HDTV用 Display의 展望

柳 榮 俊
大宇電子(株)專務理事

Ⅰ. 序 論

HDTV(high definition TV)는 現行 TV方式을 飛躍的으로 高畫質, 高音質化를 追求하고 現場感과 迫眞感있는 TV畫像을 實現할 目的으로 開發되고 있는 새로운 TV方式으로 이에 對應하는 display가 要求된다.

HDTV 關聯器機가 많이 開發되면서 그 最終的인 畫像 品質을 決定하는 display devices는 HDTV system 全體를 評價하는 端末裝置라는 점에서매우 重要하다. 現行 TV用 display devices와는 다른 HDTV用 display devices에 必要한 性能, 要件 그리고 主要 display의 要所技術, 動向, 向後問題 등을 다루어 본다.

Ⅱ. HDTV用 Display에 必要한 性能, 條件 및 分類

HDTV用 display devices에 대한 基本的인 着想은 人間의 視覺特性, 心理特性등의 硏究結果와 他 media와의 互換性 關係를 檢討한 것으로 現行 TV와의 差異는 다음과 같다.

1. 走査線數

現行 NTSC 方式은 走査線이 525本, 필드 周波數가 59.94Hz, 2 : 1 飛越走査 方式인데 반하여 日本의 NHK의 HIVISION方式은 走査線이 1125本, 필드 周波數가 60Hz, 2 : 1 飛越走査이며, 美國의 ACTV나 유럽의 HD-MAC등도 모두 주사선이 旣存 TV방식의 2배이다(表 1 參照). 따라서 解像度가 기존의 2배 以上인 高畫質의 映像을 實現할 수 있다.

2. 畫面의 縱橫比

現行 TV의 縱橫比는 3 : 4로써 現場感을 내기에는 부족하다. 이를 人間의 視覺特性과 心理特性을 고려하여 橫軸으로 약 25% 길어진 9 : 16으로 하였으며 35㎜ 映畫 film의 software를 利用할 수 있다.

표 1. 旣存 TV와 HDTV와 規格

項目 \ 方式		HDTV		NTSC	PAL SECAM
		스튜디오規格	MUSE		
走 査 線(本)		1,125	1,125	525	625
Aspect比(橫 : 縱)		16 : 9	16 : 9	4 : 3	4 : 3
Interlace比		2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1
水平走査周波數(KHz)		33.75	33.75	15.734	15.624
필드 周波數(Hz)		30	60	59.94	50
映像信號帶域	輝度信號(MHz)	30	20(靜止畫) 12.5(動畫)	4.2	6.0
	R-Y(MHz)	30	7.5(靜止畫)	1.5	1.3
	B-Y(MHz)	30	3.5(動畫)	0.5	1.3
	R, G, B 각각	30	–	–	–

3. 視野角 및 視距離

現行 TV의 最適 視距離는 畫面 높이(H)의 6H~7H로써 이 位置에서 3 : 4의 縱橫比일 境遇, 水平方向 視覺은 약 10°가 된다. 反面 HDTV에서는 畫面 높이의 약 3H에서 유효한 水平方向 視角은 30°(左15°, 右15°), 垂直方向 視角은 20°(下12°, 上8°)가 되어 現場感과 迫眞感을 갖을 수 있다(그림 1 參照).

4. 大畫面化

畫面 縱橫比 9 : 16으로 水平方向 視角 30°인 境遇, 畫面의 크기와 最適 視距離와의 關係를 그림 2에 나타냈다. 一般家庭에서 旣存 TV의 最適 視距離가 2.5m, 3m 程度인 것을 예로 2.5m를 視距離로 하면 그림 2에서 약 60″의 畫面 크기가 적당하다. 이러한 크기의 大畫面이 되면 受像機의 차지하는 面

