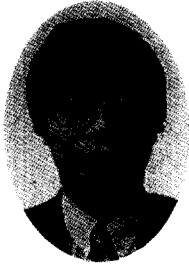


평판디스플레이의 원리 및 개발 현황



장 진

경희대학교 물리학과 교수

1. 서 론

21세기부터는 평판디스플레이 시장이 브라운관 시장보다 클 것이 확실시되고 있다. 따라서 평판디스플레이의 중요성이 점차 커지고 있으며 지금까지는 주로 액정디스플레이가 이용되었으나 앞으로는 플라즈마디스플레이(PDP), 선계방출디스플레이(FED), 유기발광디스플레이(EL)와 평판 CRT(Cathode Ray Tube) 분야의 발전 속도가 커질 것으로 예측되고 있다.

평판디스플레이는 크게 발광형과 비발광형으로 분류되고 발광형에는 평판(flat) CRT, PDP(Plasma Display Panel), ELD(Electroluminescent Display), VFD(Vacuum Fluorescent Display), FED(Field Emission Display), LED(Light Emitting Diode) 등이 있고 비발광형으로는 LCD(Liquid Crystal Display)가 대표적이다.

표 1에 각종 평판디스플레이의

표 1. 각종 Flat Panel Display의 특성 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	○	○	◎	○	○	△	△	×	×
	투사형	○	○	◎	○	○	△	△	×	×	△
Active Matrix LCD	직시형	반사형	◎	△	◎	△	◎	◎	◎	◎	△
		투과형	◎	○	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
	투사형	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	◎	△
EL		◎	△	◎	△	◎	△	○	○	◎	△
형광표시판		○	△	△	○	○	○	△	△	○	○
FED		◎	○	◎	◎	◎	×	○	○	○	△

(◎ : 매우 우수, ○ : 우수, △ : 보통, × : 나쁨)

특성이 나타나 있다. 평판디스플레이 중에서 active matrix LCD와 PDP가 앞으로 10년 동안 주요한 디스플레이로 될 전망이다. 현재로는 40인치 이하의 화면 크기는 TFT-LCD가, 40인치 이상에서는 PDP가 주로 이용될 가능성이 크다. 그러나 연구 개발에 큰 진전이 있는 FED와 유기 EL 디스플레이도 기술개발의 진척에 따라서 차세대 디스플레이로 각광받을 수도 있다.

2. 평판디스플레이의 원리

1) 박막 트랜지스터 액정디스플레이 : TFT-LCD (Thin film

transistor-liquid crystal display) TFT-LCD의 구조를 보면, 형광램프에서 나온 빛이 반사 및 분산 장치에 의해 액정패널쪽으로 입사된다(그림 1 참조). 액정 패널은 두께가 0.7 mm 혹은 0.5 mm인 두 개의 유리판 사이에 비틀림네마틱(TN) 액정이 약 6 μm 두께로 채워져 있으며, 빛이 입사된 쪽의 유리판 위에 TFT array 및 ITO 화소와 액정배향층이 있고, 다른 쪽의 유리판 위에는 컬러필터와 액정배향층(폴리이미드)이 코팅되어 있다. 그리고 두 장의 유리판 밖에는 두 장의 편광판이 부착되어 있다.

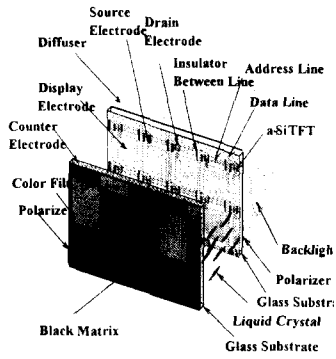


그림 1. TFT-LCD panel 구조

컬러화상은 R(적색), G(녹색), B(청색) 세 종류의 컬러필터를 조합하여 얻어진다. R,G,B 세 개의 화소가 모여서 한 개의 컬러화소를 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 3~10%만 투과하는 매우 비효율적인 광변조기이다. 두 장의 편광판의 투과도 45%, 유리 두장의 투과도

