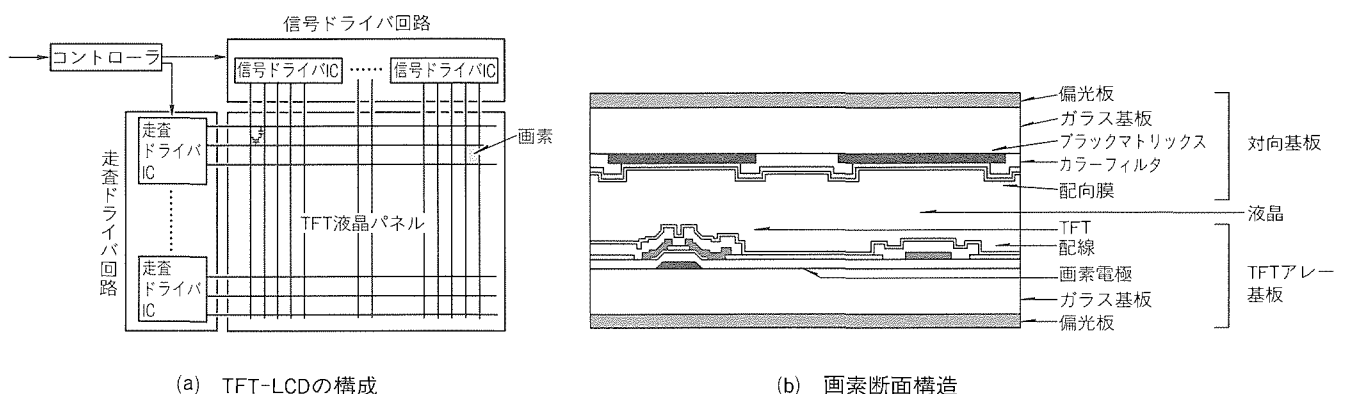


図 1. TFT-LCD の基本構造

3. ノートパソコン用10.4型TFT-LCDの開発

3.1 画素高開口率化設計

画素の高開口率化は、各要素の画素内における占有率を分析し、占有率の大きい要素の削減を TFT アレー構造の見直しとパラメータの最適化によって行った。表1に画素の構成要素の占有率を示す。また、画素の平面図及び断面図を図3に示す。

(1) 配線面積の縮小

従来の9.5型VGAにおいて大きな占有率であったソース配線幅を、20%削減した。また、断線対策のため採用していた配線の冗長構造を廃止した。これらにより、配線面積を低減し、画素内占有率を7%低減した。

また、配線の微細化による断線歩留りの低下は、リペア配線による修復手法の確立とプロセスの向上で解決することができた。

(2) 配線-画素電極間けき(隙)の縮小

ソース配線-画素電極間隙を縮小した。図3に示したように、TFTアレーの構造は、ソース配線と画素電極がゲート絶縁膜によって分離される構造であるため、パターン欠陥などによる歩留りの低下なしに短縮が可能であった。しかし、画素電極とソース配線間の横方向電界による液晶の配向の乱れや、画素電極-ソース配線間のカップリング容量の増加による表示特性の劣化の対策によって、3%の開口率改善となった。

(3) TFT オンゲート配線構造の採用

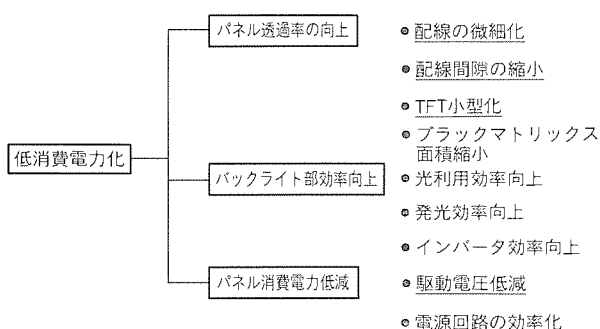
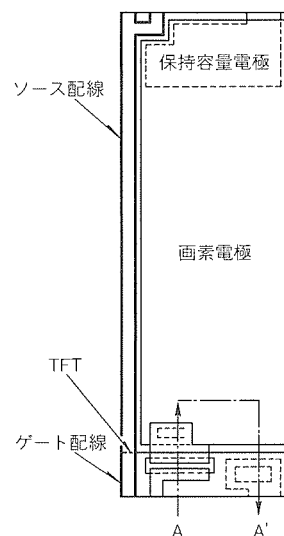


図2. TFT-LCDの低消費電力化技術

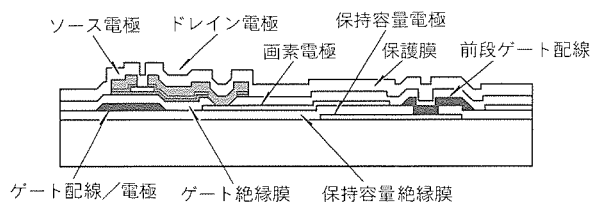
表1. 各構成要素の画素占有率

画素構成要素	単位: %	
	9.5型VGA	10.4型VGA
ゲート配線	7.9	8.4
ソース配線	14.4	7.3
TFT部	4.6	0.0
ソース配線-画素電極間隙	10.3	7.0
ゲート配線-画素電極間隙	4.9	3.0
BM-画素オーバーラップ	14.7	22.7
開口部	40.0	49.6
その他	3.2	2.0

TFT部分を小型化し、ゲート配線上に形成することにより、占有率をゼロとし、5%の開口率の改善を図った。TFTは、チャンネル長を縮小するとともに、チャンネル保護膜のパターンの形状を見直すことにより、面積で従来の2/3に小型化した。また、チャンネル保護膜の形状の小型化により、TFTのリーク電流を低減できた。光照射下におけるTFTの保持時間に対する保持電荷量の評価結果を図4に示す。図中の V_{gh} はゲート選択時(オン状態)の電圧、 V_{gl} はゲート非選択時(保持状態)の電圧を示す。



(a) 画素平面図



(b) 画素断面図(A-A'断面)

図3. 10.4型VGA TFTアレー構造

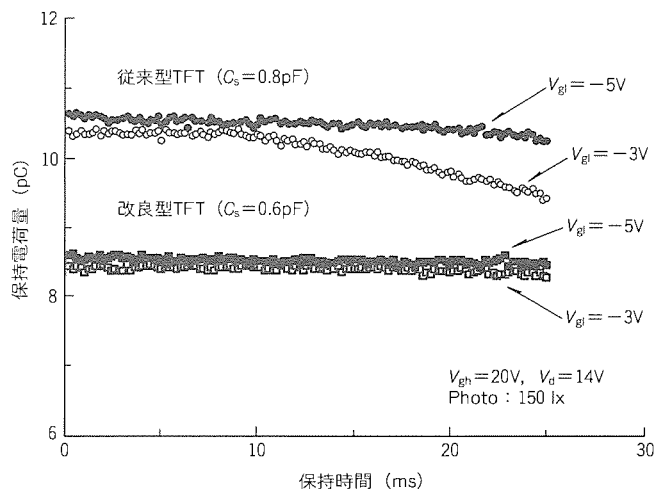


図4. 光照射下の保持特性の比較

以上のように、このTFTアレーにおいて従来から採用している透明保持容量電極構造に加えて、画素設計の改善により、従来の9.5型VGAに比べて10%以上の開口率向上を達成し、バックライト部の消費電力を大幅に削減した。

今後は、図5に示すような、TFTアレー基板にブラックマトリクスを形成するBMオンアレー構造による一層の高開口率化技術が重要となろう⁽⁴⁾。

3.2 低電圧駆動設計

駆動電圧低減は、パネル構造の改善による液晶を駆動する

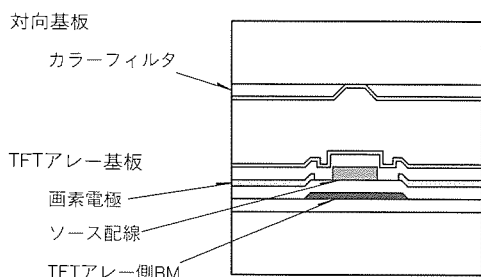


図5. ブラックマトリクスオンTFTアレー基板

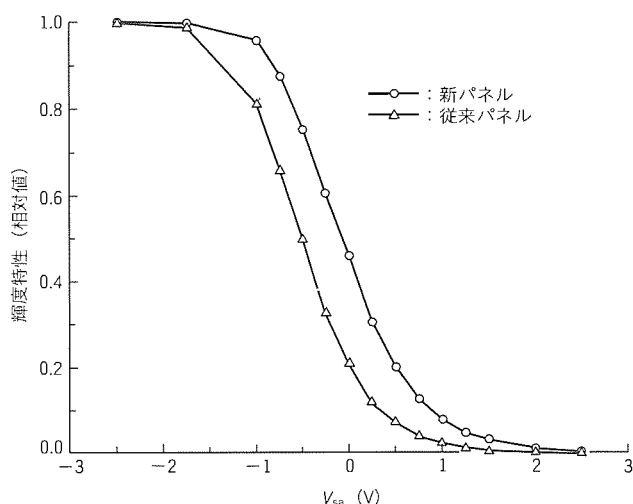


図6. パネル設計変更による電圧-輝度特性の改善

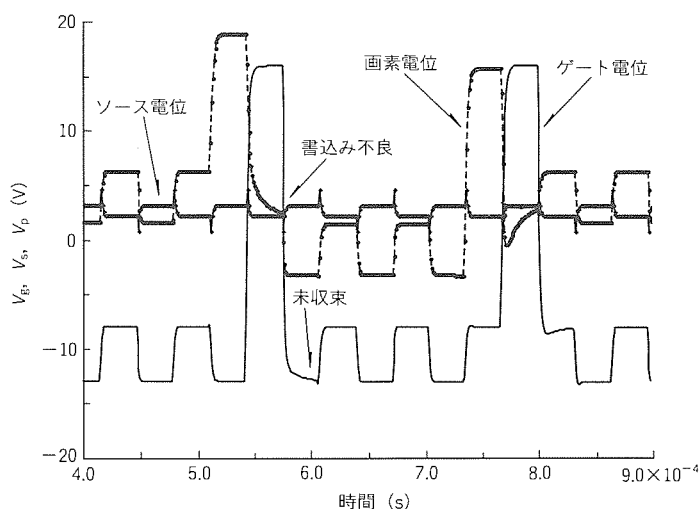


図7. 10.4型VGAラインコモン反転駆動の計算例

実効電圧の低減と、低電圧駆動法による信号電圧の低減の両面からアプローチした。

(1) パネル駆動電圧低減

低電圧で駆動可能な液晶への材料の変更と、画素電極上の保護膜の膜厚を最適化することで行った。図6にパネルの電圧-輝度特性の比較を示す。中間調領域での駆動電圧で約0.5V、黒領域で約1V低減された。これにより、駆動電圧5Vで、コントラスト比200以上が達成可能となった。

(2) 低電圧駆動法

ソースドライバICの汎用性やコストの面から、ラインコモン反転駆動法を採用した。ラインコモン反転駆動で課題となるのが、横方向のクロストークである。横方向クロストークの低減のため、新規にa-SiTFTモデルを組み込んだMICS (Mitsubishi Circuit Simulator) を用いて画素の電位をシミュレーションし、詳細な解析を行った。結果の一例を図7示す。これにより、ラインコモン反転駆動における横方向クロストークのメカニズムが明らかになった。すなわち、同一ゲート配線上のすべての画素が同一の極性で駆動されるために、保持容量 (C_s) の接続されている前段のゲート配線に大きな電流が流れる。この電流が、コモン電圧と同期して変化する前段ゲート配線の電位の収束性を悪くし、結果として、画素への書き込み特性を悪化させる。この書き込み不良が表示状態によって変化することにより、横方向クロストークが発生する。

シミュレーションにより、移動度 (μ_{fe}) や V_{th} などのTFT特性、 C_s 容量、ゲート配線抵抗、ゲート選択時の電圧（書き込み電圧）などのパラメータに対する感度解析を行い、改善効果の高いパラメータを絞り込み、焼付けや輝度傾斜などのその他表示特性との最適化を行った。この結果、焼付き、輝度傾斜などの表示特性を損なうことなく、クロストークを6%から3%以下に低減でき、通常の表示ではほとんど視認されないレベルまで改善できた。

シミュレーション結果から、TFTのオン特性向上は、 C_s の低減とゲートオン電圧の改善と同様、クロストークの改善に大きな効果があることが明らかになったが、現状のa-Si

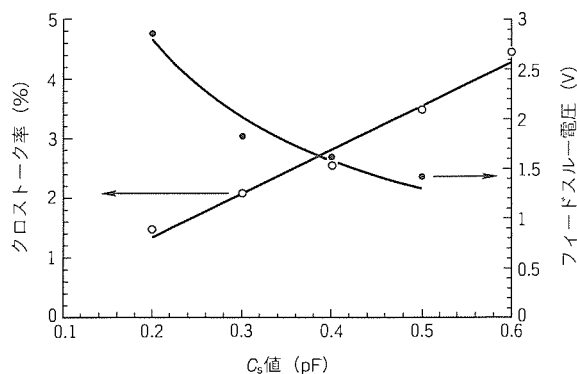


図8. 保持容量とクロストーク率

TFTではTFT特性の大幅な改善は難しく、セルフアライメント化などの技術導入が必要である。そのため、クロストークの改善には、 C_s の低減とゲートオン電圧の改善を用いた。図8に C_s 容量低減によるクロストークの低減効果と、焼付きやフリッカの原因となるフィードスルー電圧の評価結果を示した。クロストーク率を3%程度に抑え、かつ、輝度傾斜や焼付きの原因となるフィードスルー電圧を1.5V以下にするため、 C_s 容量値を0.5pFと従来の60%以下に低減した。

3.3 表示特性

10.4型 TFT-LCD の表示特性を表2にまとめた。また、10.4型 VGA の視野角特性及び色再現性を、図9及び図10に示した。VGAでは、消費電力を3.1Wに低減したにもかかわらず、液晶セルの改善とブラックマトリックスの最適化により、白色輝度70 cd/m²、コントラスト比 (CR) 200以上で、視野角特性は、左右方向で-52°~53° (CR>10の範囲の場合)、上下方向で-45°~20° (CR>10の範囲の場合)

表2. 10.4型VGA TFT-LCDの表示特性

項目	10.4型VGA
白色輝度 (cd/m ²)	70 (平均値)
輝度ばらつき (%)	18
コントラスト比	230 (平均値)
視野角特性	
CR>20の範囲	左右-43~43° 上下-30~14°
CR>10の範囲	左右-52~53° 上下-45~20°

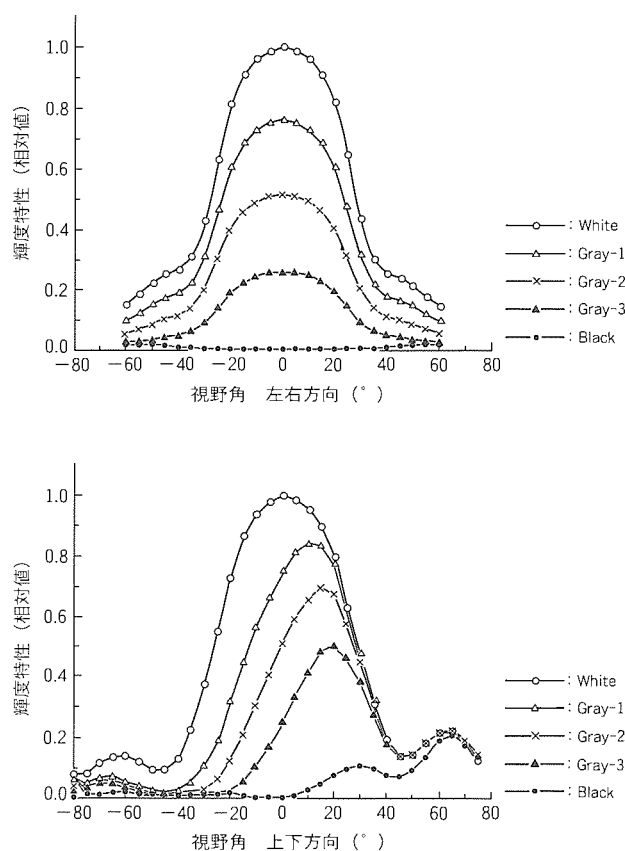


図9. 10.4型VGAの視野角特性

の高コントラスト、広視野角の表示特性を達成している。また、面内輝度ばらつきも、表示面積が18%増大したにもかかわらず、9.5型 VGA に比べて、2%程度低減した。表示色は、8階調512色から64階調26万色に向上した。

色再現性は、高色純度カラーフィルタの採用により、従来の9.5型 VGA に比べて大幅に改善された。特に、赤色領域の改善が顕著で、よりCRTに近い色再現性を実現した。

3.4 モジュール仕様

10.4型 VGA のモジュール仕様を表3にまとめた。前述の低消費電力化設計により、消費電力3.1Wが達成できた。表示面積の拡大と色再現性領域の改善にもかかわらず、従来9.5型 VGA に比べて、0.6W削減された。

モジュールの軽量小型化のため狭額縁化を推進した。額縁をゲート側で約40mm、ソース側で24mm短縮し、従来と同等のモジュール外形寸法、質量を実現した。ゲート側の狭額縁化は、回路基板の小型化によって行った。ソース側については、端子ピッチ75μmに対応できる狭ピッチTAB実装技術を開発し、従来の両側入力から、片側入力にすることで達成した。図11に10.4型 VGA のモジュールの外観を示す。

4. むすび

TFT オンゲートバスラインの採用、バスラインの微細化によるTFTアレーの高開口率化、ラインコモン反転駆動と低電圧液晶の採用による低電圧駆動化により、消費電力3.1Wの10.4型 TFT-LCDを開発した。また、低電圧駆動法のラインコモン反転駆動の採用に当たっては、TFTモデルを組み込んだ回路シミュレータによる解析を行い、クロストークの低減を図るとともに、表示特性の最適化を行った。さらに、モジュールの小型化には、ソース信号入力を片側入力

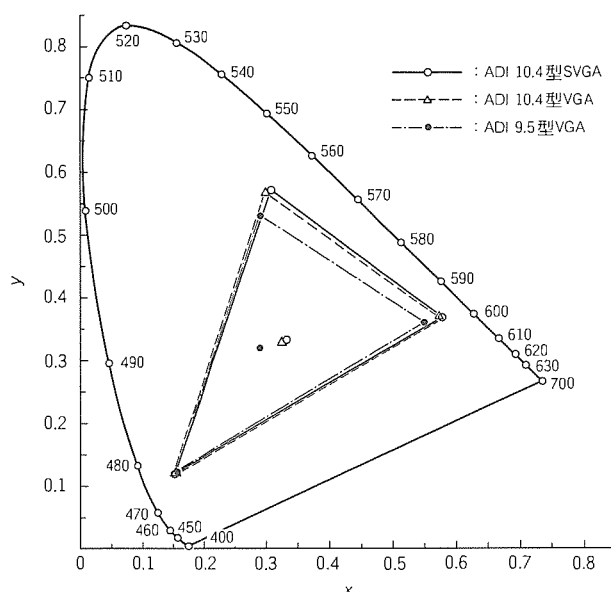


図10. CIE色度図上のRGB色再現領域

表 3. 10.4型VGA TFT-LCDの概略仕様

項 目	仕様及び特性
表 示 面 積 (mm)	(H)211.2×(V)158.4
ド ッ ト 数	(H)640×3×(V)480
画素ピッチ (mm)	(H)0.33×(V)0.11
画 素 配 列	RGB縦ストライプ
表示モード	ノーマリホワイト
表 示 色	26万色
最適視野角方向	6時
モジュール外形寸法 (mm)	(W)224.5×(H)180.0×(D)10.0
モジュール質量 (g)	565
バックライト部	エッジライト方式 (1灯)
消 費 電 力 (W)	3.1

化し、周辺面積の縮小を行った。

以上のように、TFT-LCDの各構成要素への新技術の採用と最適化により、従来以上の高品位の表示特性を実現しつつ、ノートパソコン用として要求される、低消費電力と薄型小型化を実現したTFT-LCDを開発した。

参 考 文 献

- (1) 高橋盛毅, 飛田敏男, 石津 颯, 高砂隼人, 石谷普朗: カラー TFT 液晶ディスプレイ, 三菱電機技報, 66, No.10, 1000~1003 (1992)
- (2) Nakagawa, N., Yachi, S., Hayama, M., Ishizu, A., Takasago, T., Yamazaki, T.: Analysis of the Dynamic Characteristics of 10-in.-Diagonal TFT-LCDs, SID Digest of Paper, 791~794 (1992)
- (3) Yachi, S., Ikemoto, T., Takahashi, S., Matsuka-



図11. 10.4型VGA TFT-LCDモジュールの外観

- wa, F., Ishizu, A., Takasago, T., Yamazaki, T.: An Analysis of Source-Common-Coupling Effect in Large-Area TFT-LCDs, SID Digest of Paper, 30~33 (1991)
- (4) Takahashi, S., Shibata, S., Gondo, K., Yachi, S., Ohno, Y., Tobita, T., Takasago, H.: Analysis of Area-Distributed Crosstalk Phenomena in Large-Area TFT-LCDs, SID Digest of Paper, 463~466 (1994)
- (5) Kitazawa, K., Asai, Y., Kubo, A., Hirota, S., Higuchi, T.: A 9.5-in TFT-LCD with an Ultra-high-Aperture-Ratio Pixel Structure, IDRC Digest of Paper, 365~368 (1994)

液晶ビデオプロジェクタ — 輝度画像・色画像分離方式 —

名井康人* 宮本照雄*
西野 功** 大重豊実*
小島正典***

1. ま え が き

液晶プロジェクタは手軽に100インチ級の大きな映像が得られるため、テレビやビデオなどの映像を拡大投写して臨場感を楽しむ個人用から、パソコン等で作成したデータを表示して会議などに用いる業務用まで、その適用用途の幅は極めて広い。

このような用途に用いられる液晶プロジェクタの映像には、明るさ、解像度の高さ、色合いの美しさ、コントラストの良さなどが要求されるが、なかでも明るさに対する要求は常に高い。明るく照明された会議場で用いられる業務用はもちろん、個人用においても室内照明又は室外からの光を遮らずに鑑賞できる明るい映像が求められている。

また、プロジェクタ装置本体に対しては、小型・軽量化の要求が強い。個人用においては、手軽に持ち運びができるコンパクト性は必ず(須)の要件である。業務用においても、半導体技術の進展による情報・通信機器の小型・軽量化に伴い、情報表示装置としてコンパクトな液晶プロジェクタが求められている。

このような要求に対して、明るい映像をコンパクトな装置で安価に提供することをねらって、新しい方式の液晶プロジェクタを開発した。従来のプロジェクタが赤・緑・青の三原色映像信号で液晶パネルを駆動しているのに対し、開発したプロジェクタは、映像信号を構成する輝度信号・色信号を処理した信号により、それぞれ別個の液晶パネルを駆動して色画像と輝度画像を再現し、光学的に重畳させてカラー映像を得るものである。新方式の原理、試作装置及び発売された製品について述べる。

2. 輝度画像・色画像分離方式の原理と特長

2.1 新方式の原理

空間周波数に対する人間の視覚特性は、明暗に対する感度に比べて色に対する感度が低い。図1に明暗及び色度に対する空間周波数特性を示す⁽¹⁾。図において縦軸は相対コントラスト感度であり、明暗、色度とも最高感度で規格化したものである。図から色度が最高感度となる空間周波数は、明暗の場合の数分の1であることが分かる。したがって、対象パターンが粗いと色の判別が可能であるが、パターンが細かいと明暗のみが判別でき、色を識別できなくなる。現行のテレビの放送方式は、この視覚の空間周波数特性を活用した信号

(アナログ)規格が採用されている。例えばNTSC方式においては、画像の明暗すなわち輝度の信号帯域が4.2MHzに対して、色を表す色差信号のうち、I信号の帯域は1.5MHz、Q信号の帯域は0.5MHzに規定されている⁽²⁾。

また、画像信号をデジタル化して伝送するコンポーネント符号化方式においても、人間の色に対する視覚特性が考慮され、輝度信号Y、色差信号U、Vに対して $Y:U:V=4:2:2$ 及び $4:1:1$ のコンポーネント信号が多くの機器で採用されている。

ところが、これらの伝送信号を受けて画像を再生する従来の液晶ディスプレイは、上記の輝度信号と色差信号から赤・緑・青の三原色信号を生成し、この三原色信号によってそれぞれの色に対応する液晶パネルを駆動している。このため、三原色信号は輝度信号と同じ周波数帯域となり、したがって、液晶パネルもこの帯域に見合った空間周波数すなわち解像度を持つ必要があった。

新たに開発した輝度画像・色画像分離方式液晶プロジェクタは、上記の輝度と色の帯域比を信号伝送方式だけにとどめることなくディスプレイにまで広げた方式である。すなわち、周波数帯域の広い輝度信号は高解像度のモノクロ液晶パネルで、帯域の狭い色差信号は低解像度の色用液晶パネルでそれぞれの画像を生成し、光学的に重畳してカラー映像を得るのであり、放送方式で用いられている信号及び人間の視覚特性に合致した合理的な方式であるといえる。

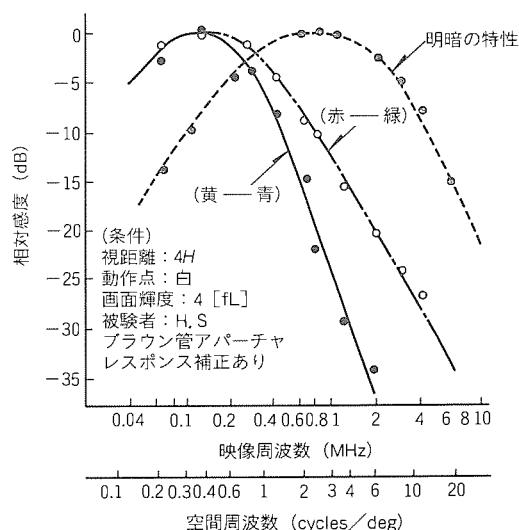


図1. 明暗及び色度の空間周波数特性⁽¹⁾

2.2 新方式プロジェクトの原理構成

輝度画像・色画像分離方式液晶プロジェクトの原理構成を図2に示す。図において、光源からの光は分離用偏光ビームスプリッタで、直交する直線偏波であるP波、S波に分岐される。分岐されたP波は輝度画像用液晶パネルへ導かれ、輝度信号を処理した高周波信号によって変調を受ける。S波は色分離用ダイクロイックミラーで赤・緑・青の三原色に分離された後、それぞれの色画像用液晶パネルに導かれる。液晶パネルは現在最も広く実用されている90°ねじれネマティック(TN)モードである。それぞれの色画像用液晶パネルにおいて、色差信号を処理した低周波信号によって変調を受けた光は、色合成用ダイクロイックミラーによって合成される。さらに、輝度画像用液晶パネルを通過した光すなわち輝度画像と、色画像用液晶パネルを通過した光すなわち色画像は、合成用偏光ビームスプリッタで合成されてカラー映像となり、投写レンズによってスクリーン上に拡大投写される。

2.3 新方式の特長

輝度画像・色画像分離方式液晶プロジェクトの特長は下記のとおりである。

- (1) 解像度の高い輝度画像用液晶パネルを1枚追加するだけで、高精細な画像が得られる。従来方式で同じ精細度を得るためには、高解像パネルが3枚必要になるが、この方式では1枚のみでよい。
- (2) この結果、色画像用として解像度の低い安価な液晶パネルを用いることができ、安価なプロジェクトが実現できる。
- (3) 偏光ビームスプリッタにより、光源光をP、Sの二つの直線偏波に分岐し、それぞれ輝度画像用・色画像用液晶パネルに入射させて利用している。輝度画像・色画像分離方式における通常の液晶パネル駆動方法では、例えば、白色表示において輝度画像用液晶パネルは全開、色画像用液晶パネルは全閉状態になるが、P、Sの両偏波を利用しているため、色画像用液晶パネルに入射する光を透過させて白色光を合成し、輝度画像に重畳することが可能である。これによって明るさを最大2倍まで増大できる。

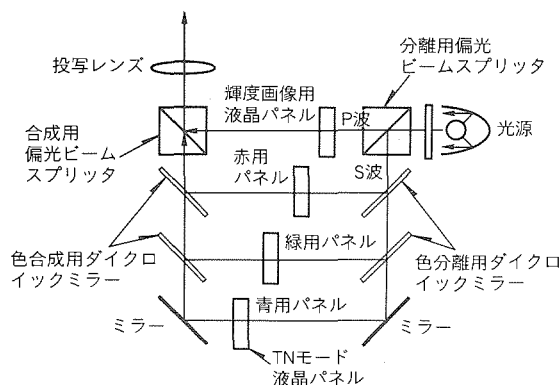


図2. 輝度画像・色画像分離方式の原理構成

3. 4板式試作液晶プロジェクト

3.1 試作プロジェクトの概要

試作した4板式輝度画像・色画像分離方式液晶プロジェクトの仕様を表1に、光学系を図3に示す。

(1) 液晶パネル

液晶パネルは多結晶シリコン製、対角長1.3インチの小さなものを用いた。これはプロジェクトのコンパクト化かつ低価格化を図るためである。液晶パネルのサイズが小さければ、他の光学部品もパネルサイズに合わせて小さくでき、したがって、装置サイズが小さくできる。液晶パネルの価格はほぼパネル面積に比例するため、低価格化が図れる。

画素数はビデオ映像のみでなく、パソコン画像(VGA規格)を直接表示できるように307,200画素とした。多結晶シリコン製液晶パネルは小型、高解像度で、かつ高開口率を維持できる。

色画像は、色画像用液晶パネルによる31万画素の画素数が、実効的に31万画素、15万画素又は7.5万画素になるように電気信号的に切換えが可能である。

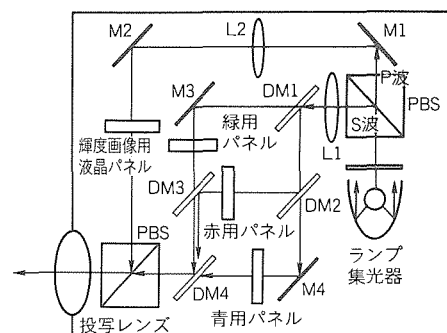
(2) 信号処理系

信号処理回路のブロック構成を図4に示す。入力信号は以下に示すR、G、B、HD、VDである。

- R、G、B (VGA 信号) 0.714V_{pp} (75Ω終端時)
- HD TTL レベル 負極性 31.46813kHz
- VD TTL レベル 負極性 59.93929Hz

表1. 4板式試作液晶プロジェクトの仕様

方式	輝度画像・色画像分離方式
液晶パネル	1.3インチP-SiTN液晶
駆動方式	TFTアクティブマトリックス
画素数	輝度用: 31万画素1枚 (640×480) 色用: 31万画素3枚 実効15万画素3枚 実効7.5万画素3枚
色光学系	ダイクロイックミラー方式
光源	250Wメタルハライドランプ
装置サイズ	400×320×240(mm) (光学系のみ)



PBS : 偏光ビームスプリッタ M1~4 : ミラー
DM1~4 : ダイクロイックミラー L1~2 : 集光レンズ

図3. 4板式試作液晶プロジェクトの光学系

信号処理回路のうち、デジタル回路は超短納期の LPG A (Laser Programmable Gate Array) によるハード化を行った。

以下、各ブロックの動作について説明する。

(a) 入力アナログ回路

入力アナログ回路では A/D 変換の前処理として、A/D コンバータの入力レンジに合わせるためのゲイン調整、直流クランプを行う。

(b) A/D 変換

サンプリング周波数は 25.1745 MHz と高速であるため、50MHz までサンプリング可能な 8 ビット A/D コンバータを使用した。

(c) PLL 回路

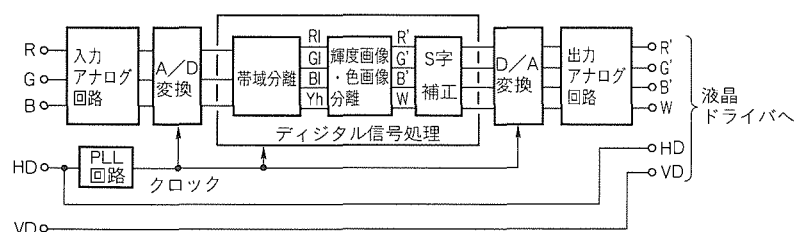


図 4. 信号処理回路のブロック構成

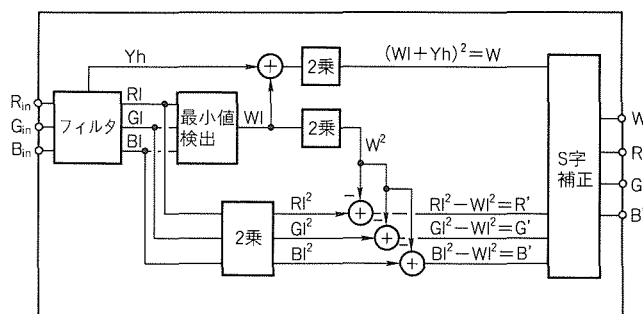


図 5. デジタル信号処理の内部ブロック

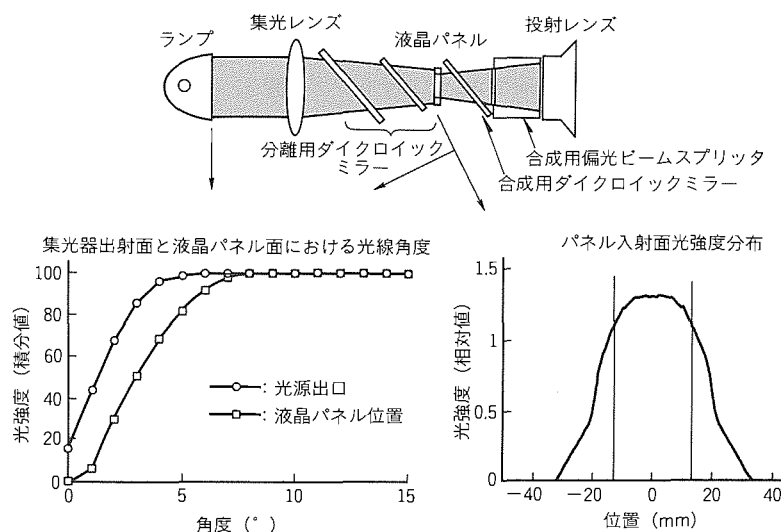


図 6. ランプ光伝送シミュレーション結果の例

入力ソースの水平同期信号 HD (VGA の場合 31.46813 kHz) とクロックを 800 分周 (800: 入力ソースの 1 水平期間のドット数) した信号から、HD にロックしたクロック (25.1745 MHz) を発生する。NTSC 方式の場合も、スキャンコンバータによって順次走査化され、水平走査周波数が 2 倍の HD (31.46852 kHz) を用いるため同様である。

(d) デジタル信号処理

内部ブロックを図 5 に示す。デジタル信号処理では、入力される VGA 方式の R, G, B 入力を帯域分離、輝度画像・色画像分離、及び S 字補正を行って、輝度画像・色画像分離方式の W, R', G', B' 信号を出力する。以下にそれぞれの処理内容を示す。

(i) 帯域分離

R, G, B 入力はそれぞれ LPF によって低域成分 R_l, G_l, B_l を取り出す。また、原信号 R, G, B と低域成分から高域成分を取り出し、RGB マトリックス回路によって高域輝度信号 Y_h を生成する。

(ii) 輝度画像・色画像分離処理

R, G, B 信号の低域成分 R_l, G_l, B_l から毎クロック周期ごとに最低値 W_l を求め、前記の Y_h と加算して輝度画像信号 W を生成する。また、 R_l, G_l, B_l から W_l を減じ R', G', B' 信号を生成する。

(iii) S 字補正

液晶の S 字特性をキャンセルするため、逆特性によって S 字補正する。逆特性の変換にはルックアップテーブル (LUT) を使用した。

(e) 出力アナログ回路

S 字補正後、D/A コンバータによってアナログ信号として出力し、アナログ回路で出力振幅調整を行う。

(3) 光学系

小さな液晶パネルを用いて明るい画像を得るためには、ランプ光源からの出射光を効率良く液晶パネルに伝送する必要がある。このためにはランプの発光領域が可能な限り小さいものが望ましく、ギャップ長 3mm のメタルハライドランプを用いた。また、ランプ光を反射する集光器の口径は液晶パネルの大きさとはほぼ等しいものが望まれるが、集光器は熱的観点からある程度の大きさにならざるを得ない。このため、ランプ光源と液晶パネルの間に集光レンズを挿入して、ランプ光源からの出射光を集光した。ところが、プロジェクタ光学系に使用されている偏光ビームスプリッタ、ダイクロイックミラーは、多層薄膜を利用して光学特性を得ているため、集光レンズによって薄膜に入射

する光線の角度が平行光線からずれると特性が変化し、偏光ビームスプリッタではP、S両偏波の分離特性が劣化する。ダイクロイックミラーでは透過・反射の波長域が変化して色合いが変化する。

液晶パネルへの入射光束量の向上と、特性変化による偏光分離効率の低下、色分離合成特性の劣化を勘案し、集光レンズの焦点距離、設置位置などを光学シミュレーションによって決定した。

図6に、シミュレーション結果の一例として、光線の集束の様子、集光器出射面と液晶パネル面における光線角度（平行光線からのずれ）、及び液晶パネルへの入射光の強度分布を示す。適切な集光レンズの設置により、光線角度ずれを大きくすることなく、液晶パネル通過光線の割合を約85%増加できた。

3.2 試作プロジェクタの特性

表2に、試作したプロジェクタの特性を示す。液晶パネルに駆動信号を入力しないノーマリホワイトの状態、対角40インチの画像中央部の明るさとして1,000 lx という高い値を得た。画像を9分割して測定した照度の平均値から求めた総光束は280 lmである。画像全体を白又は黒にして測定したコントラスト比は70:1であった。

表3は、色画像用液晶パネルの画素数を変化させたときの、目視による画質評価結果である。VGA 信号による静止画では、1画素の線幅で書かれた色付き文字が予想どおり劣化した。しかし NTSC 信号による動画では、色画像用液晶パネルの画素数を輝度画像用の1/4にしても画質の劣化は見られず、実用上問題のないことが確認された。この結果は、解像度の低い色画像用液晶パネルに解像度の高い輝度画像用液晶パネルを追加することによって高精細な画像が得られ、輝度画像・色画像分離方式の有効性を示している。

4. 液晶プロジェクタ “LVP-EP1”

4.1 概 要

色画像用液晶パネルとしてカラーフィルタを持つ単板の液晶パネルを用いた、2板式の液晶プロジェクタ“LVP-EP1”を開発した。前章の結果に基づき、色画像用液晶パネルの3倍の画素数の輝度画像用液晶パネルを用いて、高精細画像を実現している。色画像用液晶パネルを単板にしたことにより、プロジェクタの小型・軽量化、低価格化が促進された。LVP-EP1の外観を図7に示す。

4.2 光学系の構成

光学系の構成を図8に示す。プロジェクタの光源はハロゲンランプを使用している。後進する光はリフ

レクタで反射して前進する。得られた光束は熱線カットフィルタを通り、分離用偏光ビームスプリッタによって直進するP波と反射するS波に分けられ、各々ミラーで反射する。

P波は、輝度画像用液晶パネルに入射され、旋光を受けた光のS波成分が合成用偏光ビームスプリッタで反射し、輝度画像として投写レンズでスクリーン上に結像される。

S波は、コンデンサレンズで集光され、色画像用液晶パネルに入射される。この光のうち、色画像用液晶パネルで旋光を受けた光のP波成分が、合成用偏光ビームスプリッタを通り、色画像としてレンズでスクリーン上に結像される。

このようにして、色画像と輝度画像が合成用偏光ビームスプリッタで合成される。

(1) ハロゲンランプ

プロジェクタの光源としてフィラメントを使ったランプを使う場合、できるだけ色温度が高いことが望ましい。家庭用の電球では約2,700 Kであるが、今回用いたハロゲンランプでは100 W で約 3,200 K を得ている。

更に色温度を上げるために、輝度画像用液晶パネル用のミラーはダイクロイックコーティングを施して緑と赤の光の一部を通過させ、画像として4,500 Kの色温度を得られるように仕上げた。これにより、ハイライト部の色温度を保持しつつ輝きを与えている。

フィラメントの温度が3,200 Kに耐えられるようにするためには、その材料として溶融点が3,663 Kのタングステンを使った。そして蒸発によるフィラメントの寿命低下を防ぐために、ハロゲンガスと不活性ガスを圧入し、これによって400時間の平均寿命が確保できた。

また、リフレクタは直径50 mmでランプを包み込む形状であり、ランプの大幅な温度上昇を避けるため、ダイクロイックコーティングを施し、熱線を後部へ逃がすようにした。

(2) 液晶パネル

色画像用液晶パネルは1.3インチ17万画素であり、この画素をカラーフィルタでR、G、Bに割り当てているので、白換算の透過率は1/3以下になる。そこで、色画像用液晶パネルの前にコンデンサレンズを置き、拡散していく光を集光することによって彩度の向上を図った。

輝度画像用液晶パネルも1.3インチ17万画素で、横方向742ドットであるので、S-VHSやビデオディスクの解像度400テレビ本の映像を十分再生することができる。

また、輝度画像用液晶パネルは照度の向上に重要な働きをしている。すなわち、NTSCの信号では、ガンマ逆補正さ

表3. 色画像用液晶パネルの画素数と画質

色画像用液晶 パネルの画素数	N T S C	V G A
31万	◎	◎
16万	◎	○（1画素文字判読可能）
7.7万	○（実用上問題なし）	△（判読可能だが色が着かない。）

表2. 4板式試作液晶プロジェクタの特性

中心照度	1,000 lx（40インチノーマリホワイト）
総光束	280 lm
コントラスト比	70:1（全白：全黒）

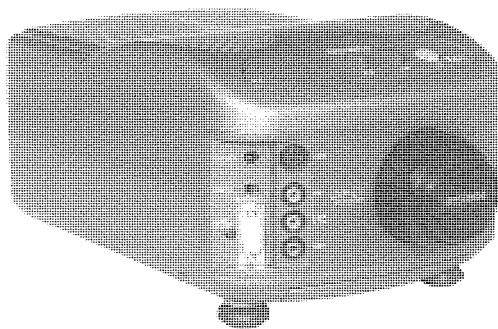


図 7. 液晶プロジェクタLVP-EP1の外観

れた RGB 信号のレベルで考えると、輝度信号は最大で色信号の2倍のレベルが伝送され、最大輝度信号の照度を再現できるよう輝度画像用液晶パネルを駆動している。したがって、テロップや金属の反射を含む画像で白の抜けが良い。これにより、40インチの画面で60 lxの照度が得られた。

(3) 投写レンズ

合成用偏光ビームスプリッタは一辺が38mmあり、これが投写レンズのバックフォーカスを定める要因となっている。この条件と投写距離の関係から、投写レンズは35mmカメラの標準レンズに近い高性能なものが使えた。

仕様はF1.9, f59mm, 5群6枚である。F値はこれより小さくしても、光路長が長いので照度は余り向上しない。反面、合成用偏光ビームスプリッタを斜めに入射して帯域が偏った光も取り込むために、画面に色のシェーディングが出る。また、F値を1.9より大きくすると画面が暗くなる。このようにF値は最適をねらい1.9とした。

4.3 製品の特長

前節に示した光学系の特長に加えて、製品として次のような特長ある機能を持たせた。

(1) 多彩な画面サイズ

ゲームやソフトを楽しむのに適した20型から100型のスクリーンを使うことができ、部屋の大きさに応じた迫力ある画面サイズが選べる。

また、狭い場所や明るい場所では、10インチの画面で1,000 lxの高照度映像を投写することができる。

(2) コンパクトサイズ

幅200mm, 高さ155mm, 奥行き306mmのA4サイズ省スペース設計で、さらに、前面のキャリングハンドルで手軽に持ち運びが可能である。

(3) マルチ接続端子

S映像、ビデオ、ステレオ音声、アナログRGB入力という豊富な端子で、様々な映像ソースに対応できる。そして、

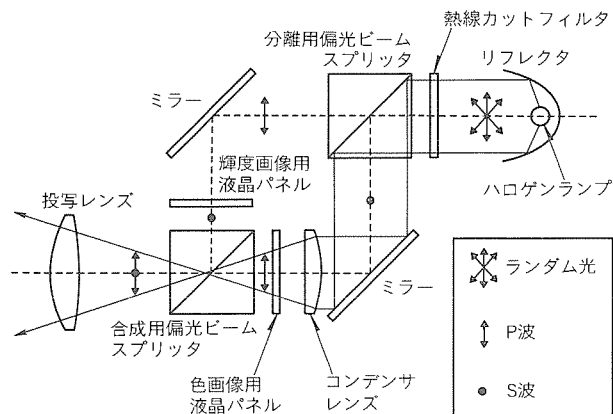


図 8. 光学系の構成

31.5 kHzのVGA信号をダウンコンバータで240ラインに変換することによって、パソコンゲームを楽しんだり、プレゼンテーションに活用することができる。

(4) ワイドシャッター

映画ソフトの普及などワイド時代に対応して、ワイドシャッターを搭載して不要な画面をカットすることにより、迫力あるワイド映像が楽しめる。

(5) 2WAYスタイル

天井投写が可能な設計になっており、パーティなどで環境映像を提供できる。

(6) ステレオスピーカ

本体に左右両スピーカを内蔵しているので、手軽にステレオ音声を楽しめる。

5. む す び

人間の視覚特性に適合した4板式輝度画像・色画像分離方式の液晶プロジェクタを開発・試作して、高精細画像を高照度で得ることができ、その原理を実証した。また、これを基にしてA4サイズのコンパクトな2板式液晶プロジェクタを製品化した。

