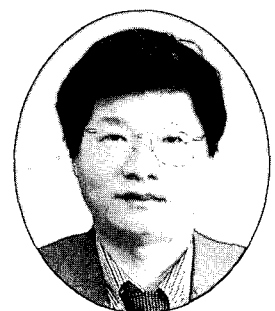


# 평판디스플레이란 무엇인가?

.....  
 PDP는 플라즈마 이온상태의 방전에 의해서 UV를 생성시켜  
 Phosphor 즉, R.G.B 형광물질에 입사되어 가시광을  
 발생시킨다.  
 2개의 유리 대향면에 전극을 만들고 이 사이에 방전 gas  
 (DC type : He + Xe, AC type: Ne + Xe)를 넣고 방전에  
 의하여 생성된 UV를 형광체에 입사시켜 발생된 빛을 이용한  
 평판디스플레이이다.



장 진 교수  
 경희대학교 물리학과

## 1. 서론

1999년은 CRT 발명 101년, TFT-LCD(박막트랜지스터-액정디스플레이) 발명 26년이 되는 해이다. 2003년부터는 평판디스플레이 시장이 브라운관 시장보다 클것이 확실시되고 있다. 따라서 평판디스플레이의 중요성이 점차 커지고 있으며 지금까지는 평판디스플레이 중에서 주로 액정디스플레이가 이용되었으나 앞으로는 플라즈마디스플레이(PDP), 전계방출디스플레이(FED), 유기발광디스플레이(OELD)와 평판 CRT 분야의 발전 속도가 커질 것으로 예측되고 있다.

표1은 평판디스플레이의 종류 및 특성을 나타낸다. 디스플레이는 크게

## 평판디스플레이란 무엇인가

발광형과 비발광형으로 분류되고 발광형에는 평판(flat) CRT(Cathode Ray Tube), PDP(Plasma Display Panel), ELD(Electroluminescence Display), VFD(Vacuum Fluorescent Display), FED(Field Emission Display), LED(Light Emitting Diode) 등이 있고 비발광형으로는 LCD가 대표적이다.

표1은 각종 평판디스플레이의 특성을 나타낸다. 30인치 이하의 화면 크기는 TFT-LCD가, 40인치 이상에서는 PDP가 주로

TFT-LCD의 구조를 보면, 형광램프에서 나온 빛이 반사 및 분산 장치에 의해 액정패널쪽으로 입사된다(그림 1. 참조). 액정패널은 두께가 0.7 mm인 두 개의 유리판 사이에 비틀림네마틱(TN) 액정이 약 5 μm 두께로 채워져 있으며, 빛이 입사된 쪽의 유리판 위에 TFT 및 ITO 화소와 액정배향층이 있고, 다른 쪽의 유리판 위에는 컬러필터와 액정배향층(폴리이미드)이 코팅되어 있다. 그리고 두장의 유리판 밖에는 편광판이 부착되어 있다.

표 1. 각종 Flat Panel Display의 비교

		표시 용량	화면 size	해상도	Full Color	표시 품질	구동 전압	소비 전력	무게	두께	cost
PDP		○	◎	○	△	○	△	△	△	○	△
Flat CRT		○	△	○	◎	◎	△	×	△	△	△
단순 Matrix LCD	직시형 반사형	○	○	◎	○	○	◎	△	○	◎	○
	투과형	○	○	◎	○	○	△	△	×	×	○
Active Matrix LCD	직시형 반사형	◎	△	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	△
	투과형	◎	○	◎	◎	◎	◎	○	○	◎	○
EL		◎	△	◎	△	◎	△	○	○	◎	△
형광표시관		○	△	△	○	○	○	△	△	○	○
FED		◎	○	◎	◎	◎	×	○	○	○	△

◎ : 아주 우수, ○ : 우수, △ : 보통, × : 나쁨

이용될 전망이다. 그러나 연구 개발에 큰 진전이 있는 FED와 유기 EL 디스플레이도 기술개발의 진척에 따라 크게 변화될 수 있다.

