資 料

大型ディスプレイ装置の開発動向[†]

阪口 善保, 浪越 保正, 中 野 剛, 専門会員 大木 敏勝

1. は じ め に

エレクトロニクス技術のめざましい発展と、情報化社会へと社会構造が大きく変革される中で、私達の目に触れる情報は、様々な形で伝達されるようになった。大型ディスプレイ装置は、何人もの人々に同時に同一の画像情報を提供できることから、情報メディアとして、あらゆる産業の中に普及しつつある。駅、道路、空港ターミナルの情報各種案内板、野球場、競馬場、競艇場、競技場の情報表示板、さらには、街角での、電光ニュースサイン、壁面広告用映像情報表示装置など、急速にその用途が拡大されつつある。

大型ディスプレイ装置のマスメディアとして具備すべき条件は、画面輝度、色再現性、視野角、画面の大きさと視認距離、経済性などがあるが、最近の映像技術が、クリアビジョン、ハイビジョンへと移行するに伴い、解像度も重要な要素条件となってきた。そのため、映像走査線の補間¹⁾や、画素の色ドット配列の工夫、さらには表示デバイスの小型化などの技術開発が活発になされている。用途が広がる中で、従来の欠点を無くす技術開発も進み、青色LEDを用いたフルカラー大型LEDディスプレイも試作機ながら登場し始めた。

本稿では、大型ディスプレイ装置として、大きさが画面対角線100インチ以上のものを取り上げている。それは、公共スペースでの共有マスメディアとして、大型ディスプレイの最小サイズを考慮したからである。また、表示デバイスとして、自己発光型(LEDなど)、非自己発光型(磁気反転式など)に大別されるが、主流となっている自己発光型を中心にして開発の現状、動向を述べる。

2. 種類と性能

大型ディスプレイは、使われるデバイスにより大きな性能用途の違いがある。表1に各方式による性能比較を示している²⁾。

蛍光放電管方式は、他の方式に比べ、最大輝度が5000 cd/m²と最も高く³⁾、屋外用途などにも使用される。使用電圧もCRT方式に比べ低く、制御がしやすい。屋外

表1 大型ディスプレイの各方式の性能比較

	蛍光放電管	CRT	LED	LCD
用 途 表 示 色	屋外/屋内 フルカラー	屋外/屋内 フルカラー	屋内/屋外 赤、緑、橙 (中間色 も可能)	屋 内 フルカラー
画素ピッチ(mm)	18	15	2.0~100	7.2
最大輝度 (cd/m ²)	5,000	4,000	70~3,500	300~1,030 (~投写型)
輝度効率 (cd/W・m ²)	~2.0	~2.8	3.1	0.14
コントラスト 比	20:1*	15:1*	14:1	60:1
色 温 度 (K)	7,000~	9,300	—	6,500~

鉛直面照度 1万ルクスの時

用途で最近普及している比較的新しい方式である。発光管を単一のものから、陰極を共通にし、鉛直面照度1万ルクスの時複数の陽極を持つ複合放電管が主流となりつつある⁴⁾。

CRT方式は、国内で開発されて以来⁵⁾、約10年経過している歴史あるものである。輝度は、4000 cd/m²と蛍光放電管に次ぐ。屋内用途に多く見られるが、最近では、主に各種競技場、野球場などの屋外にも展開されてきている。CRT方式も、発光管は複合型が主流となり⁶⁾、駆動回路の合理化、構造の簡素化が実現されている。

LED方式は、他の方式がフルカラー表示が可能な事に比べ、3色(赤、緑、橙)表示である点が異なる。駅コンコース、空港ターミナル、ハイウェー、街角での案内サインといった用途がここ数年急速に普及し、道行く先々にこの種のLEDサインが見られるようになった。これは、3色という限られた発色から、アイキャッチ効果ある表示演出が比較的簡単にでき、しかも、LEDの低価格化とあいまって経済的に構成できるからである。

表2 単管蛍光放電管方式の代表的な特性

画素 構成	← 36mm → B G G R 28mm	← 50mm → B R G B R G B R G B R G 50mm
	輝度 5,000 cd/m ²	輝度 4,000 cd/m ²
電力	2.6 kW/m ²	

輝度は、白色ピーク時の画面輝度

電力は、映像平均の消費電力

[†] Development trends of large displays

* 松下電工 株式会社 Yoshiyasu Sakaguchi, Yasumasa Namikoshi, Takeshi Nakano, Toshikatsu Ohki