今後、製品シリーズ化に向け、更なる明るさの向上を図りつつ開発を行う予定である。

参 考 文 献

- (1) 坂田晴夫, 磯野春雄: 視覚における色度の空間周波数特性 (色差弁別閾), テレビジョン学会誌, 31, No.1, 29~35 (1977)
- (2) 日本放送協会編: NHK テレビ技術教科書 (上), 日本放送出版協会 (1989)

液晶ビデオプロジェクタ — LCPC方式 —

石谷普朗* 村井博之***
鹿間信介*
山田房明**

1. ま え が き

最近のパーソナルコンピュータの普及に伴い、各種会議・発表会でのプレゼンテーションや教室での学習などに、大画面表示装置を使用する機会が増えている。一方、液晶パネルの性能も昨今著しい勢いで向上しており、この液晶を用いたプロジェクタが、軽量かつコンパクトでしかも設置が容易であることから、大画面表示装置のニーズの増大とあいまって市場が急拡大している。

液晶プロジェクタに用いる液晶パネルの表示モードとして、従来はTN (Twisted Nematic) モードと呼ばれる偏光板を用いるモードが採用されていた。しかしこのモードでは、偏光板での光の損失等のため、大画面で表示するには輝度不足で、使用環境が限られるなどの問題があった。

今回当社では高輝度を達成する目的で、偏光板が不要で光利用効率が高い高分子分散型液晶 (Liquid Crystal Polymer Composite: LCPC) とアモルファスシリコン薄膜トランジスタ (Amorphous Silicon Thin Film Transistor: a-Si TFT) アレーを組み合わせた液晶パネルを試作し、これを用いた液晶プロジェクタを開発した。さらに、プレゼンテーション用途を重視し、このプロジェクタのインタフェース機能として、各種パーソナルコンピュータを接続できるマルチスキャン機能を併せて開発した。

本稿では、このプロジェクタについて、パネル・電気系・光学系・機構系に分けて要素技術を述べる。

2. LCPC液晶パネル

2.1 LCPCの原理

この液晶パネルで光透過率の制御に用いている LCPC は、高分子マトリックス中に液晶の集合体を分散したものであり、この LCPC に印加される電圧の ON/OFF によって光の散乱性が変化する。この際の動作原理を図1に示す。

電圧が印加されていない場合、高分子中に分散された液晶は、集合体ごとにランダムな方向を向いている。液晶分子は分子軸に対して屈折率異方性を持っているため、全体としてある方向から見たとき、液晶集合体は、高分子中にばらまかれた屈折率の異なる種々の粒子のように見える。したがって電圧を印加しない LCPC は、油をかくはんした水のように、光を散乱し白濁状態となる。これに対して電圧を印加した場合、液晶分子は電界方向に配列し、高分子中のすべての液晶集合体の屈折率は全体として同じ値に見える。このときの液晶の屈折率と高分子の屈折率が一致するようにしておくと、LCPC 内では光の散乱が生じず、LCPC は透明状態となる。

このように LCPC では TN 液晶で必要であった偏光板が不要で、光の利用効率が高いため、液晶プロジェクタにこの LCPC を用いることにより、従来の TN 液晶の場合に比べて原理的に2倍以上の明るい画像を得ることができる。今回開発した液晶パネルは、この LCPC と TFT を組み合わせたものであり、各画素の電圧の印加状態を TFT によって制御して白濁状態と透明状態の間で変化させ、画像表示を行っ

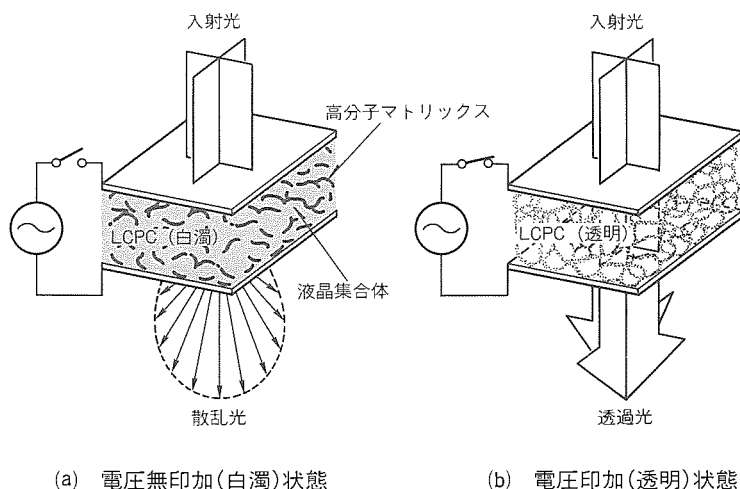


図1. LCPCの動作原理

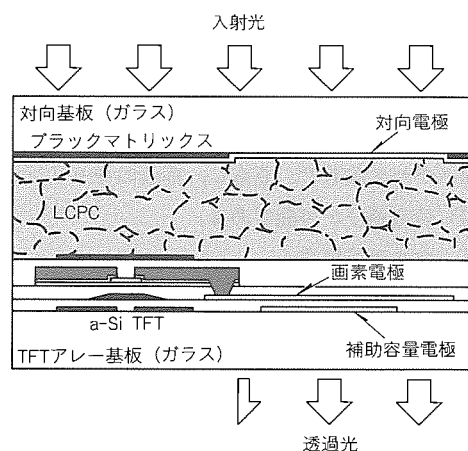


図2. 液晶パネルの断面構造

ている。

2.2 液晶パネルの構成

この液晶パネルの断面構造の概念図を図2に示す。液晶パネルは、TFT アレー基板と対向基板、及びこれら2枚のガラス基板の間に封入されたLCPCで形成されている。TFT アレー基板には、液晶に画像信号電圧を印加するために画素ごとに透明な画素電極が形成されており、バス状に形成された配線から供給される画像信号(ソース信号)は、ライン(ゲートライン)単位でTFTをスイッチングして、所定ラインの画素電極に送り込まれる。

この液晶パネルでは、このTFTを構成する半導体材料としてa-Siを用いているため、直視型液晶パネルと同様に大型のガラス基板上に形成でき、パネルを大量に低コストで製造することが可能である。

また対向基板には、液晶に電圧を印加するための透明な対向電極と、画素電極以外の領域の遮光及びTFTへの光の直接照射の防止のためのブラックマトリクスが形成されている。

2.3 液晶パネルの仕様

開発した液晶パネルの主要諸元を表1に示す。今回のプロジェクトでは液晶パネルを透過型として用いたので、明るさを上げるには、光が透過できる部分の割合(開口率)を少しでも大きくする必要がある。このTFTアレーでは、バス配線の上にTFTを形成し、かつ、電荷を保持するための補助容量を透明電極で構成した結果、液晶パネルの開口率は41%が得られた。

また、LCPCでは配向処理が不要であるため、TN液晶で画素電極周囲に発生する配向異常が生じないということも開口率の拡大に寄与している。この開口率の値とLCPCは偏光板を必要としないことから、この液晶パネルの透過率は28%と大きな値が実現できた。

この液晶パネルを用いてプロジェクタを実現するには、直視型液晶パネルに比べて非常に強い光照射下で性能を保証する必要がある。一般に、a-Si TFTをスイッチング素子として用いた液晶パネルに強い光を照射した場合、TFTのリーク電流が増大し、液晶に印加される電圧が低下して、表示特性が劣化する。

また、LCPCを用いた液晶パネルでは、入射光が散乱されるためTFTへの光照射量を増大する必要がある、強い光

表1. 液晶パネルの主要諸元

有効表示面積	(H)64×(V)48 (mm) (3.1インチ)
画素数	(H)640×(V)480
画素サイズ	(H)0.1×(V)0.1 (mm)
画素配列	ストライプ
パネル開口率	41%
パネル透過率	28%
耐入射光強度	100万lx以上

照射下での液晶パネルの使用を更に困難にするという課題があった。

今回の開発に当たって、液晶パネルの耐光性を向上させるため、TFTへの散乱光を遮光する目的でTFTの直上と直下に遮光膜を形成し、また、TFTの光感度を減少することを目的としてa-Si膜厚の薄膜化を行った。図3は、入射光による表示特性の劣化の目安として、パネル透過率が15%となる駆動電圧のシフト量を調べた結果である。遮光膜を持たない従来のTFTを用いた場合に対し、TFTの上と下に遮光膜を付加し、さらに、a-Si膜厚を100nmから50nmに薄膜化することによって、駆動電圧のシフト量は入射強度に対してほとんど変化を示さなくなる⁽⁴⁾。

これらの構造を採用したTFTをスイッチング素子として用い、100万lx以上の白色光の入射強度に耐える、実用上十分な耐光性を持った液晶パネルを実現することができた。

3. 回路システム

3.1 駆動回路

TFT液晶パネルを駆動するには、線順次にラインをスキャンするゲートドライバと、1ライン分の映像信号をサンプルホールドするソースドライバが必要となる。この中で特に、マルチスキャン対応の液晶プロジェクタを実現する上で問題となるのがソースドライバである。ソースドライバは一般に、高速であるが階調数に制約のあるデジタル形と、アナログドライブが可能であるが速度に制約のあるアナログ形のものがあるが、マルチスキャンを実現するにはVGA (Video Graphics Array) 相当の高速性と、テレビ表示のためのアナログドライブ機能の両立が求められる。

今回はこの背反する要求性能を満足するために、図4に示すようにアナログ形のソースドライバを上下に千鳥状に実装することで、駆動レートを半分に低減して対応した。また、

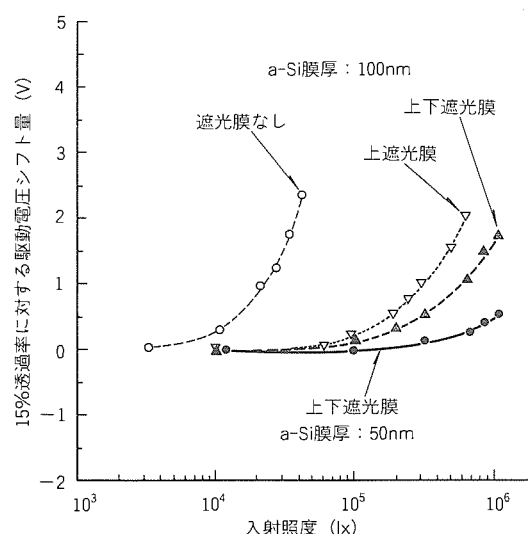


図3. TFT構造による液晶パネルの耐光性比較

このような両側実装は、ドライバをパネルに接続する際の線間ピッチに対する制約の緩和にも寄与している。

次に問題となるのは LCPC のドライブ電圧が TN 液晶より大きいことであり、特に、高速で動作しているソースドライバの耐圧の向上が求められることである。一般に液晶を交流駆動する目的と交流駆動の際のフリッカを低減するため、ソース信号をライン周期で反転駆動するが、今回はこれに同期させて対向電極に供給するコモン信号も反転駆動させ、実効的なドライブ電圧の向上を実現し、TN 液晶並みのソース信号のダイナミックレンジで LCPC のドライブを可能にした。今回用いた液晶パネルの駆動条件を、表 2 にまとめて示す。

3.2 信号処理回路

今回開発した信号処理回路の構成を図 5 に示す。この信号処理回路の特長の一つは、マルチスキャン対応するためにフレームメモリを用い、メモリ読出し側で VGA の固定レートになるように変換していることである。メモリ前後では

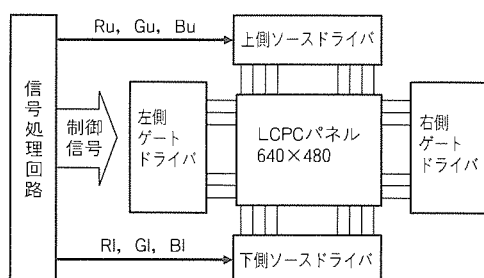


図 4. 駆動回路の構成

表 2. 液晶パネルの駆動条件

項 目	ドライブ電圧	反 転 方 式
ソース信号	7V _{rms} *	ライン反転
ゲート信号	25V _{p-p}	ノーマル駆動
コモン信号	6V _{p-p}	ライン反転

注 * 交流駆動時の実効値を示す。

垂直同期をとっており、信号ソースによる垂直周期の相違は、垂直帰線期間の調整で吸収している。

このような信号レート変換により、a-Si で駆動するための書き込み時間の確保と、駆動条件が一定となることによるアレイ設計の自由度の向上を実現した。なお、テレビ系の信号に対して倍速変換を行っているのは、液晶の交流化周期等の制約から、液晶パネルをノンインタレース駆動するためである。

この信号処理回路の他の特長は、液晶を駆動する際に必ず(須)となる交流化や階調補正などの諸機能を、大幅にデジタル化したことである。これにより、回路調整の簡素化による生産性の向上や、大幅な回路規模の低減を実現した。

4. 光学システム

4.1 光学系の構成

今回開発した液晶プロジェクタの全体光学系を図 6 に示す。コリメータレンズを出射した平行光はダイクロイックミラー (DM1, DM2) によって赤・緑・青の三原色光に分解され、液晶パネルの手前に配置されたフィールドレンズに入射して、3枚の液晶パネルを照明する。各パネル面内の三原色画像で散乱変調された光束は、ダイクロイックミラー (DM3, DM4) によって合成され、投写レンズに集光入射して、スクリーン上に投写される。

4.2 照 明 系

液晶パネルは、画像信号に応じて液晶材料の散乱性を変調して階調表示を行うが、投写画像の高輝度性と高コントラスト性を両立するには、照明光の平行度を高めることが重要となる。この要求を満足するために、200 W の短アーク長 (3 mm) メタルハライドランプを開発した。ランプの主要諸元を表 3 に示す。

ランプの出射光束は凹鏡で反射集光され、コリメータレンズで平行化される。コリメータレンズの焦点面には開口絞

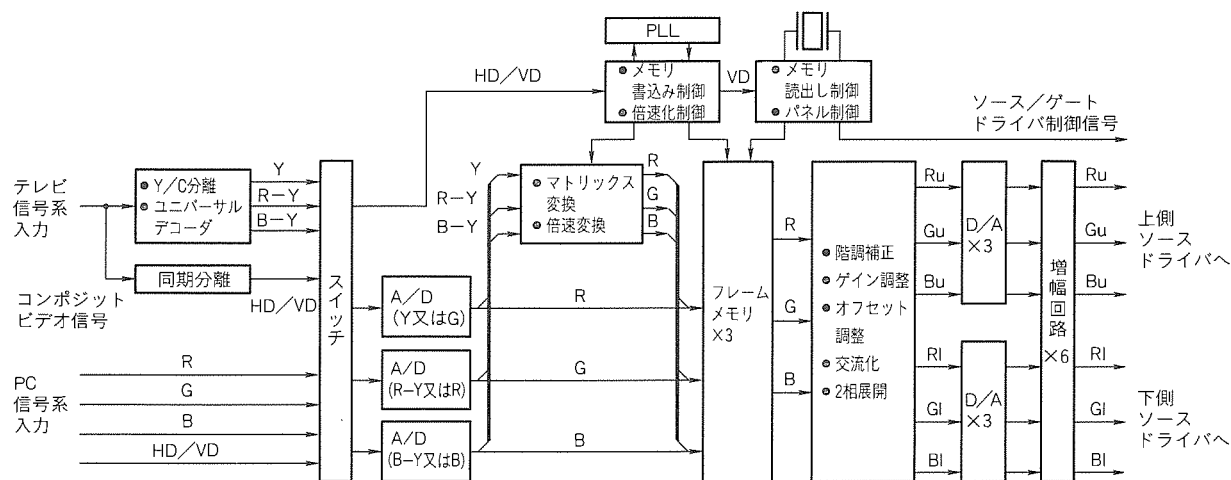


図 5. 信号処理回路の構成

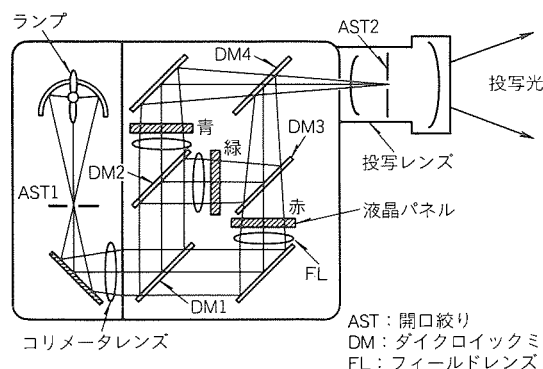


図6. 液晶プロジェクタの全体光学系

表3. ランプの主要諸元

タイプ	メタルハライド
電力	200W
出射光束	12,000 lm以上
色温度	5,800K
アーク長	3mm

表4. 投写レンズの主要諸元

焦点距離	135mm
Fナンバー	5.6以上
開口絞り	交換可能
有効像円径	105mm
基準倍率	31.7倍
バックフォーカル長	207mm

り (AST1) が配置されている。AST1の開口径とコリメータレンズの焦点距離の比が、パネル照明光の発散角を規定する。投写画像の輝度とコントラスト比のトレードオフを検討した結果、最終的に発散角を 8° に設定することで、投写光束 460 lm (2.3 lm/W)、コントラスト比56を得ることができた⁽²⁾。

4.3 色分離合成系

液晶パネルの入射・出射光は偏光面がランダムに変化する自然光であるため、P、S両偏光成分を共にダイクロミックミラー (DM) 系を通じて投写レンズに伝達する必要がある。そこで、各原色光に寄与する色分離側と色合成側の2枚のDMについて、反射と透過の組合せを同一とする設計手法を開発した。

すなわち赤色光を例にとると、分離側のDM1と合成側のDM3の透過によって赤色光を生成するように、各ミラーの分光特性を設計した。この設計手法によれば、反射と透過を組み合わせて用いたときのDM間の分光特性の違いに起因するランプのスペクトル成分の損失を低減でき、高効率の色分離合成が可能となる。

また、メタルハライドランプには波長 580 nm の輝線スペクトル成分が存在するが、この輝線スペクトルを投写光束に含ませると画像は高輝度になるものの、緑又は赤の原色色純度が低下することが問題となる。今回の色分離・合成系の設計に当たっては、この輝線スペクトルの強度を調整して光利用効率を最大限にし、かつ色再現性に優れた投写映像を実現した。

4.4 投写レンズ

投写レンズは、液晶パネルで散乱された光の透過を制限す

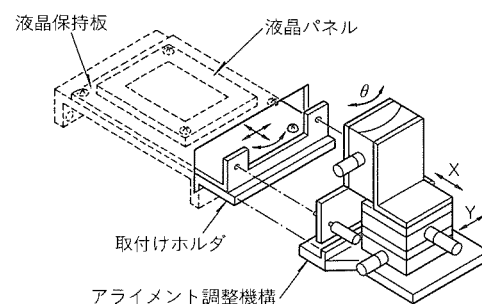


図7. 画素調整機構

る開口絞り (AST2) を内蔵し⁽³⁾⁽⁴⁾、また、照明系の開口絞り (AST1) で決まる照明光束の発散角に見合ったFナンバーを持っている。これら2個の絞り径は、別の開口径の絞り板に取り替えることで投写光の輝度とコントラスト比のバランスを調整することができる。この液晶プロジェクタ用に開発した投写レンズの主要諸元を表4に示す。

投写レンズは、3枚のパネルの画像を合成投写する際に比較的短い投写距離で大画面を得るために、焦点距離に比べてバックフォーカル長の大きいレトロフォーカス型⁽⁵⁾とした。また、投写光束を水平よりも上向きに出射するために、パネル対角寸法に比べて大きな有効像円を設定し、全像円域にわたり高解像力と低い(歪)曲性を確保してパソコン画面の均一表示に対応させた。

5. 画素調整機構

3板式液晶プロジェクタの光学系では、3色の画像をスクリーン上の同一ポイントに、正確に投写する必要がある。液晶プロジェクタでは、CRTプロジェクタのように電氣的に表示位置を合わせ込むことができないため、各液晶パネルの取付け位置を機械的に精密に合わせるアライメント調整機構が必要となる。従来の3板式液晶プロジェクタではこのアライメント調整機構として、縦・横・回転の各方向に移動可能な機構部材を本体に内蔵していたが、この方法ではコスト・質量・スペース・組立性に関して問題を抱えていた。そこで今回は、このようなアライメント調整機構は組立て時にのみ必要な機能であることに着目し、この調整機構を本体に内蔵せず、組立て時に装置本体に装着し、組立て後は本体から取り外す外付け式のアライメント調整機構を開発した。

この調整機構は精密直進ステージや回転ステージ等の高精度な可動部材で構成されており、図7に示すように、装置本体と簡単に着脱可能な構造となっている。組立て時の調整は、装置本体の一部である取付けホルダをベースとして、液晶保持板をこの調整機構で上下(Y)方向・左右(X)方向・回転(θ)方向に微調整して、液晶パネルを保持板を介して取付けホルダに固定する。調整後はこのアライメント調整機構を本体から取り外すことにより、装置内部のスペースファクタを良くすると同時に、コストや質量の低減を実現した。

表 5. 液晶プロジェクタの仕様

項 目	仕 様
画面サイズ	23～300インチ (58～762cm)
投 写 距 離	1～13m
明 る さ	460 lm*
コントラスト比	50以上
入 力 信 号	TV系：NTSC, PAL, SECAM PC系：VGA相当信号
ラ ン プ	200Wメタルハライドランプ
体 積	0.03m ³
質 量	9kg

注 * 9点平均照度からの換算値を示す。

6. む す び

今回開発した液晶プロジェクタの仕様を表5にまとめる。特に明るさに関しては、460 lmを実現したことで、通常の照明環境下での使用が可能になった。さらに、各種入力信号に対応し、かつ小型・軽量を実現したことで、プレゼンテーションツールとしては最適な表示装置を達成できた。

今後は、XGA や EWS 等よりも高精細な信号ソースに対応できるよう技術開発を進めていく。

なお、液晶パネルの開発に際し、TFT アレー基板及びパネルモジュールを試作いただいた(株)アドバンスト・ディスプレイの関係各位に感謝の意を表する。また LCPC に関して、材料及び処理工程に御協力をいただいた旭硝子(株)中央

研究所の関係各位に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) Murai, H., Nakagawa, N., Nakashima, K., Nakanishi, K., Hirose, S., Yuki, M., Shikama, S., Takada, M.: a-Si AMLCD PDLC Light Valve with 30 % Optical Transmittance, SID '95 Digest, 329 ~ 332 (1995)
- (2) Shikama, S., Kida, H., Daijogo, A., Okamori, S., Ishitani, H., Maemura, Y., Kondo, M., Murai, H., Yuki, M.: High-Luminance LCD Projector using a-Si TFT-PDLC Light Valves, SID '95 Digest, 231 ~ 234 (1995)
- (3) Nakanishi, K., Numano, Y., Nakano, M., Matsukawa, F., Masumi, T., Namizaki, H., Ishitani, H., Shikama, S.: A 45-in. High-Brightness Rear Projector using a 350K-Pixel PDLC Panel, SID '94 Digest, 749 ~ 752 (1994)
- (4) 小林和弘, 中野雅章, 増見達生, 鹿間信介, 石谷普朗: 高輝度プロジェクションディスプレイ用 Poly-Si TFT 液晶パネル, 三菱電機技報, 68, No.11, 983 ~ 988 (1994)
- (5) Smith, W., J.: Modern Lens Design, McGraw-Hill, 147 ~ 167 (1992)



高精細オートスキャン ビデオプロジェクト LVP-1280

井上 広* 金子俊秀**
山辺俊樹* 藤村 諒***
竹内 茂*

1. ま え が き

昨今、プレゼンテーションの主流は、パソコンと大画面ビデオプロジェクトとの組合せに移行しつつある。これらビデオプロジェクトは、マルチメディアの普及に伴う様々な映像信号への対応と、用途の拡大に伴うフレキシブルな設置性との両立が望まれている。また、パソコンやワークステーションで主となる静止画像と、ハイビジョンや NTSC など動画の双方に高いクオリティが要求される。つまり、幅広い映像信号を取り込めることに加え、画面の隅々まで高解像度かつ画像ひずみが少ないことと、映像の基本であるコントラストや色再現性が高いことが両立し、さらに、幅広いスクリーンサイズと様々な設置条件を満足することなどが不可欠である。これらニーズに対してデジタル技術を核とし様々な新技術によってこたえたのが、オートスキャンビデオプロジェクト LVP-1280 である。

2. 特徴と仕様

業務用オートスキャンビデオプロジェクト LVP-1280 の外観を図1に、主な仕様を表1に示す。

(1) 新開発デジタル主偏向回路の採用

水平・垂直の偏向に必要な各種信号発生については、新開発のオートスキャン対応デジタル主偏向 LSI を採用した。これは、水平周波数 15～100 kHz、垂直周波数 40～150 Hz という広範囲な映像信号に対して、常に最適かつ安定な偏向波形をデジタル信号処理で発生する。さらに、9点独立デジタルフォーカス信号波形も生成し、画面の各エリアごとに正確なフォーカス設定を行える。

(2) フルデジタルコンバージェンス回路の IC 化

当社は世界で初めてフルデジタルコンバージェンス回路

を開発し、既に産業用超高精細ビデオプロジェクトに採用している。今回の開発に当たりこの回路を LSI 化して、一般業務用クラスでの搭載を実現した。これにより、従来困難であったコンバージェンス調整が容易にかつ高精度に行え、画像ひずみや色ずれの少ない映像を実現した。

(3) 新開発フレキシブルオプティカルカップリング (FOC) の採用

コントラスト改善と高輝度化を達成する目的で、従来から採用していた液冷オプティカルカップリング方式を進展させ、業界で初めて、従来不可能であった幅広い投写スクリーンサイズを可能にする FOC 方式を開発した。これにより、冷却液を封入した状態で投写レンズと CRT とのあおり角を変更でき、この結果、高いコントラスト性能を維持したまま、70 から 300 インチという広範囲なスクリーンサイズへの対応を実現した。

(4) 新開発の高解像度ハイブリッド構成レンズ

周辺まで高解像度を実現できるハイブリッドレンズを搭載した。また、ダイクロイックコーティングを緑と青のレンズに施し、さらに緑のレンズにカラーレンズを採用したことで、色の再現性を飛躍的に向上させた。

表1. LVP-1280の仕様

項 目	仕 様
C R T	7"液冷管 (電磁フォーカス方式, 含浸型ソード)
スクリーンサイズ	70～300" (フロント投写) 70～200" (リア投写)
レ ン ズ	F1.1ハイブリッド8枚構成 緑・青:ダイクロイックコーティング 緑:新カラーレンズ フレキシブルオプティカルカップリング方式
輝 度(白ピーク)	900 lm
解 像 度	水平:1,600ドット, 垂直:1,200ライン
映 像 出 力	信号帯域 80MHz/－3dB
偏向周波数	水平:15～100kHz, 垂直:40～150Hz
コンバージェンス	フルデジタルコンバージェンス方式
入 力 信 号	R・G・B:アナログ入力2系統(Y・Pb・Pr入力共用) ビデオ:コンボジット入力1系統, Y/C入力1系統
インタフェース	RS-232C/RS-422A/RS-485 シーケンサ制御可能
消 費 電 力	500W
外 形 寸 法	(高さ)381×(幅)537×(奥行き)874 (mm)
質 量	約76kg

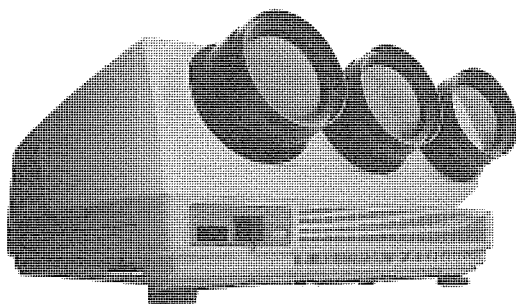


図1. LVP-1280の外観

(5) 含浸カソードを採用した新開発7形 CRT

含浸カソードによるビームスポット径の極小化と、電磁フォーカス方式、高解像度レンズの採用とあいまって、900ピクセル、1,600×1,200ドットという高輝度・高解像度を実現した。

3. 電気回路の構成

図2に LVP-1280のブロック図を示す。

入力端子は、R・G・B2系統とビデオ2系統を備えている。ハイビジョン信号に対しては、R・G・B、Y・Pb・Pr 入力のどちらにも対応しており、本格的なアパーチャ補償も可能にしている。ビデオ信号については、NTSC、PAL、SECAM の全世界の放送方式に対応している。映像出力回路には広帯域ハイブリッド IC を採用し、80MHz、-3dB の映像帯域を確保している。

主偏向回路は水平・垂直各出力部を除いてすべてデジタル化しており、水平ドライブパルス、水平偏向電源変調信号、垂直偏向信号等はすべて新開発 LSI によるデジタル信号処理によって生成される。またこの LSI では、フォーカス信号の生成も行っている。コンバージェンス回路は主偏向回路と同一クロックを基準に動作し、新開発 LSI によるデジタル処理によって画像ひずみの最適補正信号生成が行われる。フォーカスとコンバージェンスの電力増幅出力回路は、ポンピング方式の変電圧回路によって消費電力の低減を図った。高圧発生回路は水平偏向回路から独立した非同期型を採用した。高圧出力の安定化には、発振周波数可変方式を採用し、高性能なレギュレーション特性を実現した。外部からのシステムコントロールは、従来同様 RS-232C、RS-422A、RS-485 の各種通信方式に加えてシーケンサによる操作

も可能で、自動運転システムなど幅広く対応できる。以下に、個々の回路の詳細について解説する。

3.1 デジタル主偏向回路

オートスキャンタイプのプロジェクタを実現するためには、広帯域高安定の偏向回路が必要である。またプロジェクタでは、投写距離や画角などを変更すると、偏向ひずみの調整が必要となる。この機種では、特に設置調整の簡略化を図るため、主偏向回路のデジタル化を行い、同時にデジタル偏向 LSI を新たに開発した。この LSI には、周波数検出、ブラッキング、クランプ等パルス発生、フォーカス波形生成の機能を設け、オートスキャンの制御部分の集中化と一元管理化を実現した。

図3に、デジタル偏向システムの回路構成を示す。

(1) オートスキャン制御

CPU は LSI 内部の周波数カウンタの値を読み取り、各入力信号に最適な設定を行う。また、LSI に PLL 回路の分周器を内蔵し、分周比を変えることで幅広い水平周波数へのスキニングを行う。この PLL 回路ではデジタル偏向、デジタルコンバージェンス、キャラクタジェネレータ回路のすべてに共通のマスタクロックを生成する。

(2) 垂直偏向回路

垂直偏向波形は、4 次の係数を持つ計算式によって 16 ビット精度でリアルタイムに演算される。CPU によって垂直幅、リニアリティ、S 字の調整値を設定することで、主偏向の幾何学ひずみを 0.1% 以内に補正することを可能とした。さらに、ひずみの成分は、垂直幅の変化に連動して自動的に最適化される。特に入力信号による垂直幅の調整が必要なプロジェクタにおいては、非常に有効である。

(3) 水平偏向回路

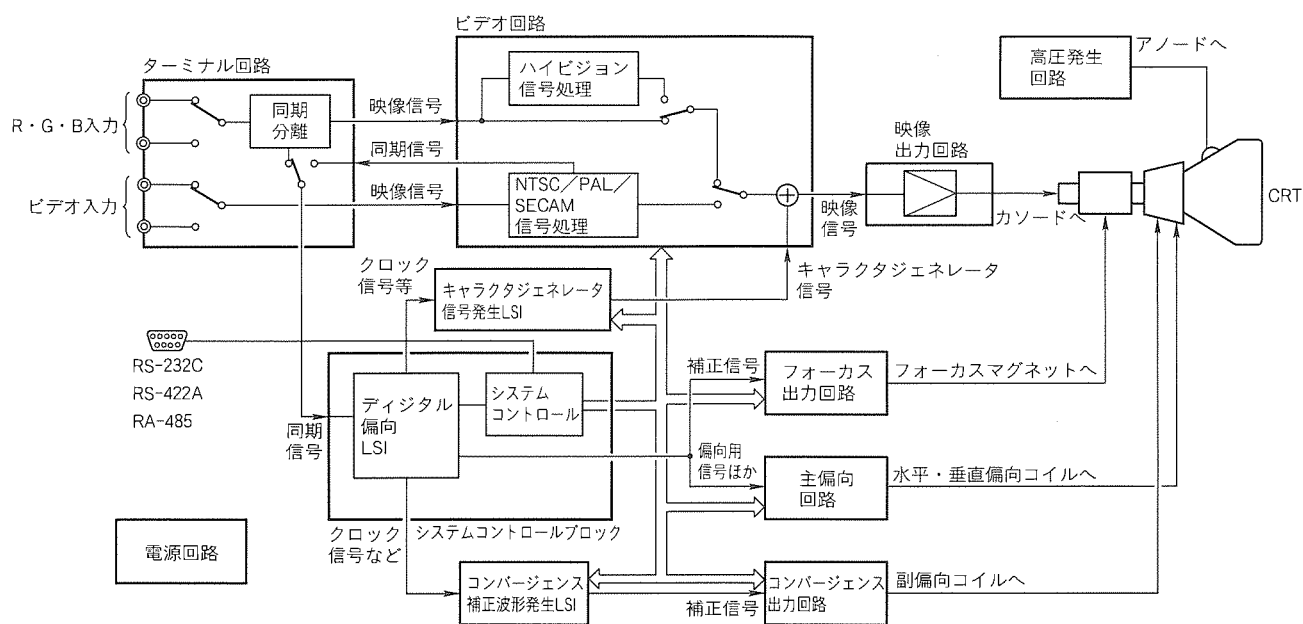


図2. 全体ブロック図

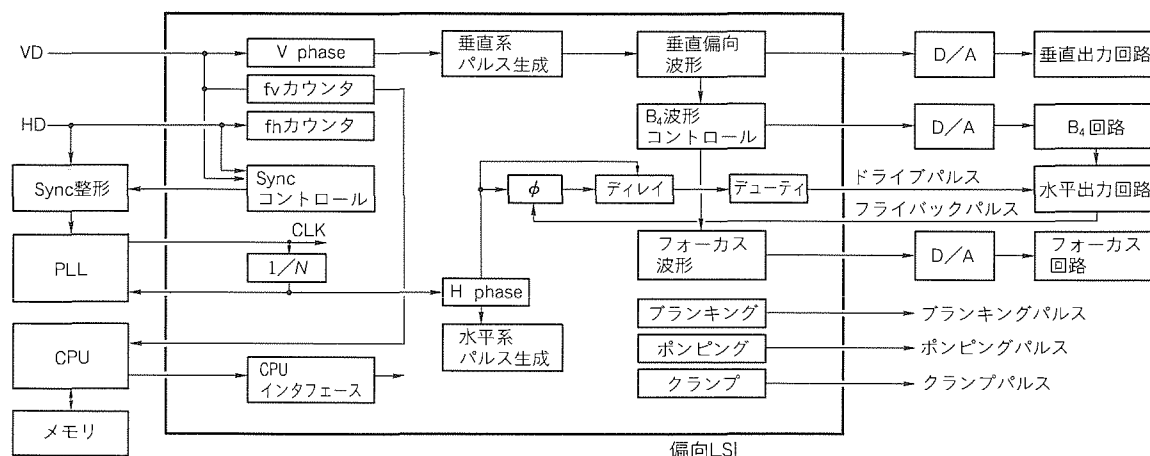


図3. デジタル偏向システムの回路構成

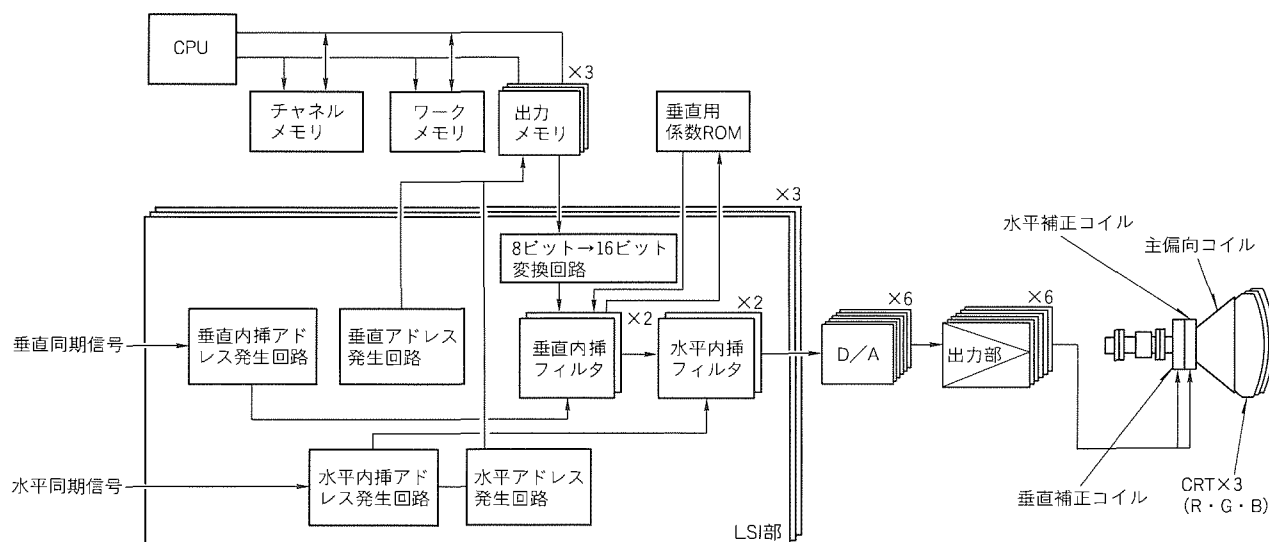


図4. フルデジタルコンバージェンス回路のブロック図

水平偏向回路は、偏向電源電圧波形発生部、ドライブパルス発生部とからなる。電源電圧波形は、水平幅、キーストン、ピンククッションひずみ補正成分を含んでいる。これらの補正成分は垂直偏向波形、水平周波数による演算によって生成され、補正量はCPUから設定が可能である。キーストン及びピンククッションのひずみ補正成分は、水平・垂直幅を変動させてもこれに連動するように演算されるため、補正量は常に最適化される。

3.2 デジタルコンバージョン回路

3管方式のプロジェクトで高精細の映像表示を行うには、デジタル的に任意の補正波形を発生させ、プロジェクト特有の色ずれを補正するデジタルコンバージェンスが必要である。しかし従来のデジタルコンバージェンスは、アナログコンバージェンスと併用していたため、調整がしにくい、時間がかかるという欠点や、デジタル処理による密度変調などの画質劣化が発生するなどの問題があった。これらの問題を解決するために、既に開発した超高精細100型IアプロジェクトI VP-2000 X3R におけるデジタルコンバー

エンス回路を基に、安価で大量生産に対応できるデジタルコンバージェンス LSI を開発し、LVP-1280 に搭載した。

図4は、このフルディジタルコンバージェンス回路及びその回路内でのLSI部のブロック図である。このLSIは、消費電力、コストメリットの点から2チャンネル構成とし、プロジェクト1台に対してこのLSIを3個使用する。また、高精細の補正をするため、水平・垂直とも16ビット演算処理をしている。出力メモリには、コストの面から8ビット出力のシングルポートメモリを使用できるように、LSI内部に8ビット→16ビット変換回路を設け、この回路で8ビットデータを16ビットデータ2チャンネルに変換する処理を行う。

このデジタルコンバージェンス回路は、オートスキャン機能に対応するため、入力信号の水平・垂直それぞれの走査周波数をシステムマイコンによって常に監視し、その情報によって最適な補正ポイント数及び垂直内挿線数を選択するように制御を行っている。この補正ポイント数と垂直内挿線数との組合せを補正パターンと呼んでおり、77パターンを用意している。

先にも述べたが、従来のデジタルコンバージェンスでは補正データの内挿演算に直線補間を用いていたため、デジタルのみでは密度変調が大きく、アナログコンバージェンスとの併用が一般的であった。その弊害として、調整がやりにくく、時間がかかるという問題があった。今回は16ビット演算処理によるフルデジタルコンバージェンスとし、曲線補間方式による内挿演算により、原理的に密度変調がなく高精度の補正が可能となった。また、非常に容易な調整方式を開発し、採用した。調整者は、画面内に表示される補正ポイントの中の代表点(5×5か所)において、緑色に対して赤と青のコンバージェンス調整をするだけでよく、残りの補正ポイントのデータはCPUによる内挿演算によって自動的に求められる。

これらにより、従来熟練者しかできなかった高精度なコンバージェンス調整を容易に実現可能とし、また調整ミスなどによる画質劣化の発生を防止するとともに、調整時間も当社従来比1/4と大幅な短縮を実現した。

3.3 キャラクタジェネレータ回路

オートスキャン型ビデオプロジェクタは、コンバージェンス調整、フォーカス調整など多様な調整項目を必要とするに加え、セットの多機能化に対応するため様々なメニュー調整が不可欠である。また、今回搭載したデジタルコンバージェンス方式では、入力信号周波数に対応して独立したコンバージェンス調整を行うため、調整の基準となる内蔵テストパターンが必要である。こうした要求にこたえるため、図5に示すようなキャラクタジェネレータ回路を構成した。

(1) オートスキャン対応方式

この回路は、水平方向に関しては、水平同期信号に同期した384倍のクロックをPLL回路で発生させ、1文字を構成する水平方向ドット数を8ドットと固定している。また、垂直方向に関しては、入力信号の走査線数に対応して1文字を

構成するライン数を切り換えることにより、画面上において1文字を表示する空間の大きさを一定に保たせた。さらに、入力信号の走査線数の変化に伴って文字が縦方向に伸縮するのを抑えるため、垂直方向文字構成ドット数の異なる複数種類のフォントを持たせてフォントを選択するとともに、垂直モード切換えにより、垂直ドットカウンタの複数回読みを制御した。

この結果、入力信号の種類にかかわらず、常に一定サイズの文字表示が可能となった。

(2) 文字属性制御

この回路では、文字用メモリとは別に、属性用メモリを搭載している。このメモリに1文字ごとの文字反転、R・G・BのON/OFF、映像へのブランキングなどの属性をマイコンによって書き込むことにより、1文字単位の修飾を可能とした。

(3) コンバージェンス調整用信号発生

コンバージェンス調整用信号(クロスハッチ信号、ドット信号など)は、文字表示空間の右端に縦線、下端に横線を表示するように属性用メモリにビットを割り当てて発生する。この回路による文字表示アドレスは、デジタルコンバージェンスのアドレスと常に同期した整数倍の関係を持たせている。この信号は、キャラクタ信号と合成して出力される。

(4) 階調信号発生

オートスキャン型ビデオプロジェクタは、設置する場所で初期設定されていない入力信号を受信することが考えられるため、単体で各種調整用内蔵テスト信号を発生する機能が必要である。この要求に対し、属性用メモリにビットを割り当て、この判別信号によって文字データを階調データとして扱い、6ビットの階調信号を得てD/Aコンバータを通して出力することにより、カラーバー信号、ウィンドウパターン信号など12種類の内蔵テスト信号を発生する。

