특집

차세대 평판디스플레이 기반기술

장 진
경희대학교 물리학과

I. 평판 디스플레이 기술의 특징

21세기 정보전자 기술은 향후 초고속 정보통신 기술과 컴퓨터에 의하여 보다 더 고속화되고 성장 발전될 것이며 이를 뒷받침하여 주는 핵심요소 기술은 고 부가가치를 갖는 반도체와 디스플레이 기술이다.

반도체기술을 인간의 두뇌기능이라고 표현한다면, 디스플레이기술은 인간의 얼굴이라고 생각할 수 있으며 모든 영상정보는 디스플레이를 통해서만 인간에게 전달된다.

지금까지의 디스플레이에 대한 개념은 CRT 일변도의 제한된 영역에 의미를 두어 왔으나, 정보화 사회의 발전과 함께 인간이 접할 수 있는 정보의 양이 방대해지고 종류도 다양해짐에 따라 정보매체의 통합개념으로서 멀티미디어 개념이 대두되고 있다. 이러한 멀티미디어 시대에 디스플레이가 중요시되는 것은 대부분의 정보전달이 인간의 시각적 기능을 통해서 이루어지며 기기의 사용환경이 다양화된다는 데 있다.

예를 들면, 개인휴대용이나 자동차, 항공기 등 이동성이 강조되는 환경에서 사용되는 기기의 경우에는 경박단소, 저소비전력 등이 중요한 인자가 될 것이며, 대중을 위한 정보전달 매체로 사용되는 경우에는 시야각이 넓은 대화면의 디스플레이 특성이 요구되고 있다. 이와 같은 점에서 볼 때 최근 평판 디스플레이에 대한 관심이 고조되고 있는 것은 매우 당연한 결과로 볼 수 있다.

평판 디스플레이를 대표하는 품목으로는 LCD (liquid crystal display), PDP(plasma display panel), FED(field emission display) 등을 들 수 있으며 이중 차세대 평판표시장치 기반기술개발사업으로 추진하고 있는 LCD, PDP에 대한 특징을 살펴보면 다음과 같다.

1. LCD

지난 20여년간 폭발적인 성장을 거두어온 액정 디스플레이는 현재 평판 디스플레이 시장의 대부분을 점하고 있으며, 가볍고 얇을 뿐만 아니라 전

력소모가 작아 무한한 발전가능성을 내포하고 있는 분야이다. 특히 최근에는 29", 혹은 두장의 패널을 붙인 40"급 시제품이 나옴으로써 그 동안 문제점으로 지적되어 오던 LCD의 대면적화에 청신호를 보이고 있다.

LCD는 크게 수동 구동형과 능동 구동형으로 구분되며, 수동형은 액정층의 앞뒤면에 서로 교차하도록 위치한 수많은 전극들이 화소를 구성하며, 이 전극들에 전압신호를 되풀이하여 공급함으로써 정보를 처리한다.

수동형이 안고 있는 문제로는 고품위 화면의 어려움, 정보용량의 한계 등을 들 수 있다. 이러한 수동형의 문제점들을 해결하기 위해 현재는 수백만개의 박막 트랜지스터를 유리기판 위에 제조하는 능동형이 개발되어 주로 노트북 용으로 생산되고 있으나 대화면용의 panel 제조가 어려운 점들이 개선점으로 지적되고 있다.

또한 최근에는 각종 Notebook형 개인용 컴퓨터의 단말표시장치로 사용되는 컬러 TFT-LCD (thin film transistor-liquid crystal display)의 소비전력을 감소시키고 사용시간을 증대시키기 위한 기술개발노력이 활발히 이루어지고 있다.

저소비전력 TFT-LCD기술이 실용화될 경우에는 재래식보다 30%이상의 에너지 절감 효과를 기대할 수 있으며, 컴퓨터의 연속사용시간을 증대시킬 수 있으므로 고출력·장수명의 전지기술과 함께 매우 중요한 기술개발로 생각된다. 드라이버 회로를 내장시킬 수 있는 저온공정을 이용한 3~4"급 TFT-LCD가 '96년부터 생산되기 시작하였고 '97년도에는 도시바에서 12.1인치 TFT-LCD 패널 제작에 성공하였다.

2. PDP

PDP는 후막기술을 이용한 저가격 및 대형화의 이점으로 CRT를 대체할 차세대 디스플레이로서 관심을 모으고 있으며, 이러한 PDP는 40"이상의 HDTV를 구현하는데 있어서 여타의 디스플레이 소자보다 제조 공정의 특성상 제작이 용이한 이점을 가지고 있다.

