

小型 Color 液晶 TV의 製造技術

— Amorphous Silicon 薄膜 Transistor 利用 —

文字放送을 出發點으로 하여 衛星放送, Captain System, INS (高度情報通信System) 등의 New Media에 의한 새로운 情報時代가 서서히 幕이 오르고 있다. 이런 情報化社會에 對應해 가기 위해서는 언제 어디서나 필요한 情報를 신속 精確히 入手할 需要가 있다. 이것을 위한 手段으로서 TV의 역할은 점차 중요한 비중을 차지해 왔다.

TV 受像機를 薄形化, 小型化, 輕量化 해서 Pocket TV를 實現하고자 하는 시도는 종래부터 행하여져 왔으며, 小型 CRT, Electro Luminescence, Plasma Display, 螢光表示管, 發光 Diode 등의 表示素子를 이용한 것이 갖가지 試作되어 발표중에 있다. 그러나 이러한 表示素子는 Pocket TV에서 요구되는 小形, 薄形, 低消費電力 등의 條件을 충분히 만족시킬 수가 없으며, 어느 것이나 널리 實用化되기까지는 미치지 못하고 있다.

Portable 機器를 중심으로 눈부신 발달을 해 온 液晶表示素子(LCD)는 薄形, 저소비 電力, 低電壓 驅動이 가능하므로 Pocket TV用의 Display로서 주목되고 있다. LCD를 이용한 TV 受像機는 최근 수년간 각 메이커 및 研究機關에서 試作品의 발표가 뒤를 이어 이루어지고 있으며 일부 商品化도 되고 있다.

日 三洋電機는 82年 가을에 世界 최초로 Amorphous Silicon 薄膜 Transistor(a-Si TFT)를 液晶의 Switching 素子로서 사용한 黑白液晶TV를 개발, 발표함에 따라 a-Si TFT의 Switching Speed가 TV Rate에 대하여 충

분함을 立證하였다.

이 TV는, 液晶 表示 Mode 중에서는 Contrast가 양호한 TN(Twisted Nematic) Mode를 쓰고 있고 Matrix 狀에 배치된 TFT에 따라 각 畫素의 Switching을 행하고 液晶을 Static 驅動하고 있다. 따라서 종래 것보다 Contrast가 양호한 TV 畫像을 얻을 수 있다.

그러나 Color CRT를 익혀 온 사람들에게는 黑白液晶TV는 웬지 모를 不滿을 느끼게 하는데, 이 현상은 불가피한 것이다. 이것은 LCD의 本質적인 문제로서 LCD가 受光形 表示素子이고, 光의 Shutter로서 밖에 작용을 못하며 反射光 또는 透過光을 Control 하는 것에 지나지 않으므로 表示의 Contrast가 주위 光의 밝기에 영향을 받는 것, 濃淡의 폭이 협소하기 때문에 충분한 階調가 얻어지지 않는다는 문제점이 있다.

한편 LCD의 欠點을 보완하여, 表示를 보기 쉽게 하기 위해서는 단순한 Mono Tone의 표시만으로는 안 되고, 表示를 色差에 따라 식별하는 Color 表示가 有效하다. 液晶 표시는 Color化의 방향에 달려 있고 또 Color化가 필요하다고 생각하여, 三洋電機는 수년 전부터 Full Color Panel의 技術 개발을 추진시켜 왔다. 그러나 당시는 液晶을 Color 하는 시험은 다양하게 提案되어 왔음에도 불구하고 Full Color 表示 따라서 세밀하게 Mosaic 狀에 着色된 Color 偏光板을 Cell에 內藏하는 일에 着想하여 이 技術 開發을 진전시켜 왔다.

이번에 a-Si TFT 基板과 이 Multi Color

偏光板을 결합시켜서 Full Color 表示用 液晶 Panel을 개발하여 그것을 이용해서 양호한 Color TV 畫像 표시를 얻는 일에 성공하였다. 이 방식은 畫質, Cost面에서 優位의 것이라고 고려된다.