### 2. 박막 트랜지스터 액정 디스플레이 : TFT-LCD (Thin film transistor-liquid crystal display)

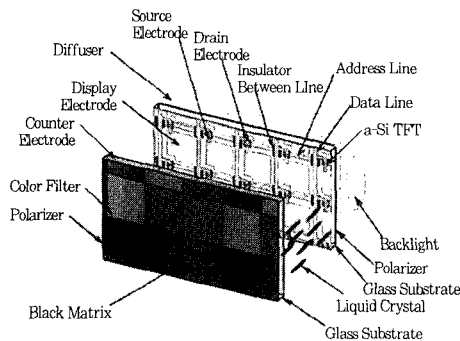


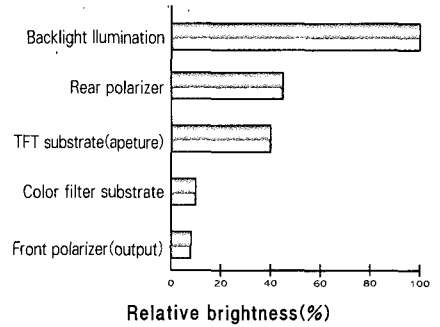
그림 1. TFT-LCD panel 구조

컬러화상은 R(적색), G(녹색), B(청색) 세 종류의 컬러필터를 조합하여 얻어진다. R, G, B 세 개의 화소가 모여 한 개의 컬러 화소를 이룬다. TFT는 R, G, B 화소에 각각 연결되어 있기 때문에 SVGA(800×600)화면 구성의 경우, 3×480,000개의 TFT가 필요하다. 수평 또는 수직으로 연결되어 있는 구동 IC에 의하여 화상 및 어드레스 신호가 TFT를 통하여 각 화소로 전달되며, TFT는 전하가 필요할 때에만 흐르게 하는 스위칭 소자 역할을 한다.

TFT-LCD는 입사된 빛의 4~10%만 투과하는 매우 비효율적인 광변조기이다. 두 장의 편광판의 투과도 45%, 유리 두장의 투과도 94%, TFT 어레이 및 화소의 투과도 65%, 컬러필터의 투과도 27%라 두고 계산하면 TFT-LCD의 광투과도는 약 7.4%이다. 현재 생산되는 12.1인치급의 광투과도는 5~8%이다. 그림 2는 백라이트에서 나온 빛의 각 층별 투과도를 도식적으로 나타낸 것이다

액티브 매트릭스 LCD에 사용되는 TFT는 대부분 비정질 실리콘 TFT이고, 비정

그림 2 TFT-LCD의 백라이트에서 나온 빛이 각층을 통과할 때의 투과도



질 실리콘 TFT-LCD는 액정 TV에서 노트북 PC, 워크스테이션에 이르기까지 다양도로 이용된다. 반면에 다결정 실리콘 (poly-Si)TFT-LCD는 크기가 작은 LCD, 예를 들면 주로 투사형 LCD에 이용된다. 다결정 실리콘 TFT-LCD의 장점은 주변 회로를 디스플레이 부분과 동시에 유리기판위에 제작이 가능하다는 것이다.

1986년에 처음으로 3인치 액정 TV의 생산에 사용된 비정질 실리콘 TFT-LCD는 1990년까지 3~5인치급 소형 TV에 주

표 2. TFT-LCD의 역사

년도	연구개발과 응용상품	비고
1978	MOS-TFT 1/75" 30625화소 LCD CdSe-TFT 액티브 매트릭스 화상표시 LCD	Lipton et al. Brody and Luo
1979	a-Si TFT의 LCD에 응용 제안	LeComber et al.
1982	a-Si TFT 3" (125×160) TV 개발 a-Si TFT 4" (220×240) TV 개발	Sanyo
1983	poly-Si TFT 2.14" (240×240) TN-LCD 컬러 TV 개발	Seiko-Epson
1984	poly-Si TFT 2" (240×220) LCD 컬러 TV 상품화	Seiko-Epson
1985	CdSe-TFT (128×192) LCD 상품화 a-Si TFT 10" (640×480) 컬러 LCD 개발	Panelvision Toshiba
1987	a-Si TFT 6" LCD 컬러 TV 상품화 a-Si TFT 4" (640×480) LCD 컬러 TV 개발	Hitachi Sharp
1988	a-Si TFT 4" (640×480) LCD 컬러 TV 상품화	Sharp

평판디스플레이란 무엇인가

로 응용되었으며 (표 2. 참조), 91년부터 8.4인치부터 10.4인치급의 생산이 진행되었고 95년부터는 11.3인치, 12.1인치 13.3인치등의 다양한 크기의 제품이 생산되고 있다(표 3. 참조). 또한 최근에는 모니터용으로 14, 15.1, 18, 20인치급이 생산되고 있고 30 인치급도 특수 용도로 생산되고 있다.