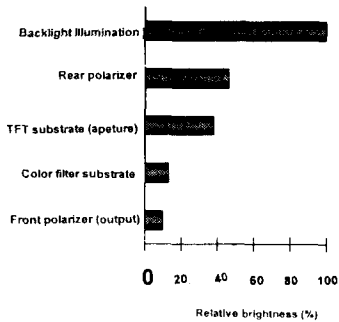


그림 2. TFT-LCD의 백라이트에서 나온 빛이 각층을 통과할 때의 투과도

94%, TFT 어레이 및 화소의 투과도 65%, 컬러필터의 투과도를 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. 백라이트에서 나온 빛이 후면 편광판, TFT기판, 컬러필터 및 전면 편광판을 투과하면 그 세기가 10% 이하로 떨어진다.

2) PDP

플라즈마란 "이온화된 기체"를 말하며, 수억도의 온도를 갖는 초고온 핵융합에 이용되는 플라즈마로부터 최근의 반도체 공정, 신소재 합성 등에 이용되는 저온 글로우 플라즈마나 아크 플라즈마에 이르기까지 다양한 응용범위를 갖기 때문에 이의 생성, 유지, 응용에 있어 좀더 깊은 이해가 필요하게 된다. 플라즈마 디스플레이에 응용되는 플라즈마는 저온 아크플라즈마로서 이온화된 기체에서 방출되는 자외선이 형광체에 흡수되어 R, G, B 색을 발광하며 이러한 R, G, B 색을 조합하면 컬러 디스플레이를 만들 수 있다. PDP는 Plasma 이온상태의 기체 방전

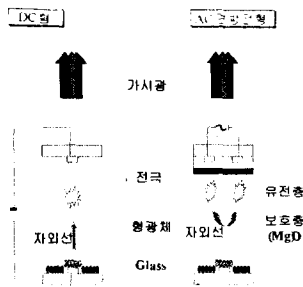


그림 3. PDP의 구동원리

을 이용한 표시소사이므로 기체방전 표시 소자(Gas Discharge Display)라고도 부른다.

2장의 유리판 표면에 전극을 만들고 이 사이에 방전 가스(DC type: He + Xe, AC type: Ne + Xe)를 넣고 방전 결과로 나온 UV에 의해 phosphor에서 발생된 빛을 이용한 것이 PDP이다.

직류형의 PDP는 2개의 전극에 전기장을 인가하여 플라즈마를 형성하여 구동하게 되는 구조인데, 전극이 플라즈마에 그대로 노출되어 전극표면이 플라즈마의 영향을 받게 되어 수명이 단축되는 단점이 있다. 그러나, 교류형의 PDP는 교류파형에 따른 변위전류를 이용하므로 전극에 직접 노출되지 않고 방전이 일어난다. 따라서 직류형 PDP보다 수명이 길고 구동전압이 낮은 교류형 PDP가 최근에 많이 이용되고 있다. 그러나, 대면적 제작시에 여러개의 교류파형의 전압을 구동하여야 하고, 패널의 구조가 복잡해지는 단점이 있다.

그림 4에 PDP 구동방식에 따른 패널 구조가 나타나 있으며 패널은 양극과 RGB 형광면으로 이루어진 전면판과, 음극과 장벽으로 형성된 배면판의 2장으로 구성되어 있다.

