

MITSUBISHI

三菱電機技報 Vol.80 No.8

2006 8

特集「最新のディスプレイ技術」



目次

特集「最新のディスプレイ技術」

| | |
|-------------------------------------|----|
| 近頃、テレビが面白い | 1 |
| 御子柴茂生 | |
| 最新のディスプレイ技術—現状と展望— | 2 |
| 杉浦博明・井上満夫・森田俊二 | |
| 屋内型超高精細オーロラビジョン | 8 |
| 麻生英樹・伊尾木一裕 | |
| 見やすく高精細なスキャンバックライト立体LCD | 12 |
| 結城昭正・小田恭一郎・岩崎直子・伊藤敦史・谷内 滋 | |
| CLDD構造を用いた低温ポリシリコンTFT | 16 |
| 中川直紀・豊田吉彦・須賀原和之・中畑 匠 | |
| デュアルドメインモードを用いた高速液晶 | 20 |
| 佐竹徹也 | |
| 6原色LEDバックライト液晶モニター | 24 |
| 香川周一・金子英之・柴谷 潤・杉浦博明 | |
| レーザー光源プロジェクションテレビ | 28 |
| 笹川智広 | |
| 遊技場向けオーロラビジョンシステム | 32 |
| 室園 透・松本哲也・湯浅喜史 | |
| レンズシフト機能付きフロントプロジェクタ | 37 |
| 小島邦子・木田 博・堀 秀彦 | |
| 薄型リアプロジェクタ用超広角投写光学系 | 41 |
| 桑田宗晴 | |
| 液晶テレビ向け高画質映像処理プロセッサ “ダイヤモンドエンジン” | 45 |
| 山川正樹・南 浩次・中村芳知 | |
| マルチプロジェクタ制御技術 | 49 |
| 芦崎能広・原田雅之・鈴木靖子 | |

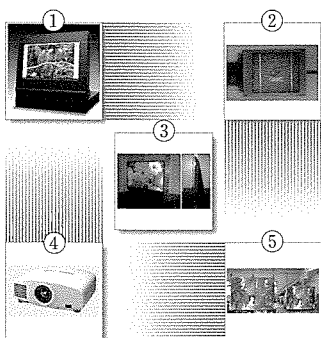
| | |
|---|--|
| Current Display Technology | |
| TVs are fun, recently | |
| Shigeo Mikoshiba | |
| Current Display Technology—Present and Future— | |
| Hiroaki Sugiura, Mitsuo Inoue, Shunji Morita | |
| Super Fine Pitch Diamond Vision for Indoor Type | |
| Hideki Aso, Kazuhiro Ioki | |
| The Scan-Backlight Stereoscopic LCD | |
| Akimasa Yuuki, Kyoichiro Oda, Naoko Iwasaki, Atsushi Ito, Shigeru Yachi | |
| CLDD Structure Low Temperature Poly-Si TFT | |
| Naoki Nakagawa, Yoshihiko Toyoda, Kazuyuki Sugahara, Takumi Nakahata | |
| A Fast-Switching Liquid Crystal Mode Using Dual-Domain Bend Alignment | |
| Tetsuya Satake | |
| Six-Primary-Color LCD Monitor Using Six-Color LEDs for Backlight | |
| Shuichi Kagawa, Hideyuki Kaneko, Jun Someya, Hiroaki Sugiura | |
| Projection TV Using Laser Light Source | |
| Tomohiro Sasagawa | |
| Diamond Vision System for Amusement Center | |
| Toru Murozono, Tetsuya Matsumoto, Yoshifumi Yuasa | |
| Lens-Shiftable Front Projector | |
| Kuniko Kojima, Hiroshi Kida, Hidehiko Hori | |
| Wide-Angle Projection Optical System for Thin Rear Projectors | |
| Muneharu Kuwata | |
| High Quality Image Signal Processor for LCD-TV—Diamond Engine— | |
| Masaki Yamakawa, Koji Minami, Yoshitomo Nakamura | |
| Multi-Projector with Planar or Curved Screen | |
| Yoshihiro Ashizaki, Masayuki Harada, Yasuko Suzuki | |

特許と新案

| | |
|---------------------|----|
| 「オゾン発生装置およびオゾン発生方法」 | 54 |
|---------------------|----|

スポットライト

| |
|-------------------------|
| 新製品 液晶テレビ “リアルMX60シリーズ” |
|-------------------------|



表紙：最新のディスプレイ技術

三菱電機は、最新のディスプレイ技術を用いて、①6原色LEDバックライト液晶モニター、②スキャンバックライト方式立体LCD、③レーザー光源プロジェクションテレビ、④レンズシフト機能付きフロントプロジェクタ、⑤屋内型超高精細オーロラビジョン等の装置や機器を提供している。光源にレーザーやLEDを用いることによって色域の拡大を図る技術、滑らかで鮮明な映像を表示する信号処理技術、光学系の高度な設計技術、両眼視差方式による高精細な立体表示技術、高信頼性の低温ポリシリコンTFT技術など様々な特徴的な技術を提供している。これらは、民生、産業、公共、モバイル分野等に用いられるディスプレイの高画質や高信頼性を実現している。

近頃、テレビが面白い

TVs are fun, recently



御子柴茂生
Shigeo Mikoshiba

…と言っても、番組が面白いわけではない。テレビ技術が面白いのである。1953年にテレビ本放送が始まった当時、電気屋の店先は力道山を見ようと黒山の人だかりであった。ラジオから白黒テレビへと、情報量が飛躍的に増大したときである。1964年東京オリンピックの時にはこれがカラーとなり、世界放映もされ、情報伝送量が再び飛躍的に増大した。当時、テレビがこれ以上に世の中の話題をさらうチャンスはもうないのではないかと、とも予想された。先日、ブラウン管発明100年記念行事に際し、RCAが1954年に開発したカラーテレビモデルCT100が展示された。初のNTSC仕様シャドウマスク方式カラーテレビである。見たときの感想は、“最近のテレビはこんなに美しくなった”ではなく、“50年前のテレビは既にこんなに完成度が高かった”であった。確かにカラーテレビの後は飛躍的改善がもはやないのではないかとこの印象を受けた。

しかし、地上デジタルテレビ放送が始まり、高画質化、放送内容の多様化、録画・再生の多機能化、伝送の双方向化など、再び情報量が飛躍的に増加した。携帯電話でテレビを受像する“ワンセグ”も可能となった。テレビが3度目の変貌(へんぼう)を遂げたのである。ただ一つだけ気になることがある。アナログテレビ放送は2011年7月に終了するが、昨日まで使っていたテレビが突然その朝から映らなくなってしまうことである。困惑する人が続出するだろう。社会問題とならないような対策を望む。

期を同じくしてテレビが極めて急速に進展している。まず大画面化である。コストダウンを目的としてマザーガラスの大型化が進み、もはやこのガラスを一人ではぶら下げても持つことすらできなくなってしまった。このためテレビの大画面化はスムーズに進行した。第七世代ガラスからは110型を1面取りすることができる。何年か前に42型テレビが発表されたときは“何と大きいテレビなんだろう、20型の小さく見えること!”と驚いたのも束の間、“40型テレビの何と小さく見えること!”となってしまった。投射型のように部屋を暗くする必要もないため、会社や学校の黒板がこのディスプレイに取って代わる。ホームシアターにもよい。アイマックスという巨大映像システムがあるが、これを見て感じることは、単に画面を大きくするだけでも

表示画像に立体感を覚えることである。この点からも、近いうちに高臨場感ディスプレイとしての新市場を開拓することになる。もっとも、玄関から搬入できないかもしれないから、そのときはついでに家も新築しよう。

高画質化に関するマイルストーンは、1080pのFull-Spec.HDである。この仕様のLCD及びPDPテレビが店頭にずらりと並ぶ日も近い。テレビ輝度信号は10ビットであるが、LCDではバックライト調光により、またPDPでは非バイナリーサブフィールド設定により、実効的に12ビット相当の画像をセット内で作り出すことができる。色再現範囲は、例えば6原色LEDバックライトの採用により、超NTSCが可能となった。ただし、テレビ信号に含まれない色も表現するため、印刷業界などの特殊用途が主体である。暗室コントラストは数千：1以上と申し分ない。LCDやPDPに動画を表示すると画像にボヤケが見られるが、特別なテストパターンを表示しない限り気にならないという意見も多い。表示画像ごとにガンマ特性を選択することにより、被写体を忠実に再現するのではなく、見栄えのする画像を創生することができる。この、いわゆる“絵造り”に関しては、セットメーカーがそれぞれの特徴を出した画像処理エンジンを開発している。

低価格化も驚異的スピードで進行している。毎日、ネットを見るのが恐ろしいほどである。インチ5,000円の時代に既に突入しているが、このスピードを加速しているのがLCDとPDPとの競合である。VGAとXGAの価格すら縮まってきた。

こうしてみると、大画面テレビの分野での最近の特徴は、種々のデバイスの住み分けが消滅しつつあることであろう。大画面、高画質、いずれの点でもLCDとPDPとの差は縮まっている。価格もびっくりするほど近い。さらに、これに有機ELとFEDが加わる。背面投射型も厚さ30cm程度になり、FPDの仲間入りした。これらのデバイスのねらいもやはり大画面、高画質テレビである。画面寸法や画質が変わらなければユーザーの購入の判断は価格である。デバイス技術の種類に関係なく、価格は必然的に最も安いレベルに統一されていく。大画面テレビの世界は複雑な様相を呈してきた。

最新のディスプレイ技術 —現状と展望—



杉浦博明*



井上満夫**



森田俊二***

Current Display Technology —Present and Future—

Hiroaki Sugiura, Mitsuo Inoue, Shunji Morita

要 旨

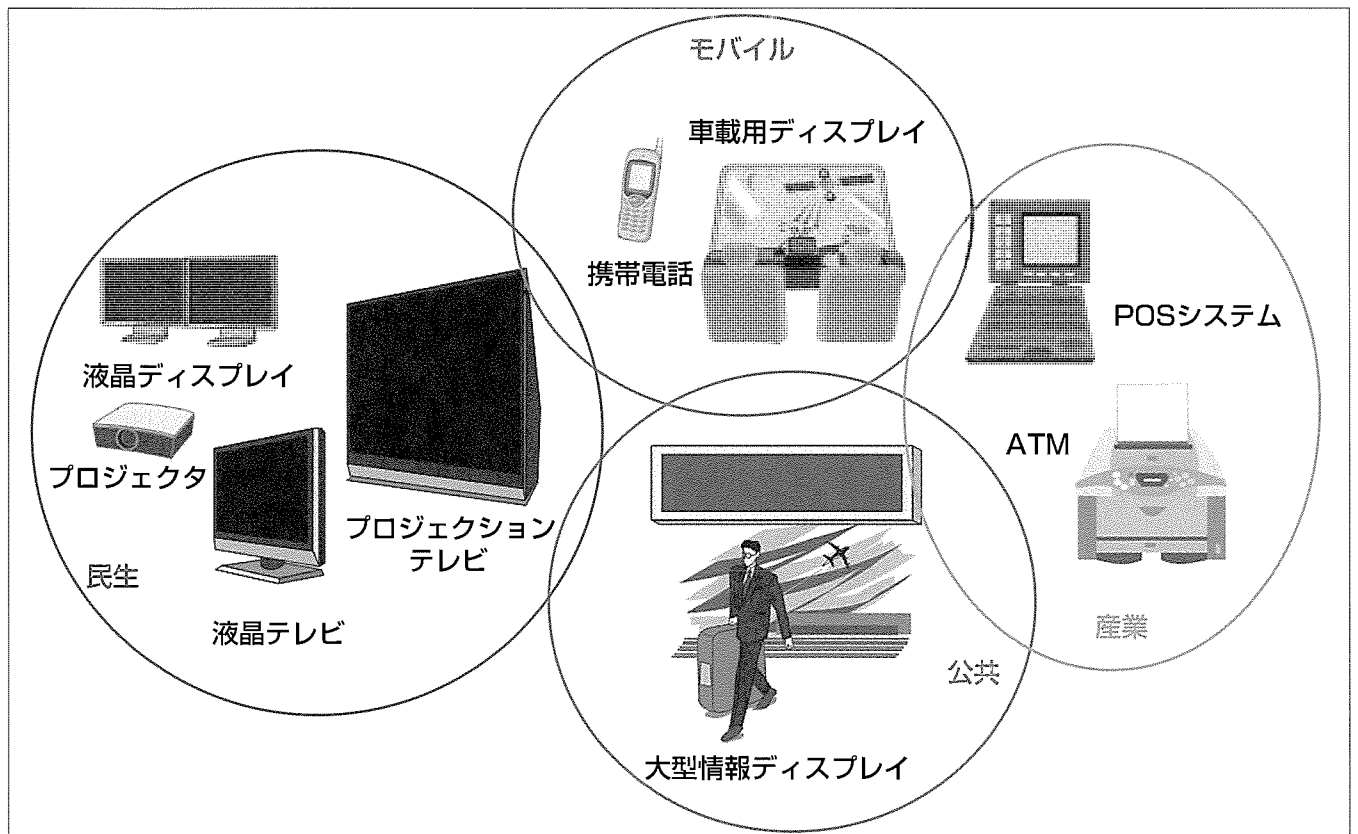
電子ディスプレイの代表であったCRT(Cathode Ray Tube)が開発されてから100年以上になる⁽¹⁾。この100年の間に様々なディスプレイが登場しており、我々の生活において不可欠なものとなっている。

ディスプレイは、視覚情報を人間に伝える手段であり、近年の高度な情報社会においてその役割は非常に重要になっている。また、人間の五感における視覚情報の割合は80%以上とも言われており、マンマシンインタフェースとしてのディスプレイが十分な機能を持たないと、人間は、大きなストレスを感じてしまうことになる。そのため、デ

ィスプレイに求められる課題は、多様な情報メディア環境に対応できるための高性能化に加えて、自然環境や生活環境に優しい技術開発が重要である。

マンマシンインタフェースとしてのディスプレイは、テレビ・プロジェクタ等の民生機器及び公共表示に代表される一方の情報提供と、携帯電話・カーナビといったモバイル及びPOSシステム(販売時点情報管理システム)等の産業用途の双方向の情報提供に分類される。

本稿では、三菱電機が保有する各分野における最新のディスプレイ技術について述べる。



デジタル映像の製品分野

ディスプレイの市場は、パソコン用モニターやテレビに分類される民生用分野、カーナビ用ディスプレイや携帯電話向けのモバイル分野、POSシステムやATM(現金自動預払機)に分類される産業分野、空港や野球場向けの公共分野など様々な製品分野があり、各々の分野における特有の課題を持つとともに、高臨場感などの共通の課題もある。表示デバイスや画像処理技術を駆使した更なる高性能化が求められている。

2(486) *先端技術総合研究所 大画面ディスプレイ開発プロジェクトグループ プロジェクトグループマネージャー 兼 映像入出力技術部長 (工博)

同研究所 液晶技術部長(工博) *長崎製作所 映像情報システム部長

1. ま え が き

ディスプレイは、マンマシンインタフェースの手段としてなくてはならないものであり、我々の生活においても様々な所で利用されている。近年、これまで使われ続けていたCRT方式に代わり、液晶やプラズマ方式に代表されるフラットパネルディスプレイへの移行が急速に進んでいる。フラットパネルディスプレイは、その薄さから既存分野の置き換えのみならず、モバイル等の新しい利用法も可能となった。

また、フラットパネルディスプレイの表示デバイス技術、画像処理技術も急速に発達し、明るく、高精細、高色再現性を持つディスプレイが実現されており、高品位な情報を提供できるようになった。

様々な分野でのマンマシンインタフェース手段に使われるディスプレイであるが、その使い方によって要求される性能にも違いがある。

本稿では、ディスプレイが用いられる分野を、民生、産業、公共、モバイルと大きく4分野に分類し、それらの各分野におけるディスプレイの市場動向と技術課題、さらには課題に対する当社の取り組みについて述べる。

2. 民生用ディスプレイの動向

2.1 製品動向

図1は映像表示機器の移り変わりを示したものである。

図のように様々なディスプレイでCRTに代わる表示デバイスへの移行が急速に進み、現在では、オフィスや家庭で見掛けるディスプレイの多くがLCD(Liquid Crystal Display)やPDP(Plasma Display Panel)といったフラットパネル型の表示デバイスとなった。特にオフィスでは、一

部の専門分野を除き、全数に近い割合で液晶ディスプレイが導入されている。CRTの表示特性が長い年月をかけて改善されてきたように、これらフラットパネルディスプレイでも、デバイス固有の課題を解決するための研究開発が進められている。その普及率が示すように、近年のフラットパネルディスプレイでも、CRTに匹敵、又はそれ以上の高画質が実現されているものもある。

これらフラットパネルディスプレイの普及により、オフィスや家庭でのディスプレイに対する考え方も変化が出てきている。フラットパネルディスプレイの最大の特長は、やはり、その薄さと軽さであろう。設置スペースに制約がある場合、フラットパネルディスプレイの薄さと軽さは大きな特長となる。家庭では、CRTのとくと比べてテレビの画面サイズが確実に大きくなっている。また、オフィスでも1台のPC(Personal Computer)に複数台のディスプレイが接続されるなど、明らかにフラットパネルディスプレイの特長が影響を与えていると言える。

さて、このようにディスプレイの大型化が進むと、デバイスとしての画質改善だけではなく、コンテンツの画質というのも重要な要素となってくる。コンテンツの高精細化、いわゆるハイビジョン化によってその画質は格段に向上するが、現時点で利用されているコンテンツの大半は標準精細度のものである。CRTと異なりLCDのようなフラットパネルディスプレイは、画素数が決まっているので、標準精細度のコンテンツをハイビジョン用のフラットパネルディスプレイに表示するためには、画素数の変換が必要になる。この画素数の変換はデジタルフィルタで実現されるが、変換された画像の画質は、デジタル処理の方法に左右される。また、このほかにも画質に影響を与える項目も多数存在しており、特長のある画像処理を集積した半導体

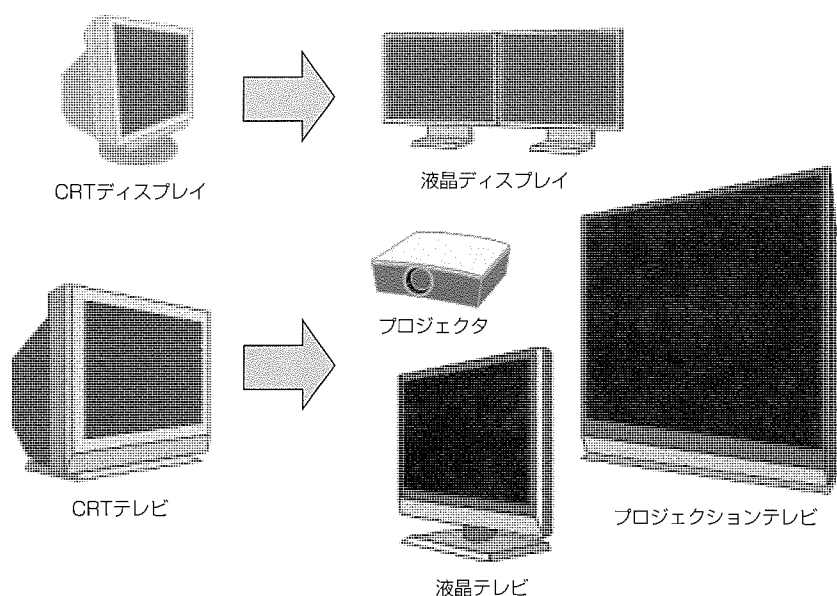


図1. 映像表示機器の移り変わり

が画像処理エンジンとして発表されている。近年の半導体プロセスの微細化によって、フラットパネルディスプレイにテレビ信号を表示するためのすべてのデジタル画像処理回路が1チップの半導体に集積できるようになった。当社でも、ダイヤモンドエンジンと称してフラットテレビ用の画像処理エンジンを開発し、高画質化を実現している。画面サイズの大型化は、画質の差が分かりやすく、高画質化に対して、表示デバイスの基本性能とともに画像処理エンジンの果たす役割も大きくなっている。

フラットパネルディスプレイの薄さは、家庭におけるテレビの設置場所にも影響を与えている。従来はコーナーに置かれることが多かったが、そのデザインから中央に置くことも容易になり、単なるテレビではなく簡易なホームシアターとして位置付けられるケースも増えてきている。ホームシアターとして更に大画面を追求すると、米国で主流となっているプロジェクションテレビやプレゼンテーションが主な用途であったデータプロジェクタも選択肢として取り上げることができる。現在では、家電量販店もプロジェクションテレビや投写型のプロジェクタが取り扱われるようになってきている。プロジェクションテレビに用いられるデバイスも、従来のCRTタイプからマイクロデバイスに移行し、軽量化が進んでいる。また、フラットパネルディスプレイへの対抗ということで、デザインや薄型化への取り組みも始まっている。また、プレゼンテーション用であったプロジェクタでも、テレビジョン信号を入力できる機種が増え、小型で高輝度のマルチメディア対応プロジェクタが発売されている。プロジェクタは、フラットパネルディスプレイやプロジェクションテレビと異なり、映像をスクリーンに投写するので、プロジェクタを設置するに当たり、スクリーンとプロジェクタの位置関係の自由度が高い方が利用者にとって便利である。このように、プロジェクタでは利便性、プロジェクションテレビでは薄型化といった光学的な技術開発も重要な要素である。

2.2 色再現技術と国際標準

映像表示技術に関する国際的な動きの一つに“色再現技術”がある。表示デバイスの色再現性能が向上したことで、従来のCRTでは表示できなかった多数の色が表示できるようになった。色空間に関する国際規格もCRTをベースにしたsRGB⁽²⁾から、より広い色空間が表現できる信号の規格が定義され始めている。従来は忠実な色を再現するカラーマネジメント技術が業務用又はPCの分野で検討されてきたが、民生の分野でも、好ましい色の表現、あるいは印象的な色の表現を可能にする技術として利用され始めている。

国際標準化の動向として最も注目すべきことは、動画用の拡張色空間xvYCC⁽³⁾の国際標準化であろう。従来のHDTV (High Definition TV) (ITU-R (International

Telecommunication Union-Radio communication sector) BT.709)⁽⁴⁾より広い色空間を扱うことが可能な動画用拡張色空間xvYCCが、2006年1月にIEC (International Electrotechnical Commission)から国際規格IEC 61966-2-4として発行されている。図2は、ITU-R BT.709で定義されている色空間と拡張色空間xvYCCを比較した図である。内側の小さい立方体がITU-R BT.709で定義されている色空間を示している。図に示したとおり、xvYCCは、CRTの性能を基準にしていたITU-R BT.709を包含するように外側の色も定義している。このxvYCCの特長は、ITU-R BT.709の色空間に対して完全に下位互換を保っていることである。例えば、xvYCCに対応していないディスプレイでxvYCCの信号を表示しても、ITU-R BT.709と同じ色が表示されるので、問題は生じない。逆に、xvYCCの信号を効果的に表示するためには、CRTよりも広い色空間を表現できるディスプレイが必要である。ここ数年、色再現性を広げるための技術開発として、バックライトに3原色のLED (Light Emitting Diode)を用いた液晶ディスプレイや、更に色再現範囲を拡張した6原色LEDバックライト液晶ディスプレイが開発されている。

このように、オフィスや家庭で利用されるディスプレイに関する技術は、表示デバイス、画像処理エンジン、光学エンジンというように、すべての分野で研究開発が進められている。これらの技術が集結することで、利便性の高さと表現力の高さが追求されたディスプレイが開発され、より印象的な映像を鑑賞することが可能になるであろう。

3. 産業分野

FA用制御盤や携帯型計測器などを代表とする工業・科学分野、ATM⁽⁵⁾やPOS⁽⁶⁾などの流通・サービス分野、さ

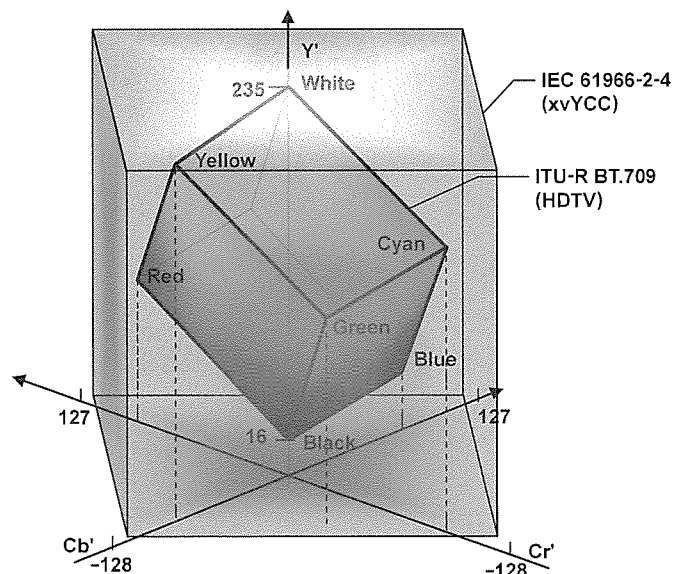


図2. 拡張色空間xvYCCとITU-R BT.709の比較

らに、アミューズメントなど、いわゆる産業機器用のディスプレイとして、現在ではLCDが広く用いられている。このようなLCDでは、その使用環境が多岐にわたるため、屋外、屋内を問わず、あらゆる環境下で良好な視認性が要求される。当社は、中小型LCDに特化したディスプレイデバイス事業戦略を展開しており、なかでも産業用LCDは、当社事業の主要機種として、独自の技術を柱とした製品展開を進めている。ここでは、当社技術を中心に産業用LCDの技術動向を概説する。

3.1 高輝度化技術

現状の産業用LCDの輝度は300~500cd/m²が一般的であるが、昼間の屋外等、明るい場所で使用する場合には、その視認性を確保するため、従来を大幅に上回る高輝度化が必要とされる。これを実現するため、各社ともバックライト輝度や液晶パネル光透過率の向上に向けた開発が行われている。産業用の高輝度LCDでは、液晶パネルの後ろに直接、冷陰極管を配列した直下型のバックライトが用いられている。当社では、高輝度化を実現するとともに、より薄型化を求める市場ニーズにこたえ、液晶パネルの横に冷陰極管を配し、光を導光板を介して、液晶パネル全面を照明するエッジライト方式の超高輝度LCDモジュールを開発し製品化している。エッジライト方式の光利用効率を極限まで高めるため、高度な光学設計技術を駆使したLCDモジュール設計を行うことにより、エッジライト方式としては業界最高輝度の1,000cd/m²、かつモジュール厚さ17.8mmの薄型化を実現している。また、消費電力も一般的直下型に比べ2/3程度に改善している。

3.2 半透過型LCD技術

携帯電話で広く使われている半透過型LCDは、1つの画素に透過部と反射部を持っているため、暗い場所ではバックライトを光源とし、明るい場所では外光の反射を光源にすることにより、暗い環境下でも明るい環境下でも視認性が高いことを特長としている。産業用でも、携帯型計測器などの特に低消費電力が必要な用途では、半透過型LCDのニーズが高まりつつある。しかしながら、現状の半透過型LCDでは、透過部の表示特性であるコントラストが100前後と通常の透過型LCDに比べて低い上、反射部のコントラスト、色再現範囲も不十分なため、これら表示性能の改善が求められている。当社では、バックライト光で表示する透過モードと外光を反射して表示する反射モードの両方で優れた表示特性を得るため、各種光学フィルムやカラーフィルタを含めた液晶光学設計技術の開発を進め、透過モードにおいて高コントラスト(正面200)、広視野角(左右160°, 上下120°)性能を達成した。また、反射モードにおいても高コントラスト(20)に加え、色再現範囲40%を実現し、透過モードと同等の鮮やかな色彩表現で、高い視認性を確保している。

3.3 広色再現技術

写真の編集や印刷、また、設計・デザインなど、プロフェッショナルユースの工業用モニタでは、写真や印刷物で標準となるAdobe^(注1) RGB⁽⁷⁾やジャパンカラー⁽⁸⁾などの規格に合った色を再現できる必要がある。このような用途にマッチしたLCDとして、新たな蛍光材料を用いた冷陰極管とカラーフィルタの採用により、カラースペクトルの最適化を図り、Adobe RGB比100%という広い色再現範囲を持つLCDを開発した。

また、プロフェッショナルユースモニタとして最も重要な性能である入力データに対する忠実な色再現を実現するため、画素構造やパネルの最適設計を行い、視野角や表示階調、隣接画素データなどが変化しても色シフトを極力抑えることを可能にしている。

4. 公共分野

4.1 市場動向と当社の取り組み

映像情報を活用する公共分野としては、電力・公共プラント及び道路・河川の監視制御、自治体・消防の防災情報などが代表的であり、ここでは、省人化・省力化、緊急時の迅速な対応、市民への迅速な情報提供サービスが求められている。当社は、“屋内大型表示装置”を核とした映像情報システムでこれら要求に対応しており、表示装置としてはDLP^(注2)方式高精細マルチビジョンを提供している。

また、スタジアム・公営競技場の映像情報サービス、ビルボード等の広告提供などの市場では、収益向上のための大画面表示装置を活用したエンタテインメント性が求められており、当社は屋外大型表示装置としてLED方式オーロラビジョンを提供している。

4.2 映像技術の動向

前述の大型表示装置の技術動向について以下概説する。

4.2.1 映像デバイス技術

(1) 屋外大型映像表示デバイス

1980年に当社が世界初の大型映像表示装置を米国ドジャース球場に納入したが、当時の表示デバイスは単管のCRTを3種類マトリックス配列させたものであった。1995年ごろから、新発明の青色LEDを活用したLED方式の大型映像表示装置が出現し、その後、高輝度化・高視野角化の改善及び低価格化が進み、現在の主流デバイスとなっている。屋外表示装置は、過酷な環境下で使用されるため高い信頼性が要求される。デバイス自体の長寿命化も併せ、当分はLED方式が主力デバイスの座を保つと予想される。一方、次世代の表示デバイスの開発研究も進んでおり、有機EL(Electro Luminescence)方式に代表され

(注1) Adobeは、Adobe Systems Incorporated(アドビシステムズ社)の登録商標である。

(注2) DLPは、テキサスインスツルメンツ社の登録商標である。

る一部デバイスでは、小型平面ディスプレイ用途での製品化もなされており、これを多数配列する構造と信頼性に関する課題が解決されれば、明るい屋外市場で十分に応用できる可能性が高まってきている。

(2) 屋内大型映像表示デバイス

屋内大型表示装置としては、複数の背面投射型高精細プロジェクトをシームレスに並べたマルチ大画面表示装置が主流である。投影方式としては、従来の3管CRT方式から、液晶方式やDLP方式のマイクロデバイスに切り換わってきている。特にプラント監視市場では、静止画(地図や文字など)を高画質で長時間表示しても焼き付き現象が原理的に発生しないDLP方式の採用例が多い。単面のサイズが50~70型、表示解像度はXGA(eXtended Graphics Array), SXGA(Super XGA)が多く、最近では、SXGA+の製品も出てきている。また、DLP方式は家庭用大型プロジェクションTVへの採用が急速に進んでおりHDTV放送に対応した横長タイプが主流であり、そこでは“薄型化”が進んでいる。今後この流れをくんだ“公共用薄型表示装置”の普及も考えられる。そのほか、前面投射型のプロジェクトを複数使用し投影境界面のつなぎを滑らかにする技術と組み合わせた“シームレスマルチ”方式も開発製品化され、公共空間への設置やドーム状スクリーンと組み合わせたアミューズメント向けなどの製品への展開が期待されている。

4.2.2 デジタル映像技術

公共分野での屋外/屋内大型表示装置に共通する課題は、①どこからも見える、②画面サイズを変えられる、③低消費電力、④高精細な静止画と迫力ある動画表示を両立するきれいな映像表示と言える。以下に主な高画質化技術を概説する。

(1) 色度変換技術

商用放送の自然な色を表示する規格と表示デバイスの色再現範囲とは異なるのが一般である。この差を埋めるのが色度変換技術で、ナチュラルカラーマトリックス回路⁽⁹⁾などを搭載して例えば芝生の緑と肌色の色再現を独立調整可能とし、相互に色再現劣化させない工夫がなされている。

(2) 高解像度技術

画面サイズが異なることで、表示には原画像の拡大・縮小処理が必ず必要になる。拡大では、原画像と拡大処理双方が持つぼやけが重畳されるため、表示画像の鮮鋭感が低下する。このため、ぼやけた輪郭部分を最適制御しシャープな輪郭を再現する輪郭補正技術が使われている。また、30コマ/秒を60コマ/秒に倍速処理することでちらつきのない表示にする技術も一般的である。

(3) 輝度補正技術

経年変化に伴い画面全体の輝度は徐々に低下する。特にLED方式は個々の素子の輝度低下にばらつきがあるため、

画面全体での色の均一性の維持が重要になる。当社では、素子ごとの輝度調整機能を標準搭載させ、定期的な調整で輝度・色むらのない美しい映像再現を可能としている。一方、DLP方式でも光源ランプやカラーホイールの交換で同様の問題が発生するが、装置に“輝度センサフィードバック”“自動輝度色度補正”などの機能を標準搭載して対応している。

(4) 広視野角化技術

表示装置から出る光を広く均一に拡散させることで広視野角が実現できるが、正面輝度値との相反関係がある。LED方式では素子のレンズ広角化と太陽光を遮る庇(ひさし)の構造で、DLP方式では透過スクリーンの選択により、最適な視野角を確保している。