일반적으로 PDP는 방전셀에 인가하는 구동전압의 형식에 따라서 크게 AC-PDP(간접 방전형)과 DC-PDP(직접 방전형)으로 구분된다. AC-PDP는 정현파 교류전압 또는 펄스 전압으로 구동되며 전극이 유전체로 피복되어 있음에 반해, DC-PDP는 전극이 그대로 방전 공간에 노출되어 있어 방전 전압이 걸려 있는 동안 방전 전류가 흐른다.

표시형식에 의한 분류는 패널 자신이 표시되는 정보를 기억하는 메모리(memory)형과 패널 외부에 표시정보의 메모리를 가지고 있어 그것을 읽어내어 패널에 반복하여 표시하는 리프레시(refresh)형이 있으며, 표시의 형상에 따라서 분류하면 매트릭스(matrix)형과 세그먼트(segment)형으로 분류된다.

PDP를 표시방전의 신호입력 형식에 따라서 분류하면 임의의 셀을 독립적으로 어드레스(address)해 가는 전술한 매트릭스형과 방전점의 자기 주사 기능을 부여한 셀프스켄(self-scan) PDP 및 셀프 시프트 (self-shift) PDP가 있다.

평판 디스플레이 제품 및 특성의 기술 개발 추이를 살펴보면 다음과 같다.

- 대형화 : 벽걸이형 40"급 이상 (PDP, DMD/AMA, LCD 프로젝터)
- 경량화 : 구동회로 포함 두께 5㎜/20"이하 (LCD, FED)
- 저소비전력화 : 12"화면 표시용 2W 이하 (LCD, FED)
- 고정세화 : 200 lines/inch 이상 (ELD, LCD, FED)

〈표 1〉 평판 디스플레이 제품 / 기술 개발 추이

	1980	1985	1990	1995	2000
LCD	TN-LCD	STN-LCD Full-color	AMLCD 10.4"VGA/SVGA Yield : 80% Slim/Compact	AMLCD Yield : 85% 20"EWS HDTV Technology 3-dim	HDTV Replacement of CRT
PDP	5"-sized Simple Panel	20-30" Surface Discharge	40"size Wall-hanging TV Color Quality	50"size Low Power High Resolution	HDTV Wall-hanging TV

〈표 2〉 차세대 평판 디스플레이 기반기술개발 목표

구 분 분야별	제 1 단계 (1995~1997)	제 2 단계 (1998~2000)
LCD	- 25"~29"TFT-LCD 요소기술 개발 • Full color 기술/광시야각/ 저전압구동/고개구율 - 저소비전력 a-Si TFT-LCD 개발 (13.3", XGA) - 저소비전력 poly-Si TFT-LCD 개발 (10.X", SVGA, 1.5W at 70Cd/㎡)	- 고품위 25"~29" TFT-LCD 개발 - 저소비전력 a-Si 14"이상 TFT-LCD 개발 (14"이상, XGA, 1.5W at 70Cd/㎡) - 저소비전력 poly-Si TFT-LCD 개발 (12.X", XGA, 1.3W at 70Cd/㎡)
PDP	- 33"급 full-color 컴퓨터/ HDTV 개발 • 휘도 : > 200 cd/㎡ • Gray scale : 256	- 55"급 full-color 벽걸이형 HDTV 개발 • 효율 : > 1 lm/W • 수명 : > 20,000 hrs

II. 차세대 평판 디스플레이 기반기술개발 목표

1. LCD 분야

LCD 분야의 연구개발 목표는 모듈개발, 장비 및 부품재료개발, 기초기술 확보로 대별될 수 있다. 모듈분야는 한 장의 유리기판 패널로는 세계 최대 면적인 29"급 고품위 TFT-LCD 개발, 12"급의 구동회로 내장형의 저소비전력 다결정 실리콘 TFT-LCD 및 저소비 전력 a-Si:H TFT-LCD 모듈개발이다. 개발목표는 표2에 나타나 있으며 현재(97년 4월) 개발된 세계 최고 수준보다 향상된 규격이다.

장비 및 부품·재료 분야는 500×650㎟ 혹은 600×720㎟의 기판을 사용할 수 있는 컬러필터 및 in-line coating 시스템을 개발중이며, 대면적용 장비 및 저소비전력용 부품·재료 개발에 중점을 두고 있다.