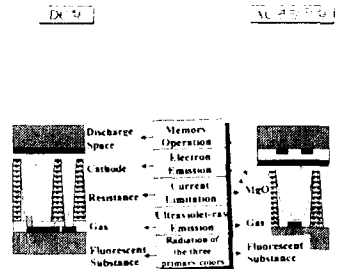


그림 4. PDP 구동 방식에 따른 panel 구조

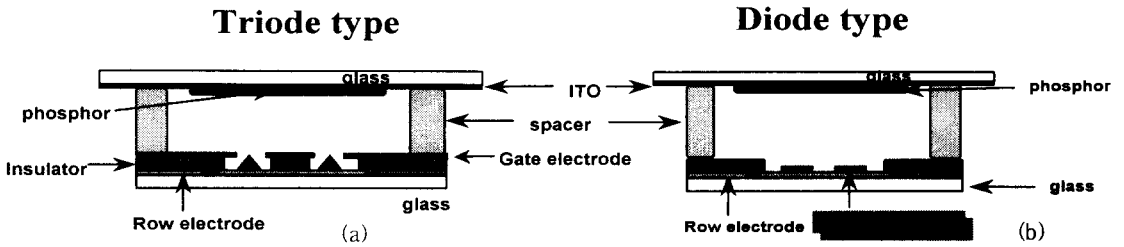


그림 5. FED의 단면도 : (a) 가장 일반화된 tip 형태의 triode type FED (b) DLC 혹은 diamond와 같은 일 함수가 작은 물질을 이용한 diode type FED

방전가스로 He, Xe가스 등이 사용되는 DC형은 방전에 의해 발생하는 147 nm 파장의 자외선이 삼원색(RGB) 형광체를 여기시켜 가시발광이 얻어지는데 AC형과 다르게 메모리 작용없기 때문에 패널이 대형화됨에 따라 휘도가 저하되는 현상이 나타난다. 그래서, 펄스 메모리 방식이라는 구동법을 도입, 각 표시 셀의 발광시간을 길게하여 화면을 밝게 해준다. 이것은 구동회로에 의한 메모리 방식으로 패널자체의 메모리작용이 필요하지 않아 패널의 구조가 간단해지는 장점이 있다. 펄스 메모리 방식은 표시셀내에 방전후에도 잔류하는 준안정입자 등이 다음 방전에도 방전개시를 용이하게 해주는 기능과 방전 후 시간에 따라 감소하는 기능을 이용하여 메모리기능을 부각시키는 것이다.

3) FED

FED는 기존의 CRT와 동일한 자체발광형 소자로 field emission 현상에 의해 방출된 전자가 형광체가 도포된 면을 때려주어 빛을 발하게 하는 원리를 응용한 것이다. FED의 구조는 그림 5에 나와 있는 것과 같이 형광체가 도포된 전면의 양극(anode)전극과 수천만개의 음극소자 array를 갖는 후면의 음극판(cathode), 그리고 양극간의 일정한 공간을 유지하는

spacer로 이루어져 있다. 음극판과 양극판 사이는 고진공($\sim 10^7$ Torr)을 유지하도록 vacuum packaging이 되어 있다. 음극판은 전자의 방출을 위한 방출원으로서 날카로운 tip array 구조를 갖고 있으며, 이 tip들은 집적화된 공정에 의해 400 Å 이하의 반경을 가져야만 효과적인 전자방출이 가능하다. 전자방출원을 ground로 하고 이에 근접한 extraction grid (gate)에 양극 바이어스를 가하면 tip에 강한 전장이 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 μm 정도의 구멍을 대면적위에 균일하게 형성하기 위한 마스크제작기술과 패터닝기술이다. 일반적으로 많이 사용되는 emitter는 1) cone(point) type, 2) wedge type, 3) edge type, 4) volcano type, 5) thin film type으로 나눌 수 있다.

