

액정 표시 장치

朴 鎮 用

現代電子産業(株) 半導體研究所

I. 서 론

정보 사회의 발전과 함께 man-machine interface로써 디스플레이 장치의 중요성이 증대되고 있으며 이의 관련 기술의 진보에 따라 이들 장치의 성능도 현격히 향상하여 응용 분야가 계속 확대되고 있다.

여기서는 이들 디스플레이 장치 기술중에서 소형, 박형의 특징과 함께 저전압, 저소비전력 구동의 특징을 갖는 LCD에 대하여 기술 하고자 한다.

표1은 LCD의 기술변 분류이다.

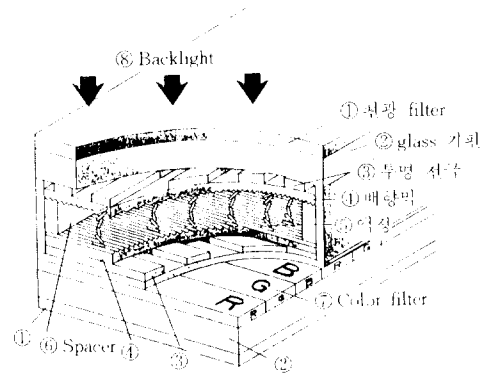
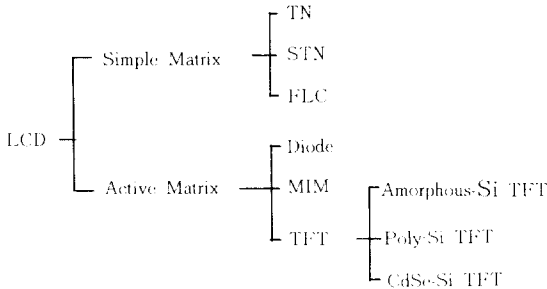


그림 1. 액정 표시소자의 기본 구조

표 1. LCD의 기술변 분류



II. 기본 구조

Simple matrix는 상하 유리 기판에 전극봉을 서로 직교되게 설치하고 그 사이에 액정을 집어넣은 구조로 상하 전극의 교차점에 의해 작동되며 active matrix는 각각의 pixel에 화소 구동용 transistor나 diode를 가지며 이를 이용하여 작동 시킨다.

액정 표시소자의 기본 구조는 그림 1과 같다.

여기에서 대부분의 투명전극에는 ITO(indium-tin-oxide), 배향막에는 polyimide, 봉입제에는 epoxy수지를 사용하고 있으며 액정층의 두께를 일정하게 유지시키기 위해 spacer라는 칩가세를 사용한다.

액정은 고체와 액체의 중간 상태로써 그 종류가 수천종에 이르며 이들의 구조적 특성에 따라 smectic, cholesteric, nematic 액정으로 분류된다.

현재 가장 많이 사용되고 있는 액정은 분자 재배열에 필요한 반응시간이 가장 빠른 nematic 액정이다. 이것은 nematic상을 나타내는 액정을 배향막에 의해 90° 뒤틀린 형태로 배향시켜서 편광판과의 조합에 의하여 그 상태에서 빛이 투과 하지만 전압이 인가되면 액정의 재배열에 의하여 빛이 투과되지 않는 구조로 되어 있다.

그림 2는 TN-LCD의 작동원리를 보여준다.

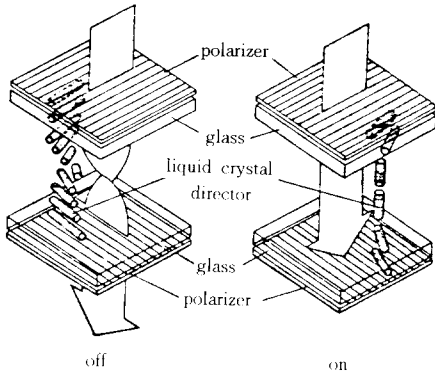


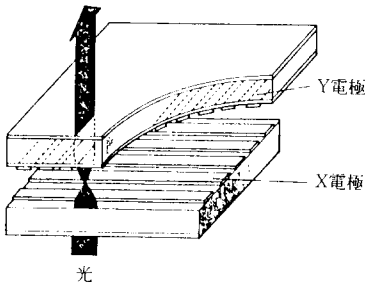
그림 2. TN-LCD 작동 원리

Ⅲ. 구동 방식

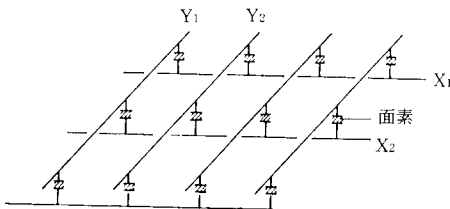
1. 시분할 구동법

액정표시 소자를 구동하는 방법으로는 시분할 구동법과 액티브 매트릭스 구동법이 있다.

시분할 구동법은 전압 평균 화법을 사용하는 것으로 제조비가 낮고 대면적에 적당한 방식으로 구조는 그림 3과 같다. 즉, 서로 마주보는 유리 기판위에 표시 전극과 주사 전극이 형성되어 있으며 이들이 서로 겹치는 부분이 화소가 된다.