5. モバイル分野

カーナビゲーション機器における車載用LCD、携帯電話やデジタルスチルカメラ用のLCDでも、産業用と同様、あらゆる環境下での良好な視認性が要求されるため、高輝度化、広視野角化、広色再現性は極めて重要な要素である。特に、地上デジタル放送の開始に伴い、これらモバイル機器でもTV画質の表示性能が要求され、今やコントラストや色再現範囲などの単なる情報表示機器としての基本性能だけでなく、斜めから見たときの階調反転や色シフトの抑制、高速の動画性能などの極めて高い性能が要求されている。一方、より視認性を高める新たな表示形態の実現、また、エンタテインメント機器として、更なる臨場感の向上を目指し、立体表示技術の適用も検討されている。当社では、高精細な立体画像を見やすく提供する技術を開発し、実用化に向けた開発を進めている。また、屋外での視認性を高めたLCDとして、高輝度半透過型や、更に高輝度の高開口率透過型の開発を行っている。

5.1 スキャンバックライト方式立体表示技術⁽¹⁰⁾

既に実用化されている、特殊なめがねなしで立体表示が可能なLCDは、立体表示の際の横方向解像度が平面表示に比べ半減する、斜めから見た場合に二重像や凹凸感が逆転して見えるという問題があり、これが立体表示の普及の妨げとなっていた。当社では、2つの光源を液晶の裏側に置くことにより、見る人の左右の目に対応する一対の光源を交互に点滅させ、これと同期して、左右の目にそれぞれ対応する視差画像を従来比2倍の120Hz(1秒間120回点滅)の速度で書き換えて高速液晶パネルに表示する、いわゆる時分割視差画像方式を用いたLCDを開発している。これにより、凹凸逆転現象などの発生を抑え、既存の平面表示LCDと同じ解像度での立体表示を実現した。また、見る角度を変えるだけで、高精細の2画像を切り換えて表示することも可能にしている。

6. む す び

以上、各分野におけるディスプレイの市場動向と技術課題、当社の取り組みについて述べた。今後、ディスプレイは単なるマンマシンインタフェースの手段ではなく、ディスプレイ上で表現された世界が、あたかもその場で繰り広げられているかのごとく感じさせる高臨場感の追求や、実物を在りのままに表現できる高忠実度の追求、持ち運びに便利な軽量・薄型化などの利便性の追求など、ますますの発展が要求されており、表示デバイスや画像処理などすべての分野で研究開発が進められている。

これらの実現によって、より多くの場所でより多くの要求にこたえられる究極のディスプレイが実現できるであろう。

参 考 文 献

- (1) Keller, P.A.: The 100th Anniversary of the Cathode-Ray tube, Information Display, **13**, No.6, 12~16 (1997)
- (2) IEC 61966-2-1: Multimedia systems and equipment-Colour measurement and management-Part 2-1: Colour management-Default RGB colour space-sRGB-sRGB, IEC 61966-2-1 (1999)
- (3) RECOMMENDATION ITU-R BT.709-4 PARAMETER VALUES FOR THE HDTV STANDARDS FOR PRODUCTION AND INTERNATIONAL PROGRAMME EXCHANGE (1990-1994-1995-1998-2000)
- (4) IEC 61966-2-4: Multimedia systems and equipment-Colour measurement and management-Part 2-4: Colour management-Extended-gamut YCC colour space for video applications-xvYCC, IEC 61966-2-4 (2006)
- (5) 中野義彦: FPDテクノロジー大全2001, 電子ジャーナル社, 69~70 (2000-10)
- (6) 柄本新介: FPDテクノロジー大全2001, 電子ジャーナル社, 66~68 (2000-10)
- (7) Adobe RGB (1998) Color Image Encoding, ADOBE SYSTEMS INCORPORATED Version 2005-05
- (8) 高橋恭介: 色の標準ジャパンカラー, 印刷雑誌, **78**, No.3, 23~25 (1995)
- (9) Sugiura, H., et al.: Development of new color conversion system, Proceedings of SPIE, **4300**, 278~289 (2001)
- (10) Yuuki, A., et al.: A New Field Sequential Stereoscopic LCDs by use of Dual-Directional-Backlight, Asia display (IMID'04), 255~258 (2004)



屋内型超高精細オーロラビジョン

麻生英樹*
伊尾木一裕*

Super Fine Pitch Diamond Vision for Indoor Type

Hideki Aso, Kazuhiro Ioki

要 旨

屋内の高精細大画面の市場ではこれまでリアプロジェクト式のマルチビジョンが多く用いられてきたが、ホールや展示会場、放送局内のバックモニタ用といった環境では明るさや視認性に不満があり、明るく鮮明な高精細映像が表示できる大型表示装置が求められている。

このような状況の下、画素ピッチの細かい高精細なLED (Light Emitting Diode)スクリーンが製品化され、市場に進出し始めた。三菱電機では、この市場ニーズに対し、6 mm、4 mmピクセルピッチの高精細オーロラビジョンを製品化して市場投入を開始しており、今回更に高精細な3 mmピクセルピッチを開発し納入した。このスクリーンは、ハイビジョン画素(1,080×1,920ピクセル)を持ち、屋

内高精細LEDスクリーンとしては世界最大級のサイズであり、当社独自の制御、信号処理技術により高画質を実現している。

また、屋内型のイベント用スクリーンの市場でも、軽量薄型、簡単な組立て・解体、サイズの自由度等で高精細なLEDスクリーンのニーズが高い。これに対し、当社は、高精細LEDを用いて、縦横に複数台組み合わせる様々なサイズのスクリーンが構築でき、簡単に素早く組立てが可能なイベント用超高精細オーロラビジョンを開発し納入した。

本稿では、これらの屋内型超高精細オーロラビジョンの特長と概要について述べる。



屋内型超高精細オーロラビジョン

図の左と右上はドイツテレコム社に納入した3 mmピクセルピッチ屋内型超高精細オーロラビジョンで、スクリーンサイズは縦3.3×横5.8m。ビル吹き抜けの環境でも明るく鮮明に高画質な映像を提供する。図の右下は6 mmピクセルピッチ(写真内左)、3 mmピクセルピッチ(写真内右)の屋内イベント用超高精細モジュラ型スクリーンで、縦横に組み合わせて様々なサイズのスクリーンが素早く簡単に構築できる。

1. ま え が き

屋内の高精細大画面の市場ではこれまでリアプロジェクタ方式のマルチビジョンが多く用いられてきたが、ホールや展示会場、放送局内のバックモニタ用といった環境では明るさや視認性に不満があり、明るく鮮明な高精細映像が表示できる大型表示装置が求められている。

このような状況の下、当社では、この市場ニーズに対し、6 mm、4 mmピクセルピッチ(PP)LEDの高精細オーロラビジョンを製品化し市場投入を開始しており、今回、更に高精細な3 mmPP LEDの超高精細オーロラビジョンを開発し納入した。このスクリーンは、屋内高精細LEDスクリーンとしては世界最大級のスクリーンであり、当社独自の制御、信号処理技術により高画質の大画面スクリーンを実現している。

また、屋内型のイベント用スクリーンの市場でも、軽量薄型、簡単な組立て、サイズの自由度等で高精細なLEDスクリーンのニーズが高く、当社は、高精細LEDを用いて、イベント用超高精細オーロラビジョンを開発し納入した。

本稿では、これらの屋内型超高精細オーロラビジョンの概要と特長について述べる。

2. 屋内型超高精細オーロラビジョン

3 mmPPの超高精細オーロラビジョンは、屋内型の高精細LEDスクリーンとしては、ハイビジョン画素(1,080×1,920ピクセル)を持った世界最大級のスクリーンであるとともに、当社独自の信号処理技術、製造技術、表示制御技術により世界最高画質の大画面スクリーンを実現している。以下に、スクリーンの仕様、高画質を実現する特長、システム構成について述べる。

2.1 スクリーン仕様

今回納入した3 mmPP超高精細オーロラビジョンのスクリーン仕様を表1に示す。

各画素は、青、赤、緑のLEDが1チップに混載された3 in 1タイプのLEDからなり、64×64画素で構成したLEDユニットを用いている。このLEDユニットを縦17×横30個配列し、縦3.264m×横5.76mの大画面スクリーンを構成している(図1)。

2.2 特 長

LED素子は、素子ごとのばらつきによる“色むら”や“ざらつき感”、TV等との色度差による“不自然な色再現”等の欠点がある。高精細なLEDスクリーンの場合、これらの課題は、従来の画素ピッチの大きいLEDスクリーンに比べより目立ってしまう。

また、LEDスクリーンは、LEDユニットを組み合わせで構成されるが、3 mmPPのような高精細スクリーンの場合、ユニット間のギャップが少しでも広がると表示画面上

に線が発生してしまう。逆にユニット間のギャップが狭くなると画素が近づきすぎるために表示画面上に高輝度ラインが発生してしまう。

さらに、ハイビジョン画素の高解像度スクリーンに対し、通常のテレビサイズのビデオ信号やパソコンのビデオ信号といったハイビジョン以下の解像度の映像を表示する場合、単純にスクリーンサイズに合わせて全画面に表示させてしまうと、映像がぼけてしまい、画質が劣化してしまう。

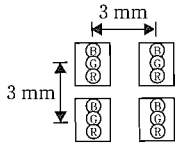
これらの課題に対し、独自の制御や製造技術で高画質を実現している。

(1) 高画質化制御

(a) 素子ごとの光度補正

LEDは素子ごとで光度にばらつきがある。これに対し、それぞれのLED素子ごとの光度補正値を各LEDユニットに記憶させ、画像データを演算により常に補正して表示させる。また、この補正制御はパルス幅で制御することで、電流補正による非線形な輝度変化や色度の遷移の悪影響を全く受けず、正確な制御が可能である。これにより、画面全体の均一性や細かな色表現を実現している。

表1. 3 mmPP超高精細オーロラビジョンの仕様

| | |
|----------|---|
| 絵素構成 |  |
| 発光素子 | 高輝度フルカラー 3 in 1 LED |
| スクリーンサイズ | (H)3.264m×(W)5.76m |
| 解像度 | (H)1,080ピクセル×(W)1,920ピクセル |
| 輝度 | 1,500cd/m ² |
| 最小視認距離 | 1 m以上 |
| 表示階調 | 1,024階調相当 |
| 輝度調整 | 64段階 |
| 視認角度 | 水平：±75°、垂直：±60° |
| 消費電力 | 平均：24kW、最大：40kW |
| 電源容量 | 50kVA |
| 質量 | 1,650kg |
| 映像入力 | HD-SDI(1,080i, 720P)、SD-SDI(480P, 480i)、DVI(VGA-SXGA)×4 ch |

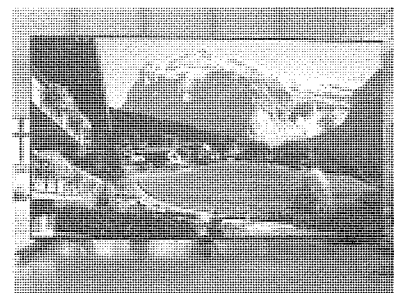


図1. 3 mmPP超高精細オーロラビジョン

(b) 色度変換

LEDの色再現範囲は、TV標準と異なるため、白をTV標準に合わせただけでは不自然な色となってしまう。これに対し、当社独自の色度変換方式(ナチュラルカラーマトリックス)により、赤、緑、青、シアン、マゼンダ、イエロー、白の各色度をねらった色に独立して制御し、正確な色再現が実現できる。

(2) 構造

スクリーンは、ユニットやフレームの製造上の誤差が発生した場合でも、ユニット取付け位置が微調整できるような取付け機構、位置決め機構を備えている。これにより、ユニット間のギャップが抑えられるような構造を実現している。

(3) 表示制御

スクリーンは、デジタルハイビジョン信号(HD-SDI)、通常のデジタルビデオ信号(SD-SDI)、パソコンのデジタル出力信号(DVI)の異なる解像度の映像信号をスクリーン上の任意の位置に任意のサイズで、解像度変換でチャンネルごとに最適に劣化を抑えた最大4チャンネルの同時合成表示することができる(図2)。これにより、高解像度な大画面でも、解像度の異なる映像ソースの画質の劣化を抑えて高画質な表示を実現している。

2.3 システム構成

このスクリーンのシステム構成を図3に示す。映像入力1チャンネルに対し、HD-SDI、SD-SDI、DVIのデジタル映像ソースを各1系統入力することができ、最大4チャンネルの映像入力が可能である。入力されたデジタル映像はスクリーンコントローラでデジタル処理され、スクリーンに表示される。また、スクリーンに接続された表示制御サーバから、表示するチャンネルの選択、位置、サイズの設定、あらかじめプリセットされたビデオパターンを選択

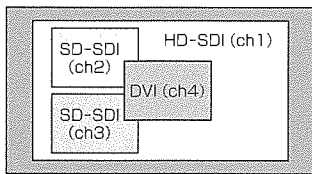


図2. 表示画面イメージ

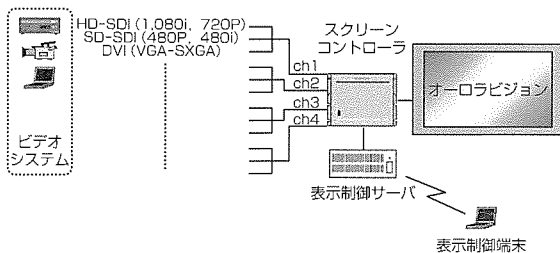


図3. 3mmPP超高精細オーロラビジョンシステム構成

といった表示制御を行う。操作は、表示制御サーバと無線LAN(Local Area Network)で接続された表示制御端末から行うことができる。スクリーンを見ながらでも、操作室などこの場所からでも表示画面切替えの操作が可能で、多彩な運用が可能となっている。

3. イベント用屋内型超高精細オーロラビジョン

イベント用屋内型LEDスクリーンは、コンサートや展示会等の短期イベントへの使用を目的とし、1台当たりの表示面積0.15~0.44m²と持ち運びができるような小型のモジュールを複数台組み合わせることにより様々なスクリーンサイズを自由に構成することが可能なスクリーンである。

当社は、イベント用屋内超高精細オーロラビジョンとして、大きなホールや展示会場での使用を目的とした6mmPPタイプ、小規模会場やTV局でのバックモニタ用を目的とした3mmPPタイプの2種を製品化し納入している(図4, 図5)。

3.1 仕様と特長

3.1.1 仕様

イベント用屋内型超高精細オーロラビジョンを構成するモジュールの仕様を表2に示す。

3.1.2 特長

イベント用屋内超精細LEDスクリーンでは、

- 目地のない均一な画質
- 組立て・解体の簡易性
- 軽量・薄型化
- スクリーンの多様性

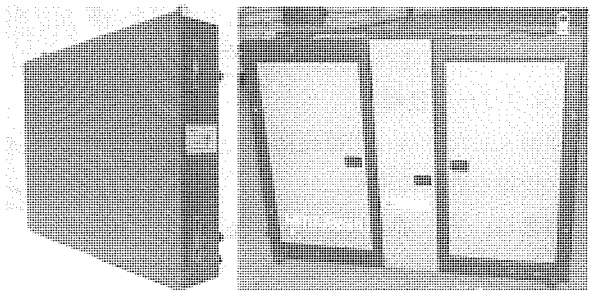


図4. 屋内超高精細オーロラビジョンモジュール(6mmPP 3in1)

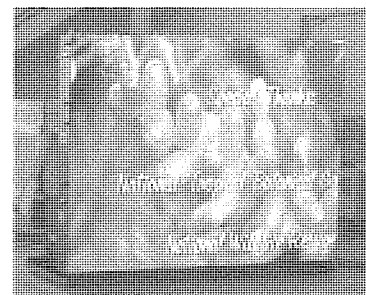


図5. モジュール組立て後のスクリーン(3mmPP 3in1)(縦3段×横4列)

表2. モジュールの仕様

| 項目 | 仕様 | | |
|---------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | 3 mmPP (3 in 1) | | 6 mmPP (3 in 1) |
| 画素ピッチ | 3 mmPP (3 in 1) | | 6 mmPP (3 in 1) |
| 表示面積 | 0.15m ² | 0.44m ² | 0.44m ² |
| 解像度 (ピクセル) | (縦)128× (横)128 | (縦)192× (横)256 | (縦)96× (横)128 |
| 外形寸法(縦) | 0.384m | 0.576m | 0.576m |
| 外形寸法(横) | 0.384m | 0.768m | 0.768m |
| 外形奥行き | 0.28m | 0.21m | 0.13m |
| 質量 | 18kg | 40kg | 23kg |
| 視認角度 | 水平：±60°，垂直：±75° | | 水平：±80°， 垂直：±80° |
| 最小視認距離 | 1 m | | 2 m |
| 消費電力 | 0.2kW | 0.6kW | 0.15kW |

が求められており、これらを次のようにして実現している。

(1) 高精度

モジュールは高精度に作られていることに加え、上下左右の側面に他のモジュールと連結する機構を持ち、どのモジュールをどの位置に組み立ててもその精度を保つことを可能としている。3 mmPPでは高精細であるが故にモジュール間の精度出しが非常に重要であるが、スクリーン組立て後でもLED表示面を自在に動かせる微調整機構を設け目地のない均一な画質を実現している。

(2) 組立て・解体簡易性

モジュールの連結作業は背面ドアを開けることなく、上下左右の連結はワンタッチロック機構を設けることで速やかに組立て・解体を行うことができる。また、モジュール間に接続される電源・信号ケーブルについても、ワンタッチロックで接続可能であり、組立て・解体の簡易性を実現している。

(3) 軽量、薄型化

モジュールの筐体(きょうたい)は、アルミ製であることに加えて、基板枚数の削減により薄型、軽量化を実現している(図6)。

(4) スクリーンの多様性

(a) 色度変換機能

複数の客先間でクロスレンタルするような場合等、製作時期の異なるモジュールや使用時間の異なるモジュールを混在してスクリーンを構成する場合がある。この場合、色度がずれてしまい、均一な画質が維持できない。そこで、モジュールそれぞれで色合わせが可能な色度変換機能を持たせ、イベント用途として効果的な機能を実現している。

(b) 自動アドレス設定機能

各モジュールの設置位置(アドレス)は再組立てのたびに前回と異なる。各モジュールが受け持つ表示を正しく映す

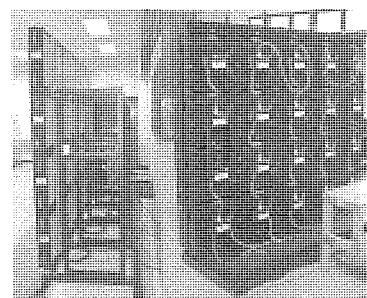


図6. モジュール組立て後のスクリーン背面

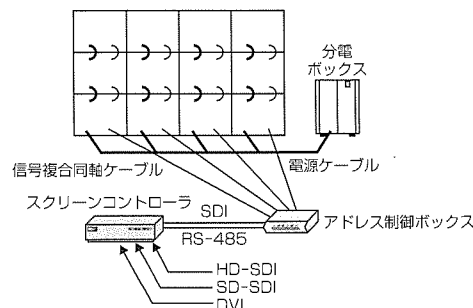


図7. イベント用屋内超高精細オーラビジョンシステム構成

ためには各モジュールのアドレス設定が必要である。モジュールはアドレス制御ボックスで自動アドレス設定ボタンを押すだけで各モジュールのアドレスを自動的に判別し内部に保持する機能を持ち、異なったスクリーンサイズに組み変えた場合でも、瞬時にアドレス設定が可能である。

3.2 システム構成

縦3段、横4列のモジュール構成時のシステム構成を図7に示す。スクリーンコントローラは、デジタル映像信号を直接取り込み、解像度変換して表示イメージデータをスクリーンに出力する。表示イメージデータは各列のモジュールへアドレス制御ボックスを経由し分配出力される。電源も同様に分電ボックスから各列のモジュールへと出力される。

4. む す び

屋内型超高精細オーラビジョン、また、イベント用の超高精細オーラビジョンの技術について述べた。屋内型の超高精細スクリーンの市場は、デジタル放送等の映像ソースの高解像度化に伴い、急速に拡大していくものと思われる。今後とも事業拡大に努力していく所存である。

参 考 文 献

(1) 前嶋一也：「オーラビジョン」LEDの現状と今後— イベント用およびサインボードへの適用 —，月間ディスプレイ，11，No.1，39～44（2005）

見やすく高精細な スキャンバックライト立体LCD

結城昭正* 伊藤敦史***
小田恭一郎** 谷内 滋***
岩崎直子**

The Scan-Backlight Stereoscopic LCD

Akimasa Yuuki, Kyoichiro Oda, Naoko Iwasaki, Atsushi Ito, Shigeru Yachi

要 旨

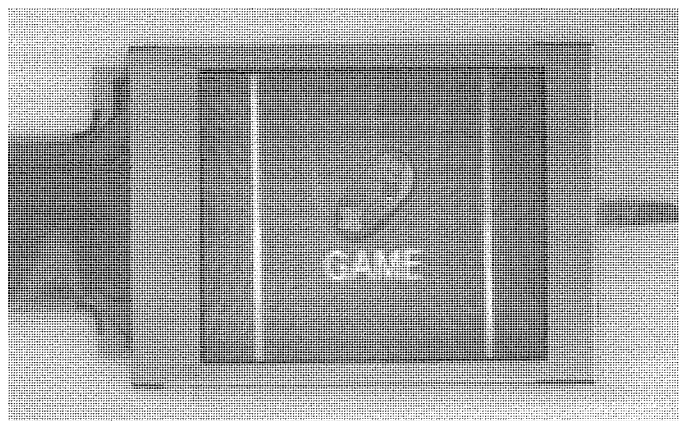
携帯電子機器に表示される画像の臨場感の向上を求め、特殊なめがねを用いず高精細でしかも見やすい立体映像の表示が可能なスキャンバックライト方式立体液晶ディスプレイ(Liquid Crystal Display: LCD)を開発した。

この立体LCDは、観察者の左右の眼で見る画像の視差により奥行き感が誘引される原理を用いている。左右の視差画像を120フレーム/秒の速さで書き換えられる高速応答液晶パネルと、左右の目にそれぞれ光を照射できる2組のLED(Light Emitting Diode)光源を備えたスキャンバックライトから構成されており、視差画像の書き換えと同期してLEDの点滅を行うことにより、左右の視差画像を対応した目にのみ表示することが可能である。

この立体LCDの特長を以下に示す。

- (1) 液晶パネルの解像度を100%生かした高精細な立体映像の表示が可能
- (2) 斜めから見た場合は、見づらい二重像や凹凸逆転像のない二次元映像となるため、立体映像が見える角度(立体視域)を探すことが容易
- (3) 通常の平面映像と立体画像の混在表示が可能で、コンテンツ作成の自由度が高い

さらに、この立体LCDは従来の小型LCDと同様の部品構成であるため軽量薄型化が可能であり、小型化への要求の強い携帯電話、ゲーム機、デジカメの表示装置に適していると考えている。



スキャンバックライト方式2.2インチQVGA(320x240画素)立体LCDモジュール

LEDを両側各4灯搭載したスキャンバックライトと、既存のドライバICで駆動できる新規高速応答液晶モードを採用し、立体画像輝度130cd/m²、コントラスト200を実現した(2005年時点)。

表示画像は左右の視差画像を重ねたイメージ図。左右の眼の方向からはそれぞれの画像がクリアに視認される。

1. ま え が き

携帯電話用小型液晶ディスプレイ(LCD)の高性能化は、より臨場感の高い映像表示を実現するために行われてきた。そして、色再現性、コントラスト、精細度が人間の視覚機能の限界レベルに到達した今、更なる臨場感の向上を求め、自然な奥行き感を表示できる立体LCDへの期待が高まっている。

立体画像表示技術の歴史は意外と古い⁽¹⁾。人間が奥行きを感じる要因としては、図1に示すように、両眼視差、運動視差、輻輳(ふくそう)、焦点調節があることが古くから知られている。これらの中で視差の影響は最も強く、19世紀末には既に2枚の視差写真を用いた立体鏡が登場している。そして、20世紀の半ばには、特殊なめがねを必要としない立体写真の実現方式であるレンチキュラーレンズ方式、パララックスバリア方式が開発されている。これらの方式は、現在も立体LCDの一部にも応用されているが、1枚のLCDに左右の視差画像を同時に表示するため、それぞれの解像度が1/2に低下するといった問題点があった。

視差画像を用いた立体表示のもう一つの代表的な方法として、時分割方式(フィールドシーケンシャル方式)がある。左右の視差画像を交互に表示する方式であり、液晶パネル全面に一枚の視差画像が表示されるため立体画像の解像度が低下しないという特長がある。

我々は、このフィールドシーケンシャル方式であるスキャンバックライト立体LCDの開発を行っている⁽²⁾⁽³⁾。

要旨の図に携帯電子機器用に開発した2.2インチQVGA(Quarter Video Graphics Array)(320×240画素)立体LCDモジュールの外観を示す。

本稿では、このスキャンバックライト方式立体LCDの

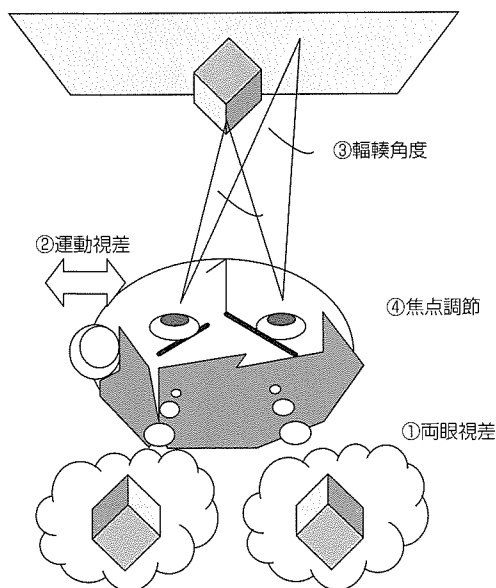


図1. 立体感の誘引因子

動作原理と特長に関して述べる。

2. スキャンバックライト方式立体LCDの特長と構造

2.1 特 長

スキャンバックライト方式立体LCDの特長を以下に示す。

- (1) 特殊なめがねなしで立体映像の表示が可能
- (2) 液晶パネルの解像度を100%生かした高精細な立体映像の表示が可能
- (3) 斜めから見た場合は、見づらい二重像や凹凸逆転像がない二次元映像を表示
- (4) 通常の平面映像と立体画像の混在表示も可能

2.2 構成と動作

図2にスキャンバックライト立体LCDの構成と動作原理の模式図を示す。この立体LCDは、観察者の左右の目にそれぞれ光を照射できる2組のLED光源を備えたスキャンバックライトと、左右の視差画像を高速に書き換えられる高速応答液晶パネルから構成される。

液晶パネルに左目用の視差画像を表示しているときに左のLEDを点灯し、右目用視差画像を表示しているときに右側のLEDを点灯することにより、特殊なめがねを用いずに視差画像をそれぞれ観察者の対応した眼にだけ見せることができる。

左右の視差画像の書き換えと、これと同期した左右のLEDの点滅をテレビのフィールド周波数と同じ60Hzでそれぞれ行くと、2つの画像ともにフリッカもなく連続して表示されているように感じられる。そして、人間の脳の中では左目画像と右目画像が合成され、立体感が誘引される。

なお、左右の視差画像の代わりに同じ画像を2回表示することにより、通常の二次元平面像を表示することも可能である。

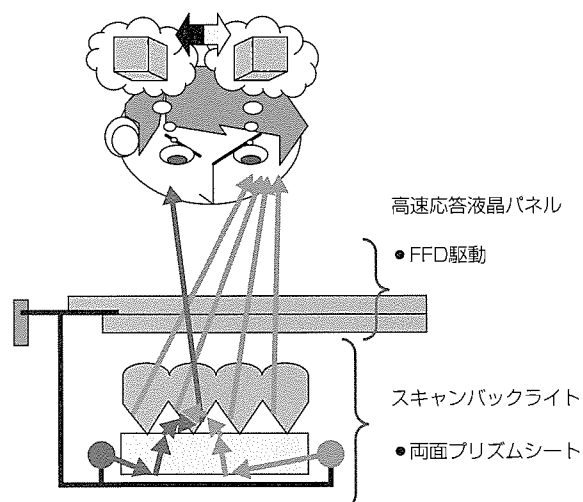


図2. 構成と動作原理の模式図

3. スキャンバックライト

図3にスキャンバックライトの模式図を示す。スキャンバックライトは、通常の小型LCD用バックライトと同様に、LED光源、導光板、光学レンズシート、反射シートから構成されている。異なる点は、LED光源が導光板の左右にある点と、光学レンズシートが新規設計の両面プリズムシートである点である。

両面プリズムシートの断面構造の模式図を図4に示す。下面側に形成された三角柱状の内面全反射プリズム(TIRプリズム)に正対して上面に円柱状のレンチキュラーレンズが配置され、レンチキュラーレンズの焦点はTIRプリズムの頂点にくるよう設計されている。

左側のLEDから出た光は導光板の上下の面で反射を繰り返しながら伝搬し、臨界角を超えた光が低い角度で導光板から出射する。この光は両面プリズムシート下面に形成されたTIRプリズムの斜面(C)に入射し、もう一方の斜面(D)で全反射されて上面方向に向かい、レンチキュラーレンズにより正面方向から左側に集光される。右側のLEDから出た光は、同様の経路を経て、正面から右側に集光される。このようにして、左側LEDを点灯すると正面から

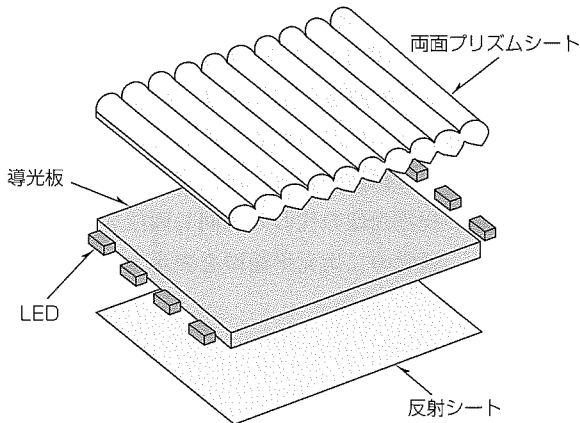


図3. スキャンバックライトの模式図

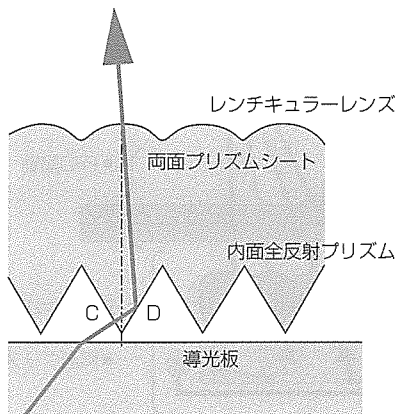


図4. 両面プリズムシートの動作原理

左方向を、右側のLEDが点灯すると右側を照らす照明方向の分離が可能になる。

図5に、スキャンバックライトの配光分布特性を示す。右側のLEDを点灯した場合の輝度分布を図中の白丸で示す。黒丸は左側のLEDを点灯した場合である。左右 $\pm 20^\circ$ の範囲で、右目用の光と左目用の光が分離されていることが分かる。

したがって、正面からこの立体LCDを見た場合、観察者の左右の目はそれぞれ対応した左右の視差画像を見るため、立体感が誘引される。

ここで、観察者が正面からずれた斜めから見た場合について考えると、人間の両目の間の角度は視距離40cmで 12° 程度であり、分離角度の 20° より十分に狭いため、左右の目に同じ視差画像が見えることになる。この場合、一方の視差画像が、立体感はないが違和感のない通常の平面画像として感じられることになる。

すなわち、この立体LCDでは、立体画像の視認領域の両側に通常の平面画像の視認領域があるため、目に負担をかけることなく、立体視域を探することができる。

4. 高速応答液晶パネル

視差画像の120フィールド/秒の高速書き換えは、高速応答液晶パネルにFFD(Feed-Forward Drive)駆動技術を用いて行う。

FFDはフィードフォワード制御を用いた液晶ディスプレイの駆動技術である⁽⁴⁾⁽⁵⁾。三菱電機では、1989年から既に液晶パネルの応答速度を画像データの変換により加速する、いわゆる、オーバードライブ技術を開発し製品に応用

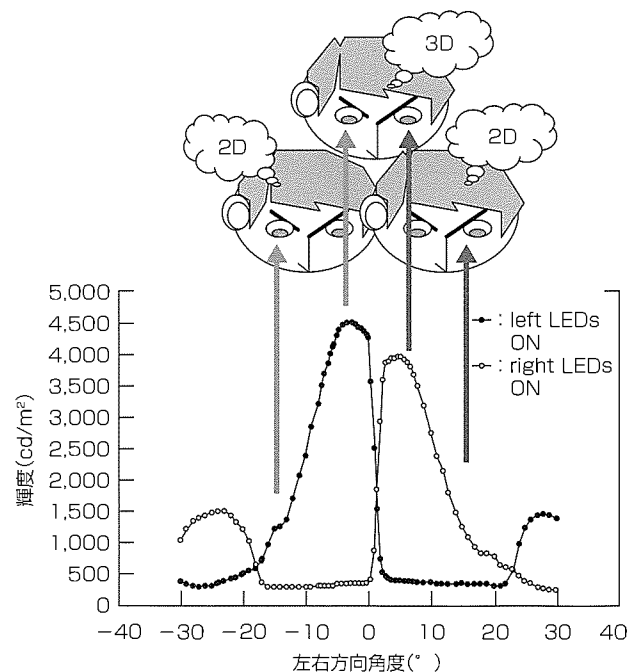


図5. スキャンバックライトの配光分布特性

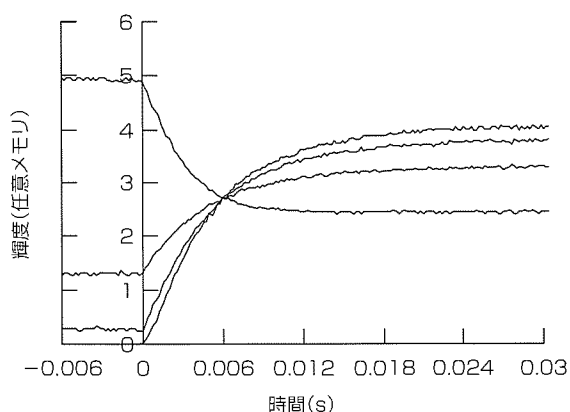


図 6. FFD動作時の液晶パネルの応答履歴

している⁽⁶⁾。その制御性を更に高めたのがFFD駆動である。

図 6 に、FFD を用いた画像書き換え時の応答の例を示す。ここでは、液晶パネルには応答速度 ($Tr+Tf$) = 7 ms の OCB (Optically Compensated Bend) モード液晶を用いている。図から、前階調によらず、所定の時間に目標の階調を実現できることが分かる。