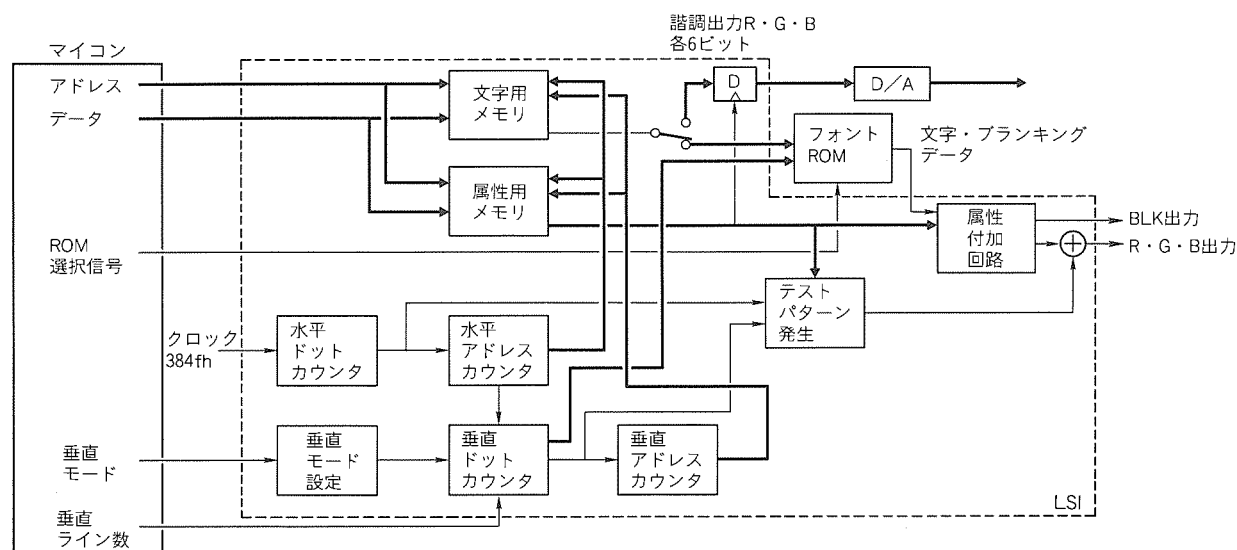


図5. キャラクタジェネレータ回路のブロック図

4. FOC機構

3管方式のビデオプロジェクタでは、図6に示すように、投写サイズに対応した集中角 θ とあおり角 α (CRTと投写レンズの相対角度)を最適化するように投写レンズとCRTを配置する必要がある。FOC機構は、従来のレンズ直結型液冷方式でありながら、この集中角とあおり角の調整を可能にした業界初の光学カップリング方式である。

図7にFOC機構の構造を示す。この機構は、投写レンズとCRTを結合するブラケット (取付け枠) をレンズ側とCRT側に2分割して両者の距離を可変できるようにし、かつ各々をゴムパッキンで気密状態を保って結合した構成を採用している。分割されたブラケットの間には両端に六角柱を持つシャフトが配置されている。この六角柱は平行に対向する辺同士の間隔が異っており、この間隔によって2分割したブラケット間の距離を最適化している。この結果、シャフトを回転させることにより、3段階にあおり角を調整することが可能である。また、付属のリア投写用のシャフトに交換すれば、リア投写時のあおり角にも対応できる。

また、赤と青の光学ユニットはブラケット下端で軸支されており、本体両端のレバーを切り換えることにより、あおり角に対応して集中角も3段階に調整でき、最適化が図れる。

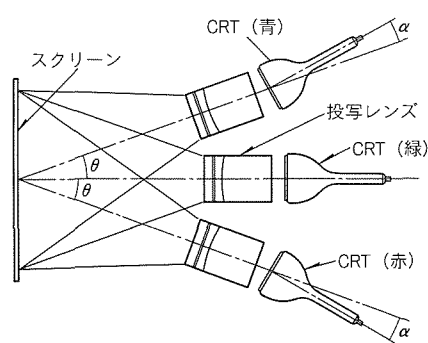


図6. 投写光学系の配置構成

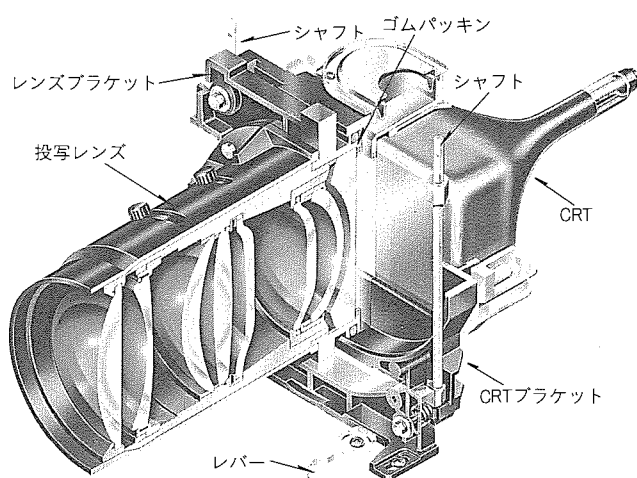


図7. FOC機構の構造

この機構による利点として、以下のことが挙げられる。

- (1) コントラスト、フォーカス特性等を劣化させることなく、70インチから300インチまでの広範囲な投写サイズに対応が可能である。
- (2) 工場出荷時には100インチフロント投写に設定してあるが、現地据付け時に投写サイズ及びフロント投写/リア投写の変更が容易にできる。
- (3) 投写サイズごとにブラケット (投写レンズとCRTを結合する枠) を用意する必要がなく、また、赤・緑・青の光学ユニットも一種類のブラケットで対応できるので、部品の種類が大幅に削減され、コスト的に有利である。

5. 投写レンズ

高解像度化を達成するためのキーパーツの一つとして新規に開発した投写レンズについて、以下に述べる。

このレンズの特長は、非球面レンズ形状の精密設計、及び鏡筒のフローティング機構等であり、わずか8枚構成で下記の項目を達成した。仕様を表2にまとめて示す。

- (1) 画面周辺解像度の向上

画面中央から周辺まで、ほぼ均一な解像度があり、ワークステーション用ディスプレイに十分対応できる性能を実現した (図8)。

- (2) 幅広いスクリーンサイズへの対応

3部からなる鏡筒を精密に連動させることにより、70インチから最大300インチまで、ほとんど解像度特性を劣化させることなく対応している。

- (3) 高い中央周辺輝度比の実現

画面中央と最周辺の輝度比は40%以上とし、視感性を向

表2. 投写レンズの仕様

項目	新開発レンズ	従来製品
構成	ハイブリッド 8枚	ハイブリッド 8枚
F ナンバ	1.12	1.18
周辺輝度比	40%	33%
対応スクリーンサイズ	70~300"	100~120"

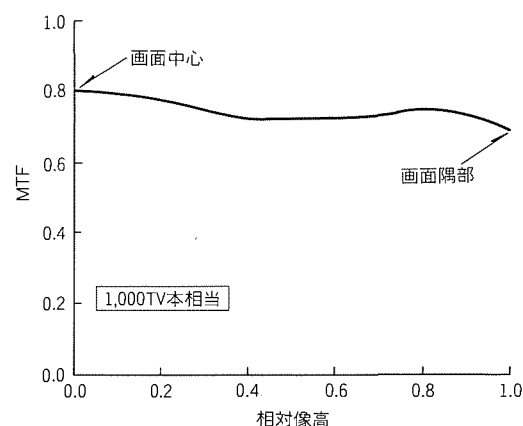


図8. 解像度 (MTF) 特性

表 3. 新開発CRTの仕様

形 状	7", 70°偏向, ネック径29 mm
電 子 銃	電磁フォーカス型, G1孔径0.5 mm 含浸型カソード
フォーカスマグネット	着磁量0.035T {350G}, 半値幅30 mm

上した。

(4) 広い色再現範囲の達成

三原色の光学系のうち、緑・青色に対応する投写レンズにダイクロイックフィルタを採用し、広い色再現範囲を達成した。

6. C R T

今回開発したCRTの仕様を表3に示す。

形状は70°偏向, 29.1mm ネック径とし、電磁フォーカス方式を採用した。70°偏向, 29.1mm ネック径は、偏向系統の省電力化に貢献し、また電磁フォーカス方式によって、セットのあらゆる偏向周波数においても偏向感度の劣化のない安定した特性が得られ、オートスキャン仕様に十分対応できるものとなった。

電子銃はビームスポット径を小さくするために、第1電極(G1)の孔径を0.64mm から0.5mm にした。G1孔径を小さくしたことにより、カソードローディングがアップするが、含浸型カソードを採用することにより、この問題を解決した。また含浸型カソードによってカソードエミッションの劣化を抑え、長寿命化も実現した。さらに、フォーカスマグネットの仕様を検討し、着磁量と半値幅を最適化した。これによって広い電流域にわたり良好なフォーカス特性を得ることがで

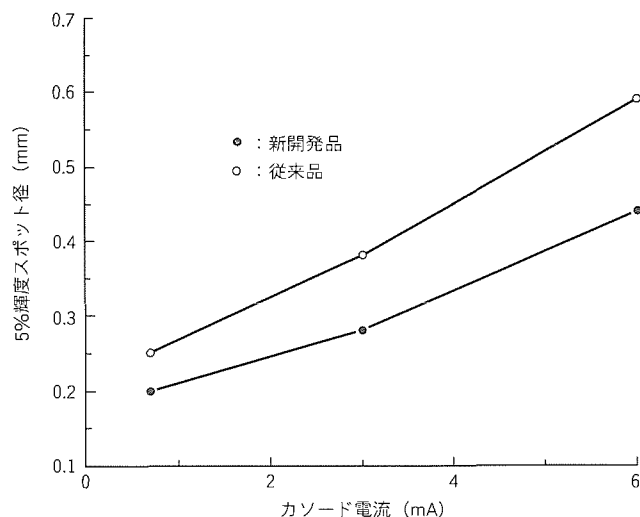


図 9. フォーカス特性

きた。

図9にフォーカス特性を示す。

7. む す び

以上、普及型業務用オートスキャンビデオプロジェクタLVP-1280の概要について述べた。この機種は同クラスの他社のプロジェクタに比べて数々の特長を持っているため、商談や展示会等でも大変好評を博している。今後はこの機種の特長を生かした提案活動を積極的に行い、業務用オートスキャンビデオプロジェクタにおける当社の地位を更に確固たるものにしていく所存である。

展張マスクCRT搭載のディスプレイモニタ

長峯 卓*
菅原 喬**
菅野昌博*

1. ま え が き

コンピュータのハードウェアは、その高性能化と同時に価格も急速に低下しており、一方、ソフトウェアもマンマシンインタフェースが著しく向上しており、これらのおかげで、パーソナルコンピュータ（以下“PC”という。）、ワークステーション（以下“WS”という。）の普及に拍車がかかっている。このため、表示装置としてのディスプレイモニタ（以下“モニタ”という。）も以前より一層身近な製品となっており、製品に対する要求も多様化してきた。

当社ではこれらの要求のうち、特に高度な表示性能・表示機能を満足させるため、展張マスクCRTを開発し、これを搭載したモニタを開発してきた。

ここでは、展張マスクCRTを搭載した17インチと21インチの新機種モニタについて、最近のモニタ技術の動向と合わせて、その特長を述べる。

2. 展張マスクCRT

最近、主流となったウィンドウ形式のソフトウェアでは、白色表示の背景の上に黒色文字を表示する方法が一般的である。また、プレゼンテーションを効果的に演出するために、画面全体にわたって色表示を行うことが多い。このため、画面の中心部と周辺部での輝度差・色度差が小さいことが重要である。また、コントラストの良い表示が望まれるため、CRTのガラスパネルの透過率を低くしているが、一方では、従来以上の画面輝度を実現するために、電子ビーム量を増大させねばならない。従来のシャドウマスク方式では電子ビームの衝突によるマスクの熱変形（ドーミング）が起り、画面全体での色の均一性を保つことが難しい。

市場ではフラットな画面が望まれており、シャドウマスク方式のCRTにおいてもフェース面のフラット化が進んできたが、垂直方向では完全なフラットではない。

また、走査線とマスクとの干渉によるモアレ（ラストモアレ）が発生すると、背景が白色の場合では、これが少量の場合でも目立ってしまう。

展張マスク方式では、色選別の電極として、グリルと呼ばれる細い線条の両端に張力をかけたマスクを使用しているため、電子ビームの透過率が高く、高輝度を得られると同時にドーミングも起こりにくい。また、輝度差・色度差を小さくすることが可能である。さらに、CRTのフェース面が円柱

状であるため、外光の反射がモニタの使用者の目に入りにくく、より自然でフラット感のある画像を得ることができる。展張マスクでは縦方向にスリットが連続しているため、ラストモアレが発生しない。

このような背景から、高度な表示性能の要求にこたえるためには、シャドウマスクタイプのCRTよりも展張マスク方式（アパーチャグリル方式）の方が原理的に有利であり、当社では、この方式のCRTの開発に着手した⁽¹⁾。

一方、画面の周辺部でのフォーカス特性も重要であることから、当社で開発し、シャドウマスクCRTで使用実績のあるDynamic Beam Formingタイプの電子銃（NX-DBF）を採用した。一方、NX-DBF電子銃を採用したため、21インチの展張マスクCRTの全長はシャドウマスクCRTとほぼ同じになり、コンパクトなモニタの設計が可能となった。また偏向ヨークも従来方式であるので、シャドウマスクCRTで使用してきた回路と同様な回路で展張マスクCRTを駆動することができる。

図1に、シャドウマスク方式と展張マスク方式のCRTの構造を示す。

3. 展張マスクCRT搭載のモニタ

当社では、21インチの展張マスクCRTを最初に開発し、このCRTを搭載したモニタとして、THZ8105シリーズを製品化した。その後、更に性能・機能を向上・充実させた上位モデルとして、THN9105シリーズを製品化した。21インチの展張マスクCRTに引き続き、17インチの展張マスクCRTを開発し、TFG8705シリーズとして製品化した。いずれの機種もキャビネットデザインや操作性などの統一性を持たせ、21インチ、17インチのファミリーックを実現させた。図2にTHN9105シリーズとTFG8705シリーズの外観を示す。また、それらの仕様概要を表1に示す。

以下、展張マスクCRTに特有な技術と、モニタの市場動向・技術動向について、THN9105シリーズとTFG8705シリーズをベースに述べる。

3.1 ひずみ補正

シャドウマスク方式CRTを使用するモニタでは、2乗波形を基本波形として各種幾何学的ひずみ補正用の波形を生成し、これによって補正が可能であった。当社の展張マスク方式CRTでは、電子銃、偏向方式が従来から使用されているものと同じであるので、駆動回路もシャドウマスク方式CR

Tで使用しているものと同様であるが、表示面の違い、すなわち球面と円柱面の差によって生じるひずみ特性の違いがある。このため、もっと高次の基本波形や別種の基本波形が必要である。

従来の機種においては、これらの基本波形を合成し、ひずみ補正を行っている。しかし、部分的なひずみがある場合には、補正ができない場合もあった。これに対して、21インチモニターでは、新規に開発したカスタム LSI でデジタル波形生成回路を構成し、また、17インチモニターでは、DSP (Digital Signal Processor) を用いて展張マスク方式 CRT に最適な補正波形を発生させるとともに、局所的なひずみを補正するための補正波形も生成し、精度の高いひずみ補正を実現した⁽²⁾⁽³⁾。

また、十分な補正を行うためには、補正回路のダイナミックレンジを大きくすることが必要である。従来機種ではシリーズレギュレータを採用していたが、チョッパ方式を採用することでこれを実現させた。

3.2 フォーカス回路

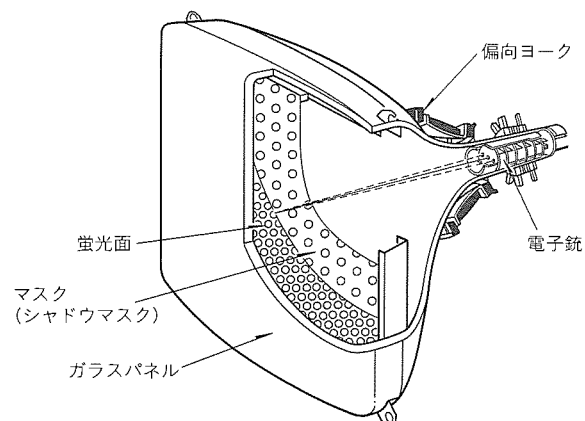
当社の展張マスク方式 CRT は、周辺部のフォーカスを良くするため、シャドウマスク方式 CRT で従来から使用している NX-DBF 電子銃を採用している。したがって、ダイ

ナミックフォーカス電圧回路の基本回路は、従来のモニターと同様である。

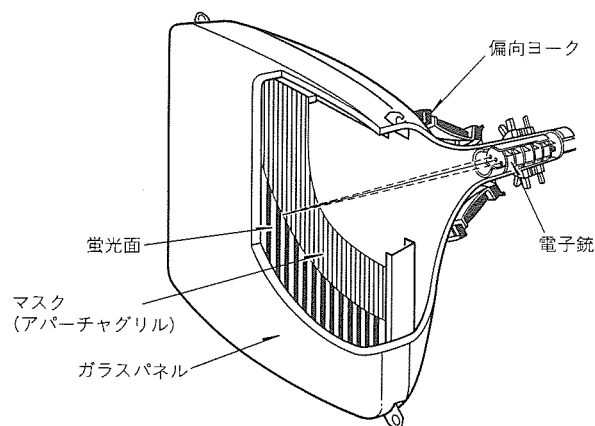
しかし、CRT の表面が円柱状であるので、21インチモニターでは、供給するダイナミックフォーカス電圧波形を従来とは変えており、展張マスク方式 CRT に適した基本波形を供給している。また、基本波形を部分的に変更する機能を持たせ、最適なダイナミックフォーカス電圧を供給し、画面全般にわたって最良なフォーカスが得られるようにした。

3.3 モアレキャンセル

先に述べたように、展張マスク CRT では、ラスタモアレは発生しない。しかし、中間色を表現する目的で1ピクセルごとに ON と OFF を繰り返すパターンを画面に表示している場合には、モアレが見えることがある。これは信号モアレと呼ばれ、映像信号とマスクピッチとの干渉によって発生するものである。THN9105/TFG8705 シリーズではモアレキャンセル回路を備えており、映像表示の微小変調を行い、信号モアレの視感を向上させている。

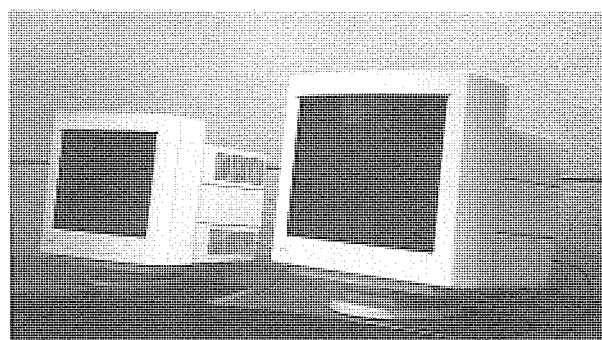


(a) シャドウマスク方式



(b) 展張マスク方式

図1. カラーCRTの構造



左側：TFG8705

右側：THN9105

図2. 展張マスクCRT搭載モニタの外観

表1. THN9105/TFG8705の仕様概要

		THN9105	TFG8705
C R T	サイズ	21" (50cm)	17" (41cm)
	マスク	アパーチャグリル	
	グリルピッチ	0.30mm	0.25mm
	表面処理	低反射帯電防止コート	
	透過率	39%	
	電子銃	NX-DBFタイプ	
水平周波数		30~93kHz	24~86kHz
垂直周波数		50~152Hz	50~152Hz
供給電源		100-120/200-240V	
消費電力		160W	120W
寸法 (W×H×D)		500×490×488 (mm)	410×406×425 (mm)
質量		35kg	21.5kg
信号入力		BNC/DSUB自動切換え	
パワーマネジメント		VESA DPMS準拠	
プラグ&プレイ		DDC1/DDC2B (EDID)	
調整方法		OSD	
その他の機能		オートキャリブレーション モアレキャンセル シリアルインタフェースコントロール	

信号モアレは使用する信号タイミングによって発生する場合としない場合があるので、モアレキャンセル機能のON/OFFと調整量はそれぞれの入力信号ごとに設定・記憶させ、入力信号が変化するたびにこの機能の切換え／調整を使用者が行う手間を省いている。

3.4 OSD

モニタに対する要求が多様化してきたこと、より精度の高い調整が望まれてきたことにより、使用者に提供する調整項目が増加してきた。従来は比較的使用する頻度が高い調整項目、例えば画面位置と画面サイズを、一個のLED (Light Emitting Diode) で表し、調整ボタンで調整を行ってきた。表示用LEDの個数には限りがあるため、その他の調整項目はLEDのON/OFFの組合せで表現していた。このため、操作が難しく、これらの調整項目を使用者が有効に利用しにくい面があった。

新機種ではOSD (On Screen Display) を採用し、モニタが備えている機能や調整を、モニタ上に表示される画面から操作できるようにした。アイコンやグラフィックに工夫を凝らし、言語に依存することなく、使用者の直感的な操作を可能にした。OSDから操作・調整が可能な項目の数と、従来の機種で可能な項目数の比較を表2に示す。また、OSDの表示例を図3に示す。

3.5 オートキャリブレーション機能

最近ではグラフィックスボードのビデオ信号の標準化が進んでおり、使用頻度の高いタイミングについては工場であらかじめ調整しておき、プリセットとしてモニタ内部に調整データが記憶されている。プリセットされているものとは異なるタイミングの信号が供給された場合、従来機種では再調整が必要である場合が多い。

一方、新機種では、表2に示すように、ひずみ補正に関する項目は充実しており、マンマシンインタフェースの優れたOSDからの調整も容易にできるが、ある程度のところまで自動的に調整が終わった状態から、好みに応じて使用者が微調整を行えた方が便利である。21インチ、17インチいずれのモニタも、オートキャリブレーションと呼ばれる機能を備えている。これは、入力されたビデオ信号の周波数、タイミ

ングを測定し、プリセットされているタイミングデータを基にして演算を行い、入力信号に応じた画面サイズ・画面位置・ひずみ補正の調整値を計算する機能である。

3.6 Plug and Play

WS用のモニタは、ほとんどのWSメーカーが自社のWSとのバンドルによって販売しており、WS側もモニタ側も使用されるビデオ信号のタイミングがあらかじめ分かっているため、モニタにはそれに応じた調整値をプリセットデータとして記憶しておくことができる。また、WSの場合は、使用するソフトウェアによって解像度が切り換わることも少なく、通常は設置後の変更はまれである。したがって、WSとモニタの接続の際には特に調整することはなく、接続して直ちにモニタとしての使用が可能である。

一方、PCでも、各種の周辺機器、グラフィックボードや他のボードと組み合わせて動作させる場合に、使用者が面倒な設定を行わずに接続のみで利用できる環境——Plug and Play——が重要となってきた。PCの場合は自社の純正モニタも販売しているが、顧客の目的に応じて接続されるモニタは異なり、グラフィックボード (以下“ボード”という。) も自社が販売するものも各種持っているが、他社のボードが使用されるケースも多い。そのため、ボードの仕様とモニタの仕様が合っている必要があり、モニタ側での調整 (例えば画面位置、ひずみ調整) が必要な場合も多い。

最近のモニタはオートトラッキングタイプであり、広い水平／垂直周波数レンジで動作可能である。また、あらかじめ標準的なタイミングがプリセットされている。ボードの方も複数の解像度をサポートするタイプが主流となり、ボードによっては水平／垂直周波数が細かく調整できたり、フロントポーチやバックポーチの調整によってモニタの画像表示位置を調整できるものも増えている。したがって、モニタの調整状態 (例えばプリセットタイミング、調整色温度) や特性 (例えば蛍光体の色度、ガンマ特性) の情報をボードに渡すことにより、ボードがサポートできる環境とモニタのプリセット情報から、最適なタイミングでの動作が可能となる。

例えば同じ解像度で使用する場合に、接続されるモニタの仕様に応じてリフレッシュ周波数 (垂直周波数) を自動的に

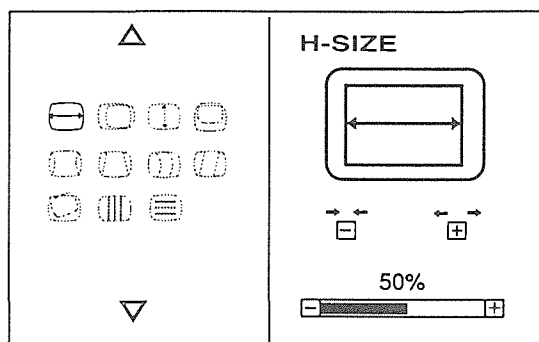


図3. OSDの表示例

表2. 操作・調整可能な項目数の比較

	THZ8105	THN9105	TFG8705
ビデオ関連	4	17	17
ひずみ関連	5	10	12
サイズ・位置	4	6	6
その他	1	5	6
合計	14	38	41

THZ8105: LEDの組合せでエンドユーザが調整できる項目

THN9105: OSDからエンドユーザが調整できる項目

TFG8705: OSDからエンドユーザが調整できる項目

* いずれもシリアルインタフェース経由のみや工場調整のみが可能な項目は含まず

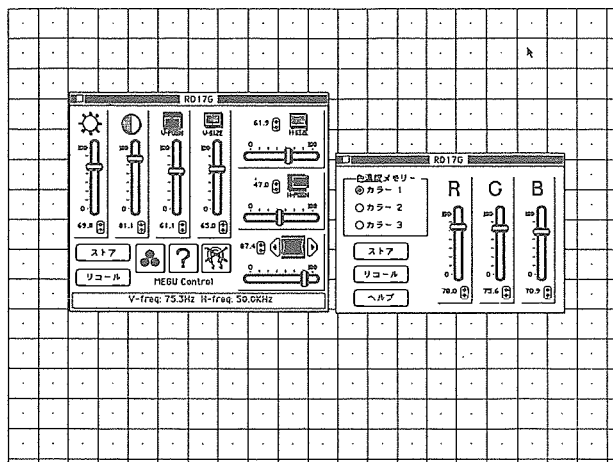


図4. MEGUの表示例

選択することができる(垂直周波数が高いほど画面のちらつきが感じにくくなるが、同一解像度を保ったまま垂直周波数を上げるには、水平周波数も上げなければならない)。

このようなモニタとボード間の通信規格が VESA (Video Electronics Standards Association) で規定されており、DDC (Display Data Channel) と呼ばれている。

21 インチ、17 インチモニタとも、VESA の DDC1 と DDC2B をサポートしており、DDC をサポートするボードと接続することにより、Plug and Play が実現できる。

3.7 シリアルインタフェース機能

OSD の採用により、モニタ調整が従来よりも容易になった。しかし、モニタ内部の OSD 回路とマイクロプロセッサによって画面表示とコントロールを行っているため、その容易さにも限界がある。当社では2年前にシリアルインタフェース機能を備えた 21、17 インチモニタ (THZ8105 シリーズ、FFY7705 シリーズ) を製品化した。この機能により、モニタの調整データを読み出したり、PC や WS 側から調整データの変更が可能となる。

また、この機能を利用した MEGU (Mitsubishi Electric Graphic User Control) ソフトウェアを開発した。図4に MEGU の表示例を示す。モニタコントロールパネルをモニタに表示し、その中のコントロールバーを操作することにより、モニタの調整 (例えば画面位置、画面ひずみ、色温度調整) が行える。また、調整項目に応じたテストパターンを自動的に表示することもできる。これは PC 上で動作するソフトウェアであるため、ユーザフレンドリなモニタコントロール機能を提供することができる。

RS-232C を使用して通信を行うが、プロトコルや調整機能は機種によって異なるものもあるので、MEGU ソフトウェアでは接続されているモニタの機種を判別し、その機種に応じたプロトコルを選択し、使用可能な調整項目の表示と、

調整コマンド/データの送受信を行う。このため、使用者は接続しているモニタの機種を意識することなく、モニタの調整が行える。

今回紹介した展張マスクモニタもシリアルインタフェース機能を持っており、これによる制御可能な機能は上記のほかに、パワーマネジメント、操作キーのロック/アンロック、デガウスなどがある。

このモニタは VESA の DPMS (Display Power Management Signaling) をサポートしており、水平同期信号と垂直同期信号の有無の組合せで、不使用時のモニタの消費電力を下げるができる。この規格に適合する PC/WS と接続すると消費電力のコントロールが可能であるが、適合しない場合でもパワーマネジメント動作を開始したり、復帰するコマンドがあるので、MEGU ではこの機能を用いてパワーマネジメントを行うことができる。

また、モニタのコントロールパネルの操作キーをロックしたり、アンロックする機能により、輝度調節・コントラスト調節を含むすべての調整をロックすることができるので、カラーキャリブレーションシステム等でモニタの調整が完了した後にロックを行うことにより、誤ってこれらのコントロールに触れても変化しないようにすることができる。これは、微妙な色彩を扱う業務用カラー印刷などの色校正作業においては重要な機能である。

4. む す び

PC/WS の表示装置であるモニタは、非常に重要な役割を負っており、市場要求も多様化してきた。厳しい表示性能要求に応じるために、展張マスク CRT を開発し、この CRT の特性を十分に生かすためにモニタの開発を行ってきた。

エルゴノミクスや地球環境に対する要求は今後とも高まり、それらを満足させるための新しい技術の開発も重要となってきた。

これらのニーズに合った製品を、今後も引き続き開発していく予定である。

参 考 文 献

- (1) 中田修平, 伊藤英也, 中川隆文, 林 圭一, 伊藤順子, 奥田荘一郎: 高解像度ブラウン管, 三菱電機技報, 68, No.2, 168~171 (1994)
- (2) 原 謙, 櫻井治夫, 谷添秀樹: パソコン用ディスプレイモニタ: 三菱電機技報, 68, No.11, 974~978 (1994)
- (3) 飯村和之, 村上泰夫: CRTディスプレイモニタ RD 17 G, 三菱電機技報, 69, No.7, 677~681 (1995)

37型インテリジェント ディスプレイモニタ

坂東孝浩* 小島芳之*
中川智洋* 松永明義**
久富一也*

1. ま え が き

業界に先駆けて、37型でオートトラッキング機能を持ち、テレビ信号も表示することができるインテリジェント ディスプレイモニタ (以下“IDM”という。) を製品化し、オートトラッキングのワイドレンジ化を進めて市場の高解像度化の要求にこたえてきた。

しかし、従来機種 XC-3725C の水平偏向周波数 (以下“fh”という。) 24～64.6kHz では対応できないほど市場の高解像度化の動きは急速であり、XC-3725C のバージョンアップを望む声が一段と高くなってきた。

そこで昨年、プレゼンテーションの小規模システムに対応した設置性・移動性の良い 29 型 IDM を開発し、15～82kHz という広帯域オートトラッキング機能を実現した⁽¹⁾。このたび、29 型 IDM の広帯域オートトラッキング機能を 37 型に展開した XC-3730C を開発したので、その仕様と特長及び回路技術について紹介する。

2. 仕様と特長

表 1 に、今回開発した XC-3730C と従来機種である XC-

3725C の仕様を示す。入力仕様及びユーザインタフェースはほぼ同一仕様になっている。

図 1 に XC-3730C の外観、図 2 に XC-3730C のブロック図を示す。

以下、XC-3730C の主な特長について述べる。

2.1 広帯域オートトラッキング機能

XC-3730C の大きな特長の一つは、fh が 15～85kHz で、fv (垂直偏向周波数) が 40～120Hz という広帯域オートトラッキング機能を実現したことである。これによって VTR はもちろんのこと、パソコンや EWS まで対応することができる。XC-3725C と比較して、オートトラッキング比率 ($f_{h\max}/f_{h\min}$) を 2.7 から 5.7 に広げた。この理由は、IDM の主な用途の一つである教育・研修用の場合、テレビ信号を表示することは不可欠であり、XC-3725C はテレビ信号の fh: 15.75kHz を 2 倍の 31.5kHz にする処理回路 (スキャンコンバータ) を内蔵することにより、オートトラッキング比率を抑えてテレビ信号の表示を可能にしていたためである。しかし、XC-3730C はその処理回路を除去し、オートトラッキング比率を広げ、fh が 15kHz から対応できるようにした。これにより、内部構造の簡略化と動画の解像度向上を図った。

2.2 C R T

XC-3730C のもう一つの大きな特長は、フェースプレートをよりフラットとし、シャドウマスクの材質をインバ材とした CRT を採用したことである。フェースプレートの曲率半径を XC-3725C の CRT と比較すると、約 1.5 倍にフラット化し、照明の写り込みを軽減した。

また、CRT の表面にコーティングを施し、コントラストの向上、静電気発生の防止、反射率の低減を実現した。インバ材を使用したシャドウマスクにより、ドミングの低減が図られ、色調の均一性 (カラーユニフォーミティ) が保たれ、品位の高い画質が得られた。

2.3 画面設定メモリ

表 1. XC-3730C 及び XC-3725C の仕様

項 目	仕 様	
	XC-3730C	XC-3725C
C R T	37型, 108° 偏向, ピッチ 0.85/1.05	37型, 110° 偏向, ピッチ 0.85/1.10
シャドウマスク	インバ材	鉄
マスク曲率半径	R: 2470mm	R: 1635.6mm
透過率	38.0%	45.5%
耐電防止コート	あり	なし
磁気シールド	内部磁気シールド	外部磁気シールド
水平偏向周波数	15～85kHz	24～64.6kHz
垂直偏向周波数	40～120Hz	
ビデオ周波数	65MHz	50MHz
入 力 信 号	ビデオ: 2系統, RGB: 2系統	
オーディオ	アンプ: 5W×2, 内蔵スピーカ: 1.6W×2, 外部スピーカ端子付き	
リ モ コ ン	ワイヤレスリモコン及び外部制御	
画面設定メモリ	メーカー設定: 10, ユーザ設定: 5	メーカー設定: 4, ユーザ設定: 3
テレビ信号	NTSC/PAL/SECAM	
その他の機能	モアレキャンセル 色温度調整 100/200V系電源自動切換え 地磁気キャンセル	地磁気キャンセル
消費電力	380W	350W
外形寸法	(W)865×(H)740×(D)576 (mm)	(W)865×(H)742×(D)585 (mm)
質 量	98kg	102kg

広帯域オートトラッキング機能を持たせたことにより、接続可能なパソコンやEWSの種類も多くなったため、表示寸法・表示位置を記憶するプリセットの数を増やした。代表的なパソコンやEWSに対しては、信号を接続するだけで最適画面が表示されるように、工場出荷時にプリセットされる(10種類)。また、工場設定以外のパソコン、EWSについてもユーザ側で5種類まで記憶させることができる。

2.4 モアレキャンセル

表示画面の背景パターンを変えると、マスクピッチと映像信号との相互干渉により、周期的なしま(縞)模様が発生する場合がある(モアレ現象)。モアレが発生すると極端に画質が悪化するため、XC-3730Cでは、水平周期及び垂直周期に同期させて表示位置を左右に移動させることにより、モアレの発生を抑える機能を付加した。

2.5 色温度調整

カラープリンタを使用するユーザが増えているが、プリンタ出力された色調とモニタに表示されている色調が一致しない場合がある。これを解消するために、モニタの表示する色調をユーザが自由に設定できるようにした。また、標準の色温度として9,300Kと6,500Kを選択できるようにした。

2.6 新マルチカラーICの採用

IDMは、一台で全世界に対応するワールドワイドな製品

であり、全世界のカラーテレビ信号(NTSC/PAL/SECAM)を復調できるカラーICを使用している。XC-3730Cでは、新マルチカラーICを採用し、PAL/SECAM信号処理回路の内部調整箇所と部品点数の削減を行い、信頼性を向上させた⁽²⁾。

2.7 新オンスクリーンディスプレイICの採用

従来からIDMでは操作性の向上のために、オンスクリーンディスプレイ(以下“OSD”という)による入力信号モードや調整状態(コントラストや音量など)の表示機能を持っている。従来は、テレビ用OSDを改良して使用していたが、XC-3730Cはオートトラッキングに対応した新オンスクリーンディスプレイICを採用し、より鮮明なOSD表示が可能になった。

3. 回路技術

3.1 水平偏向回路

図3にXC-3730Cの水平出力回路を示す。

fhが15～85kHzに対応する広帯域オートトラッキングを実現するための要素として、以下の3点が挙げられる。

- 高耐圧大電流水平出力トランジスタの採用
- 水平出力トランスのタップ切換え
- 周波数切換時の水平出力トランジスタのドライブ条件、各種切換タイミング及び電源電圧制御の最適化

3.1.1 高耐圧大電流トランジスタの採用

37型・108°偏向CRTにfh:85kHzの表示を行う場合、21型90°偏向のシステムと比較すると、偏向ヨーク(以下“DY”という)には約2倍の電流を流さなければならず、水平スイッチング素子には高耐圧・大電流・高速スイッチングが要求される。

従来から使用しているパワーMOSFETは、スイッチング速度が速く、駆動条件の制約が少なく、安定動作領域も広いという利点はあるが、オン抵抗が大きい点がデメリットであり、低fhでのリニアリティを確保するためには多数の並列接続が必要であった。

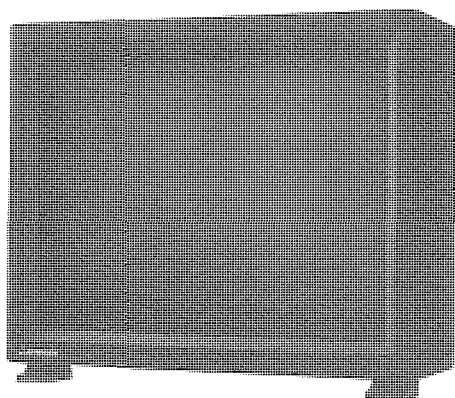


図1. XC-3730Cの外観

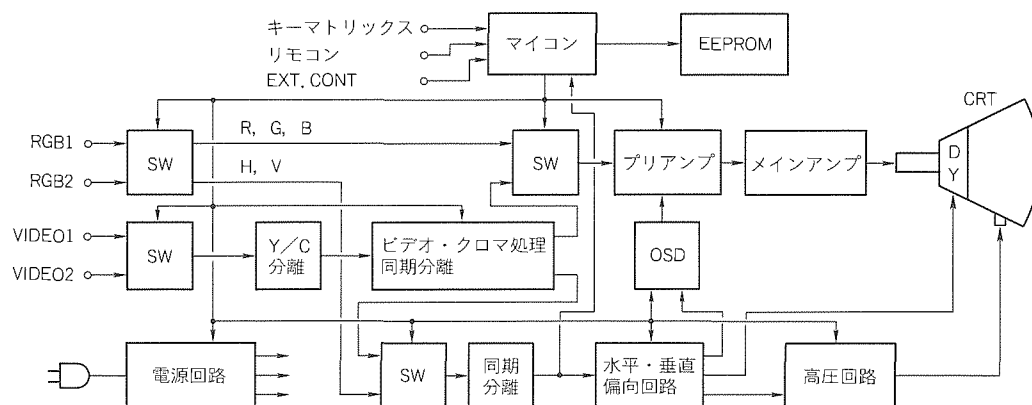


図2. XC-3730Cのブロック図

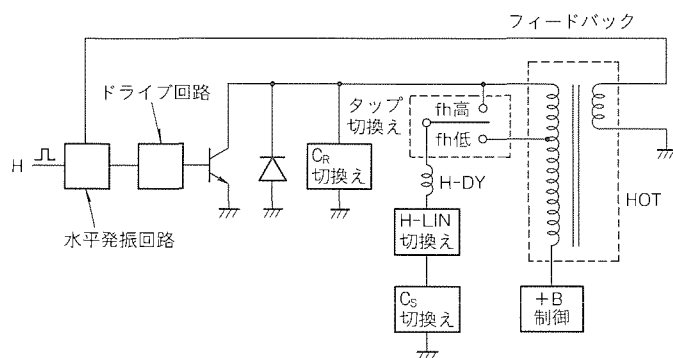


図 3 . 水平出力回路

XC-3730Cには、高耐圧・大電流でしかもスイッチング速度も速いトランジスタを採用し、トランジスタ1個で水平出力スイッチング段を構成できるようにした。これにより、プリント基板上の部品配置が容易となり、プリント基板面積を大幅に減少した。

3.1.2 水平出力トランスのタップ切換え

水平出力トランス (以下“HOT”という。)のタップを切り換えるということは、見掛け上のDYの水平巻線のインピーダンスを切り換えることである。オートスキャンを実現する場合、タップ切換えをしないときはfhによって+B電源の出力電圧を図4の破線のように変化させる必要があるが、タップ切換えを行うことにより、図の実線のように+B電源の変化範囲を小さくすることができ、+B電源の設計が容易になる。

また、fhが低い場合にタップ切換えを行えば、見掛け上のDYのインピーダンスは大きくなるので、水平出力素子に流れる電流は小さくなり、電圧は大きくなる (図5)。このように電流が小さくなると、水平出力トランジスタの飽和領域における損失が小さくなり、fh:31.5kHz時に水平出力段での損失を約7%減少することができた。

3.1.3 ドライブ条件、各種切換タイミングの最適化

水平出力スイッチング素子にトランジスタを使用した場合、ドライブ条件によって損失が大きく左右されるため、fhが15~85kHzの広い範囲で損失を最小にするドライブ条件の最適化が必要である。

また、fhの変化時にはHOTのタップ端子、S字補正コンデンサ、リニアリティコイル、共振コンデンサ、+B電圧を切り換えなければならないが、水平出力素子に加わるストレスを最小にする切換タイミングを設定する必要がある。

以上の2点について、マイコンに最適データを書き込んで実行させているため、15~85kHzにおいて水平出力トランジスタのストレスを抑制でき、広帯域オートトラッキングが実現可能となった。

3.2 高圧回路

図6に高圧発生回路⁽³⁾を示す。高圧回路はCRTのアノードに電力を供給する電源回路であるが、その電圧が約30kV

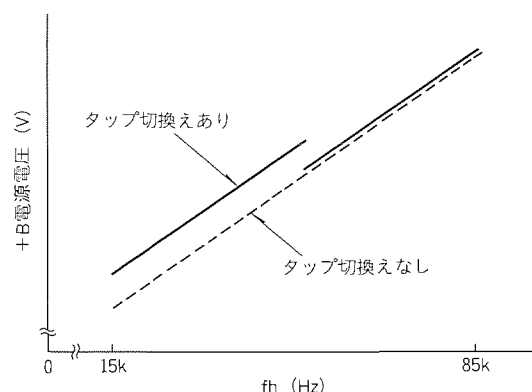


図 4 . fh-B電源電圧特性

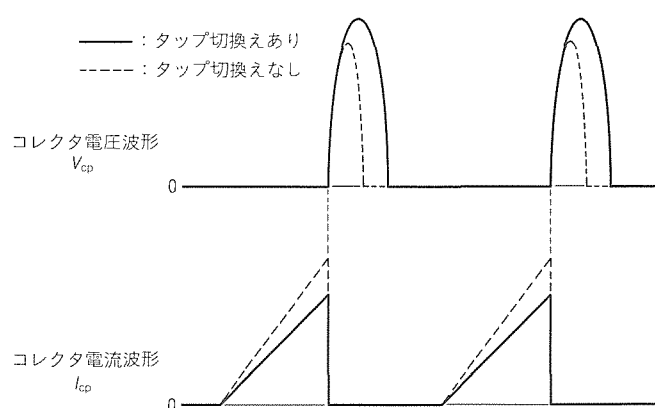


図 5 . V_{cp} 特性と I_{cp} 特性

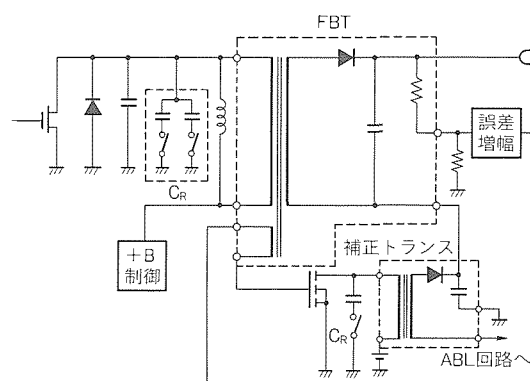


図 6 . 高圧発生回路⁽³⁾

と非常に高く、かつ表示画面の内容 (輝度) によらず、電圧を一定に保つ必要がある。大画面になるほど表示内容による負荷変動が大きく、またウィンドウ画面表示に見られるように表示エリアすべてが示される場合には、高圧変動によるひずみの変化が目につきやすくなるため、スタティックレギュレーション特性のみならず、ダイナミックレギュレーション特性の改善も要求され、ますますその制御は難しくなっている。

そこでXC-3730Cでは、補正トランス付きフライバックトランス (以下“FBT”という。)を採用したので、その動作と広帯域オートトラッキングを実現するための制御回路について述べる。

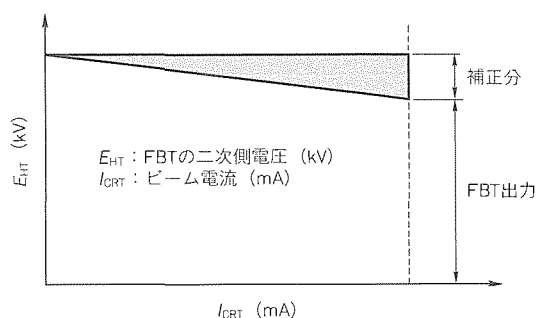


図7. FBTのアノード電圧-電流特性

3.2.1 補正トランス付きFBT

CRTの表示輝度が増加すると、FBT本体の出力電圧は低下するが、その低下分の電圧を補正トランスで発生させてFBT本体の電圧に加えることで、CRTのアノード電圧を一定に保つ動作を行う。