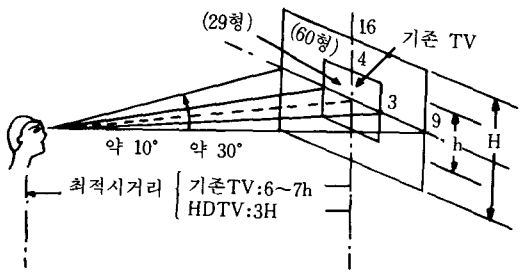


그림 1. 既存 TV와 HDTV의 視覺條件

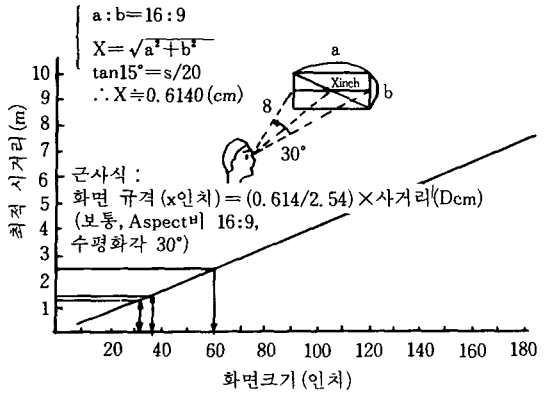


그림 2. 畫面規格과 最適 視距離의 關係

積이 커지기 때문에 薄型의 HDTV用 display의 開發이 必要하다.

5. 밝기와 Contrast

HDTV用 display는 高精度의 映像이 要求되기 때문에 一般的으로 CRT일 境遇, shadow mask의 pitch가 既存 CRT보다 1/2정도로 되어야 하지만, 이것은 밝기와 콘트라스트의 점에서는 不利한 여건이 되기 때문에 이의 解決策도 마련되어야 한다.

6. HDTV Display의 分類

現行 TV에서는 直視型 CRT display가 主流이며 大畫面化 傾向이 漸次 높아지고 있다. 하지만 HDTV에서는 더욱더 迫眞感, 現場感이 있는 映像을 나타내고 大畫面化되어 60″ 정도 크기에 이르면 CRT display는 家庭用으로서 限界가 있다. 또한 HDTV는 더욱더 flat化, slim化가 要求되기 때문에 脫 CRT display의 開發이 進行되고 있다. 여기서 現在 display의 實用化가 되고 있는 것을 分類하면 表 2와 같다. HDTV用으로서 70″~200″의 大型 display에는 라이트 밸브나 아이드홀 등이 實用化되고 있고, CRT 投寫管의 高輝度化가 進行되면서 6管式~12管式의 特殊한 것도 開發되고 있다. 또 最近 液晶을 사용한 라이트밸브식의 投寫型 display도 開發되고 있고, 이것은 將來 400″정도의 超大型 display의 主要 技術로 展望되고 있다. Flat display로서는 液晶型, CRT型, 放電 panel型 display의 研究 開發이 進行되고 있어서 將來 家庭用 벽걸이식 HDTV display로써 有望하다. HDTV用 display로써 現在 實用化 可能性이 높은 것은 直視型 CRT display 및 背面 投寫型 CRT display이다. 그러나 直視型 CRT display는 大畫面이 되면 重量 및 가격면에서 問題가 되므로 40″程度가 限界이며, 그 이상의 大畫面化가 可能한 背面 投寫型 CRT display도 薄型化, 輕量化가 큰 課題이다. 100″以上의 HD 劇場用 display로써 라이트 밸브型이 開發되어 있지만 安定性, 精密度, 畫質등의 점에서 投寫型 CTT display의 性能이 優秀하다.

표 2. Display의 分類

- Display
  - 直視型
    - 發光型
      - CRT(Cathode Ray Tube)
      - PDP(Plasma Display Panel)
      - EL(Electro-Luminance)
      - VFD(Vacuum Fluorescent Display)
      - LED(Light Emission Diode)
    - 受光型 - LCD(Liquid Crystal Display)
  - 投寫型
    - CRT投寫型
      - 굴절렌즈方式
        - 多管式(3管3렌즈)
        - 單管式(1管1렌즈)
      - 凹경반사方式
        - 슈미트렌즈 方式
        - 메니스커스렌즈 方式
    - 液晶 投寫型
    - 라이트 밸브型
    - 레이저型

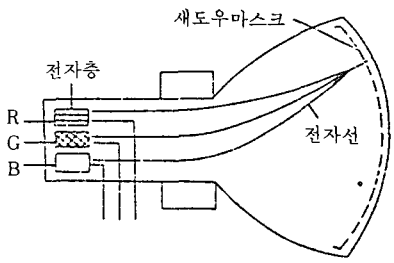
Ⅲ. 直視型 CRT Display

直視型 CRT display는 1973년 最初로 22″ color monitor의 誕生에서부터 漸次 大型化로 開發되고 있지만 아직 技術的 問題가 있으며, 특히 大型化와 와이드化, 驅動回路의 精度의 向上이 主要課題이다.

