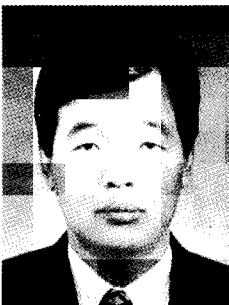


## PDP 개요 및 연구동향과 향후전망



박 화 영

(KIMM 자동화연구부)

- '64 - '72 서울대학교 기계공학과(학사)
- '83 - '85 한국과학기술원 생산공학과(석사)
- '93 - '97 부산대학교 기계공학과(박사)
- '83 - 현재 한국기계연구원 책임연구원



신 영 재

(KIMM 자동화연구부)

- '80 - '84 부산대학교 기계공학과(학사)
- '85 - '87 한국과학기술원 생산공학과(석사)
- '87 - 현재 한국기계연구원 선임연구원

### 1. 서 론

21세기는 비주얼 시대로 불린다. 대형 벽걸이 TV와 컴퓨터 모니터, 이동통신 단말기 등에 이르기까지 수많은 전자기기들이 갈수록 화려하고 현실감있는 화면을 보여주고 있다. 이를 위해 반드시 필요한 것이 바로 디스플레이 장치이다.

정보통신과 인터넷의 발달에 힘입어 디스플레이 산업은 급격한 변화를 일으키고 있다. 브라운관의 시대를 지나 평판 디스플레이(FPD)시대가 본격적으로 열리고 있다. 특히 컴퓨터 모니터 등에 사용되고 있는 LCD(액정표시장치)와 기존 브라운관 두께의 10분의 1 정도로 얇게 만들어 벽걸이 TV 등의 대화면 제품에 쓰이고 있는 PDP(플라즈마 디스플레이 패널)가 주목받고 있다. 최근에는 IMT-2000으로 대표되는 차세대 이동통신 디스플레이 장치로 유기EL이 관심을 모으고 있다.

현재 디스플레이 화면의 크기에 따라 이용되는 제품이 다르다. 휴대폰과 노트북 컴퓨터 등에는 LCD가, 중형 TV와 컴퓨터 모니터에는 CRT가, 대형 TV에는 PDP가 쓰이고 있지만 전체적인 디스플레이 시장은 CRT에서 평판 디스플레이로 재편되고 있다.

특히 PDP가 브라운관이나 LCD가 지니고 있는 화면 크기의 한계를 극복하는 최적의 대상으로 각광을 받고 있으며 CRT의 대체상품으로 급부상하고 있다. 전문가들은 2005년까지를 디스플레이 시장재편의 과도기로 보고 있다.

본 글에서는 평판 디스플레이 가운데 한일간의 기술 개발 경쟁이 집중되고 있는 PDP분야에

있어서 PDP 생산공정에 대하여 개략적으로 서술과 PDP 생산기술에 관련 연구동향 및 향후전망에 대하여 설명한다.

## 2. PDP 생산공정의 개요

PDP는 그림 1과 같이 크기에 비해 두께가 얇아 이른바 벽걸이형 TV라고 하며 브라운관을 대체할 대표적 차세대 영상표시장치로 손꼽히고 있다. PDP 화면 내부 구조를 그림 2에 나타내었으며 그림과 같이 PDP는 두 장의 유리 즉 전면유리판유리와 배면유리판이 겹쳐진 형태로 되어 있다. 배면유리판에는 신호(data) 전극을 형성되어 있고 그 위에 유전체층이 형성되어 있다. 그리고 높이 130 $\mu$ m 정도의 격벽(barrier rib)이 형성되어 있고 빨강(R), 녹색(G), 파랑(B) 삼색의 형광체들이 격벽과 신호전극을 덮고 있는 유전체 위에 형성되어 있다.

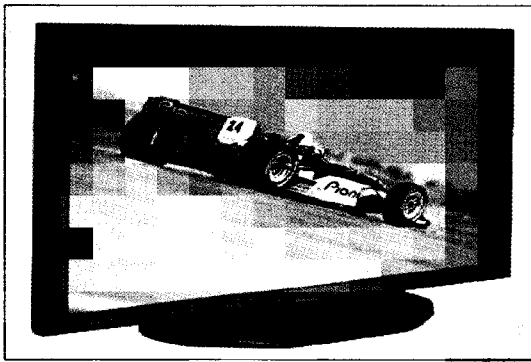


그림 1. PDP의 사진 설명

전면유리판에는 먼저 형광체의 발광시에 발생되는 가시광이 투과되도록 투명한 주사/표시(sustain/display) 전극이 형성되어 있다. 투명전극 재료인 ITO(Indium Tin Oxide)의 면저항치가 일반 금속보다 100배정도 높으므로 가시광의 방출이 방해받지 않을 정도로 ITO 양끝에 알루미늄 또는 크롬/구리/크롬을 사용한 버스(bus) 전극이 형성되어 있다. 다음에 PbO 계통의 투명 유전체층이 형성되어 있으며, 발광시 발생하는

투명 유전체층의 스퍼터링(sputtering)을 막기 위하여 투명 유전체에 MgO 보호막이 형성되어 있다.