補正トランスによる発生電圧は、アノード電圧の変動を検出する誤差検出器により、PWM (Pulse-Width Modulation) 動作を補正トランスのスイッチング素子に行わせることで得ている。図7に補正トランスによって補正したCRTのアノード電圧-電流特性を示す。

3.2.2 制御回路

補正トランスの補正電圧は負荷変動に対する補正であるので、FBT本体の出力電圧を f_h によらず一定にすることが広帯域オートトラッキングでは必要となる。そこで、 f_h に

応じて、高圧リトレース期間と+B電圧をマイコンでコントロールしている。

4. む す び

以上、37型最新IDMであるXC-3730Cの特長と回路について述べた。最大の特長は広帯域オートトラッキングであり、一台でVTRからハイエンドなEWSまで対応できることにある。今後、更にマルチメディアを含む市場の動向に注力しながら、市場ニーズに合った映像表示機器の開発を行い、タイムリに製品化していく予定である。

最後に、今回のXC-3730Cの開発に当たり、御協力をいただいた関係各位に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 竹原忠実, 坂東孝浩, 立花みゆき, 中川智洋, 松永明義: 29型インテリジェントディスプレイモニタ, 三菱電機技報, **68**, No.11, 979~982 (1994)
- (2) 中村俊博, 村山明宏, 明田川時雄: マルチカラーテレビ用ICファミリ, 東芝レビュー, **48**, No.12, 895~898 (1993)
- (3) 星子昭一, 坂上 豊, 酒井泰孝, 永井高史: スタビライズドレギュレーションFBT, テレビジョン学会技術報告, **12**, No.43, 7~11 (1988)



ワイドクリアビジョンTV“CZ7シリーズ”

山口典之* 杉本 貢***
蔵下拓二* 花井晶章***
徳永久信**

1. ま え が き

1991年のハイビジョン試験放送開始の年に製品化したワイドテレビはその後順調に需要が伸び、EDTV-II放送の始まる本年度は、全カラーテレビの40%に当たる400万台の需要が予測されている。この数字は前年度の実績の約2.3倍にも達し、正に拍車がかかった感がある。需要の増加に伴い、最も無視できなくなる市場要素の一つとして“ニーズの多様化”がある。

今回当社では消費者の価値観に対応して3種類のゾーンを設定し、そのそれぞれのゾーンに意欲的な製品を投入した。そのうち最も高付加価値が要求されるゾーンに、“CZ7シリ

ーズ”4機種を投入した。CZ7シリーズは、MUSE/NTSCコンバータ内蔵、CSチューナ内蔵、EDTV-II水平高域補強信号(HH)デコード回路内蔵など、多彩な最新放送メディアに対応し、さらには最新の高画質技術・音響技術・CRT技術に基づく本質的な性能を追求したフラグシップモデルである(図1)。

本稿では、CZ7シリーズで採用したCRT技術と、新たに搭載した高画質技術を中心に述べる。

2. CZ7シリーズの概要

ワイドクリアビジョンテレビでは、CRT・偏向回路・信号処理回路での基本性能を、現行のテレビに比べて向上させる必要がある。以下の章では、基本性能の向上とワイドクリアビジョンテレビ特有の回路である水平高画質化回路等について述べる。

図2に、CZ7シリーズの回路ブロック図を示す。36W-CZ7には、当社では初めてCSチューナを搭載した。

3. C R T

CZ7シリーズは、当社ワイドテレビの最高級モデルに位置し、搭載されるCRTにも高次元の性能が要求される。具体的にCRTとして重要なことは、視感的に自然な絵が再現でき、また、画面の隅々まで美しい色再現性が得られることが要求される。下記に、これらを達成するために導入した技術について述べる。

(1) パネルフェース曲率

ディスプレイとしてパネルフェースは平面に近いほど好ましい。ただ、平面化にはCRTの設計上の問題が多く、技術

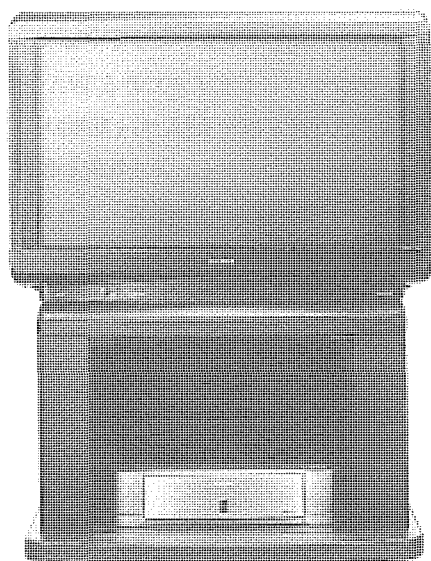
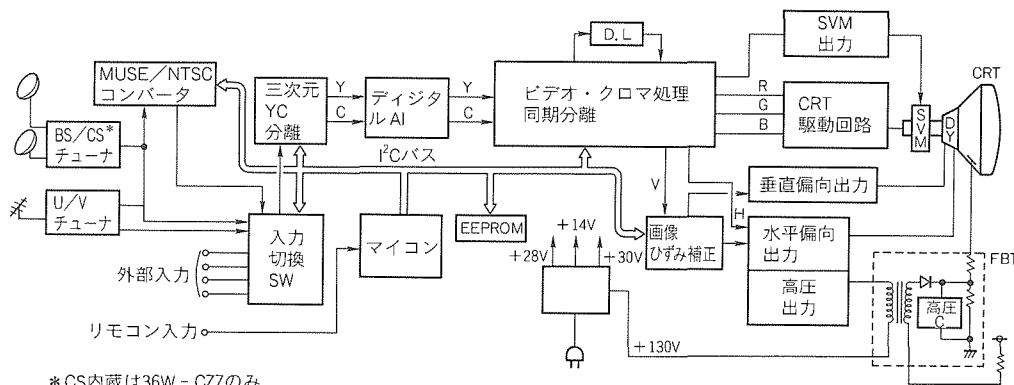


図1. 三菱ワイドクリアビジョン32W-CZ7



*CS内蔵は36W-CZ7のみ

図2. CZ7シリーズの回路ブロック図

的に克服しなければならない項目がたくさんあったので、これらの課題を解決して、高級モデル機である CZ7 シリーズ用 CRT にはフラットタイプを採用し、WA36 (36 インチ、ワイド管)、WA28 (28 インチ、ワイド管) とともに、見た目のフラット感や外光反射像の映り込み特性を重視して、このサイズとしては限界ともいえるフラット性のある通称 2R の曲率のものを実現した。

(2) 偏向角

WA36、WA28 とともに、テレビセットの奥行きを考慮し 106° 広角偏向を採用した。

(3) フェースコーティング (光選択吸収性帯電防止膜)

パネルガラスには黒をより黒く再現させるティント生地を採用し、フェースには 2 波長選択吸収性帯電防止コート进行している。このコーティングは、帯電防止コートに特殊染料を調合し、コーティングにフィルタ効果を持たせることにより、外光映り込み特性を改善し、また黒レベルも向上するため、鮮やかな色再現性を実現できる (図 3、図 4)。

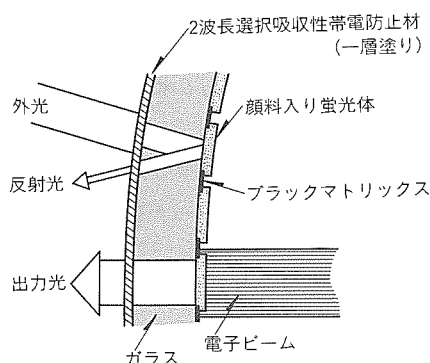


図 3. フェース面の構造

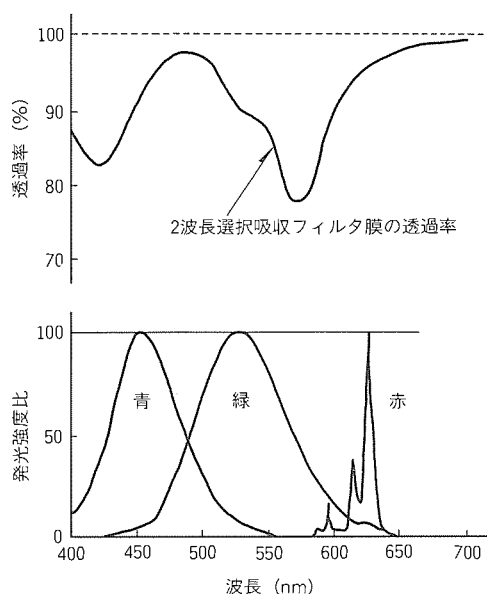


図 4. 蛍光体発光スペクトルと光選択吸収性帯電防止膜の特性

(4) シャドウマスク

金属材料であるシャドウマスクに電子ビームが衝突すると、電子ビームの衝突エネルギーによって温度上昇が起これ、シャドウマスクが熱膨張し、ドローミングと呼ばれる現象が生じる。このため、シャドウマスクの孔と蛍光体ストライプの位置関係にずれが生じ、色ずれが発生して色再現性を悪化させる原因となる。この現象は 16:9 ワイドアスペクト CRT ほど顕著になり、また、パネル形状もフラットになるほど大きくなる (図 5)。このため、フラットフェースパネルを採用した WA36、WA28 には、ドローミング現象による色純度悪化対策として、熱膨張係数が鉄材比約 1/10 のインバマスク材を採用した。これにより、ドローミング性能は約 1/3 に抑えられ問題が解消された。マスクピッチは、WA36 が 0.71 mm、WA28 が 0.70 mm のファインピッチとした。

(5) 電子銃

画質を決定する重要パーツである電子銃には、画面全域において良好なフォーカス性能を得ることが要求される。一般的に大画面・広角偏向ほど、画面周辺でのフォーカス劣化が生じる。大画面の WA36 には、ダイナミックフォーカス電圧を印加することによって偏向収差を除去し、画面全域でのフォーカス特性を均一化できるダブルフォーカスタイプ電子銃を採用した。プライベートサイズである WA28 には、シングルフォーカスタイプではあるが、G1 電極の孔にく (矩) 形孔を採用し、画面周辺でのフォーカス性能を改善した。また、コスト耐力にも優れた安価で良好なフォーカス性能を得る電子銃仕様としている。

以上、CZ7 シリーズ用 CRT は、これら高性能を達成するため採用した技術により、コントラスト性能が良く、画面全域で美しい色再現性を実現することができた (表 1)。

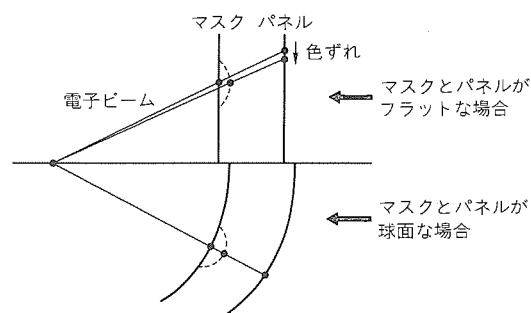


図 5. パネル曲率とドローミングの関係

表 1. ワイドアスペクト管基本仕様

サ イ ズ	WA36	WA28
蛍光面对角長	86 cm	66 cm
パネルフェース	スーパーフラット	スーパーフラット
偏向角度、ネック径	106°, φ32 mm	106°, φ29 mm
マスクピッチ	0.71 mm	0.70 mm
電子銃タイプ	ダブルフォーカス	シングルフォーカス

4. 第二世代EDTV

国内では、地上放送において画面のワイド化と高画質化を目指した第二世代 EDTV (以下“EDTV-II”という。)方式による実用放送が、1995年7月から開始された。ここでは、EDTV-II方式の審議経過と、方式概要について述べる。

電気通信技術審議会は、1989年7月から EDTV-IIの審議を開始し、様々な観点からの方式検討の結果、1993年12月に暫定方式(案)が承認された。その後若干の修正を加えるとともに、室内・野外実験を経て、1995年1月に郵政省に答申された。

この方式の基本技術の採用及びパラメータの選定に当たっては、“改善目標値の達成”を念頭に置きつつ“両立性”“サービスエリアの確保”“画質改善度”のバランスに配慮し、なおかつ“階層化”が成立することを条件とした。

また、EDTV-IIの普及促進の観点から、個々の画質改善項目をそれぞれ単独に適用できる技術を選択し、識別制御信号でその有無を指定することにより、改善項目の選択的・段階的な運用を可能としている。

1995年5月、日本電子機械工業会は、EDTV-II方式に従い、3種類の補強信号のうち少なくとも一つと識別制御信号とを多重した放送を“ワイドクリアビジョン放送”，それに応じた受信機を“ワイドクリアビジョン受信機”と定義した。

EDTV-II方式の主な性能と構成技術を、それぞれ表2、表3に示す。

(1) 画面のワイド化(放送画面の横長化)

表1に示すアスペクト比16:9のワイド画像を伝送する形式として、一般視聴者、放送局・メーカー関係者などを対象としたし(嗜)好度調査の結果、レターボックス形式が採用された。EDTV-II放送を受信した場合、現行受信機では上下に無画部が設定されるが、EDTV-II受信機ではワイド画像が全面に表示される。

(2) 高画質化(現行放送以上の画質向上)

水平・垂直補強信号の伝送路は次のとおりであり、受信機側で補強信号を利用して高画質化を実現する。

- 水平輝度高域成分(HH)
：主画部に多重
- 垂直輝度高域成分(VT, VH)
：上下無画部に多重

(3) 階層化(選択的・段階的導入の容易性)

EDTV-II方式の決定に当たって、①長期にわたって使用されるように将来の発展を包含したものであること、②導入が容易で普及しやすいものであること、との観点に立つて、選択的・段階的に導入可能な、図6に示す“階層化システム”が構築された。

このシステムは、信号源(カメラ)、表示系(ディスプレイ)とも図のすべての組合せが不具合なく機能し、高画質化の観点から矛盾なく階層構造が成立している。

(4) 識別制御信号(受信側での各種制御の自動化)

22ライン及び285ライン(各フィールドの画面最上端)に識別制御信号を多重して伝送し、受信機側で、アスペクト比や各種補強信号の有無を示す識別信号、補強信号の位相基準などを示す制御情報の抽出を行う。

(5) 両立性の確保(妨害の低減、サービスエリアの確保)

現行テレビジョン放送との両立性を保つために、無画部妨害の低減技術、受信 SN 比改善技術を採用している。無画部妨害の低減技術は、無画部に多重された補強信号ができるだけ目につきににくく、自然なレターボックス形式の伝送を可

表2. 暫定方式の主な性能

項 目		性 能
アスペクト比		16:9
輝度信号	水平解像度	静止画: 640 lpw (line per width) 動 画: 448 lpw
	垂直解像度	静止画: 480 lph* (line per hight) 動 画: 順次信号源相当の場合360 lph* 飛び越し信号源の場合240 lph ただし、プリフィルタの性能に依存する。
色 信 号		Iは 160 lpw Qは 50 lpw
識別制御信号		22H, 285Hに多重

注* 限界解像度を表す。

表3. EDTV-II方式の主な構成技術

項 目	構成技術の概要
画面のワイド化	レターボックス形式 無画部: 上下各々30本/フィールド 主画部: 180本/フィールドで、アスペクト比が16:9 主要具現技術 オーバーサンプリングによる4-3変換*1 SSKF*2によるp-i変換*3
高 画 質 化 水平解像度補強 垂直解像度補強	HH成分をホールに周波数多重 VT成分, VH成分を無画部に多重
階 層 化	順次飛び越し信号源、及び順次飛び越し表示の共存を想定した階層化
識別制御信号	22H, 285Hに多重。アスペクト比、各種補強信号有無の識別と制御情報を抽出
両 立 性 無画部妨害低減	●補強信号を $f_{sc}(=3.58\text{MHz})$ で変調 ●主画部と相関のある信号成分を制御信号とし、補強信号の利得を制御 ●補強信号のセットアップレベルを適応的に下げる適応型セットアップ低下 ●補強信号にリミッタをかける非線形圧伸など
受信SN比の改善	●小振幅の信号のブースト、コアリング*4など

注*1 4-3変換 : 走査線数480本から360本への変換

*2 SSKF : Symmetric Short Kernel Filter (完全再構成可能な分離・合成フィルタ)

*3 p-i変換 : 順次走査から飛び越し走査への変換

*4 コアリング: 微小レベル信号の除去

能にするものである。

5. 受信機の映像信号処理

CZ7シリーズでの映像信号処理は、二つの特長を持っている。まず、三次元YC分離の性能を向上させつつ、前述のEDTV-II方式に対応することにより、より解像度が高く自然な画像を再現することができる。さらに、当社独自の手法で画像に応じたコントラスト補正を行うことにより、細部を際立たせた画像を再現できる。このたび、これら二つの

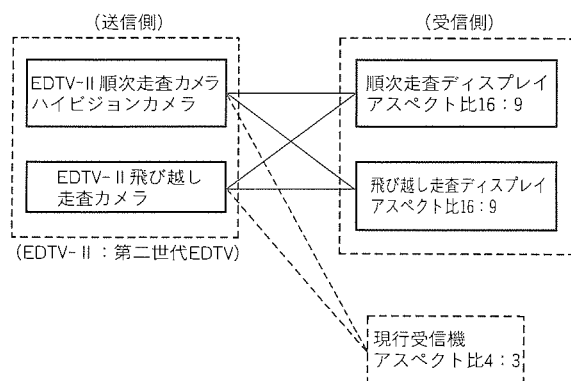


図6. 階層化EDTV-IIシステム

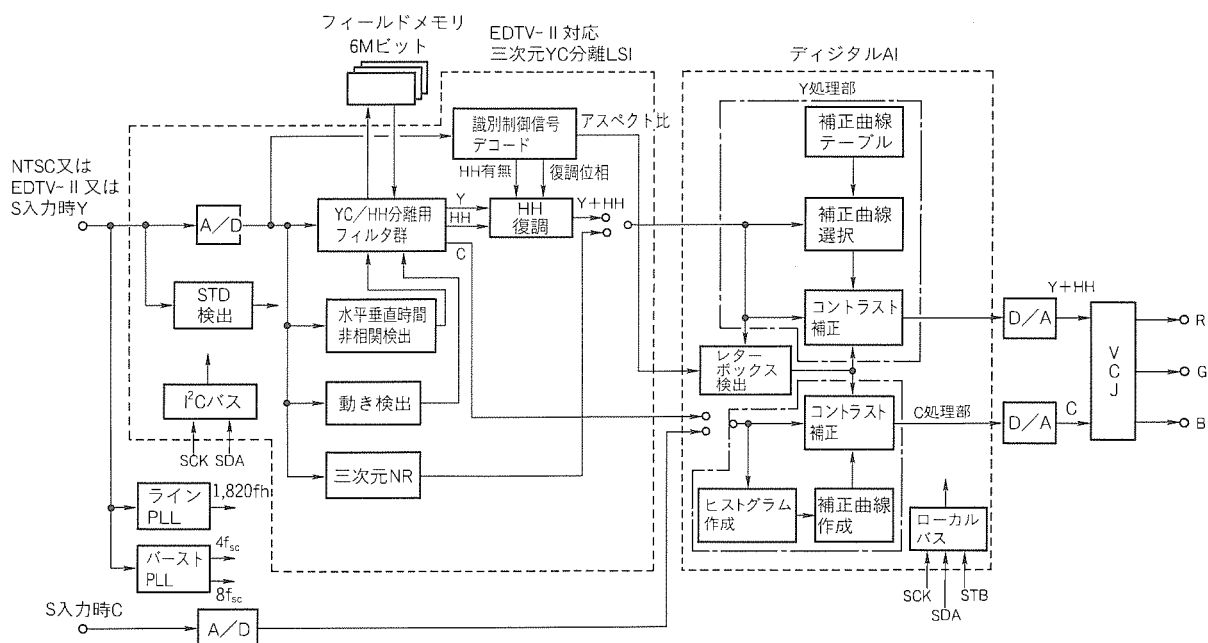


図7. 受信機内映像信号処理の構成

表4. EDTV-II対応三次元YC分離のフィルタ選択

入力信号	静止画	動 画			
		色の時間相関なし		色の時間相関あり	
		水平相関なし	垂直相関なし		
NTSC	Y	フレームくし形フィルタ	垂直フィルタ	水平フィルタ	水平・垂直・時間フィルタ
	C	フレームくし形フィルタ	垂直フィルタ	水平フィルタ	水平・垂直・時間フィルタ
EDTV-II	Y	フレームくし形フィルタ	垂直フィルタ	水平フィルタ	水平・垂直・時間フィルタ
	C	水平・垂直・時間フィルタ	垂直フィルタ	水平フィルタ	水平・垂直・時間フィルタ
	HH	水平・垂直・時間フィルタ			

特長を持ったLSIをそれぞれ開発した。その構成を図7に示す。次に、これらの信号処理について詳述する。

5.1 EDTV-II対応新三次元YC分離

ワイドクリアビジョン受信機には、階層化の概念に従って再生する補強信号の種類、表示形式などの点で様々な仕様が考えられる。当社では、現時点でのワイドテレビの仕様としては、コストパフォーマンス、NTSC放送受信時の画質維持の点から、HH信号のみ再生するインタレース表示が最適であると判断した。そこで、HH信号の再生を組み入れ、さらに、YC分離自体の性能をも向上させた三次元YC分離LSIを新たに開発した。

まず識別制御信号の有無により、入力信号がNTSC信号かEDTV-II信号かを判別し、NTSC信号の場合は三次元YC分離として働き、EDTV-II信号の場合は三次元YC分離とともに、識別制御信号から得られた情報に従ってHH信号を分離・復調する。したがって、このLSIを搭載したCZ7シリーズは、EDTV-II方式の階層化の概念に従い、“ワイドクリアビジョン受信機”の定義を満足するものである。このLSIの特長は以下の2点である。

●YC分離性能の改善

● HH 信号，識別制御信号のデコード

以下，それぞれの特長について詳述する。

(1) YC 分離性能の改善

従来の動き適応 YC 分離は，局所的に画像の動きを検出し，その検出結果に従って静止画処理用フィルタと動画処理用フィルタを混合するものであった。一般に動き適応 YC 分離は，静止画におけるドット妨害とクロスカラー妨害を完全になくすことが特長である。当社はさらに，動画においてもクロスカラー妨害，斜め解像度の劣化が少ない YC 分離を実現することを目的とし，フレームくし形フィルタ，時間・水平・垂直フィルタ，水平フィルタ，垂直フィルタの4種類を，画像の三次元的な相関に応じて適応的に使い分ける YC 分離を開発した。そのうち時間方向に相関のある動き検出にも，時間・水平・垂直フィルタを利用し，その性能を高めた。

さらに，S 端子入力の場合は，三次元 NR (Noise Reduction) として動き，動きに応じてノイズ成分を低減することができる。

(2) HH 信号，識別制御信号のデコード

EDTV-II 放送受信の場合には，識別制御信号の有無を検出して EDTV-II 放送であることを判別するとともに，YC 分離と同時に HH 信号を分離し，識別制御信号から検出した HH 信号復調位相に従って HH 信号を復調することにより，水平解像度を補強した。

この LSI で使用した時間・水平・垂直フィルタは，三次元周波数空間上で原点对称の周波数空間を抽出することができるので，EDTV-II 信号入力時には，色信号のみ，又は H H 信号のみを分離するのに非常に好適である。

表 4 に，三次元 YC 分離及び HH 分離のフィルタ選択を示す。さらに，図 8 に，使用した各信号用の時間・水平・垂直フィルタの垂直・時間平面上のフィルタ係数を示す。

次に，識別制御信号デコードの構成について述べる。識別制御信号デコードは，大きく分けて，識別信号復号回路，制御信号復調回路，EDTV/NTSC 判別回路で構成される。

識別信号復号回路は，補強信号の有無，アスペクト比などの情報が含まれた識別信号を読み取り，必要な制御を行う。制御信号復調回路は，HH 信号の復調のための位相基準を検出し，HH 復調部に送る。EDTV/NTSC 判別回路は，22 H 及び 285 H の信号が信号波形の特徴から識別制御信号であるか映像信号の一部であるかを判定することによって，入力信号が EDTV-II 信号か，NTSC 信号かを判定する。この判定結果に従って，三次元 YC 分離の動作，HH 復調，各識別信号の出力，画面表示モード等を制御する。

5.2 デジタル AI

従来の TV でも，黒レベル補正やガンマ補正などのコントラスト補正は行われている。しかし，これらの処理はアナログ的なもので，極めて単調で平均的な動作しかしないため，補正効果も小さく，画像の暗い部分では黒つぶれ，黒浮き，また画像の明るい部分では白つぶれ，白飛びが起りやすいという問題があった。

今回，このような問題をデジタル技術で解決し，どのような画像に対しても適切なコントラスト補正を実現できる機能として“デジタル AI”を開発した。この機能は輝度階調を補正する輝度処理部，色階調を補正する色処理部，及び有効画像部を検出するレターボックス検出部からなる。

以下，それぞれの動作について述べる。

(1) 輝度処理部

入力された輝度信号を一画面において幾つかの領域に分割し，各領域の輝度の平均値を計算する。次に，計算された平均値に基づいて，あらかじめ設定しておいた補正曲線テーブルから補正曲線を各領域ごとに選択し，選択された補正曲線によって各領域ごとに階調補正を行う。これにより，全画面に対して局所情報を損なうことなく輝度階調を補正することが可能となる。図 9 に輝度階調補正の概念図を示す。平均値を中心としてコントラストが強調されているのが分かる。

(2) 色処理部

色副搬送波の 4 倍の周波数でサンプリングされた色信号を

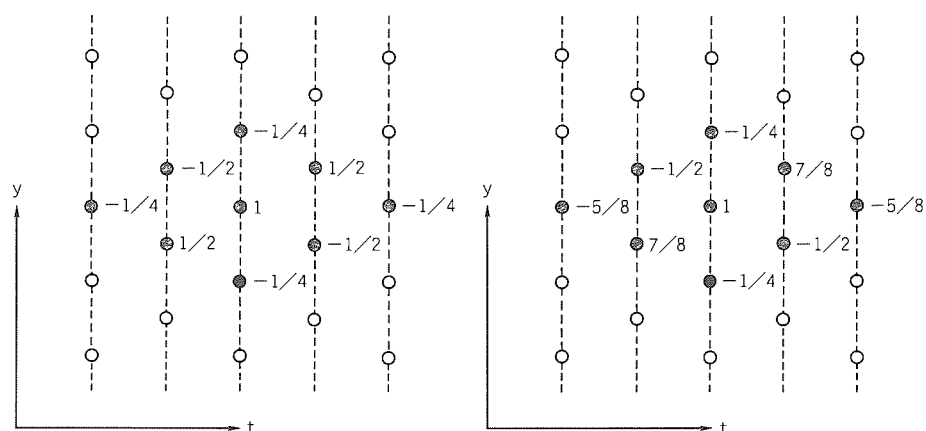


図 8. 水平・垂直・時間フィルタの係数

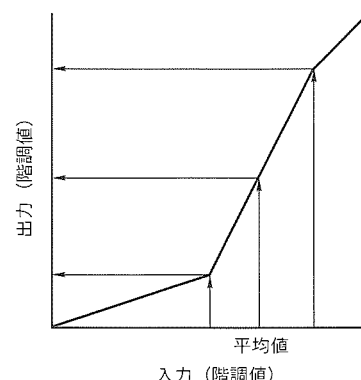
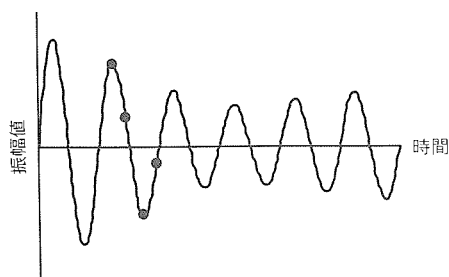
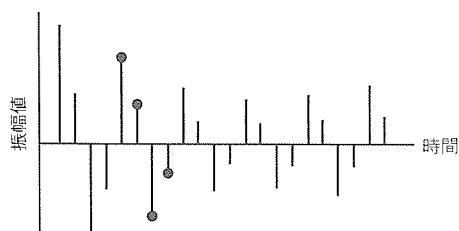


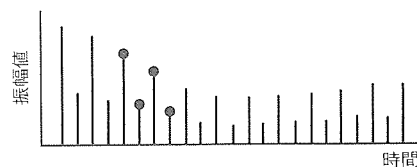
図 9. 輝度階調補正の概念図



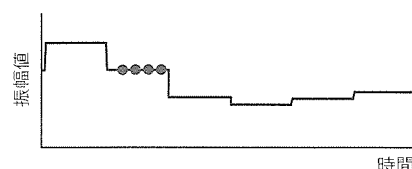
(a) 色信号 (原信号)



(b) 色副搬送波の4倍の周期でサンプリングされた色信号



(c) (b)を絶対値化



(d) 4画素平均

図10. 色信号の振幅値の算出

絶対値化し、連続する4画素ごとの平均値を求める。次いで、平均値計算に用いた4画素すべてを、得られた平均値に置き換える。この結果、色信号は4画素ずつ同じ正の値が並んだ信号(図10(d))となる。この様子を図10に示す。次に、図の(d)の信号を色信号の振幅値として、振幅値のヒストグラムを作成する。図11は、画像データの色振幅値の分布を4段階のヒストグラムで表したものである。このヒストグラムに対して累積ヒストグラムを求め、垂直軸を度数から色信号の階調値に変換することによって、階調補正曲線を得ることができる。

各画素は、連続する4画素ごとに、4画素の平均値を変換する場合の直線によって階調補正される。以上の処理により、色復調を行うことなく、また、位相を回すことなく色階調(色振幅)を補正することが可能となる。

(3) レターボックス検出部

上下に黒帯があるような画像(レターボックス画像)の場合、全画面処理を行うと黒帯の部分を画像とみなしてしまい、黒寄りの補正になってしまう。レターボックス検出部では、有効画像部を検出し、映像開始ラインと映像終了ラインの位置をデータとして、輝度処理部、色処理部に送っている。これに従い輝度処理部、色処理部では、コントラスト補正を行う対象領域を限定して処理をする。このため、有効映像部の情報のみを用いた適切なコントラスト補正が可能となる。

(4) その他の機能

そのほかに、付加機能として字幕輝度レベル調整の機能がある。従来では、室内を暗くして映画ソフトなどを鑑賞する

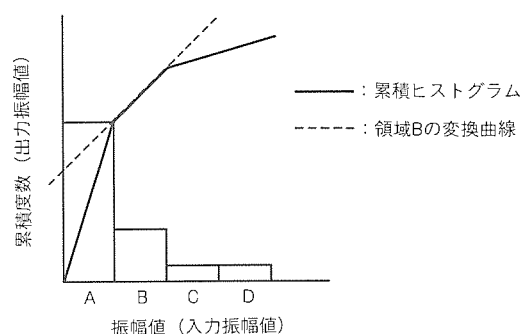


図11. 振幅値のヒストグラム

際に、映像に対して字幕の輝度レベルが高過ぎて映像が見にくいということがあった。この機能によって、字幕輝度レベルを自由に調整することが可能で、上記のような問題を避けることができる。

6. む す び

以上、CZ7シリーズに採用した新高画質技術、CRT技術について述べた。“テレビジョン受像機のNTSC方式における画質技術は既に飽和状態に達しており、全メーカー横並びにして抜きん出るのは難しいのではないか?”とささやかれ始めている中であって、現に文字多重、2画面分割機能といった機能に価値観を求めるという流れが一方で存在する。しかしながら、このシリーズではあえて受像機としての本質的な価値である画質で抜きん出るといった難題に挑戦した。

この開発に当たり絶大な御支援をいただいた方々に、厚く感謝を申し上げたい。

カラープラズマディスプレイ

吉川皖造* 永井孝佳*
有本浩延* 中西隆仁*
永野眞一郎*

1. ま え が き

カラープラズマディスプレイ (カラー PDP) は、①大型化が比較的容易、②自発光で視野角が広い、③CRT に比べて格段に薄型軽量である、④磁気の影響を受けないので設置場所や隣接配置の影響を受けない、などの優れた特長から、来るべき壁掛けテレビの最有力候補として注目を集めており、各機関での開発も活発になってきている。

当社は各種の大電力電子管やサーマルヘッド、ハイブリッド IC 等で長年培った真空技術、厚膜技術、薄膜技術の基盤技術を基に、PDP の将来に着目して開発を続けてきた。その集大成として昨年 50cm (20") 型フルカラー PDP を発売し、市場において好評を得ている。

本稿では、カラー PDP "PD 0511" (図 1) の構造、動作、特性、用途について述べる。

2. PDPの発光原理と種類

PDP は気体放電を利用した表示デバイス的一种で、ネオンガスの可視光放電色を利用した単色の表示装置は、駅の券売機やキャッシュレジスタの表示装置、また、新幹線の情報表示パネル等に広く使われている。カラー PDP はガス発光色を利用せず、放電の際に放出される紫外線で蛍光体を励起発光するものである。

PDP には AC (交流) 型と DC (直流) 型の 2 種類の方式がある。DC 型は金属電極が直接放電空間に対して露出したもので、AC 型は金属電極が誘電体によって被覆されているものである。DC 型は、高コントラストなパネルが得られやすい反面、後述のメモリ動作に必要な非線形性が弱いという欠点がある。一方 AC 型は、メモリ動作が容易で、長寿命であるという長所を持っているが、静電容量が大きいため、ピーク電流や無効電流が大きいという欠点がある。

PDP は AC 型、DC 型の区別のほか、リフレッシュ型、メモリ型にも大別される。一般に PDP 等のフラットディスプレイは、列電極はデータ電極として表示映像データに対応した電圧が印加され、行電極は線順次走査 (スキヤン) 電極として使われる。リフレッシュ型は走査電極が選ばれている時のみ発光し、走査電極は発光点を決めるためだけに用いられる。メモリ型は実際の発光が走査と無関係に行われる。リフレッシュ型は発光デューティが低いので、十分な輝度を得ることができないが、駆動が容易という特長がある。メモリ型

は発光デューティを上げることができるので高い輝度が得られるが、発光セルにも非発光セルにも同様の放電電圧が印加されるので、放電セル自体がメモリ性を持つ必要があり、パネル全体の均一性など高い加工精度が要求される。PDP のメモリ性は、放電開始電圧が放電維持電位よりも高いという放電自体が持つ強い非線形特性 (ヒステリシス特性) から得ている。

3. PD0511の構造と構成

3.1 パネル構造

図 2 は、当社が昨年発売した 50cm 型カラー PDP PD 0511 のパネル部の概略構造を示している。方式は面放電 AC メモリ型で、蛍光体塗布法としては反射型を採用した。

PDP は前面板と背面板とから構成されている。前面板には 2 本一対の放電維持電極 (X 電極と Y 電極) が 480 対ある。放電維持電極は基本的には導電性透明膜で出来ているが、導電性透明膜だけでは抵抗値が高いので、導電率の高い金属膜 (母電極) を取り付け、ライン方向の電圧ドロップを抑えている。

放電維持電極は光透過性の高い誘電体層で被覆されている。誘電体層は低融点ガラスをスクリーン印刷によって塗布、焼成して形成する。層の厚みが不均一であったり、層中に気泡や異物があると、表示むらや、耐電圧不良が発生する。誘電体表面には MgO (酸化マグネシウム) の薄膜層を形成している。

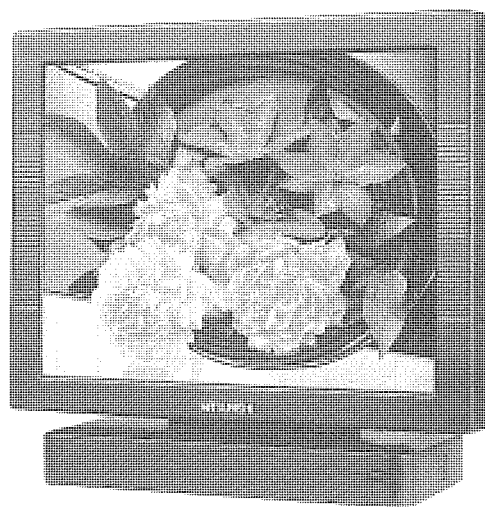


図 1. PD0511の外観

MgOは仕事関数の低い材料として知られており、放電電圧を低減するのに有効である。MgO表面は直接、放電空間にさらされており、放電によって出来るイオンによってイオン衝撃を受けてスパッタリングが発生するが、陰極材料の中でもMgOはイオン衝撃に強く、この意味で保護層とも呼ばれている。AC型PDPが長寿命である理由は、このMgOの耐イオン衝撃性に負っている。

背面パネルは書込み電極(W電極)、バリヤリブ及び3色の蛍光体から構成されている。書込み電極は、アドレス電極とも呼ばれ、表示位置を決める電極である。書込み電極と平行にバリヤリブが形成される。バリヤリブは隣接相互間の放

電及び紫外線を隔離するとともに、背面パネルと前面パネルの間げき(隙)を一定にする役割がある。バリヤリブの間には赤・緑・青(R・G・B)の各色蛍光体が交互に塗布されている。バリヤリブ間の底部のみでなく側面にも塗布して、輝度と視野角を改善している。

背面パネル、前面パネルは封着ガラスで接合し、真空排気の後、ネオンとキセノンの混合ガスを封入して封止する。

3.2 電気回路部の構成

図3は、PDPを駆動する電気回路の機能ブロック図を示す。電気回路は電力駆動部、ディジタル信号処理部、映像信号処理部、及び電源の4部分に大別される。

電力駆動部は、書込み電極(W電極)に映像データに対応した電圧を印加するWドライバ、スキャン電圧をY電極に供給するYドライバ、放電維持電圧をX電極に供給するXドライバ、及び電力回収回路から構成されている。Wドライバ及びYドライバは各々1,920列、480行をそれぞれ駆動する高耐電圧集積回路で出来ている。480行のX電極はパネル内で共通に接続されているので、Xドライバは単一の電力パルス回路となっている。

X電極とY電極は誘電体中に近接して配置されているので、両電極間の静電容量が大きく、無効電力による駆動回路での電力損失が無視できなくなる。このためPD0511では、LC共振を利用した無効電力回収回路を採用している。この回路によって無効電力の約70%が回収でき、消費電力の低減、発熱の抑制に寄与している。

ビデオ信号処理部は、VGAアナログRGB信号、NTSC

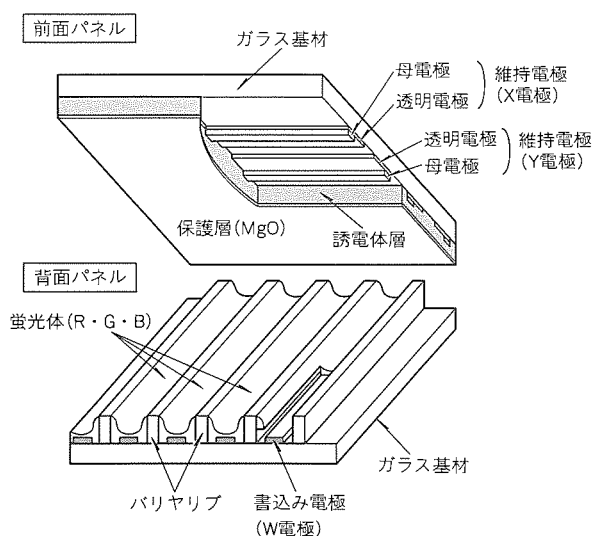


図2. カラーPDPの概略構造

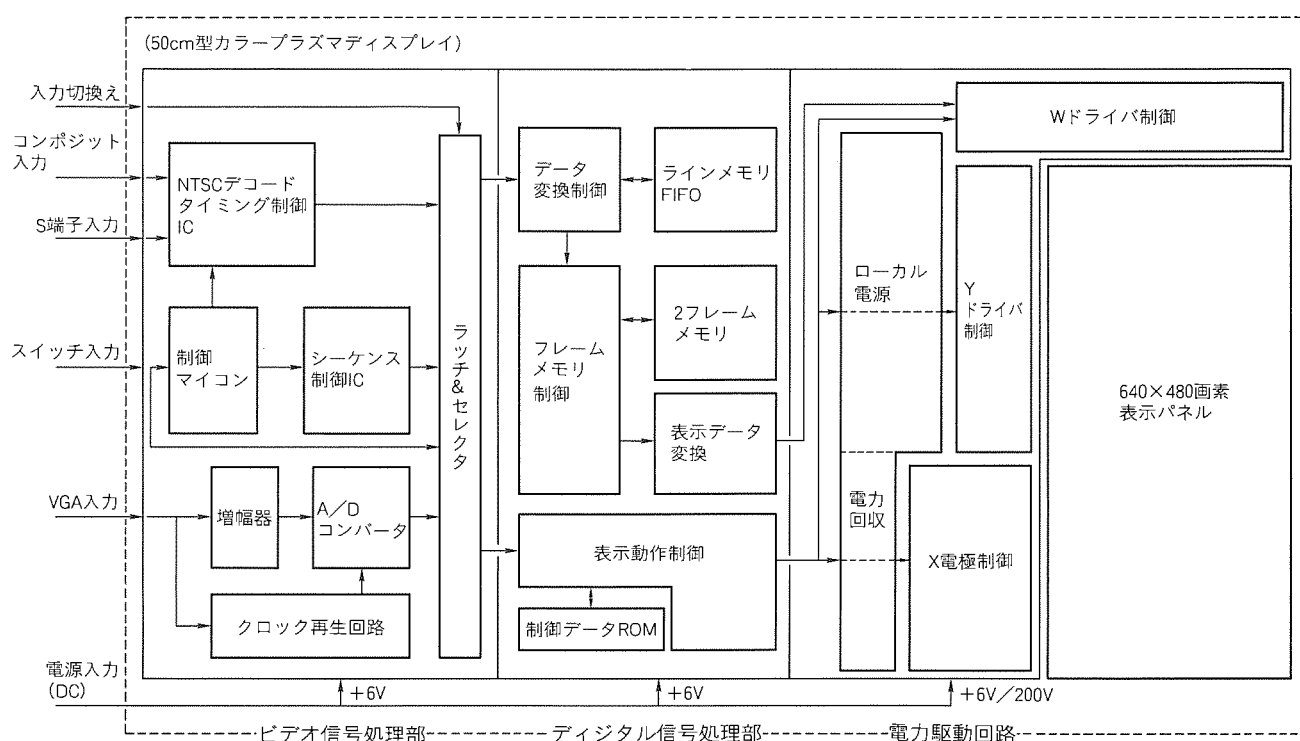


図3. 電気回路部のブロック図

コンポジット信号及びS映像信号の各映像入力を8ビットデジタル信号に変換する回路ブロックで、クロック再生回路、Y/C分離回路、A/D変換回路などで構成されている。

デジタル信号処理部では、逆ガンマ補正処理、NTSC系インタレース信号のノンインタレース信号への変換、映像データの並べ替え、フレームメモリとパネル駆動シーケンスの発生などを行っている。PD0511は各色6ビットで階調表現しているが、NTSC非線形信号のリニアライザである逆ガンマ補正は8ビットで行った後、上位6ビットを使うこととし、ビット落ちを防いでいる。

4. PDPの駆動

4.1 基本動作

一对の維持電極、すなわちX電極とY電極におよそ200V以上のパルスを印加することで放電が開始する。放電が発生すると、放電によって生じた電子及びイオンはそれぞれ正極側及び負極側に移動するが、電極(X電極とY電極)が誘電体で覆われたAC型PDPでは、これらの空間電荷が誘電体表面に付着して壁電荷を形成する。壁電荷は電極による電界をキャンセルする方向に形成されるので、空間内の電界は弱くなって放電は停止する。続いて電極に逆極性の電圧が印加されると、今度は壁電荷が電極の作る電界を強調する方向に作用するので、低い電圧でも放電が開始するようになる。

このようにAC型PDPでは、壁電荷を利用することにより、放電開始電圧と放電維持電圧の差を大きくすることができるとの特長がある。両電圧の差はメモリマージンと呼ばれ、メモリ型PDPでは重要な動作パラメータになっている。

4.2 駆動シーケンス

図4に、電極に印加されるパルス電圧のタイミングチャートを示す。一連の動作はプライミング放電、消去放電、書き込み放電、維持放電の4階段に大別される。プライミング放電は、表示データの有無と無関係に、パネル内の全セルに一度

放電を行わせることによって励起原子や荷電粒子などの放電の種を形成し、次の書き込み放電の形成を容易にする。プライミング放電自体が確実に発生するために、維持放電電圧よりかなり高めの電圧を維持電極対に印加する必要がある。このため、一度のプライミング放電でもかなりの輝度に達する。プライミング放電は安定な書き込み放電のためには必ず(須)のものであるが、このように全セルが発光するので暗輝度が上昇し、コントラスト比低下の原因となり、何等かの対策が必要となってくる。