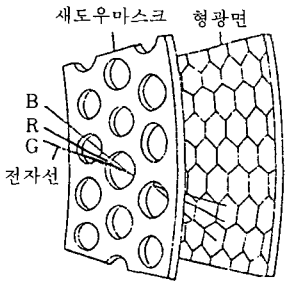
1. 原理 및 動向

HDTV用 直視型 CRT display는 高解像度의 品質을 가져야 하기 때문에 既存 TV用 CRT와는 다른

delta 電子銃에 의한 dot shadow mask 形態를 가지고 있다. 그 基本的의 構造로 그림 3과 같이 電子銃에서 電氣信號를 電子빔의 變化로 變換시켜 發射함으로써 브라운관 스크린에 도포되어 있는 赤(R), 緑(G), 青(B)의 螢光體를 發光시켜 컬러 畫像을 再生한다. 이때 shadow mask는 電子빔이 螢光體에 正確히 對應되도록 하는 役割을 한다.



(a) 브라운관의 전자빔 주사



(b) 브라운관의 새도우마스크와 형광면

그림 3. 브라운관의 構造

HDTV用 直視型 CRT display의 開發動向은, 1973년 世界 最初의 22″ HDTV用 color monitor가 開發되고 잇따라 26″가, 1978년에는 30″가 開發되었고, 또 유리벌브, shadow mask 및 電子銃등의 設計, 加工技術이 改善되어 直視型 CRT display의 限界라 할 수 있는 40″가 1985년 日本의 쓰꾸바 科學博覽會에 선보였다. 以後 SONY에서 41″, 90°편향의 trinitron type tube를 開發했으며, 히다찌, 마쯔시다, 필립스등에서도 開發에 박차를 가하고 있다. 브라운관이 大型化됨에 따라 重量의 增大, 부피의 增大, 스크린면의 曲面感의 增大, 방폭 安定性등 外形的인 問題와 함께 이에 隨伴되는 doming, blister 現狀의 增大, focus 品質의 低下, convergence 品質의 低下, raster distortion의 增大等 技術的인 問題가 남아있고, 또한 螢光面이 dot 形狀으로 되어있어 量産性이 어려워 가격이 매우 높게되고 있는 등, 이의 改善을 위한 技術開發이 進行中이다.

2. 重要 技術

1) 유리벌브

유리벌브에 걸리는 大氣壓의 應力을 一定하다고 假定하면 벌브의 重量은 size의 3승에 比例하여 增大된다. 그러나 重量이 增大되면 취급이 不便할 뿐만 아니라 브라운관 排氣工程中의 溫度差에 따라 벌브의 溫度分布差가 增大되어 暴發의 確率이 높아지는 등 製造技術上의 問題를 일으키게 된다. 특히 HDTV用은 aspect比가 크고 大型이 要求되기 때문에 더욱 精密할 設計가 必要하다.

그림 4는 CRT 重量과 size의 關係를 나타낸다. Aspect比 4:3의 旣存 TV用 CRT와 比較해서 HDTV用 CRT는 aspect比 16:9로 가로 길이가 긴 大型이기 때문에 外部氣壓에 견딜만큼의 유리 두께가 必要하게 되어 重量(36″에서 약 50kg)이 增加하게 된다.