90년대이후 TFT-LCD에 대한 연구는 광시야각, 대면적, 고개구율, 저소비전력, 저가격 등에 중점을 두고 진행되었다. 현재 TFT-LCD는 노트북 PC 시장을 석권했으며, 현재 데스크탑의 모니터용으로도 채용이 본격적으로 진행중이다. 1998년에 모니터용으로 150만대가 생산되었고 99년에는 300만대, 2000년에는 600만대가 생산되어 사용될 전망이다.

TFT-LCD의 가장 큰 문제로 지적되고 있는 좁은 시야각에 대한 해결방안으로 (1)

멀티 도메인, (2)필름 보상, (3)IPS 모드 (In-Plane Switching Mode), (4)OCB (Optically Compensated Bend) 모드, (5)MVA (Multi-domain Vertical Alignment) 모드 등의 방법들이 제안되어 연구되어지고 있다.

LCD는 CRT에 비해 부피가 작고, 소비전력이 낮으며 건강에 유해한 전자파와 같은 문제가 없다는 장점을 가지고 있지만 반응속도, 시야각, 주위 환경문제, 완제품 가격 등의 문제를 해결하면 CRT를 대체하여 TV 용로 본격적으로 사용될 전망이다.

1996년 Sharp에서는 20인치의 TFT-LCD를 두장 결합하는 방식으로 40인치 SVGA급 TFT-LCD를 발표하였다. 또한 Fujitsu에서는 SXGA 21.3인치 TFT-LCD의 상품화에 성공하였다. 또한 NEC, 삼성, Sharp, Hosiden 등에서는 10인치급 반사형 컬러 TFT-LCD 개발에 성공하

표 3. 90년대의 TFT-LCD

년도	연구개발	비고
1992	13.3" EWS (1152×900)	Toshiba
	15" EWS(1152×900)	Matsushita
	0.7" poly-Si TFT-LCD (473×218)	Sony
	12.9" EWS (1280×1024)	NEC
1993	1.9" HDTV 투사형 (1472×1024)	Sharp
	11.8" XGA (1024×760)	
	17" EWS (1280×1024)	
1994	9.5" VGA	LG
	21" VGA	Sharp
1995	10.4" SVGA 개구율 65%	Samsung
	22" VGA	Samsung
1996	13.8" EWS (1152×900) 완전자기정렬형 TFT 사용	Toshiba
	광시야각 13.3" XGA 네마틱 TFT-LCD 상하/좌우 140°	Hitachi
	15.5" TFT-LCD (1920×1035) 화면비 16:9	Toshiba
	21.3" UXGA (1600×1200) TFT-LCD	Samsung
	40" TFT-LCD (29"×2)	Sharp
1997	14.1" 노트북용 TFT-LCD	LG
	30" TFT-LCD	Samsung

였고, Toshiba, Sanyo 등에서는 저온 다결정 실리콘 TFT-LCD를 개발하여 생산 중이다. 국내의 LG 에서는 노트북용 14.1인치 XGA TFT-LCD와 12.1인치 다결정실리콘 TFT-LCD를 개발하였고 삼성에서 개발한 30인치 TFT-LCD는 초고해상도일 뿐 아니라 자연색에 가까운 1천 6백 70만 색상을 재현하고 선명도도 뛰어나며 시야각도 상하 80도, 좌우 1백20도 이어서 앞으로 PDP등과 30인치급에서 경쟁할 수 있게 되었다.

### 3. 플라즈마 디스플레이 (PDP)

플라즈마란 “이온화된 기체”를 말하며, 수억도의 온도를 갖는 초고온 핵융합에 이용되는 플라즈마로부터 최근의 반도체 공

정, 신소재 합성 등에 이용되는 저온 글로우 플라즈마나 아크플라즈마에 이르기까지 다양한 응용범위를 가진다. 플라즈마 디스플레이에 응용되는 플라즈마는 저온 아크플라즈마로서 이온화된 기체에서 방출되는 자외선이 형광체와 반응, 색을 나타내는 방식의 디스플레이이다.

PDP는 Plasma Display Panel 의 약자이고, 발광형 디스플레이이다. 이것은 플라즈마 이온상태의 방전에 의해서 UV를 생성시켜 Phosphor 즉, R.G.B 형광물질에 입사되어 가시광을 발생시킨다. 기체 방전을 이용한 표시소자이므로 기체방전 표시 소자(Gas Discharge Display)라고도 부른다. 2개의 유리 대향면에 전극을 만들고 이 사이에 방전 gas (DC type : He + Xe, AC type: Ne + Xe)를 넣고 방전에 의하여 생성된 UV를 형광체에 입사시켜 발생된 빛을 이용한 평판디스플레이이다.