4) 유기발광디스플레이

유기발광디스플레이는 유기물질에서 전자와 정공의 방사 재결합(radiative recombination)에 의해

가시영역의 빛을 발생시키는 현상을 이용한 것이다. 현재 organic polymer ELD는 정공수송층(hole transporting layer), 발광층(luminescence layer), 전자수송층(electron transporting layer)과 ITO와 Al(금속)으로 각각 이루어진 cathode와 anode의 구조를 갖는다. 유기 polymer ELD는 높은 일함수를 가지는 금속전극과 낮은 일함수를 가지는 금속전극 사이에 polymer가 들어 있는 구조이다. 일함수가 높은 금속은 정공주입(hole injection) 전극으로 쓰이고, 낮은 금속은 전자주입 전극으로 이용된다. 그림 6은 유기 전기발광소자의 적층구조를 나타낸다. 발광된 빛이 소자 밖으로 나오기 위하여 한쪽 전극을 발광과장영역에서 흡수가 거의 없는 투명전극으로 이용하는데, 주로 일함수가 큰 ITO(약 5 eV)가 정공주입층으로 이용된다. ITO는 진공 스퍼터링으로 제작될 수 있으며, 용액 케스팅이나 스프인코팅 등으로 입혀진 organic polymer 박막을 얻은 후, 일함수가 낮은 금속(Al, Ca 등)을 스퍼터링방법으로 제작한다.

유기 polymer ELD는 1000 Å 정도의 유기물 박막이 ITO전극과 음극 전극사이에 적층으로 형성되어 있으며, 그 형성 방법으로는 organic monomer인 경우 진공증착법에 의해 제작하고, organic

polymer인 경우에는 주로 spin coating법을 이용하는 방법과 dip coating, doctor blade, roll-to-roll 방법 등이 있다.

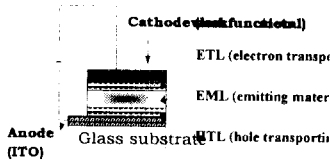


그림 6. 유기전기발광소자의 적층구조

유기단분자 ELD에서는 단분자 물질의 기계적인 강도가 낮으며, 열에 의한 결정화가 쉽게 일어나는 단점이 있다. 이에 반해 고분자 물질인 π -공액 이중결합 고분자 유기물질은 큰 기계적 강도와 열에 대한 안정성이 높다. 또한 π -공액 이중결합 길이를 조정하는 다양한 합성방법으로 π - π^* band gap을 쉽게 조절할 수 있으며, RGB 컬러의 구현에 있어 발광이 가능한 물질의 제작이 용이한 장점이 있다. 이러한 물질로는 PPV(poly-phenylene vinylene), PPP(poly-p phenylene), PTh (polythiophene)와 PAF (poly-alkylfluorene) 등이 있다.

그림 7은 CCM(color changing

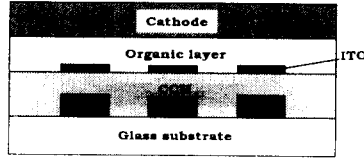


그림 7. CCM을 이용한 ELD의 RGB 단위픽셀 단면도 (자료: Idemitsu Kosan Co. 日本)

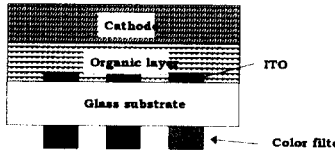


그림 8. 일반적인 color ELD의 RGB 단위픽셀 단면도

method)을 이용한 유기 ELD의 단면도를 나타내는 것이다. CCM은 blue로부터 green, 또는 red까지 색을 변화할 수 있도록 유기 발광물질로 구성되어 있다. Blue의 CCM으로는 blue color filter를 이용하여 청색의 순도를 향상시키는데, 이러한 CCM 방식의 유기 ELD는 기존의 백색 EL 물질에 컬러필터를 이용한 유기 ELD(그림 8 참조)에 비해 3배 이상의 발광효율을 갖는다.

3. 평판디스플레이의 연구개발 동향

1) TFT-LCD

액티브 매트릭스 LCD에 사용되는 TFT는 대부분 비정질 실리콘 TFT이고, 비정질 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 LCD와 PDA 등에 주로 이용된다. 다결정 실리콘 TFT-LCD의 장점은 주변회로를 스위칭 소자와 함께 단일유리기판위에 제작이 가능하다는 것이다. 최근에는 12" 이상의 panel을 다결정 실리콘으로 제작하려는 연구가 진행중이고 12" 이상의 대형 다결정 실리콘 TFT-LCD의 상업화가 1~2년 이내에 이루어질 전망이다.