図 7 に、FFD におけるデータ処理のブロック図を示す。あらかじめ、液晶パネルに固有の液晶の粘性と動的容量変化を反映した各階調間の応答プロファイル調べ、これを基に階調変換アルゴリズムを定める。そして、現フィールドでの目標階調を 1 フィールド時間内の所定の時間に実現するための設定電圧を出力する階調を、フレームメモリに記憶してある前フィールドの階調を参照して決定する。

図 8 の写真は、左右の視差画像をフィールドシーケンシャル駆動で実際に表示している際に左右の眼の方向に相当する左右 $\pm 6^\circ$ 方向から撮影した写真である。左右の画像には視差に相当する位置ずれがあるが、実用上問題のないレベルで輪郭は鮮明であり、画像分離は良好である。主観評価でも“中央のコントローラの絵がくっきりと前方に浮いていると感じられると”の評価が得られている。

5. む す び

以上、スキャンバックライト立体LCDモジュールに関して述べた。要旨の図に示す2.2インチQVGA立体LCDモジュールでは、白色LEDを片側4灯搭載したスキャンバックライトと、OCBモードに代えて新たに開発した既存のドライバICで駆動できる新規高速応答液晶モードを採用し、立体画像輝度 130cd/m^2 、コントラスト200を実現している(2005年時点)。

構成部材に従来と同等の材料と製造技術で製造した部品を使用しているため、高温高湿環境での連続動作試験や振動試験などの信頼性試験で、従来LCDモジュールと同等の試験結果が得られている。

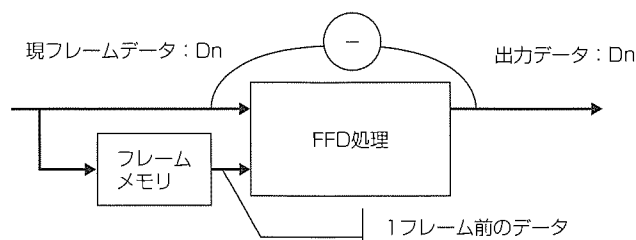
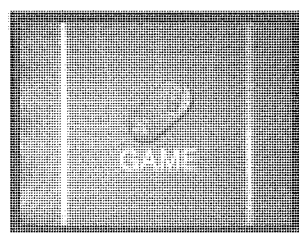
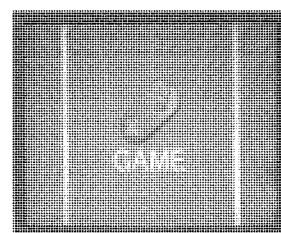


図 7. FFDデータ処理ブロック図



(a) 左 6° から撮影



(b) 右 6° から撮影

図 8. 2.2インチQVGA立体LCDに表示された視差画像

この立体LCDは、薄型軽量化への要求に対応可能であり、携帯電話や携帯ゲーム用の表示装置に適した立体LCDであると考えている。

参考文献

- (1) 結城昭正：立体映像の技術変遷，電気学会誌，123，No.7，426～429 (2003)
- (2) Sasagawa, T., et al：Dual Directional Backlight for Stereoscopic LCD, SID '03 Digest, 399～401 (2003)
- (3) Yuuki, A., et al：A New Field Sequential Stereoscopic LCDs by use of Dual-Directional-Backlight Asia Display '04 Digest, 255～258 (2004)
- (4) Nakanishi, K., et al：Fast Response 15-in. XGA TFT-LCD with Feedforward Driving(FFD) Technology for Multimedia Applications, SID '01 Digest, 488～491 (2001)
- (5) Oda, K., et al：Evaluation of Moving Picture Quality using the Pursuit Camera System, Digest Eurodisplay 2002, 115～118 (2002)
- (6) 大西啓太，ほか：液晶制御回路，日本国公開特許：特開平1-10299 (1989)

CLDD構造を用いた 低温ポリシリコンTFT

中川直紀* 中畑 匠**
豊田吉彦*
須賀原和之**

CLDD Structure Low Temperature Poly-Si TFT

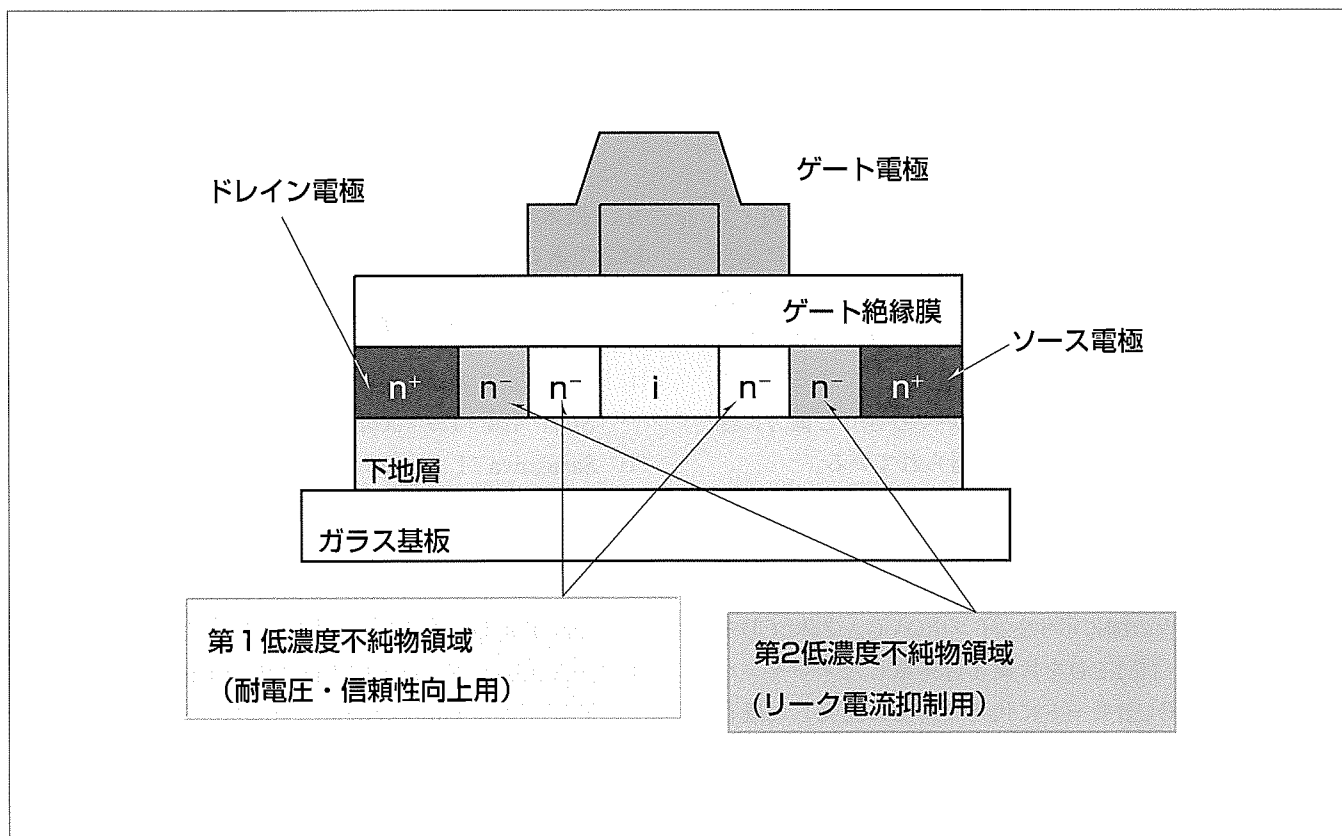
Naoki Nakagawa, Yoshihiko Toyoda, Kazuyuki Sugahara, Takumi Nakahata

要 旨

低温ポリシリコンTFT(Thin Film Transistor)の高精細、高表示品質液晶ディスプレイへの適用を目指して、高速、高駆動電圧で安定に動作可能なCLDD(Compound Lightly Doped Drain)構造のTFTを開発した。CLDD構造では、濃度と寸法の異なる2つの低濃度不純物領域を形成し、その不純物濃度の最適化を図ることにより、ゲート電極端部の横方向電界を緩和した。その結果、従来のLDD(Lightly Doped Drain)構造と同等以上の低リーク電流特性を持ち、かつ、DAHC(Drain Avalanche Hot Carrier)に起因すると考えられるDC電圧ストレスによるオン電流の劣化を飛躍的に改善できた。オン電流の劣化量のドレイン電圧依存性を調べた結果、同一劣化量に対して、LDD

構造の1.8倍のドレイン電圧まで駆動可能であることが明らかにになった。

また、駆動回路の基本回路であるインバータ回路にCLDD構造を用いることで、AC電圧ストレスに対する信頼性の向上とDC電圧ストレスに対する信頼性向上の相乗効果により、従来のLDD構造に比べて、50倍の周波数で使用可能であることを立証した。このように、CLDD構造TFTを液晶ディスプレイに用いることで、これまで低温ポリシリコンTFTが不得意としていた高駆動電圧、高速駆動回路での安定性が飛躍的に向上でき、種々の高品位液晶ディスプレイや有機EL(Electro Luminescence)ディスプレイなどへの展開が可能となると考えられる。



CLDD構造低温ポリシリコンTFTの概略図と性能

高性能・高信頼性の低温ポリシリコンTFT構造(CLDD)の断面構造とその性能を示す。CLDD構造は、不純物濃度と寸法の異なる2つの低濃度不純物領域を形成することで、素子内部の電界を緩和し、従来のLDD構造に比べて低リーク電流と高い動作電圧での高信頼性を同時に実現した。

1. ま え が き

低温ポリシリコンTFTは、現在広く液晶ディスプレイで使用されているアモルファスシリコンTFTに比べて、その移動度が2けた以上高いため、駆動回路を組み込んだ駆動回路一体型液晶ディスプレイや、複雑な駆動方式が必要なアクティブ型の有機ELディスプレイ等への適用が期待されている有望なデバイスである。また、一部の携帯電話用液晶ディスプレイでは高精細化や高機能化が進んでおり、これらの用途にも、低温ポリシリコンTFTは高開口率化や高付加機能のキー技術として幅広い応用が始まっている。

現状の低温ポリシリコンTFTに用いられるポリシリコン薄膜は、単結晶シリコンとは異なり、 $1\mu\text{m}$ 以下の多数の結晶からなり、また、ガラス基板の耐熱温度である 500°C 以下のプロセスで形成されるため、結晶粒内部や粒界に欠陥が多く存在し、TFTとして実際の駆動回路で動作するには特性劣化や不安定性を示すことが報告されている⁽¹⁾。そのため、ディスプレイに展開する際には、低温ポリシリコンTFTを用いたゲート駆動回路やデータ駆動回路が安定的に長期間動作するように、素子信頼性の評価技術や信頼性向上のためのデバイス構造設計が極めて重要となる。

本稿では、n型低温ポリシリコンTFTの一般的な構造であるLDD構造の特性の不安定性要因を明確にし、TFTの初期特性を損なうことなく安定性を向上させた三菱電機独自の新規TFT構造であるCLDD構造による改善効果について述べる。さらに、駆動回路の基本回路であるインバータにおけるn型TFTの特性劣化要因を解析し、CLDD構造を適用することによる高速、高駆動電圧での動作信頼性の飛躍的な改善について述べる。

2. 高性能低温ポリシリコンTFTの開発

低温ポリシリコンTFT構造において一般的に用いられるトップゲート構造にはシングルドレイン構造とLDD構造があり、シングルドレイン構造は、優れたオン特性を示すために、p型TFTと高速に動作する回路のn型TFTにおいて広く用いられている。また、LDD構造は、低いリーク電流特性からn型TFTに用いられ、液晶ディスプレイの画素スイッチ素子として用いられている。さらに、GOLD構造(Gate Overlapped Lightly Doped drain)は、近年、開発が盛んになってきている構造で、ゲート電極端下部にLDD領域を形成することで、シングルドレインと同等のオン特性と高いAC駆動下での安定性を持つTFT構造として注目されている⁽²⁾。AC動作でのTFT特性の劣化は低温ポリシリコンTFT固有の現象であり、TFTがオン状態からオフ状態に移移する際、ポリシリコン膜中にトラップさ

れた電子が放出されることに起因すると考えられている。しかしながら、GOLD構造は、シングルドレイン構造と同様にリーク電流が大きく、画素のTFT等の低リーク電流が要求される回路への適用が難しいという課題を持っている。そこで、このような課題をすべて解決し画素回路及び周辺駆動回路を同一構造のTFTで形成できる高性能・高信頼性を持つCLDD構造TFTを開発した⁽³⁾。

2.1 CLDD構造と初期特性

今回開発したCLDD構造のデバイス構造と従来のLDD構造及びGOLD構造を図1に示す。CLDD構造は、LDD構造とGOLD構造を複合化した構造であり、第1の低濃度不純物領域と第2の低濃度不純物領域の2種類の濃度と寸法の異なる低濃度不純物領域を形成した構造である。

まず、ガラス基板上に SiO_2 等からなる下地膜とアモルファスSi膜をプラズマCVD(Chemical Vapor Deposition)法で成膜し、レーザーアニール法によりポリシリコン膜を形成する。その上にゲート絶縁膜である SiO_2 膜を形成した後、第1のゲート電極を形成する。この際、りん(P)をイオン注入して第1の低濃度不純物領域を形成する。さらに、第2のゲート電極を第1のゲート電極の覆うように形成し、再度Pのイオン注入を行い、第2の低濃度不純物領域を形成してCLDD構造が完成する。

図2にCLDD構造とLDD構造の $I_{\text{ds}} - V_{\text{gs}}$ 特性を示す。いずれのTFTもチャネル長は $5\mu\text{m}$ であり、測定時のドレイン電圧(V_{ds})は 5V である。図から、オン特性では、CLDD構造はLDD構造とほぼ同程度の性能を示していることが分かる。また、オフ特性でも、低濃度不純物領域の濃度を最適化したことで、従来のLDD構造に比べてリーク電流のゲート電圧依存性が小さく、負のゲート電圧の大きな領域では、LDD構造より優れたオフ電流特性が得られた。このことは、より大きな駆動電圧でも低リーク電流を維持できることを示しており、画素TFTとして用いた場合には、より良好な電荷保持特性を持つことが分かる。

2.2 DCストレス信頼性の改善

次に、CLDD構造におけるDC電圧に対する安定性を調べた。DC電圧印加時に発生する劣化としては、DAHCに

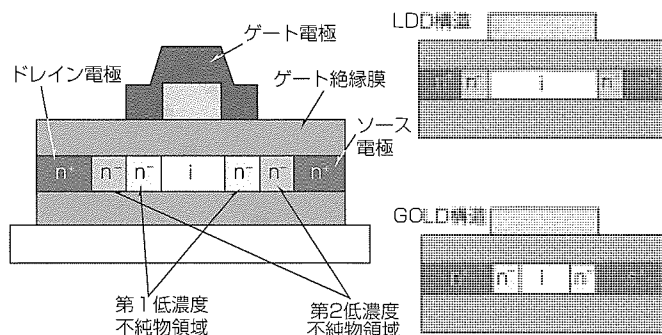


図1. CLDD構造の断面図

よる劣化が単結晶SiのMOS (Metal Oxide Semiconductor) トランジスタにおいて知られている。低温ポリシリコンTFTでもその発生が報告されており、LDD構造ではその特徴であるしきい値電圧 (V_{th}) 近傍での劣化量の最大値が観測された。一方、CLDD構造では、このようなゲート電圧依存性が小さく、DC電圧に対する高信頼性が期待された。そこで、ドレイン電圧に対する劣化量を評価した結果を図3に示す。図中の、 $\Delta I_{on}/I_{on_initial}$ は、ストレス印加前後の I_{on} ($V_{gs}=10V$, $V_{ds}=5V$)の変化率を示すものである。10%の劣化が見られるドレイン電圧は18V程度であり、従来のLDD構造が10V程度であるのに比べて1.8倍にまで向上した。しかも、ドレイン電圧に対する劣化量の依存性も2/3程度に改善されており、CLDD構造が高駆動電圧での動作に極めて有利であることが明らかになった。

さらに、このCLDD構造のDCストレスに対する信頼性の改善効果を検証するため、デバイスシミュレーションを用いてゲート電極端部の電界分布の解析を行った。 $V_{gs}=V_{th}$, $V_{ds}=10V$ における計算結果を図4に示す。CLDD構

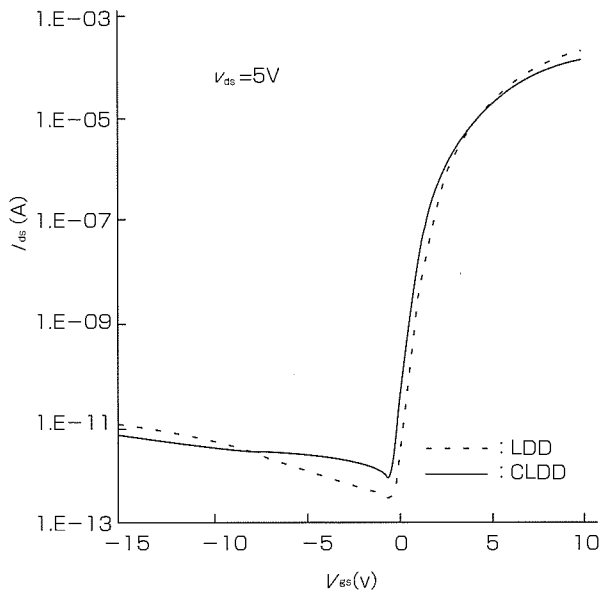


図2. CLDD構造TFTの $I_{ds}-V_{gs}$ 特性

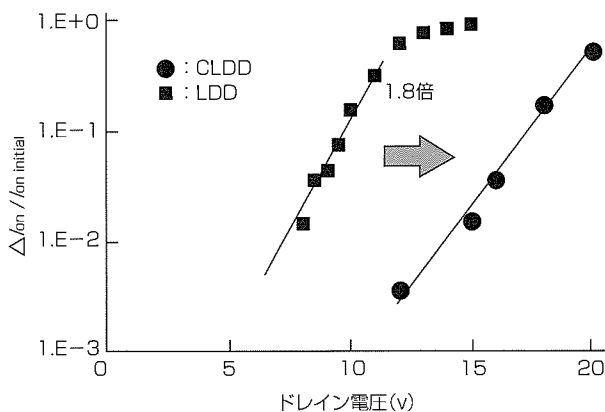


図3. DCストレス劣化のドレイン電圧依存性

造ではゲート電極端部の電界強度がLDD構造に比べて30%程度減少していることが分かる。これは、第1の低濃度不純物領域とチャネル領域の間に形成された接合によって横方向の電界が緩和されたことによるものと考えられ、DCストレス信頼性向上の要因と推定される。

3. インバータ回路におけるTFTの動作安定性改善

液晶ディスプレイの駆動回路ではインバータ回路が基本回路として使われるため、この回路の動作安定性を検証することは低温ポリシリコンTFTのディスプレイ適用において極めて重要である。インバータ動作におけるTFT素子の信頼性評価に用いた回路のブロック図とその動作時におけるn型TFTの動作点の模式図を図5に示す。インバータはCMOS(Complementary MOS)回路で構成されており、

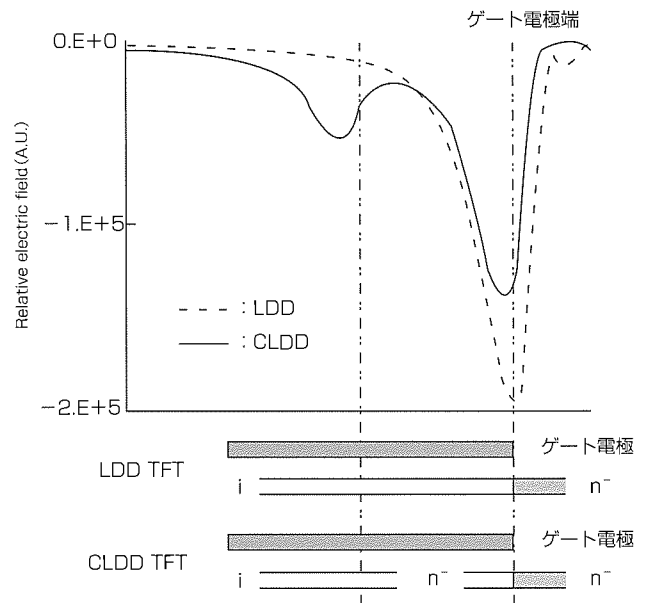


図4. 電界強度の解析結果

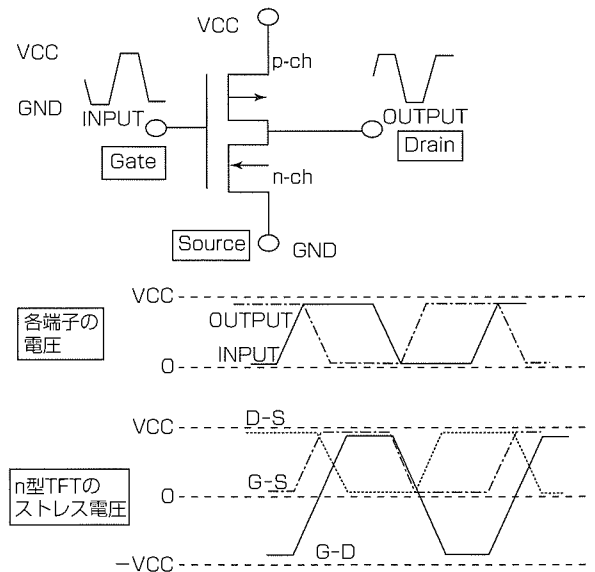


図5. インバータ動作におけるn型TFTへのストレス

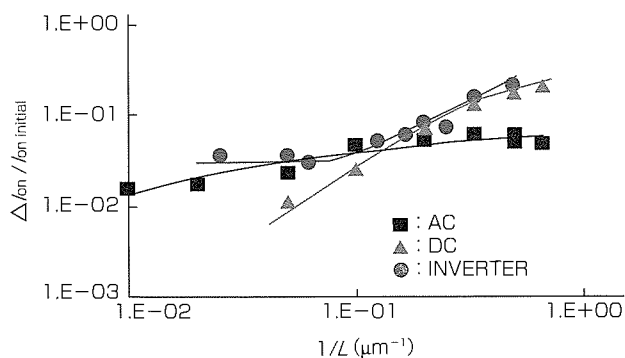


図6. インバータ動作劣化のチャンネル長依存性

インバータの入力にVCC/GNDの50%チューティの矩形(くけい)波を一定時間印加した後、n型TFTの静特性の変化を調べた。インバータ動作において、ゲートドレイン間には最大で±VCCのストレスが、ゲートソース間には最大VCC、ソースドレイン間では最大VCCのストレスが加わる。また、入力信号がGNDからVCCに遷移する時間で $V_{gs} = V_{th}$, $V_{ds} = VCC$ の状態が存在し、これは、前述のDAHCによるDCストレス劣化の最も大きな状態である。さらに、入力信号がVCCからGNDに遷移する領域において V_{gd} がVCCから-VCCに変化するため、前述のACストレスによる劣化が発生する可能性があることを示唆している。このように、CMOSインバータの動作では、n型TFTにDCストレスとACストレスの2つのモードの劣化が複合して発生すると推定された。図6に従来のLDD構造のインバータ動作におけるn型TFTのオン電流の劣化のチャンネル長依存性を示す。同時に、DCストレス劣化とACストレス劣化のチャンネル長依存性を示した。図から明らかなように、インバータ動作によるn型TFTの劣化は、チャンネル長の短い領域において、明確なチャンネル長依存性を示し、DCストレスによる劣化モードが支配的である。また、長チャンネル領域では、チャンネル長に依存しないTFTがオン状態からオフ状態に遷移する回数と電圧に依存するAC劣化モードに支配されていることを示している。したがって、高速回路のインバータ動作における劣化を低減し安定的な動作を実現するためには、長チャンネル化のみでは不十分であり、AC劣化モードに対する素子構造からの対策が必要である。

そこで、インバータ動作におけるn型TFTの安定性向上を目指して、CLDD構造をインバータに適用して、その効果を検証した。図7に、オン電流の減少率の駆動周波数依存性を示す。CLDD構造では、100kHzの動作周波数においてもLDD構造の1/50程度の劣化量であり、1MHzにおける劣化量も1%程度であり、データ駆動回路等の高速駆

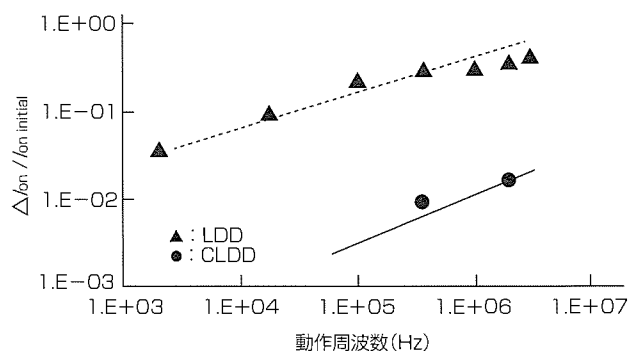


図7. CLDD構造によるインバータ動作劣化の改善

動回路にも十分適用可能であることを示している。また、VCC依存性においても、前述のDCストレス依存性からLDD構造の1.8倍程度の電圧での動作が可能であり、高駆動電圧が要求される高表示品質の液晶モードに対する駆動回路においても、同一電源での駆動が可能であることが立証された。

4. む す び

低温ポリシリコンTFTの高精細、高表示品質液晶ディスプレイへの適用を目指して、高速、高駆動電圧で安定に動作可能なCLDD構造のTFTを開発した。CLDD構造は2つの低濃度不純物領域を持ち、その不純物濃度の最適化を図ることによりゲート電極端の横方向の電界を緩和した結果、従来のLDD構造と同等以上の低リーク電流で、かつ、高駆動電圧、高速動作で、極めて高い動作信頼性を達成した。また、駆動回路の基本回路であるインバータ動作でも、CLDD構造を用いることで、これまで低温ポリシリコンTFTが不得意としていた高駆動電圧、高速駆動回路での安定性が十分に確保できた。このように、CLDD構造の低温ポリシリコンTFTを採用することにより、種々の高品位液晶ディスプレイや有機ELディスプレイなどへの展開が可能となる。

参 考 文 献

- (1) 丹呉浩侑, ほか: TFTの信頼性解析の現状, 電子情報通信学会論文誌C, **J87-C**, No.3, 283~295 (2004)
- (2) Nakagawa, H., et al.: Reliability of Low Temperature Poly-Si GOLD(Gate Overlapped LDD) Structure TFTs, AM-LCD'02, 167~170 (2002)
- (3) Toyoda, Y., et al.: Extremely Reliable TFT with New CLDD(Compound LDD) Structure, AM-LCD'04, 333~336 (2004)

デュアルドメインベンドモードを用いた 高速液晶

佐竹徹也*

A Fast-Switching Liquid Crystal Mode Using Dual-Domain Bend Alignment

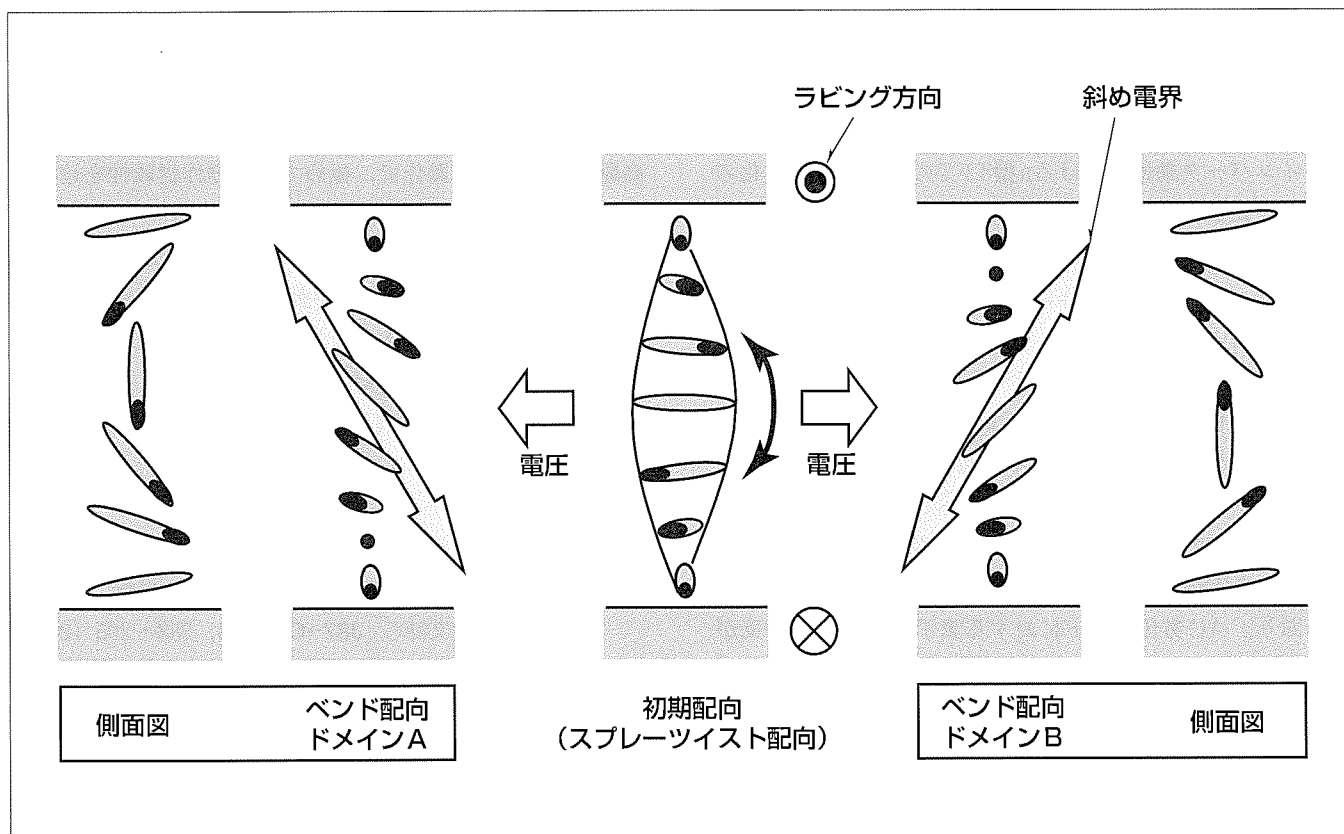
Tetsuya Satake

要 旨

液晶テレビのように主として動画を表示する液晶ディスプレイや時分割方式の立体液晶ディスプレイにおいて、高速応答の液晶ディスプレイが求められている。ベンド配向を用いるOCB(Optically Compensated Bend)モードは、高速応答かつ広視野角を実現する方式として期待されているが、初期配向のスプレー配向からベンド配向を得るために高電圧印加などによる配向転移処理が必要であり、さらに、画像表示中もベンド配向の維持電圧が必要である。

本稿では、容易にベンド配向が得られる新規の高速液晶表示モード、デュアルドメインベンド(DDB)モードについて述べる。デュアルドメインのベンド配向は、カイラル液晶を充填(じゅうてん)した反平行ラビングセルを用いて

実現できる。初期配向はツイスト角 180° のスプレーツイスト配向であり、液晶分子の立ち上がり方向は斜め電界によってそれぞれのドメインで反対方向になるように制御される。DDBモードでは電圧印加によりツイストベンド変形が連続的に起きるため、OCBモードでは不可欠であった配向転移処理が不要である。動作検証実験により、黒→白時5ms、白→黒時1ms以下の高速応答特性が確認されている。また、 180° ツイスト配向から形成されるモノドメインのベンド配向モードが対称性に劣る視野角特性を示すのに対し、DDBモードでは、デュアルドメイン化により広くかつ対称性に優れた視野角特性が得られる。



DDBモードでの液晶動作を示す模式図

DDBモードでは、反平行ラビングとカイラル液晶との組合せによって得られるスプレーツイスト配向を初期配向とする。電極に設けたスリットなどによって、液晶セル内に方向の異なる斜め電界を発生させ、液晶分子の立ち上がり方向を2方向に制御する。印加電圧の増加に従って、スプレーツイスト配向から曲がり方向の異なる2つのベンド配向へと連続的に変化し、デュアルドメインのベンド配向が得られる(図中、液晶分子の黒塗り部分は、紙面から手前に出ていることを示す)。