1. 液晶 TV

液晶 TV에서 사용되고 있는 液晶의 電氣光學 學 효과는 DSM(Dynamic Scattering), TN (Twisted Nematic)와 GH(Guest Host)의 3種이다. 또 Matrix 구조의 각종 방식을 表 1에 표시하였다. 液晶 TV를 실현한 경우, 기본적으로는 上記 2 가지 요소(液晶 Mode와 Matrix 구조)의 任意的인 혹은 필연적인 組合이 있다.

가. 多重時分割方式

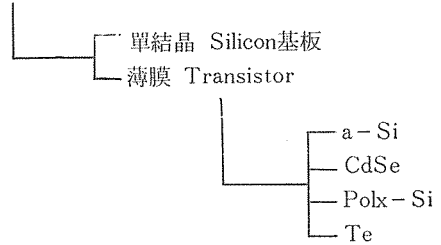
液晶 Panel 上下의 Glass 基板上에 서로 交叉하는 櫛狀電極을 형성하여 行電極과 列電極의 선택에 따라 任意의 交意의 交點(繪素)를 制御한다. 이 방식에서는 어떤 繪素를 선택을 위해 가해진 電壓은 그 이외의 繪素에도 가해져서 Cross talk의 문제가 있다.

이 Cross talk를 完化하는 方法으로는 2重 Matrix 및 4重 Matrix 구조가 提案되고 있지

만, 液晶 Panel의 電氣光學的인 동작特性과 電極 구조의 복잡성이 Trade off의 관계에 있으며 現狀에서는 한계가 있다.

表 1. 液晶 TV의 分類

1. 多重時分割驅動方式
2. Active Matrix 方式



나. Active Matrix 方式

前述의 한계를 극복하는 方法으로서 Active Matrix方式이 있다. 이 방식에서는 각 Matrix의 交點에 Active Element(能動素子)를 형성하여 Cross talk를 억제시킨다. 이 방식 중에서 單結晶 Silicon을 사용하는 것은 크기에 制約이 있고 불투명하기 때문에 Full Color化를 할 수 없는 등으로부터 각종 薄膜 Transistor의 개발에 주력하고 있다. 表 2에 最近의 各社에서 개발하고 있는 狀況을 나타내었다.

表 2. 各社의 TFT畫像 表示 Panel 比較

	三洋電機	精工電子	東 芝	星 電 器	Canon
繪 素 數	220×240	240×240	220×240	325×325	50×174
畫 面 尺 寸 (mm)	45×60	32.4×43.2	44×60	130×130	30×34.8
液 晶	TN	TN	TN	GH	TN
Color 化	0	0	-	0	0
TFT 材料	a-Si	p-Si	a-Si	a-Si	a-Si

2. 液晶을 利用한 Color 表示 方式

Panel의 한쪽 Glass 基板上에 형성된 a-Si TFT Array의 일부를 圖 1에 나타냈다. 각 四角形이 각각 한개씩의 繪素를 보여 주는 것으로 3inch 畫面에 220×240의 繪素가 포함되어 있다. 圖 2는 繪素의 平面圖이다.

각 Line 폭은 15μm이며, TFT의 Channel 길이의 7μm, Channel 폭은 45μm이다. 表示

는 電極의 Pitch는 行方向이 200μm, 例方向이 250 μm로, 繪素의 開口率은 약 74%이다.

液晶을 이용한 Color 表示 方式의 주요한 것 을 들어 보면 다음과 같다.