초기에는 단색표시가 중심이 된 금융 단말, 매표기, 자동 개찰기, 주식 표시판, 계측기기, 공장자동화 관련, 의료기기, 산업기기의 용도가 중심이었으나, 최근에는 50인치 PDP가 실용화되었기 때문에 대형 벽걸이TV로 이용될 전망이다.

직류형의 PDP는 2개의 전극에 전기장을 인가하여 플라즈마를 형성하여 구동하

게 되는 구조인데, 방전전류가 그대로 전극에 그대로 접촉, 전극이 플라즈마에 그대로 노출되어 전극표면이 직접영향을 받게되어 수명이 단축되는 단점이 있다. 그러나, 교류형의 PDP는 교류파형에 따른 변위전류를 이용하므로 전극에 직접 노출되지 않고

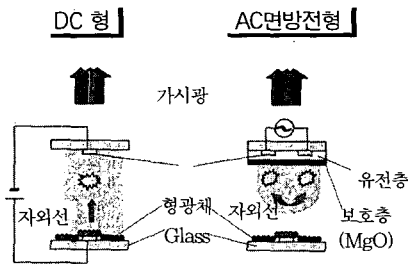


그림 3. PDP의 구동원리

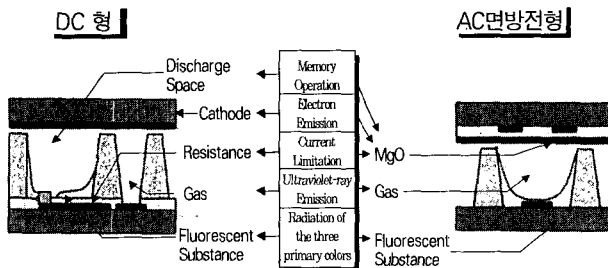


그림 4. PDP 구동 방식에 따른 panel 구조

## 평판디스플레이란 무엇인가

방전이 된다. 따라서 직류형 PDP보다 수명이 길고, 구동전압이 낮은 교류형 PDP가 최근에는 주로 연구되고 있다. 그러나, 여러개의 교류파형의 전압이 필요하고, 패널의 구조가 복잡하다는 단점이 있다.

그림 4의 구조에서 패널은 양극과 R,G,B 형광면으로 구성되는 전면판과 음극과 장벽이 형성되는 배면판의 2매로 구성되어 있다. 표시셀 간에 보호막이 형성되어 있다.

배면판의 제작에는 후막인수법을 이용한다. PDP제작의 가장 중요한 공정은 정밀한 스크린 프린팅공정이며 이것으로 상판 및 하판의 전극과 형광체 그리고 격벽을 모두 형성할 수 있다. 또한 격벽을 더욱 정밀하게 형성하기 위하여 고분말의 모래를 이용하여 식각하는 sandblasting 기술 및 dry film resist를 이용하여 격벽을 형성하는 기술 등의 공정개발이 이루어지고 있으며 이는 PDP의 동작 특성에 결정적인 영향을 나타나게 한다.

전극물질로 ITO를 이용하며, 하판의 배선으로 Ni과 현재는 내구성이 뛰어난LaB<sub>6</sub> 등이 연구중이다. 격벽물질로는 높이와 폭의 비율을 크게 하기 위해 적절한 점도를 유지하여야 하며, lead borosilicate와 같은 절연 paste를 사용한다. 전극보호막은 플라즈마에 의한 스퍼터링 효율이 낮은 MgO가 사용된다. PDP에서의 형광체로는YO<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu(Red), Zn<sub>2</sub>-SiO<sub>4</sub>(Green), BaMgAl<sub>4</sub>O<sub>2</sub>:Eu(Blue) 등이 사용된다. 방전가스로는 He, Xe가스가 등이 봉입되어 있어 방전에 따라 발생하는 147nm영역에서 삼원색(RGB) 형광체를 여기시켜 가시발광이 얻어지는데 DC형은 일반적으로 메모리 작용없이 패널이 대형화됨에 따라 휘도가 저하되는 단점이 있다.

그래서, 펄스 메모리 방식이라는 구동법을 도입, 각 표시 셀의 발광시간을 길게하여 화면을 밝게 해준다. 이것은 구동회로에 의한 메모리 방식으로 패널자체의 메모리 작용이 필요하지 않아 패널의 구조가 간단해지는 장점을 가져온다. 펄스 메모리 방식은 표시 셀 내에 방전후에도 잔류하는 준안정 입자 등이 다음 방전에도 방전개시를 용이하게 해주는 일과 방전 후 시간에 따라 감소하는 기능을 이용 메모리기능을 부각시키는 것이다.