確実なプライミング効果を持たせながら、かつプライミング発光の強度を抑えるために、プライミングパルスを2段階に分ける手法を開発した。第1階段では書き込み電極でトリガ放電を発生させることにより、通常の維持パルスと同じ電圧でプライミング放電が発生するので、比較的弱い放電とすることができる。しかし、これだけでは放電しないセルが幾らか残るため、電圧の高い第2のプライミングパルスによって強制的に放電させる。二つのプライミングパルスは同極性であるので、プライミング放電はどちらか的一方で発生し、2回放電することはない。この方式によって暗輝度を約30%低下させ、1:50以上の高いコントラスト比が得られるようになった。

プライミング放電によって放電セル内には壁電荷が生じているので、書き込み放電の前にこれを消去する必要がある。幅の狭い逆極性のパルスを印加すると、放電形成の直後に外部電圧が取り去られたことになるので、空間電荷がセル内電位を緩和する方向に移動し、壁電荷が消去される。

書き込み放電は、Y電極とW電極の間で発生させる。W電極には表示データに応じて正極性のパルスが印加される。Y電極には負極性のパルスが加えられ、パルスが印加されているW電極との交点で放電が発生する。この放電をきっかけにして、Y-X間の放電が発生し、壁電荷が誘電体表面上に蓄積する。同様の放電を1行目から480行目まで順次繰り返

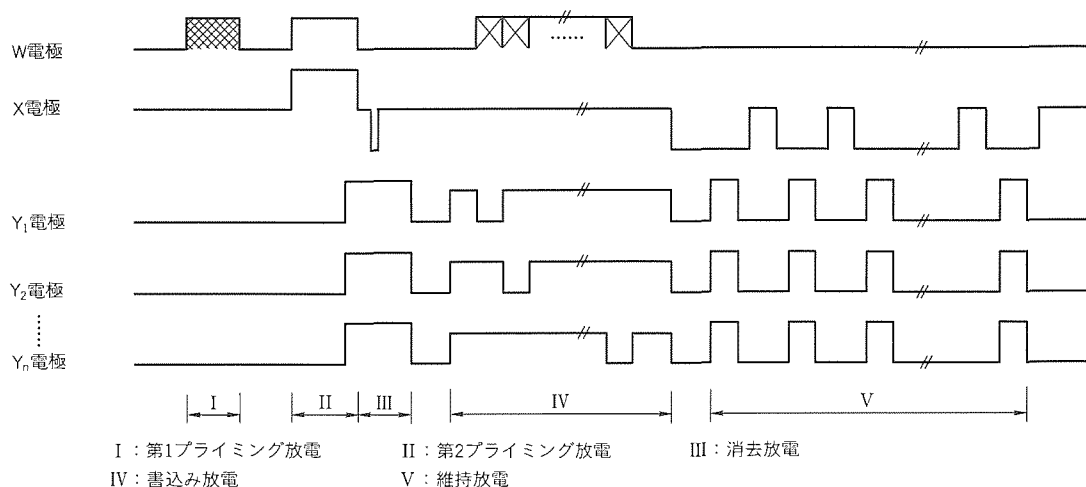


図4. 駆動波形のタイミング図

すことにより、壁電荷の形で、表示情報をパネル全面に記憶する。

維持放電は壁電荷がなければ放電が発生しないが、放電を維持するには十分な程度の電圧（通常180Vぐらい）のパルスをX-Y間に印加する。維持放電のパルス数は次に述べるサブフィールドによって異なっている。

4.3 多階調動作

AC型PDPでは維持放電パルス数を制御して輝度を決めている。PD0511では、R・G・Bの各セルを64階調制御することにより、26万色の表示色を得ている。具体的な階調制御の手法は、図5に示すように、1フィールドを6サブフィールド(SF)に分割している。各SFの放電維持パルス数は、8個、16個、32個、……と2進加重み付けしており、明るさもこのパルス数に比例したものになる。このSFの任意の組合せによって64段階の輝度を得ている。

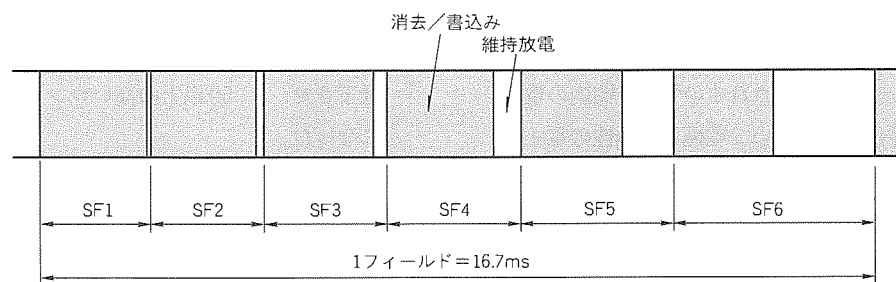


図5. サブフィールド法による階調制御

表1. PD0511の仕様

名 称	カラープラズマディスプレイ	
形 名	PD 0511 C 1	PD 0511 D 1
有効表示寸法	20" : (W)407mm×(H)305mm (対角508mm)	
表示ドット数	(H)640(×3)×(V)480	
ドットピッチ	0.212mm(×3)×0.635mm	
表 示 色 数	26万色	
最 大 輝 度	150cd/m ² 以上 (パネル単体輝度)	
コントラスト比	1:50以上 (表示率25%時)	
走査周波数	●水平 15.73kHz/31.47kHz ●垂直 59.94Hz	
インタフェース	●映像(NTSC)入力信号: 1V _{p-p} /75Ω (負同期) ●S映像入力信号: Y: 1V _{p-p} /75Ω, C: 0.286V _{p-p} /75Ω (負同期) ●アナログRGB入力信号	
入 力 端 子	●映像(NTSC)入力端子(Video): BNC ●S映像入力端子(S-Video): MINI-DIN-4P S端子 ●アナログRGB入力端子(アナログRGB): D-SUB-15P	
NTSC/アナログRGB切換え	手動及びリモートコントロール (接点信号による)	
環 境 条 件	温度: -5~40℃, 湿度: 20~85%RH (結露状態を除く)	
供 給 電 源	AC100V±15%, 48~53Hz/57~63Hz	
消 費 電 力	200W~80W	
外 形 寸 法	ディスプレイパネル部	(W)490×(H)390×(D)65 (mm)
	電源部	(W)64×(H)155×(D)415 (mm)
質 量	ディスプレイパネル部	約8.4kg
	電源部	約2.3kg

5. PD0511の特性

PD0511の特性を表1に示す。PDP0511シリーズには、電源が一体となった卓上型のPD0511Dと、表示部と電源部を分離した、壁掛けやシステム組込みに便利なPD0511Cとがある。表示部本体の厚みはいずれも65mmとスリムで、8.4kgという軽量さとあいまって、設置場所を選ばないものとなっている。

輝度はパネル単体で150cd/m²以上の高輝度が達成された。これに反射防止処理を施した光透過率70%のスモークフィルタを装着し、明室でのコントラスト向上と映り込み防止を行っているため、明るい部屋でも見やすくなっている。暗室コントラストは独自のブライミング法によって1:50以上と実用上十分な値が得られた。また、視野角はバリヤリブ側壁への蛍光体の高精度塗布により、上下左右とも150°以上の広視野角が得られた。

映像入力パソコン系アナログ RGB (VGA), NTSC 系 (コンポジット及び S 映像) のいずれも可能で、両者を遠隔で切り換えるリモート端子を設けている。このため、両映像信号を同時に扱うマルチメディア機器においてもシステムの構成が容易であり、また、変換器を通さなくてもよいので、画質が劣化することがない。

6. カラーPDPの用途

カラー PDP のゴールは壁掛けテレビの実現にあるが、現時点では高価格であるため、業務用表示装置として位置付けている。PDP の数々の特長を生かした用途として、以下のような分野がある。

- (1) 広視野角、薄型、大型の特長を生かした、駅、ビル、銀行、デパート、役所等の公衆場所における情報表示、広告表示、ビデオ放映等
- (2) 薄型軽量で磁気の影響を受けないという特長から、鉄道、バス、船舶、エレベータ等の移動体における各種表示
- (3) 表示面が完全に平面である特長を生かして、タッチパネルと組み合わせた受付案内システム、情報検索システム、食券販売機等
- (4) 駅、発電所、工場など各種施設の監視カメラの壁面や天井つ(吊)り下げモニタ

- (5) プラントや各種設備の操作盤の表示器
- (6) CRT のような相互干渉がないので、多数の PDP を組み合わせたマルチ画面

7. むすび

昨年発売したカラー PDP PD0511 の構造、動作、特性、用途について述べた。

ここ数年のカラー PDP の技術進歩・画質向上は著しいものがあり、実用レベルに到達したが、長い歴史を持つ CRT と比較した場合、輝度、コントラスト等の性能において、更なる改善が必要であり、コスト的にも大幅な原低が要求される。しかし、PDP テレビの実現に向けた業界全体の気運の高まりの中で、研究開発、投資の活発化、関連業界からの高性能な構成部材や量産性の高い製造装置の提案が相次いでおり、これらの問題は急速に解決に向かいつつある。

PD0511 は対角 50cm (20") であるが、PDP が他のディスプレイデバイスに対して最も差別性が発揮できるのは 40 ~ 60" であり、大型壁掛けテレビの実現に向け、現在 40" 級 PDP の開発を進めている。

最後に、このカラー PDP の開発に当たり多大な御指導、御協力いただいた関係者各位に感謝の意を表する。

屋外近距離用オーロラビジョン

原 善一郎* 富松則行**
山口洋司* 長谷川典久***
岩崎 好**

1. ま え が き

オーロラビジョンは、1980年の実用化以来、情報化社会の進展とともに、着実に普及してきている。この間、フラットマトリクスCRT（以下“FMCRT”という。）の開発⁽¹⁾、信号処理系の改良⁽²⁾によって画質が飛躍的に向上した。特に、市場が拡大するにつれて用途も多様化し、近距離用途を中心に需要の拡大が期待されている。

この種のディスプレイは、高輝度・高解像度化を目的として技術開発が進んできたが、近年、市場への普及とともに競争が激化し、画質・コスト・信頼性など、真の実力が問われている。我々はこれら市場の要請にこたえて、屋外近距離用の新“オーロラビジョン-HG”（High Grade）を開発した。

オーロラビジョン-HGは、今までの製品の持つ優れた特長を踏襲し、同等の輝度・信頼性を確保しつつ高解像度化を図ったもので、現行品比約2.6倍の画素密度を実現した。以下、高画質化・高信頼性化・低コスト化を実現するためのFMCRT関連技術、及びオーロラビジョン-HGの概要について述べる。

2. オーロラビジョンの構成と開発のねらい

2.1 構 成

オーロラビジョンは、図1のように、画像信号の入力から発光素子に至るまで階層的に構成され、各表示ユニットに表示制御機能が集約された分散処理システムである。テレビ信号の処理を担当するスクリーンコントローラと表示ユニットは、バッファメモリを介して接続され、各機能ブロック間のインターフェースは、オーロラビジョンシリーズで共通である。

オーロラビジョンの画質はスクリーンコントローラと表示ユニットの性能に依存し、特にキーデバイスである発光素子の仕様及び品質が、画質はもちろん、信頼性・コストを決める上でも重要である。

2.2 開発のねらい

オーロラビジョン-HGは、需要の拡大が期待される屋外の近距離用途はもちろん、屋内の明るい環境での用途も対象としており、開発のねらいを次のように設定した。

(1) 高輝度・高解像度・高信頼性

近距離用途に対応するために、従来比約2.6倍の画素密度の発光素子を開発し、併せて従来の製品と同等の輝度（5,000 cd/m²）と高い信頼性を確保する。

(2) 高品質表示

スクリーンコントローラは、クリアビジョンやハイビジョンなど、最新の映像ソースを入力することができる。さらに表示ユニット側では、視覚特性を考慮した発光素子の駆動方式によってフリッカを解消し、目に優しい表示品質を得る。

(3) 低コスト化

高解像度化を図るための画素密度の増加は、一般に発光素子・駆動回路の部品点数の増加をもたらす、コストアップの要因となる。この開発では、後述する高画質化の考え方に基づいて、発光素子の容器構造・画素仕様・電極構造を決定し、高画質化と同時に低コスト化を図る。

3. 発光素子FMCRT

ここでは開発の中心となったFMCRTの概要について述べる。

3.1 構造及び原理

図2に、新開発のFMCRTの構造を示す。FMCRTは、カソードから放出された電子を制御し、マトリクス状に蛍光体が塗布された陽極に衝突させることによって任意の表示を得るもので、次の特長がある。

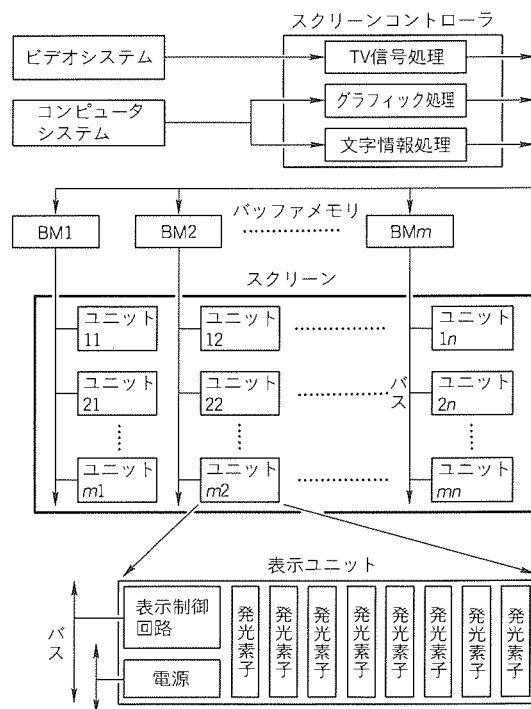


図1. オーロラビジョンの構成

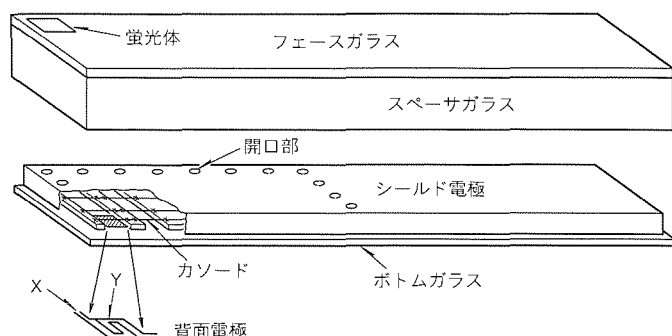


図2. FMCRTの構造

(1) 直熱型線状カソードを各画素に対応して設け、X、Yの2種類の制御電極をカソード背面の平板上に印刷し(背面電極)、それぞれ行方向及び列方向に接続した。背面電極の採用によって、部品点数の削減による低コスト化と、耐振性の改善を図ることができた。

(2) 各画素は、2種類の背面電極で制御される。すなわち両者が共に正のとき電子が放出され、対応する画素が発光する。両者又は一方が負のときカソード近傍は負電位となり、電子は放出されず、画素は発光しない。

3.2 画素配列

図3に、代表的な2種類の画素配列とその表示限界を対比して示す。次の特長を考慮してモザイク配列を採用した。

(1) 画素配列と画質

モザイク配列は、静止画において図3のRGGBを1画素(実線)とすると、隣接画素が重複し(破線)、実質的画素数は約2倍に増加する。図は、静止画の画質が同等のときの画素ピッチと表示限界の関係に対応する⁽³⁾。表示画像をフーリエ変換し、解像度を空間周波数領域における画像の表示限界で表すと、トリオ配列はRGB共通の表示限界(カラー表示領域)に限定されるのに対し、モザイク配列はカラー表示領域の周囲にRGBのいずれかが代表して情報を担う領域(変色領域)が存在する。変色領域は、前述した画素数の増加に対応して解像度を高める上で重要であり、さらに画像が動くことによって、カラー表示領域に変化する⁽³⁾。

すなわち、モザイク配列は、前述した画素数の増加と、動画における画質の改善を考慮すると、実質的画素数は約2倍以上になり、高画質を得る上で有利である。さらに、適切な拡大率で4画素ごとに矢印の方向に画素面積を拡大すると、画質を劣化させることなく高輝度を得ることができる。

(2) 画素配列と電極構造

モザイク配列は、各ドットが分離しており、各画素ごとに線径約10 μm のカソードを架線し、各カソード背面に2種類の電極を形成することができる。

すなわち、モザイク配列は、少ない画素数で高画質を得ることができ、さらに、電極構造を簡素化して低コスト化・高信頼性化を図る上で重要である。

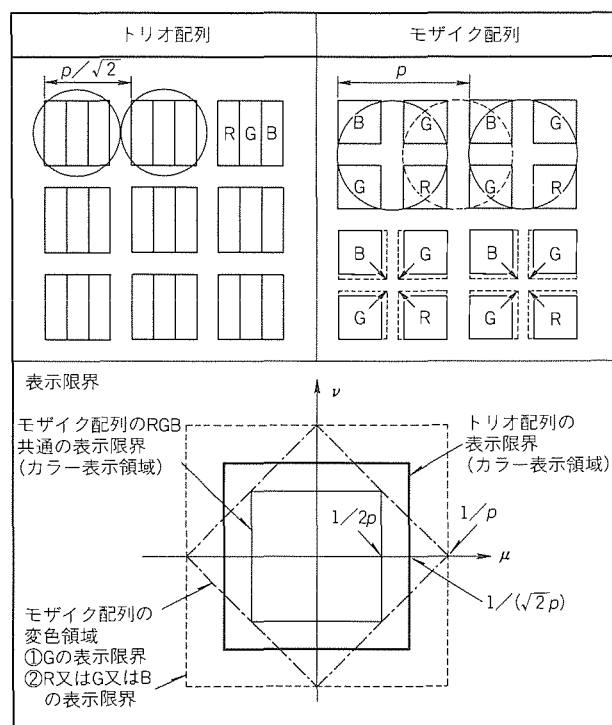


図3. 代表的画素配列と表示限界

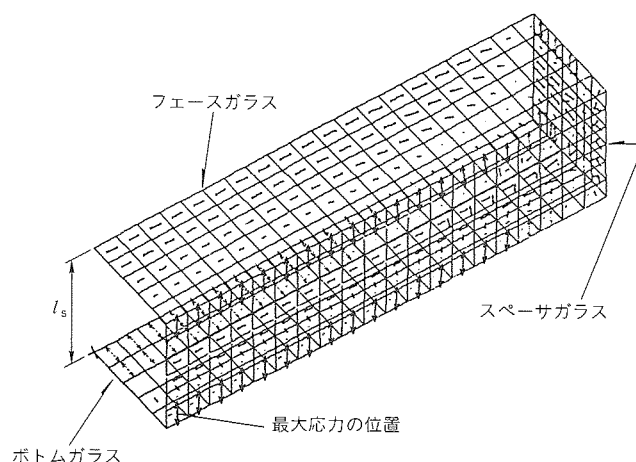


図4. FMCRTの真空応力解析例(1/4モデル)

3.3 容器構造

FMCRTは、外形寸法の大小にかかわらず同様の工程で製造できる。したがって、1個当たりの表示面積を拡大することによって、単位面積当たりのコストを低減することができる。一方、FMCRTは、内部が真空であり、表示面積が拡大するにつれて大気圧の影響を強く受ける。さらに高解像度を得るには、画素ピッチを短縮するために、ガラス厚を薄くする必要がある。そこで、大気圧に対する十分な強度を確保するとともにガラス厚を極力薄くするために、各種容器構造について、真空応力と容器強度の関係を、応力解析及び容器サンプルの破壊試験によって評価した。

(1) 応力解析

容器の形状によって大気圧に対する真空応力値及び最大応

力の発生する位置が変化するので、複数の容器構造について真空応力を算出した。図4に、真空応力の解析結果の一例を示す。図4は、図2の直方体の4分の1の構造について真空応力を求めた例で、1個当たりの表示面積を200mm×50mmとした。これは、画素ピッチ25mmを想定している。ここでスペーサガラスの高さ l_s が適切であれば、スペーサガラスの厚みを薄くでき、しかも真空応力に対する十分な強度が得られることが判明した。

(2) 容器の強度及び信頼性

真空応力の解析結果に基づいて、各種外形サンプルを試作し、加圧試験によって実際の容器強度を調べた。応力解析の結果と容器強度の実測値には相関があり、両者の関係を基に所定の容器強度を確保するための応力値を求め、適切な安全率を見込んで、容器構造を決めた。

3.4 電極構造

3.4.1 電界解析

(1) カソード近傍の解析結果

背面電極の動作原理を確認するために、カソード近傍の電界を導出する。図5の背面電極構造をモデルとして、各電極への電位の与え方を変えつつ、カソード近傍の電極構造と電界の関係を調べた。図5の斜線部について、2種類の背面電極の両者が正のとき、一方が正で他方が負のときの、それぞれの電界を図6に示す。いずれも二次元の電界であり、カソード電位の影響は考慮していない。ここでX、Yの両者が正のときカソード近傍は正になり、電子が放出される。これに対し、一方が負のとき、負電位を十分大きな値に設定すると、カソード近傍は負になり、電子は放出されない。このように電界の解析結果を基に、背面電極の電位の組合せによって電子をON/OFF制御できることが確認された。

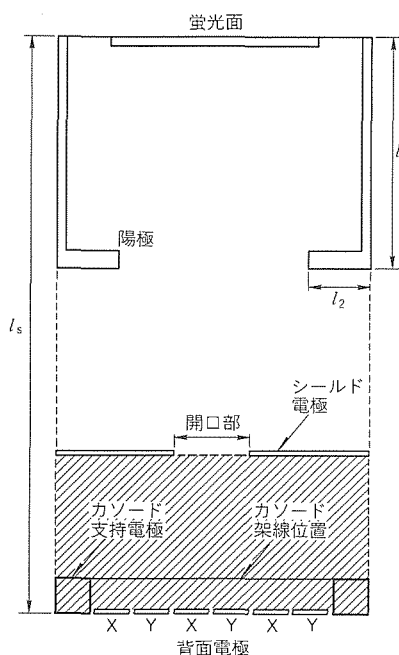


図5. 電極構造の二次元モデル

(2) 陽極近傍の電界解析

電子ビームの広がりを検証するために、陽極近傍の電界を求める。ここで図6と同様に二次元の電界を求め、陽極の構造によって電界の広がり方が異なることを確認した。すなわち、陽極構造 l_1 、 l_2 の寸法を変えることによって、電子ビームの拡散を適正化することができる。

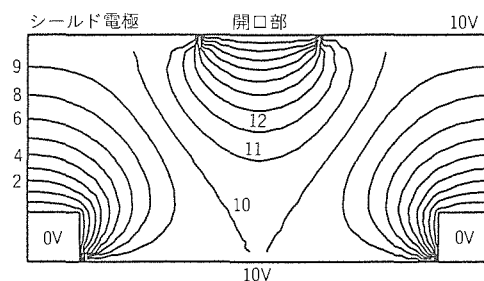
3.4.2 解析結果の応用

前述した画素配列及び容器構造の制約の下、電界解析の結果により、電極構造を決め、FMCRTのサンプルを試作した。陽極及び背面電極周辺の電極構造は、電界の解析結果から推定される電位分布を考慮し、複数の形状を検討した。試作したサンプルで、蛍光面の発光状態及び特性を評価し、適切な電極構造を実験的に決めた。

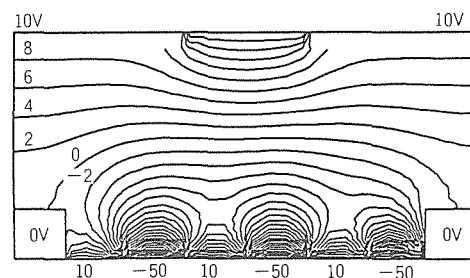
3.5 FMCRTの制御

図7に、FMCRTの等価回路及び各背面電極の配線を示す。背面電極は、二重マトリックス構造とすることで外部に引き出す電極ピンを共有し、駆動回路の削減を図った。各電極の駆動電圧は、いずれもカソード中点Nに対して、正・負が定義される。輝度はシールド電極の電圧 E_s に対して敏感に変化するため、 E_s を各FMCRTごとに可変にすることで個々のばらつきを補正する。

図8に各制御電極における駆動信号の考え方を示す。X電極(走査電極)に走査信号を、Y電極に画像の濃淡に比例する時間幅の信号を印加し、256階調(1,024階調相当)の画像が表示される。 E_x 、 E_y は同電位とし、画像の明るさは、表示階調に影響を与えないように、X電極の切込みパルスの時間幅を制御する。



(a) 両背面電極が正のとき



(b) 一方が正で他方が負のとき

図6. カソード近傍の電界解析結果

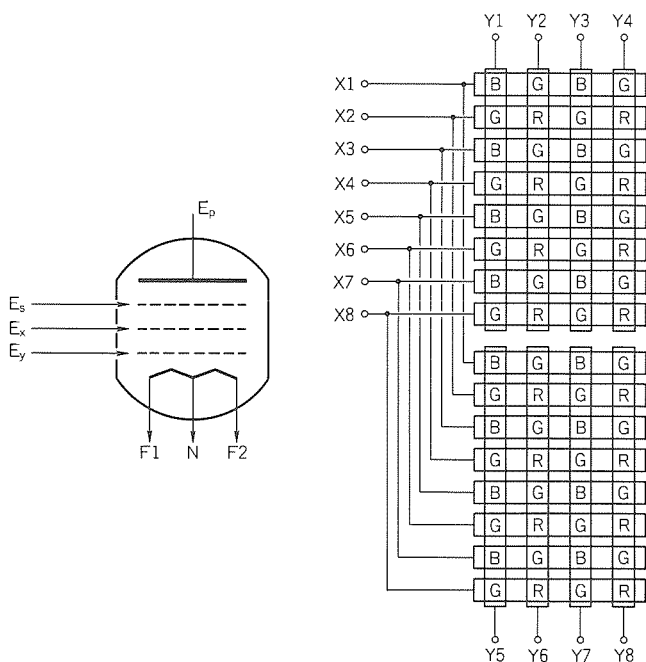


図7. FMCRTの等価回路と背面電極の構成

4. 装置概要

オーロラビジョン-HGの1号機を例に、その概要を述べる。

4.1 仕様

表1にオーロラビジョン-HGの仕様を、図9に表示例を示す。この装置の画面サイズは、5.2m×3.8m、約250インチで、解像度の目安となる画素ピッチは25mmである。ここで隣接画素の重複による実質的画素数の増加(約2倍)及び動画における画質の改善を考慮すると、少なくとも画素ピッチ $25/\sqrt{2}$ mmのトリオ配列ディスプレイ以上の画質が得られる⁽³⁾。このサイズでも高品質の映像を提供することができるが、さらにユニットの寸法単位で画面サイズを任意に構築することができ、各種サイズの迫力ある映像を提供することができる。

4.2 信号処理方式の概要

(1) スクリーンコントローラの信号処理方式

テレビ信号は、EDTVデコーダによってノンインタレース信号に変換され、画面サイズに対応するサンプリング周波数でデジタル化される。さらに、コンピュータシステムで作り出された多彩な文字やグラフィック画像と重ね合わされ、バッファメモリで速度変換後、各表示ユニットへ伝送される。ハイビジョン信号を入力することも可能で、各種高画質の映像ソフトを利用することができる。

(2) 表示ユニットの表示方式とその効果

表示ユニットの表示制御回路は、画像データを所定の時間幅に変換し、FMCRTを駆動する。ここで $5,000\text{cd/m}^2$ という高輝度のディスプレイでは、Ferry-Porter則で知られ

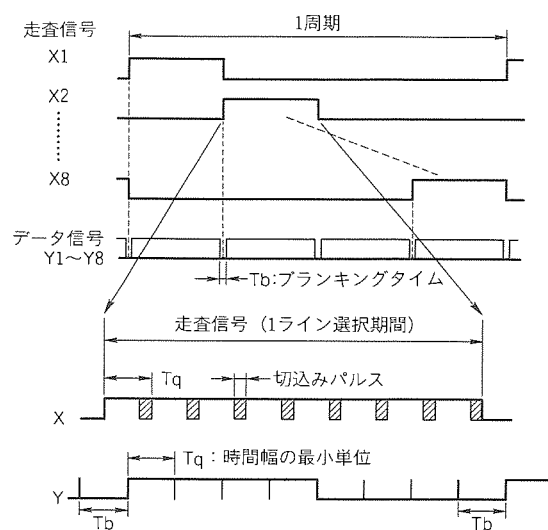


図8. 駆動信号

表1. オーロラビジョン-HGの仕様

名 称	オーロラビジョン-HG サイズ(3.8m×5.2m)
画 素 構 造	<p>画素ピッチ$p_q=25\text{mm}$ 等価ピッチ$p_t=25/\sqrt{2}\text{mm}$</p>
発 光 素 子	フラットマトリックスCRT
輝 度	$5,000\text{cd/m}^2$ (64段階制御可)
表 示 階 調	256階調 (1,024階調相当)
視 認 距 離	10 m以上
消 費 電 力	平均20 kW, 最大36 kW
受 電 容 量	40 kVA
外形 H×W×D	4.4×7.0×1.2 (m)
質 量	8,000 kg

ているように、NTSCのフィールド周波数(60 Hz)でも、視覚特性上フリッカが目立つ。FMCRTは電子線を制御するので、その発光状態は、各制御電極に印加される駆動パルスに対して高速に応答する。したがって、駆動パルスの累積時間幅を変えずに、駆動パルスを分散し、見掛けのフィールド周波数を容易に高めることができる。我々はダイナミック駆動の繰返し周波数を高めることで、フリッカを解消した。この結果、オーロラビジョンは、目に優しい高品質の画像が得られ、しかもイベント会場やステージなど、TVカメラで直接撮像される環境の背景に利用することができる。

4.3 表示ユニットの概要

(1) 表示ユニットの構成

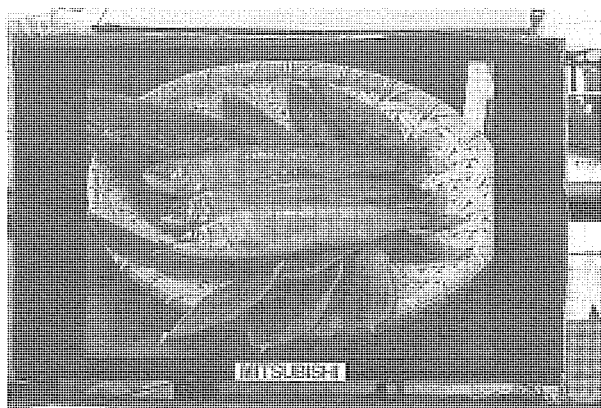


図9. オーロラビジョン-HGの表示例

図10に表示ユニットを示す。8個のFMCRTを、表示制御回路及び電源とともにユニットケースに収納する。メンテナンスしやすいように、表示面を200mm×400mmの長方形の形状とした。新開発の表示制御回路及び電源は、次の役割を果たす。

(a) 表示制御回路

1枚の基板上に8個のFMCRTと、各FMCRTの表示制御及び輝度ばらつき補正回路を実装した。

(b) 駆動用電源

AC200Vの入力を元に、FMCRTの陽極電圧、カソード電圧とともに、画像信号の処理、FMCRTの駆動など、表示制御に必要な各種駆動電圧を発生する。

(2) 表示ユニットの高画質化・高信頼性化対策

屋外用途の表示ユニットは、明るい太陽光下又は風雨にさらされるような環境下でも、高画質で信頼性の高い性能が要求される。ここでは次の対策を実施した。

(a) 高画質化

従来技術を踏襲し、FMCRTの各画素ごとにレンズ及びカラーフィルタを形成するとともに、シェーダによって蛍光面への外光の入射を軽減し、高コントラスト化を図った。

(b) 防水・冷却

ユニットケースとFMCRTのかん(嵌)合部に特殊な防水パッキンを設け、雨水の浸入を防止した。さらに、制御回路部及び各FMCRT間には通風路を設け、冷却性能を確保した。

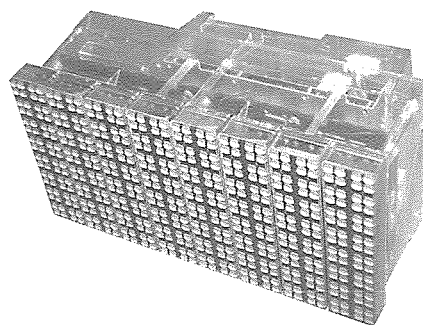


図10. 表示ユニット

5. むすび

新FMCRTの開発、最新のテレビ信号処理技術の採用によって屋外近距離用途の新オーロラビジョン-HGが誕生した。大型映像装置は、多数の人が集まる環境において、映像を通じて人々に様々な情報を伝達する手段として、今や不可欠な存在になりつつある。従来、競技場などを中心に需要が広がってきたが、任意の画面サイズを構築できるという特長を生かして、情報化社会の進展とともに、今後更に用途及び需要の拡大が期待されている。オーロラビジョン-HGを始め、製品シリーズについてより一層の改良を加え、社会の要請にこたえていく所存である。

最後にオーロラビジョン-HGの開発に当たり、御指導いただいた関係者各位に深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1) 寺崎信夫, 二石俊一, 岩辻一郎, 岩田修司, 佐能宗治: 高輝度・高解像度・屋外カラー映像表示装置《オーロラビジョン マークII-HB》, 三菱電機技報, 63, No.3, 199~204 (1989)
- (2) 森田俊二, 富松則行: 最新映像技術による次世代大型映像表示装置《高精細型オーロラビジョン》, 三菱電機技報, 64, No.8, 653~656 (1990)
- (3) 原 善一郎, 寺崎信夫, 白松直樹, 岩田修司: 大画面ディスプレイにおける画素配列と画質, 信学論, J77-C-II, No.3, 148~159 (1994)

ヘッドマウントディスプレイの高画質化

芦崎能広* 江崎光信*
関口敬一* 岩本秀人**
酒井美保* 上村公実**

1. ま え が き

ヘッドマウントディスプレイ (Head Mounted Display : HMD) は、頭部に装着して画像を見る映像表示装置である。HMD の基本構成は、図1の例に示すように、LCD (Liquid Crystal Display) などの小型の表示素子をレンズとともに眼前に配置して、ベルトなどの装着機構で頭部に固定する。そこで、映像源から出力された動画像を表示素子に表示して、レンズの光学作用によって見やすい距離に大画面の仮想スクリーンを得る。すなわち、携帯可能な小型の装置を用いて、いつでもどこでも迫力のある大画面を見ることができ

る。このことは、装置が小さければ迫力に欠けた小さな画面しか見られないという携帯型液晶テレビのような、表示面を直視する形態の表示装置とは異なる特長である。

また、HMD は眼前に固定されているので、どの方向に向いても映像を見続けることが可能であり、据置き型の表示装置よりも自由な姿勢で見られるという特長がある。この特長は重要であり、例えば、病院のベッドに横たわった状態でも楽にテレビを見ることができるといった便利さだけではない。図2の応用例のように、頭の向いた方向を磁気センサなどの位置センサで検出してグラフィックコンピュータにフィードバックし、その方向の映像をグラフィックコンピュータで発生して HMD に表示する。ヘッドトラッキング機能と呼ばれるこの機能によって、上下左右360°の全周囲の映像を見ることができるようになった^①。ヘッドトラッキング機能を付加した HMD は、バーチャルリアリティの映像システムを構築するのに非常に有効である。

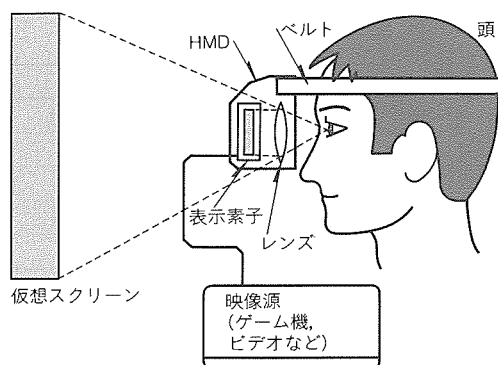


図1. HMDの基本構成例

近年、これらの特長を生かして、HMD は、バーチャルリアリティ型のゲーム機、住宅内部のインテリアの仮想体験システムや教育訓練用のシミュレータに応用されるなど、急速に普及し始めている。また、携帯型のビデオ再生機やマルチメディア携帯情報端末の表示装置としても応用が期待される。

そこで三菱電機㈱は、HMD の製品化に向けて、HMD の画質を向上する機構を開発し、更に先進的な意匠デザインを採り入れた HMD を試作した。

2. 技術開発の背景とねらい

2.1 ユーザニーズ調査結果

HMD に対するユーザのニーズとしては、軽くて装着感が良いこと、画質が良いこと、目が疲れにくいこと、スクリーンが大きく没入感があること、小型で携帯に便利なことなどが考えられる。まず、10万ドット弱の LCD を両眼に各1枚使用した簡易的な調査用試作 HMD (以下“調査用 HMD”という。)を用いて、ユーザターゲットを青年層としたニーズ調査を行った。ただし、調査用 HMD は頭部への搭載に適さない重さであると判断したので、装着性の評価は行わなかった。

この結果、HMD という商品コンセプトに対して、無条件に使用意向を持った者は17%であった。さらに、立体視、全周囲視野、自由な姿勢、外界を遮断して没入できるなどの従来のテレビにない付加価値があることを前提に使用意向を持った者は、調査対象者の50%であった。

また、調査用 HMD に対する要求は、人数順に①画質の改善、②立体視や全周囲視野による臨場感と迫力、③音の

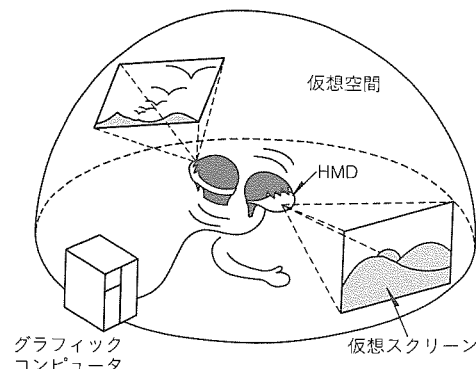


図2. HMDの応用：ヘッドトラッキングシステム

臨場感、④目の疲れに対する配慮、などが挙げられた。

2.2 開発コンセプト

調査用 HMD は、機能を表示に限定しており、製品レベルのモデルとして市場調査を行うまでには至らず、また、全体の機能の技術的な課題を抽出するまでには至らなかった。そこで、製品レベルの機能を網羅した HMD の試作品 (以下“試作 HMD”という。)を開発することを開発のコンセプトとした。

試作 HMD の開発に際し、2章の調査結果でスクリーンサイズの拡大よりも画質の改善に関する要求も高かったので、画質の向上を開発のコンセプトとした。

また、調査用 HMD では実現しなかった機能に、頭部への装着がある。人体への負担を軽減するために、小型化・軽量化はもちろんのこと、頭の形状に優しくフィットしてずれにくくし、安全かつ装着操作を容易にするなどの装着性を考慮した装着機構を開発することを開発のコンセプトとした。

3. 試作HMDの概要

2章のコンセプトに基づいて開発した試作 HMD の外観を図3に示す。試作 HMD では、表1の仕様を示すように、14万ドットの LCD を2板合成することで水平解像度 320TV 本を実現し、コントラスト感を向上するために画面の周囲に採光した。また、視力の個人差によらずに HMD の共用を可能とするために眼鏡を使用できるようにした。さらに、先進的な装置イメージを喚起する意匠デザインを目指した。

試作 HMD は両目に別々の LCD の2板ユニットを備えたので、視差のある左右別々の映像をそれぞれ左右の2板ユニットに入力することにより、立体映像を見ることができる。

また、映像と同時に音声を加えることでバーチャルリアリティの世界への没入感が増大すること⁽²⁾が知られているので、左右にスピーカを装備した。

試作 HMD において開発した技術のうち、画質の向上策の詳細を4章で説明し、装着機構や意匠デザインについての詳細を5章で説明する。



図3. 試作HMDの外観 (装着状態)

4. 画質の向上策

2.1節の画質の改善の中でも、特に“画質の粗さ”を指摘する声が強かった。画質の粗さについて要因を分析し、LCD の精細度の低さによる鮮鋭度⁽³⁾の劣化と、LCD のドットの開口が狭いことによってドットが連続して見えない画質妨害とが主因であると考えた。

また、HMD を軽量化するには、極力小型の LCD を用いることでレンズなどの光学部品や機構を小さくできる。LCD を小型にするにはドット数の密度の限界があり、十分な画質を得られるドット数の LCD が現状ではない。試作レベルでは1.3型で90万ドットなど、LCD の高密度化が進んでいる。しかし、画面の迫力を得るために大画面にすると精細度の不足から画像が粗くぼけたりして、なかなか満足 of いく画質を得られないという問題があり、小型の LCD の高精細化が望まれていた。

また、LCD を小型にするにはドットの密度に限界があり、連続するドットの周期に対するドットの光る面積の比として表わされるドットの開口率は現状では30%前後であり、ドット同士がつながって見えないという問題があった。また、LCD のコントラスト比が60:1以上と比較的低く、画像の黒部分が白く浮き上がって見える問題があった。

これらの問題を解決し、画質の向上策を開発したので、以下に詳細を述べる。

4.1 LCD 2 板合成

HMD の表示素子には、一般的に小型の CRT や LCD が使用される。CRT を用いた HMD では、白黒の CRT に対して RGB の三原色フィルタを1画面ごとに高速に順次切り換えてカラー化する方式を採用しており、LCD 単体に比べて精細度の面で有利である。しかし、視線の移動とともに色ずれが発生するという、動画像に対する妨害の問題がある。また、CRT は光軸方向に長く、装置全体が大きくて重くなり、パーソナルユースの携帯型のディスプレイには不向きである。また、三原色フィルタに液晶シャッターを用いたものは比較的暗いという欠点がある。

一方、LCD は CRT に比較して十数倍軽量である。しか

表1. 試作HMDの概略仕様

項 目	仕 様
視 野 角	水平37° (3m先で97型に相当)
画面アスペクト比	4:3
水平解像度	320TV本以上
L C D	0.7型, 14万ドット×2板×2眼
画 面 輝 度	80cd/m ² 以上
画面周囲輝度	10cd/m ²
コントラスト比	60:1以上
レ ン ズ	非球面, 眼鏡使用可能
外 形 寸 法	(W)220×(D)290×(H)180 (mm)
質 量	730g

し現状は、画素のドット数が少なく、価格が高いなどの技術的な問題がある。また、LCDを用いるHMDは、一般的に片目ごとに1枚用いる単板方式を採用しており、精細度はLCDのドット数に依存するので、画質の向上には限界があった。

そこで三菱電機では、LCDの小型かつ軽量という特長を生かして、業界で初めて2枚のLCDを光学的に合成する機構を開発した。

CCDセンサを用いたテレビカメラにならって、1枚のLCDを用いたディスプレイの方式を単板方式、2枚のLCDを用いたディスプレイの方式を2板方式と呼んでいる。今回は、図4の原理的構成図に示すように、2枚のLCDの画面の像をハーフミラーで光学的に合成して、合成像を得る構成の表示素子ユニットとした。光学的に合成する際に、図5に示す1枚のLCDの画面像に対して、もう1枚のLCDの画面像のドットの重なりをずらして合成する。そのずらし合成によって、図6のように1枚目のLCDのドットと2枚目のLCDのドットが並んで、見掛け上のドット数が増大した画面の合成像が得られる。見掛け上のドット数を増大することで精細度が向上する。

このたび、0.7型14万ドットLCDを使用した2板の光学合成機構を開発し、単板に比べて約1.2倍の水平解像度に当たる320TV本を実現した。この水平解像度の値は、一般テレビ放送並みの精細度に匹敵する。また、画像の精細度を人間がどのくらいに感じるのかという精細感をシミュレーション評価⁽⁴⁾によって測定して、14万ドットLCDを使用したときに単板に対して2板は約1.6倍の精細感が向上することが分かった。

ちなみに、0.7型14万ドットのLCDはドット間隔が数十 μm なので、2板の光学合成機構では、数 μm 精度の6軸でLCD同士の位置調整をしている。

この機構の開発により、LCD自身のドット数の増大に合わせて、更なる見掛け上のドット数の増大が期待できる。

4.2 ドットぼかし

図5の画面の拡大モデルに見られるように、LCDにはド

ットで光る部分とドットの枠で光らない部分とがあり、画面を大きくすると隣接するドット同士がつながって見えずに、画像の滑らかさがなくなるという問題がある。

画像を滑らかにするためには、ドットの光をドットの枠の光らない部分に分配すればよく、光学的にぼかしてドットとドットの枠との輝度差を緩和するドットぼかしを行えばよい。

ドットぼかしには、表示素子を速い周期で振動させて目の残像現象を利用する方法もあるが、光学フィルタを使用する方法が一般的である。ドットぼかしの光学フィルタは、ドットごとの像を拡大する凸レンズ群(レンズアレー)の板、光を2分して一定間隔でずらす複屈折板、任意の数と分割比でずらす回折格子の3種類に分類できる。