- (1) Color 偏光板 方式
- (2) Color Filter 方式
- (3) Guest Host 方式
- (4) 複屈折制御方式

Color 偏光板 方式은 TN Cell에 쓰이는 2枚

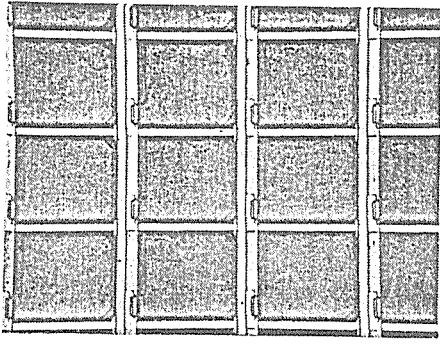


圖 1. a-Si TFT Array

의 偏光板 중 1枚를 Color 偏光板에 置換시키는 방식이다. Neutral 偏光板과 組合시켰을 때의 透過光의 例를 圖3에 나타냈다. 偏光軸이 平行일 때는 透過光은 白色光이지만 偏光軸이 直交할 때는 着色光(圖의 경우는 赤)이 된다.

Color Filter 방식은 TN Cell을 光 Shutter로서 사용, Cell을 투과한 光을 다시금 Color Filter에 투과시키는 일로 着色光으로 한다. Color Filter를 형성하는 위치로는 大別해서 液晶 Cell의 內側에 형성하는 방식과 Cell의 外側에 형성하는 방식이 있다.

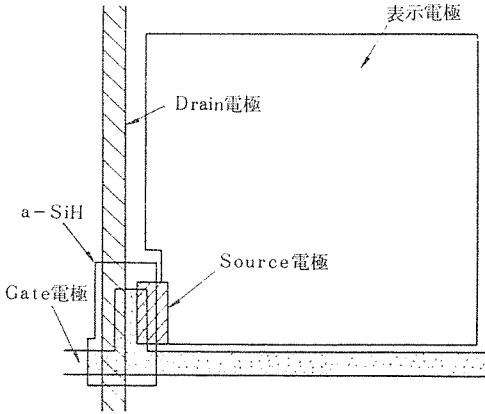


圖 2. a-Si TFT의 平面圖

Cell 內에 Filter를 만드는 방법으로는, 表示 電極上에 ① Gelatin Filter를 형성한다. ② Ink를 印刷한다 ③ 色素를 蒸着한다 ④ 電着塗裝을 한다는 등의 방법이 報告되어 있다. Cell의 外側에 만드는 방법으로는 ① Cell의 Glass基板 또는 偏光板에 Color Ink를 印刷한다 ② C-

olor Filter를 光路에 설치한다는 등이 있다. 이 Filter 방식에서는 色相의 自由度는 比較적 크지만 光量이 부족되므로 어디서든 照明이 필요하다.

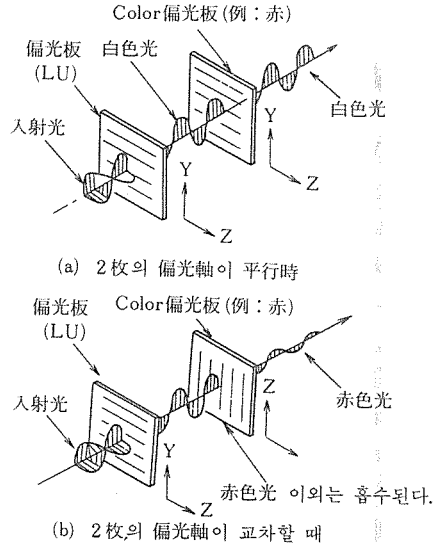


圖 3. Color 偏光板

Guest Host 방식은 液晶材料(Host) 중에 2色性 染料(Guest)를 添加해서 Color 表示를 한다. 2色性 染料는 圖4에 나타낸 것같이 染料分子의 方向에 따라 그 光 吸收性能이 달라진다. 液晶에 녹은 채 들어 있는 染料는 液晶分子와 거동을 함께 하기 때문에 電界 印加에 따라서 液晶 Cell의 光 透過量의 Control이 가능하다. 現狀에서는 2色性比가 큰 染料가 그다지 없기 때문에 色相에 制限이 있고 Contrast도 별로 양호하지 않다.