컬러 PDP는 1992년 日 마쓰시다 社에서 3색 DC 형 PDP를, 1993년에는 Ne, Xe, He의 3원색 가스를 이용하는 PDP를 개발하였다. AC 형 PDP는 동일평면상의 방전을 이용하는 면방전형이라는 구조를 중심으로 실용화되고 있는데 투명전극을 전면판상에 장벽과 형광면 및 어드레스용 전극을 배면판에 각각 형성시킨 구조로 되어 있다. 이러한 AC 형 PDP는 보조셀 구조가 없기 때문에 DC 형 PDP에 대해서는 비교적 미세화하기 쉬운 장점이 있는 반면, 빠른 응답속도로 보조방전을 표시셀 내에서 동작을 하기 때문에 화상의 흑바탕 레벨이 높고 대비비가 낮게되는 단점을 개선하는 문제점 등이 있다. DC형 PDP는 패널의 수명연장이 문제점으로 나타나고 있다.

표 4. 하이비전 PDP의 규격

화면사이즈(mm×mm)	55" (672×1195)
셀수	1035×(1496~1920)× 3
셀퍼치(mm×mm)	0.65×(0.3~0.2)
휘도(cd/m <sup>2</sup> )	≥200
대비비(室内)	50:1
수명(H)	15000
두께(cm)	≤5
중량(kg)	≤20

향후 패널 설계 조건의 최적화 및 구동회로의 설계, 재현성이 높은 대면적 공정 등의 기술과제 등을 남겨놓은 상태이다.

#### 4. 전계효과 디스플레이 (FED : Field Emission Display)

FED는 기존의 CRT와 동일한 자체발광형 소자로 field emission 현상에 의해 방출된 전자가 형광체가 도포된 면을 때려주어 빛을 발하게 하는 원리를 응용한 차세대 평판디스플레이이다. 이러한 FED의 발광 원리에 따라서 FED는 다른 평판디스플레이(특히 TFT-LCD)와는 다르게 backlight가 필요하지 않기 때문에 소모 전력이 낮고, 시야각이 넓으며, 높은 휘도 등의 장점을 가지고 있다.

FED의 구조는 그림 5에 나와 있는 것과 같이 형광체가 도포된 전면의 양극(anode)전극과 수천만개의 음극팁 어레이를 갖는 후면의 음극판(cathode), 그리고

양극간의 일정한 공간을 유지하는 spacer로 이루어져 있다. 음극판과 양극판 사이는 고진공( $\sim 10^{-5}$  Torr)을 유지하도록 vacuum packaging이 되어 있다. 음극판은 전자의 방출을 위한 방출원으로서 날카로운 tip array 구조를 갖고 있으며, 이 tip들은 집적화된 공정에 의해 200 Å 이하의 반경을 가져야만 효과적인 전자방출이 이루어진다. 전자방출원을 접지로 하고 이에 근접한 그리드(grid:gate)에 양극 바이어스를 가하면 tip에 강한 전기장이 형성되어 양자역학적인 터널링효과에 의해 전자를 방출하게 되고 이때 방출되는 전자는 진공상태를 이동하여 양극판(anode)의 형광체(phosphor)를 때려 빛을 내게 된다.

FED에서 가장 중요한 기술은 FEA(field emitter array) 제조법으로 여러 가지 핵심공정기술을 사용하여 1 $\mu$ m 정도의 구멍을 대면적 위에 균일하게 형성하기 위한 마스크 제작기술과 패턴기술이다. 일반적으로 많이 사용되는 emitter는 1) cone(point) type, 2)wedge type, 3) edge type, 4)volcano type, 5) thin film type으로 나눌 수 있으며 이중 cone type과 volcano type이 가장 일반화되어 있고 (diamond-like carbon) 등을 이용한 FEA의 연구도 활발하게 진행되고 있다. 그림 6에는 (a) 가장 일반화된 tip 형태의