試作HMDでは、上記3種類の光学フィルタの中でも、画質的には若干劣るが十分なドットぼかしの効果が得られ、最も軽くできる回折格子を採用した。回折格子は、図7のドットぼかしの原理図に示したように、光を数段階に分離する機能がある。分離幅や分離される光の強度は、格子のピッチなどで任意に決定できる。

また、画像の滑らかさを追求するあまりにドットをぼかしすぎると画像の精細感が弱くなって、画像のぼけて画質が劣化して感じるということに注意しながら、試作HMDに使用したLCDの開口率が約25%であるのに対して、回折格子フィルタによるドットのぼかしが見掛け上約90%になるように設計して、滑らかな画質を実現した。

4.3 画面周囲への採光

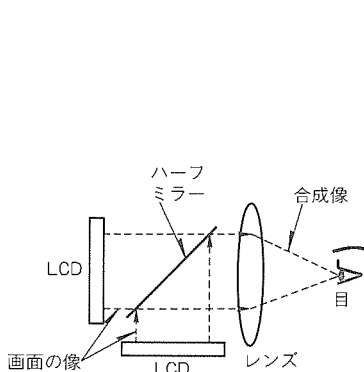


図4. 2板合成の原理的構成

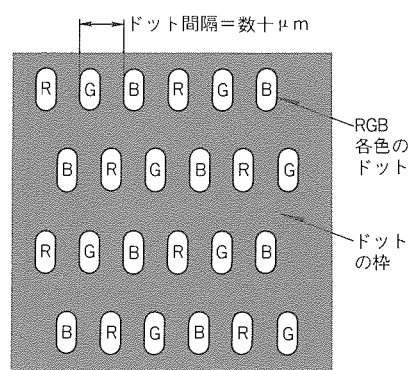


図5. 1枚のLCDの画面拡大モデル

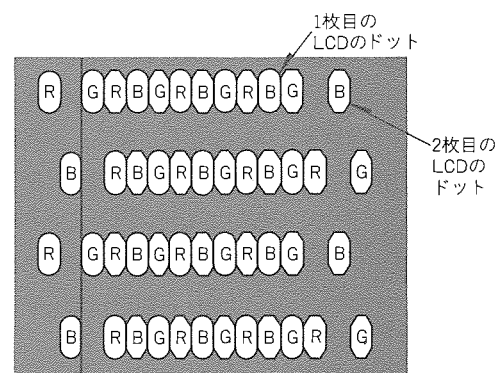


図6. 2板の合成像の画面拡大モデル

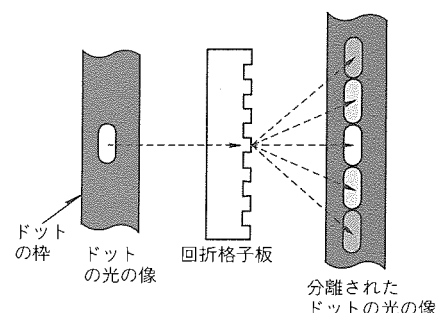


図7. 回折格子によるドットぼかしの原理

HMD に対して“没入感を高めるために画面の周囲を覆って暗くしたい。”というユーザの要望から、調査用 HMD では画面の周囲を暗くして画面のみを明るくしていた。しかし、周囲との輝度差が大きくて視野の中でも狭い範囲を注視するので目が疲労しやすいという問題や、LCD 自身のコントラストが余り高くないので画像の黒い部分が白く浮いて見えるという問題があった。目の疲労については様々な要因が重なると考えられるので別途要因分析して検討することにして、今回の開発においては、コントラストの問題について注目した。

画面の周囲の輝度を变化させると画面のコントラストの感じ方に影響すること⁽⁵⁾が知られているので、画面周囲への採光についてシミュレーション評価⁽⁴⁾を行った。

視野の全体にわたって採光するのは困難である。したがって、評価対象のモデルとして、図 8 の画面周囲への採光例に示すように、画面の端から外側に向かって一定の幅の枠だけ採光するようにした。図の中の画面には、白黒の見分けが付きやすいと考えられる画像を誤差拡散方式で黒と白とに 2 値化して用い、画像の最高輝度と最低輝度の調節を容易にした。

評価方法は、以下の手順で行った。

- (1) CRT に画面と画面の枠を表示し、画面の枠の輝度を 6 段階に設定し、ランダムな順番で被験者に提示する。
- (2) 画面の枠の各輝度ごとに、被験者は画面の黒の輝度と白の輝度を自由に調節し、コントラストがはっきりと見えていて許せる範囲を決定する。
- (3) 前項(2)で決定した範囲の輝度比を、許容されるコントラストとした。

画面周囲の各輝度ごとの許容されるコントラストの評価結果を求めた。被験者の平均をとると、図 9 のグラフのように 3~10 cd/m² 付近に極小値を持つ傾向が表れた。この傾向から、画面の周囲を暗黒にするよりも適度に明るくする方が、画面のコントラストが低くても許容される度合いが強いことが分かった。つまり、画面周囲を適切な輝度にするにより、コントラストが低い LCD を使用しても十分なコントラ

ストがあると認識され、実質的にコントラスト感が向上することが分かる。

ここで、3 cd/m² か 10 cd/m² かという範囲まで絞り込んだが、被験者の個人差が大きくて、誤差の範囲として特定できないと判断した。そこで、画面の周囲の輝度が明るい方が視野角が広がったように感じるというごく少数の意見があり、その意見を検証するために、試作 HMD では、画面周囲の輝度をとりあえず 10 cd/m² とした。視野角の拡張感についての評価は検討中である。

また、試作 HMD では、図 10 のように、バックライトからの光を LCD の画面をう (迂) 回して半透明の拡散板に照射して画面枠を照明するという、照明機構技術⁽⁶⁾を開発した。この画面の周囲を適度に明るくする技術により、画像の黒の部分が白く浮いて見えるという白浮き現象が抑圧された。

4.4 眼鏡使用可能なレンズ

近視、遠視や乱視など視力は個人差が大きく、視力の個人差を補正する機能を HMD のレンズに持たせようとするするとレンズが数倍大きくなり、装置が重くなる。また、十分に共用できなかったりするという問題が生じる。

各個人がふだん使用している眼鏡を使用すれば視力が矯正され、HMD には通常の視力用のレンズ 1 種類を装備すればよく、小型・軽量化が図れる。ただし、眼鏡を使用可能とするためには目とレンズとの間の距離を広げなければならず、目とレンズとの間の距離は一般的に 20~30 mm 以上は必要と言われていた⁽⁷⁾。

眼鏡と目の間の距離は標準で 12 mm とされている⁽⁸⁾ので、試作 HMD では、眼鏡の厚みと曲率などを考慮して、目とレンズとの間の距離を約 18 mm と一般的な値に対して短い値に設定した。眼鏡使用者、不使用者を含めて 1,000 人以上に上記の設定値の HMD を装着させたが、眼鏡が HMD に入らなかった人はいなかった。眼鏡の使用を可能としたことで、各個人ごとの視力の差に対応可能となり、HMD を共用できる。

また、目とレンズとの間の距離を短くしたことでレンズの



図 8. 画面周囲への採光例

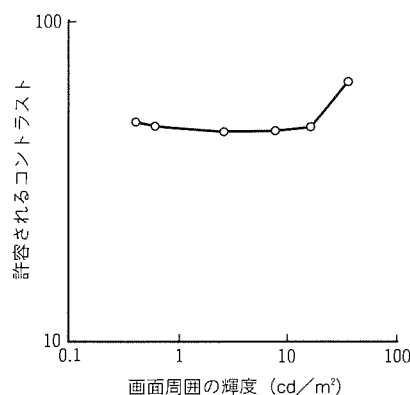


図 9. 画面周囲の輝度の変化に対するコントラストの許容度の評価結果 (17 人の平均)

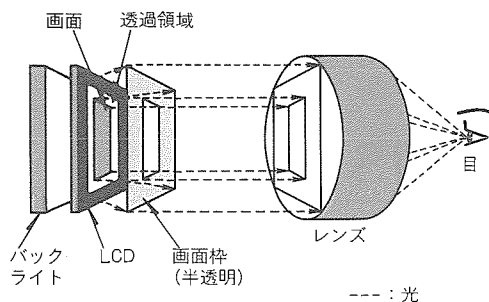


図10. 画面周囲への照明機構の構成

面積が小さくなってレンズを軽くでき、レンズの質量 20g を実現した。さらに、目とレンズとの間の距離を短くしてレンズが使用できる光路長を確保したことによってレンズを高倍率にできたので、3m 先に 97 型の仮想スクリーンが広がることに相当する水平 37° の視野角を実現した。

5. 装着機構の開発

5.1 装着機構と目幅調節機構

レンズの光軸を適切に目のひとみ（瞳）の位置に固定しないと画像が見えにくく、さらに、レンズによるひずみが大きくなって画質の劣化が生じる。

したがって、頭を動かしたりいす（椅子）の背もたれに頭をつけて使用されるのに対して、安定して眼前に表示装置を固定しておく必要がある。試作 HMD では、装着機構にアジャスタブル機構を採用したことにより、脱着が容易で、装着時の安定性が向上した。

また、一般的に人間の左右の目の瞳同士の距離は最大と最少との間に約 20mm もの差がある⁽⁷⁾ので、この個人差に対してレンズの光軸の位置ずれによるひずみの発生を抑えなければならぬ。レンズの光軸に対する瞳のずれを吸収するには、レンズの曲面設計の際に目の瞳の径を通常よりも大きくする方法と、レンズと表示素子を移動して光軸を瞳の位置に合わせる方法（以下“目幅調節方式”という。）がある。前者はどう（瞳）径の増分がレンズの面積に反映し、瞳径の増分の 2 乗にほぼ比例してレンズが重くなるため、試作 HMD ではレンズの重さが軽くなる後者の目幅調節方式を採用した。そして、ダイヤルで平行に移動させる軽量な目幅調節機構を開発し、瞳径を必要最小限に抑えたレンズを実現した。

5.2 意匠デザイン

オーディオビジュアル機器では特に装置のイメージ作りが重要であり、意匠デザインは機能の印象を喚起するのに欠かせない。

意匠デザインの特長としては、画面への没入感の妨げにならない程度に眼下を開放することによって、安全性を高めるとともに、密閉された不安感をなくすなど、心理面を含めた

装着性の向上と先進的なスタイリングの融合を図った図 3 のデザインを完成した。

前面の眼前から側面の耳の部分までをつなげたスピーカボックスの流れるラインで、音と光の一体感を印象付けた。前頭部から側頭部までを覆うエルゴノミック形状のカバーで、光と音に包み込まれるような印象を与える。

6. むすび

LCD 2 板合成や画面周囲への採光などの軽量化を図りながら画質を向上できる機構や先進的な意匠デザインを開発し、製品に近いレベルの試作 HMD を開発できた。試作 HMD を '94 エレショー、'95 VR World 岐阜や CeBIT 95（ドイツ）などの各種展示会に出展して、数千人に体験してもらい、画質や意匠デザインについて好評を得ている。

今回の開発により、CPU (Central Processing Unit) の処理能力の向上によって進展が予想される家庭用ゲーム機や、映像記録ディスクの小型化による携帯型ビデオ機器などのパーソナルユースのディスプレイ分野への応用が期待できる。

今後は、更なる画質の向上と視野角の拡大を図り、小型・軽量化を図るとともに、質量バランス設計などの装着性向上や、目への影響⁽⁷⁾などの技術的検討を行い、HMD の実用化に向けた開発を進める予定である。

参考文献

- (1) 館 暉：バーチャルリアリティ技術の展望，テレビジョン学会誌，46，No.6，671～675（1992）
- (2) 河合隆史，野呂影勇：作品“Yakushi Nyorai”製作データ，ヒューマンサイエンス，7，No.2（1955）
- (3) 宮原 誠，三宅洋一：画像，テレビジョン画像情報工学ハンドブック，オーム社，48～57（1990）
- (4) 芦崎能広，関口敬一，高野雅史，酒井美保，江崎光信，瀬政孝義：ヘッドマウントディスプレイにおける画質向上の一考察，1995 画像電子学会第 23 回年次大会予稿集，84～85（1995）
- (5) 畑田豊彦，福田忠彦：視覚，テレビジョン画像情報工学ハンドブック，オーム社，29～48（1990）
- (6) 芦崎能広，手島 章，明道 成：表示装置，特許出願公開，特開平 6-148601（1994）
- (7) 今井拓司：家庭用ヘッド・マウント・ディスプレイ，懸念される人体への影響，日経エレクトロニクス，No.618，日経 BP 社（1994-9-26）
- (8) 山崎弘仁，高橋文男，中拂秀一，山本敏雄，曲谷久雄，平野 東，糸井素一，平井宏明，長谷川 弘，所 敬，西信元嗣：眼鏡＜改訂版＞，メディカル出版，155～156（1991）

三菱音声認識応答装置 “MELAVIS”

青木芳秀* 岩崎知弘** 大川裕利*** 村沢 靖* 川口隆司*

1. ま え が き

広く利用されている電話回線を通して入力された不特定話者の音声、人間に代わって認識し応答するシステムは、利用者にとっては“いつでも、いろいろな場所から、相談・注文・予約等が簡単、気軽にできる”，システムの設置者にとっては“業務の省力化、サービスの向上ができる”，として大きな期待が寄せられている。しかし、電話回線を通じて入力された音声にはひずみや雑音が多く、声質の異なる様々な人の声を認識することは非常に困難であり、従来のシステムでは、認識できる語（彙）数が十数語に限られ、その応用分野が限られていた。

当社では独自の音素片モデル⁽¹⁾による音声認識技術でこれを解決し、電話音声を入力とした不特定話者音声認識において、10万単語（同時認識1,000単語）の大語彙が認識可能な音声認識応答装置“MELAVIS”（Mitsubishi Electric Automatic Voice Interactive System）を、業界で初めて製品化した。

MELAVISでは、認識する単語を自由かつ簡単に設定できる。また、システム構築が容易に行えるようにLAN接続を標準サポートしており、MELAVISがサーバとして動作するので、ネットワークを介して様々なクライアントと接

続でき、既存システムへの組み込みを容易にするとともに、装置内で、必要に応じて電話回線を増設可能とした。

このほか、システム構築支援環境として、テキストデータからの認識単語辞書作成ツール、応答音声作成ユーティリティ、電話機能を制御するライブラリを、当社エンジニアリングワークステーション（EWS）“MELCOM ME RISC”シリーズ上に用意した。

本稿では、MELAVISの特長、構成、適用分野、さらにシステム構築支援環境について概要を紹介する。

2. 製品の特長と仕様

2.1 製品の特長

(1) 電話入力音声の認識

これまで困難とされてきた電話入力音声の認識において、あらかじめ利用者の音声を登録しておく必要のない不特定利用者の音声を認識できる。

(2) 大語彙の実時間認識

利用者が、システムとの対話において、違和感のない大語彙10万単語（同時1,000単語）を実時間で認識できる。利用者は、日常使用する単語で、自然な音声入力が可能になる。

(3) テキストデータによる認識単語登録

従来の多くのシステムでは、認識する単語を音声で登録し

表1. MELAVISの仕様

項 目		仕 様
音声認識機能	記憶単語数	10万単語（拡張可能）
	同時認識単語数	1,000単語
	応答時間	0.5秒（発声終了後、音声応答までの時間）
	話者 発声形式	不特定話者 離散発声、連続発声（数字、金額など）（最大10秒）
音声応答機能	音声データ形式	μlaw符号化方式
	合成方式	編集合成方式
	応答容量	標準約15時間（拡張可能）
電話制御機能	着信 認識	自動着信検出 PB認識可能（音声と同時認識可能）
	発信	自動発信可能
	録音	通話音声の録音可能
インタフェース	電話回線	最大6チャンネル
	LAN	Ethernet
記憶装置		1Gバイト固定ディスク 3.5インチ フレキシブルディスク
本体寸法		(W)185×(D)500×(H)620 (mm)
システム構築支援	単語辞書作成	テキストデータ（平仮名）から自動生成
	応答音声作成	音声をGUIベースで録音編集
	音声認識応答	LAN接続サポート、
	ライブラリ	音声認識・応答出力・電話機能の基本関数

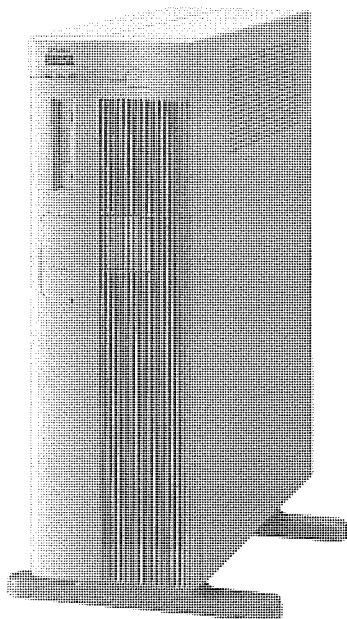


図1. MELAVISの外観

ていたが、MELAVISでは、認識対象とする単語は、テキストデータでシステム設置者が自由かつ簡単に登録できる。

(4) 応答音声のGUI操作による登録

システムからの応答音声は、EWS (ME RISCシリーズ) 上でGUI (Graphical User Interface) 環境上のエディタを使用し、簡単なマウス操作で、録音・編集することによって作成できる。

(5) LAN接続を標準サポート

アプリケーションプログラムが動作する上位装置とのインタフェース (I/F) 用にLAN接続を標準サポートし、LANを介して、EWS、パソコン、オフコンからMELAVISを音声サーバとして制御できるようにした。制御用のソフトウェア (S/W) ライブラリを用意し、既存システムへのMELAVISの導入を容易にした。

(6) 多チャンネルを装備

システム設置者が必要に応じて電話回線を増やすことができるように、複数の電話回線を接続できるようにした。1装置当たり6チャンネルまで電話回線を接続でき、LANを介した複数台接続により、6チャンネルを超えるシステムも可能である。

2.2 仕様

MELAVISの外観を図1に、仕様を表1に示す。

MELAVISの機能は、音声認識機能、音声応答機能、及び電話制御機能からなる。

(1) 音声認識機能

認識単語数は10万単語で、このうち1,000単語を同時に認識できる。MELAVISでは、利用者との対話で、認識する単語を対話の場面に応じて複数の認識単語辞書に分割しておき、対話に際して、この辞書を実時間で切り換えながら対話を進める (図2)。

認識を音声入力と並行して行い、発生終了と同時に認識結果が得られるため、実時間 (0.5秒以内) で応答音声を開始でき、自然な対話を実現できる。

話者は一般の利用者 (不特定多数) であり、発声形式は単語での発声 (離散発声) である。ただし、金額、個数などの入力を想定し、日常話すようにけた (桁) 付き、単位付き (例えば、〇万〇千〇百〇十円) の連続発声の認識も可能である。

(2) 音声応答機能

音声応答は、録音した音声を利用する編集合成方式を使用し、 μ law符号化方式でデータ圧縮してMELAVIS内蔵の1Gバイト固定ディスク装置に保存し、音声応答時に伸張して出力する。応答音声容量は標準で約15時間である。拡張固定ディスク装置を付加することで、応答音声の容量を増やすことができる。

(3) 電話制御機能

電話の機能として、利用者からかかってきた電話の

着信を検出する。また、施設の予約等において、後で確認をとるための発信も可能である。さらに利用者との対話で、利用者が音声とPB (押しボタン) のどちらでも選択できるように、音声とPBの同時認識が可能である。その他、利用者とMELAVISの対話を後日確認するための録音機能がある。

3. 音声認識とMELAVISの構成

3.1 音素片モデルによる音声認識

MELAVISでは、音声認識技術として音素片モデルを開発し、テキストによる認識辞書作成、電話音声の不特定話者認識、連続単語認識などを実現した。音素片とは、音声の一般的な基本単位である音素 (発音記号相当) よりも細かな音声の特徴を表す当社独自の基本単位である⁽²⁾。例えば“みつびし”という単語の読み“mitsubishi”は、音素及び音素片で図3のように表現される。“みつびし”には“i”という音素が3回現れるが、実際の音声では同じ“i”でもそれぞれ音響的には大きく異なる。これは音声前後の音素に影響を受けて変形するためであり、これを調音結合と呼ぶ。このため、音素を並べただけの方式では単語の音響的特徴を正確に表現することは難しく、高い認識率を得ることはできなかった。

これに対し音素片では、調音結合によって変形した部分を

認識単語辞書1 [機能名]	
「といあわせ」「ちゅーもん」「けんさく」 「よやく」「はっそー」…………… (1,000単語)	
認識単語辞書2 [店名]	
「よこはま」「かわさき」「かまくら」 「ふじさわ」「よこすか」…………… (1,000単語)	
	↓ ↓ ↓

- ①「機能は？」→認識単語辞書1
②「店名は？」→認識単語辞書2

図2. 対話と認識単語辞書

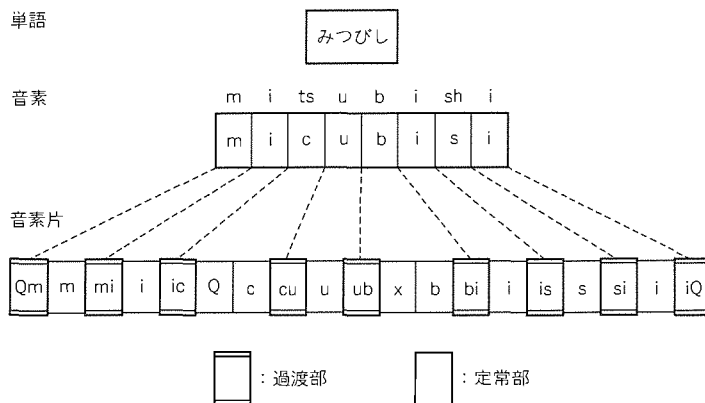


図3. 単語、音素、音素片

独立した音素片として表現でき、約300種類の音素片の組合せて、外来語を含む日本語すべてを表すことができる。これにより、テキストデータ(かな文字表記)で認識単語を指定して認識することが、初めて可能となった。それぞれの音素片は、音響的特徴量と継続時間長の統計量によってモデル化している。音素片モデルは、様々な電話回線のひずみ、雑音を含む多数の話者の発声した音声を学習しており、これらのばらつきをモデルに含んでいるため、変動に対して極めて頑健であり、電話回線を通した音声を高い精度で認識することができる。

また、この音素片モデルに基づく認識方式では、発声する単語の順番を示す構文規則を与えることにより、連続単語認識⁽¹⁾を実現しており、金額、電話番号などの連続した発声を認識することも可能である。また、発声途中の息継ぎや“えー”などの付帯語も構文規則の一つとして与えることができ、これらを含んだ発声も、単語と単語の間に前後の音素に依存した適当な音素片が挿入されることにより、正しく認識することができる。

3.2 MELAVISの構成

図4に、MELAVISのハードウェア(H/W)構成を示す。図に示すようにMELAVISは、システム制御カード、音声認識・応答カード、及び固定ディスク装置から構成されたV

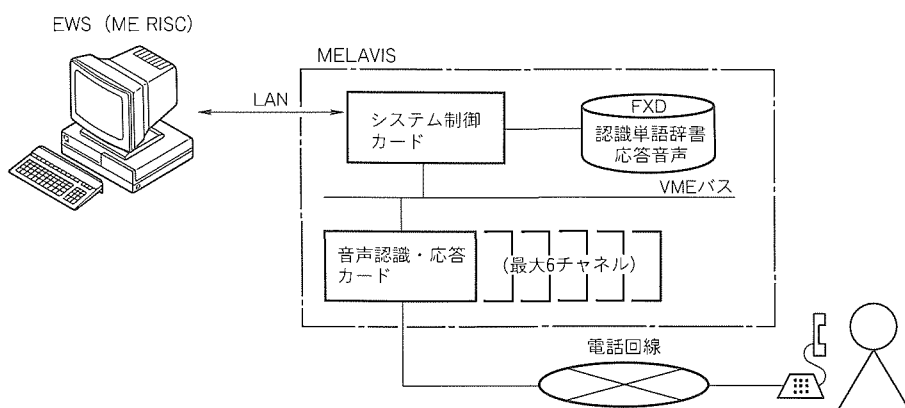


図4. MELAVISの構成

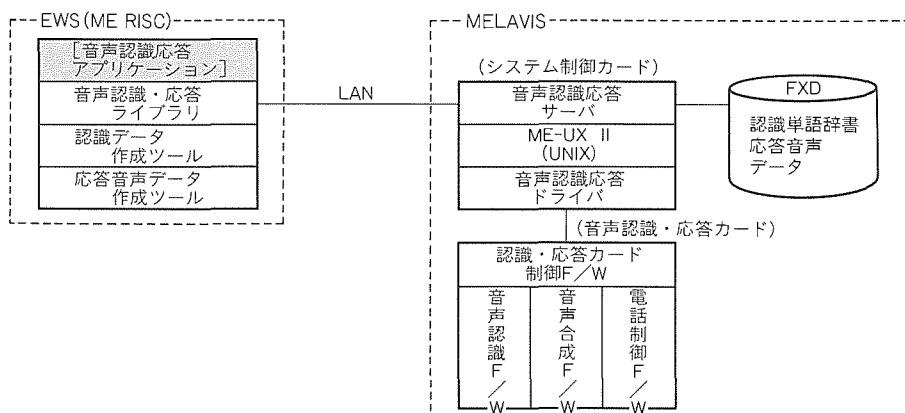


図5. S/W, F/Wの構成

ME (Versa Module Europe) バスベースのシステムである。固定ディスク装置には、音声認識に用いる単語辞書や音声合成用の音声データが格納されている。システム制御カードは、LAN I/Fを持ち、外部の計算機との交信と全体の制御を行うとともに、音声データを各音声認識・応答カードへ転送する。音声認識・応答カードは、それぞれ1チャンネルの電話回線I/Fを持ち、電話制御、音声認識と圧縮された音声のデコードを行う。1装置で最大6枚の音声認識・応答カードを内蔵することができ、独立して同時に動作させることができる。

(1) S/W, F/W (ファームウェア) 構成

図5にS/W, F/Wの構成を示す。図の中で、MELAVISはサーバとして動作し、アプリケーションプログラムが動作するマシン(クライアント)からの指示で音声認識・応答を行う。クライアントのアプリケーションプログラム開発のため、MELAVIS機能をC言語から呼び出すことのできる音声認識・応答ライブラリが用意されている。

システム制御カードは、最大6枚搭載される音声認識・応答カードが並行して実時間で音声の認識・応答ができるように制御し、利用者とMELAVISの対話に応じて、音声認識・応答カードに応答音声データと次の認識に必要な認識単語辞書を送る。

システム制御カードでは、基本オペレーティングシステム(OS)であるME-UX II (UNIX^(注1)) が動作している。基本OS上では、音声認識・応答カードを制御する音声認識・応答ドライバと、MELAVISを制御する音声認識・応答サーバが動作する。音声認識・応答ドライバは、各音声認識・応答カードの時間同期機構と、合成音声を読み出して音声認識・応答カードに転送する実時間制御機能を備えており、カード間でのリアルタイム同期音声データ転送を実現している。また、音声認識・応答カードの故障検出機能を備えており、障害の生じたカードをサーバ機能によってシステムから切り離すことができる。

音声認識・応答カードには、カード制御、音声認識、音声合成、電話制御の各F/Wが搭載されている。F/Wはダウンロードできるため、バージョンアップが簡単に行える。

(2) 音声認識・応答カードの構成

音声認識・応答カードのブロック図を図6に示す。音声認識・応答カードは、主として3個の汎用DSP (Digital Signal Processor) と1個のアナログI/F用IC、及びこれらを制御する1個のCPUから構成される。電話回線を通じて入力された利用者の音声の音響分析と、これに続く音素片を照合の単位とした音声認識処理を、3個のDSP #1～#3で実時間処理する。また、 μ law 符号化方式で圧縮された応答音声データを変換して、応答音声出力する処理、及び受信・発信・PBの認識など電話制御の処理を、音声認識処理と並行して、DSP #1で実時間で実行している。このようなF/Wの並列動作をさせるため、DSP及びCPUからアクセス可能なメモリを装備している。

4. 適用分野とシステム構成例

MELAVISは、現在人間が行っている電話対応の定型業務を自動化できるため、表2に示す広範な適用分野が考えられる。電話業務の代表的な用途の具体例について、以下に述べる。

4.1 問合せシステム

旅行案内、予約状況の確認、銀行の残高紹介など、最も自動化の要求の高い分野である。旅行案内を行う問合せシステムを一例として、システム構成例(図7)と、利用者とシステムの対話例(図8)を示す。システムの動作を以下に説明する。

- 利用者はシステムへ電話する。
- 電話は一般の電話回線を通してMELAVISに接続され、MELAVISから音声応答で問合せを開始する。
- 利用者が電話を通して入力した音声(海外旅行に必要な項目)は、MELAVISで音声認識され、LANを介してクライアントに認識データとして送られる。
- クライアントは、認識データにより、必要に応じてLANで接続されたデータベースサーバ又は通信サーバや広域ネットワークを経由して、本社ホスト計算機にアクセスし、データ(ツアーの空きやホテルの空き状況)を引き出す。
- クライアントは、予約状況を音声応答データとして、MELAVISに指示する。
- MELAVISは、指示に対応した応答音声を固定ディ

(注1) "UNIX"は、X/Open Company Ltd. がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

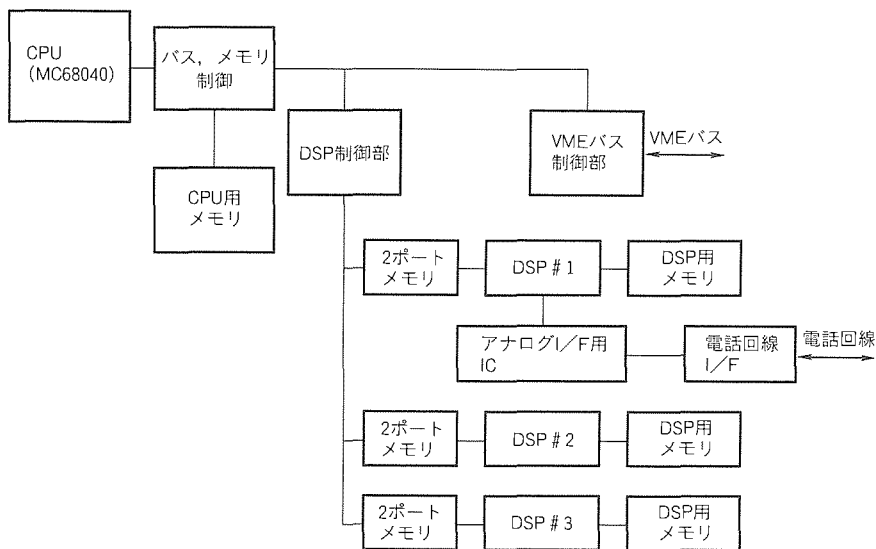


図6. 音声認識・応答カードのブロック図

表2. MELAVISの適用分野

製造・卸売業	商品の受発注、自動製品案内など
情報サービス業	チケット予約、興行案内、アンケート収集など
運輸・旅行サービス業	座席予約、旅行相談など
金融業	口座振込確認、残高照会、株価照会、保険相談など
公共機関	施設案内、防災連絡、各種相談
電力・ガス等	保守・点検システムなど

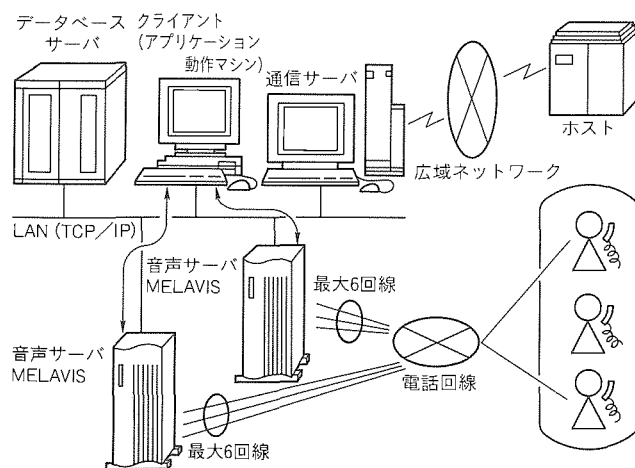


図7. 問合せのシステム構成例

スク装置から引き出し、利用者に応答する。

4.2 予約システム

問合せを発展させて、予約を行う業務に適用することもできる。予約においては、利用者の同定(確認)が必要である。そのため予約番号だけ通知して、後でその番号で料金を銀行に振り込んでもらったり、利用者の電話番号を聞いておき、後にシステムから電話をかけ予約内容を確認することで確実な運用ができる。また、利用者の音声は認識と同時に録音できるので、後で人間の係員が再生して、予約内容を確認することもできる。

4.3 通知システム

事故や災害の際の電話による関係者の呼出し、作業指示も MELAVIS に適した業務である。MELAVIS を用いることによって、これらの通知作業を確実かつ迅速に行うことができる。利用者の要求により、電話を他の利用者の電話に接続することも可能である。

5. システム構築支援環境

アプリケーションプログラム開発は ME RISC シリーズ上のシステム構築支援環境を使って行え、容易に音声認識応答システムを構築することができる。

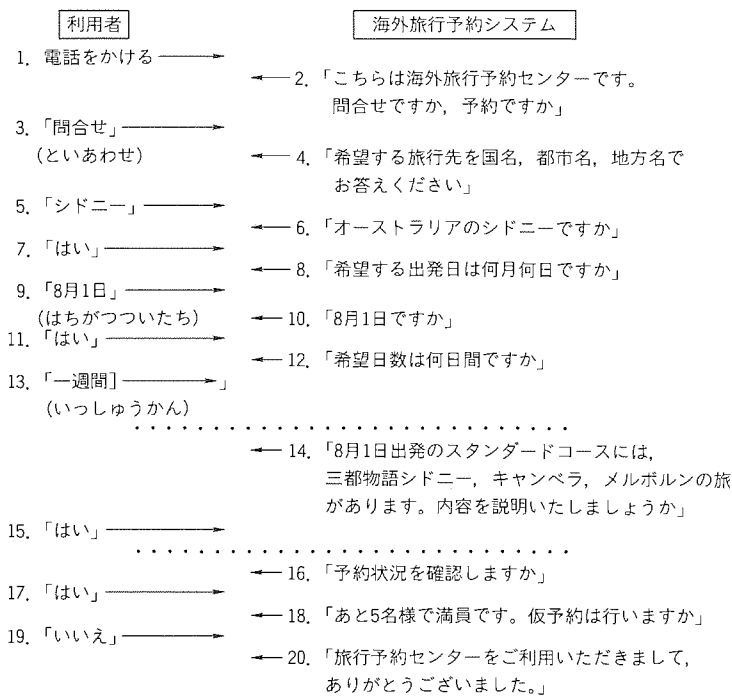


図 8. 利用者とシステムの対話例

アプリケーションプログラムの開発内容を以下に示す。

- アプリケーションプログラム (対話シーケンス、電話制御、データベースアクセス等) の作成
- 認識単語辞書の作成
- 応答音声の作成

以上のアプリケーションプログラム開発を行うためのシステム構築支援環境を図 9 に示す。

5.1 アプリケーションプログラム作成支援

クライアントマシンで動作するアプリケーションプログラムは、TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) を通じて音声認識応答サーバを制御するが、プログラム作成支援用に TCP/IP を意識することなく、音声認識応答サーバを制御できるライブラリを用意している。システム設計者は、利用者と MELAVIS の対話の流れを決めた後、このライブラリを用いて、効率良くプログラミングが行える。

音声認識応答ライブラリでは、C 言語ライブラリとして、

- 音声認識、音声応答
- 電話の発信・受信、プッシュボタン認識などの電話制御
- MELAVIS の立上げや状態監視など

を行う関数を提供している。

5.2 認識単語辞書作成支援

MELAVIS では、認識する単語をテキストデータで登録することができる。単語辞書作成の手順を図 10 に示す。

作成の手順は以下のとおりである。

- テキストエディタで、認識対象とする単語の読みと番号を入力し、単語ファイルを作成する。

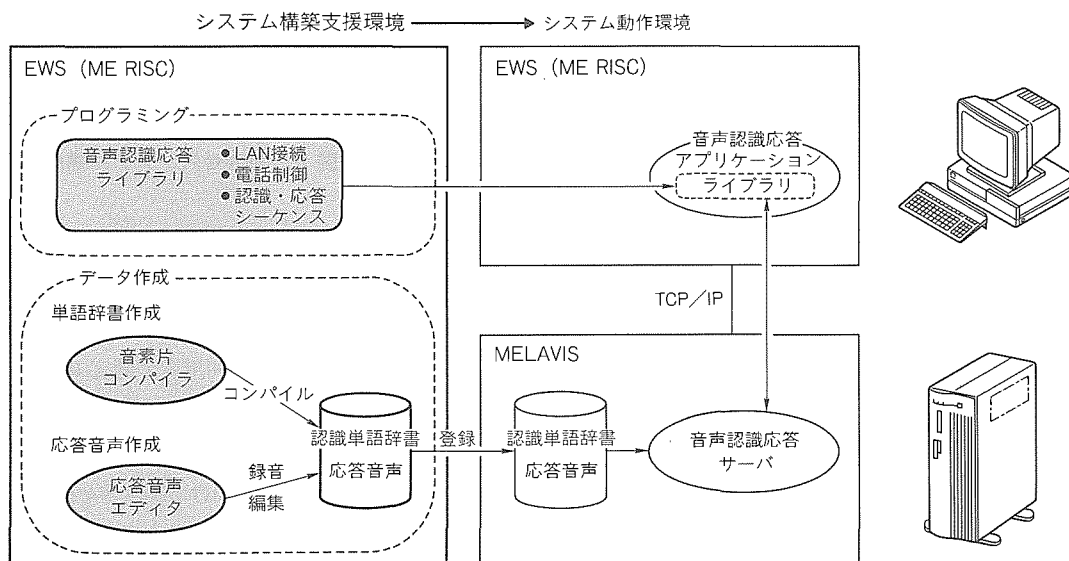


図 9. システム構築支援環境

- 音素片コンパイラでコンパイルし、認識単語辞書を生成する。
- 認識単語辞書を MELAVIS に転送し、登録する。

また、認識単語辞書作成においては、以下の支援を行っている。

(1) 類似した単語の検出

認識対象が大語彙になると、発声の似た単語が認識単語辞書に含まれやすく誤認識の原因になるが、辞書の作成時に人手で発見することが困難な場合が多い。例えば、都市名で“富士”“宇治”“久慈”という単語が同じ認識単語辞書に登録されている場合に、検出することができ、システム設計者は、別の認識単語辞書に分割登録するなどの対策により、誤認識されないようにシステムを構成できる。

(2) 読みの記述誤りを検出

かな文字の記述として、例えば“南陽”は“なんよう”だが、発声は“なんよー”に近く、辞書の作成は“なんよう”でなく“なんよー”で行う方が誤認識が少ない。こうした記述の誤り（警告）をサポートツールで検出する。ただし、記述したとおり読む場合もあることを想定し、システム設計者自身が検出結果を見て訂正できる。

(3) 辞書は階層的に構成可能

システム設計者は、利用者と MELAVIS の対話の各場面に応じた認識単語辞書を作成する。このとき辞書は階層的に構成できるので、繰返し共通的に使用する単語を、すべての辞書に含めておく必要がなく、効率良く辞書を作成できる。

5.3 応答音声作成支援

GUI 操作の応答音声エディタ (ME RISC 上) で録音・編集を行い、応答音声を作成できる。作成の手順を図 11 に示す。

作成の手順は以下のとおりである。

- マイクで発声した音声を録音する。
- 録音した音声を聞き、画面上で音声波形を見ながら、音声データを分割・編集する。
- 簡単なマウス操作で、音声の大きさ（レベル）、高さ

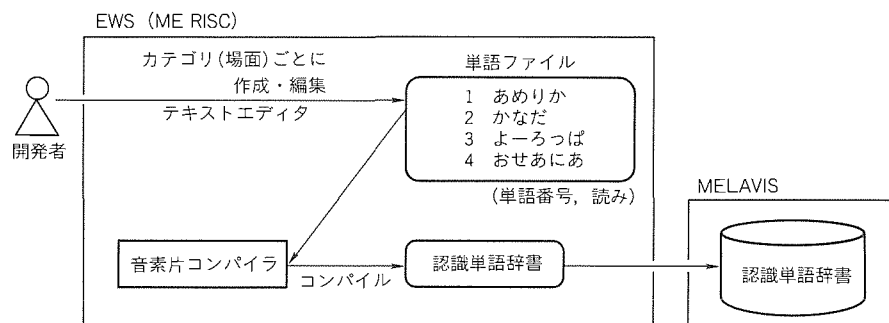


図10. 認識単語辞書の作成手順

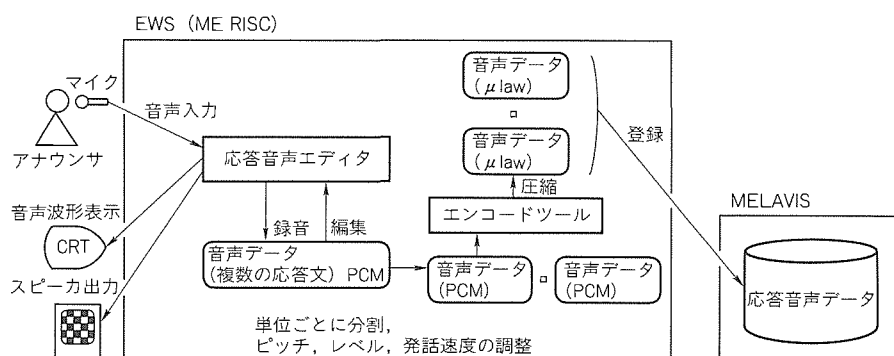


図11. 応答音声の作成手順

（ピッチ）、長さ（発話速度）の調節が可能である。

- PCM 形式の音声データを μlaw 形式に圧縮して、MELAVIS に登録する。

6. む す び

電話回線を通して入力された不特定話者の音声を認識し、応答する音声認識応答装置 MELAVIS の概要を紹介した。

MELAVIS は、電話の世界とコンピュータの世界を融合し、新しいビジネスと新しいサービスを創造できる。こうした新市場を開拓して、MELAVIS を利用した新しいソリューションを提供するとともに、情報システムビジネスの規模拡大を行う。

参 考 文 献

- (1) 岩崎知弘、中島邦男：音素片 HMM を用いた不特定話者連続音声認識システム，日本音響学会平成4年度春季研究発表会講演論文集，1-P-7，117～118（1992）
- (2) 阿部芳春、中島邦男：コンテキスト付与擬音韻を用いる大語彙単語認識，日本音響学会昭和59年度春季研究発表会講演論文集，1-3-11，69～70（1984）

経路案内付きカーナビゲーションシステム

速水勝朗* 後藤博文* 嵯峨征雄** 横内一浩* 谷 正紀** 伊藤久嗣*

1. ま え が き

近年、カーナビゲーションシステムが急速に普及し始めている。この急速な普及の理由としては、現代社会において自動車移動手段として非常に重要であるという社会的なニーズ、エレクトロニクスの急速な発展に伴うナビゲーションシステムの低価格化、そして、ナビゲーションシステムの本質ともいべき誘導機能などの高機能化が進んだことによるものと考えられる。今後は更に高機能化(多機能化)が進むと思われるが、高機能化によって複雑にならないように操作性・視認性の確保が重要になると考える。

そこで今回、新方式のルート案内機能を備えたナビゲーションシステムを開発したので紹介する。

なお、このシステムは三菱自動車工業(株)との共同開発によるもので、“新型ダイヤモンド”に搭載されたものである。

2. 開発の背景

2.1 ナビゲーションシステムの歴史

ナビゲーションシステムの性能・機能が発展してきた歴史を振り返ると、幾つかの技術革新がなされてきたことが分かる⁽¹⁾⁽²⁾。図1にナビゲーションシステムの歴史を示し、下記に各段階の技術革新内容を示す。

第1段階：自車位置表示

第2段階：地図のデジタル化

……CD-ROM

第3段階：ロケーション精度の向上

……マップマッチング

GPS^(注1)