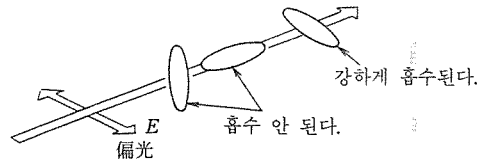


圖 4. 2色性 染料의 光 吸收

複屈折 制御 방식은 液晶 Cell에 電界를 印加할 때에 液晶分子의 配向角이 변화하고, 그때 생기는 複屈折 變化를 이용해서 Color 表示를

하는 것이다. 電界強度를 변화시키므로써 1枚의 Cell로 多色 表示가 가능하다. 상당히 깨끗한 表示色을 얻을 수 있으나 視角, 온도, Cell 두께에 의한 色相의 依存度가 크다.

3. Multi Color 偏光板

液晶을 사용한 Color 表示 중에서, 複屈折을 이용하는 것 이외의 方式은 기본적으로는 Mono Color 表示이다. 따라서 液晶으로 Full Color 表示를 하기 위해서는 1枚의 Panel 内に 3原色 Filter를 세밀하고 규칙적으로 나란히 배치시키고 각 原色 표시를 制御하는 것으로써 Full Color 표시로 하는 方式과, 각 原色 표시의 Panel을 3枚 중첩시켜 표시하는 방식이 고려되고 있다. 그러나 3層을 중첩시키는 方式으로는 光의 減衰가 크고 구조적으로도 복잡하게 되므로 實用的은 아니다.

三洋電機는 1枚의 偏光素子 중에 3原色の Pattern을 형성하는 새로운 Multi Color 偏光板을 개발해서 Full Color 液晶Panel을 구성하였다. 일반적으로 偏光板은 Polyvinyl Alcohol (PVA)나 Cellophane 같은 高分子膜에, 要素 및 染料를 흡착시킨 후 한 방향으로 延伸함에 따라 偏光性能을 얻을 수 있다. 따라서 종래의 Process로는 單色 밖에 얻을 수 없다.

Multi Color 偏光板을 얻기 위해서는 다른 色의 偏光을 연결하는 方式 및 偏光성이 있는 PV A膜上에 인쇄하는 方式 등이 시험되고 있다. 그러나 이런 方式으로는 色의 연결부에 결함이 생기거나 色이 중첩되어 부적당한 것이 생기기 쉽다. 또 이 方式으로는 Pocket TV 표시용에 요구되는 것같이 高精細度인 Patterning은 거의 불가능하다.

三洋電機는 Multi Color 偏光板의 Process에 Photo Lithography技術을 이용하므로써 精度가 양호하고 세밀한 Patterning을 가능하게 하여 高精細度인 Multi Color 偏光板의 개발에 성공하였다.

圖 5에 Multi Color 偏光板의 제조 Process를 나타냈다.

우선 PVA Film을 한 방향으로 數倍의 延伸

率로 늘려서 Glass板에 固定한다—(A)

全面에 Photo Resist를 塗布하여 건조시킨다—(B)

Photomask를 통해서 露光한다—(C)

現像에 의해 PVA 膜面을 노출시킨다—(D)

2色性 染料의 水溶液 중에 浸漬, 또는 表面에 水溶液을 흐르게 하여 PVA膜을 染色한다.

Resist를 剝離해서 다른 2色에 대해서 (B)~(E)를 반복한다.—(F)

赤·靑·綠의 3原色을 염색한 후, 偏光膜 보호를 위해서 Coating을 행한다. 이 Coating은 後의 Panel化 工程에서 偏光膜에 Crack이 생기는 것을 방지한다. 赤·靑·綠의 Dot크기와 위치는, a-Si TFT基板의 표시 電極에 일치되어 있다.