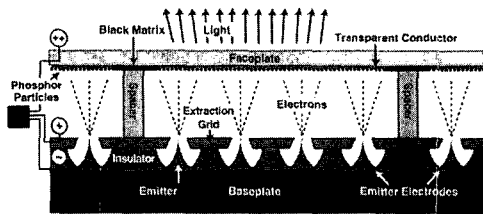


그림 5. FED 동작 원리

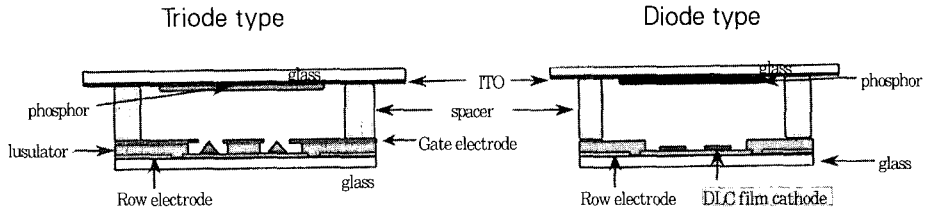


그림 6. FED의 단면도 : (a) 가장 일반화된 tip 형태의 triode type FED (b) 현재 모색되고 있는 DLC 혹은 diamond와 같은 일 함수가 작은 물질을 이용한 diode type FED

평판디스플레이란 무엇인가

triode type FED (b) 현재 모색되고 있는 DLC 혹은 diamond와 같은 일 함수가 작은 물질을 이용한 diode type FED의 단면도가 나타나 있고, 그림 7에는 triode type FED의 tip중 가장 많이 연구되고 있는 금속 tip과 silicon tip의 제작공정이 나타나 있다.

이러한 FED의 장점들로 인하여 세계적으로 FED에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 PixTech에서는 10.5" full color FED를 저전압 형광체를 사용하여 고해상도의 R.G.B 분리 영상 및 white 영상까지 세계 최초로 개발하였으며 6" 풀 컬러 FED를 일본의 Nichia와 공동으로 양산할 계획을 세우는 등 활발한 연구개발이 진행되고 있다. 또한 미국 Raytheon사에서는 PixTech의 alliance로서 군사용으로 응용하기 위한 연구에 치중해왔지만 최근 고휘도 panel 개발에 대해 연구력을 집중해오고 있다. 최근 일본에서는 FED가 야외용의 차세대 디스플레이로 부상하고

있으며 특히 후타바 전자공업, 후지쯔, 케논 등의 기업에서 집중적으로 연구에 뛰어 들고 있다. 한편 최근에는 Motorola에서 본격적으로 FED 개발에 뛰어들면서 FED 개발이 새로이 활기를 띄고 있다. 국내에서도 삼성과 오리온 등에서 많은 연구가 진행되고 있다. 표 5에는 최근 업계의 연구동향과 개발현황이 나타나 있으며 이중 국내 FED연구의 선두주자인 삼성과 오리온의 연구 성과도 주목받고 있다. 업체들의 집중적인 투자와 함께 FED의 평판 디스플레이 시장점유율도 2002년에는 전체 시장의 1.4% 정도를 차지할 것으로 예상되고 있으며 시장규모도 약 4억달러에 이를 것으로 예상되어 앞으로 비약적인 발전을 이룰 것으로 전망되고 있다.

그러나 다른 평판디스플레이 특히 TFT-LCD와 PDP의 기술적인 발전은 FED의 상업적인 성공을 어렵게하고 있다. TFT-LCD는 비약적인 기술발전으로 인하여 밝기와 시야각등 이미 거의 모든 단점을

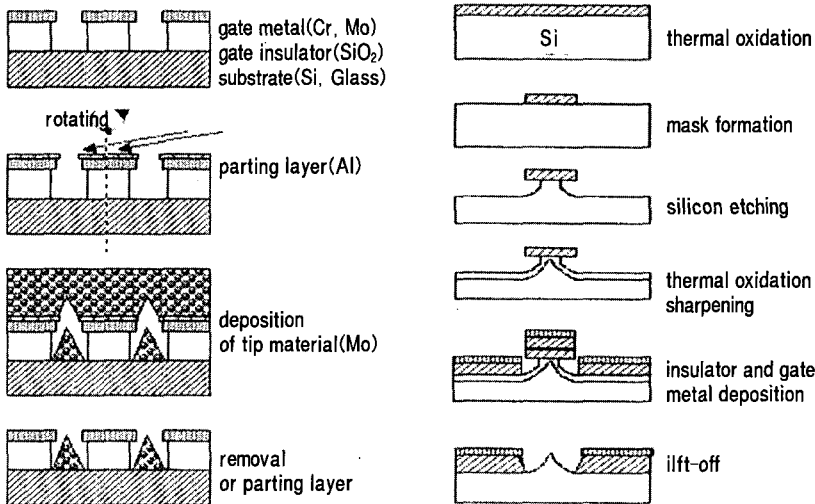


그림 7. 금속 tip과 silicon tip의 제작 공정



보완하였으며, 가격적인 면에서도 여타 표시장치에 비해 우의를 점하고 있고, PDP는 대면적 표시장치로 시장을 확대해 가고 있다. 나날히 발전해가는 다른 평판표시장치와 경쟁하여 FED가 살아남기 위해서는 좀 더 많은 연구와 투자가 진행되어야 하며, 또한 새로운 시장의 창출이 필수적이다.