접합된 전면유리판과 배면유리판의 내부에는 헬륨(He), 네온(Ne), 아르곤(Ar) 또는 이들의 혼합체와 제논(Xe)이 들어가 있다.

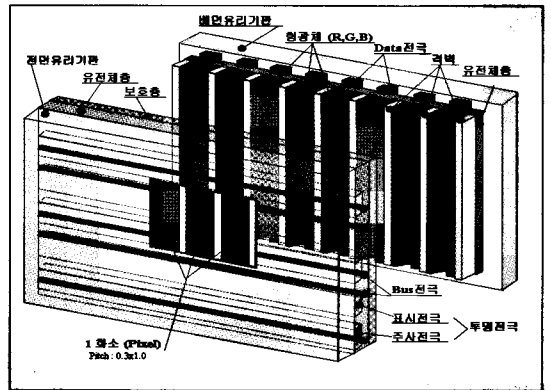


그림 2. PDP의 내부 구조

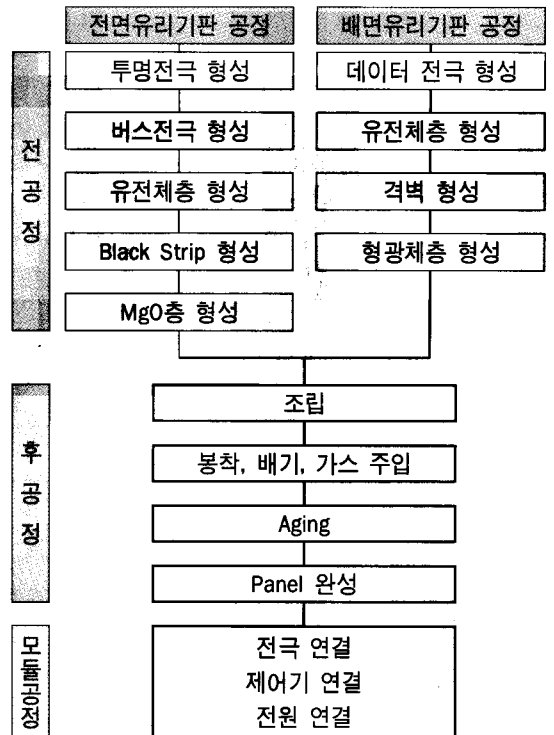


그림 3. PDP의 생산공정

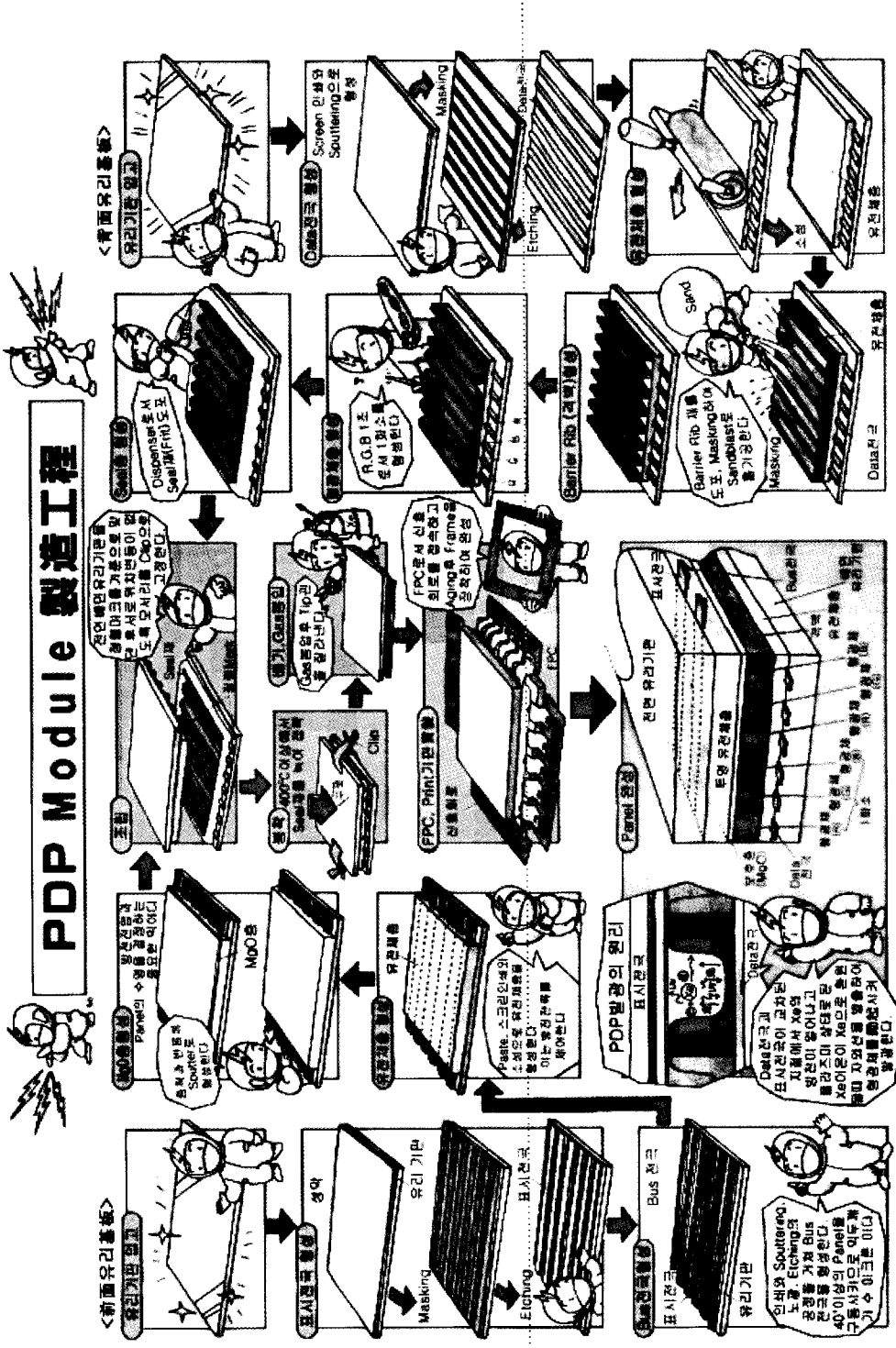


그림 4. PDP의 생산공정 그림 설명

그림 3은 그림 2와 같은 구조의 PDP를 생산하기 위한 공정을 나타낸 것이고 그림 4는 그림 3의 그림 설명이다. 전면유리기판과 배면유리기판을 각각을 다루는 공정을 전공정이라고 하며, 전면유리기판과 배면유리기판을 접합하여 패널을 완성하는 공정을 후공정이라 하며, 그 다음에 패널 끝에 인출된 여러 가지 전극에 구동회로기판을, 구동 IC에 제어회로기판과 전원기판을 접속하는 것을 모듈공정이라 한다.