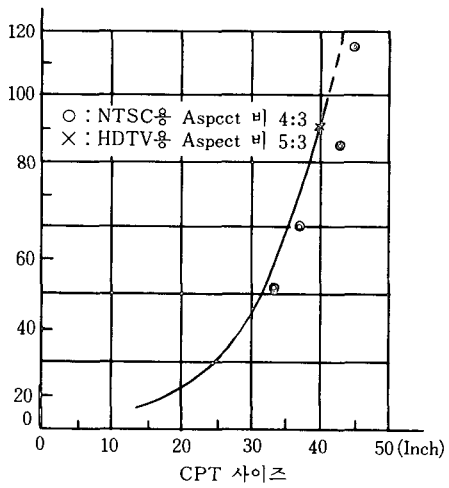


그림 4. CRT 重量과 size의 關係

2) Shadow mask

HDTV CRT는 大型化에 의해 畫像表示面積이 增大하고 走査線의 增加로 mask pitch가 高精細化되어 電子빔의 shadow mask 투과율이 저하되기 때문에

shadow mask가 熱變形되어 doming 現狀이 發生한다. Doming 現狀은 빔이 정해진 螢光體를 調査하지 못하게 하여 視覺品質을 떨어 뜨린다. 이 對策으로는 열팽창율이 적은 마스크 재료로 Invar材(저열팽창 철, 니켈합금)를 使用하는 방법이 있는데 이 Invar材의 導入은 局部 doming 輕減 效果를 1/3로 할 수 있으나 가격이 높아질 우려가 있다.

3) 螢光面 및 螢光體

現行 TV用 螢光面 構造는 대부분 stripe 構造이나 HDTV用 CRT는 高解像度를 위해 원형 dot mosaic 構造를 使用하고 콘트라스트 向上을 위해 black matrix 螢光面으로 되어 있다. 現行 TV用과 HDTV用의 比較를 그림 5에 나타냈다. 원형 dot mosaic 構造를 採用하고 있지만 dot 간격이 좁고 大型化가 되기 때문에 既存의 TV보다 landing 및 convergence의 精密度가 더욱 요구된다. 이 때문에 既存의 TV用 CRT의 편향각이 110°인데 반해 HDTV用은 convergence나 白色 均一性을 重視하여 90° 편향을 현재 採用하고 있다. 螢光體는 高發光 效率, 多樣한 發光色, 적당한 發光時間, 温度變化에 대한 安定性, 螢光 출력 포화가 없을 것 등의 特性이 要求된다.

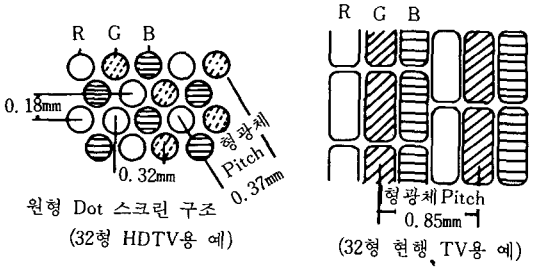


그림 5. HDTV와 現行 TV의 螢光面 構造

4) 電子銃

CRT의 解像度는 螢光面 dot의 空間周波數 應答만이 아니고 電子빔이 空間周波數 應答 및 映像信號 帶域幅의 綜合特性으로 決定된다. 高解像度를 얻기 위해서 螢光面 dot 간격을 좁게 하지만 現行 TV에 비해서 밝기가 낮아 이것을 解決하기 위한 方案으로 電子銃에 흐르는 電流를 增加시킨다. 大型化에 따르는 電子빔의 走行中 퍼짐에 의한 螢光面에서 beam spot가 커지므로 이것이 解像度 低下의 원인이 된다. 이것을 防止하기 위해서 高電流 負荷에 견디는 含浸型 캐소드를 가진 수차가 적은 대구경 電子 lens를 採用한다.

5) 偏向 요크 및 컨버전스 補正裝置

HDTV用은 既存 TV用과 같이 磁界를 非均一하게 하면 빔형상의 수차가 發生하므로 周邊의 解像度가 低下하고, 델타형 電子銃을 사용함에 따라 편향요크 자체는 均一磁界로 하고 補正은 별도로 컨버전스 補正裝置에 의해 補正한다. 다만 편향요크의 코일은 高周波 發熱에 對應한 Litz線 및 권선정밀 향상을 위한 slit형을 使用한다. 40″ HDTV用 display의 convergence 補正은 畫面 全體는 analogue方式을, 각부분의 精密한 補正은 digital方式을 使用한다.