1986년에 처음으로 3인치 액정 TV의 생산에 사용된 비정질 실리콘 TFT-LCD는 1990년까지 3~5" 급 소형 TV에 주로 응용되었으며, 91년부터 8.4"와 10.4" 급의 생산이 진행되었고 95년부터는 11.3", 12.1", 13.3" 등의 다양한 크

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 CdSe-TFT (128×192) LCD 상품화	Seiko-Epson Panelvision
1985	a-Si TFT 10"(640×480) 컬러 LCD 개발	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

기의 제품이 생산되고 있다. (표 2 참조). 또한 최근에는 모니터용으로 15.1", 17", 20", 30" 급의 생산도 진행되고 있다. 90년 이후 TFT-LCD에 대한 연구는 광시야각, 대면적화, 고개구율, 저소비전력, 저가격화 등에 중점을 두고 진행되고 있다. 현재 TFT-LCD는 노트북 PC 시장을 석권했으며, 현재 데스크탑의 모니터용으로도 채용이 점차적으로 진행 중이다.

LCD의 가장 큰 문제로 지적되고 있는 좁은 시야각에 대한 해결 방안으로 (1) UV 배향, (2) 필름 보상, (3) IPS (In-Plane Switching Mode), (4) OCB (Optically Compensated Bend), (5) 수직배향과 같은 방법들이 제안되어 연구되고 있다.

LCD는 CRT에 비해 부피가 작고, 소비전력이 낮으며 건강에 유해한 전자파와 같은 문제가 없다는 장점을 가지고 있지만 반응속도, 시야각, 동작속도와 제조가격 등이 CRT에 비해 열세이며 이러한 문제를 해결해야지만 데스크탑용 모니터 및 가정용 TV분야에서 CRT를 대체할 수 있을 것으로 예상되고 있다.

1996년 Sharp에서는 29"의 TFT-LCD를 두장 결합하는 방식으로 40" SVGA급 TFT-LCD를 발표하였다. 또한 Fujitsu에서는 좌우 140°, 상하 110° 시야각의 XGA 13.8" TFT-LCD와 좌우 110°, 상하 100° 시야각의 SXGA 21.3" TFT-LCD의 상품화에 성공하였다. 그리고 NEC와 Hosiden에서는 9.5" 반사형 컬러 TFT-LCD 개발에 성공하였고, Seiko-Epson, Sanyo, Toshiba, LG 등에서는 저온 다결정 실리콘 TFT-LCD를 개발하였다. 국내에서는 세계 최초로 삼성에서 1600×1200의 화소수를 갖는 30" UXGA

표 3. 90년대의 TFT-LCD 개발 현황

연도	연구개발	회사
1992	13.3"EWS (1152×900)	Toshiba
	15"EWS(1152×900)	Matsushita
	0.7"poly-Si TFT-LCD (473×218) 12.9"EWS (1280×1024)	Sony NEC
1993	1.9"HDTV 투사형 (1472×1024)	Sharp
	11.8"XGA (1024×768)	
	17"EWS (1280×1024)	
1994	9.5"VGA	LG Sharp
	21"VGA	
1995	10.4"SVGA 개구율 65%	Samsung Samsung Toshiba
	22"VGA	
	13.8"EWS (1152×900) 원진자기정렬형 TFT 사용	
1996	광시야각 13.3"XGA 네마틱 TFT-LCD 상하/좌우 140°	Hitachi Toshiba Samsung Sharp LG
	15.5" TFT-LCD (1920×1085) 화면비 16:9	
	21.3"UXGA (1600×1200) TFT-LCD	
	30" TFT LCD (27"×3)	
	14.1" XGA용 TFT-LCD	
1997	30" TFT-LCD	Samsung LG
	40" TFT-LCD (20"×4)	