Dot의 配列 方法은 圖 6에 나타낸 것이 고려

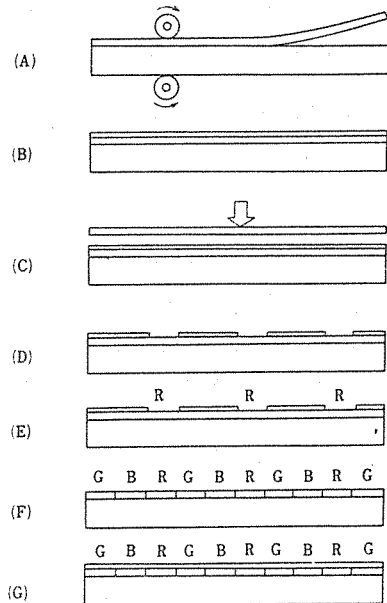


圖 5. Multi Color 偏光板의 Process

되고 있으나(a)와 (b), (c)에 비교하여 Dot의 조잡이 나타나기 쉽다. (b), (c)는 光의 번지는 效果 때문에 單色 표시시에도 密度의 不均현상이 잘 나타나지 않는다.

따라서 液晶 TV처럼 開口率 및 Yield등의 制約에서, 표시 Dot數를 증가시키기 쉬운 일엔 制約이 있는 것에서는 (b) 또는 (c)의 Dot 配列하므로써 外觀의 표시를 거침없이 할 수 있다.

4. Color Panel의 構成

Multi Color 偏光板을 이용한 Color Panel의 구성을 圖 7에 나타냈다. Multi Color 偏光板을 붙인 基板에 公通 電極으로서 ITO膜을 형성한다. ITO膜의 두께는 400~600 Å, 低抗値는 300 Ω/cm² 정도이다. ITO膜上에는 液晶 分子를 일정하게 배열하기 위한 配向膜을 형성할 수 있다. ITO膜 및 配向膜은 偏光板 特性을 劣化시키지 않기 때문에 低溫에서 형성할 필요가 있다.

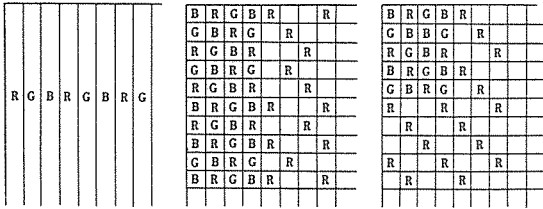


圖 6. Multi Color 偏光板의 Pattern例

Multi Color 偏光板을 Cell內에 구성하는 것은 視差에 따라 色 誤差를 방지하기 위한 것이 다.

a-Si TET 基板側도 配向膜을 형성해서, 90° 비틀어 돌린 TN Cell로 되는 것처럼 Spacer를 이용하여 組合시킨다. a-Si TFT의 표시 電極과 Multi Color 偏光板의 각 Dot는 1:1로 대응시키고 있다. Gap Space는 8~10 μm이다.

Panel 外側에는 偏光軸이 平行하게 되는 1組의 Neutral 偏光板을 배치한다. Cell에 內藏된 Multi Color 偏光板과 Neutral 偏光板은, 偏光軸이 直交해서 Color Filter로서의 역할을 한다.

液晶 材料는 動作溫度 범위가 넓고 粘度가 낮으며, 電氣的, 化學的으로 안정된 페닐시크로hexan(PCH)系를 중심으로 한 혼합 材料를 사용하고 있다.

5. Color Panel의 表示

電界가 Off되었을 때는 Panel 外側의 Neutral 偏光板의 偏光軸은 平行이고 液晶 Cell 은 TN Cell이기 때문에 光은 투과하지 않는다.

On時에는 TN Cell에서의 施光性이 해소되기 때문에 着色光이 투과된다. 이 Full Color

표시 방식에서는, 光을 3原色으로 분할되어 표시를 하기 때문에 光의 效率이 3分の 1로 된다. 그런데도 偏光板을 이용한 TN 表示이므로 해서 전체 光量이 다시 2分の 1로 되어 液