최근 PixTech에서는 FED를 심장박동 표시장치 등의 의료장비에 응용하려는 노력을 하고 있다. 의료장비는 위급상황에 대처하기 위하여 운반성과 휴대성이 좋아야 하며, 약천후 및 납극이나 북극과 같은 저온지방 및 아프리카 오지등의 고온지방 등 환경적인 제약도 극복하여야 함으로 FED가 새로운 시장을 창출하고 있으며, head mount display나 캠코더등 소형 고해상도

디스플레이도 새로운 FED의 시장으로 주목받고 있다.

5. 유기전기발광디스플레이(OELD : Organic Electroluminescent Display)

유기전기발광디스플레이(OELD)란 박막으로 형성된 유기막에 전계를 가했을 경우, 발광이 일어나는 현상을 이용한 디스플레이이다. 1987년 Eastman Kodak사의 Tang에 의해  $\pi$ -공액 구조를 갖는 유기물 ( $Alq_3$ )로부터 EL이 처음 발견된 이후, 전 세계적으로 유기 EL에 대한 관심이 높아졌다. 유기물로 제작된 EL 소자는 유기물의 합성 경로가 다양하고 합성된 분자의 성

표 5. FED 개발 동향

연도	Company	Development of FED
91	LETI	4" monochrome FED
93	PixTech	Raytheon, Futaba, Motorola alliance
94	USA	Cooperation of FED device with 12 bill \$
	Fujitsu MDT	1" mono FED 0.5" full color FED
95	EC	ESPRIT program with 3 bill \$
	Futaba	5" mono FED
	삼성	4" mono FED
96	SVG(HP)	2.4" full color FED(High voltage phosphor)
	FED cooperation	2.4" SVGA mono FED (High voltage phosphor)
	Pix Tech	10.4" full color FED
	LETI	Planning for 55" FED
	Canon	4" full color FED(High voltage phosphor)
97	Fujitsu	4" full color FED
	Futaba	5" full color FED
	Canon	10" full color FED
	MDT	14" color panel 시험 제작 중
98	SVC	12.1" panel 제작 계획
	Motorola	5.6" FED 양산 라인 형성
99	Candecent	대화면 FED 양산 계획 확정
	Motorola	5.6" full color FED 양산 예정

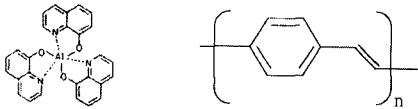
평판디스플레이란 무엇인가

질이 그대로 나타나므로 청색 발광이 용이하고 full color화가 가능하다. 그러나 유기물을 이용한 발광소자는 기계적 강도가 낮고, 열에 의한 결정화가 일어나는 단점을 가지고 있어 이를 보완하기 위해 유기 고분

의해 poly(p-phenylenevinylene)이라는 π-공액 고분자에서 EL이 관찰되어 고분자를 이용한 EL에 대한 연구가 활발해졌다.

고분자 물질은 기계적 강도가 높고 열안정성이 좋으며 가공이 용이하다는 장점을 가지고 있다.

유기 EL 소자의 구조는 그림 9와 같다. 그림과 같이 유기박막은 높은 일함수를 가지는 전극과 낮은 일함수를 가지는 전극 사이에 존재하는 적층구조를 이룬다. 박막제조에 있어서 AlQ<sub>3</sub>와 같은 유기 단분자 물질은 진공증착법을 통해 형성하는데 반해 고분자 물질은 주로 spin coating법을 사용한다. 그림 9-a)는 높은 일함수를 가진



a) 8-hydroxyquinoline aluminum (AlQ<sub>3</sub>) b) Poly(p-phenylenevinylene) (ppv)