1. ま え が き

近年、液晶ディスプレイは、OAモニタにとどまらず、テレビにもその用途を広げている。動画表示が主体となるテレビでは、より高速な応答特性が求められる。液晶ディスプレイの応答特性の改善には、液晶材料の低粘性化や駆動電圧波形の工夫といったアプローチのほかに、液晶分子の並び方(配向)を変えるアプローチがある。液晶配向は、液晶ディスプレイの表示特性を大きく左右する非常に重要なファクタである。図1に現在の液晶ディスプレイ製品に用いられている代表的な液晶配向を示す。90°ツイスト(ねじれ)配向を用いるTN(Twisted Nematic)モードは、広い製造マージンを持つ一方で、電圧オン時の液晶分子の立ち上がり方向に起因して階調反転が発生する。水平一軸配向を用いるIPS(In-Plane Switching)モードは、優れた視野角特性を示す。垂直配向を用いるVA(Vertical Alignment)モードは、液晶層に正面位相差が生じないため高いコントラストを示す。また、マルチドメイン化によって広い視野角特性も持つ。バンド(曲がり)配向を用いるOCBモードは、配向自体の実現が困難ではあるが、高速な応答特性を示す⁽¹⁾。我々は、高速応答液晶ディスプレイの実現を目指すに当たって、OCBモードで用いられるバンド配向に着目し、OCBモードの高速応答・広視野角といった特長を損なうことなく安定してバンド配向が得られるDDBモードの開発を進めている。

2. バンド配向

従来のOCBモードでは、バンド配向を安定して得ることが困難である。OCBモードの電圧印加前の初期配向はスプレー(広がり)配向であり、画像表示を行う前にバンド配向に転移させる必要がある。図2に、スプレー配向からバンド配向への転移の様子を模式的に示す。基板内側面に形成された配向膜は、上下で平行方向にラビング処理されており、界面の液晶分子は同じ方向から数°程度立ち上がっている(界面での立ち上がり角をプレチルト角という)。電圧を印加しない場合はプレチルト角分だけ広がりを持つ

| モード | TN | IPS | VA | OCB |
|------|-----------|--------|---------|-------|
| | 90°ツイスト配向 | 水平一軸配向 | 垂直配向 | バンド配向 |
| 配向 | | | | |
| 液晶分子 | | | | |
| 電極 | | | | |
| | オフ | オン | オフ | オン |
| 応答 | △ | △~○ | △~○ | ◎ |
| 視野角 | △(階調反転) | ○~◎ | ○ | ○ |
| 特長 | 広い製造マージン | 優れた視野角 | 高コントラスト | 高速応答 |

図1. 液晶ディスプレイに用いられる代表的な液晶配向と表示特性の特長

たスプレー配向となる。スプレー配向に表示電圧を印加しても、スプレー配向のまま変形し、バンド配向は得られない。配向転移を起こすには高電圧の印加が有効であるが、すべての表示画素で安定して転移を引き起こすには、画素内に転移初期核構造(突起や異種配向領域など)の形成も必要である。さらに、表示中にバンド配向からスプレー配向への逆転移を抑制するために、常にある一定以上の配向維持電圧を印加しつづけてはならない。

バンド配向を安定して得るための手段として初期配向を180°のツイスト配向にする方法があり、C(Chiral-doped)-OCBモードと呼ばれている⁽²⁾。カイラル材料を液晶材料に添加して得られる180°ツイスト配向は、電圧印加に従って連続的にバンド配向に変形する。図3に180°ツイスト配向からバンド配向への変形の様子を模式的に示す。図2に示したバンド配向との違いは、特に低電圧域でツイスト成分が残ることであり、液晶層中心部の液晶分子は基板面に対して垂直ではなく、ラビング方向と垂直な方向に

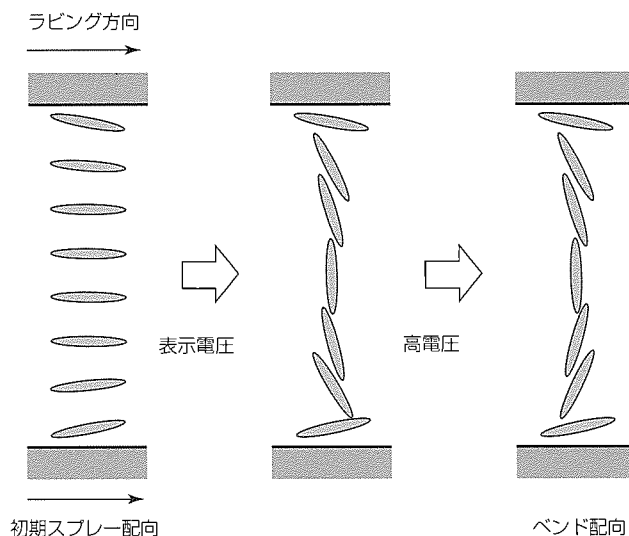


図2. スプレー配向からバンド配向への転移

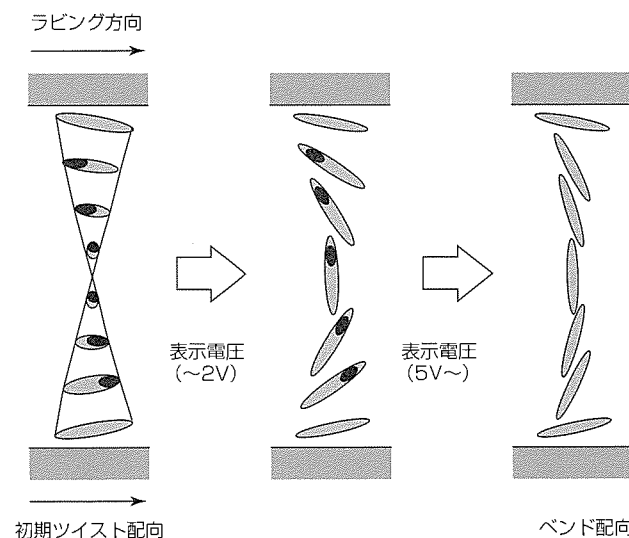


図3. 180°ツイスト配向からバンド配向への変形

少し傾いている。180°ツイスト配向から得られるバンド配向は、スプレー配向から得られるバンド配向と同レベルの高速応答特性を示す一方で、ツイスト成分に起因して非対称な視野角特性を持っている。

我々は、C-OCBモードをベースとして、相互に補償する2つのバンド配向ドメインを比較的簡単な方法で形成し、高速応答と広視野角を同時に実現するDDBモードを考案した³⁾。

3. DDBモードの液晶配向

DDBモードにおけるデュアルドメイン形成のキーポイントは初期配向である。DDBモードの初期配向をC-OCBモードの初期配向と比較して図4に示す。C-OCBモードでは、上下基板の配向膜は、OCBモードと同様に、平行方向にラビング処理されている。これに対し、DDBモードでは、反平行方向にラビング処理され、液晶分子は上下基板界面で異なる方向から立ち上がっている。C-OCBモードでは液晶層全体にわたっておおよそプレチルト角分だけ液晶分子が傾いているのに対し、DDBモードでは、上下界面のプレチルト角方向が整合しないため、界面から遠ざかるに従って液晶分子の傾きは小さくなり、液晶層中心部では基板面にほぼ水平になっている。このように、DDBモードの初期配向は、ツイストしながらプレチルト角分だけスプレー成分を持っているので、スプレーツイスト配向と呼ぶ。液晶層に電圧を印加したときの液晶分子の立ち上がり方向は、C-OCBモードでは1方向に限られるが、DDBモードでは2方向となる。すなわち、液晶層中心部の水平な液晶分子がどちら側から立ち上がるかという違いによる2つの方向である。立ち上がり方向を制御することによって、2つのバンド配向ドメインを均等に形成し、対称性の良好な視野角特性を実現することができる。立ち上がり方向の制御は、液晶セル内に斜め電界を発生させることにより、有効かつ容易に行うことができる。もちろん、

初期配向がツイスト配向であるので、高電圧印加による配向転移処理は必要ない。

DDBモードの表示時の配向状態は、バンド配向の曲がりの方向及び液晶層中心部の立ち上がり方向が共に反対となる2つのバンド配向ドメインから構成されている。従来のバンド配向モードと同様に、電圧の高低によってバンド配向の曲がり具合を変え、液晶層の位相差を制御する。電圧印加時の液晶層の残留位相差を補償するような光学フィルムを組み合わせることで、透過率を制御し明暗表示を行う。

4. 動作検証

4.1 配向制御

上下両基板に電極スリットを持つテストセルを用いて、動作検証を行った。各基板の透明電極には10μm幅のスリットを100μmピッチで設け、上下でスリットが交互になるように重ね合わせた。両基板ともポリイミド配向膜が形成され、スリットに沿って反平行方向にラビング処理を行った。セルギャップは7μmとし、カイラル液晶(複屈折 Δn : 0.14, カイラルピッチ: 20μm)を充填した。

偏光顕微鏡を用いて、作製したテストセルの配向状態を観察した。非電圧印加時にクロスニコル下で消光位が見られず、初期配向が180°のツイスト配向であることが確認された。2V前後の電圧を印加したとき、スリットで隔てられたドメインの生成が確認された。液晶分子の立ち上がり方向を確認するため、セルの片端をステージから持ち上げて斜めに観察したところ、隣接する2つのドメインは異なる干渉色を示した。干渉色の違いはそれぞれのドメインで液晶分子の立ち上がり方向が異なることに対応している。印加電圧を5V程度に上げると、ラビング方向に消光位を示し、バンド配向が形成されていることが確認された。以上のようにしてデュアルドメインのバンド配向の実現を確認することができた。

4.2 光学応答特性

DDB液晶セルの正面電圧-透過率(VT)特性を測定した。液晶層の残留位相差を補償するために、面内位相差100nmの光学フィルム(aプレート)を用いた。セルは外部電源を用いて60Hzの矩形(くけい)波で駆動した。図5にVT曲線を示す。黒電圧は7Vであった。VT曲線はC-OCBモードと似た形状を示し、2V近傍でツイスト-バンド変形に伴うピークを持った。白電圧を2.5Vとして応答時間を評価したところ、黒→白の応答時間(相対透過率0%→90%に要する時間で定義)は5msであった。白→黒(相対透過率100%→10%に要する時間で定義)の応答時間は1ms以下であった。DDBモードは、OCBモードと同レベルの高速応答特性を持ち、ネマチック液晶を用いた液晶表示モードでは最速レベルであることが示された。

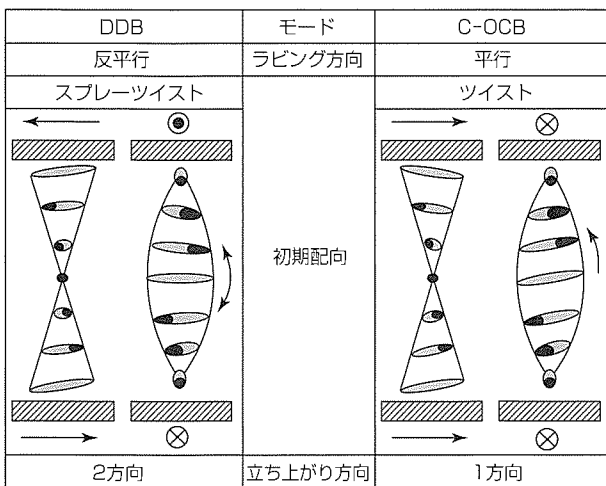


図4. DDBモードとC-OCBモードの初期配向の比較

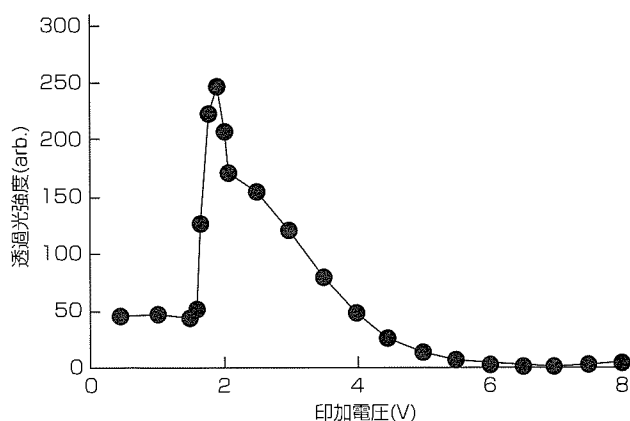


図5. DDB液晶セルのVT特性

5. 視野角特性シミュレーション

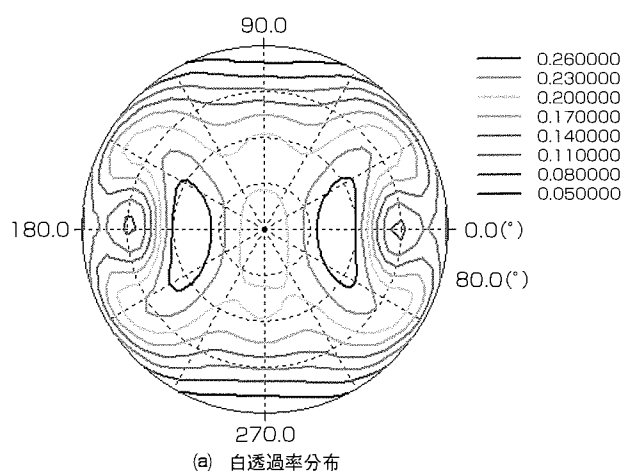
DDBモードの視野角特性シミュレーションを行った。広帯域円偏光板、液晶層の厚さ方向位相差補償のためのCプレート、液晶層の面内位相差補償のためのaプレートを液晶セル両側に積層した構造で最適化を行った。図6にシミュレーションで得られた白表示時の透過率分布(a)とコントラスト分布(b)を示す。いずれの分布もラビング方向と垂直なパネル水平方向において優れた対称性を示し、かつ、広い視野角が得られることが示された。モノドメインのC-OCBモードでは非対称な視野角特性が課題であったが、DDBモードでは、相互に補償する2つのドメインによって対称な視野角特性が実現できることが示された。

6. むすび

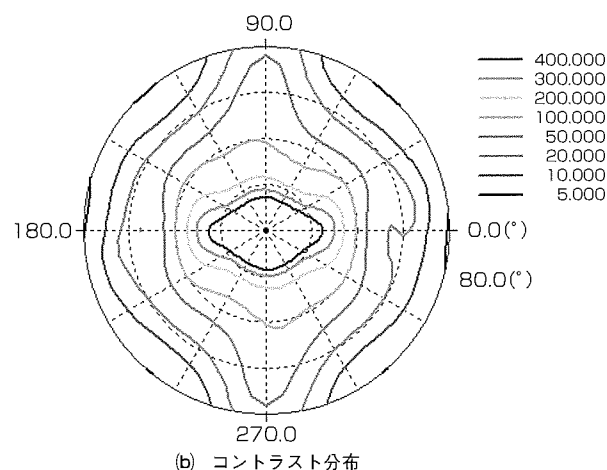
DDBモードについて述べた。このモードでは、スプレーツイスト配向を初期配向として、斜め電界を用いることによって2つのバンド配向ドメインを形成する。従来のOCBモードとは異なり、高電圧によるバンド転移処理は不要である。DDBモードは対称的な2つのバンド配向ドメインから構成され、原理的に高速応答・広視野角が期待できる。今後、実際の液晶ディスプレイの開発を進めたいと考えている。

参考文献

(1) Yamaguchi, Y., et al.: Wide-Viewing-Angle Dis-



(a) 白透過率分布



(b) コントラスト分布

図6. 視野角特性(シミュレーション)

play Mode for the Active-Matrix LCD Using Bend-Alignment Liquid-Crystal Cell, SID '93 Digest, 277~280 (1993)

(2) Lee, S. H., et al.: Chiral-Doped Optically Compensated Bend Nematic Liquid Crystal Cell with Continuous Deformation from Twist to Twisted Bend State, Jpn. J. Appl. Phys., 40, Part 2, No.4B, L389~L392 (2001)

(3) Satake, T., et al.: A Novel Fast-Switching LCD with Dual-Domain Bend Mode, Asia Display/IMID '04, 209~212 (2004)

6原色LEDバックライト液晶モニタ

香川周一* 杉浦博明**
金子英之*
染谷 潤*

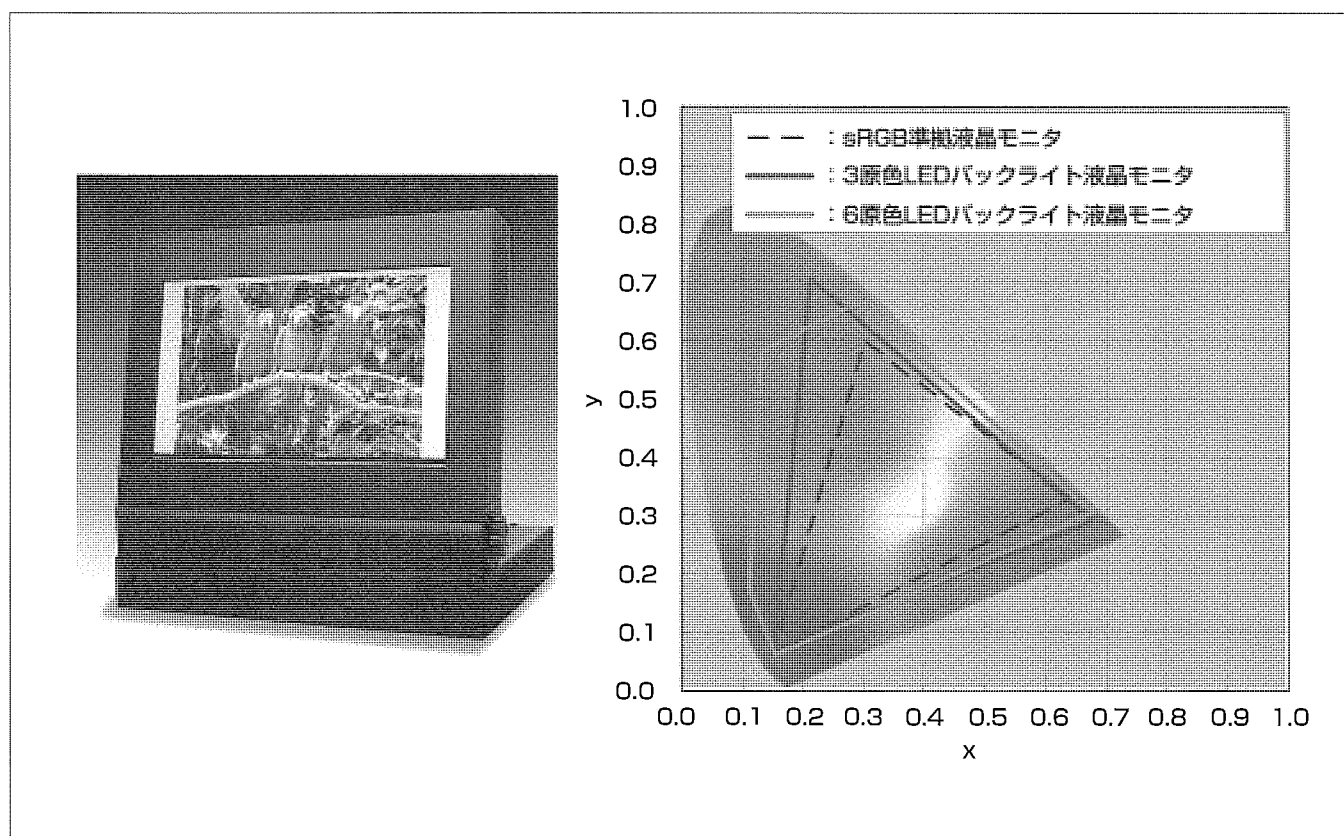
Six-Primary-Color LCD Monitor Using Six-Color LEDs for Backlight

Shuichi Kagawa, Hideyuki Kaneko, Jun Someya, Hiroaki Sugiura

要 旨

世界で初めて6色のLED(Light Emitting Diode)をバックライト光源に用いた6原色LEDバックライト液晶モニタの試作機の開発に成功した。この試作モニタでは、それぞれ波長の異なる2グループのR, G, BのLEDをサブフレームごとに交互に発光させる。2グループのLEDからの光はそれぞれ混色され、分光特性の異なる2種類の“白色光”が生成される。これら2種類の白色光は、液晶パネルに備えた3色のカラーフィルタにより、それぞれ3色に分解される。この結果、異なる3色が時分割で交互に表示され、

これらが空間・時間的に混色されることにより、6原色表示を実現する。この試作モニタは、現状の直視型ディスプレイモニタとしては、世界で最も広い色再現範囲を実現している。例えば、代表的な表面色の色票集として色空間の広さやディスプレイの色再現範囲を評価するために活用されている“Munsell Color Cascade”の95%以上を包含する。今回のモニタは、従来の液晶モニタでは再現することが難しかった色を再現できる利点を生かし、印刷業界などにおけるハイエンドのソフトブルーへの適用が期待される。



6原色LEDバックライト液晶モニタ試作機の外観と色再現範囲

6原色LEDバックライト液晶モニタは、広い色再現範囲を特長とする。現在、一般的に使用されているsRGBに準拠した液晶モニタはもちろぬ、3原色LEDバックライト液晶モニタと比較しても、シアン付近の高彩度の色が再現可能となる。

1. ま え が き

近年のデジタルカメラやインクジェットプリンター等のイメージングデバイスの性能向上と普及により、Desktop Publishing (DTP)、印刷やデザイン等、それらの応用分野においてワークフローの変革が起きつつある。これに伴い、ディスプレイモニタ(以下“モニタ”という。)の色再現性向上への要求も高まっている。筆者らはこの要求に対応するためモニタの色域拡大技術について開発を進めており、蛍光体を改良した広色域CRT(Cathode Ray Tube)ディスプレイを開発し⁽¹⁾、また、赤、緑、青の3原色のLEDをバックライト光源とした3原色LEDバックライト液晶モニタ⁽²⁾の開発に成功した。今回、更なる色域拡大の試みとして、世界で初めて6色のLEDをバックライト光源に用いた6原色LEDバックライト液晶モニタの試作機の開発に成功した⁽³⁾。試作機は、従来の3原色LEDバックライト液晶モニタでは再現することが難しかった色をも再現できる利点を生かし、印刷業界などにおけるハイエンドのソフトウェアへの適用が期待される。

本稿では、この試作モニタの実現のポイントとなる6原色LEDの選び方や、その色再現などについて述べる。

2. 広色域液晶モニタのニーズ

印刷工程のデジタル作業のワークフローとしては、従来ではハードコピーの原稿(例えば銀塩写真によるリバーサルフィルム)をスキャナで取り込み、デジタルデータへ変換後、加工・編集する方法が多く用いられていた。この場合、ハードコピーを各工程における色見本として参照できた。一方、近年のデジタルカメラの高性能化及び普及により、例えば商業写真業界では、高級一眼レフデジタルカメラによる撮影及び電子データによる入稿が既に適用されている。これに伴い、デジタルカメラからの直接のRGBデータによる入稿を行い、RGBデータで編集・加工を行う方法(RGBワークフロー)も提案されている。この場合の課題として、ハードコピーによる色見本がないため、色校正時に従来以上の手間が掛かることが考えられる。モニタ上に表示される画像を色見本として活用できれば、DTPやデジタル写真業界のワークフローを改善することが期待できる。このためには、ハードコピーと比較して遜色(そんしょく)のない広い色域を持つモニタが必要となる。

3. 6原色LEDバックライト液晶モニタ

3.1 6原色LEDバックライト液晶モニタの動作

この試作モニタでは、図1に示すR、G、Bのa、bそれぞれ波長の異なるLEDのグループをサブフレームごとに交互に発光させる。2グループのLEDの光はそれぞれ混色され、分光特性の異なる2種類の白色光が生成される。

これら2種類の白色光は、液晶パネルに備えた3色のカラーフィルタにより、それぞれ3色に分解される。この結果、異なる3色が時分割で交互に表示され、これらが空間・時間的に混色されることにより、6原色表示を実現している。ここで、液晶パネルには、LEDの発光色に対応して色分解・色変換を行った映像信号をLEDの発光切換えと同期して供給する。

図2は各組のLED点灯時に画面上に表示される3色の色度を表す色度図である。ここで注意すべき点は、このモニタで採用した表示方式では、各組のLEDからの光は、いったん混色された後にカラーフィルタにより分解される点である。一般に液晶に用いられるカラーフィルタは、互いに重複する透過波長帯域を持っている。これにより、各組内において各色LEDの発光スペクトルが複数の表示色に影響を及ぼすこととなり、各LEDの発光スペクトルはバランス良く選択する必要がある。今回の開発に際しては、後述のMunsell Color Cascadeで規定された色を可能な限

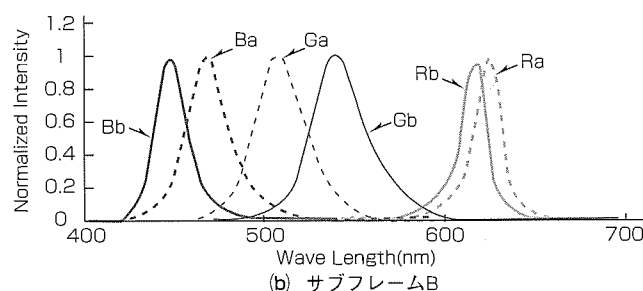
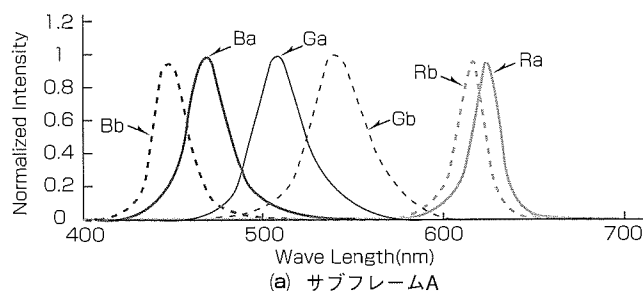


図1. 各LEDグループの分光特性

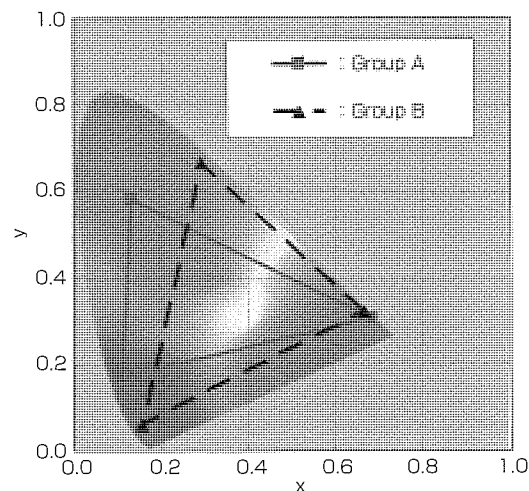


図2. 各組のLEDグループが表示する色度を示す色度図

り包含する色域を実現するためLEDを選定した。

3.2 6原色LEDバックライト液晶モニタの色再現

図3は、米国のオフセット印刷業界の標準色表SWOP (Specification for Web Offset Publications)と6原色LEDバックライト液晶モニタ他との色域を比較したものである。このような色域の比較は、厳密にはCIELAB色空間などを用いて三次元的に評価する必要があるが、説明を簡単にするため二次元の図を用いて説明する。なお、後述する表面色の包含率については、三次元的に計算したものである。この図によると、SWOPを包含することが主な目的、つまり、YMCKの4色オフセット印刷のソフトプルーフが主な目的とすると、現在、一般的に使用されているsRGBに準拠した液晶モニタの色再現範囲では不足しているが、3原色LEDバックライト液晶モニタの色再現範囲で十分ということになる。

図4は、代表的な表面色の色票集として色空間の広さや

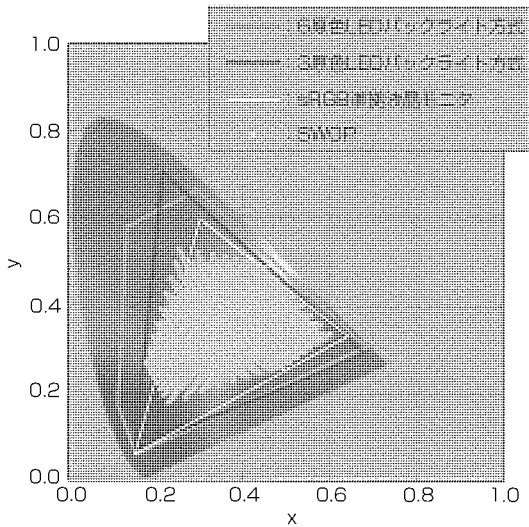


図3. SWOPと6原色LEDバックライト液晶モニタの色域比較

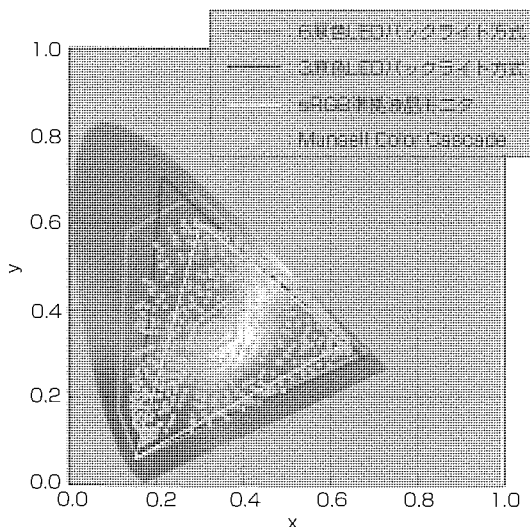


図4. Munsell Color Cascadeと6原色LEDバックライト液晶モニタの色域比較

ディスプレイの色再現範囲を評価するために活用されている Munsell Color Cascadeと、6原色LEDバックライト液晶モニタなどとの色域を比較したものである。この図によると、sRGBに準拠したもの、及び3原色LEDバックライト方式のもの、いずれの色再現範囲も不十分である様子が分かる。特に彩度の高いシアン色に関しては、その不十分さが顕著である。それに対して、6原色方式のものは、表面色の色票をほぼ包含している様子が分かる。参考のため表1に上記表面色の色票に関する包含率を示す。

図5は、現在、広く普及しているインクジェットプリンターの色再現範囲と今回の試作モニタなどとの色再現範囲を比較したものである。上述の表面色の場合と同様に、今回の試作モニタがインクジェットプリンターの色再現範囲をほぼ包含している様子が分かる。

3.3 光フィードバック回路

LEDは駆動電流値や温度により発光強度に加え発光の主波長も変化するため、上記6原色のLEDの発光強度は振幅一定の矩形(くけい)電流のPWM(Pulse Width Modulation)駆動により調整可能な構成としている。また、上記2つのグループの白色点の輝度・色度は同一になるように調整し、白色点のずれによるフリッカを抑えている。

一方、図6に示すように、LEDはその動作温度により発光強度が変化する。それぞれの原色のLEDの発光バランス及び強度が変化するので、白色点の輝度・色度が動作温度により変化することになる。したがって、これを補償するために、バックライトモジュールに取り付けられた光センサ(Siフォトダイオード)により検出された輝度・色度

表1. 各色空間に対する表面色の包含率(%)

| タイプ | 包含率(%) |
|----------------|--------|
| 6原色LEDバックライト方式 | 95.58 |
| 3原色LEDバックライト方式 | 80.62 |
| sRGB準拠 | 52.67 |