기초기술 분야는 대면적 TFT-LCD 및 저소비전력 TFT-LCD의 기초핵심기술에 해당되는 고이동도 비정질 실리콘 TFT 및 matrix 연구, 광시야각 기술, TFT-LCD simulation 기술과 저소비전력 TFT-LCD의 기초기술인 저전압 TFT-LCD용 액정개발, 다결정 실리콘 TFT 및 matrix 기술, 금속유도 다결정 실리콘 TFT 기술개발 등의 과제를 수행중이다. 현재까지 개발된 세계 최대 화

면의 TFT-LCD 규격이 표 3에 나타나 있다. 여기서 주목할 점은 29" 두장의 패널을 붙여서 하나의 패널로 제작했다는 것이다.

〈표 3〉 세계 최대 크기의 40"급 TFT-LCD 규격

스크린 크기	40"(29"×2ea)
화소수	SVGA(800×RGB×600dots)
화소피치	1㎜
컬러수	16.7×10^6
크기	1040×820×50㎜
소비전력	약 130W
휘도	200Cd/㎡
대비비	150:1

2. PDP 분야

본 연구에서는 PDP가 안고 있는 문제점의 해결 및 대형화에 따른 새로운 기술 개발을 수행함으로써 PDP의 특성 향상 및 성능 개선을 도모하여 HDTV급 컬러 PDP 개발에 그 연구의 목표를 둔다. 휘도 250cd/㎡ 이상, 효율 1 lm/W 이상, 수명 20,000시간 이상, 화소피치 0.5㎜ 이하의 55인치급 HDTV의 조건을 만족하기 위해서는 방전 전극의 구조 및 방전 조건의 최적화가 필요하며, 이것은 소비전력 및 수명과도 연관된다. 그리고 256계조를 달성하기 위해서는 고속의 구동회로가 요구되며 여기에 수반하여 monolithic IC 개발도 중요하다. 또한 방전전압을 낮출 수 있는 방전 구조 및 가스 혼합비를 최적화하여 구동회로의 부담을 최소화해야 한다. 시야각 및 명암비의 개선은 필수적이며 시야각 160°이상 그리고 명암비 150 :1 이상의 값이 최종 목표이다.

현재의 인쇄법으로는 40인치 이상의 대면적화용의 패널 제작이 어렵기 때문에 대체 방법으로 Sand blast법과 노광법 등이 제시되고 있다. 따라서 이러한 새로운 기술을 확립하는 것이 필요하며 이에 대해서는 제조 장비 개발 기술과 관련하여 장비 개발 및 공정 기술을 병행 개발한다. 그리고 미세 전극 및 격벽 형성에 있어서도 신뢰성과 수율 향상을 위해 새로운 기술이 필요하며, 본 연구에서는 Sand blast 장비 및 초대형 마그네트론 스퍼터링 장비도 개발하여 전극물질 및 보호막 형성에 적용함을 목표로 한다. 그리고 대형화 및 경량박형화에 필요한 기반 기술도 같이 개발하여 적용하고자 한다.

III. 연구 관리 방안

차세대 평판 디스플레이 기반 기술을 선도기술 개발사업으로 추진하기 위하여 연구개발 사업단을 운영하며 연구 분야을 제품핵심기술개발(산업계)와 공통기반 기술개발(학계 및 연구소)로 나누어 평가 관리한다.

연구개발 사업단은 본 연구 개발업무와 관련된 연구과제의 선정 및 평가, 연구 목표의 조정, 연구 범위 및 방법의 결정, 연구 결과의 배분 조정 등 연구관리책임과 조정권을 가지며 주관 기관인 한국디스프레이 연구조합과 통상 산업부, 과학기술처 및 G7 기획 평가단 등과 협의하여 연구 개발이 원활히 추진되고 있다.