第4段階：高機能化と低価格化

……自動ルート計算

交差点案内図表示

音声誘導

音声認識

第5段階：交通情報対応

……渋滞規制情報表示

動的探索

第1段階から第2段階の技術革新は、透明の

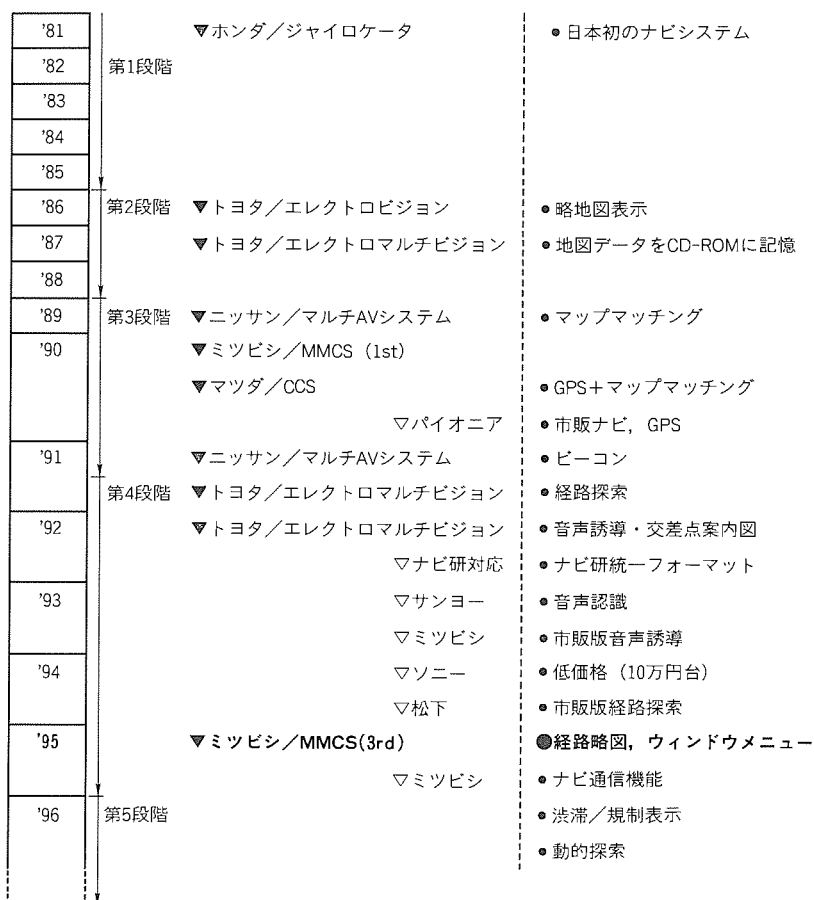


図1. ナビゲーションシステムの歴史

(注1) “GPS”は、アメリカ国防総省が運用している全地球測位システム(Global Positioning System)

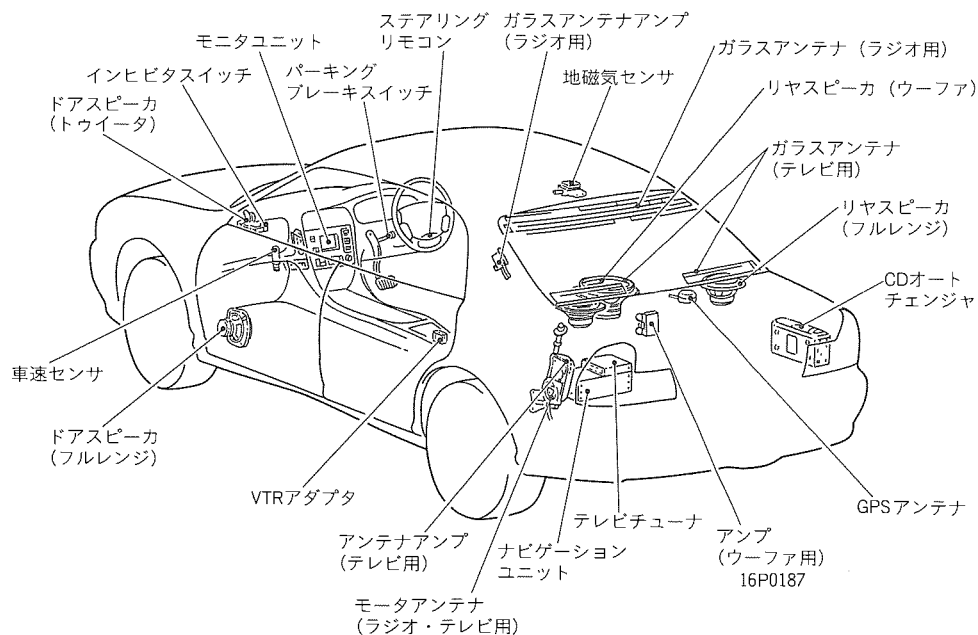


図 2. システム構成ユニットの車両搭載レイアウト

は大きく拡大された。

そして今後の第5段階では、インフラの整備によって本格的に交通情報に対応したシステムへと発展していくと考える。

2.2 開発のねらい

(1) 分かりやすいルート案内

地理不案内な場所でも、目的地までのルートを的確に分かりやすく提供する。

(2) 高精度のロケーション

地磁気の乱れやすい場所やビルの谷間、トンネル等のGPS測位しにくい場所、また道路密度の高い市街地域でも常に精度の高いロケーションを実現する。

(3) 視認性の高い地図表示

詳細図から広域図まで一画面に表示される地図の適正な情報量の設定と、ナビゲーションシステムに必要な文字・記号・背景・道路の地図表示を行う。

(4) 高度のヒューマンインタフェース

ドライバの運転操作を煩わせることのないナビゲーション情報の表示と、操作回数の低減などの操作性の向上を実現する。

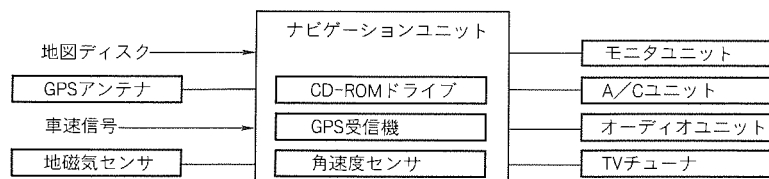


図 3. システムのブロック図

表 1. LCDの仕様

ディスプレイサイズ	6インチ (有効画面 5.6インチ)
駆動方式	アクティブマトリックス
ドットピッチ (mm)	(水平)0.158×(垂直)0.365
画素数 (ドット)	(水平)720×(垂直)234
画素配列	デルタ配列

(1) LCD

表示画面として6インチのLCD(カラーディスプレイ)を使用し、ディスプレイ前面にはライトコントロールフィルタを備えた。ライトコントロールフィルタには表面に防眩(眩)処理が施してあり、上下方向への画像光の拡散を防止し、画像の窓映りや外光の反射を防止している。LCDの仕様を表1に示す。

(2) ハードスイッチ

ハードスイッチは、三つのファンクションに分類し、それぞれ集中させて機能的にレイアウトした。図4に、ハードスイッチのレイアウトを示す。

ディスプレイの左側にナビゲーション関係のスイッチ、ディスプレイの右側にエアコン関係のスイッチ、ディスプレイの下側にオーディオとTV関係のスイッチをレイアウトした。

(3) 赤外線タッチスイッチ

3. システムの構成

今回開発したナビゲーションシステムを構成するユニット(部品)の車両搭載レイアウトを図2に、システムのブロック図を図3に示す。

3.1 モニタユニット

モニタユニットはLCD(Liquid Crystal Display:液晶ディスプレイ)、ハードスイッチ、赤外線タッチスイッチで構成されている。

LCD画面の周囲に発光素子と受光素子を配置しており、指でLCD画面表面を触ったときに遮断された赤外線ラインから座標を計算し、モニタユニットコントロール部へその座標情報を伝達する。

受光素子はフォトランジスタを、発光素子は赤外線素子を使用し、画面の上下に14個、左右に10個ずつが対になるように配置している。

3.2 ナビゲーションユニット

ナビゲーションユニットは、表示制御部・演算処理部・センサ処理部・CDデコーダ部・CDドライブ・GPS受信機で構成されている。図5に、ナビゲーションユニットのブロック図を示す。

(1) 表示制御部

表示制御部は、①地図画面、AV等の操作画面の表示、②ユーザとのヒューマンインタフェースの制御、③CD-ROMデータの読取り制御、④誘導音声の出力制御を行うものである。

(2) 演算処理部

演算処理部は、ロケーション・経路探索・経路誘導の演算処理を行うものである。

(3) センサ処理部

センサ処理部は、地磁気センサ、角速度センサ、車速センサからの車速信号、そしてGPS受信機からの受信データの処理を行うものである。

(4) 角速度センサ

車両の進行方向を計算するために、地磁気センサの信号と合わせて車両の旋回角速度を積分して旋回角度を求める方式とした。角速度センサとして、比較的コストで検出精度の高い正三角形音片型振動ジャイロを採用した。

(5) CDデコーダ部

CDデコーダ部は、表示制御部の指示に基づき、CD-ROMドライブの制御、及びCDフォーマットからCD-ROMフォーマット(モード1)への復調を行うものである。

(6) CD-ROMドライブ

CD-ROMドライブは、このナビゲーションシステムに必要な情報を記録したCD-ROMから情報を読み取るもので、ナビ専用のドライブである。

(7) GPS受信機

車両の現在位置を演算するために、GPS衛星による常時軌道信号と信号発信時刻を受信する。なお、GPSアンテナは車室内のリヤシエルフ中央部に設置した。

3.3 地磁気センサ

地磁気から車両の進行方向を検出するセンサで、このシステムでは、環状の強磁性体コイル、車両前後方向磁気検出コイル、及び車両左右方向磁気検出コイルが巻き付けられたフラックスゲート型を採用した。取付位置は、車両から発生する磁気の影響が少なく、また地磁気の安定したルーフ後方内側とした。

3.4 AV、エアコンユニット

このシステムでは、ナビゲーション機能の表示以外に、オーディオ・テレビ・エアコンの状態表示とコントロールをするために各々のユニットと接続している。

(1) オーディオユニット

最大10局のオートメモリ可能なAM/FM受信、ランダム再生可能な10連奏のCDチェンジャの再生、曲先頭サーチ可能なカセットテープ再生、音質調整等の機能を持っている。オーディオユニットからの情報によって、これらの再生状態の画面表示、及びモニタに表示されるスイッチで操作が可能である。

(2) TVチューナ

オートサーチによるVHF、UHF合わせて最大10局のメモリ機能、映像調整機能を持っている。TVユニットからの情報によって、選局チャンネルの表示、及びモニタに表示されるスイッチで選局等の操作が可能である。

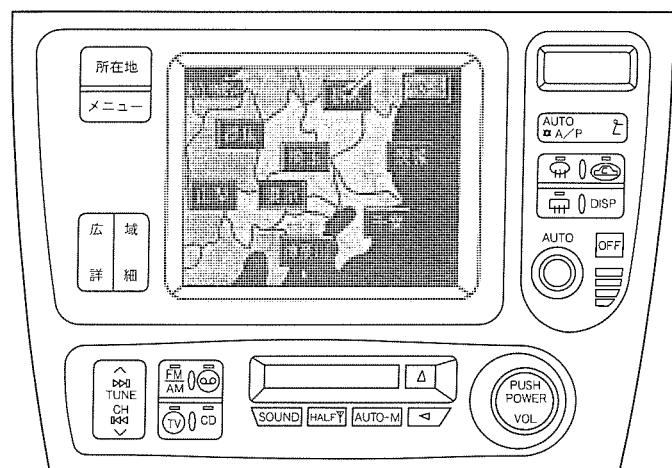


図4. ハードスイッチのレイアウト

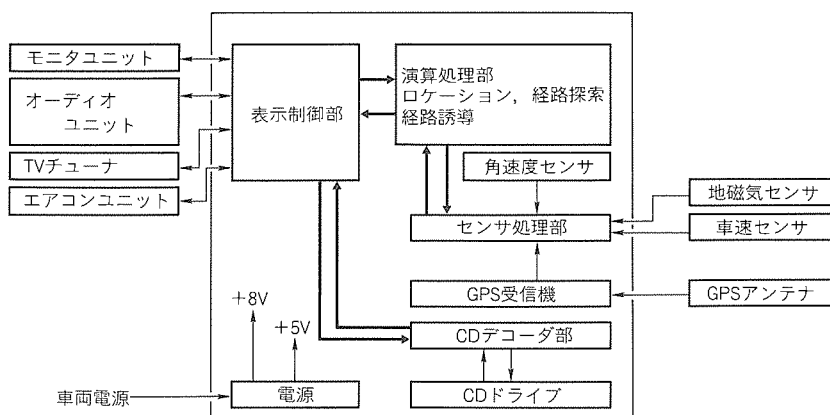


図5. ナビゲーションユニットのブロック図

(3) エアコンユニット

風量制御機能・吹出し口変更機能・ゆらぎ制御機能などを持つフルオートエアコンで、エアコンユニットからの情報によって上記状態の表示・操作が可能である。

4. ナビゲーションシステムの機能

4.1 ロケーション

地磁気センサ・ジャイロセンサ・車速センサからの信号、及びGPS受信機からの情報で車両の走行軌跡を求め、道路ネットワークデータと照合して自車位置の演算を行う。

4.2 地図表示

(1) 地図表示縮尺

表示できる地図の縮尺は、1/1.25万～1/640万の7段階である。表2に地図表示縮尺一覧を示す。

なお、1/1.25万、及び1/2.5万スケールの詳細地図は都市部のみで、日本全土の約50%をカバーする。

(2) 季節地図表示

梅、桜、紅葉、しょうぶ(菖蒲)、ふじ(藤)、展望の開けた海、初冠雪の記号を、季節に応じて期間限定で表示する。図6に季節地図の画面を示す。

(3) 2画面表示

異なる縮尺の地図を同時に見るために画面を左右に分割し、画面左側に親画面を、画面右側に子画面を表示する。親画面・子画面の縮尺は、それぞれ独立して縮尺変更を可能とした。図7に2画面表示の画面を示す。

(4) ヘディングアップ表示

ナビゲーションの状況に応じた使い方を可能にするため、真北を上にした地図の表示と車両の進行方位を上にした地図の切り換えができる。ヘディングアップ表示時の地図回転は無段階で行う。

4.3 経路誘導、ヒューマンインタフェース

(1) 経路探索

目的地までのルートを案内するためには、車両の現在位置から目的地までの経路探索が必要で、経路探索を行うには、目的地の設定と探索条件の設定を行うことになる。

目的地の設定方法は、①住所を検索して設定、②登録地を選んで設定、③施設を検索して設定、④電話番号を入力して設定、⑤前回の目的地で設定、⑥周辺施設を検索して設定、⑦地図の縮尺変更/スクロールによって設定、⑧高速道路略図から設定の8種類がある。

探索条件の設定は、有料道路を

優先する/しないと、経由地の設定をする/しないの2種類があり、経由地の設定も目的地の設定と同様に8種類の方法がある。目的地設定から探索終了までの画面遷移を図8に示す。

(2) ヒューマンインタフェース

このシステムでは、目的地設定・経路探索などの使用頻度の高い操作が地図を見ながら可能となるように、ウィンドウメニュー方式とした。

ウィンドウメニューの特長としては、

- (a) 現在地地図を見ながらの設定が可能
- (b) メニューを表示したままで縮尺変更及びスクロールが可能
- (c) 機能別グルーピングと操作の優先順位によるスイッチ配置
- (d) 選択/非選択、有効/無効が理解しやすいスイッチデザイン

である。このウィンドウメニューを採用することで、大幅に操作性を向上することができた。

(3) 誘導経路の表示

誘導経路の表示は、誘導対象の道路が他の道路と識別できるように、誘導対象の道路線上に複数の誘導経路マークを重ねて表示する。誘導経路マークは、三角形で表現し、三角形の向きが誘導経路の向きを表す。図9に誘導経路表示画面を示す。

また、出発地から目的地までの全ルートが確認できるように全ルート図の表示を可能とし、この際の誘導経路は赤色の太線による強調表示とした。図10に全ルート画面を示す。

(4) 交差点案内図と音声ガイド⁽⁵⁾

誘導経路上を走行すると、誘導経路上の右折・左折交差点、高速道路入口などの分岐点手前で交差点案内図を表示すると同時に、右折・左折などの案内を音声で報知する。図11に交差点案内図の例を示す。この場合、“間もなく左方向で

表2. 地図表示縮尺一覧

縮尺	1/1.25万	1/2.5万	1/5万	1/10万	1/40万	1/160万	1/640万
スケール表示	100m	250m	500m	1km	4km	15km	60km

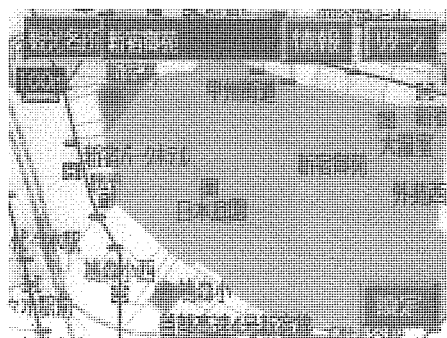


図6. 季節地図の画面

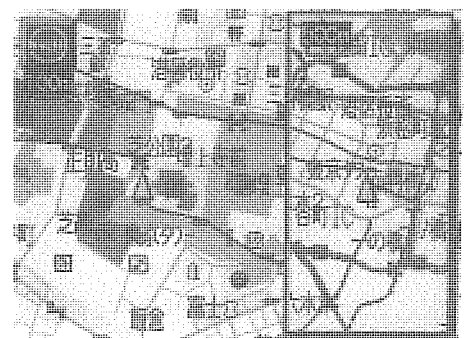


図7. 2画面表示の画面

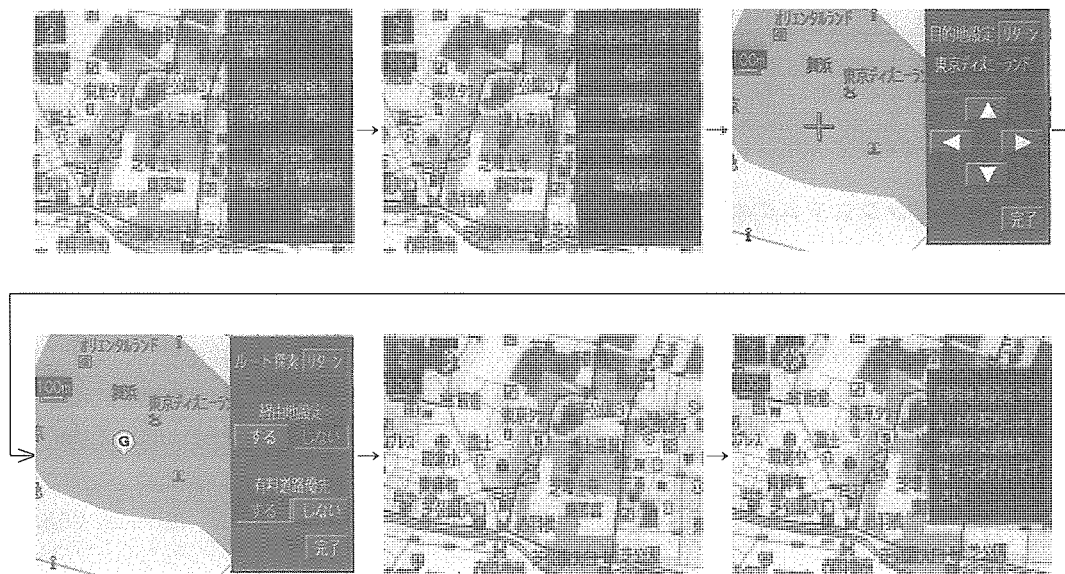


図8. 目的地設定から探索終了までの画面遷移

す。”と案内することになる。

このシステムの交差点案内図の特長は、

- (a) 案内対象交差点の交差点名称表示
- (b) 案内対象交差点付近にある信号機等のランドマーク表示
- (c) 路線番号の表示
- (d) 地先名称の表示
- (e) 地図と重ねて表示し、地図

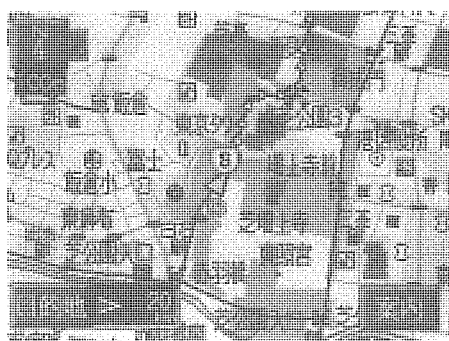


図9. 誘導経路表示画面

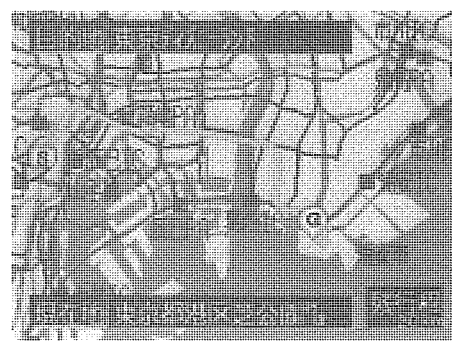


図10. 全ルート画面

上の交差点に交差点マークをブリンク表示である。

また、音声ガイドは、交差点手前だけではなく、ドライバーが余裕を持って走行できるように、1～3km手前でも行うものとした。表3に音声内容と出力タイミングを示す。

なお、交差点案内図+音声の出力タイミングは、案内対象交差点流入速度によって変わる。

(5) 経路略図

経路略図は、誘導経路の概略をあらかじめドライバーに提供することを目的とした図で、基本的に出発地から目的地までの交差点案内図をまとめた図である。

経路略図の機能としては、

- (a) 案内対象交差点の交差点名称表示
 - (b) 案内対象交差点付近にある信号機等のランドマーク表示
 - (c) 路線番号の表示
 - (d) 地先名称の表示
 - (e) 自車位置表示、及び移動に伴う自動ページ送り
- がある。図12に経路略図の例を示す。

(6) 高速道路略図

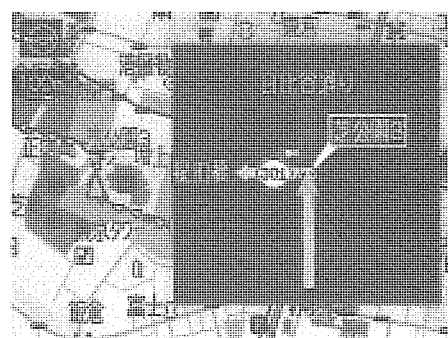


図11. 交差点案内図

高速道路略図は、高速道路走行時の便宜を図るもので、高速道路のネットワーク、IC、JCT、SA、PAの位置関係をデフォルメして表示した図である。

高速道路略図の機能としては、

- (a) 自車位置表示、及び移動に伴う自動スクロール
- (b) 高速道路の誘導経路表示(黄色の線で表示)
- (c) IC、JCT、SA、PAスイッチ操作による付近の地図、及び案内情報表示

がある。図13に高速道路略図の画面を、図14にSAの案内

表3. 音声内容と出力タイミング

案内対象		交差点案内図 + 音声	音声のみ	音声内容
右折・左折交差点		200～300m手前	1km手前	間もなく(およそ1キロ先) 左(右)方向です
高速道路分岐点		500～800m手前	3km手前	間もなく(およそ3キロ先) 分岐点を左(右)方向です
高速道路入口		200～300m手前	1km手前	間もなく(およそ1キロ先) 高速入口へ左(右)方向です
高速道路出口		500～800m手前	3km手前	間もなく(およそ3キロ先) 高速出口へ左(右)方向です
目的地	一般道路	200～300m手前 案内図表示なし	1km手前	間もなく(およそ1キロ先) 目的地周辺です
	高速道路	500～800m手前 案内図表示なし	3km手前	間もなく(およそ3キロ先) 目的地周辺です
経由地 フェリー港周辺	一般道路	200～300m手前	1km手前	間もなく(およそ1キロ先) 経由地周辺です
	高速道路	500～800m手前	3km手前	間もなく(およそ3キロ先) 経由地周辺です

情報画面を示す。

5. む す び

今回紹介したナビゲーションシステムでは、目的地の設定と探索の条件さえ設定すれば、目的地までの推奨ルートを分かりやすく的確に誘導できるシステムを構築できたと考える。ただし、ここでいう推奨ルートとは、あくまで静的な情報に基づいて探索した結果であり、昨今の道路事情から考えると、決して最良でない場合がある。今後、VICS^(注2)等のインフラの整備に伴い、渋滞/規制などの交通情報、つまり動的情報を利用した動的探索による推奨ルートをドライバに提供できるシステムの開発を進めなければならない。

今後、ナビゲーションシステムのなお一層の普及のために、交通情報への対応を進めると同時に、低コスト化と、より高機能でかつ分かりやすいシステムの開発を進める。

参 考 文 献

- (1) 田中正晴：自動車用ナビゲーションシステム，経路誘導の精度が一段と向上，日経エレクトロニクス，No.623，133～144（1994-12-5）
- (2) 両角岳彦，大橋 敦，三島 勉：究極のナビゲーションシステムを求めて，Motor Fan，47，No.2，69～97（1993）

(注2) “VICS”は，郵政省，建設省，警察庁で開発を進めている道路交通情報システム (Vehicle Information and Communication System)

- (3) 平田誠一郎，横内一浩：車載用GPS型ナビゲーションシステム，三菱電機技報，61，No.8，669～672（1987）
- (4) 上田文夫，播口正雄，野田博司，横内一浩，清水 修：車載ナビゲーション用位置検出技術，三菱電機技報，64，No.9，782～785（1990）
- (5) 井手野宏昭，梅津正春，水谷芳禎，井上 颯：出会いの誘導とナビゲーション，Human Interface，6，319～324（1991）

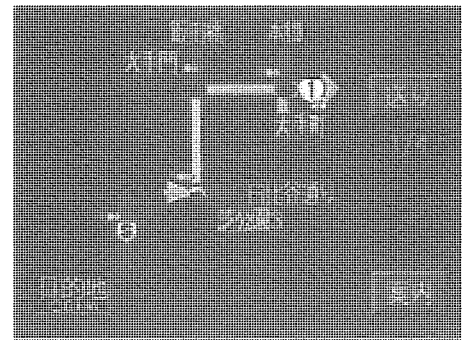


図12. 経路略図

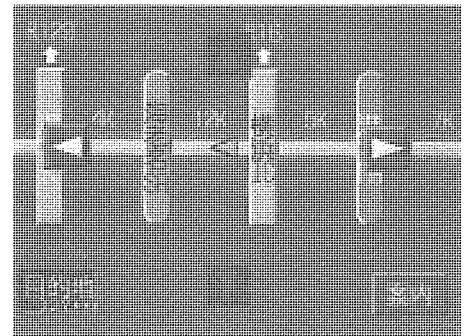


図13. 高速道路略図



図14. SAの案内情報画面

カーナビゲーション用経路案内技術

井手野宏昭* 梅津正春** 水谷芳禎* 岡崎勝次** 柿谷孝至* 前川正一***

1. ま え が き

経路案内は、“ナビゲーション”の本来の意味から考えても、その最も基本的かつ重要な機能である。今回、三菱自動車工業(株)と三菱電機(株)が共同開発したナビゲーションシステムの開発コンセプトの一つは、この基本機能の徹底追求であった。

経路案内機能は大別して、目的地までの最適経路を計算する“経路探索機能”と、探索された経路に沿ってドライバに案内情報を提供する“経路誘導機能”とから成り立つ。

経路探索に要求される要件は、①すばやい経路計算、②得られる経路の質、③使用状況に適応した探索モード、などである。

一方、経路誘導機能に対しては、案内情報が適切なタイミングで分かりやすく提供されることが求められる。特に、情報の分かりやすさは、運転中のドライバが使用するナビゲーションシステムにとっては、安全面への配慮から極めて重要な要素といえる。

以下に、上記のような点を念頭に開発した経路探索方式、経路誘導方式の概要を述べる。

2. 経路探索方式

2.1 階層地図

経路探索は、大都市中心部の道路密度が高い地域を除き、基本的には日本デジタル道路地図協会の道路地図データベースで、基本道路と呼ばれる幅員5.5m以上の道路を対象として行う。この道路網を1平面のネットワークで表現するのはメモリ量と計算時間の点から非現実的なので、図1のような

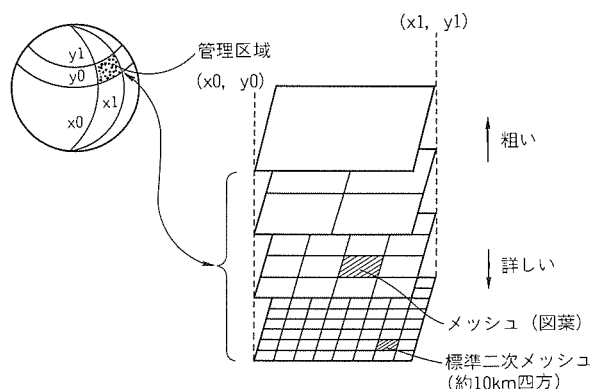


図1. 階層地図

階層地図を構成し、計算に使用した。

最上層は高速道路、都市高速道路、一級国道などからなる重要幹線ネットワークであり、下層に移るに従ってより詳細な道路網となる。最下層には一般都道府県道、幅員13m以上のその他の道路のほか、幅員5.5m以上のその他の道路を、独自調査した車線数データなどと併用して、可能な限り採択した。また、ゴルフ場、主要駅への取付け道路も、道路の種類にかかわらず採択した。

2.2 経路探索アルゴリズム

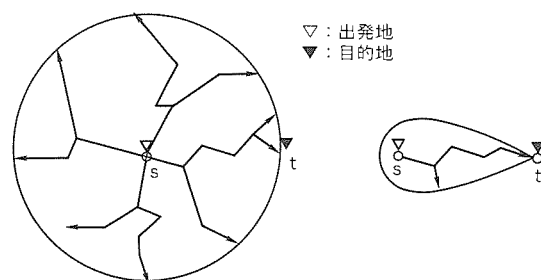
経路探索アルゴリズムは、ノードとリンクで構成されるネットワークの最短路問題として、計算幾何学の分野で古くから研究されている⁽¹⁾。今回経路探索の基礎として用いたのは、ダイクストラ法⁽²⁾とA*法⁽³⁾である。いずれも、グラフ探索の手法としてよく知られたものである。ダイクストラ法では評価コストの計算が出発地から同心円上に展開されるのに対し、A*法では出発地と目的地の方向性を算入するので、目的地への到達の可能性が高いネットワークが優先的に展開される(図2)。

したがって、特定の目的地へ向かう探索では、A*法の方が一般的に探索木の広がりが小さく、早く計算が終了するといえる。一方ダイクストラ法は、目的地を設定しなくても探索木の展開が可能である。今回、この二つの手法の特性を生かし、両者を組み合わせて計算時間の高速化を図った。

経路探索の手順はおおむね次の3段階に分かれる(図3)。

(1) 出発地側全方面探索

現在位置を出発地として、各階層における周辺の幹線道路までの最適経路を、ダイクストラ法を用いて計算する。幹線道路まで探索木が展開されたとき、そこまでの評価コストを全方面終端コストとして、いったんバッファに登録する。各



(a) ダイクストラ法

(b) A*法

図2. 探索空間の広がり

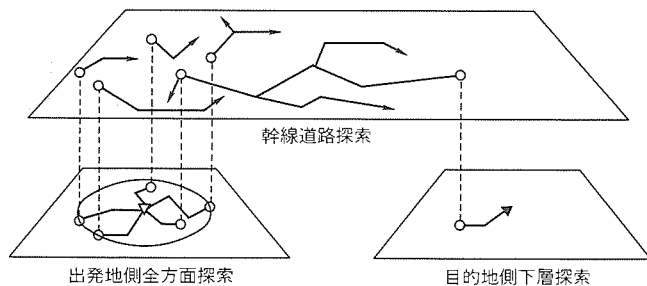


図 3. 階層探索の手順

階層に対してあらかじめ設定した距離範囲に存在する複数の幹線道路について各々全方面終端コストを求め、次の幹線探索に引き渡す。

この処理はユーザが経路探索を行わないときもバックグラウンドで周期的に起動され、その結果をセーブしている。したがって、実際に目的地が設定されて経路探索が起動されたとき、出発地リンクや評価コストの算出係数がバックグラウンド探索時のものと一致すれば、セーブされた探索結果を用いて直ちに次の幹線探索に入ることができ、探索時間の短縮を図ることができる。

(2) 幹線探索

出発地と目的地の距離に応じて選定した階層地図のネットワーク上で、目的地に近い幹線目的地を決定し、出発地側全方面探索で得られた全方面終端コストを引き継いで、幹線目的地に向かう最適経路を探索する。この探索には A^* 法を用いる。出発地側全方面探索で得られた複数の経路のうち、継続する幹線探索経路と合わせた評価コストが最小となるものが、最適経路として生き残る。

(3) 目的地側下層探索

目的地と幹線目的地を結ぶ経路を、幹線探索に用いた地図より下層の、詳細なネットワークを用いて探索する。この探索にも A^* 法を用いる。この目的地側下層探索経路、出発地側全方面探索経路、幹線探索経路を結合して全経路が得られる。

2.3 探索の評価コスト

探索の評価コストとなるのは基本的にはリンク長（距離）であるが、実用的な意味で質の良い経路を得るためには、以下に示すようなリンク長以外の様々な道路属性を評価コストとして算入していく必要がある。

- 道路種別（有料／無料）
- 道路幅員
- 右左折回数
- リンク種別（本線、側道など）

有料／無料の区分に対するコスト配分は、ユーザの探索モード設定に応じて切り換える。道路幅員・右左折回数などは、距離最短ではなく、ドライバが運転しやすい経路を選定することを意図して与えるコストである。同様の意味で、フェリー航路に与えるコストや、短距離の無意味な有料道路利用を

表 1. 経路探索のオプション機能

項 目	機 能
経由地設定	目的地までの通過点を指定
優先道路変更	有料道路を使用する／しない
再 探 索	経路を外れたときワンタッチで再計算
迂 回 探 索	旧経路を回避するルート进行計算

回避するためのコストもある。

2.4 探索モード

ユーザ操作可能な探索モードは、表 1 のとおりである。経由地が設定されると、現在地から経由地までの探索と経由地から目的地までの探索が続けて実行され、これを接続した経路が得られる。再探索は、計算済みの経路から外れたとき操作可能となり、目的地までの経路を探索し直す。未通過の経由地があるときはこれを用い、通過済みの経由地は無視して探索する。う（迂）回探索は、計算済みの経路上にいるときに操作可能で、経路前方約 10 km の目標地点に対して、旧経路を回避する探索を行う。

3. 経路誘導方式

3.1 略図利用のアプローチ

位置検出し経路探索した結果が最終的に経路案内情報としてドライバに伝達されることによって、その目標を達成する。その意味で、経路誘導技術はヒューマンインタフェース技術の側面を持っている。特にナビゲーションシステムでは、表示装置のサイズや設置場所の制限などの空間的制約、運転しながらの情報獲得による二重作業の制約という固有の制約、に十分配慮した注意深い設計が求められる。

一般にユーザがシステムからの情報を受容するプロセスには、表示された文字・図形の大きさ、形状、色、視認位置などがかわる情報の形状的理解の段階と、獲得した情報が何であるかを知識を参照して解釈する意味的理解の段階があると考えられる⁽⁴⁾。ナビゲーションシステムは、地理情報の理解という高次の知的作業を伴う機器である。したがって、そのヒューマンインタフェースファクタとしては、形状的理解にかかわる人間工学的要因はもちろんのこと、これまでの車載機器にない認知的要因が大きな比重を持つと考えなくてはならない。

地図情報の意味的な理解に深くかわるのが認知地図である⁽⁵⁾⁽⁶⁾。認知地図とは、トリップの体験、二次的学習などによって得られた地理空間に関する知識の表象である。ナビゲーションシステムを利用することは、地図等の形態で与えられた地理情報を認知し、行動の目標に応じて解釈してユーザの認知地図に組み入れた後、これを再利用するプロセスであると考えられる（図 4）。

ここでいう行動の目標とは、“特定の目的地に到達する。”という明確な目標もあれば、“周辺にある適当な休憩場所を

見付ける。”という漠然とした目標もある。また“目的地に到達する。”という上位目標に対し、“システムが提示する経路をたどる。”ことが下位の行動目標となることもある。いずれにしても、ユーザがナビゲーションシステムから提示される情報を受容するときには、少なくとも暗黙のうちに目標が設定されているはずであり、この“目標のフィルタ”を通して情報の選択抽出が行われ、認知地図に適合させるための変形がなされると考えられる。

略地図とは、正にこの目的に応じた情報の選択抽出・変形が施された地図の態様である。従来の地図中心のナビゲーションシステムがこの情報抽出・変形のプロセスを主としてユーザ側に負わせているのに対し、その一部をシステム側が担うことによってユーザのメンタルな負荷を軽減しようとするのが、この報告で述べる略地図利用のアプローチであるといえる。

今回のシステムでは、以下に示す3種類の略図を用いている。

(1) 経路デフォルメ図

経路全体の概要を認識できる特徴的な情報が、複数枚の略図で表現されている。この略図は、経路探索が終了した後、車載システム上で自動生成される。

(2) 交差点デフォルメ図

交差点の特徴的な情報が表現されている。この略図も車載システム上で自動生成され、右折・左折地点や分岐点における経路指示に使用される。

(3) 高速道路デフォルメ図

高速道路デフォルメ図は、あらかじめディジタル化してCD-ROMに格納されたデータを用いて表示する。略図上に経路、自転車位置を表示するほか、略図内のインタチェンジ、サービスエリアなどの表示セグメントを選択することにより、該当エリアの地図、案内情報が表示される。

3.2 略図の自動生成

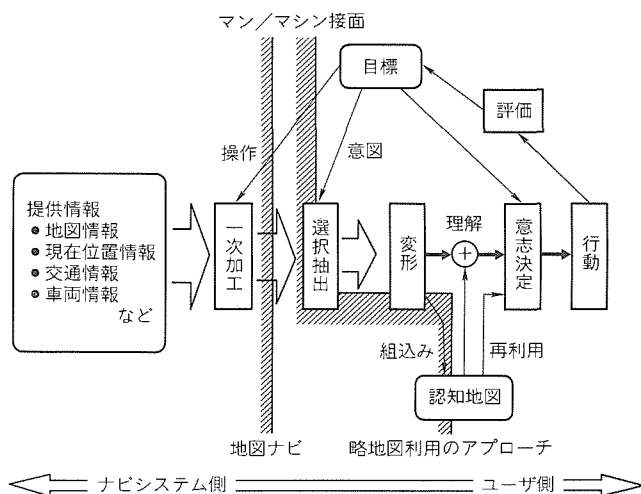


図4. 地図情報利用の認知的プロセス

経路誘導用略地図の自動生成とは、地図情報とその上に展開された経路情報から必要な情報を抽出し、所定の手続きに従って何段階かの変形を施して、図形情報に置き換えるプロセスであると考えることができる。

ここで考える地図情報と経路情報は、ノードとリンクで記述された道路ネットワークを中心とする数値的情報であるが、情報抽出の基準は、あくまでもドライバの空間認知行動に適合させるべきいわば主観的なものであるほか、地図情報自身にも原典資料から人手で入力される過程で入り込む人為的な“クセ”があり、これに適応するものでなくてはならない。また、図形情報への変形プロセスにおいても、その規範はこの種の問題にしばしば用いられるエネルギー最小化原理などではなく、レイアウトの見やすさ、ドライバにとっての情報の重要度などの認知的基準である。

以上のことから略図生成には、情報抽出の基準や図形配置の基準をルール化し、地図情報や経路情報に作用させる知識処理的な枠組みを採用した。

自動生成アルゴリズムは、次に示す三つの段階からなる(図5)。

(1) 経路特徴点抽出

探索経路から案内対象とする地点を選定し、略図生成に必要な地図情報を抽出する。選定の基本となるのは、

- (a) 所定角度以上経路が屈折している右折・左折地点
- (b) 所定角度内に複数の選択肢がある緩やかな分岐

であり(図6)、この角度判定に、高速道路・国道・県道などの道路種別、路線番号、道路幅員、本線・側道などのリンク種別を加味して、適切に案内対象地点を選定するようにしている。

(2) レイアウト生成

抽出した地図情報から略図を構成する図形要素データや要素間の関係を定義する絵構造データを生成し、レイアウトデータとして論理平面上に定義する。

レイアウト生成のアルゴリズムは、距離・方位の量子化

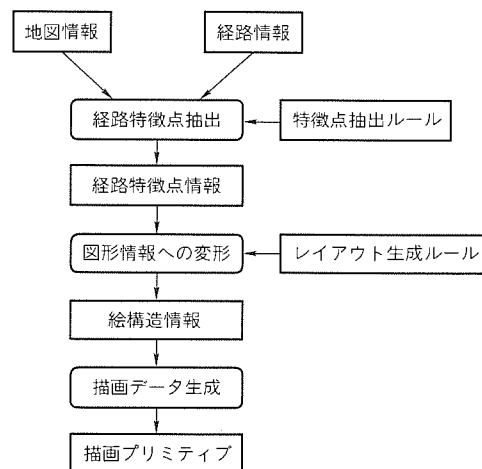
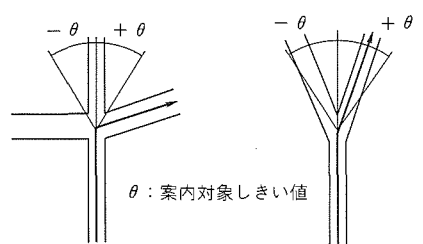


図5. 略図生成の手順

(7) や地理情報の命題表現⁽⁸⁾など、認知地図に関して得られている知見に基づいて設計した。ソフトウェアの構成は、図形要素の配置候補位置をあらかじめ用意しておくことができる交差点デフォルメ図では、レイアウトルールをプログラムに埋め込む手続き型の構成としている。一方、経路デフォルメ図では、複数交差点のレイアウトを再帰的な処理を行って決定していくため、プログラムをルールベースと推論エンジンに分離し、経路特徴点情報を一階述語論理を用いて処理するエキスパートシステム型の構成としている(図7)。

(3) 描画データ生成

レイアウトデータを、物理平面上の描画プリミティブに変換する。交差点名称、地先名称、ランドマーク、路線番号記号などの図形要素の重なり調整も、この段階で要素種別ごとに定めた優先順位に従って行う。経路デフォルメ図と交差点デフォルメ図に表示される図形要素の種類とその配置位置を



(a) 右折・左折 (b) 緩やかな分岐
図6. 案内対象地点

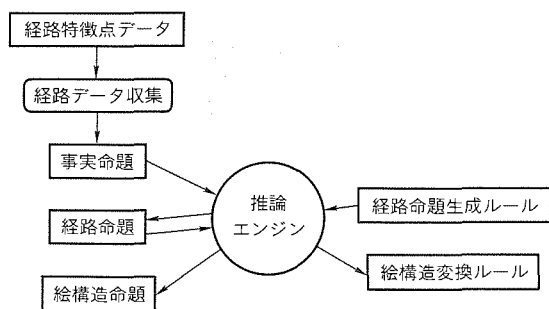


図7. 略図レイアウト生成のソフトウェア構成

表2. 図形要素の種類

図形要素	内 訳
道 路	高速道路(青), 国道(赤), その他(緑)
交差点記号	—
交差点名称	—
信 号 機	—
地 先 名 称	地名, 国道番号
路 線 番 号	国道, 主要地方道
道路隣接施設	ガソリンスタンド, レストラン, 公共施設等 計64種類
交差点上施設	歩道橋, オーバパス道路/鉄道
進入道路交差施設	踏切り, 橋, トンネル
経 路 記 号	—
現在位置記号	—

図8と表2に示す。

3.3 音 声 案 内

案内対象地点までの距離、進行方向などに応じて出力すべき文節単位のメッセージコード列を生成し、メッセージコードに対応した音声波形データをCD-ROMから読み出し、再生する。音声データは、サンプリング周波数11.025 kHzの8ビットPCM波形である。CD-ROM内には音声波形データのほか、音声出力したい概念と、その概念に対応するメッセージコード列とを対応づけるテーブルが用意されている。

例えば“右折を案内する”という概念に対し、“右方向です”という単音節が対応するのか、“右へ”“曲がってください”という2音節が対応するのかが記述されている。これによって、音声出力プログラムとCD-ROM内に記録した音声波形データ群との対応が固定されてしまうことを回避し、言い回しの変更や数箇国語への対応が、CD-ROMの交換だけで柔軟に可能となる(図9)。具体的なメッセージ内容と出力するタイミングは本誌の別論文で紹介しているので、参照されたい。

4. システム構成と動作例

上述の機能は、二つのCPUで構成したシステムに実装されている。一つは経路探索や略図データの生成、音声メッセージ生成などを行う32ビットRISC-CPU^(注1)で、もう一つは地図上への経路の表示、略図の表示、音声波形の再生などを行う16ビットCPUである。探索経路は、出発地から目的地近くの幹線経路までが得られた時点(探索円グラフ90

(注1) “RISC”は、縮小命令セットコンピュータ (Reduced Instruction Set Computer)