3. 直視型 CRT方式의 向後課題

直視型 CRT에서는 畫面 大型化에 따라 輝度의 向上과 解像度 向上의 兩立이 어렵다. 따라서 電子銃 렌즈의 대구경화에 따른 편향수차의 低減으로 focus 向上, 高電流 密度의 含浸型 cathode 採用, 輝度向上을 위한 螢光體의 改善등이 폭넓게 進行되어야 한다. 또한 偏向角의 擴大(90°→110°)에 의한 slim化 및 低消費 電力化 등도 解決해야 할 課題이다.

Ⅳ. CRT 投寫型 Display

HDTV用 display로써 理想的인 畫面 크기는 60″ 以上이며 家庭用으로서는 簿型으로 할 必要가 있기 때문에 大畫面을 쉽게 實現할 수 있고 compact한 設計가 可能한 投寫型 display가 注目되고 있다. HDTV用의 CRT 投寫型 display는 1985년 以後 各種 實用器 開發이 이루어져 왔다.

1. 原理 및 動向

投寫型 display는 表 2에서와 같이 分類할 수 있고, 類型 별로는 背面 投寫型과 前面 投寫型으로 나눌 수 있다(그림 6 參照).

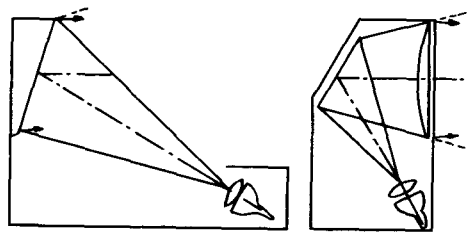


그림 6. CRT 投寫型 display의 種類 및 構造

投寫型 display는 赤, 綠, 靑의 3原色을 갖는 PJT(projection tube)를 驅動시켜 lens와 거울을 利用하여 畫面을 投寫 擴大시키는 方法이다. HDTV用으로는 1978년 슈미트式 55″가 開發된 以來 6管을 使用한 170″가 公開되었고 1985년에는 12管을 使用한 400″背面投寫型 display가 發表되었다. 前面投寫型으로는 3管 3렌즈 方式으로 100″ 以上의 製品에 力點을 두고 開發하고 있다. 그러나 投寫型 display에서는 브라운관이 投寫光源으로서의 役割을 하고 있으므로 直視管에 比해 아주 높은 輝度를 必要로 하고 螢光面에서의 電子빔의 入力 密度가 普通 直視管의 15~20배에 달한다. 螢光面 電力負荷의 上昇에 따라 일어나는 螢光體의 휘도포화와 水平問題, 溫度上昇에 따른 벌브 損傷, 빔電流 增大로 인한 解像度 低下 등의 技術的인 問題가 남아있다.

1) 굴절 lens式(前面投寫型) : PJT, 投寫型 lens, 投寫 screen등으로 構成되어 있으며 data 表示用, 會義用, 敎育用, 小型 劇場用 등으로 쓰인다.

2) 反射鏡式(背面投寫型) : 볼록거울, 螢光面 target, 反射鏡 screen등으로 構成되어 있으며 家庭用으로 使用된다.

2. 重要技術

1) PJT(projection tube)

HDTV用 PJT는 高光出力이 要求되므로 入力 電力을 增大하여야 하지만 入力은 發熱에 依한 溫度 上昇으로 螢光體의 消光에 의한 輝度低下, 螢光體의 burning, panel glass의 browing에 의한 輝度低下, 熱應力 歪曲에 依한 panel의 破損과 같은 問題가 發生한다. 이 問題를 解決하기 爲해서 브라운관의 螢光體에 에틸렌그리콜 등을 注入하여 冷却하도록 한 液冷方式이 實用化 되었다. 螢光體 panel의 前面에 透明 glass panel을 設置해 주위의 放熱器로서 상자형태의 bracket를 設置해 이것을 silicon rubber로서 密封해 內部에 液體冷媒를 注入한 液冷式 projection 管이 實用化되고 最近에는 브라운관과 lens를 直接 連結한 液冷方式이 一般化되고 있다.