표 4. 대화면 직시형 TFT-LCD 과제

항목	요인	대책
표시균일성 향상	IRC delay	저저항 배선기술, 자기정렬형 TFT
	$\Delta V_p(\text{feed through voltage})$	자기정렬형 TFT
시야각 확대	셀균일성	조립기술
	개구율 향상	미세 TFT, B/M on array, 유기층간 절연막(Low ϵ material)
응답속도 향상	구동방식	저소비전력 구동회로
	액정	저전압액정
	액정	저점성액정
광시야각	전계	광갭감소
	구동방식	신호처리방식
	표시모드	VA, OCB 등
광시야각	회소수일	회소분할 다수도메인
	표시모드	OCB, ICP, VA, ICP+VA 등
	광학상계	원광관 광학계
	모질관	위상차판

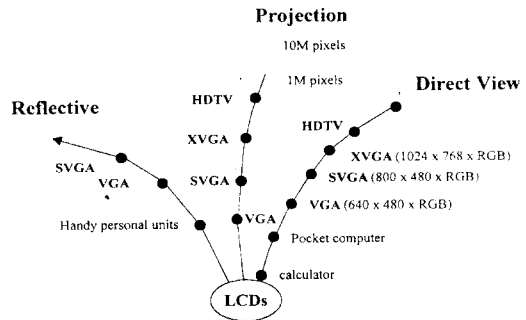


그림 9. LCD 응용분야

그림 9. LCD 응용분야

TFT-LCD를, LG에서는 노트북용 14.1" XGA TFT-LCD를 개발하였다. 또한 최근에 삼성이 개발한 30" TFT LCD는 초고해상도 (UXGA)일 뿐 아니라 완전컬러(1천 6백 70만 색상)로 앞으로 PDP와 LCD가 30" 이상의 대화면 디

스플레이 시장에서 경쟁할 수 있는 기틀을 마련했다. 그러나 대면적의 TFT-LCD를 제작하기 위해서는 표 4에 제시된 표시균일성 향상, 소비전력 감소, 응답속도 향상, 시야각 향상 등의 기술개발이 요구된다.

TFT-LCD는 앞으로 그 응용 범위가 notebook 컴퓨터와 모니터 등의 직시형, 40" 이상의 대화면용의 투사형, PDA 등의 반사형으로 나뉘어 발전할 것으로 예상된다 [그림 9 참조].

2) PDP

컬러 PDP는 1992년 H 마쓰시다社에서 3색 DC형 PDP를, 1993년에는 Ne, Xe, He의 3원색 가스를 이용하는 PDP를 개발하였다. AC형 PDP는 동일평면상의 방전을 이용하는 면방전형의 구조를 중심으로 실용화되고 있는데, 투명전극을 전면유리판상에, 장벽과 형광면 및 어드레스용 전극을 배면유리판에 형성시킨 구조로 되어있다. 이러한 AC형 PDP는 보조셀 구조가 없기 때문에 DC형 PDP에 비하여 비교적 미세화하기 쉬운 장점이 있는 반면, 빠른 응답속도로 보조방전을 표시할 내에서 동작하기 때문에 화상의 black 레벨이 높고 contrast ratio가 낮아지는 단점이 있다. DC형 PDP는 패널의 수명연장이 문제점으로 나타나고 있다. 향후 패널 설계조건의 최적화 및 구동회로의 설계, 재현성이 높은 내면적 공정 등이 PDP 양산의 중요 기술과제이다.

대형화가 용이한 장점으로 인하여 PDP의 연구 및 투자는 교육용 및 차량탑재용, 가정용 wide-TV, 업무용 등의 40" 이상의 대화면 PDP에 집중되어 있다. 후지쯔는 1994년 New York의 증권거래소에 21" PDP를 1200대 납품하는 등 선도적인 역할을 하고 있으며 현재 정보기기용 21", wide-TV용 42", PC, Workstation 모니터용 20~25" 등의 개발에 박차를 가하고 있다. 또한 NEC에서는 가정용으로 사용하기 위한 대화면 PDP