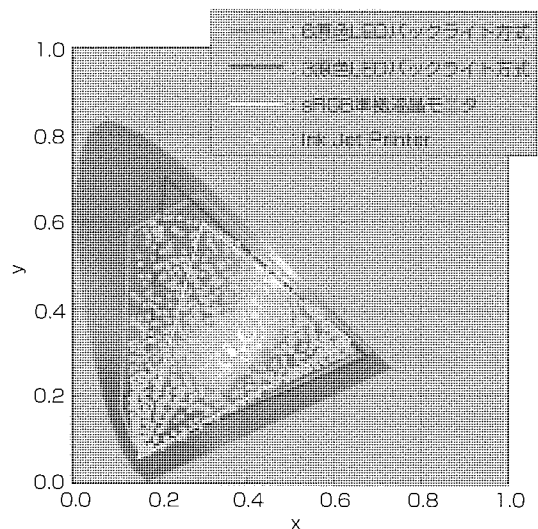


図5. インクジェットプリンターと6原色LEDバックライト液晶モニタの色域比較

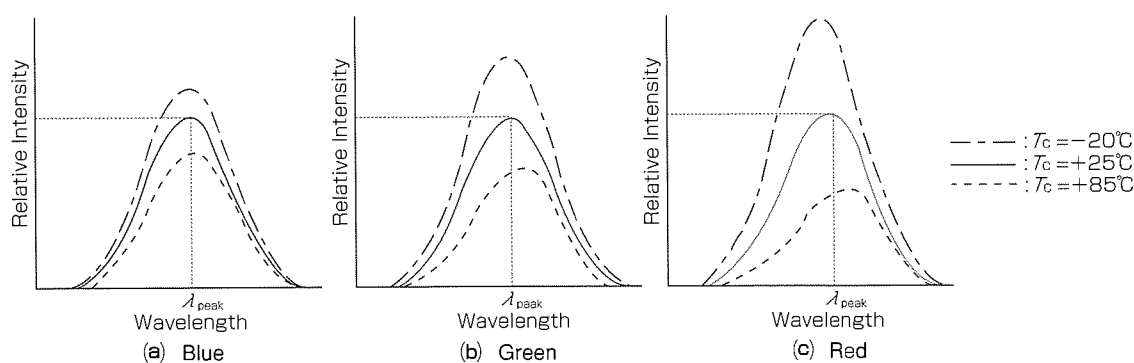


図6. LED発光波長の温度特性

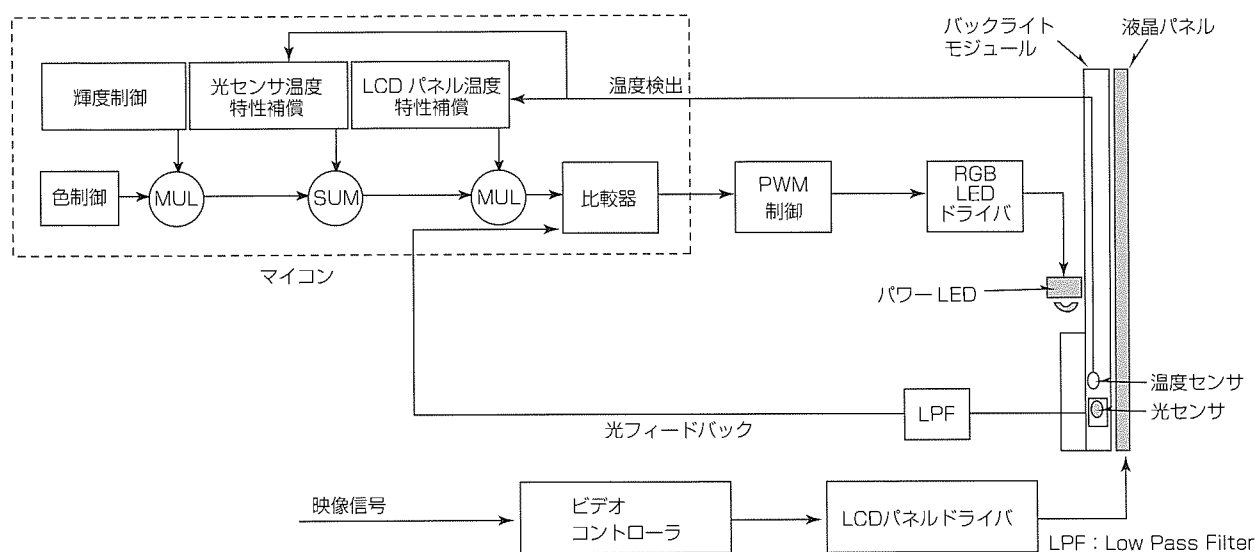


図7. 光フィードバック制御回路構成図

値があらかじめ設定された値となるようにフィードバック制御を行う。さらに、温度による波長変化を補償するため及びLCDパネルの分光透過率の温度変化による色度変化を補償するために、温度センサの検出結果に応じて白色点の輝度・色度の補償を行う。

図7に温度変化時の補償まで含めた光フィードバック制御の構成図を示す。同図には、RGBの各1組分のフィードバック制御を示すが、実際には2つのLEDの原色のグループごとそれぞれに取り付けられた光センサによりLEDのグループごとにそれぞれ輝度・色度を検出し、フィードバック制御を行う。

4. む す び

以上に述べたように、筆者らは、世界で初めて6原色LEDをバックライトとする液晶モニタを開発した。3原色LEDをバックライトとする従来の液晶モニタでは再現することが難しかった色を再現できる利点を生かし、印刷業界などにおけるハイエンドのソフトブルーへの適用が期待される。また、今回の試作モニタは、現状の直視型ディスプレイモニタとしては、世界で最も広い色再現範囲を実現している。

なお、この試作モニタの開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の平成16年度基盤技術研究促進事業(民間基盤技術研究支援制度)の成果の一部に基づくものである。また、試作モニタは、東芝松下ディスプレイテクノロジー(株)、日本ライツ(株)、Lumileds Lighting, LLCの関係各位の協力により実現したものである。なお、Munsell Color Cascadeのデータは、英国The National Physical Laboratoryにおいて測定されたものをMichael R. Pointer博士の好意により提供されたものである。

参 考 文 献

- (1) 渋谷圭祐, ほか: 拡張色空間対応広色域CRTディスプレイ, 2003年映像情報メディア学会年次大会予稿集 (2003)
- (2) Sugiura, H., et al.: Prototype of a Wide Gamut Monitor Adopting an LED-Backlighting LCD Panel, SID 03 DIGEST, 43.5L: Late News Paper, 1226~1269 (2003)
- (3) Sugiura, H., et al.: 25.4" Six-Primary-Color 23-in WXGA LCD using Six-Color LEDs, SID 05 DIGEST, 1124~1127 (2005)

レーザー光源プロジェクションテレビ

笹川智広*

Projection TV Using Laser Light Source

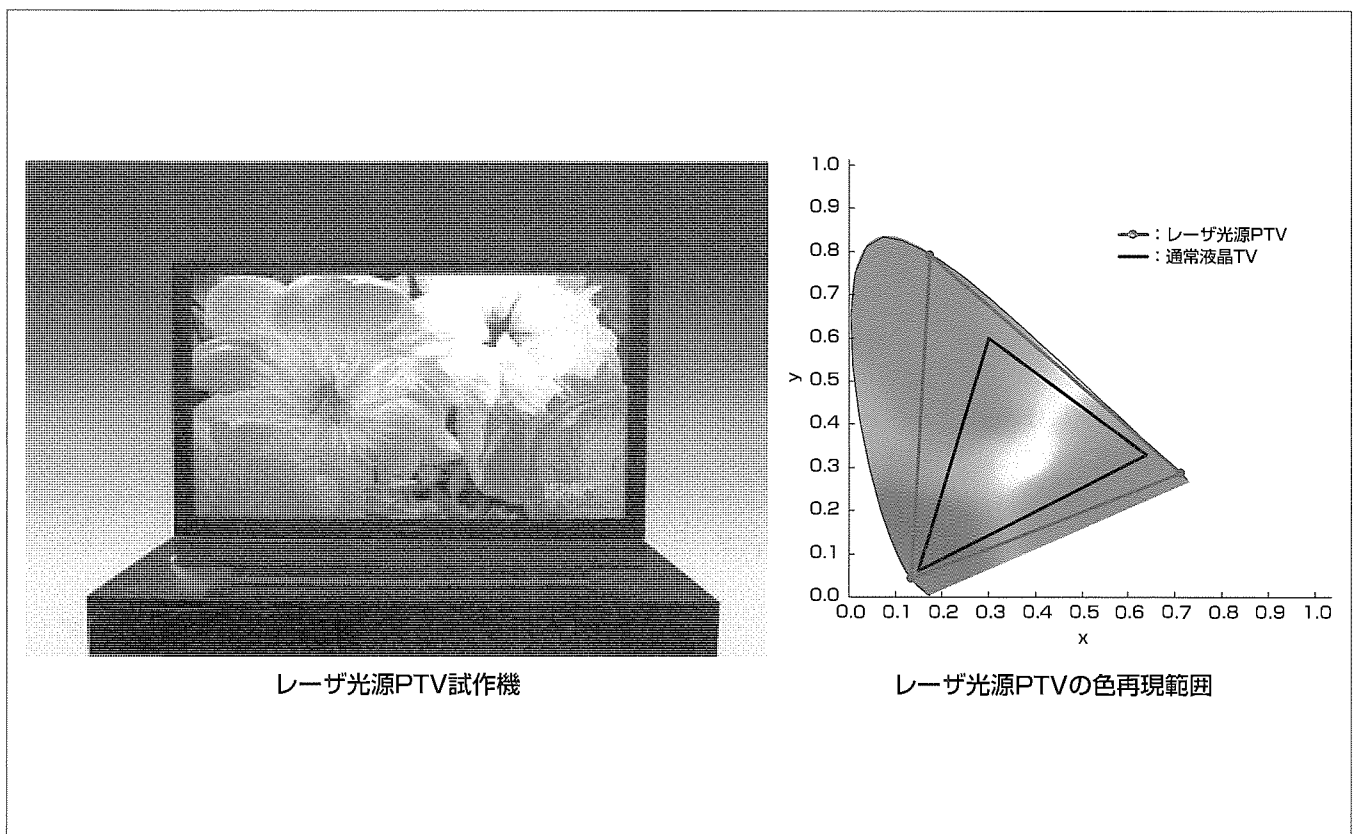
Tomohiro Sasagawa

要旨

光源に3原色のレーザーを用い、動画用拡張色空間の新しい国際標準であるxvYCCに対応したレーザー光源プロジェクションテレビ(PTV)を世界で初めて開発した。レーザーを光源に用い、三菱電機独自のカラーマネジメント技術であるナチュラルカラーマトリックス(NCM)と組み合わせることで、色再現範囲は通常の液晶テレビの1.8倍にも達し、他のディスプレイでは実現できない色鮮やかな表示が

可能となった。さらに、指向性の高いレーザー光源の特長を生かすと、光学系を大幅に小型化することも可能となる。これによって、これまでPTVの欠点とされていたサイズ of の大きさ・厚さを大幅に改善し、フラットパネルにも負けないコンパクトスタイルが実現できる。

本稿では、今回開発したレーザー光源プロジェクションテレビの構成と特長、今後の可能性について述べる。



レーザー光源プロジェクションテレビ試作機

プロジェクションテレビの光源を通常の超高圧水銀ランプから3原色のレーザーに置き換え、通常の液晶テレビと比べ1.8倍の広色再現域を実現した。

1. ま え が き

プロジェクションテレビは、50インチ以上の大画面テレビを液晶テレビやプラズマテレビよりも大幅に低価格で実現することのできる方式である。従来のCRT(Cathode Ray Tube)方式から、DLP(注1)やLCD(Liquid Crystal Display)などのマイクロディスプレイ(MD)を用いた方式となり、これまで課題とされてきた画質についても、フラットパネルディスプレイに対して遜色(そんしょく)のないものとなった。近年、色再現範囲の拡大を中心とした更なる高画質化に向けて、発光ダイオード(Light Emitting Diode:LED)等の新しい光源を用いたプロジェクションテレビの開発が盛んになっている。

現在、プロジェクションテレビの光源は、一般的に超高压水銀ランプが用いられている。短アーク・高輝度の超高压水銀ランプは、点光源であることが望ましいプロジェクションテレビの光源に適したものである。しかし、連続スペクトルで白色発光する光源であるため、カラー表示のためには、カラーフィルタを用いてR(赤)、G(緑)、B(青)の3色に色分離する必要がある。そのため、より鮮やかな色表示を目指して各原色の色純度を高めようとする、カラーフィルタの透過率が極端に低下して、暗い表示となってしまう。明るさを得ようとしてランプ出力を高めると、ランプの寿命が短くなってしまいう問題も発生する。今回、このような超高压水銀ランプに代わり、プロジェクションテレビの高画質化に最も適した新光源として、レーザー光源を用いたプロジェクションテレビの開発を開始した。2006年2月には、世界で初めて新しい動画用拡張色空間の国際標準xvYCCに対応したレーザー光源プロジェクションテレビ試作機を公開し、広報発表を行った。さらに、レーザー光源の特長を生かした光学系により、プロジェクションテレビのスタイルを革新する超薄型レーザー光源プロジェクションテレビの試作も実施している。

(注1) DLPは、米テキサスインスツルメンツ社の登録商標である。

本稿では、我々が開発・試作したレーザー光源プロジェクションテレビの特長と概要、将来性について述べる。

2. 画質を革新するレーザー光源プロジェクションテレビ

今回開発したレーザー光源プロジェクションテレビは、光源に3原色の半導体レーザーを用いたDLP方式プロジェクションテレビである。画面サイズ52型で、解像度は1,080Pのフルスペックハイビジョン表示に対応したものとなっている。赤色(波長635nm)、緑色(波長532nm)、青色(波長460nm)の半導体レーザーから発せられた光は、それぞれ光ファイバによって、インテグレートロッドと呼ばれる光強度分布均一化素子に結合される。インテグレートロッドにより、表示パネルに対応した四角形断面の均一強度分布となった光は、照明光学系により表示パネルに照射され、その反射光を投写光学系によってスクリーンに結像し、表示画像を得る。ここで用いている表示素子は、米テキサスインスツルメンツ社が開発したDMD(Digital Micromirror Device)素子を用いている。インテグレートロッド以降の光学系については、ランプ光源を用いた一般的なDLP方式プロジェクションテレビとほぼ同一なものである(図1)(図2)。

DLP方式では、一般的に時分割カラー表示方式が用いられるため、通常のランプを光源に用いる際には、インテグレートロッドの直前にカラーホイールと呼ばれる回転カラーフィルタを配置し、映像信号と同期させて駆動することにより色分離を行っていた。3原色独立に発光し、高速でのON/OFF制御が可能なレーザー光源を採用するに当たって、このカラーホイールを廃し、レーザー光源自体を直接ON/OFF制御することによって時分割色切換えを行う光源運動制御を行っている。完全な単色光を発するレーザー光源を個別に発光させて色切換えを行うため、各色照明光は究極の色純度を持つものとなる。また、従来の白色光源とカラーホイールを組み合わせた方式ではカラーホイールにより発光光の約2/3がロスしてしまっていたが、光源を

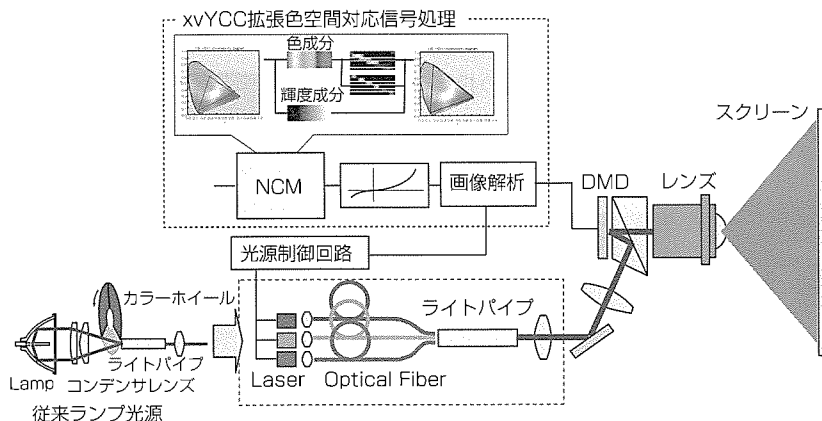


図1. レーザ光源PTVの構成

直接制御することにより、このロスがなくなり、光利用効率を3倍向上できる。これによって低消費電力で明るい表示が可能となる。さらに、複雑で高価なカラーホイールがなくなることにより、高信頼性化・低コスト化も可能となる。

一方で、レーザ光源を用いると、その高い干渉性により、干渉による照明のむら(スペックル)が問題となることが予想される。ここでは、レーザ光を光ファイバによって一定距離伝送し、ファイバ内での多重反射によってレーザ光の波面を乱すことにより、スペックルによる照明むらを問題ないレベルにまで低減している。

このような構成により、レーザ光源プロジェクションテレビは、CIExy色度図上でNTSC(National Television System Committee)規格比135%、通常の液晶テレビに対し約1.8倍の極めて広い色再現範囲を達成した。しかし、色再現範囲を広げただけでは色が濃いだけの画像となってしまう、肌色などで自然な色調が得られない不自然な表示となる。そこで、当社独自のカラーマネジメント技術であるナチュラルカラーマトリックス(NCM)を用いて、原色の鮮やかさと自然な色再現を両立するテレビとして好ましい色調整を実現し、他のディスプレイで実現できない鮮やかな色彩でかつ自然な画像が得られた。同時に、2005年10月に“IEC(International Electrotechnical Commission: 国際電気標準会議)61966-2-4”により承認された、新しい動画用拡張色空間の国際標準であるxvYCCに対応した信号処理回路を搭載し、xvYCC対応の動画コンテンツを鮮やかに表示することが可能となっている(図3)(表1)。

3. レーザ光源によるスタイルの革新

レーザ光源をプロジェクションテレビに適用する場合、その最大のメリットは、前述したレーザ光の単色性に基づく色再現範囲の拡大である。しかし、レーザ光のもう一つの特長である指向性の高さも、プロジェクション方式にとっては極めて有利な特長である。

現在のプロジェクションテレビの最大の欠点として、そのサイズの大きさ、特に奥行きが厚さが挙げられる。これを改善し超薄型のプロジェクションテレビを実現するためには、極めて短い投写距離で画像を投写する超広画角の投写光学系の採用が必要である。我々も、これまで、プロジ

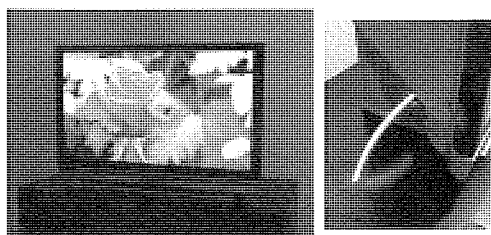


図2. 52型レーザ光源PTV試作機

エクシオンテレビの薄型化を目指して、非球面ミラーを用いた画角160°の超広角光学系を開発し、それを用いたプロジェクションテレビの試作を行ってきた(図4)。

このような超広角光学系を採用する場合、レーザ光の指向性の高さを生かし光学系を小口径化(高F値化)することにより、光学系の実現が極めて容易になる。例えば、一般的なDLP方式プロジェクタでは、受光角±12°(F値は2.4)の投写光学系が用いられる。この受光角はDMD素子自体の構成で制限された最大値となっており、拡散光源であるランプ光をできるだけ大きな受光角で投写光学系に結合し、明るさを確保するための構成である。しかし、理想的な平行光であるレーザ光源を用いる場合には、このような広い

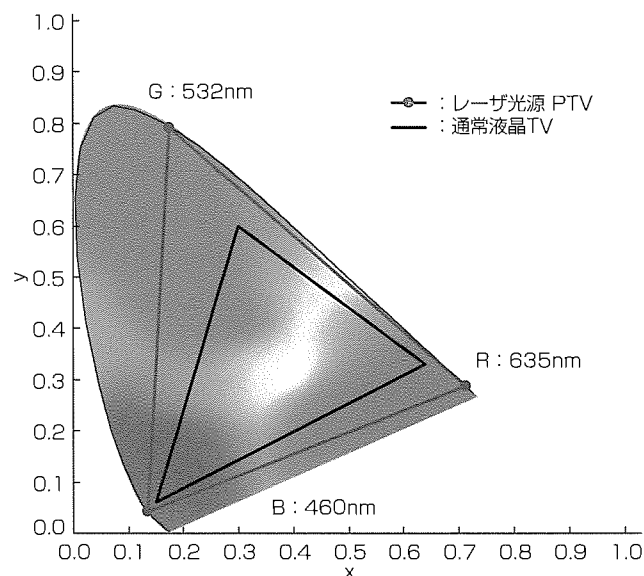


図3. レーザ光源PTVの色再現範囲

表1. レーザ光源PTV試作機の特性

| | |
|---------|----------------------|
| 画面サイズ | 52" (16:9) |
| 方式 | 単板DLP |
| 解像度 | 1,080P(1,920×1,080) |
| コントラスト | 4,000:1 |
| 色再現域 | 135%(NTSC比) |
| 明るさ | 450cd/m ² |
| (レーザ出力) | R: 6W/G: 4.5W/B: 6W |

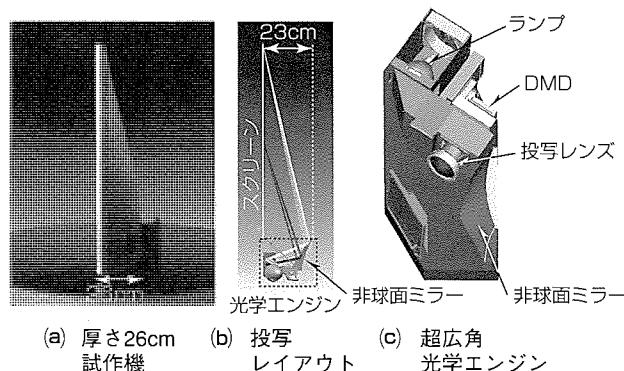


図4. 超薄型光学系

受光角の投写光学系を用いなくても、光をロスすることなく画像を投写することが可能となる。 $\pm 3^\circ$ (F値で10)程度の受光角の投写光学系でも、原理的に光学系によるロスは発生しない。受光角を小さくできれば、それに伴って投写光学系の設計が容易になり、投写レンズ・投写光学系を著しく小型化・高性能化することができる。我々の試算では、レーザー光源を用いて投写光学系の受光角を $\pm 12^\circ$ から $\pm 6^\circ$ に小さくすれば、構成によっては、投写光学系はレンズ口径1/2、体積で1/8程度に小型化でき、同時に性能も向上する。レーザー光源の採用によってプロジェクションテレビの光学系構成も革新でき、画質のみならず、これまでと全く異なるイメージを持つ斬新なスタイルが実現可能である。このように、光学系の構成を容易にし薄型プロジェクションテレビの実現を容易にする特長は、レーザー光源ならではのものであり、同様に色再現範囲の拡大を目指すLED光源では実現できないものである。

このような考え方に則して、我々は、独自の非球面ミラー方式超広角光学系とレーザー光源照明を組み合わせた超薄型レーザー光源プロジェクションテレビを試作した。この試作機は、画面サイズ52型で、厚さ26cmのスーパーSlimスタイルを実現しており、画質・スタイルともに、従来のプロジェクションテレビのイメージを一新するものとなっている。光学系はDMDパネルを \pm 約 3° (F値は約10)で照明する構成となっているが、薄型化に伴う光のロスはほとんど発生していないことを確認している(図5)。

4. む す び

ここまで述べてきたように、レーザー光源は、プロジェク



図5. 超薄型レーザー光源PTV

ションテレビの画質とスタイルを一新し全く新しい“レーザーTV”へと革新する極めて大きな可能性を秘めている。色再現性の拡大や薄型スタイルの実現のほかにも、レーザー光源の採用がもたらすメリットは大きい。画質面では、発散角の小さな照明によるコントラストの改善が見込める。また、レーザーの光源寿命は20,000時間以上であるため、これまで必要であったランプ交換も、テレビセットの生涯にわたって不要となる。現時点ではいまだレーザー本体やレーザー電源の低コスト化・小型化などの課題も多いが、レーザー光源の実用化によって、これまでのプロジェクションテレビが、超高画質と斬新なスタイルでフラットパネルをも凌駕(りょうが)する新しいレーザーTVとして生まれ変わることを期待している。

参 考 文 献

- (1) Someya, J., et al.: Laser TV ; Ultra-Wide Gamut for New Extended Color - Space Standard, xvYCC, SID06 Digest, 1134~1137 (2006)

遊技場向けオーロラビジョンシステム

室園 透*
松本哲也*
湯浅喜史**

Diamond Vision System for Amusement Center

Toru Murozono, Tetsuya Matsumoto, Yoshifumi Yuasa

要 旨

三菱電機の大型映像表示装置オーロラビジョンは、これまで国内外のスタジアムや公営競技場などを主体に納入してきた。近年、LED(Light Emitting Diode)方式の表示素子が普及し、軽量・長寿命と合わせて低コスト化が進み、小型のフルカラーインフォメーションボードの市場が急速に拡大している。

当社では、この市場の中でも特に遊技場向けに注目して市場拡大を進めてきた。最近の遊技場は、近隣の店舗との競争が激しくなっており、差別化と集客力を上げるために屋外にLED表示装置を設置するケースが増えている。そこで、これまで当社オーロラビジョンで培った表示技術を生かし、遊技場向けのシステムを開発した。

遊技場向けシステムでは、その表示部に従来のオーロラ

ビジョンと同様の技術を導入しており、LED素子ごとの輝度調整、独自の色度変換技術などにより高画質化を図っている。また、外光による自動輝度調整機能、映像信号に応じた自動電力制御機能などにより、高機能化を図っている。一方、コントローラ部にはパソコンのDVI(Digital Video Interface)信号を入力して映像信号に変換するコンパクトなコントローラを開発した。さらには、表示用ソフトウェアには自社で開発した描画エンジン(ソフトウェア)を実装し、スムーズな流し文字や動画表示、リアルタイムな3D描画機能を実現している。

これらにより、遊技場向けにダイナミックで動きのあるコンテンツを高品質でサービスすることができ、かつ、コンパクトで低価格なシステムの提供が可能となった。



遊技場向けオーロラビジョン納入事例

パチンコの新台情報や各種イベント情報を提供している。左はゲットゲット青江店納入オーロラビジョンでスクリーンサイズは(W)4.0×(H)2.8m、右はイーグルウエスト店納入オーロラビジョンでスクリーンサイズは(W)4.8×(H)3.6mである。

1. ま え が き

当社は、1980年に世界初のフルカラー大型映像表示装置を米国ドジャースタジアムに納入して以来、スタジアム・公営競技場など様々な分野で大型映像業界をリードしてきた。しかし、1993年に高輝度の青色LEDが登場して以来、大型映像業界に多くのメーカーが新規参入し、競争が激化している。そのような状況の中、当社も、新たな分野への参入を図りつつ、市場を拡大している。

以降、昨年から当社が参入した遊技場(主にパチンコ店)向けシステムの紹介と、今後の展開について述べる。

2. 遊技場向けシステムの概要

近年、遊技場では、顧客獲得のため、様々な形状のモニタメントやディスプレイを店頭や壁面、屋上などに設置して顧客の目(興味)を引く工夫を凝らしている。その1つとして、映像表示装置の設置がここ数年のトレンドとなっており、多くの店舗でフルカラーLEDを使った映像表示装置による情報サービスが展開されている。当社も、このニーズに対応した新たなシステムを開発し、多くの店舗に納入している。以下に、オーロラビジョンLEDを使った遊技場システムの概要について述べる。

2.1 遊技場向けシステム構成

遊技場システムは、表示パソコン(後述する表示ソフトウェアを搭載)、スクリーンコントローラ、スクリーンからなる。

図1は基本的な遊技場向けシステムの構成である。

表示パソコンは、アニメーション素材や静止画素材と、テキスト、流し文字などを組み合わせた表示コンテンツを作成し、表示コンテンツを時間軸上に並べていき、日/月のスケジュールを作成し、自動運転で再生する。

スクリーンコントローラは、表示パソコンからのDVI出力を受け、オーロラビジョンLEDの表示ユニットを駆動する信号に変換してスクリーンに送出する。

スクリーンは、スクリーンコントローラからの映像信号を受け、LED素子を発光させて映像を表示する。

2.2 遊技場向けシステムの要件

遊技場への映像表示装置設置のニーズが高まる中、システムとして求められる条件は以下のとおりである。

(1) 低価格かつ超短納期

遊技場向け市場は、発注から設置までの期間が極めて短く、市場価格のレベルも非常に低い。競合他社の追い上げも厳しく、受注から製品出荷までのスピードアップとコストダウンは重要な課題である。

(2) 動きのあるコンテンツ表示

アイキャッチ効果を高めるため、アニメーションや静止画と流し文字などを組み合わせて動きのあるコンテンツ表示が必要である。

(3) シンプルな操作性

パソコンを使い慣れていないユーザーでも簡単に編集・表示の操作ができるよう、シンプルで分かりやすい操作系が必要である。

2.3 遊技場向けシステムの実現

上記要件を満足するため、下記の対応を実施し、遊技場向けシステムを実現した。

(1) モジュール標準化

スクリーンは、LED素子を格子状に配列した表示ユニットと、表示ユニットを縦横に配列したモジュールからなっている。従来、スクリーンごとに設計していたモジュールを数種類のサイズに絞って標準化し、それらの組合せにより様々なスクリーンサイズに対応する方法を採用した。これにより、客先ごとの設計の手間をなくし、かつ、モジュールを事前に製作しておくことが可能となり、低価格かつ超短納期を実現した。

(2) スクリーンコントローラの低コスト化

このシステムでは、表示パソコンからのDVI出力をそのままのサイズでスクリーンに展開する最もシンプルな方式をとっているため、スクリーンコントローラには機能を絞った低価格なコントローラを採用した。

(3) 表示ソフトウェア開発

当社の研究所と協力して開発した描画ソフトウェアをベースに、遊技場向けシステム用のソフトウェアを開発した。また、だれでも簡単に扱えるように操作・編集用のGUI(Graphical User Interface)を製作した。この表示ソフトウェアにより、アニメーション・静止画・流し文字等を組み合わせた動きのあるコンテンツを、だれでも簡単に編集・表示することができる。

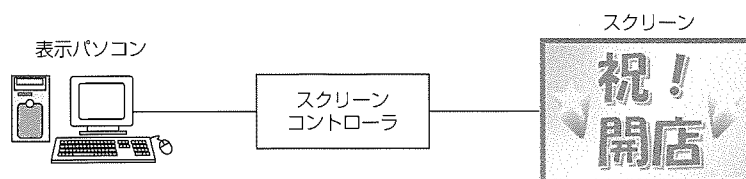


図1. 遊技場向けシステム構成

3. 遊技場向けシステムの特長

当社の遊技場向けシステムは、表示部には高画質・高品質のオーロラビジョンLEDを使用し、表示ソフトウェアには高性能なパソコンベースの描画技術を採用し、他社と差別化している。以下に、表示部と表示ソフトウェアの特長を述べる。

3.1 表示部の特長

オーロラビジョンLEDは、画質・機能・信頼性などの面で優れた特長を持ち、スタジアム・公営競技場など様々な分野で活用されている。低価格な遊技場向けシステムでも同等の性能を持ち、激しい競争の中、他社との差別化を図った。また、より大きいサイズのスクリーンでも低価格対応を可能にするため、更なる機種開発も行った。

3.1.1 高画質

(1) 輝度の均一性

オーロラビジョンLEDは、工場出荷時にR(赤)、G(緑)、B(青)のLED素子1つ1つに対し輝度の調整を行い、画面全体の輝度が均一な状態で納入している。また、表示ユニットを交換したときには、スクリーン全体を見渡せる距離からR、G、Bそれぞれの輝度をリモート操作で調整し、目視で周囲の表示ユニットの輝度と合わせることができる。

一般にLED方式の大型映像表示装置は、素子の経年劣化により輝度のばらつきが生じ、時間の経過とともに画質が低下する。オーロラビジョンLEDでは、これらの輝度調整機能により、長期にわたり均一な画面を保持することができる。

(2) 色再現性(色度補正技術)

フルカラーLEDの色再現範囲は普段見慣れているテレビやNTSC(National Television System Committee)/PAL(Phase Alternation by Line)などの規格と異なるため、そのままでは不自然な感じに見える。特に赤はどぎつい色になり、画面全体がガラガラした感じになる。オーロラビジョンLEDは、色度図上のR、G、B及びY(黄)、C(シアン)、M(マゼンダ)、W(白)の各点の位置を独立で調整して、テレビにもNTSC/PAL規格にも近づけることができる。この機能により、フルカラーLED特有のガラツキを

抑え、自然な色合いの再現が可能である(図2)。

3.1.2 高性能・高信頼性

(1) 輝度の自動調整

屋外に設置しているスクリーンは、時間帯や天気による周囲の明るさの変化に応じて、表示輝度を調整する必要がある。オーロラビジョンLEDは、手動で64段階の輝度調整が可能である。また、照度センサと組み合わせることにより、周囲の明るさに合わせてプリセットされた輝度に自動的に切り換えることができる。自動運転による運営表示を基本とする遊技場向けシステムでは、不可欠の機能である。

(2) 温度監視

LEDは半導体の素子であり、周囲の温度に影響を受けやすい特性を持っている。このため、一般にLED方式の大型映像表示装置では、温度の管理が表示装置の性能や信頼性を左右する。

オーロラビジョンLEDは、ファン又はエアコンを用いて効率的に素子の冷却を行うとともに、各表示ユニットに設置した温度センサで温度を監視し、高温になると自動で輝度を調整している。さらに、温度が異常に上昇した場合には、自動で輝度を大幅に下げ表示装置を保護するとともに、ユーザーにアラームを出して異常を素早く確認できる機能を持っている。

(3) ピーク電力制御

オーロラビジョンLEDのコントローラは、表示する画面の1つ前のフレームを常時監視し、画面全体の電力の平均値が設定値を超える画面では自動的に全体の輝度を下げ、電力を抑えるよう制御している。

既存の施設に設置する場合等、電源容量を低く抑え、設備側に負担をかけずに運用ができる。

3.1.3 機種展開

(1) 低解像度スクリーン開発

遊技場向けシステムのスクリーンは30mm画素ピッチのLEDスクリーンが市場の主流であるが、画素ピッチが広い分、高輝度の実現が難しく、各社ともMax.3,000cd/m²程度にとどまっていた。当社は、新開発の表示ユニットに

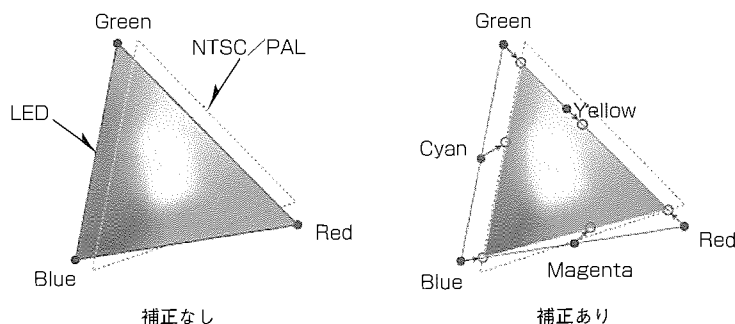


図2. 色度補正

独自の制御方式を採用し、画素ピッチ30mmで4,000cd/m²の高輝度化を実現した。さらに、構造面も見直し、従来300mm程度必要だったモジュール奥行きを250mmまで縮小し、薄型・軽量化も実現した。