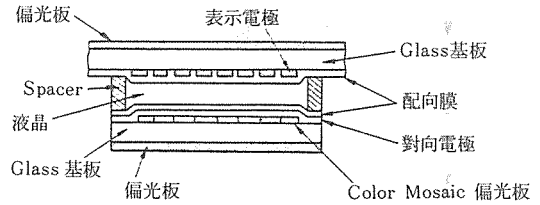


圖 7. Full Color 液晶 Panel의 斷面圖

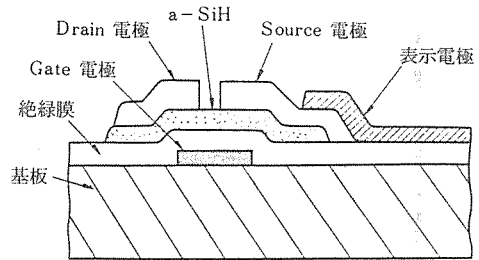


圖 8. a-Si TFT의 斷面圖

晶 Panel을 투과하는 光量은 대단히 적다. 그러므로 양호한 Color 표시를 얻기 위해서는 Back light에 의한 照明을 필요로 한다.

圖 9에 Multi Color 偏光板과 Neutral 偏光板의 偏光軸을 直交시킬 때의 透過光 Spectrum을 나타냈다. 圖 10은 Full Color 液晶 Panel에 TV 畫像을 표시하였을 때의 色度 범위를 CIE

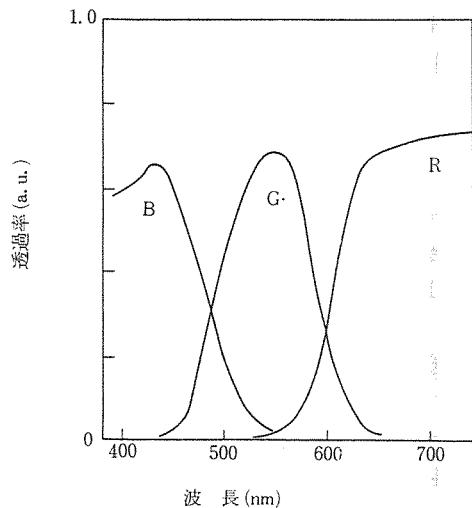


圖 9. 透過光의 波長 分布

色度圖에 나타난 것이다. 破線은 Color CRT에서의 표시 범위, 實線이 Full Color 液晶 Panel에서의 표시이다.

現狀에서는 CRT에 비교하여 色純度가 나쁘지만 Multi Color 偏光板에 쓰이는 染料의 개량이나, Back Light에 이용되는 光源의 發光 Spectrum의 검토에 따라 表示 色 범위는 개선될 것으로 전망된다.

Multi Color 偏光板을 內藏한 이 Panel에서는 內藏 偏光板을 TN Cell의 한쪽 偏光板으로서도 사용할 수 있다. 이 경우에는 圖11의 구성으로 되어, a-Si TFT 基板側에 Neutral 偏光板을 설치한다. 偏光軸은 Multi Color 偏光板과 直交시켜 놓는다.

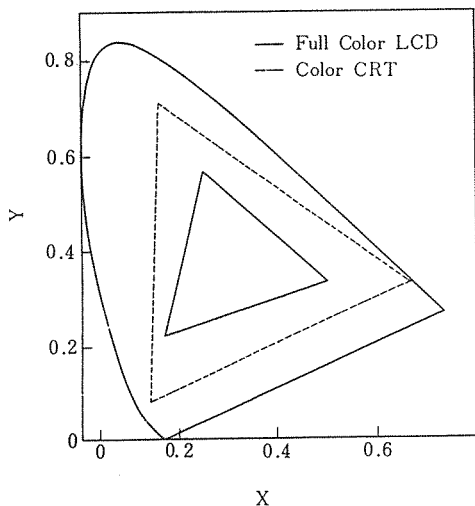


圖10. CIE 色度圖

이 때에는 白地에 着色한 표시가 얻어진다. 偏光板의 변화에 反射偏光板을 사용하므로써 反射形의 표시를 할 수 있다. 이것은 Graphic 표시 및 Character 表示用으로서 사용할 수 있다.