### 3. PDP 생산기술의 연구동향

지금까지의 PDP 기술개발 및 제품화 과정을 살펴보면 그림 5와 같다. PDP는 표 1과 같이 디스플레이별 특징 비교에서 보듯이 휘도, 수명, 소비전력, 구동기술 등에 있어 열세를 보이고 있으나 현재의 가장 큰 문제는 생산원가를 합리적인 수준으로 내리는 문제와 전력 소모량을 줄이는 것으로 요약된다. 중주국인 일본에 비해 출발

은 늦었지만 일본과 대등한 수준으로 올라선 것으로 평가받고 있는 한국업체들과 일본업체들의 PDP분야의 기술 개발 경쟁도 이 문제로 집중되고 있다. 이와 관련하여 현재 진행되고 있는 생산공정별 기술개발 및 개선되고있는 생산공정들을 정리해 보면, 표 2와 같다.

### 4. PDP 생산기술의 향후전망

표 2에 기술된 생산공정들은 주로 화질 특성을 CRT 성능 수준으로 개선시키는 기술로 연구되었으나, 1999년에 들어서는 PDP적용 TV의 조기 대중화를 목표로 가격 인하에 초점이 맞춘 생산공정으로 연구되고 있는 상황이다. 또한 PDP의 저가격화를 위한 재료비의 최소화와 가정용 TV에 적당한 수준으로의 소비전력 감소, EMI 감소 등 환경친화성 향상 등이 연구되고 있다. 앞으로 PDP가 CRT의 대체상품으로 확실한 위치를 확보하기 위하여 극복해야할 목표를 정리하면 표 3과 같다.