〒571 大阪府門真市門真1048

表 3 複合放電管方式の代表的な特性

画素構成	平均 11 mm ←→	平均 12.5 mm ←→	18 mm ←→	平均 25 mm ←→

輝度	3,000 cd/m ²	5,000 cd/m ²	5,000 cd/m ²	5,000 cd/m ²
電力		2.5 kW/m ²	4.3 kW/m ²	1.5 kW/m ²

輝度は、白色ピーク時の画面輝度。電力は、映像平均の消費電力。

従来から叫ばれている青色 LED フルカラーディスプレイの出現期待があるが、輝度も低くやっと試作機ができた⁷⁾レベルで、未だ商品化されていない。

3. 蛍光放電管方式

蛍光放電管は、密閉容器内に水銀、アルゴンなどのガスを封入し、陰極には電子放射物質を塗布したフィラメントを設け、内面に蛍光体を塗布した基本構造を持つ。放電は数 10 V の低電圧で行われる。発生する紫外線により蛍光体が励起され、発光する。

カラーディスプレイに利用するにあたり、最初に、単管方式のものが開発された。これは、R、G、B 三原色を、同じ構造で蛍光体を塗りわけた別々の放電管によって発光させるものである。U 字型の放電管を用いたものと、細い単管を 3 本並べて実装し複合化したものがある。これらの画素構成、輝度および消費電力を表 2 に示す⁸⁾⁹⁾。

単管で高輝度、高解像度を得ようとする、さらに管幅、管長を短くする必要がある。しかし、従来の構造のまままでこれを行おうとすると、安定な放電が行われにくく、輝度のばらつきが生じたり、取り付け空間が小さくなるので電極フィラメントの封入が困難になることや、電極間距

表 4 複合放電管を用いたディスプレイ仕様例

	DL25 (画素ピッチ 25mm)	DL50 (画素ピッチ 50mm)
表 示	文字、数字、アニメーション、映像 (静止画、動画)	
画 素 子	RGGB 4 ドット一体型複合蛍光放電管	
画 素 配 列	直交配列

標準画面サイズ	3m × 4m ~ 6m × 8m	6m × 8m ~ 12m × 16m
適 視 距 離	15m 以上	30m 以上
白色画面輝度	5,000 cd/m ² (最大)	
階 調	256 階調	
表示制御方式	EDTV 方式	
表示部消費電力	2.5 kW/m ²	1.5 kW/m ²
使 用 環 境	屋内～屋外、全天候、-10～40℃	
画 素 子 寿 命	10,000 時間以上	
表 示 面 構 造	ユニット構成のラック方式	
	1 ユニット 128 画素/m ²	1 ユニット 32 画素
画 素 数	1,600 画素/m ²	400 画素/m ²
発光ドット数	6,400 ドット/m ²	1,600 ドット/m ²
発光面積率	44 %	52 %
輝 度 調 整	48 段階	
視 認 角 度	水平方向 ±75°	
表 示 速 度	60 フレーム/秒	
白色色温度	7,000° K

図 1 複合放電管の構造

離が不足することによる発光効率の低下など、諸問題が発生する。そこで、これらの問題を解決するひとつの方法として、図 1 に示の複合管が提案された。これは、1 つの表示素子に R、G、G、B と 4 つの発光部を有し、各発光部を独立に放電させるために、表示部は田の字形状となるようにセラミック板で仕切っている。さらに、仕切り板によって各放電路をジグザグに曲げて、放電路の断面形状、幅、深さを変化させることが可能であり、これらを最適化することにより、発光効率が高く、コンパクトな構造ができる。セラミックによる放電路は、容易に成形できるので安定した品質での量産が可能である。表面は透明な板ガラスで封着し、さらに、高温特性、耐候性に優れたカラーフィルターを被着している。カラーフィルターにより、水銀放電発光からの可視スペクトルによる色度のずれを補正し、また表面の反射の軽減とコントラストの向上にも寄与している。

4 つに分かれた放電路は、裏の共通陰極部で連結されている。これにより、単管方式に比べ陰極のフィラメントの

表 5 複合CRT 方式の代表的な特性

画素構成	平均7.5mm ←→ ↑ 平均7.5mm	← 22mm → B R G B R G 22mm B R G B R G	平均20mm ←→ ↑ 平均20mm	← 50mm → B R G B R G 50mm B R G B R G
輝度	1,500 cd/m ²	3,600 cd/m ²	4,000 cd/m ²	5,000 cd/m ²
電力	0.54 kW/m ²	0.68 kW/m ²	0.66 kW/m ²	0.75 kW/m ²