표 5. 최근 컬러 PDP 개발 동향

	NHK /松下	松下	富士 通	NEC	파이 오니아	三 菱	日 立	Phot onic s	Thom son
方式	DC 펄스 모우드	AC 面 放電	AC 面 放電	AC 面 放電	AC面 放電	AC 面 放電	AC 面 放電	AC 對 向型	AC對 向型
사이 즈(인치)	40	42	42	42	40	46	25	21	19
종횡 비	16:9	16:9	16:9	16:9	4:3	16:9	4:3	5:4	4:3
셀수	1920 × 1035	(852 × 3) × 480	(852 × 3) × 480	(853 × 3) × 480	(664 × 3) × 480	(128 0 × 3) × 1024	(102 4 × 3) × 768	(128 0 × 3) × 1024	(1024 × 3 × 768
輝度(cd/m ²)	150	450	300	350	400	200	150	100	50
셀크 기	0.48 × 0.5	0.36 × 1.08	0.36 × 1.08	0.36 × 1.08	0.42 × 1.26	0.26 × 0.56	0.165 × 0.495	0.11 × 0.33	0.125 × 0.38
表示 方式	하이 비전	NTS C wide	NT SC wide	NTS C wide	NTS C/VG A	S-X GA	XG A	S-X GA	XGA

의 개발에 힘쓰고 있으며 97년 2월에는 42" wide color PDP TV를 발매하는 등 투자 및 개발에 박차를 가하고 있고, Pioneer, Matsushita, Mitsubishi, Hitachi, NHK 등의 회사에서도 PDP 개발을 위한 연구에 많은 투자를 하고 있다. 국내에서는 LG를 중심으로 삼성전관, 대우 오리온전기, 현대전자 등에서 PDP 개발을 위한 연구가 진행 중이며 특히 LG전자는 97년에 TV용 40" panel을 개발하였다. 표 5에는 최근 컬러 PDP의 개발 동향을 나타내고 있으며 표 6에는 최근 연구가 집중되고 있는 하이비전 PDP의 규격을 나타낸다.

3) FED

표 6. 하이비전 PDP의 규격

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

각 선진국에서 연구되고 있는 FED의 개발현황을 살펴보면 프랑스의 PixTech에서 10.5" 완전 컬러 FED를 저전압 형광체를 사용하여 고해상도의 R.G.B 분리 영상 및 white 영상까지 세계 최초로 전시하였으며 6" 완전 컬러 FED를 일본의 Nichia와 공동으로 양산할 계획을 세우는 등 활발한

연구개발이 진행되고 있다. 또한 미국 Raytheon社에서는 PixTech의 alliance로서 군사용으로 응용하기 위한 연구에 치중해왔지만 최근 고휘도 panel 개발에 대해 연구력을 집중해오고 있다. 장기적으로는(20년 이내) FED가 TFT-LCD를 대체할 수 있는 차세대 디스플레이로 생각되고 있으며 특히 후타바 전자공업, 후지쯔, 캐논 등의 기업에서 연구에 적극적으로 임하고 있다.

표 7에는 최근 업계의 연구동향과 개발현황이 나타나 있으며 이중 국내 FED연구의 선두주자인 삼성의 연구 성과도 주목받고 있다. 업체들의 집중적인 투자와 함께 FED의 평판 디스플레이 시장 점유율도 2002년에는 전체 시장의 1.4% 정도를 차지할 것으로 예상되고 있으며 시장규모도 약 4억달러에 이를 것으로 예상되어, 앞으로 비약적인 발전을 이룰 것으로 전망되고 있다.