(a) 構造圖



(b) 回路圖

그림 3. 시분할 구동방식

이 방식의 문제점은 주사전극을 증가 시킬수록 시분할수의 증가로 인하여 contrast, brightness 등이 저하하고 cross talk가 심화되어 화질이 떨어지고 color 표시가 불가능한 것이다.

시분할수에 대한 동작 여유폭(선택점과 비 선택점의 실효 전압비, V_{rms})의 관계는 그림 4와 같다.

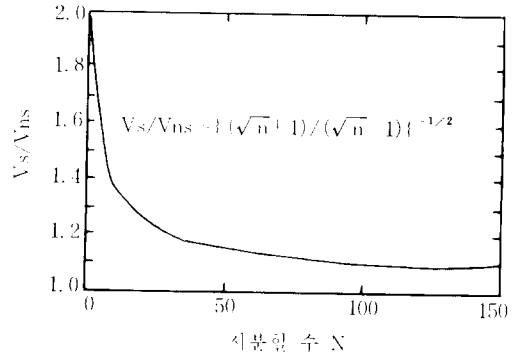


그림 4. 시분할수와 동작 여유폭

$$\frac{V_s}{V_{ns}} = \left(\frac{\sqrt{n} + 1}{\sqrt{n} - 1} \right)^2$$

- V_s : 선택된 화소에 인가된 전압
- V_{ns} : 비 선택된 화소에 인가된 전압
- n : 멀티 플렉스선의 수

n 이 증가하여 V_s 가 V_{ns} 에 근접 할수록 contrast는 급격히 감소되며 예로써 n 의 수가 200만 되어도 V_s/V_{ns} 값이 1.08 밖에 되지 않아 선명도가 저하된다.

즉, 이 방식은 화면의 반복 주기가 일정할 때에 전극의 수가 많아 질수록 각각 전극에 가해지는 pulse의 폭이 좁아지게 되어 액정에 가해지는 전장의 rms(root mean square) 값은 줄게 되어 contrast가 떨어진다. 이 방식은 표시 전극의 수가 사용하는 전압, 액정의 인제전압, 화면의 반복주기가 제한을 받는다.

이러한 단점을 해결하기 위하여 시분할 특성이 좋은 액정 재료의 개발, 배향각도, 편광판 각도의 최적화등의 개선이 이루어 지고 있으나 선명도나 반응속도에 있어서 문제가 궁극적으로 해결될 수가 없다.

2. Active Matrix 구동

시분할 구동 방식의 문제를 해결하기 위하여 등장한 것이 active matrix 방식이다.

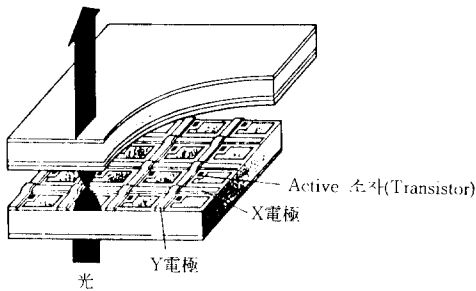
이 방식은 non-linear switch 소자가 각 pixel에 집적되어 있어 V_s 와 V_{ns} 의 전압 level이 제한되지 않고 pixel 증가에 따른 특성 저하도 없다.

Active matrix 방식의 장점은 아래와 같다.

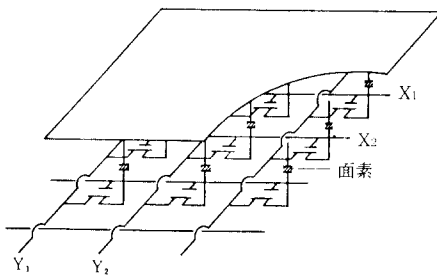
- High resolution
- High contrast
- Full color
- Wide viewing angle
- High reliability

이 방식의 종류는 2 terminal의 diode나 MIM을 이용한 비선형 소자 구동형과 3 terminal의 TFT(thin film transistor)를 이용한 트랜지스터 구동형으로 크게 나누어지며 현재 TFT 구동형이 주류를 이루고 있다.

TFT의 구조와 등가회로는 그림 5와 같다.



(a) 構造圖



(b) 回路圖

그림 5. TFT 소자의 구조와 등가 회로

TFT는 사용하는 반도체 재료의 종류에 따라 amorphous-Si:H TFT와 poly-Si TFT로 나누어지며 현재 LCD TV등에 널리 쓰이는 것은 a-Si:H TFT이다.

표 2는 amorphous-Si TFT와 poly-Si TFT의 장, 단점을 나타내었다.

이때 TFT의 특성은 이의 구조, 박막 두께등의 물리적 변수와 증착율, 기판온도등의 공정변수에 의하여 좌

표 2. Amorphous-Si TFT와 poly-Si TFT의 장·단점

	a-Si TFT	p-Si TFT
장 점	<ul style="list-style-type: none"> · Low cost · 대형기판 제조공정 확립 	<ul style="list-style-type: none"> · 구동회로 내장가능 (소형화 유리) · 반도체 설비의 이용 가능 · 내열성, 내광성 유리
단 점	<ul style="list-style-type: none"> · 실장 공정 복잡 (cost 증대 요인) · 내열성, 내광성 불리 	<ul style="list-style-type: none"> · High cost · 대형화 불리

우된다.