輝度は、白色ピーク時の画面輝度、電力は、映像平均の消費電力。

数が少なく消費量が少なくできる。また、陰極部に放電の種が存在するため、再点弧電圧が低く、動作が安定し、長寿命になる。

表 3 は、複合放電管の画素構成、輝度および電力を示す¹⁰⁾¹¹⁾。

表 4 は、複合放電管を用いたディスプレイの仕様例を示す。

4. CRT 方式

CRT 管を用いた大型ディスプレイも、当初は単管方式であった。真空管の中にヒーターで加熱した陰極を置き、対向するガラス内面の、蛍光体を塗布しアルミ蒸着した陽極に 10 kV 近い電圧を印加すると、電子が陰極からとび出して陽極に勢いよく衝突し、蛍光体が直接励起されることにより発光する原理である。陰極、陽極間のグリッド電極に加える電圧によって、輝度の制御が行える。

ところが、この方式も解像度をあげるため小型化し、高密度で実装しようとする、電極構造、消費電力や素子コストの面で問題がある。これを解決するために、複合管が開発された。図 2 は、その基本的な構造を示す。1つの真空管内に、縦 4 個、横 4 個の発光部がそれぞれマトリクス状に配置されている。電極はこれに対応して配設されている。Y グリッド電極は縦方向に 4 列、X グリッド電極は横方向に 4 列がそれぞれ直交するように配置されている。Y・X グリッド電極の交点の部分には線状陰極が、1 本ずつ張

図 2 CRT 複合素子の電極構造

表 6 複合CRT を用いたディスプレイの仕様例

発 光 素 子	複合.CRT (赤・緑・青)																																																				
画 素 構 成	<table><tr><td></td><td>G</td><td>B</td><td></td><td>G</td><td>B</td><td></td><td>G</td><td>B</td><td></td><td>G</td><td>B</td><td></td></tr><tr><td></td><td>R</td><td>G</td><td></td><td>R</td><td>G</td><td></td><td>R</td><td>G</td><td></td><td>R</td><td>G</td><td></td></tr><tr><td></td><td>G</td><td>B</td><td></td><td>G</td><td>B</td><td></td><td>G</td><td>B</td><td></td><td>G</td><td>B</td><td></td></tr><tr><td></td><td>R</td><td>G</td><td></td><td>R</td><td>G</td><td></td><td>R</td><td>G</td><td></td><td>R</td><td>G</td><td></td></tr></table>		G	B		G	B		G	B		G	B			R	G		R	G		R	G		R	G			G	B		G	B		G	B		G	B			R	G		R	G		R	G		R	G	
	G	B		G	B		G	B		G	B																																										
	R	G		R	G		R	G		R	G																																										
	G	B		G	B		G	B		G	B																																										
	R	G		R	G		R	G		R	G																																										
画 素 密 度	2,500 ドット/m ²																																																				
輝 度	4,000 nit (白 100%)																																																				
表示制御方式	EDTV方式																																																				
表 示 速 度	60 フィールド/秒																																																				
表 示 階 調	64階調																																																				
輝 度 調 整	8段階																																																				
視 認 角 度	上下:±15° 左右:±60°																																																				
視 認 距 離	文字・グラフィック: 20m以上 ビデオ映像: 30m以上																																																				
消 費 電 力	平均: 0.66kW/m ²																																																				
寿 命	8,000 h (輝度半減期)																																																				

られている。X グリッド電極は、陰極に対して陽極と反対側に配置されたいわゆる背面電極構造になっている。

この複合管の制御は、以下のようにして行う。

- (1) 発光モード：陰極電位に対して Y・X グリッド電極の電位を適当な正のレベルにすると、陰極周辺の電位が正になる。このとき、電位勾配は高圧が印加されている陽極の方向に向かって正の勾配をもつことになる。したがって、陰極から放出される電子は、この電位勾配に沿って飛ぶので Y グリッド電極のメッシュを通過し、陽極電圧により加速されて蛍光体に高速で衝突する。このとき発光する。
- (2) 非発光モード：Y・X グリッド電極の両方の電位、または、いずれか一方の電位が、陰極電位に対して負のレベルになれば、陰極周辺部の電位が負となり、電子は陽極の方向に飛ばない。これにより非発光状態になる。