低価格かつ高輝度、薄型・軽量の機種により、更なる拡販と新規市場の開拓を図ることが可能である。

(2) 袖(そで)看板型スクリーン開発

遊技場向けシステムで標準化したモジュールに加え、両面にLEDを配置した奥行き350mmの薄型モジュールを新規に開発した。縦に積み上げることで、顧客の要求に応じた縦長の両面スクリーンを構成する。この機種は、ビルの側面から道路側に迫り出して会社名を掲示している縦長の看板(袖看板(図3))の置き換え市場をねらう。袖看板をLED方式の表示装置に置き換えれば、会社名以外にも様々な情報提供が可能になる。

これまで遊技場案件で得たノウハウを基に、新たな市場開拓を目指す(表1)。



図3. 袖看板型スクリーン
(表示部(W)800×(H)1,600mm)

表1. 仕様概要

| | |
|-----------|--------------------------|
| 低解像度スクリーン | |
| 画素ピッチ | 30mm |
| 解像度 | 1,111ピクセル/m ² |
| 輝度 | 4,000cd/m ² |
| 視認距離 | 18m |
| スクリーン奥行き | 片面で250mm |
| 袖看板型スクリーン | |
| 画素ピッチ | 25mm |
| 解像度 | 1,600ピクセル/m ² |
| 輝度 | 5,000cd/m ² |
| 視認距離 | 15m |
| スクリーン奥行き | 両面で350mm |

3.2 表示ソフトウェアの特長

このシステムに使用している表示用ソフトウェアは、その核となる描画部を当社独自に開発しており、高機能かつ高性能な表示を実現している。また、ユーザーの操作性の向上やインターネットを経由した遠隔の操作も実現している。

(1) スムーズテロップ機能

映像出力の垂直同期信号に同期して描画することで、がたつきのない極めてスムーズなテロップ表示を実現した。テロップ機能は、通常の文字情報だけではなく、静止画像もスムーズに流すことが可能である。また、テロップを任意の箇所で一時停止する機能やテロップの流す方向を上下左右と設定できる機能も実装しているため、遊技場で求められる多彩な表示コンテンツに対応することが可能である。

(2) リアルタイム3D描画機能

一般的な文字表示では、二次元の数字や文字を平面的に表示する。これに対し、当社では、新たに3D描画機能を自社開発することで、ユーザーが任意に入力した文字情報をあらかじめ動画の映像として作成することなしにリアルタイムの3D描画を可能にした。遊技場向けでは、ユーザーが任意に選択した静止画像の上に、ユーザーが入力した“新装開店”などの文字を回転させるような表示を実現している。また、3Dの文字は、フォント、サイズ、色など各種属性を任意に設定できる。さらに、3D文字の表面には、静止画像をテクスチャとして張り付けることで、より効果的な表示を実現できる。図4に、3D描画機能による表示例を示す。

(3) テンプレート機能

表示ソフトウェアには、テンプレート機能を実装しており、ユーザーの操作性を向上させている。この機能は、よく使う文字情報(“新装開店”など)と合わせて文字のサイズ、色、動き、3D効果などをあらかじめテンプレートとして登録しておくものである。ユーザーは、登録されたテンプレートを読み込み、必要に応じて文字情報を変更するだけで簡単かつ短時間の操作でコンテンツを表示できる。



図4. 3D描画機能の表示例

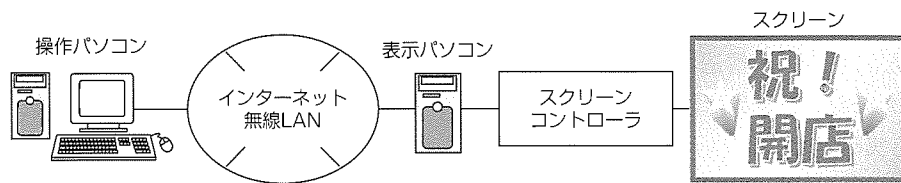


図5. 遠隔操作作用のシステム構成

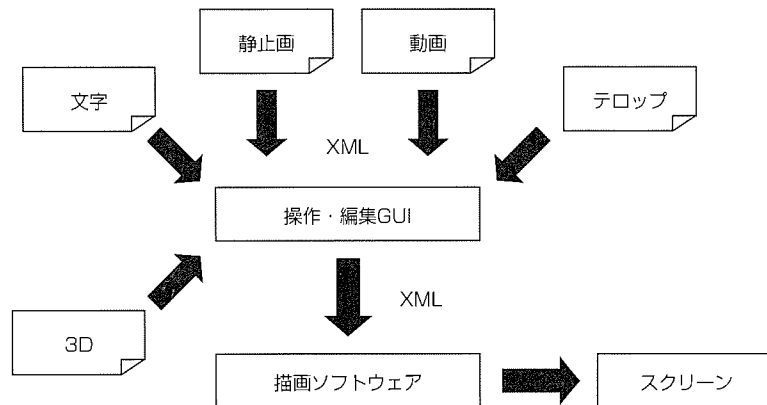


図6. 表示用ソフトウェアの構成

(4) 遠隔操作機能

通常は、店舗とスクリーンは近接しており、店舗内に設置する表示パソコン及びスクリーンコントローラとスクリーンの間は有線の敷設を行っている。しかし、設置環境によっては店舗とスクリーンが数百m～数kmと離れるケースがある。この場合、ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)、光を利用したインターネットや無線LAN(Local Area Network)を経由して、店舗側の操作パソコンで編集したコンテンツやスケジュールをスクリーン側の表示パソコンで表示することが可能である(図5)。

(5) XMLベースのインタフェース

表示用ソフトウェアは、図6に示すように幾つかのモジュールから構成されているが、そのモジュール間のインタフェースはXML(eXtensible Markup Language)をベースとしている。XMLは、近年Webサービスやデータベースなどに幅広く利用されるようになった新しいデータフォーマットである。特長として、テキスト形式で記述されるた

め分かりやすく、また、特定のCPUやハードウェアに依存しない。さらに、XMLに対応したアプリケーション間であれば、データの移行がスムーズで、作業の効率化も図ることができる。

4. む す び

遊技場向けオーロラビジョンシステムについて、そのシステム構成や特長について述べた。今後も、遊技場向けでユーザーのニーズを的確にとらえた製品開発を進めることで、更なる市場拡大を目指すとともに、他市場への展開も図り、大型映像分野をリードしていく所存である。

参 考 文 献

- (1) 前嶋一也：「オーロラビジョン」LEDの現状と今後ーイベント用およびサインボードへの適用ー，月刊ディスプレイ，11，No.1，21～25（2005）

レンズシフト機能付きフロントプロジェクタ

小島邦子*
木田 博**
掘 秀彦**

Lens-Shiftable Front Projector

Kuniko Kojima, Hiroshi Kida, Hidehiko Hori

要 旨

レンズシフト機能付きDLP^(注1)方式のフロントプロジェクタを、プリズムを用いないノンテレセントリック方式で開発し、“XD-1000/2000”として製品化した。

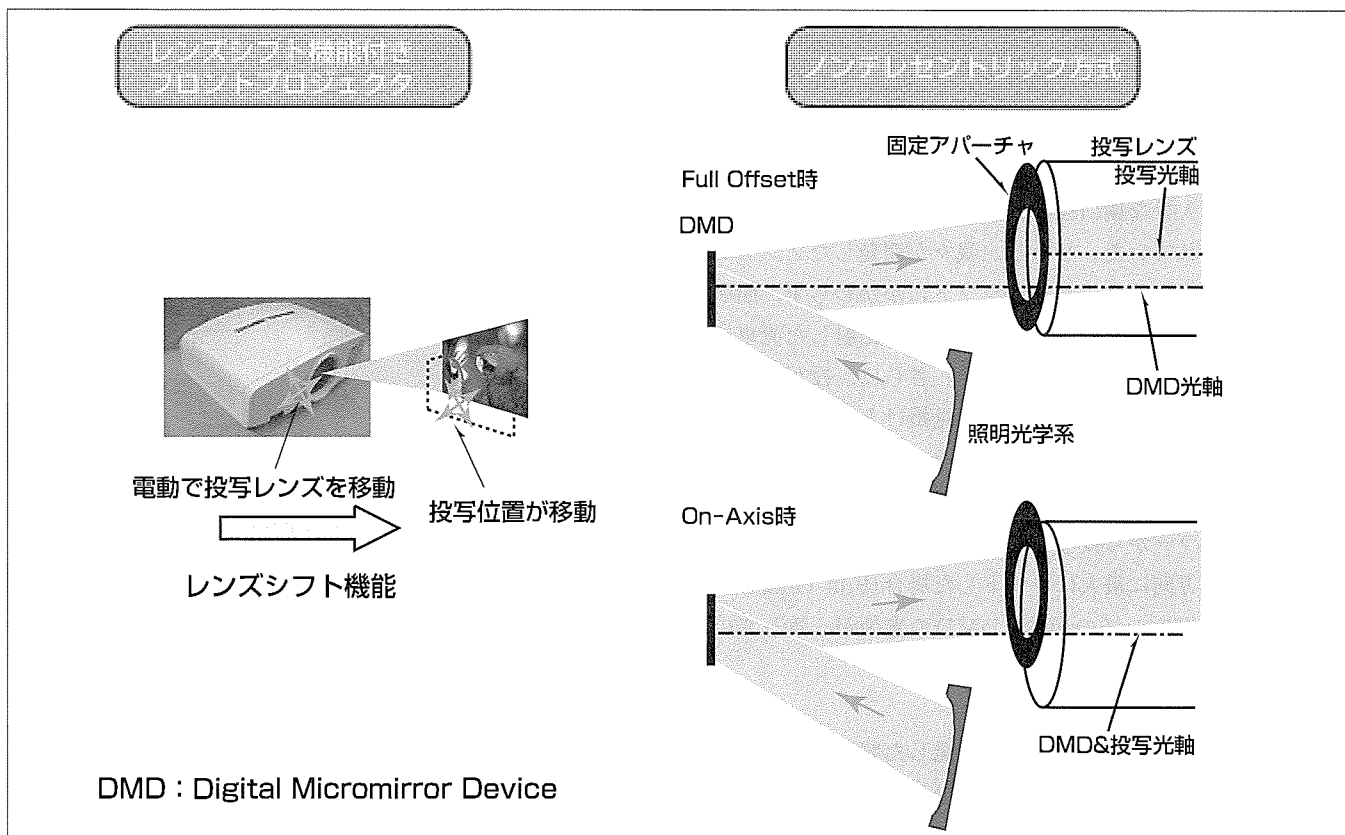
レンズシフト機能とは、主に講堂・ホール用のインストレーションモデルに搭載されているもので、プロジェクタの本体を動かすことなく電動で画面位置を縦横に調整できる機能である。

これまで、DLP方式のプロジェクタにおけるレンズシフト機能の実現は、プリズムを用いたテレセントリック方式の構成が一般的であった。しかし、プリズムを用いると、プリズムの界面での反射により明るさが低下するとともに、反射した光が迷光となりコントラストも低下するという問題があった。また、ノンテレセントリック方式でレンズシフト機能を実現しようとすると、投写レンズの移動に対応

して照明光学系も移動するか、非常に大きな開口径の投写レンズで構成する必要があるため、実現は難しいと考えられていた。

今回開発した新光学エンジンは、照明光学系を移動することなくノンテレセントリック方式でレンズシフト機能を実現するために、投写レンズのFナンバーを照明光学系のFナンバーよりも小さく構成した。さらに、投写レンズの性能とレンズ口径/コストを考慮して、投写レンズのFナンバーを最適化している。また、投写レンズの入射側に照明光学系のFナンバー相当の固定アパーチャを配置している。これにより、明るくコントラストの良い光学系をコンパクトな構成で実現することができた。

(注1) DLPは、Texas Instrument社の登録商標である。



レンズシフト機能付きフロントプロジェクタ

新光学エンジンは、レンズシフト時に照明光学系を移動することなく、ノンテレセントリック方式でレンズシフト機能を実現している。また、投写レンズのFナンバーを照明光学系のFナンバーよりも小さく構成し、かつ投写レンズの入射側に固定アパーチャを配置しているため、明るくコントラストの良い光学系をコンパクトな構成で実現することを可能にしている。

1. ま え が き

これまで、レンズシフト機能付きDLP方式のプロジェクトにおいて、投写レンズが移動しても照明光学系からの光束を取り込むためには、テレセントリック方式で構成することが不可欠だと考えられていた。このため、レンズシフト機能を実現するためには、プリズムを用いた光学系での実現が一般的であった。しかし、プリズムを用いると、プリズムの界面での反射により明るさが低下するとともに、反射した光が迷光となりコントラストも低下するという問題があった。また、ノンテレセントリック方式でレンズシフト機能を実現しようとする、投写レンズの移動に対応して照明光学系も移動するか非常に大きな開口径の投写レンズで構成する必要があると考えられていた。そのため、ノンテレセントリック方式での実現は装置が大掛かりになり難しいと考えられていた。我々は、レンズシフト時に照明光学系を移動することもなく、かつ投写レンズの口径も大きくならないようなノンテレセントリック方式のレンズシフト機能の実現について検討した⁽¹⁾

2. 新光学エンジンの設計

2.1 ノンテレセントリック光学系

ノンテレセントリック方式とは、DLP方式のフロントプロジェクトに広く採用されている方式で、照明光学系からの光束は、DMDで反射した後、投写レンズの瞳(ひとみ)に向かって出射するように構成されている。これまで、ノンテレセントリック方式でレンズシフト機能を実現しようとする、投写レンズの移動に対応して照明光学系も移動するか非常に大きな開口径の投写レンズで構成する必要があると考えられていた。しかし、我々が開発したノンテレセントリック光学系は、レンズシフトにかかわらず、照明光学系は移動しないため、照明光学系から出射した光束は必ず同じ位置に到達する構成とした。さらに、投写レンズの瞳位置をレンズシフトに連動して見掛け上変化することで、投写レンズの口径が余り大きくならない構成とした。図1に、今回開発した方式における照明光学系の最終部品である球面ミラーから投写レンズまでの構成を示す。投写光学系が上下方向に最大にシフトした場合(Full Offset)を図の(a)に、投写レンズの光軸とDMDの光軸が一致している場合(On-Axis)を図の(b)に示す。

2.2 投写レンズのFナンバー

図1からも分かるように、今回開発した照明光学系は(a)のFull Offset時に対応して設計している。このため、図(a)のFull Offset時には、照明光学系からの光束が入射する投写レンズの瞳の中心は、投写レンズの光軸と一致している。一方、図の(b)のOn-Axis時にも照明光学系からの光束はFull Offset時と同じ位置に入射するため、レンズシフトに

連動して投写レンズの瞳位置が見掛け上変化していることになる。図の(b)のOn-Axis時において、照明光学系からの光束を投写レンズに効率良く取り込むためには、投写レンズの入射側開口径(E)は、照明光学系からの光束の大きさ(E_0)よりも大きくする必要がある。投写レンズの入射側開口径(E)は、投写レンズのFナンバーで決定されるものであり、照明光学系からの光束の大きさ(E_0)は、照明光学系のFナンバーで決定される。以上のことより、投写レンズの入射側開口径(E)を照明光学系からの光束の大きさ(E_0)よりも大きくするという事は、投写レンズのFナンバーを照明光学系からのFナンバーよりも小さく構成することを示している。

図(b)のOn-Axis時において、照明光学系からの光束をすべて取り込むためには、照明光学系の光束の大きさ(E_0)に、Offset量を加えた開口径が必要になることになる。例えば、照明光学系のFナンバーを2.4で構成し、Offset量を0.6Hとした場合、投写レンズのFナンバーは1.5となる。このように投写レンズのFナンバーを非常に小さくすると、投写レンズの設計が困難になるとともに、レンズ口径も大きくなりコストアップの要因となる。そこで、今回開発した光学系では、投写レンズの性能及びコストと、On-Axis時の性能とのバランスをとり、最適なFナンバーを決定することにした。先ほどの例において、投写レンズのFナンバーを1.5より大きくしたときの性能の劣化量を表1に示す。

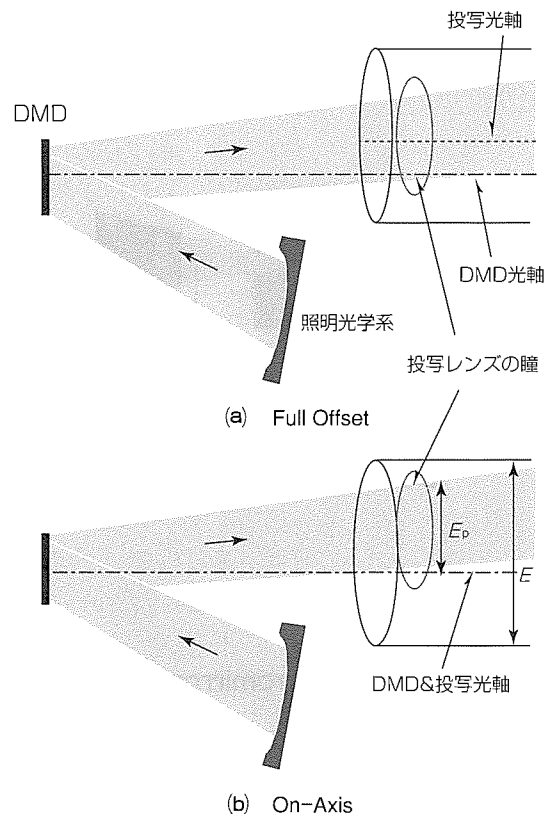


図1. ノンテレセントリック方式

表に示したように、投写レンズのFナンバーを1.5~2.4まで変化した場合、Full Offset時は常に100%の明るさを確保している。しかし、On-Axis時にはFナンバーが1.5のときは100%の明るさであるが、Fナンバーが大きくなるにつれて、徐々に明るさが劣化することが分かる。今回我々が開発した光学系は、投写レンズの性能及びレンズ口径/コスト等を考慮して、Fナンバーを2.0で構成することにした。

今回開発したFナンバー2.0の投写レンズの入射面における照度分布を図2に示す。(a)はFull Offset時で、レンズのほぼ中央を光束が通過しているため照明光束を十分に取り込むことができるが、(b)のOn-Axis時は、レンズの上部を光束が通過しているため、若干の光のロスが発生する。しかし、この光のロスは、スクリーン上のユニフォーミティに悪影響を与えることはない。

2.3 バックフォーカス長

投写レンズのFナンバーと同様に設計上の重要なファクタとなるのが、投写レンズのバックフォーカス長である。一般的に、投写レンズのバックフォーカス長が長くなると、投写レンズの設計は難しくなる。一方、図1からも分かるように、レンズシフト時に投写レンズが移動するため、照明光学系の最終部品である球面ミラーは、投写レンズよりもDMD側に配置する必要がある。そのため、投写レンズのバックフォーカス長を短くすると、照明光学系のスペー

表1. 投写レンズのFナンバーと性能

| 投写レンズのFナンバー | 1.5 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.2 | 2.4 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| 明るさ (Full Offset) | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 明るさ (On-Axis) | 100% | 99% | 97% | 95% | 88% | 83% |

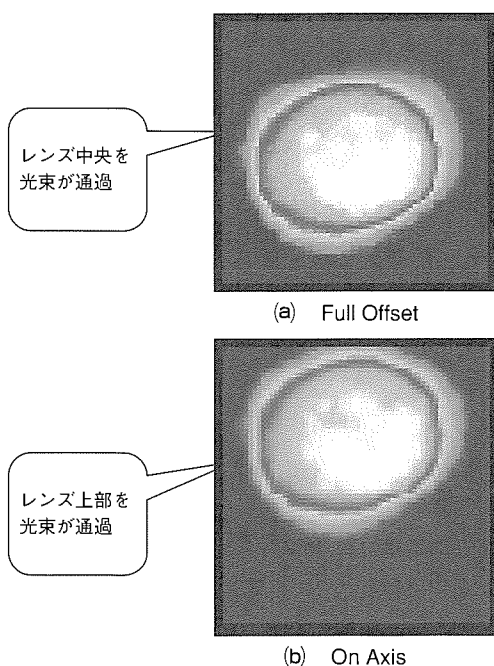


図2. 投写レンズ入射面の分布

スが狭くなり、干渉が発生し性能が劣化する。表2に投写レンズのバックフォーカス長と性能の関係を示す。今回開発した光学系では、投写レンズのバックフォーカス長は44.5mm以上で構成するのが望ましいと判断した。

2.4 迷光処理

今回開発した光学系は、投写レンズのFナンバーを照明光学系のFナンバーよりも小さく構成している。このため、投写レンズに不要光が入り迷光となり、コントラストを低下させるおそれがある。そこで、図3に示すように、照明光学系からの光束が到達する投写レンズの入射面の手前に固定アパーチャを配置し、投写レンズが移動した場合でも迷光が発生しない構成とした。この固定アパーチャは照明光学系のFナンバーに対応した開口径とし、その周囲は不要光を遮光するように黒色のコーティングを施している

3. レンズシフト機能付きフロントプロジェクタ

今回開発したノンテレセントリック光学系を搭載したレンズシフト対応DLPフロントプロジェクタを製品化することができた。製品の外観を図4に、製品の仕様を表3に示す。照明光学系のFナンバーは2.4とし、投写レンズのF

表2. 投写レンズのバックフォーカス長と性能

| 投写レンズのバックフォーカス長 | 45.5mm | 44.5mm | 43.5mm | 42.5mm | 41.5mm |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 明るさ (Full Offset) | 100% | 98% | 98% | 97% | 96% |
| 明るさ (On-Axis) | 98% | 95% | 93% | 92% | 89% |

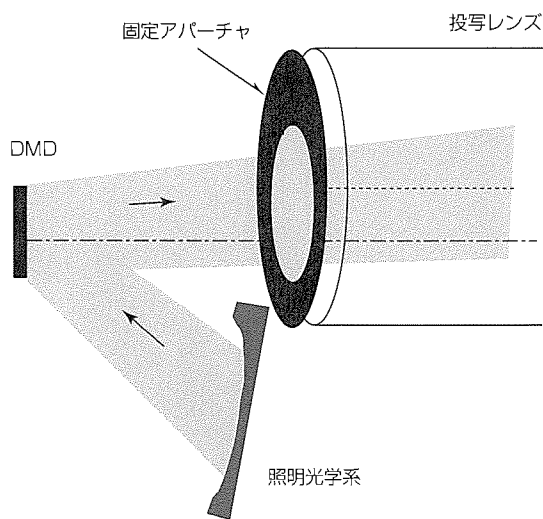


図3. 迷光対策

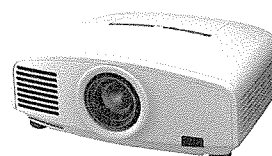


図4. レンズシフト機能付きプロジェクタ“XD1000/2000”

表3. 光学エンジンの仕様

| | | |
|----------|---------------------------------------|-------------------|
| レンズシフト量 | 上下：12：-1 to 1：1(電動) 水平：画面幅±10%(電動) | |
| レンズ | 投写レンズ Fナンバー：2.0 照明光学系 Fナンバー：2.4 | |
| DMD | 0.7" XGA | |
| ランプ | 300W | |
| 明るさ | (XD1000U) 3,000lm | (XD2000U) 3,500lm |
| コントラスト比 | 2,000：1 | |
| ユニフォーミティ | >70% | |

XGA：eXtended Graphics Array

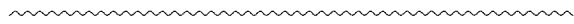
ナンバーは2.0で構成した。これにより、On-Axis時の明るさの劣化を最低限に抑えることができるようになっている。また、ユニフォーミティについては、どちらの場合においても>70%以上、コントラスト比についても2,000：1以上を達成することができた。

4. む す び

今回、プリズムを用いないノンテレセントリック方式によりレンズシフト機能を実現するDLP方式のフロントプロジェクタを開発した。投写レンズのFナンバーを照明光学系のFナンバーより小さく構成しているが、最適なFナンバーを設定し、かつ投写レンズの入射側に固定アパーチャを配置することにより、性能の良い光学系を低コストに実現することができた。さらに、投写レンズがレンズシフト時に移動する場合でも照明光学系は移動しないため、コンパクトに光学系を構成することができた。

参 考 文 献

- (1) Kojima, K., et al.: Lens-shiftable DLP projector using nontelecentric system, SID Symposium Digest, P. 203 (2006)



薄型リアプロジェクタ用超広角投写光学系

桑田宗晴*

Wide-Angle Projection Optical System for Thin Rear Projectors

Muneharu Kuwata

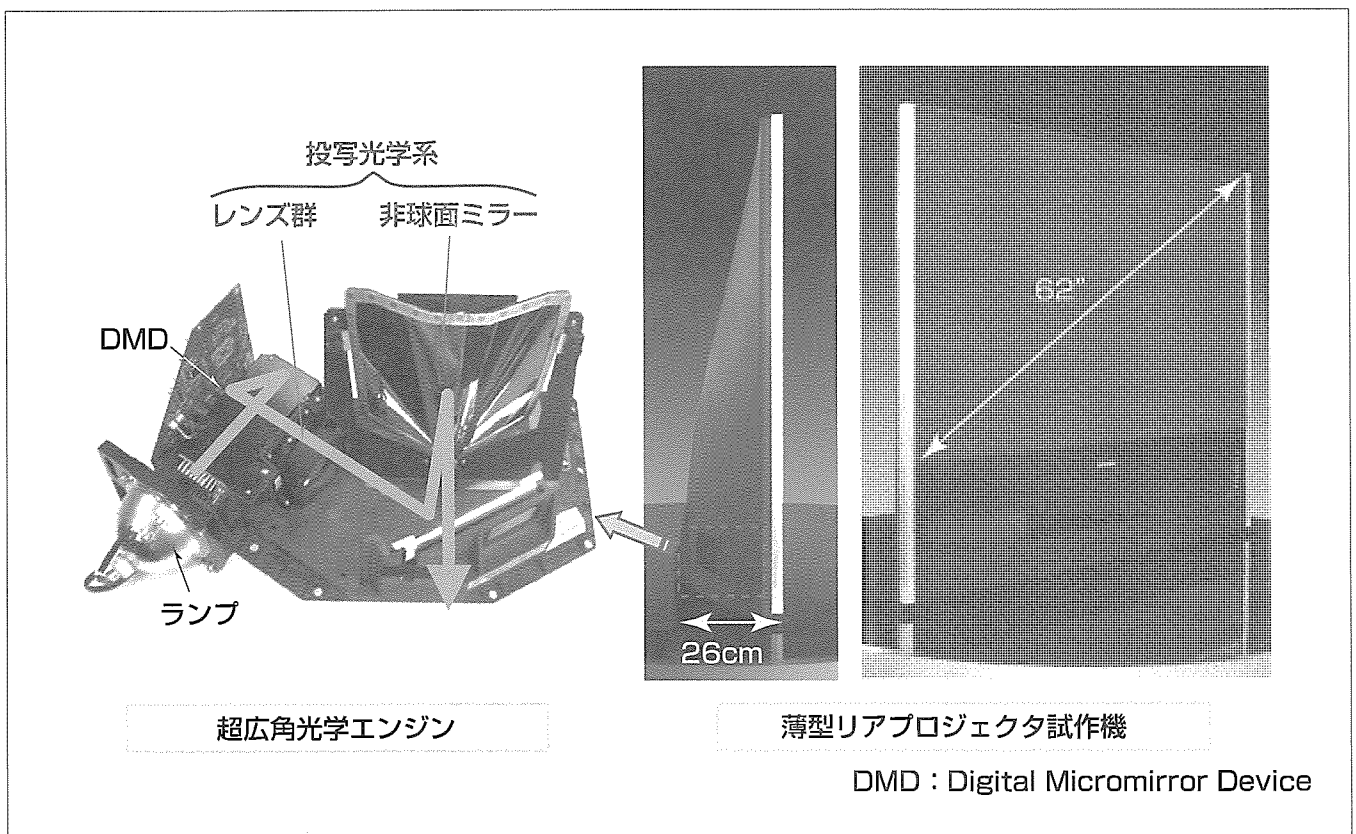
要旨

リアプロジェクタは、小型の画像表示素子を光学系により拡大して透過型スクリーンに投写するディスプレイであり、大画面を低コストで実現できるという特長を持っている。しかし、ある程度の投写距離が必要なことから液晶やPDP (Plasma Display Panel) 等の他方式のディスプレイと比較して製品奥行きの大いことが問題となっている。この問題に対し、三菱電機では、レンズと非球面ミラーで構成された独自の広角光学系を採用することにより投写距離を短縮し、画面サイズ60インチで奥行き26cmを実現した業務用薄型リアプロジェクタを2002年12月に発売している。

今回、この“レンズ+非球面ミラー方式光学系”を更に発展させた超広角投写光学系を開発した。この新光学系は従

来136°であった最大画角を160°にまで広角化したもので、62インチの大画面をわずか125mmの距離で投写できる。また、独自の光学設計理論により、超広角でありながらよりシンプルで低コスト化が可能な構成となっている。さらに、投写距離が非常に短いため、背面ミラーで光路を折り返すことなく投写光学系から直接スクリーンに投写することができる。したがって、筐体(きょうたい)デザインの自由度が高く、よりスリムでコンパクトな製品形状とすることが可能である。

本稿では、この新しい超広角投写光学系の設計原理と試作機の特性を述べるとともに、近年各社から発表されている他方式の広角投写光学系についても述べる。



超広角投写光学系による超薄型リアプロジェクタ

新開発の超広角投写光学系は、独自の“レンズ+非球面ミラー方式光学系”を最大画角160°まで広角化したもので、62インチの大画面を125mmの投写距離で投写できる。これにより背面ミラーが不要となり、従来のリアプロとは全く異なる、スリムでコンパクトな筐体デザインが可能となった。

1. ま え が き

リアプロジェクタは、液晶やPDPと比較して大画面を低コストで実現できるという特長を持っているが、ある程度の投写距離が必要であることから奥行きが大きくなってしまいう問題もある。しかし、より奥行きの小さいリアプロジェクタを実現するための研究がこれまでになされ、現在では、液晶やPDPと比べて遜色(そんしょく)のない奥行きを実現できる可能性も見いだされている。一般に、奥行きを小さくするためには投写画角を大きくする必要があるが、屈折レンズを用いた従来の投写光学系の画角は歪曲(わいきょく)と倍率色収差のために100°前後が実用的限界とされている。しかし、その限界を超えてより広画角を実現するために、新しいカテゴリーの投写光学系が近年各社で開発されている。このような状況の中、我々もまた、これまでにない広角な投写光学系を開発した。

本稿では、それらの新しいカテゴリーの投写光学系の概要を述べるとともに、我々の新しい光学系の設計原理と特性について述べる。

2. 広角投写光学系の構成

図1(a)~(d)に、これまでに発表された新しいカテゴリーの投写光学系の概略光学レイアウトを示す。いずれもスクリーンに対して斜めに画像を投影することで薄型化を実現している。これらの光学系はそれぞれ独自の方法により広角化に伴う歪曲や倍率色収差を補正しており、以下にそれらの構成と主な特長について述べる⁽¹⁾。

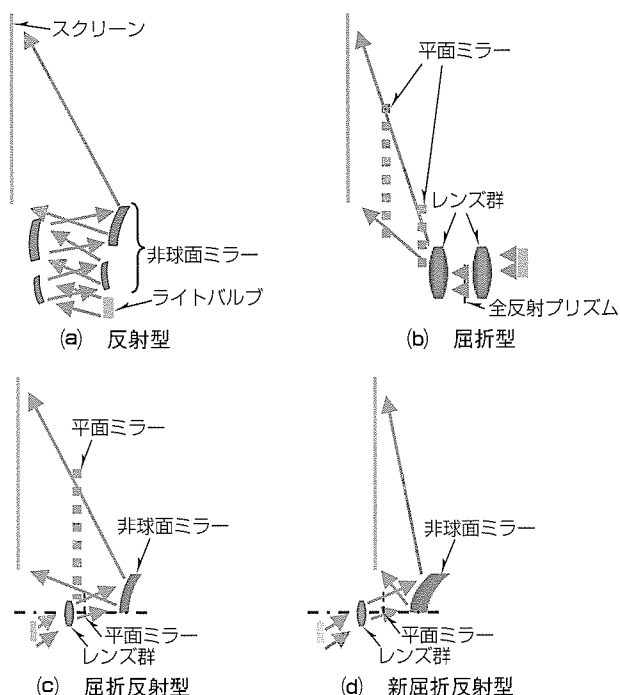


図1. 各方式の概略光学レイアウト

(1) 反射型光学系(図の(a))

NEC Viewtechnology社は、4枚の非球面ミラーからなる投写画角130°の投写光学系を発表している⁽²⁾。この光学系はすべてミラーから構成されるため理論的に色収差は発生せず、しかも、大きな非球面ミラーにより歪曲も補正可能である。実際にはフロントプロジェクタ用として開発されているが、リアプロジェクタにも適用可能な光学系である。

(2) 屈折型光学系(図の(b))

InFocus社は、屈折レンズのみからなる投写画角153°の投写光学系を発表している⁽³⁾。この光学系はリレーレンズ群と広角レンズ群とで構成され、それぞれのレンズ群はある量の歪曲を持つが、それらを組み合わせることで互いに打ち消しあい全体として歪曲を小さくしている。また、倍率色収差に関しても同様の原理で補正できるものと思われる。2枚の平面ミラーで投写光路を折り返すことにより画面サイズ61インチで6.5インチの奥行きを実現している。

(3) 屈折反射型光学系(図の(c))

我々は、屈折レンズと非球面ミラーとからなる投写画角136°の投写光学系を発表した⁽⁴⁾。この光学系では、屈折レンズからある程度の距離を置いて配置された大きな非球面ミラーにより歪曲が補正可能である。また、ミラーに大きなパワーを持たせて屈折レンズのパワーを小さくすることで、倍率色収差も小さくできる。1枚の平面ミラーで投写光路を折り返すことにより画面サイズ60インチで26cmの奥行きを実現している。