4) 유기 EL

표 8은 최근까지의 유기 monomer 및 polymer ELD의 기술수준을 나타낸다. 유기 ELD의 최근 연구 동향을 살펴보면, 일본 Pioneer에서 최고휘도 100 cd/m², 화소 수 256×64의 dot matrix 유기 ELD의 시제품을 발표하였고, Indemitsu Kosan Co.에서는 청색 유기 ELD에 색변환층(CCM:color changing method)을 이용한(그림 7) 완전 컬러 유기 ELD의 시제품을 발표하였다. 미국 Kodak에서는 각각의 화소에 박막트랜지스터와 연결한 AMOLED(active matrix OLED)를 발표하였다. 또한 미국 UNIAX사에서는 π-공액 고분자 물질층 이용 최고휘도 100 cd/m²에서 10000 시간 이상의 수

표 7. 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 삼성	5" mono FED 4" mono FED
96	SVG(HP)	2.4" full color FED(High voltage phosphor)
	FED cooperation	2.4" SVGA mono FED (High voltage phosphor)
	PixTech	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 MDT	10" full color FED 14" color panel 시험 제작 중

표 8. 유기 monomer 및 polymer ELD 기술 수준

	유기 monomer ELD	유기 polymer ELD
대표적 물질	Alq3:green, DPVBi:Blue, etc	PPV:green, MEH-PPV:red
소자 제작방법	Vacuum deposition	Spin coating, doctor blade, dip coating
발광효율	< 15 lm/W	< 3 lm/W
최고휘도	1900 cd/m ² (BeBq2)	~10000 cd/m ² (MEH-PPV)
구동전압	5~10 V	2~3 V
수명(T ₉₀)	5000~50000 hr	2000 ~ 10000 hr
응답속도(T ₉₀)	0.1~1 μs	< 0.1~1 μs
구동 온도범위	< 50 °C	< 100 °C
비율도	10 ⁻² ~ 10 ⁻¹ cm ² /Vs	10 ⁻² ~ 10 ⁻¹ cm ² /Vs

명, 3~5 V의 낮은 구동전압을 가지며 flexible한 플라스틱 기판위에 제작한 passive matrix형의 OLED를 발표하였다.

4. 결론

평판디스플레이의 시장이 2000년에 200억 \$에 이를 전망이다. 매년 약 30%의 시장 성장이 기대되고 있기 때문에 세계적으로 매년 약 20% (매출액 대비)의 연구 개발비가 투자되고 있으며 따라서 약 40억 \$의 연구 개발비가 2000년에 사용될 것으로 예측된다. 현재까지 TFT-LCD가 대부분의 평판디스플레이 시장을 차지하였고 앞으로도 당분간 계속될 전망이다. 그러나, 최근에 FED 및 유기

EL 분야의 연구에 많은 진전이 있었고 따라서 앞으로의 연구 개발 진척 여하에 따라서는 새로운 형태의 평판디스플레이가 각광을 받을 수도 있다.

미국에서 디지털 방식의 HDTV가 방송되고 일본에서도 HDTV가 가정용으로 이용될 단계에 이르게 되는 2002년부터는 대화면 평판디스플레이가 본격적으로 이용될 전망이다. HDTV의 대화면용으로는 40"에서 60"까지의 디스플레이가 인간공학적으로 가장 적합하며 따라서 PDP와 투사형의 TFT-LCD가 가장 가능성이 크다.

HDTV 디스플레이로 PDP의 단점은 가격, 소비전력, 해상도 등이고 투사형 TFT-LCD의 단점은 디스플레이 화질의 균일성과 두

계, 그리고 사람들이 직시형을 선호한다는 사실이다. 30~40" 크기의 직시형 TFT-LCD, 능동행렬(active matrix)형의 유기 EL, 또는 FED도 가정용 HDTV 디스플레이로 가능성이 있다. 그러나 가정용 HDTV 디스플레이는 가격이

저렴하고 소비전력이 작아야 하는 것이 매우 중요하기 때문에 이러한 조건을 만족할 수 있는 새로운 기술 개발이 중요하다. 우리나라는 CRT 생산 세계 1위국이고 TFT-LCD 생산 세계 2위국이다. 그러나, 지금까지 한국에서 개발

된 독창적인 디스플레이가 없기 때문에 장기적으로 이 분야에 대한 연구개발에 중점을 두어야만 진정한 정보디스플레이 분야의 선진국이 될 수 있다.

<서대식 위원>