このように Y グリッド電極の構造は、発光モードのときのみ、陰極から放出される電子が、Y グリッド電極のメッシュ部から蛍光体に向かうように工夫されている。つまり、Y グリッド電極のメッシュ部以外から電子が漏れない電極形状となっている。すなわち、X グリッド電極及び陰極は、U 字型の Y グリッド電極内に囲まれて存在するので、漏れ電子の悪影響はなくなる。信頼性や寿命特性が改善され、高輝度化が実現されている¹²⁾。

表 5 は、複合 CRT の代表的な、画素構成、輝度、消費

電力を示す¹⁾¹²⁾¹³⁾。

表6は、複合CRTを用いたディスプレイの仕様を示す¹²⁾

5. LED方式

発光ダイオード(LED)による大型ディスプレイ装置はLEDの①長寿命②低消費電力③点灯スピードが速い④赤色LED、緑色LEDの高輝度化などの特徴から、屋内外の情報表示板、宣伝広告用表示板、駅・道路情報板として多方面に普及してきている。

屋内で使用される大型ディスプレイ装置では、赤色LEDと緑色LEDの2種類により構成した素子を、16×16画素、あるいは24×24画素のマクリクス状に配置したユニットを、複数個組み合わせることにより、必要な表示画面を構成している。

図3 屋内用表示ユニット、屋外用表示素子(LED)

屋外に使用される素子としては、希望する画素サイズ、光度、表示色にあわせて、複数のLEDを集めて1画素とし、この画素を必要数だけ組みあわせて、表示画面を構成している。

図3は屋内用表示ユニット、屋外用表示素子を示す。

しかし、赤色LEDと緑色LEDの2つのLEDで表現できる色は、赤、緑、及び赤と緑の混色である橙色の3色でしかない。赤色LEDと緑色LEDを使用して階調制御による多色表示、あるいは、青色表示用として、ネオンランプ、蛍光表示管などを赤色LED、緑色LEDと組みあわせて多色表示を行っている例もあるが、フルカラー表示のためには、高輝度青色LEDが不可欠である。青色LEDがあれば、赤色、緑色、青色のそれぞれのLEDの組み合わせにより、3色表示から7色表示となり、階調制御により、フルカラー表示も可能となる⁷⁾。

青色LEDの開発については、各LEDメーカーとも精力的に行われており、市販されているものもあるが、順方向電流20mAで、10mcd前後と、光度が低く、一般市場での実用レベルにはいたっていない。

フルカラー化実現のためには、青色LEDの発光効率の改善、コストダウン、品質の安定など、まだまだ解決しなければならない点が多い。

6. LCD方式

液晶(LCD)を用いた大型ディスプレイ装置は、薄型、軽量、小電力、といった特徴により、体育館、ホール、駅

のコンコース等の、明るい屋内用として、多くの方式が開発されてきている。

最近では、表示画面が200インチを越える大型ディスプレイ装置も開発されている。この装置は、GH型液晶を用いており、従来に比べて、高コントラストで視野角の広い画面が得られている。

一方、液晶ディスプレイ装置の大型化にともない、対角線が数インチの液晶に画像を形成し、この液晶パネルをライトバルブとして用い、R・G・Bの光を制御して色合成を行い、レンズを通してスクリーンに拡大表示する投写型(カラー液晶ビデオプロジェクター)も開発されている。

投写型の特徴として、装置が小型軽量で設置が自在であること、低コストが見込め、地磁気の影響を受けないためCRTのように色純度が劣化しないこと、レンズが一個のみのため設置時のコンバージェンス調整が不要、などの点があげられ、家庭用、及び公共用の両面からの利用が期待される¹⁴⁾¹⁵⁾。

投写型の液晶大型ディスプレイ装置は、液晶パネルの高精細度化、投写光学系の改良による高輝度化、などにより高輝度高画質大画面ディスプレイへと開発が進んできている。

実際、500万画素の表示容量を持つ白黒表示の高精細度液晶表示装置が開発されており、液晶物質自体がメモリー機能を持つ相転移型液晶を採用し、最大200インチのスクリーンに投写してもちらつかない画像が得られている¹⁶⁾。