(4) 新屈折反射型光学系(図の(d))

さらに我々は、屈折レンズと非球面ミラーとからなる前記光学系を更に広角化した投写画角160°の超広角投写光学系を発表した⁽⁵⁾。歪曲や倍率色収差の補正原理は前記と同様である。この光学系では、ミラーのパワーを更に大きくすることで投写距離を更に1/3以下としたので、従来のように投写光路を折り返すことなく直接スクリーンに投写することが可能である。その結果、背面ミラーを用いることなく画面サイズ62インチで26cmの奥行きを実現した。

3. 新広角投写光学系

我々が新しく開発した超広角投写光学系の設計原理とその試作機の特性に関して述べる。

3.1 設計原理

広角化に伴う歪曲と倍率色収差は前述のような原理により補正できるが、更なる広角化を実現する上では像面湾曲が新たな問題となった。三次収差論によると、平面物体の結像面は一般に球面となるため画角が大きくなるほど像面の湾曲量も大きくなる。その像面の曲率をPetzval和と言い、光学系の屈折率や曲率等のパラメータから一意に求められる。完全な平面像を得るためにはPetzval和がゼロと

なるよう光学系の各パラメータを最適化する必要がある、これをPetzvalの条件という。しかし、この条件を満たすためには正と負のパワーを持つ要素をある程度の距離を置いて配置することが必要となり、そのために、構成要素の複雑化と光学系全長の増大を招きやすい。光軸上を使用する従来の正面投写光学系は基本的にこのPetzvalの理論に基づいて光学設計がなされるため、広角化に伴いレンズ構成が複雑化する傾向がある。しかし、Petzvalの理論は近軸領域にのみ適応できる理論であり⁽⁶⁾、今回のような光軸上を使用しない極端な斜め投写の広角光学系の実際の像面湾曲を必ずしも示さない。

斜め投写光学系において、光軸と画面中央下端の主光線とのなす角度を最小画角、光軸と画面上隅の主光線とのなす角度を最大画角とすると、実際に使用する画角範囲(有効画角)は最大画角と最小画角との差で表される。投写距離を小さくするとそれに伴って最大画角が大きくなるが、最小画角は更に大きな割合で大きくなるため有効画角が小さくなる。つまり、投写距離を小さくすると近軸領域から離れた狭い高画角領域のみを使用することになる。ここで、近軸領域から離れた領域を使用することはPetzvalの条件を満たす必要がなくなることを、また、狭い画角領域のみを使用することは光学設計が容易になり得ることを示唆している。このことを検証するため、我々は、実際に設計を行った。

図2の(a)に従来の屈折反射型光学系を、図の(b)に今回の設計例のレイアウトを示す。今回の光学系では、広画角で

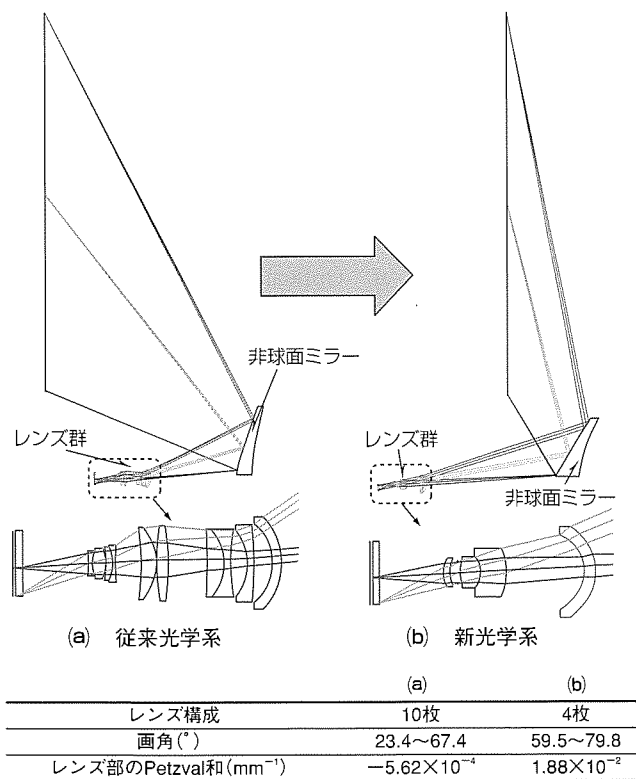


図2. 設計例の光学構成

Petzval和が大きいにもかかわらず簡単なレンズ構成にできたことが分かる。

図3に像面湾曲の状態を示す。この図は、各画角に対するサジタル面とタンジェンシャル面の平均像面の位置をプロットしたものである。従来と比較してPetzval和が大きくなっているにもかかわらず、実質的な像面湾曲が十分に補正できていることが分かる。

投写画像を表示する透過型スクリーンは、リアプロジェクタの性能を左右する重要な要素の一つである。一般にスクリーンは、光を観測者の方向に向けるフレネルレンズと視野角を広げるレンチキュラーレンズとで構成されるが、投写画角との関係ではフレネルレンズの透過率が特に重要である。

図4に、屈折タイプと全反射タイプ、2種類のフレネルレンズの画角に対する透過率の計算値の一例を示す。通常用いられる屈折タイプでは、画角の増大に伴い透過率が落ちるため、画面周辺部で輝度が低下する問題がある。それに対し全反射タイプでは、入射角が約45°を超えると透過率は高い値でほぼ一定となるため、今回の光学系と組み合わせると有効画角全体にわたって均一な透過率が得られ、高い輝度均一性が実現できる。

3.2 光学エンジン

図5に、上記の設計原理に基づき試作した光学エンジンを示す。屈折レンズと非球面ミラーとの間に平面ミラーを設けて光路を折り返すことにより、すべての構成要素を1

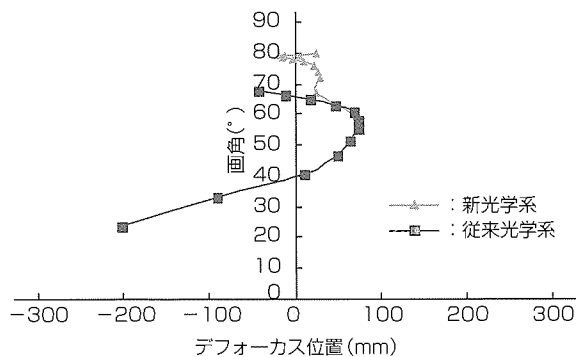


図3. 像面湾曲

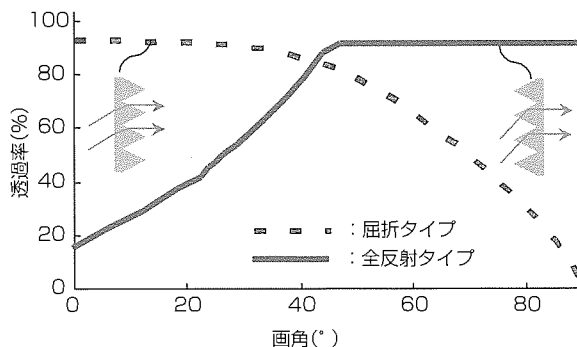


図4. フレネルレンズの透過率

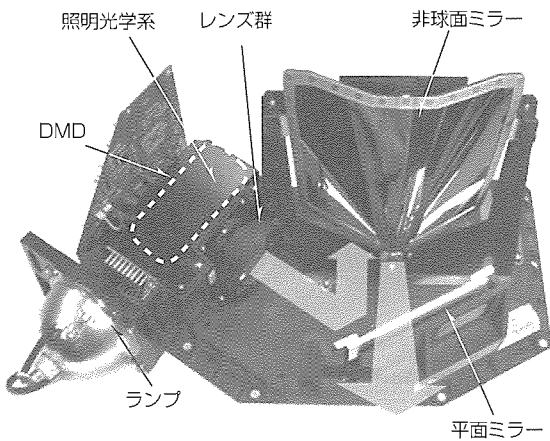


図5. 試作光学エンジン

枚のベース上にコンパクトに配置している。表1に、この試作機的主要特性を示す。ライトバルブにはDMDを使用し、DMDを光軸からシフトさせたノンテレセントリック方式の採用によりレンズ群の入射瞳(ひとみ)が小さく、不要光のレンズ群への入射が低減できるため3,000:1の高コントラストが実現できる。非球面ミラーは樹脂の成形により作製されるが、その形状誤差は歪曲に大きな影響を及ぼすため非常に高精度が要求される。我々は超精密成形技術の採用により形状誤差40 μ m P-V以下を実現し、歪曲は0.3TV%以下と十分小さく抑えることができた。

3.3 プロジェクションTV

図6に、前記光学エンジンを搭載したリアプロジェクションTVの試作機を示す。前述のとおり画面サイズ62インチで奥行きは最下部で26cmであるが、背面ミラーのない構成であるため筐体デザインの自由度が高く、見た目にはよりスリムでコンパクトな製品形状とすることが可能である。

4. む す び

近年、従来の光学系と比べてより広角な画角を持つ新しいカテゴリーの投写光学系が当社を含め各社から幾つか発表されており、奥行きが格段に小さい超薄型リアプロジェクタの開発が進んでいる。今後、更に研究・開発が進みよりコンパクト・低コストで実用化できれば、液晶やPDPに対して、また、従来の奥行きを持つリアプロジェクタに対しても競争力を持ち、新たな薄型ディスプレイ市場を開拓できるものと思われる。

表1. 試作光学エンジンの仕様

| | |
|-----------|-------------------|
| 投写画面サイズ | 62インチ |
| 投写方式 | ノンテレセントリック方式 |
| 投写光学系 | 屈折反射型 |
| レンズ構成 | 8群10枚 |
| 投写距離 | 非球面ミラー頂点から125mm |
| 最大投写画角 | 160° |
| 非球面ミラーサイズ | 165×102 mm(有効サイズ) |
| ライトバルブ | DMD, 0.79" |
| コントラスト | 3,000:1 |
| TV歪曲 | 0.3TV% |

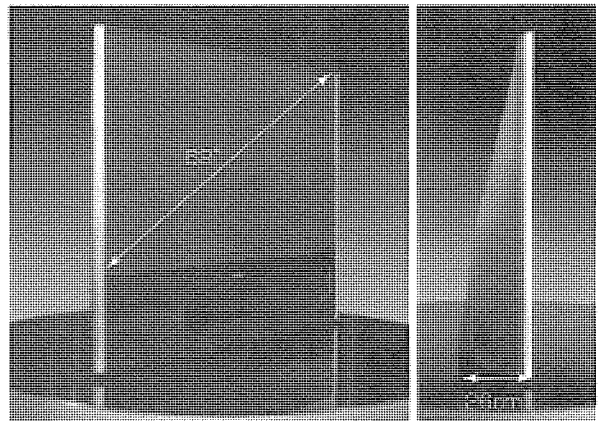


図6. 試作リアプロジェクションTV

参考文献

- (1) Shikama, S., et al.: Ultra-Thin Rear Projector, SID Symposium Digest, **70**, No.1, 1910~1913 (2005)
- (2) Ogawa, J., et al.: Super-short Focus Front Projector with Aspheric Mirror Projection Optical System, SID Symposium Digest, **12**, No.3, 170~173 (2004)
- (3) Gohman, J., et al.: Slim Rear Projection, SID Symposium Digest, **70**, No.4, 1922~1925 (2005)
- (4) Shikama, S., et al.: Optical System of Ultra-Thin Rear Projector Equipped with Refractive-Reflective Projection Optics, SID Symposium Digest, **46**, No.2, 1250~1253 (2002)
- (5) Kuwata, M., et al.: Wide-Angle Projection Optics for a Compact Rear Projector, SID Symposium Digest, **70**, No.3, 1918~1921 (2005)
- (6) Born, M., et al.: Principles of Optics, 5th Ed., Pergamon Press, 226 (1975)

液晶テレビ向け高画質映像処理プロセッサ “ダイヤモンドエンジン”

山川正樹*
南 浩次*
中村芳知*

High Quality Image Signal Processor for LCD-TV —Diamond Engine—

Masaki Yamakawa, Koji Minami, Yoshitomo Nakamura

要 旨

国内テレビ市場は、フラットテレビの本格的な普及期に入った。フラットテレビの表示デバイスである液晶パネルやプラズマパネルの表示性能は家庭用テレビとして十分実用的なレベルとなってきているが、従来の表示デバイスであるCRT(Cathode Ray Tube)とは表示方式/特性が異なるため、フラットテレビにはフラットパネルデバイス特有の映像処理エンジンが必要である。

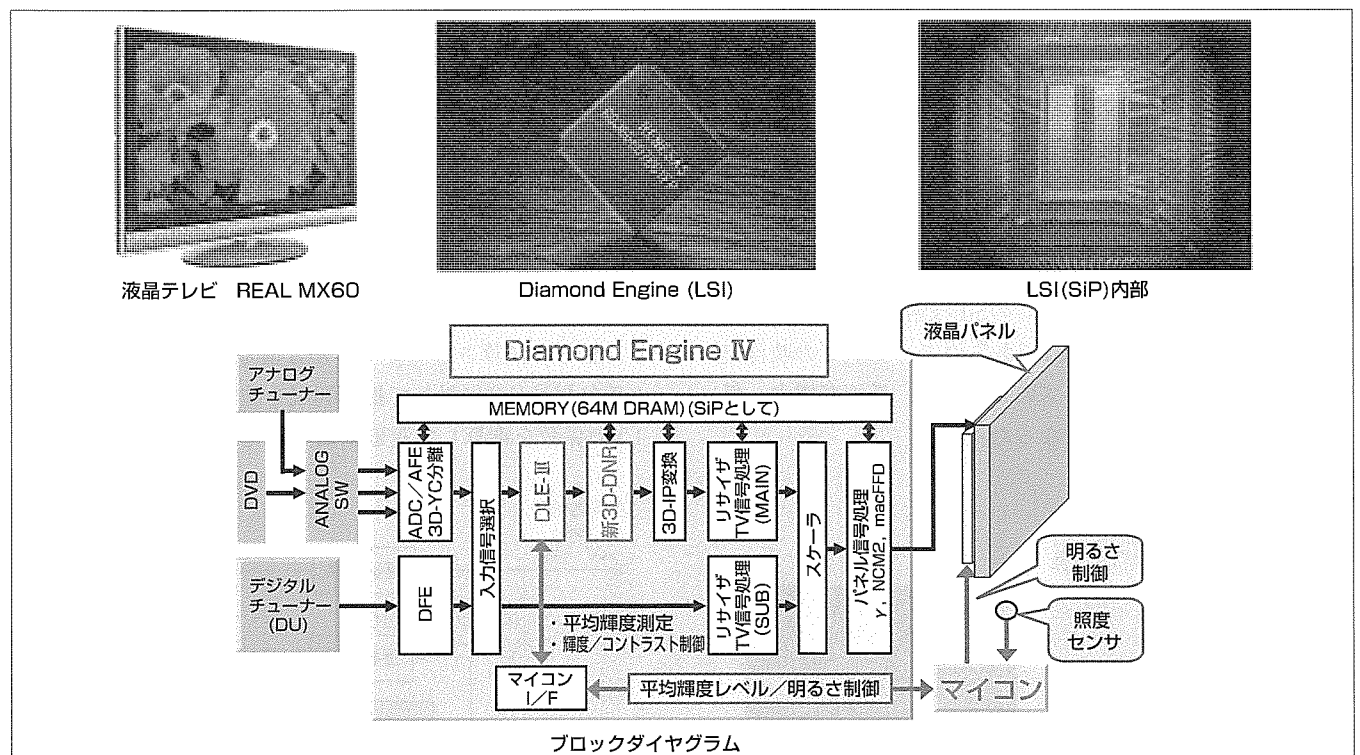
また、地上波デジタルテレビ放送の拡大・普及により、今後の家庭用テレビには、映像のデジタル化や多チャンネル化への対応として、多様な映像コンテンツに対応した映像処理と観視者であるユーザーの視覚特性に応じた最適な映像調整機能も必要となってきている。

三菱電機では、液晶テレビ対応の高画質映像処理エンジン“Diamond Engine III”として、2005年に、(株)ネサステクノロジと共同で1チップLSIを開発し、テレビの映像処理回路のシステム合理化と集積化を実現した。

2006年は、“Diamond Engine IV”として、大画面フラットテレビで目立ちやすいノイズを軽減する三次元ノイズリデューサと滑らかで鮮明な映像表示を実現するダイナミックレベルエキスパンダを追加し、更なる高画質化を実現するとともに、映像コンテンツ対応の映像処理技術とユーザーの視覚特性に合わせた目に優しい明るさ調整技術についても開発した。

この目に優しい明るさ制御技術は、実際の家庭環境の実態調査結果と被験者実験によるまぶしさ感の上限輝度調査結果に若年者と高齢者の視覚特性の差異を加味した明るさ制御アルゴリズムである。この制御アルゴリズムを液晶テレビの試作セットに適用して被験者を使った評価実験を行った結果、視覚疲労軽減効果に有意差があった。

なお、この明るさ制御アルゴリズムは、“家庭画質モード”として、当社の2006年液晶テレビ“REAL MX60シリーズ”に搭載されている。



液晶テレビ REAL MX60シリーズとDiamond Engine (LSI)

液晶テレビ REALの2006年モデルMX60シリーズの外観写真(上段左)と、開発したDiamond Engine IVのLSI外観写真(上段中央)とそのブロックダイアグラム(下段)を示す。液晶テレビに必要な映像信号処理を1チップに統合し、外部の制御マイコンとの組合せで目に優しい明るさ制御を実現している。また、映像信号処理に不可欠な映像メモリは、(株)ネサステクノロジのSiP(System in Package)技術による1パッケージ化を実現(上段右)し、テレビの映像処理基板の小型化とEMI(Electro Magnetic Interference)ノイズの大幅低減、低消費電力、低コスト化などを実現している。

*先端技術総合研究所

1. ま え が き

国内テレビ市場は、2005年度には液晶とプラズマを合わせたフラットテレビ販売台数がCRTテレビの販売台数を上回り、本格的な普及期に入った。フラットテレビの表示デバイスである液晶パネルやプラズマパネルの表示性能の進歩は、近年著しく、家庭用テレビとして十分実用的なレベルとなってきているが、従来の表示デバイスであるCRTとは表示方式／特性が異なるため、フラットテレビにはフラットパネルデバイス特有の映像処理エンジンが必要とされる。

また、2011年の地上波アナログテレビ放送の停波に向けて、地上波デジタルテレビ放送が順次拡大・普及しており、今後の家庭用テレビには、映像のデジタル化や多チャンネル化への対応として、多様な映像コンテンツに対応した映像処理と観視者であるユーザーの視覚特性に応じた最適な映像調整機能も必要となってきている。

本稿では、当社の液晶テレビREALの2006年モデルMX60シリーズ対応で開発した高画質映像処理エンジンDiamond Engine IVの構成と、その中の映像コンテンツ対応の映像処理技術とユーザーの視覚特性に合わせた目に優しい明るさ調整技術について述べる。

2. 高画質映像処理Diamond Engine

2005年、当社は、それまで複数のLSIで構成されていたフラットテレビ用の映像処理回路のシステム合理化と集積化を図り、Diamond Engine IIIとして(株)ルネサス テクノロジと共同で1チップLSIを開発した(図1)。

このLSIは、高画質三次元YC分離、デジタルクロマデコーダ、三次元ノイズリデューサ、三次元IP(Interlace-Progressive)変換などの高画質化映像処理回路とマルチ画面処理回路を統合し、さらに、三次元処理に必要なメモリを(株)ルネサス テクノロジのSiP技術による1パッケージ化を実現した1チップLSIであるので、テレビの映像処理基板の小型化とEMIノイズの大幅低減、低消費電力、低コスト化などが実現可能となった。

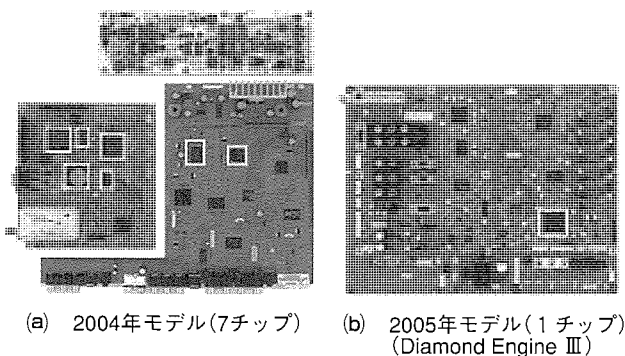


図1. 液晶テレビの映像処理基板比較

2006年Diamond Engine IVは、映像コンテンツ対応の高画質映像処理回路である三次元DNR(Digital Noise Reducer)とDLE(Dynamic Level Expander)の精度を向上させ、さらに、明るさ調整に必要となる映像の特徴を計測する機能を追加開発し、滑らかで鮮明な映像表示と目に優しい明るさ調整機能を新たに実現可能としている。

3. 映像コンテンツ対応映像処理技術

3.1 三次元デジタルノイズリデューサ

液晶テレビやプラズマテレビの大画面化が迅速に進んでおり、小さい画面では見えなかったノイズが見えやすくなってきている。また、液晶パネルやプラズマパネルは、ブラウン管とは異なる γ 特性を持っていることも、ノイズを目立ちやすくする要因になっている。そのため、高画質化処理の中でノイズ除去処理が重要な要素になっており、今回、新三次元ノイズリデューサ(3D-DNR)を開発した。

映像信号は、時間方向に相関が高いのに対し、ノイズ成分は時間方向の相関が低い。3D-DNRは、この性質を利用してノイズ成分を低減するものである。すなわち、フレームメモリを用い、原信号と1フレーム前の信号との差分値に対して係数を乗算し、原信号から減算することにより、時間方向に相関のないノイズ成分を低減するものである。ここで、1フレーム前の信号にノイズを除去した信号を用いることで、巡回型の3D-DNRが構成でき、ノイズ低減効果を大きくすることができる。

しかし、上記処理を行うと、動く物体に対しても時間方向のフィルタ処理が施されてしまうため、動画ぼけや、尾引きなどの弊害が発生する。今回開発した3D-DNRは、動き部分とノイズを独自のパターン識別処理により識別することで、動き部分に対しては、時間方向のフィルタを施さないようにしたものである。

図2に、3D-DNRの構成を示す。入力された信号(A)は、ノイズ成分が除去された出力信号(C)をフレーム遅延した信号と減算されフレーム差分信号(B)を得る。フレーム差分信号(B)に対して振幅制限を施し、 $1-K$ ($0 \leq K < 1$)の係数を乗算して遅延補償された原信号に対して減算

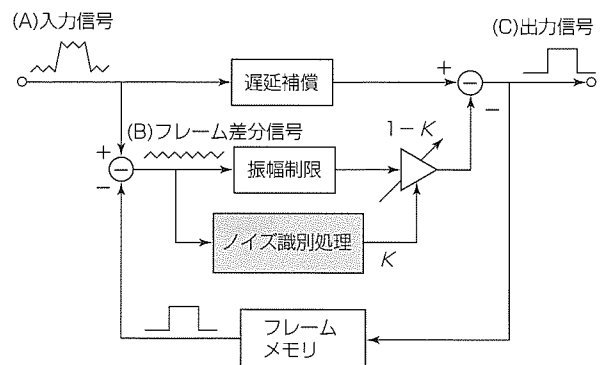


図2. 3D-DNRの構成

を行うことでノイズを低減するが、ここで、ノイズ識別処理により、動き部分とノイズ成分とを識別し、動き部分と識別した場合には、 K を1に近づけるようにすることで、時間方向のフィルタが施されないようにする。ノイズ識別回路は、フレーム差分値がランダムなパターンを除去し、まとまったパターンのみを抽出することで行うように構成している(図3)。

3.2 ダイナミックレベルエキスパンダ

液晶パネルのダイナミックレンジ不足を補うために、画像内容によりブライトネス、コントラストを自動制御するダイナミックレベルエキスパンダ(DLE)を開発した。DLEは、従来、暗いシーンで黒潰(つぶ)れしていた画像や、明るいシーンで白潰れてしていた画像を映像信号のヒストグラムを検出し、リアルタイムにブライトネス、コントラストを制御することで、階調の再現性を向上させるものである(図4)。

また、コントラスト制御を遷移させている状態で視覚的に違和感が発生しないようにゆっくりと遷移するような時定数を持たせて制御するようにしているが、シーンチェンジなど、急速にヒストグラムが変化したときは、過補正にならないように、シーンチェンジが検出されると、遷移スピードを速くするような制御を行っている。ヒストグラム

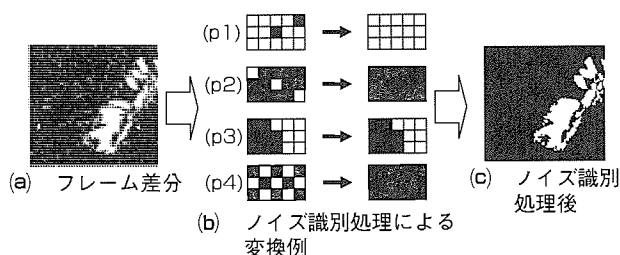
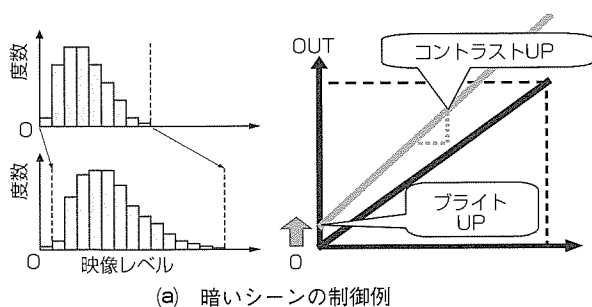
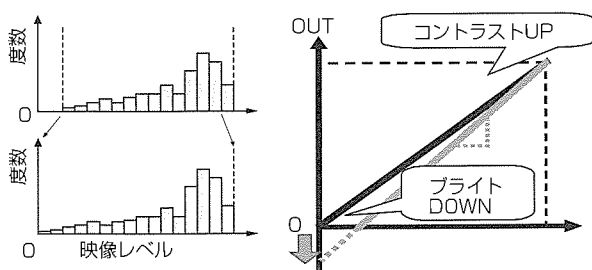


図3. ノイズ識別処理



(a) 暗いシーンの制御例



(b) 明るいシーンの制御例

図4. DLEの制御例

検出のみでなく、ブライトネス制御、コントラスト制御についてもLSIにハードウェアで実装することで、マイコンでの制御を不要にし、テレビセットへの実装を容易にしている。

図5にDLEの処理結果を示す。ここでは、全体的に暗いシーンでコントラストを上げ暗部の階調性を向上させた例を示している。

4. 目に優しい液晶テレビの明るさ制御

映像の見やすさに影響を与える条件は、大別すると、①表示装置の明るさや輝度コントラストなどの光学的特性、②映像コンテンツの内容と明るさ、③視聴者の視覚特性(照明環境や年齢)の3つの条件⁽¹⁾に分けられる。液晶テレビREALの2006年モデルMX60には、照明環境及び視覚特性を考慮した画質調整機能として“家庭画質モード”を搭載した。

家庭画質モードは、家庭における照明環境における高齢者層や若年者層の視覚特性を考慮した液晶テレビの明るさ制御モードである。

4.1 家庭での照明環境

家庭における照明環境は、店舗における照明環境よりも非常に暗い。窪田らのテレビ観視条件の調査⁽²⁾から、家庭での画面照度は108 lx、店舗での画面照度はおよそ1,000 lxであり、10倍ほどの差がある。すなわち、家庭における画質調整は、この明るさ環境に適した設定にする必要がある。

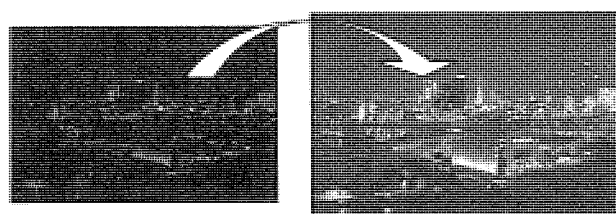
一方、テレビ画面の輝度の要求条件は、観視者の順応輝度を考慮する必要がある。図6は、家庭におけるテレビ観視条件の実態調査から、画面照度と観視者の視野の輝度との関係をプロットしたグラフである。これから、家庭環境における順応輝度環境は、画面照度を E_s (lx)とし、視野の平均輝度を L_a (cd/m²)とすると、式(1)で表すことができる。

$$L_a = 0.1 \times E_s \dots\dots\dots(1)$$

この式を用いて、画面に設けた照度センサから、背面領域の輝度(順応輝度)が求められる。

4.2 白レベルの上限輝度と家庭画質モード

近年の液晶テレビは、500cd/m²以上のピーク輝度(白輝度)が可能である。しかし、このピーク輝度は、順応輝度と表示面積によって“必要以上のまぶしさ”を感じる場合がある。そこで、“まぶしさを感じる輝度”をテレビ映像



(a) 原画像 (b) 処理画像

図5. DLEの処理例

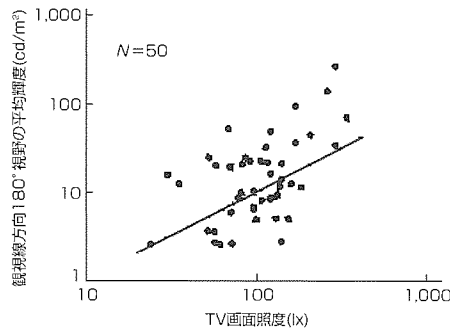


図6. 画面照度と観視者の180°視野の平均輝度

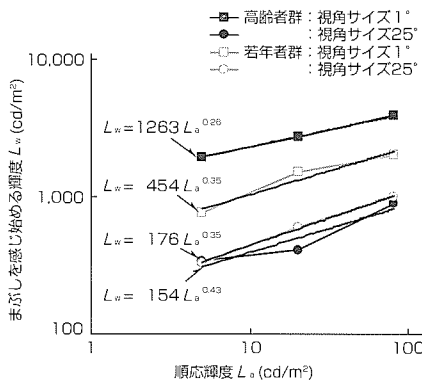


図7. 順応輝度とまぶしさを感じ始める輝度

に要求される表示輝度の上限値として、高齢者及び若年者を対象に、順応輝度と視角サイズを実験変数とした主観評価実験を行った。図7に示すとおり、順応輝度明るさに対してまぶしさを感じる明るさに変化し、高齢者と若年者の視覚特性の違いが明らかになった。大きい視角サイズでは、高齢者と若年者のまぶしさ感の差が小さく、小さい視角サイズでは、若年者は低い輝度でまぶしさを感じる。まぶしさ感と順応輝度との関係は、まぶしさ感に依存したべき数を α 、白輝度を L_w 、順応輝度 L_a 、定数 k とすると、

$$L_w = k \times L_a^\alpha \dots\dots\dots(2)$$

と表すことができる。そこで、若年者に対しては視角サイズに応じて $\alpha = 0.35 \sim 0.43$ 、同様に高齢者に対しては $\alpha = 0.26 \sim 0.35$ が適用でき、視角サイズを映像の平均輝度とみなし、観視者の視覚特性と映像の平均輝度に応じて、 k と α の値を設定することで、最適な明るさ表示が可能になる。

家庭画質モードは、この視覚特性を適応した映像の平均輝度を調整する明るさ制御である。図8に示すように、まぶしさ改善輝度領域において、若年者層は低い平均輝度からまぶしさを感じることから、高齢者よりも映像の平均輝度が低い条件から表示輝度を下げようようなコントロールを行っている。

4.3 明るさ制御による疲労低減効果

明るさ制御をしない液晶テレビは、平均輝度が高い映像でまぶしさを生じ、視覚疲労が生じやすい。これに対して、家庭画質モードを搭載した液晶テレビは、映像のAPL (Average Picture Level) が高いときに平均輝度が低くな

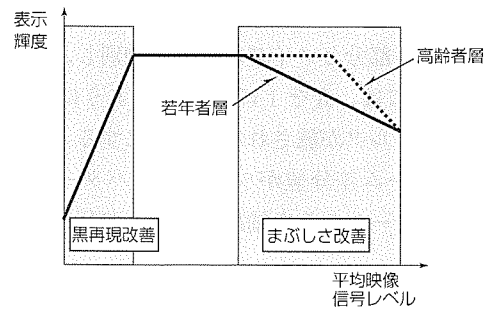


図8. 平均輝度と表示輝度

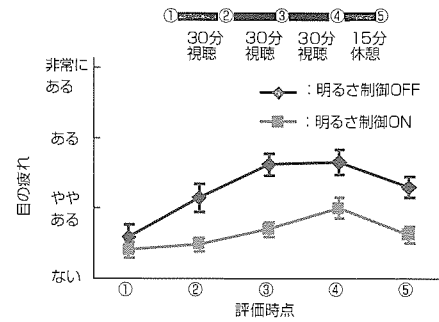


図9. 目の疲れの主観評価実験の結果

るために視覚疲労が軽減できる。図9は、テレビ視聴による視覚疲労の主観評価実験の結果⁽³⁾である。図の上のタイムスケジュールで各被験者は合計90分間テレビを視聴し、図中①～⑤で示した5回の時点で、目に関する疲労症状の主観評定を4段階の評定尺度により行う。主観評価実験は、各15名で実施し、図のグラフには平均値と標準誤差を示しているが、いずれも、明るさ制御による疲労低減効果が得られた。

5. む す び

フラットパネル化、デジタル放送などテレビを取り巻く環境は大きく変化し、進歩し続けている。さらに、地球環境や人(ユーザー)に対する意識も高まってきている。

当社は、液晶テレビ用の高画質映像処理エンジン(Diamond Engine IV)で他社に先駆けて目に優しい明るさ制御を実現した。今後も、人に優しい(ユニバーサルデザイン)と地球環境に優しい(エコロジー)(ユニ&エコ)に対応した製品の開発を推進していく。