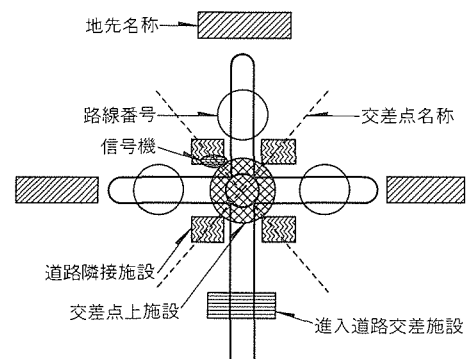


図8. 交差点デフォルメ内の図形要素配置

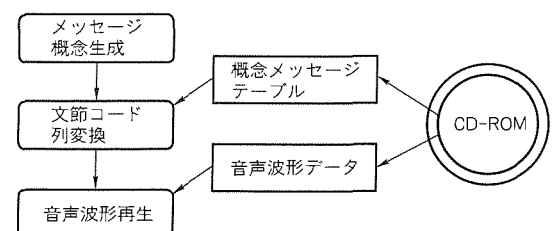


図9. 概念メッセージテーブル

表 3. 代表的な経路の探索時間

コース	有料道路	探索時間		道程距離
		90%	100%	
愛知県岡崎市 ↓ 東名豊田IC	優先する	一分一秒	0分7秒	10km
	優先しない	一分一秒	0分7秒	10km
愛知県岡崎市 ↓ JR名古屋	優先する	0分10秒	0分15秒	38km
	優先しない	0分7秒	0分32秒	36km
JR大阪 ↓ JR名古屋	優先する	0分26秒	0分31秒	193km
	優先しない	0分13秒	0分17秒	168km
JR名古屋 ↓ JR東京	優先する	0分27秒	0分33秒	364km
	優先しない	0分33秒	0分38秒	372km
JR大阪 ↓ JR東京	優先する	0分27秒	0分33秒	549km
	優先しない	0分52秒	0分58秒	544km

%)で表示される。探索時間は距離によって異なるが、表3に示すように、平均30秒程度で得られている。

図10は経路デフォルメ図の表示例である。図11と図12は交差点デフォルメ図の表示例である。図12では、連続する二つの案内対象地点が一つの略図として表現されている。

5. む す び

新開発のナビゲーションシステムに採用した経路案内技術について概観した。経路探索・経路誘導機能を備えることによって、ナビゲーションシステムは“車に普通についている商品”へのきっかけをつかんだといえる。GPS^(注2)の本格運用開始がナビゲーションシステム普及の足掛かりとなったが、普及への第二の契機と期待される VICS^(注3)の実用化も目前に迫った。普及のカギを握るのはコストである。今後、ますます激しい低価格競争が繰り広げられるだろう。

参 考 文 献

- (1) 伊理正夫 監修：計算幾何学と地理情報処理，共立出版，149～155（1986）
- (2) Dijkstra, E. W. : A Note on Two Problems in Connection with Graphs, Numerische Mathematik 1, 269～271（1959）
- (3) Hart, P. E., Nilsson, N. J., Raphael : A Formal Basis for Heuristic Determination of Minimum Cost Paths, IEEE Trans. of System and Cybernetics, SSC-4, No.2, 100～107（1968）

(注2) “GPS”は、アメリカ国防総省が運用している全地球測位システム（Global Positioning System）

(注3) “VICS”は、郵政省、建設省、警察庁で開発を進めている道路交通情報システム（Vehicle Information and Communication System）

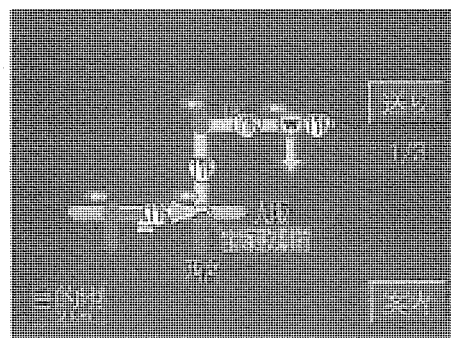


図10. 経路デフォルメ図の表示例

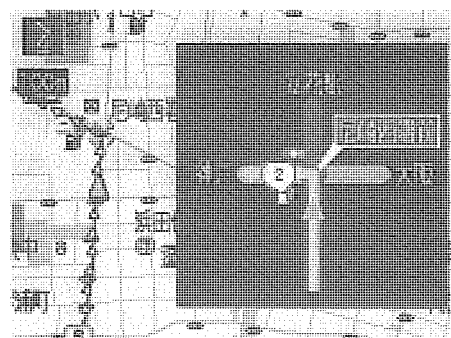


図11. 交差点デフォルメ図の表示例1（単一交差点）

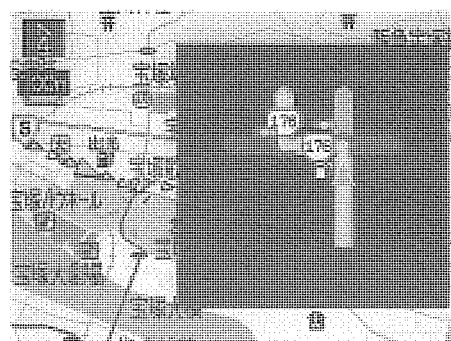


図12. 交差点デフォルメ図の表示例2（連続交差点）

- (4) Norman, D. A., Draper, S. W. : User Centered System Design, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ（1986）
- (5) 村越 真：認知地図と空間行動，心理学評論，30，No. 2, 188～207（1987）
- (6) 井手野宏昭，水谷芳禎，梅津正春，井上 驍：出会いの誘導とナビゲーション，Human Interface, 6, 319～324（1991）
- (7) Canter, D. : The Psychology of Place, The Architectural Press, London（1982）
- (8) Stevens, A., Coupe, P. : Distortions in Judged Spatial Relations, Cognitive Psychology, 10, 422～437（1987）

VTRのテープ浮上特性解析

則武康行* 湯川 純* 古石喜郎** 坂口貴司*

1. ま え が き

VTRの記録再生機構は、回転するビデオヘッドドラムとフレキシブルな磁気テープによって構成されている。安定した高画質な映像を得るためには、テープとヘッドのインタフェースを最良の状態に保つことが最も重要な技術課題の一つである。そのため、テープと回転するドラムの間に適度な空気膜を形成し、テープを浮上させている。

テープの浮上現象は、ドラムやヘッドの形状、及びテープの物性が互いに関連して複雑な挙動を示す。このため、ドラムやヘッドの形状の設計に当たっては、空気膜の効果を考慮したテープ浮上特性を予測し、諸元の最適化を行っていく必要がある。テープ浮上特性解析は、テープ弾性変形式と空気膜潤滑式とを連立させて解く問題になる。そして、この問題を解くための数値計算法としては、有限要素法の適用が有効である。

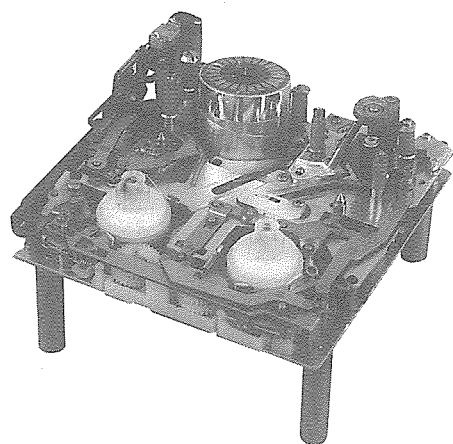


図1. デッキメカニズム

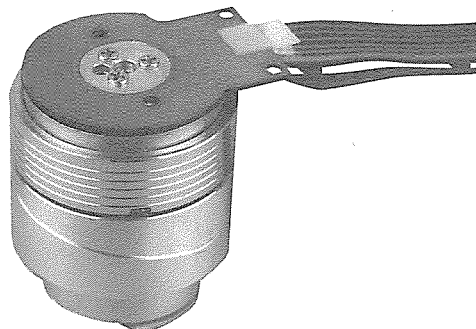


図2. ビデオヘッドドラム

本稿では、まずVTRにおけるテープ/ヘッドインタフェースの設計課題について説明する。次に、開発したテープ浮上特性解析プログラムに関し、適用したテープ弾性と空気膜の基礎方程式、及び有限要素法による解法について述べる。最後に、幾つかの解析事例と実験とを対比して、この解析法の有用性を示す。

2. テープ/ヘッドインタフェース

VTRのデッキメカニズムの例を図1に示す。これは次世代デジタルVTRの試作機⁽¹⁾である。デッキメカニズムの上部ほぼ中央に、VTRの心臓部であるビデオヘッドドラムがある。図2は、このビデオヘッドドラムを取り出したものである。また、ドラム周りのモデル図を図3に、ヘッド周りのモデル図を図4に示す。

ドラムは、内蔵されたモータによって一定回転する上ドラムと固定の下ドラムから成る。ヘッドは、回転する上ドラムに取り付けられており、その先端部がテープと接触する。テープは、ドラムに対してヘリカルに巻き付いているため、回転ヘッドはテープに対して斜めに走査する。

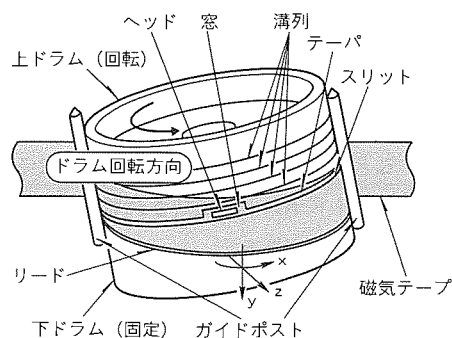


図3. ドラム周りのモデル図

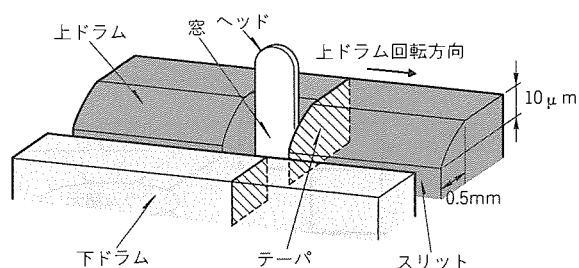


図4. ヘッド周りのモデル図

テープとドラムの間には、回転する上ドラムによる動圧効果によって空気潤滑膜が形成され、テープはドラムに対して浮上する。このテープの浮上量の管理は、テープ/ヘッドインタフェースを精密にかつ安定に保つために非常に重要な要因である。すなわち、テープとヘッドの適度な接触を確保し、かつテープとドラムの擦れによる摩擦を減少させるため、テープ浮上量を適正な値に管理する必要がある。

テープ/ヘッドインタフェースの設計因子についてまとめたものを図5に示す。このように、テープ浮上にかかる因子が多数あり、実際のテープの浮上現象は、ドラムの形状、ヘッドの形状、テープの機械特性、テープに掛かる外力の影響によって、非常に複雑な挙動を示す。

例えば、上ドラムの表面に形成された溝列の大小により、テープの浮上量は大きく変化する。そこで、この溝列を適正に設けることによって、全体的なテープ浮上量を管理することができる。また、上ドラムと下ドラムの間のスリット部やヘッド周りの窓部では、空気圧が解放されるために動圧効果はない。そのため、テープはその部分で落ち込みやすくなり、テープがスリット部や窓部のエッジで擦れることがある。これに対して、上ドラムの下端に適正なテーパを設けると、このような過度の擦れを回避することができると考えられる。

3. テープ/ドラム系弾性流体潤滑理論

VTRにおけるテープ浮上特性解析は、剛性を持ったフレキシブルなテープと高速回転ドラムとの間の空気膜潤滑問題として扱える。この問題は、潤滑面の一方が弾性面で構成される軸受、いわゆるフォイル軸受理論⁽²⁾をベースにして、VTR特有の条件を考慮することによって解くことができる。

VTR特有の条件をまとめると次のとおりである。

- ヘッドが付いている。
- テープがヘリカルに巻き付いている。
- 回転する上ドラムと固定の下ドラムからなる。
- テープはガイドポストで支持されている。
- 上ドラムに溝列がある。
- 下ドラムにリードがある。

3.1 基礎方程式

図3に示すように、座標系はテープの長手方向をx軸、幅

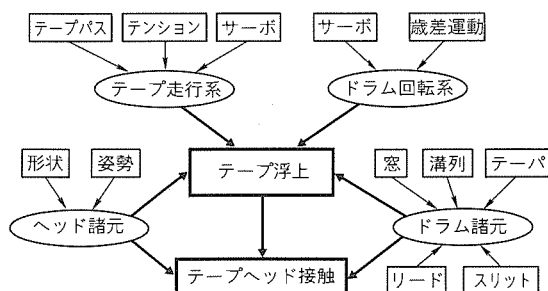


図5. テープ/ヘッドインタフェースの設計因子

方向をy軸、面外方向をz軸にとった右手系とする。

空気膜潤滑方程式として、気体分子の平均自由行程を考慮した次の修正レイノルズ方程式を用いる。

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} \left(Ph^3 \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(Ph^3 \frac{\partial P}{\partial y} \right) \\ & + 6 \lambda_a P_a \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left(h^2 \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h^2 \frac{\partial P}{\partial y} \right) \right\} \\ & = 6 \mu \left\{ V_x \frac{\partial}{\partial x} (Ph) + V_y \frac{\partial}{\partial y} (Ph) \right\} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 λ_a : 大気圧中の気体分子の平均自由行程

P_a : 大気圧

μ : 空気の粘性係数

V_x, V_y : x及びy方向の相対速度

h : テープとドラムのすき(隙)間

P : 圧力

また、テープは薄板として扱い、テープ弾性変形方程式として、次の式(2)~(6)を用いる。式(2)及び式(3)は面内変形方程式、式(4)は面内応力とテープの曲率を考慮した面外方向の曲げ変形方程式である。

$$D_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + G_{xy} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + (D_1 + G_{xy}) \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} = f_x \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$(D_1 + G_{xy}) \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + D_y \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + G_{xy} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = f_y \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\begin{aligned} & D_{xx} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2(D_{xy} + 2D_{ss}) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_{yy} \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \\ & + t(\rho U_x^2 - \sigma_x) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + t\sigma_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2t\tau_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \\ & + \frac{D_1}{R^2} w = P - P_a - \frac{T}{R} \quad \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D_x & D_1 & 0 \\ D_1 & D_y & 0 \\ 0 & 0 & G_{xy} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \partial u / \partial x \\ \partial v / \partial y \\ \partial u / \partial y + \partial v / \partial x \end{pmatrix} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\begin{aligned} D_x &= \frac{E_x t}{1 - \nu_x \nu_y}, \quad D_y = \frac{E_y t}{1 - \nu_x \nu_y}, \quad D_1 = \frac{\nu_x E_y t}{1 - \nu_x \nu_y}, \\ G_{xy} &= \frac{E_x E_y t}{E_x + E_y (1 + 2\nu_x)}, \\ D_{xx} &= \frac{E_x t^3}{12(1 - \nu_x \nu_y)}, \quad D_{yy} = \frac{E_y t^3}{12(1 - \nu_x \nu_y)}, \\ D_{xy} &= \nu_x D_{yy}, \quad D_{ss} = \frac{G_{xy} t^3}{12} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (6)$$

ここで、 t : テープの厚さ

ρ : テープの密度

U_x : テープの速度
 R : ドラムの半径
 T : テープのテンション
 E_x, E_y : テープの x 及び y 方向のヤング率
 ν_x, ν_y : テープの x 及び y 方向のポアソン比
 f_x, f_y : x 及び y 方向の外力
 u, v, w : テープの x, y 及び z 方向の変位

3.2 解析モデル

解析モデルについて改めて説明する(図3, 図4)。一定速度で回転する上ドラムと固定された下ドラムに対し、テープはヘリカルに巻き付いており、ドラムにはヘッド、窓、スリットが設けられている。また、上ドラムの表面には溝列が形成されており、上ドラムの下端には滑らかに切り取ったテープが形成されている。

テープの長手方向の両端はガイドポストの位置で支持されており、一端は長手方向及び面外方向の変位が拘束されており、もう一端は面外方向の変位のみが拘束されている。テープの幅方向の両端での境界条件は、自然境界条件とする。テープのテンションは、テープとドラムの摩擦の影響を考慮して、ドラムのテープ入口側に対して出口側が徐々に高くなるように設定する。また、圧力の境界条件は、ドラムに巻き付

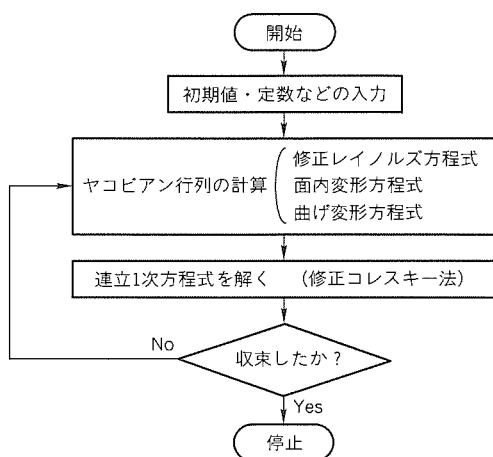


図6. 解析フローチャート

表1. 解析パラメータ

●テープ、ドラムに関して	
テープの厚さ t	7.0 μm
ヤング率 E_x/E_y	7.89/6.12 GPa
ポアソン比 ν_x/ν_y	0.44/0.33
テープの密度 ρ	0.24 kg/m ³
テープテンション T	7.8 N/m
テープとの相対速度 V_x/V_y	10.2/0.0 m/s
テープ幅	6.3 mm
ドラム半径 R	10.9 mm
●空気に関して	
空気の粘性係数 μ	17.9 $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$
気体分子の平均自由行程 λ_a	0.064 μm
大気圧 P_a	0.101 MPa

いていないテープの領域、窓部及びスリット部での値を大気圧とする。

3.3 数値計算

前述の基礎方程式(1)~(4)に対して、有限要素法を用いて離散化し、連立方程式として解く。数値計算のフローチャートを図6に示す。

連立方程式の解法には、計算機のメモリ節約のため修正コレスキー法を用いた。また、修正レイノルズ方程式は非線形であり、この非線形方程式の解法には、ニュートン・ラフソン法を用いた。その結果、十数回の繰返し計算で、 u, v, w, P の収束解を得ることができた。

なお、解析プログラムはフォートラン言語で記述されており、プログラムの大きさは約6,000ステップ(150kバイト)である。計算時間は、当社製ワークステーション ME/R 7350 を使って、1ケース当たり約10分であった。

4. 解析事例と実験検証

次に、2種類の解析事例とその実験検証について述べる。解析と実験に関する事項をまとめると次のとおりである。

- (1) 解析に用いた共通のパラメータをまとめて表1に示す。これらのパラメータは、図1及び図2に示したデジタル VTR の試作機に対応する値である。
- (2) テープ変形解析結果を三次元グラフィックス表示したものを用いて図7に示す。このようなビジュアルな表示法を用いるこ

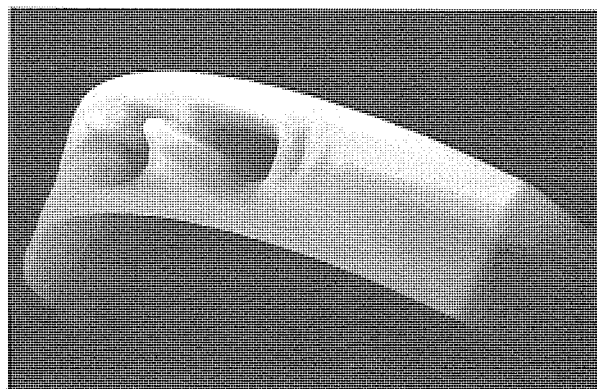


図7. 解析結果の三次元グラフィックス

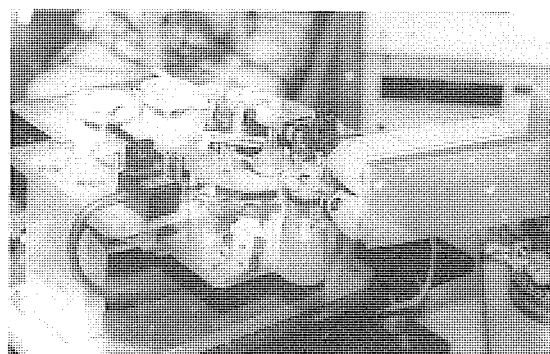


図8. 実験装置

とにより、解析結果が直感的に分かりやすくなる。この三次元グラフィックスは、サイエンティフィック ビジュアルイゼーション開発用ソフトウェア“AVS”を用いて作成したものであり、テープ浮上解析プログラムの出力結果を基にして、自動的に表示できるようになっている。

(3) 実験検証に用いた装置を図8に示す。テープ浮上量の測定は、ドラムをデッキメカニズムに組み付けたままの状態では計測器がデッキメカニズムに干渉して困難なので、専用の実験装置を用いる。この装置を用いると、ドラム周りの障害物がなくなり、テープ変形量の測定がドラムの外側から可能となる。そしてテープ浮上量は、ドラム表面を基準としたテープ変形量から求めることができる。なお、テープ変形量を測定するための計測器として、ここでは非接触の微小変位計である光マイクロメータを用いた。

4.1 ドラムのテープバを考慮した解析⁽³⁾

上ドラムの下端にテープバのない場合とテープバを形成した場合について、テープのテンションを7.8 N/m、12.4 N/mと変化させて解析を行った。テープバの寸法は図4の中に示すとおりである。図9は、図4の中に示した窓部の縁の斜線部分におけるテープ浮上の解析結果である。

テンションを大きくすると、全体的にテープの浮上量が減り、テープがドラムに接触しやすくなる。特にテープバのないドラムでは、窓部の縁(矢印 A)においてテープの接触する箇所が見られる。これは、この部分の直後には窓部があり、窓部では空気の吸込み現象によってテープが急激に変形するため、窓部の縁でテープが接触するものと考えられる。

これに対して、テープバを形成したドラムでは、テープはドラムに接触していない(矢印 A')。これは、テープバを設け

ることにより、窓部での空気の吸込み現象を緩和することができ、結果的にテープとドラムの局所的な接触が回避できることを示している。

図10は実験結果で、図9の解析結果と同じ断面を表している。この実験結果から、テンションが12.4 N/mと大きい場合に、窓部の縁でテープがドラムに接触しているが、テープバを設けることによって、テンションの大きさにかかわらずこれを回避できていることが分かる。

以上のように、テープバの影響の解析結果と実験結果はよく一致しており、テープの擦れ回避には、上ドラム下端にテープバを設けることが有効であることが分かる。

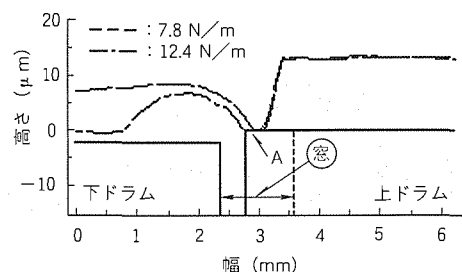
なお、テンションが大きい場合に下ドラム側のテープ変形が丸く膨らんでいるのは、下ドラムにおけるテープとドラムの相対速度が小さく、十分な解析精度が得られていないためと考えられ、これは今後の課題である。

4.2 ドラムの溝列を考慮した解析⁽⁴⁾

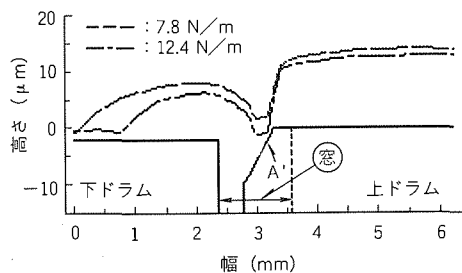
上ドラムの表面に溝列のない場合と1mm間隔で4本の溝列を設けた場合について、その解析結果と実験結果を示す。なお、溝の深さは40 μm と80 μm の三つの場合について検討した。

解析結果を図11に示す。これは、上記3種類の場合のテープ浮上を重ね合わせて表示したものである。図中(a)、(b)、(c)は、各々ドラムのテープ入口側、中央部及び出口側断面における解析結果である。

溝列の形成は、テープ浮上量を減少させる。これは、溝列の影響によって見掛け上テープとドラムとの隙間が広がり、圧力の発生が減少する。一方、テープテンションは一定であり、テープのドラムに対する押し付け力は変わらないため、

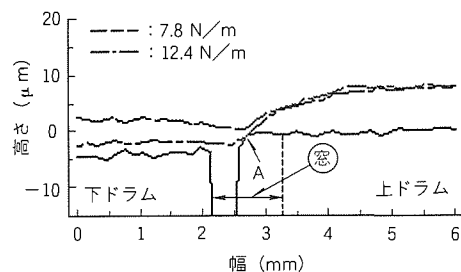


(a) テープバのない場合

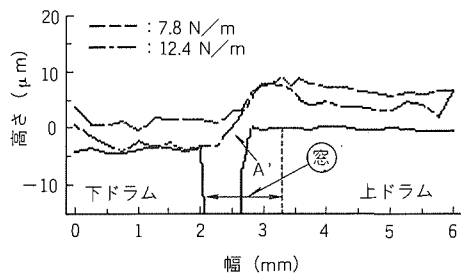


(b) テープバのある場合

図9. テープバを考慮した解析結果

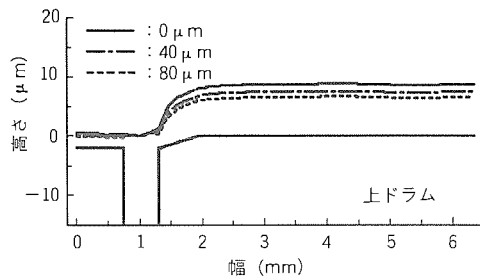


(a) テープバのない場合

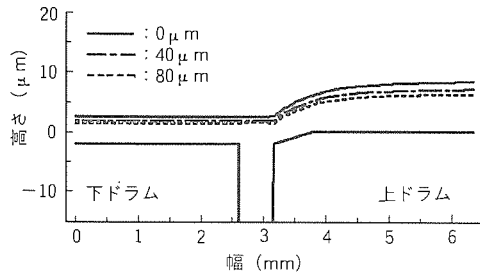


(b) テープバのある場合

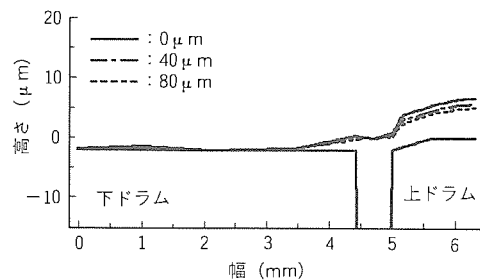
図10. テープバを考慮した実験結果



(a) 入口側

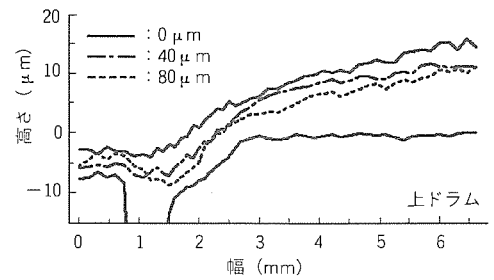


(b) 中央部

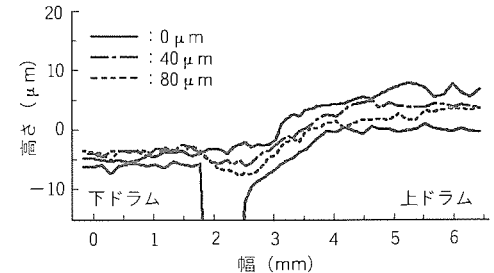


(c) 出口側

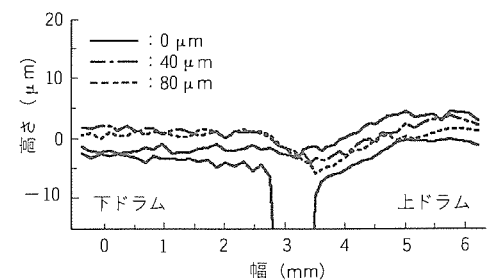
図11. 溝列を考慮した解析結果



(a) 入口側



(b) 中央部



(c) 出口側

図12. 溝列を考慮した実験結果

テープ浮上量が減少すると考えることができる。

図12は、図11の解析結果に対応した実験結果である。これを見ても、溝列によってテープ浮上量が減少することが分かる。このように、解析結果と実験結果はよく一致しており、この解析法によって、溝列とテープ浮上の関係を予測することができる。

5. む す び

以上、有限要素法によるVTRのテープ浮上特性解析について述べた。開発した解析プログラムによる結果は、実験結果とよく一致することが検証され、この解析法の有用性を確認することができた。

テープとヘッドのインタフェース技術は、現行VTRのみならず次世代デジタルVTRの高画質化と信頼性を向上させる上での基本技術の一つである。

今後は、課題の解決及び今回考慮できなかった設計因子の

導入を図りながら解析機能を充実させ、VTRの更なる高画質化・高信頼性化に適用できるようにしていく所存である。

参 考 文 献

- (1) Oka, S., Okuda, Y., Fukasawa, A., Yamaki, H., Kurihara, N., Hira, S., Noritake, Y.: A Small Size Deck Mechanism and Recording Technology for Digital VCRs, IEEE Trans. on Consumer Electronics, **40**, No.3, 363~371 (1994)
- (2) 日本潤滑学会：潤滑ハンドブック，養賢堂 (1987)
- (3) 坂口貴司，湯川 純，則武康行，古石喜郎：有限要素法によるVTRのテープ浮上解析，日本機械学会全国大会講演論文集(IV)，No.940-30, 632~634 (1994)
- (4) 則武康行，湯川 純，坂口貴司：ドラム上の溝を考慮した磁気テープの浮上解析，日本機械学会通常総会講演会講演論文集(IV)，No.95-1, 33~34 (1995)

スポットライト システム

三菱電機㈱では、目的地への最適な経路を運転者に分かりやすい形で案内する新方式のルート案内機能を備えたナビゲーションシステムを、開発・製品化しました。

このシステムは、ヒューマンインタフェースを重視し、ナビゲーション機能のみならず、エアコン、オーディオ、テレビの状態表示・制御も行うことができる高機能なシステムで、今春発売の“ニューディアマンテ”に搭載されています。

特 長

(1) 高精度な位置検出

自立航法とGPS航法併用のハイブリッド方式に加えて、マップマッチング方式を採用することにより、高架下、トンネル、ビルの谷間、道路密度の高い市街地域などでも正確な自車位置を表示することが可能です。

(2) ウィンドウメニュー方式による簡単操作

メニュー画面を操作の優先順位を考慮してスイッチを配置したウィンドウ画面としました。この方式により、現在地の地図を見ながらの目的地設定、施設検索等の操作や、メニューを表示したまま地図の縮尺変更やスクロールを行うことが可能で、簡単に優れた操作性を備えています。

(3) 高速経路探索

交通規制を踏まえた当社独自の地図データベースと最新の技術の結集により、高品質で業界最高水準の高速な自動経路探索が可能となりました。

また、推奨経路を外れたときのワンタッチ再探索や(迂)回経路探索も可能です。

(4) 分かりやすい経路案内

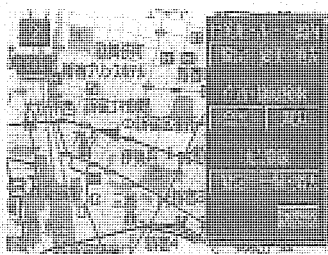
略図表示された交差点案内図と音声により、交差点の右折/左折や高速道路の入口等を適切なタイミングで明確に案内し、目的地まで安全に運転することが可能です。

さらに、右/左折する交差点の名称や目印の表示されたルートの略図を表示して、目的地までの経路の概略を確認することが可能です。ルート略図は、車載機上でリアルタイムに自動生成されるもので、認知科学の知見を応用して新規開発したアルゴリズムによって実現した世界初の機能です。

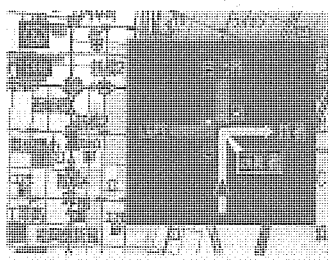
また、高速道路を走行中は高速道路の略図を表示してIC、JCT、SA、PAの位置を確認することが可能です。

(5) 2画面表示

それぞれ任意に縮尺を設定可能な2画面地図表示を選択することで広域地図と詳細地図を同時に見ることができ、より簡単に現在地を把握することが可能です。



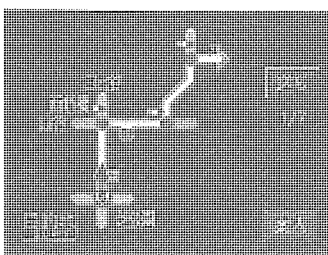
ウィンドウメニュー画面



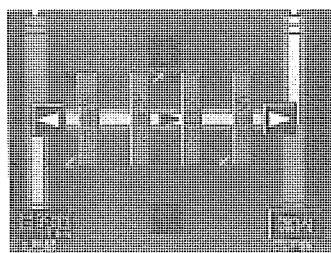
交差点案内図



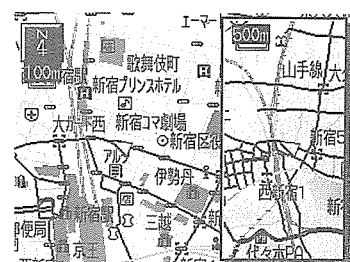
システム外観



ルート略図



高速道路略図



2画面表示



特許と新案***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
総合グループ Tel(03)3218-2137

表示装置 (特許 第1857827号, 特公平5-67239号)

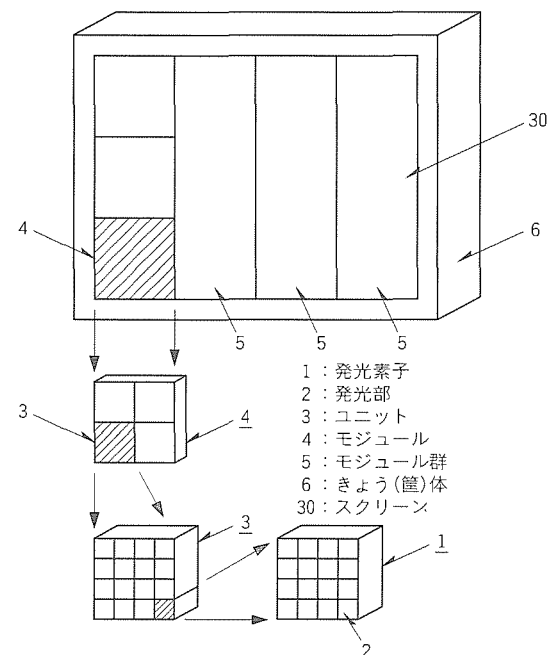
発明者 原 善一郎, 田中利二

この発明は、発光素子を配列し、任意のサイズと解像度を
実現する大画面ディスプレイの構成に関するものである。

従来のものは、電球などの単画素発光素子と駆動回路から
なるユニットを多数配列して構成され、画面全体を制御する
表示制御部を備えていた。したがって、高解像度化するにつ
れて膨大な数の単画素発光素子とその駆動回路を必要とし、
表示制御部も複雑化するため、高解像度化・低コスト化・軽
量薄型化を同時に実現することは困難であった。

この発明は、複数の画素(2)を含む発光素子(1)と駆動回路
を配列してユニット化し、1個以上のユニット(2)とフレーム
メモリを含む制御回路をモジュール化し、複数のモジュール
(3)を共通の信号線で接続してモジュール群とし、モジュ
ール群を配列して表示装置を構成する。画像信号は、ディジ
タル化後、モジュール群ごとにバッファメモリを介して各モ
ジュール(3)へ伝送され、表示制御は各モジュール(3)内で分
散処理される。複数画素を含む発光素子(1)によって画素当
たりのコストを削減し、発光素子(1)の電極をマトリックス
構成にしてユニット(2)の駆動回路を削減する。さらに、表示
制御機能をモジュール(3)という特定の画素数に限定し、モ
ジュール(3)及びその集合である表示装置の構成を簡素化す

る。以上、この発明は、表示装置を階層的構成とし、各部に
合理的に機能を配分することで高解像度・低コスト・軽量薄
型の表示装置を実現する。



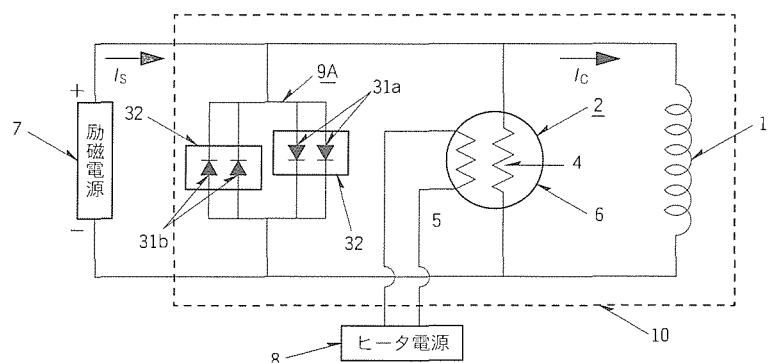
超電導マグネットの保護装置 (特許 第1913160号, 特公平6-40531号)

発明者 山本俊二

この発明は、一つの電流方向と、これとは反対の電流方向
の各々に複数個の安価な小容量ダイオードを密接して並列接
続して大容量化し、ダイオードを熱伝導体で連結することに
より、並列接続ダイオードが確実に動作する保護装置に関す
るものである。

図に示した実施例において、ダイオード回路(9
A)は、同一定格の複数個のダイオードを同一方向に
密接して並列接続した第1ダイオード組(31a)と、
全く同一の構成であるがダイオードの順方向が
(31a)とは逆の第2のダイオード組(31b)とからな
っている。銅ブロック(32)は各ダイオード組の複数
個のダイオードを取り囲むように設置され、ターン
オンしたダイオードの通電電流によるジュール熱
を、特性にばらつきがあって未だターンオンしない

ダイオードに加える。これによってターンオンしないダイオ
ードのターンオン電圧レベルが急減して直ちにターンオンで
き、低価格化のために限界設計した各ダイオードを焼損させ
ることなく、保護装置としての信頼性を著しく高くできる。





特許と新案***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
総合グループ Tel(03)3218-2137

高速軸流型ガスレーザ装置 (特許 第1784046号, 特公平3-35837号)

発明者 葛本昌樹, 田中正明

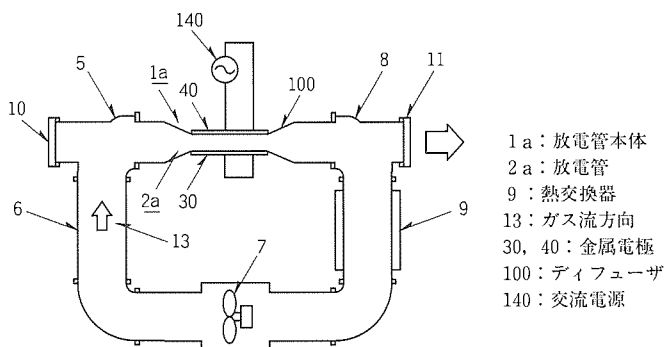
この発明は、レーザ出力及びビームモードの短時間変動の安定化に関するものである。

従来の高速軸流型ではガス流方向に放電を行うため、放電を均質化する目的で、放電管のガス入口部に乱流発生装置を挿入していた。このため、ガス流の乱れがレーザ出力及びビームモードの短時間変動を引き起こし、加工精度(特に面粗度)が著しく低下するなどの欠点があった。この発明は、上記のような問題点を解消するためになされた。

この発明による高速軸流型ガスレーザ装置(図に実施例を示す。)は、ガス流方向(13)に直交した方向に放電励起させる手段を備えた放電管(2a)と、この放電管のガス流の下流側端部に連結され放電管出口の管路断面を徐々に拡大したディフューザ(100)と、このディフューザの大径側と放電管の上流側端部とに連結され、ガス循環用のブロア(7)及びガス冷却用の熱交換器(9)を備えたガス流路手段で構成される。こ

のディフューザ(100)の拡大大角を10度以内に設定することにより、ガス流を安定させ、ガス流の乱れから引き起こされるレーザビームの不安定性が改善される。

この発明によってレーザ出力及びビームモードの短時間変動が激減し、加工精度の高い高速軸流型ガスレーザ装置が得られる。



〈次号予定〉三菱電機技報 Vol. 69 No. 12 特集“上下水道システム”

特集論文

- リニューアル期を迎えた上下水道システム
- 上下水道システムの現状と展望
- 上下水道総合情報システム
- 上下水道知的制御システム
- 上下水道大規模監視制御システム
- 上下水道中小規模監視制御システム
- 上下水道における設備情報管理システム
- 上下水道防災情報システム

- 福岡市水道局水管理センター納め配水調整システム
- 上下水道オゾン高度処理システム
- 上下水道システムにおける未利用エネルギーの活用

普通論文

- 京阪電気鉄道御向ヶ列車ダイヤ作成支援システム“ASK”
- RX7000シリーズにおけるTCP/IP広域接続標準プロトコルPPPの実装
- RX7000, PSERV ソリューションパッケージシリーズ
- 接着・リベット併用による配電盤・制御盤の組立技術

三菱電機技報編集委員

委員長 黒田紀典
委員 永田譲蔵 鈴木幹雄
都築鎮 河内浩明
上杉豪 内藤明彦
磯田悟 手島章
畑谷正雄 才田敏和
中井良雄 鳥取浩
幹事 小林保雄
11月号特集担当 渡辺尚友

三菱電機技報69巻11号

(無断転載を禁ず)

1995年11月22日 印刷
1995年11月25日 発行

編集兼発行人 小林保雄
印刷所 千葉県市川市塩浜三丁目12番地 (〒272-01) 菱電印刷株式会社
発行所 東京都港区新橋六丁目4番地9号 北海ビル新橋 (〒105) 三菱電機エンジニアリング株式会社内 「三菱電機技報社」 Tel. (03) 3437局2692
発売元 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 (〒101) 株式会社 オーム社 Tel. (03) 3233局0641代, 振替口座東京6-20018
定価 1部721円(本体700円) 送料別

スポットライト

ロールペーパー方式高速・高画質 カラービデオプリンタ SCT-CP700

当社の昇華方式カラービデオコピープロセッサは、医療機器や各種画像機器等の広範囲な用途に使用され、高画質のフルカラーハードコピー機としてユーザーの皆様から好評を得ております。

当社では、このたび、プリントペーパーを従来のカット紙ではなくロール紙を採用することにより、プリント速度、プリントコストが従来の約半分という画期的なカラービデオコピープロセッサSCT-CP700を新しく当社製品ラインアップに加えます。

特 長

●約20秒の高速プリント

プリントペーパーにロール紙を採用、給紙・排紙の時間を大幅に削減、高速モード/Sサイズ(100mm×75mm)で約20秒の超高速印画を実現しました。

●低ランニングコスト

1枚のプリントに必要なランニングコストは、Sサイズで39円と画期的なコストダウンを実現。Lサイズ(130mm×98mm)でも一枚当たり56円と、ペーパーを大量に消費するユーザーにとっては非常に経済的です。

●大容量

1ロール当たりのプリント枚数はSサイズで200枚。ペーパー/インクシートの交換頻度が大幅に減り効率的です。

●高画質・高解像度

昇華染料熱転写方式の採用によって、約1,670万色の多色表現で微妙な中間色を、新開発のプリントメカによって画素密度260dpi(10.2ドット/mm)の高解像度で、高品位なプリントが得られます。

●コンパクトな製品サイズ

大容量、高精度のプリントメカでありながら、幅280×高さ150×奥行き399(mm)のコンパクト設計です。

●2種類のプリントサイズを選択可

SサイズとLサイズの2種類のプリントサイズを、用途と目的に合わせて選択できます。特に、Lサイズのインクシートでは、Sサイズ/Lサイズ両方のプリントができません。

●超音波診断機用に特別なγカーブを搭載

診断機の解析した画像データを忠実に表現するため、特別な輝度と色の階調特性を持つγカーブを設けました。特に、輝度については、解析対象に合わせてγカーブをユーザーで調整できます。

●タイムラプスプリント

経過時間(1/15秒~1時間)ごとにメモリし、時刻に合わせてプリントできます。カメラと本機を組み合わせることにより、観察、監視に威力を発揮し、結果をレポートにまとめることが容易です。

概 略 仕 様

●プリント方式	昇華染料熱転写方式 (専用記録材料)
●プリント用紙サイズ (mm)	110×107(Sサイズ) 162×110(Lサイズ)
●印画サイズ(mm)	100×75 max. (Sサイズ) 130×98 max. (Lサイズ)
●プリント枚数 (1ロール)	200枚(Sサイズ) 125枚(Lサイズ)
●解像度	260dpi(1,024×500ドットmax.)
●階調	RGB、各色256階調
●プリント時間	約26秒(Sサイズ/標準モード) 約20秒(Sサイズ/高速モード) 約45秒(Lサイズ/標準モード) 約34秒(Lサイズ/高速モード)
●プリントモード	マルチ(2/4/16画面) ストロボ(1/15秒~1時間) フォト(1.5×2cm/3×4cm/ 5×5cm)
●入出力信号	RGBアナログ信号 S映像信号 コンポジットビデオ信号
●インタフェース	RS-232C リア リモート端子
●消費電力	160W(プリント時)
●質量	14.5kg
●製品サイズ (mm)	(W)280×(H)150×(D)399



カラービデオプリンタ SCT-CP700