図4は代表的な投写型液晶プロジェクターの外観、及び内部構造図を示す。

図4 投写型液晶プロジェクターの外観、内部構造図

図5 光ファイバディスプレイ装置

7. そのほかの表示デバイスを用いた方式

以上述べた大型ディスプレイ装置のほかに、透過型アクティブマトリクスLCDを用いて、光ファイバにより拡大表示する大型ディスプレイが開発されている¹⁶⁾。表示面の最大輝度は、 45 cd/m^2 、画素ピッチ10ミリ、コントラスト比は約60、応答速度は50msを保証している¹⁷⁾。

図5に光ファイバディスプレイ装置を示している。

4. おわりに

大型ディスプレイ装置は、上述の表示デバイスの開発に伴い発展してきた。映像情報社会となった今、多くの観衆を魅了する新しいディスプレイが要求されている。それは量から質への転換である、テレビジョンからハイビジョンへの移行に沿った、つまり、高輝度、高解像度ディスプレイ装置である。従来の大型ディスプレイの設置場所は、比較的クローズドな、しかも遠い観視距離のところにあったが、今やそこに留まらず、街頭の小さなオープンスペースにも設置要求が多く成されているため、画素ピッチの一段と小さいものが必要となる。もちろん視認距離の小さいディスプレイはサイズも小さくなり、ユーザにとりランニングコストも含め経済的負担の少ない、しかも長寿命などの要求され、このステップにおいてはコストパフォーマンスの優れたディスプレイが自然淘汰されて行くものと思われる。

映像情報社会のインフラ整備は、民間の通信衛星の打ち上げ、衛星放送事業の開始という、強力なハードウェア・ネットワークにより強力なものとなった。それに加えISDN高速通信網の実用化、コンピュータネットワークのオープン化など画像通信のハード・ソフト技術を取り込み、映像情報の新メディアとして、大型ディスプレイが飛躍発展し、多くの観衆に再び新しい感動を呼び起こしてくれるものと期待している。

参 考 文 献

(1) 森田俊二、富末則行；最新映像技術による次世代大型映像

表示装置〈高精細型オーロラビジョン〉、三菱電機技報 vol. 64 No. 8 (1990)

- (2) 重田照明、西山英夫；大型ディスプレイ装置、照明学会誌 (1989) Vol. 73 No. 12 53~58
- (3) 今村博司、他；大型カラーディスプレイ用光源素子の開発、照明学会全国大会、(1989)
- (4) Yoshiyasu Sakaguchi et al.; Large-Area Color Display "Skypix" SID '91 Symp. Digest, p. 577 (1991)
- (5) 倉橋浩一郎、他；オーロラビジョン—巨大画面カラーディスプレイシステム、TV 技報、IPD 49-3, p. 149 (昭55-3)
- (6) 岩田修司、寺崎信夫；最近の大型表示装置とその光源—CRT 方式大型表示装置、電気情報関連学会連合大会 (1989) 3-87~3-90
- (7) 宇佐美経、他；RGB フルカラーLED ディスプレー、照明学会 光関連材料デバイス研究会 MD-91-1-28 (1991)
- (8) 松下電器産業㈱ カタログ No. 通波 52 Fa
- (9) 柴野信雄、他；放電管を使用した屋外大型ディスプレイ装置、電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 89 No. 181
- (10) 松下電器産業㈱ カタログ No. 通波 58 Fa
- (11) 岡田茂；高密度型カラー高輝度放電管による大型表示装置、東芝レビュー 44, 11 (1989)
- (12) 寺崎信夫、他；高輝度・高解像度・屋外カラー映像表示装置「オーロラビジョンマークⅡHB」、三菱電機技報 Vol 63 No. 3 (1989)
- (13) 林正健、他；15mm トリオ・ピッチ ジャンボトロン素子 EID 89 32
- (14) 金谷経一、他；カラー液晶プロジェクタ、電気情報関連学会連合大会 (1989) 3-79~3-82
- (15) 長谷川教通；SHARP 液晶プロジェクタ XV-SIZ、月刊ビデオコム (1991) 5
- (16) 前田；光ファイバディスプレイ、化学工業 Vol. 52 (1988) 357~360
- (17) 高橋幸男、他；アクティブマトリクス型LCDを用いた光ファイバディスプレイ、TV 学会誌 (1989) Vol. 43 No. 8 836~840

(受付 1991 年 11 月 18 日)