参考文献

- (1) 中村芳知, ほか: 輝度ヒストグラムによるコンテンツ分類の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, 105, No.608, 35~40 (2006)
- (2) 窪田 悟, ほか: 家庭におけるテレビの観視条件, 映像情報メディア学会誌, 60, No.4, 597~603 (2006)
- (3) 窪田 悟, ほか: テレビ映像の明るさ制御が視覚疲労の軽減に及ぼす効果, 第47回人間工学会 (2006)

マルチプロジェクタ制御技術

Multi-Projector with Planar or Curved Screen

Yoshihiro Ashizaki, Masayuki Harada, Yasuko Suzuki

要 旨

表示コンテンツの高解像度化や視野を覆う高臨場感表示システムへのニーズが高まっており、複数のプロジェクタを使用して高解像度映像を明るくくっきりと表示するマルチプロジェクタ技術が脚光を浴びている。監視業務や放送局スタジオ、公共エリアでの情報表示では平面型のスクリーンが広く用いられ、プラネタリウムや体験型シミュレータでは曲面のドーム型スクリーンが用いられている。特に、マルチ画面であってもつなぎ目が見えないシームレスな大画面を得られるのは、投写映像をスクリーン上で少しずつ重ね合わせることができるプロジェクタの大きな優位点である。

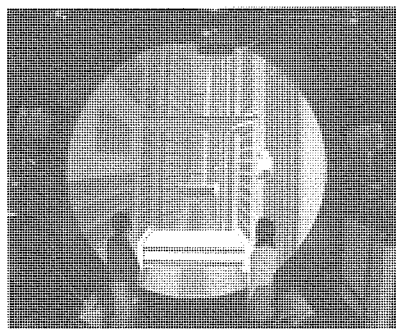
そこで、三菱電機では、今般、平面型スクリーン又はドーム型スクリーンそれぞれに複数のプロジェクタを投写することで高精細かつ明るい大画面を表示できるマルチプロ

ジェクタの制御技術を開発した。

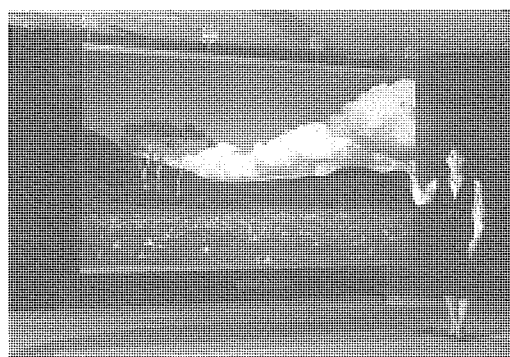
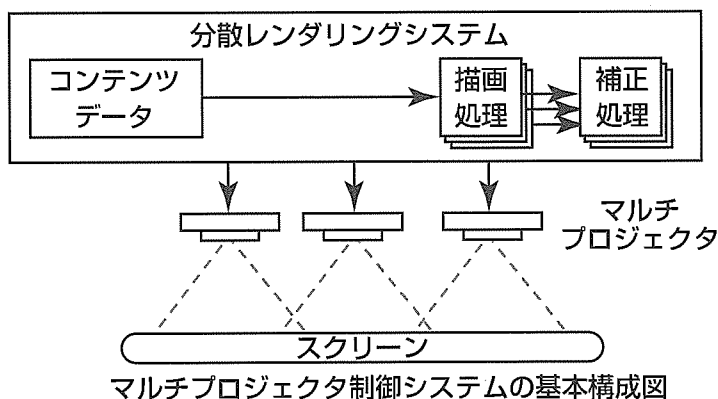
また、画面数を増やして高精細化しても高性能が得られるように技術開発した分散レンダリングシステムを適用した。

開発した技術を用いて試作を行った。平面型の試作システムでは、従来の半分以下の時間で調整でき、プロジェクタを6台用いたスクリーンサイズ2.8m×1.5m、明るさ1,000cd/m²のリア投写型シームレスマルチプロジェクタを実現した。直径3mの半球ドーム型スクリーンの試作機では、リアルタイム24フレーム/秒のグラフィックス処理で画像を変形して表示し、明るい展示会場のオープンスペースに展示した。

本稿では、開発した技術の特長と実現方式について述べる。



ドームスクリーン型シームレス
マルチプロジェクタ試作例



平面スクリーン型シームレス
マルチプロジェクタ試作例

マルチプロジェクタシステムの試作例と基本構成

マルチプロジェクタシステムでは、複数の画面からなる超高精細大画面映像を分散レンダリングシステムによって高性能に表示できる。さらに、隣同士の画面を少しずつ重ね合わせ、重なった画面の明るさを制御することで、つなぎ目が見えないシームレス大画面を得られる。プロジェクタとスクリーンの位置関係を迅速にかつ正確に調整する調整プログラムを開発し、平面と曲面のスクリーンそれぞれに対応した。

1. ま え が き

超高精細のコンテンツを表示可能であるマルチ画面表示装置では、単画面同士のつなぎ目を目立たなくするために、プロジェクタを用いている。マルチプロジェクタの機構的構造は、大きく分けて2種類ある。1つをキューブ型と呼んでおり、分割したスクリーンに1台ずつプロジェクタを配して、画面同士を極細のつなぎ目で並べるものである。また、他の1つをオーバーラップ型と呼んでおり、画面同士を少しずつ重ね合わせることで、画面間の連続性を高めることができる。

このオーバーラップ型はつなぎ目が見えないシームレスマルチ画面を実現しやすいが、従来は、スクリーンと複数のプロジェクタ同士の位置関係を手動で調整したので、設置性が悪く敬遠されていた。近年、コンピュータ技術の発達に伴い、プロジェクタとスクリーンとの位置関係を精度良く迅速に自動調整する技術が発達し、設置工期の短縮が期待でき、注目を集めている⁽¹⁾。

三菱電機は、今般、平面スクリーンと曲面スクリーンとそれぞれに対応したマルチプロジェクタ制御システムを開発し、設置利便性を向上する技術を開発した。また、高精細コンテンツを多数の画面でありのままに表示できる当社独自の分散レンダリング技術を開発した。曲面型の技術は、三菱プレジジョン社と共同開発した。

2. システムの要求条件

2.1 大画面表示

マルチプロジェクタの醍醐味(だいごみ)は大きさであり、画面が大きければ大きいほど、高い臨場感を得られる。

スクリーン形状は、平面型のスクリーンが光学構造も簡便であり一般的である。視野を覆うほどの大画面を実現するには、視点を中心とした曲面スクリーンつまり半球ドーム型や円筒アーチ型のスクリーンが効率的である。

その際、ユーザーとプロジェクタ投写光とが干渉して影ができないように配置関係に配慮が必要である。

2.2 マルチプロジェクタの補正

マルチプロジェクタからスクリーンへ映像を投写して得られるマルチ画面では、1枚の大きな画面として見えるように、プロジェクタ及び投写される映像を補正し調整する必要がある。

調整すべき項目は、画面間の色の連続性、画面間の位置の連続性、画面間の動画像の同期一致性などがある。特に要求が高いのは、画面同士の位置のずれの補正である。プロジェクタ自身の位置を調整しても、レンズのひずみがあるので、電子的に画像を変形することで細部にわたって高精度に位置合わせをすることが要求される。

オーバーラップ型シームレスでは、プロジェクタ同士の

重なり領域の輝度をクロスオーバー制御する必要がある。

2.3 マルチ画面での高精細コンテンツ処理

マルチ画面で取り扱うコンテンツは、高精細のものであるがゆえに、マルチ画面数が増えると、膨大な描画の処理量になる。

従来の1台のコンピュータに複数のビデオボードを実装してマルチ画面を表示するシステムの場合、画面数の増加に伴って描画データの転送負荷が増大するために、表示性能が劣化するという問題があった。マルチプロジェクタ制御システムでは、当社独自の分散レンダリングシステムを採用し、コンテンツデータを各描画サーバに分配してマルチ画面を描画する。

画面間の同期をとりながらビデオ映像や3Dグラフィックス、テロップなどの様々なコンテンツを表示したいという要求に対してはソフトウェア同期で対応するので、同期するための特殊なビデオボードを用意しなくてもよい。

3. システムの全体構成

この制御システムは、図1の構成図のように、複数の描画サーバを用いた分散レンダリングシステムと、プロジェクタの各種補正量を調整する補正システムからなり、マルチプロジェクタに表示出力する。平面スクリーンでも曲面スクリーンでも、全体的な基本構成は同じである。

分散レンダリングシステムは、操作クライアントで実行されるコンテンツを各描画サーバに分配し、送信する機能を実現する。他の分散レンダリングシステムには、コンテンツや再生プログラムが専用方式であることを要求するものもあるが、今回の方式では、通常のパソコン用コンテン

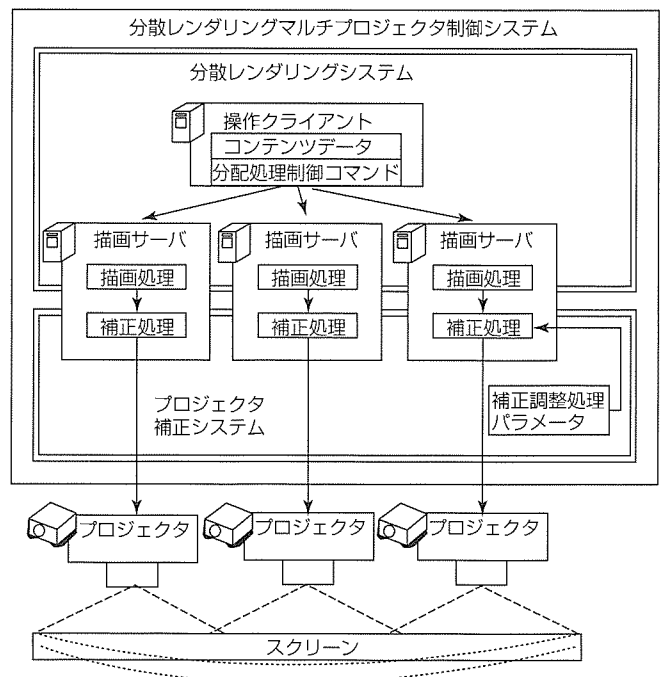


図1. マルチプロジェクタ制御システムの基本構成

ツ、再生プログラムをそのまま利用可能である。

プロジェクタ補正システムは、投写画像がスクリーン上で一枚の画像として表示されるように各画像の位置ずれ、ひずみを補正する。あらかじめ補正したコンテンツを用意する方式もあるが、今回の方式では、調整プログラムで得た調整パラメータに基づいてリアルタイムに補正を行っている。このことにより、平面、曲面で同一のコンテンツを利用可能となった。

以上の特長により、単体パソコン用の平面コンテンツをそのまま操作クライアントで実行するだけで、平面・曲面のマルチプロジェクタシステムで投写可能となり、既存のコンテンツ資産をそのまま利用できるとともに、視点が実行中に移動するインタラクティブ3Dグラフィックコンテンツにも適用可能となった。

実際の両システムの実現方式を次章で述べる。

4. 構成要素の実現方式

4.1 スクリーンとプロジェクタの配置方式

スクリーンに対するプロジェクタの配置では、リア投写型の場合は鑑賞者の身体と投写光が干渉することはない。しかし、フロント投写の場合は配慮が必要であり、図2の(a)に示すように、プロジェクタと鑑賞者の身体が干渉して影ができてしまう。したがって、スクリーンに面して極力鋭角に投写する必要がある。したがって、平面スクリーンへのフロント投写には図の(b)のように鋭角投写型プロジェクタを用いた。ドームスクリーンへのフロント投写の場合には汎用のプロジェクタでよいが、図の(c)のように、プロジェクタの配置を極力スクリーン外周から反対側の円弧に向かって投写した。

4.2 自動位置調整方式

複数の汎用プロジェクタ映像の一部を重畳してつなぎ合わせてスクリーン上に1つの映像を投写するためには、投写画像が重なり合う部分を高精度に検出し、投写画像間の位置合わせを行う必要がある。さらに、ドームスクリーン

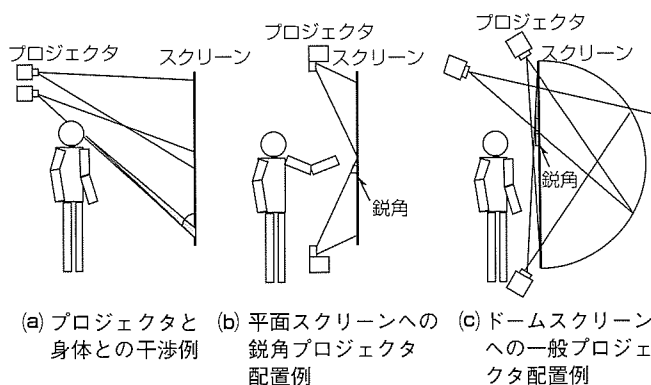


図2. 各スクリーンとマルチプロジェクタの配置例

の場合には、平面画像を球面上に投写することによって生じる画像ひずみ量を求め、同時に補正しなければならない。

一般的に、このような位置合わせ、補正は、視点空間とプロジェクタ空間の座標間関係を求めることにより行う。座標間関係の求め方として、プロジェクタから投写された画像の各点を視点座標から測定し変換テーブルを作成するノンパラメトリック方式と、プロジェクタ、スクリーン、視点の位置関係から関係式を求めるパラメトリック方式があるが、ノンパラメトリック方式では測定誤差が直接、画像品質の低下につながるため、今回パラメトリック方式を用いている。以下で各関係式について述べる。

スクリーンが平面の場合には、視点プロジェクタ間の座標変換式は以下の式(1)で表現できる。

$$x' = Hx \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 x' 、 x はプロジェクタ空間と視点空間での点の射影座標、 H は平面射影変換(Homography)と呼ばれる座標変換である。

スクリーンが2次曲面の場合には以下の式(3)で表現可能であり、スクリーンの2次曲面が次式で表されるとする。

$$X^T Q X = 0 \dots\dots\dots(2)$$

ここで、 Q は2次曲面式の係数を表す 4×4 行列、 X は3次射影座標である。この2次曲面上にプロジェクタから投写した点のある視点から見た際には、それぞれの座標空間における点の射影座標 x' 、 x 間の関係は式(3)により表される。

$$x' = Hx - \left(q^T x \pm \sqrt{(q^T x)^2 - x^T Q_{33} x} \right) e \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 H は平面射影変換、 e はエピポーラ、 Q_{33} 、 q は以下の式で表現される行列及びベクトルである。

$$Q = \begin{bmatrix} Q_{33} & q \\ q^T & 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(4)$$

以上の式を投写画像やスクリーンの形状、位置関係から計算することによりプロジェクタ視点間の座標変換式を求められる。すべてのプロジェクタ視点間の座標変換式が求められればプロジェクタ相互の関係を導けるため、プロジェクタ相互間の画像の重なり領域や補正量を正確に計算することができる。

4.3 画像補正変換方式

4.3.1 平面型スクリーンの補正回路

位置調整で得られた画像の変形量に基づいて60フレーム/秒で映像を変形するために、専用の映像処理回路ボードを開発して、描画サーバに搭載した。

平面型スクリーンは曲面に比べて画像の変形量が少なくてよい。したがって、画像をいったん蓄積するメモリを、フレームでメモリする方式ではなく、30ライン程度をメモリする方式として回路容量を節約し、処理遅延時間を抑えた。

画像変形において、元の画像を参照する際に、縦4画素×横4画素のフィルタを用いて高画質化を図った。さらに、縦16画素×横16画素を参照領域として、フィルタを適応処理している。

4.3.2 曲面スクリーンの補正方式

曲面への投写には、あらかじめ逆変形されたコンテンツを専用に用意するのが一般的である。静止画や動画のような固定された映像である場合、既存のコンテンツをあらかじめ逆変形しておけばよい。一方、インタラクティブにシーンビューを操作できる3Dグラフィックスコンテンツでは、操作によってオブジェクトの見え方が変わるため、あらかじめオブジェクトを変形しておくことができず、シーンビューに応じてリアルタイムに変形をする必要がある。

リアルタイムでの高速な変形画像生成を実現する方法として、プログラム可能なGPU(Graphics Processing Unit)を利用した2つの方法、頂点シェーダを用いた1パスレンダリング方式⁽²⁾と、ピクセルシェーダを用いた2パスレンダリング方式⁽³⁾が提案されている。1パスレンダリング方式では、頂点の位置をずらす頂点シェーダを利用することで、逆変形したジオメトリを作成して投写時のひずみを補正する。しかし、ジオメトリのエッジは2次曲面射影変換が適用されないため、直線のままとってしまう。端点間に頂点を追加するテセレーション(細分割処理)を用いればエッジを2次曲線に近似させていくことができるが、データ量そのものが多くなっていたり、シーンに応じてリアルタイムにテセレーションを行う必要性が生じる。

一方、2パスレンダリング方式では、一度シーンを通常どおりにレンダリング(1パス目)し、生成されたシーン画像を入力画像としてピクセルシェーダで画素を2次曲面射影変換してレンダリング(2パス目)することで、スクリーンのカーブに対応した歪(わい)曲画像を生成する。変形はシーンによらず画素単位で行われ、直線のエッジも画素単位で変形される。したがって、2パスレンダリング方式は、ひずみ補正量を高精度に反映した高品質グラフィックス表示を実現できる。

式(3)において表されるカメラからプロジェクタへの変換 Ψ_{cp} とカメラから仮想視点への変換 Ψ_{cv} により、仮想視点のピクセル座標 m_v は次式で表される。ここで、 m_p はプロジェクタのピクセル座標である。

$$m_v = \Psi_{cv} \Psi_{cp}^{-1}(m_p) \dots\dots\dots(5)$$

この m_v は仮想視点が変更されないかぎり変化しないため、シーンに応じて2次曲面射影変換を計算する必要はない。

4.4 分散レンダリング方式

従来、複数の画面を組み合わせた高解像度表示を実現するためには、3Dグラフィックスコンテンツを表示領域に合わせて修正したり、スクリーン形状に合わせて作り込ん

だりする必要があった。この対応策として、今回のシステムでは、リアルタイムに描画命令を配信し、複数の描画サーバでリアルタイムレンダリングを行う分散レンダリング方式を提案した。

この方式のソフトウェア構成を図3に示す。既存の3DCGアプリケーションを修正なく実行するために、独自の分散レンダリングDLL(Dynamic Link Library)を構築し、オペレーティングシステムが提供する3Dグラフィックス(OpenGL^(註1))ライブラリと置き換える。分散レンダリングDLLは3Dグラフィックスアプリケーションの描画コマンドを取得し、リアルタイムに描画サーバ上の描画アプリケーションに配信する。

分散レンダリングDLLは、OpenGLライブラリと同一のインタフェースを備えているため、OpenGL関数を呼び出すと同様に分散レンダリングDLLを呼び出すことができ、ユーザーは3Dグラフィックスプログラムを変更することなく、また、既存のバイナリー3Dグラフィックスアプリケーションもそのまま分散レンダリングを実行できる。

このように、レンダリング画像を配信するのではなく、描画コマンドを配信して複数のサーバで分散的にレンダリングしているため、画像を拡大して表示する場合と違って解像度を生かした精細な描画が可能となる。より大きなスクリーンの場合にも、サーバとプロジェクタの台数を増やせば、処理速度と精細さを維持したまま幾らでも投写領域を大きくできるスケーラブルなシステムである。

また、業界標準3DグラフィックスライブラリであるOpenGLに対応しているため、WebブラウザによるVRML(Virtual Reality Modeling Language)の表示や、CAD(Computer-Aided Design)アプリケーション、ゲームアプリケーションなども高解像度大画面上に表示できる。さ

(注1) OpenGLは、米国SGI社の登録商標である。

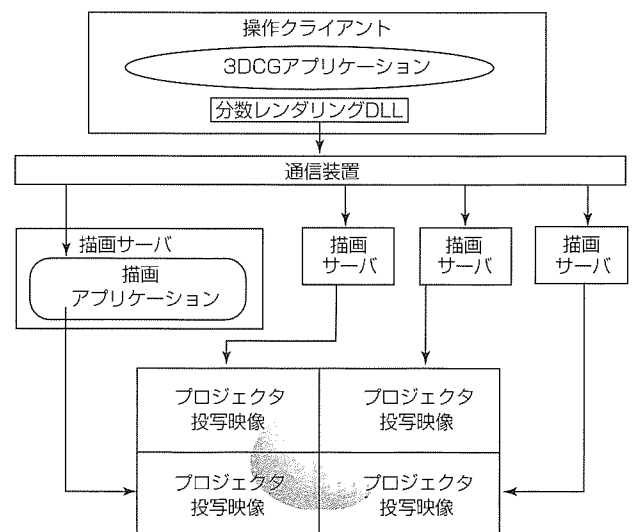


図3. マルチ大画面3Dグラフィックス表示システムのソフトウェア構成図

らに、この分散レンダリング処理はすべてリアルタイムで行われるため、3Dグラフィックスの特徴であるユーザーアクションに対する応答や、動的な視界変更に対する制限もなく、インタラクティブなシーン操作が可能である。

5. 試作結果

5.1 平面スクリーン型シームレスマルチ

平面型スクリーンのサイズ2.8m×1.5mに6台の当社プロジェクタ“LVP-X500”(3,700ANSIルーメン)を投写して、明るさ1,000cd/m²の大画面を試作した(要旨の図)。画面構成は、縦2面×横6面である。当社がクリアスペースディスプレイと呼ぶ光透過効率が高いスクリーンを採用した。上記はスクリーンのラインアップのブラックタイプを使用した結果であり、ホワイトタイプでは2,000cd/m²以上の明るさが得られた。このスクリーンは、拡散の指向性がシームレス化に適する。

5.2 ドームスクリーン型シームレスマルチ

直径3mの半球型スクリーンに操作クライアントパソコン1台と描画サーバ6台、プロジェクタ6台を用いて試作システムを構築した。描画サーバの仕様はCPU:Pentium^(注2) D 3.2GHz, メモリ:2.0GバイトRAM(Random Access Memory), グラフィクスボード: Nvidia GeForce^(注3) 7800 GTX, OS: WindowsXP^(注4) Pro SP2であり、プロジェクタはLVP-X500を用いた。描画サーバは通信装置を介して操作クライアントパソコンに接続されていて、描画サーバに接続されたプロジェクタのうち5台は周辺部(1, 2, 4, 5, 6)を投写し、残る1台は中央部(3)を投写する(図4)。図のようにプロジェクタを配置したことにより、スクリーン直前にユーザーが立っても、ユーザーの影がスクリーンに映り込まないため、仮想視点をスクリーンの直前に設定することができ、左右の視野角140°の臨場感のある映像を実現できている。また、操作クライアントパソコン上で実行された平面用3Dグラフィックスプログラムは各描画パソコンに送信され、各描画サーバで画像補正された後スクリーン上に描画されるが、単体パソコン上で73フレーム/秒で表示可能なサンプル3Dグラフィックスプログラムを今回のシステム上で実行したところ、24フレーム/秒で表示可能であり、リアルタイムでの分散レンダリング、補正処理が実現できている(要旨の図)。

(注2) Pentiumは、Intel社の登録商標である。

(注3) GeForceは、Nvidia社の登録商標である。

(注4) WindowsXPは、Microsoft社の登録商標である。

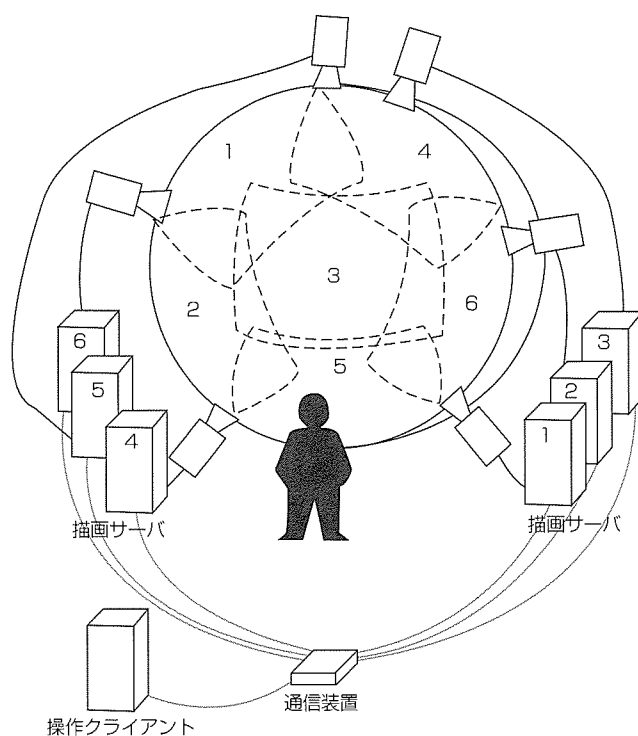


図4. ドームスクリーン型シームレスマルチプロジェクタの試作例

6. むすび

以上、マルチプロジェクタの制御技術で開発した内容を述べた。マルチ大画面を手軽に得られる手段として、期待できる。

本稿のマルチ画面の自動位置調整技術は、隣の画像同士が重なっていても離れていても正確な位置に画面を配置できるので、オーバーラップ型だけでなくキューブ型の内部調整にも当該調整技術を適用可能である⁽⁴⁾。さらに、複数の離れた画面同士も一つの大きな画面として調整可能なので、イベント向け表示装置に対してもデザイン自由度が高い。

参考文献

- (1) ラメシュ・ラスカル, ほか: マルチプロジェクタ技術, 三菱電機技報, **76**, No.8, 534~537 (2002)
- (2) Raskar, R., et al.: Quadric Image Transfer for Immersive Curved Screen Displays, **23**, No.3, Eurographics, 451~460 (2004)
- (3) 緒方正人, ほか: プロジェクタ複合表示によるドームディスプレイシステム, No.85, 2005-CG-120, 情報処理学会第120回グラフィックスとCAD研究発表会, 1~6 (2005)
- (4) 芦崎能広, ほか: 薄型DLPマルチ画面の位置合わせ技術, 三菱電機技報, **79**, No.9, 607~609 (2005)



特許と新案***

三菱電機は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
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

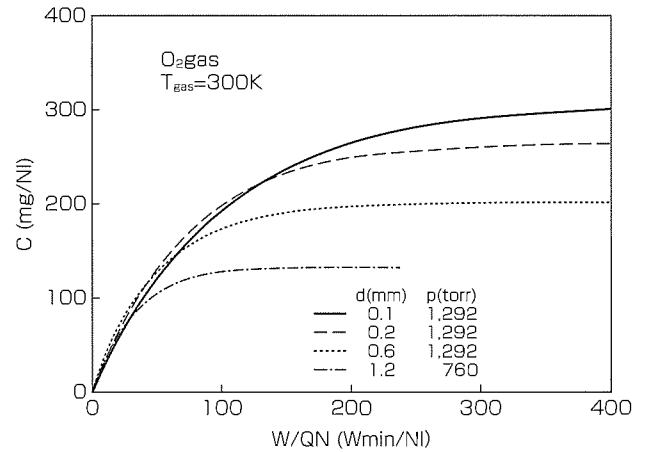
オゾン発生装置およびオゾン発生方法 特許第3545257号(特開平11-343105)

発明者 葛本昌樹, 田畑要一郎, 八木重典, 吉沢憲治, 向井正啓, 越智順二, 小沢建樹

この発明は、酸素原料で高濃度オゾンが発生する方法・装置に関するものである。

従来、放電励起式のオゾン発生装置では150g/Nm³程度の濃度のオゾンしか発生することができなかった。

この発明では、低速の電子の衝突によりオゾンが分解される現象を見だし、放電場の電界強度を高くすることにより、オゾンの分解を抑え、従来得られなかったような高濃度なオゾンを得ることが可能になった。



<本号記載の商標について>

本号に記載されている会社名、製品名はそれぞれの会社の商標又は登録商標である。

<次号予定> 三菱電機技報 Vol.80 No.9 特集「近距離無線/無線LANシステム」

| | | |
|---|---|---------------|
| 三菱電機技報編集委員 | 三菱電機技報 80巻8号 | 2006年8月22日 印刷 |
| 委員長 三嶋吉一 | (無断転載・複製を禁ず) | 2006年8月25日 発行 |
| 委員 小林智里 増田正幸 山木比呂志 | 編集人 三嶋吉一 | |
| 佐野康之 中山保夫 世木逸雄 | 発行人 園田克己 | |
| 岡本尚郎 河合清司 長谷勝弘 | 発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 e-ソリューション&サービス事業部 | |
| 木槻純一 逸見和久 光永一正 | 〒102-0073 東京都千代田区九段北一丁目13番5号 | |
| 河内浩明 赤川正英 | 日本地所第一ビル 電話 (03)3288局1847 | |
| 事務局 園田克己 | 印刷所 株式会社 三菱電機ドキュメンテクス | |
| 本号取りまとめ委員 岩田修司 | 発売元 株式会社 オーム社 | |
| | 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 | |
| | 電話 (03)3233局0641 | |
| | 定価 1部945円(本体900円) 送料別 | |
| 三菱電機技報 URL | URL http://www.MitsubishiElectric.co.jp/giho/ | |
| 三菱電機技報に関するお問い合わせ先 | URL http://www.MitsubishiElectric.co.jp/support/corporate/giho.html | |
| 英文季刊誌「MITSUBISHI ELECTRIC ADVANCE」がご覧いただけます | URL http://global.mitsubishielectric.com/company/r_and_d/advance/ | |

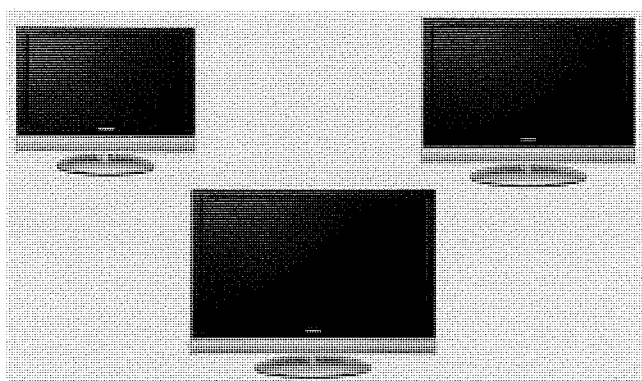
スポットライト

新製品 液晶テレビ “リアルMX60シリーズ”

三菱電機は、新しく開発した高画質回路“Diamond Engine IV”^(注1)による高画質映像と、“DIATONE”スピーカーによる高音質を“オートターン”機能により最適な正面から視聴できる液晶テレビ“REAL MX60シリーズ”を製品化しました。また、業界初の“家庭画質モード”^(注2)も搭載されており、各家庭の視聴環境と視聴者の年代に合った目に優しい画質が得られます。

(注1) (株)ルネサス テクノロジとの共同開発品

(注2) 2006年3月30日現在(国内液晶テレビにおいて)



LCD-H26MX60 LCD-H37MX60 LCD-H32MX60

図1. 液晶テレビ“リアル”新シリーズ

特長

- (1) 高画質回路“Diamond Engine IV”搭載により、滑らかで鮮明な映像を再現します。
 - ・HD3DDNR回路：平坦(へいたん)部分に発生したザラつきノイズを改善
 - ・モスキートNR回路：輪郭部にでるツブ状ノイズを改善
 - ・ダイナミックレベルエクパンダーⅢ：黒つぶれの起きやすい映像部分にコントラスト感を出し、よりクリアに
 - ・ナチュラルカラーマトリックスⅢ：12色を独立調整するカラーマネジメント機能と、色の明るさ調整によって、より自然で鮮明な色調を実現
- (2) DIATONEスピーカー搭載により、リアルな音質を再現します。DIATONEダイレクトドライブフラットスピーカーを採用し、中高音域が伸びやかで臨場感にあふれつつも、聞き取りやすい音質を再現します。
- (3) リモコンでテレビ画面が左右約30°ずつ振り向くオートターン機能により、高画質映像と高音質をベストポジションで楽しむことができます。また、リモコンに“中央”キーを新たに設けたことで、ワンプッシュでテレビの向きがセンター位置に戻ります。
- (4) 業界初の家庭画質モード搭載により、各家庭の明るさ環境に合わせて画面の輝度とコントラストを自動調整します。また、視聴年代層に応じた適切な明るさに自動設定できます。

表1. “REAL MX60シリーズ”の主な仕様

| 形名 | LCD-H37MX60 | LCD-H32MX60 | LCD-H26MX60 |
|------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| 種類 | 地上・BS・110°CSデジタルハイビジョン液晶テレビ | | |
| 画面サイズ | 37V型 | 32V型 | 26V型 |
| 画面アスペクト比 | 16:09 | | |
| 画素数(パネル種類) | 水平1,366×垂直768(ワイドXGA) | | |
| VHF | 1~12ch | | |
| UHF | 13~62ch | | |
| ケーブルテレビ | C13~C63ch | | |
| 地上デジタル | 000~999ch | | |
| BSデジタル | 000~999ch | | |
| 110°CSデジタル | 000~999ch | | |
| スピーカー | 6cm×12cm+平面SPバスレフBOXタイプ(左右) | 6cm×12cm+平面SP(左右) | 6cm×12cm+平面SP(左右) |
| 消費電力 | 173W | 154W | 120W |

住 所：〒100-8310 東京都千代田区丸の内2-7-3 (東京ビル)

会社名：三菱電機株式会社 お問い合わせ先：京都製作所 AV営業統轄部 テレビ営業課 TEL 075-958-3091