IV. 연구결과의 활용방안

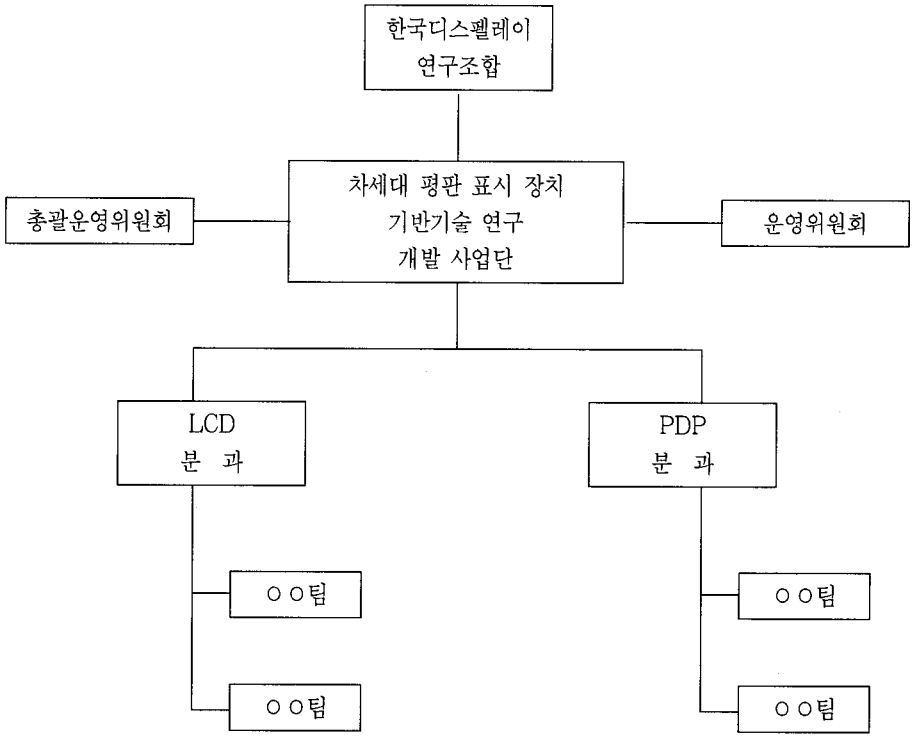
1990년부터 양산되기 시작한 노트북용 TFT-LCD는 매년 약 30%의 시장성장을 보이고 있으며 그 동안 가격의 저렴화 및 품질의 고급화 때문에 휴대용 PC디스플레이의 왕자로 자리잡았다. 앞으로 TFT-LCD 분야에서 가장 시장이 클 것으로 예상되는 3가지 분야에 대한 연구개발이 G-7 과제로 진행되고 있으며 G-7 과제가 끝나는 2001년에는 CRT 모니터의 30% 정도가 TFT-LCD로 대치되고 노트북용 TFT-LCD의 전력소모도 12.1" 기준으로 1.3W 이하로 낮아질 것으로 기대되어 노트북용 디스플레이의 시장은 계속 증대될 것으로 예측된다. 196년도에 TFT-LCD 시장의 약 10%를 차지한 한국은 2001년에는 30%정도로 증대될 것으로 기대된다. 특히 CRT 모니터가 TFT-

LCD로 대치되는 데에 본 G-7과제가 크게 기여할 것으로 예측된다.

PDP의 경우에 본 연구를 통하여 얻을 수 있는 기대 성과로는 기술적 측면의 경우 제품화와 관련되는 최소한의 "Risk Taking"으로 공동 개발하여 기반 기술로 확립할 수 있으며, 제품 제조 장비의 개발을 선도하여 장비의 국산화 및 기반기술과 대형제조 장비 기술의 개발에 의한 관련 부품산업 분야에 미치는 파급효과도 상당할 것으로 기대된다.

한편 공동개발을 통해 얻어지는 대형 HDTV 기술의 표준화가 용이해지므로, 대형 Wide TV 및 대면적 벽걸이형 HDTV의 상용화를 조기에 달성하여, 향후 선진 왹좌의 기술 경쟁력 확보 및 2000년대의 디스플레이 시장을 주도할 것으로 전망된다.

경제, 산업적 측면에서도 PDP 시장의 성장율을 연평균 72% 정도로 예상할 때, 2000년의 PDP 시장 규모가 약 26억불로 전체 FPD시장의 20%를 점유할 것으로 기대된다.



저 자 소 개

張　　震

1977年　2月　서울대 물리학과 물리학전공 이학사
1979年　2月　한국과학원 물리학전공 이학석사
1982年　2月　한국과학원 반도체전공 이학박사

1982年　8月～1988年 12月　과기원 대우교수
1982年　8月～1986年　9月　경희대 조교수
1986年 10月～1990年　9月　경희대 부교수
1990年 10月～현재　　경희대 교수

주관심 분야 : TFT-LCD, FED, 실리콘 박막 소자