표 3은 a-Si:H TFT와 poly-Si TFT의 특성을 비교 하였으며 표 4는 구동방식에 따른 비교를 나타내었다.

표 3. a-Si:H TFT와 poly-Si TFT의 특성 비교

	amorphous Si	poly Si
사용 기판	Glass	Quartz
증착 온도	~300°C	>600°C
이동도(cm^2/Vs)	1	~100
응답속도(s)	10^{-7}	10^{-9}
$Ion/W(A/\mu m)$	10^{-7}	10^{-6}
$Ioff/W(A/\mu m)$	10^{-14}	10^{-11}

IV. 응용 및 향후 전망

LCD는 처음에는 주로 전자계산기나 시계등의 digital 표시용으로 많이 사용되었으나 기술의 발전과 함께 계측기, 음향기기, 가전제품 등의 분야에서 이의 사용이 현저하며 컴퓨터 주변 기기로서의 color & mono monitor, 차량 항공용등의 표시 분야에서도 그 수요가 확대 되고 있다.

LCD 기술은 다음과 같이 크게 3가지로 진보 하였다.

① 구동 방식의 진보

- Static 구동 → Dynamic 구동
- Simple Matrix → Active Matrix

② LCD type의 진보

- TN → STN → DSTN → TSTN

③ 기타 주변 기술의 변화

- Drive & Control IC 기술
- Package 기술
- etc.

또한 차세대 TV인 HDTV용 display로써 LCD가 주목 받고 있으며 몇몇 제품은 개발이 완료되어 실용화 되고 있다.

여기서 LCD가 HDTV를 만족하려면 다음의 4개 과제

표 4. 구동 방식에 따른 비교

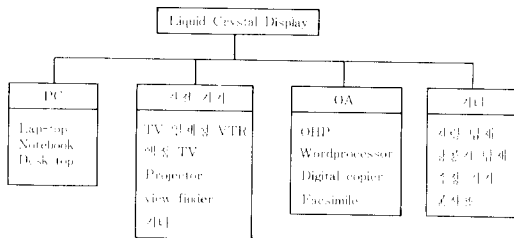
방 식	구 조	특 성	과 세	용 도
단순 Matrix 구동방식	X,Y 선극을 상하 서로 겹치게 배열	· 구조가 간단 · Cost 유리	· 선극수 증가에 따라 화질 저하 · 중간조 응답속도	· 전자수첩 · Wordprocessor · PC 등의 정지화상 표시 중심
Active Matrix 구동방식	M	X,Y의 2단자 사이에 절연부를 넣어 switch 형성	· 화질은 단순 Matrix와 TFT의 중간정도. · 제조 및 cost 면도 단순 Matrix와 TFT의 중간 정도.	· Wordprocessor · PC · TV
	I			
	M	X,Y,대향적극의 3단자 사이에 반도체를 넣어 switch 형성	· 선극수에 관계없이 화질 유지 · 중간조 가능 · 응답속도 우수	· Cost가 높음 · TV · Projector · PC 등의 動畫표시 중심
	T			
F				
T				

를 해결하여야 한다.

- i) 표시 용량의 확대
- ii) Contrast 개선
- iii) 개구율(open ratio) 향상
- iv) 응답속도 향상

표 5는 LCD의 응용 분야를 나타내었다.

표 5. LCD의 응용 분야



이러한 다양한 응용분야에 대응할 수 있는 LCD기술은 TFT-LCD로써 현재 일본이 중심되어 이의 개발에 막대한 투자를 진행하고 있다. 이 분야의 미약적인 기술진보로 인하여 화질이 거의 CRT를 필적하여 가전 제품

으로는 15"full color TV, HDTV용 projector, OA 제품으로는 workstation 급 display까지 실용화 되고 있으며 그 수요 역시 다양한 응용분야에서 급증하고 있는 상황이다.

다만 남은 문제로서는 적절한 제조 공정과 수율 향상을 통하여 가격을 낮추는 것과 color 재현성, 대용량의 정보표시에 적합한 대면적화, 고정세화등을 이루는 것이다.

이러한 문제가 해결되면 CRT 이용 분야의 대체 및 새로운 응용분야의 창출등으로 인하여 향후 평판 표시 장치의 시장을 주도해 나갈 것이다.

參 考 文 獻

- [1] SID Seminar Lecture, May '90.
- [2] Flat Panel Display '90.
- [3] Flat Panel Display '91.
- [4] M. J. Powell, *IEEE Trans. Elec. Dev.*, vol. 36, no. 12, Dec. 1989.
- [5] T. Chikamura et. al., *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.*, vol. 95, 1987.

筆 者 紹 介

朴 鎭 用 1962年 8月 23日生
 1987年 한양대 재료공학과 졸업

1991年 6月 현재 현대전자 반도체연구소 LCD개발실
 수관심분야: TFT-LCD