6. Color 液晶 TV의 構成

Color 液晶 TV의 Block Diagram을 圖12에 나타냈다. Tuner, PIF, Chroma回路, Timing 回路, Driver 및 a-Si TFT Panel 등으로 되어 있다. Driver部에 대해서는, X Drive는 60 回路, Y Driver는 48 回路를 각기 內藏한 CMOS LSI를 개발하였는데 X Driver에 4개,

Y Driver에 5개의 LSI를 사용하고 있다.

X側, 즉 a-Si TFT의 Gate側 驅動電壓은 15V, Y側, 즉 a-Si TFT의 Source側 驅動電壓은 Panel의 對極電壓 V_B (15V의 中點)을 중심으로 해서 $\pm 4V$ 이다. Y Driver는 각 Line마다 Analog Resistor를 갖고 있으며, 1H마다 Video信號 Level을 Sample Hold한다. 이른바 線順次走査를 행하고 있다.

Video部에 대해서는 通常 Color TV의 色複調된 각 3原色 信號를 液晶 Panel의 驅動 Level에 맞추기 위한 Level增幅을 행함과 더불어 AC 驅動하기 위해 1 周期마다 前記 V_B 를 중심으로 極性 反轉하는 信號를 만들었다.

Timing 回路에서는 上記 3原色 信號를 液晶 Panel의 Color Pattern의 色 配置에 맞추어 切換시킴으로써 Y Driver의 Video入力으로 한다.

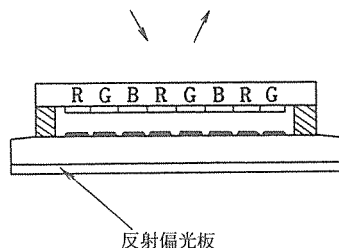


圖11. Multi Color LCD Panel의 斷面圖

6. Color Panel의 仕様

이번에 개발한 Color TV用 Panel의 仕様을 表3에 나타냈다. a-Si TFT를 이용해서 새로 開發한 Multi Color 偏光板과의 組合으로 Color 液晶 TV를 개발하였다. 이 a-Si를 이용하는 방식은 비교적 低溫에서 大面積에 걸쳐 均

表3. Color 液晶 Panel의 仕様

TFT	a-Si
Display Size	45×60mm (3inch)
表示 畫素	220×240
畫素 Si ² e	250×200 μ m
液晶驅動方式	TN Mode
Filter의 色	赤·青·綠
Filter의 材質	PVA
表示 方式	透過形 表示
光 源	螢光燈

일한 膜 형성 이 가능 하다.

한편 Multi Color 偏光板도 같은 技術의 연장상에서 소형 微細 Pattern에서부터 大形 P-pattern까지 형성 하는 일을 할 수 있다. 즉 다시

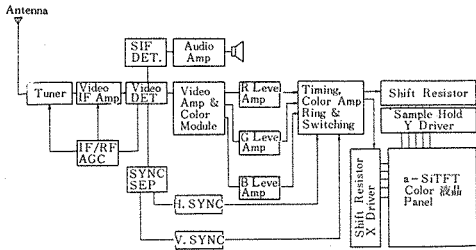


圖 12. Color 液晶 TV의 Block Diagram

말하면, 薄形化를 겨냥한 Pocket TV로서만이 아니라 壁걸이 平面 TV라고 하는 大形化에의 가능성도 갖고 있는 것이다.

금후의 問題로서는 Back Light用 光源의 消費電力의 크기가 있는데, Back Light用으로서 效率이 좋은 光源의 검토가 필요하게 된다. 그리고 Back Light 없이도 Color 표시를 할 수 있도록 反射形의 Multi Color 表示 방식의 檢討도 중요한 테마로 남아 있다. 어쨌든 Color 液晶 TV는 일약 實用化의 실현을 눈앞에 둔 단계에 있으며, 금후의 發展이 크게 기대되고 있다.