그림 8. EL 발광재료의 분자구조

자 물질을 이용하게 되었다. 1990년 영국의 Cambridge 대학의 Friend 교수팀에

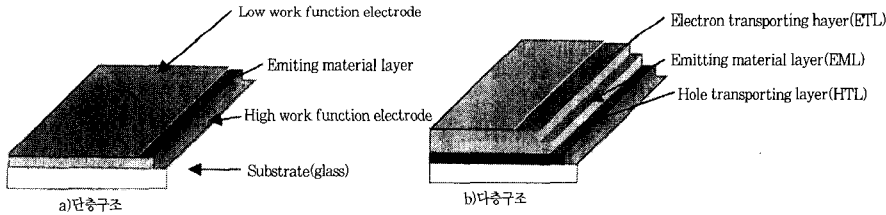


그림 9. EL 발광소자의 구조

표 6. 공액 고분자를 이용한 EL소자의 성능

소자구조	발광파장 (nm)	양자효율 (%)	밝기 (cd/m <sup>2</sup> )	작동전압 (V)
ITO/PPV/Al	560	0.001-0.01		14
ITO/MEH-PPV/Ca	590	1.0	20	4
ITO/BCHA-PPV/Ca	570	0.3		8
ITO/PTV/RO-PPV/Mg:Ag	590	0.25 cd/A	1500	
ITO/P3AT/Mg:In	640			6
ITO/P3OT/Ca	690	0.03		45
ITO/PPV-PDMOPPV/Ca	508	0.3		
ITO/PPV/PBD(PMMA)/Ca	550	0.8	500	15-20
ITO/BCHA-PPV/PBD(PMMA)/In	560	0.4		20
ITO/CN-PPV/Al	695			10
ITO/PPP/Al	460	0.05lm/W	130	5
ITO/PDSiPV/Al	470			15

전극, 주로 ITO(Indium Tin Oxide)를 sputtering방법을 통해 형성하고 그 위에 고분자 물질을 spin coating방법으로 박막을 제작한 후, 낮은 일함수를 가지는 전극(Al, Mg, Ca)을 thermal evaporation 방법이나 sputtering방법을 통해 형성한다.

그림 9-b)는 단층구조를 가진 EL 소자의 효율과 구동전압을 증가시키기 위해 정공수송층과 전자수송층을 형성한 소자의 구조이다.

표 6은 지금까지 연구 개발되어지고 있는 고분자 EL물질에 나타낸 것이다.

현재 유기 EL에 대한 연구개발 현황을 보면 일본은 유기 단분자가 주도적이고 미국과 유럽의 경우 고분자 EL에 대한 연구에 집중하고 있다. 특히 처음으로 고분자 EL 소자를 개발한 Friend 교수와 미국 University of California, Santa Barbara의 Heeger 교수는 각각 CDT(Cambridge Display Technology Ltd.)와 Uniax사를 설립하여 기초연구뿐만 아니라 실용화연구도 동시에 수행하고 있다. 우리나라의 경우 전자통신연구원(ETRI)의 정태형박사팀과 KAIST의 심홍

구박사팀에서 PPV계를 기반으로 한 유기 EL소자를 연구하고 있고 KIST의 김정엽 박사팀의 경우 fluorene계를 기반으로 한 청색발광체를 연구 중이다.

일본의 경우 1997년 Idemitsu Kosan에서 5인치 컬러 유기 EL 패널을 발표한데 이어, 같은 해 Pioneer는 단색 유기 EL 패널을 탑재한 최초의 제품을 선보였다. 1998년 Pioneer는 5.2인치 Full color EL 패널을 발표하고, 같은 해 11월 LG전자에서 4인치 Full color EL 패널을 발표하게 된다. 표 7은 Pioneer와 LG전자에서 개발한 EL display를 비교한 것이다.

앞으로 유기 EL에 대한 연구는 더욱 활발히 진행될 것으로 전망되고 있으며 디스플레이 특성을 향상시키기 위하여 TFT와의 결합이 시도되고 있다. TFT-OELD에서는 원하는 화소를 선택하여 충전시킬 수 있도록 하는 TFT와 충전된 전하를 주어진 시간동안 방전할 수 있도록 하는 TFT로 구성된 어레이가 주로 연구되고 있다. 그러나, 유기EL에서 가장 중요한 것은 발광효율이 높은 R,G,B의 단분자 혹은 고분자 물질을 개발하는 것이다.

표 7. Pioneer와 LG전자의 color organic EL display 비교

	Pioneer	LG 전자
Display Size	5.2 inch	4inch
Pixel Number	320×RGB×240dot	320×RGB×240dot
Pixel Pitch	0.33mm	
Driving Method	Simple Matrix	Simple Matrix
Emitting Colors	260,000	
Luminance	150cd/m <sup>2</sup>	100 cd/m <sup>2</sup>
Constrast	100:1	
Power Consumption	6W(100% emitting) 1.8W(30% emitting)	
Operating Life	about 2000 hours	