2) 投寫 lens

投寫 lens는 PJT로 부터의 光을 올바르게 스크린에 調査하기 爲한 것으로 投寫 領域의 縮小 및 廣角化가 要求되어지나 이를 滿足시키려면 렌즈의 構成 枚數가 增加, 이에 따라 輝度特性도 低下하게 된다. 렌즈는 글라스렌즈가 優秀하나 構成枚數, 重量, 價格 등이 결점이고 플라스틱 렌즈는 非球面 加工이 容易하다는 長點을 갖고 있다. 最近에는 이 두가지의 長點을 살려 하이브리드 構造에 依한 렌즈도 開發, 實用化를 시도하고 있다.

3) 스크린

스크린은 投寫된 映像이 最終的으로 맺히는 部分으로 利得이 높고, 水平, 垂直 指向性이 넓어야 하며 外光의 反射가 작아야 한다. 種類는 前面投寫型用 反射式 스크린과 背面投寫型用 透過式 스크린이 있는데 그림 7은 背面投寫型, HDTV用 0.5~1㎜ 피치의 透過式 스크린의 構成例이다. 이 方式의 스크린 利得은 통상 4~10으로 垂直 方向의 散亂角度가 좁은 것이 特徵이다. 또한 스크린 前面의 black matrix는 外光의 反射를 수분의 1로 減少 시키므로 前面投寫型이 밝은 環境에서 수배의 콘트라스트를 올리게 하고 있다. 透過型 스크린은 렌치큘러를 附着해서 構成하고 各種 스크린의 構造는 그림 8과 같다. (a)는 프레넬과 렌치큘러를 一體加工한 것이고, (b)는 分離構造로 black stripe을 實施하고 있다. (c)는 렌즈 어레이 스크린을 렌치큘러 2個組로 構成한 것으로 上下, 左右方向으로 接着해서 超大型 스크린을 構成할 수 있다. 렌치큘러에 의해 水平指向性을 向上시킨 예를 그림 9에 나타냈다.

4) CRT 投寫型 display의 向後 課題

HDTV用 CRT 投寫型 display의 앞으로의 課題로는 高輝度化의 實現과 畫面 全體의 輝度 均一, 色均一性 改善, 低電力化, 컴팩트화 등과 部品 및 素材의 改善을 通한 價格 低下 및 휘도포화 特性이 良好한 螢光體의 硏究 등으로 現在 大畫面을 爲한 開發이 進行中에 있다.

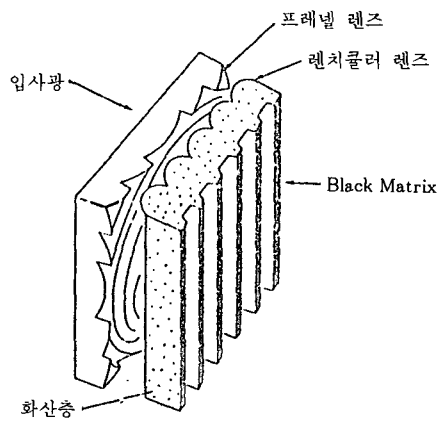


그림 7. 透過型 screen의 構造

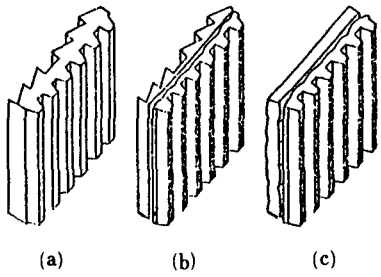


그림 8. 렌치큘러 附着 스크린의 構成図

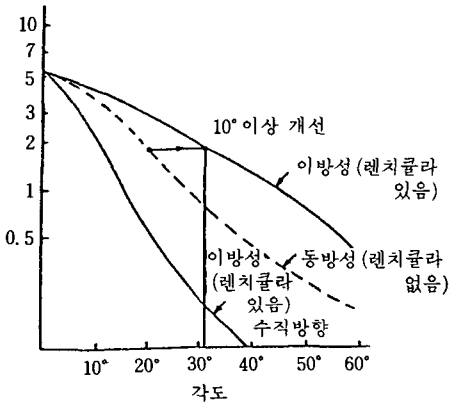


그림 9. 렌치큘러 附着 스크린의 指向性

V. 平面 Display

1. 原理와 動向

平面 display는 現在 實用化되고 있고, 向後 HDTV用 display로써 注目을 받고 있는 것은 LCD(liquid crystal display)와 PDP(plasme display panel)일 것이다. LCD는 液晶 cell을 diode, MIM (metal insulator metal)등의 2端子 device와 TFT(thin film transistor)등의 3端子 device로 구동시키는 active matrix형이 주로 使用되고 있으며 畫面 size는 2″~5″가 商品化에 成功, 小型 TV市場을 點하고 있다. 또한 앞에서 說明한 PJT를 利用한 projection display에서도 PJT를 LCD로 代置한 LCD型 projection display도 實用化되고 있다. 한편 PDP는 20余年 前부터 color 表示가 試圖되어 왔고 最終的으로 CRT를 대신하는 벽걸이 TV의 實現을 目標로 하고 있다. 特히 HDTV의 仕樣에 近接하는 DC型 PDP display가 가장 希望的이다.

2. 重要 技術

LCD device를 製造하는데 있어서 不純物, 溫度 變化에 따른 active device의 特性 變化의 control, 液晶 배향막 도포 및 pattern 形成, clean度 維持, high duty에 對應하는 高速, 高耐電壓 CMOS process와 高電壓 出力 buffer 構成 및 高畫質化를 爲한 回路設計등이 核心 技術이다.

反面 PDP는 螢光體를 利用한 color PDP의 순간 輝度는 Neon 放電 發光色에 比해 떨어지기 때문에 통상의 X, Y matrix簿型 display device에서 利用하는 reflash 구동으로는 大型, 大容量에서는 充分한 輝度를 얻을 수 없다. 또 DC型 PDP에는 device 自體에 memory 機能이 없기 때문에 回路的으로 機能을 附加하고 있으며 TV와 같은 動作 畫面을 表示하기 爲해서 放電이 원할하고 빠르게 일어날 수 있도록 補助 放電을 利用하는 3極管 構造를 採擇하고 있다.

3. 向後 課題

LCD panel에 있어서 解決해야 할 課題는 畫面 size의 大型化 實現, 液晶 panel의 高精細化, CRT를 능가할 수 있는 color 再現 및 밝기 具現, 溫度에 依한 影響 등의 改善 課題가 있고 PDP panel에 있어서는 빠른 應答 速度, 高輝度, 高發光效率, 高解像度 大畫面의 製作 및 壽命에 대한 硏究 檢討가 있어야 한다.

VI. 決 論

HDTV用 display는 HDTV 器機의 性能을 最終的으로 人間의 눈에 보이기 爲한 表示 端末器機이며 最近 開發을 끝내고 實用化 의 박차를 加하고 있다. 次世代의 new media HDTV는 將來 高度 情報化 社會의 中心으로 자리잡고 있으며 開發에 全力을 기울이고 있다. 이와 關聯하여 HDTV用 display에 대한 關心도 점차커지고 있는 실정으로 이 分野에 종사하는 技術 人力들이 大畫面, 高精細化에 대한 技術 開發의 排戰이 한층 더 熱氣로 더하여 display의 技術的 難關을 꾸준한 技術 革新을 通해서 克服되리라 期待한다.

筆 者 紹 介

柳 榮 俊

1936年 2月 17日生

1960年 3月 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업

1957年 11月～1959年 10月 육군 제21사단 근무

1962年 2月～1963年 9月 조달청 근무

1963年 9月～1973年 2月 상공부 근무(전기기좌)

1973年 2月～1975年 7月 공업진흥청 근무(전기기정)

1975年 8月～1978年 2月 상공부 근무(전자공업 과장)

1978月 3月～1979年 2月 대우실업 이사

1979年 3月～1981年 10月 한국전자기술연구소(책임연구원)

1981年 11日～1984年 2月 태광산업(주) 상무이사

1989年 10月～現在 대우전자(주) 전무이사