시기	1970	1980	1990	2000	2010
	과거 I		과거 II	현재	미래
	칼라기본 기술의 확립			칼라 실용화 대화면/고정세 실용화	
개발 기술	- AC형 PDP발명(1966) - AC형 Monochrome PDP 연구개시(1967) - 2전극 면방전(1979) - 3전극 면방전(1984) - 반사형 구조(1988) - ADS법(1990) - Stripe 구조(1992) - 신구동법「ALiS」(1998)				
개발/제품화	- Monochrome PDP의 사업화(1972) - 3색, 20인치 칼라 PDP(1989) - 26만색, 21인치 칼라 PDP(1992) - 42인치 풀칼라 PDP(1996) - 50인치 HDTV 풀칼라 PDP(1997) - 25인치 SXGA 풀칼라 PDP(1997) - 42인치 HDTV 풀칼라 PDP(1998)				

그림 5. AC형 칼라 PDP의 기술개발 동향(자료 : 日經 BP사, Flat Panel Display, 1999. 삼성전자 번역 자료 재인용)

표 1. 디스플레이별 특징 비교

\* ④: 최우수, ③: 우수, ②: 보통, ①: 열세

항 목	CRT	TFT-LCD	STN-LCD	PDP	EL
휘도	④	③	②	②	②
Contrast	④	③	③	④	④
Full Color	④	④	③	③	②
해상도	④	④	④	③	④
응답속도	④	③	②	③	④
시야각	④	④	②	④	④
수명	④	③	③	②	②
대형화	③	②	②	④	②
소비전력	③	④	④	②	②
구동전압	①	④	④	②	②
중량/두께	①	④	④	④	④

표 2. 기판에 형성되는 구조물의 생산공정

공 정 명		형 성 명	주요 생산공정
전면기판공정	투명전극	ITO SnO <sub>2</sub>	- Sputtering(+) Photoetching - CVD(+) Lift Off - Screen Printing(개발중)
	Bus전극	Ag Cr/Cu/Cr Cr/Al/Cr	- Screen Printing - 감광성 Paste 법 - Sputtering(+) Photoetching
	Black Stripe	저융점glass(흑색) 안료계(흑색)	- Screen Printing - 감광성 Paste 법
	투명유전체	저융점glass(투명)	- Screen Printing - 각종 Coater에 의한 도포법 - Sheet Laminating
	MgO보호층	MgO	- 전자 Beam 증착법 - Sputtering - Ion Plating법(개발중) - Screen Printing(개발중)
배면기판공정	Address전극	Ag Cr/Cu/Cr Cr/Al/Cr	- Screen Printing - 감광성 Paste 법 - Sputtering(+) Photoetching - Lift-Off법
	백색유전체	저융점glass(백색)	- Screen Printing - 각종 Coater에 의한 도포법 - Sheet Laminating
	Barrier Rib	저융점glass + Ceramics	- Screen Printing - 감광성 Paste 법 - Sandblast 법 - Press 성형법
	형광체	형광체(R, G, B)	- Screen Printing - 감광성 Paste 법

자료 : 오리온전기, Techno Review, Vol. 10, No. 2, 1999

#### 4.1 저가격화

현재 PDP는 42인치 wide형이 100~150만엔 정도로 인치당 2~3만엔의 가격을 형성하고 있는데 향후 시장의 적정가격으로 인치당 1만엔 이하로 고려되고 있으므로 패널 가공비의 최소화, tack time의 감소 및 하나의 공정라인과 기술로 다양한 크기와 화질을 생산할 수 있는 새로운 공법의 개발과 현 공법의 개선 등에 관한 연구가 요구된다.

또한 PDP 패널 제작에 사용되는 회로부를 구성하는 소자들은 고내압 특성을 요구하기 때문에 고가 제품을 사용해야 하는 실정이다. 따라서 회로부를 구성하는 부품들을 일반적인 특성의 저가제품을 사용할 수 있도록 하는 기술의 개발이 요구된다.

#### 4.2 디스플레이 성능 향상

PDP의 가장 큰 장점이 대화면화라고 할 수 있지만, 현재의 설비와 공정기술의 연장선상에서는 대략 60인치 이하의 제품 생산이 가능한 상태이다. 그러나 향후에는 60인치 이상의 초대형 제품에 대한 수요도 상당부분 있을 것으로 예상됨에 따라 이를 해결할 수 있는 기술개발이 요구된다. 따라서 패널 제조시의 열처리공정에서 뒤틀림이 잘 발생하지 않는 유리기판의 개발과

초대형 유리의 Handling기술의 개발, 그리고 수백 마이크론의 미세한 크기의 방전 셀 수백만 개를 커다란 면적에 균일하게 만들어 놓을 수 있는 공정기술의 개발 등이 우선적으로 확보되어야 할 것이다.

PDP의 발광효율은 거의 대부분 1.0lm/W 정도이며, 이러한 효율 특성 값은 CRT의 약 1/3~1/5 정도의 수준이다. 따라서 고휘도화와 동시에 저소비전력화를 달성하는 등의 성능 향상을 위해서는 무엇보다 발광효율을 현재보다 3배 이상 증가시켜야 할 것이다. 이와 같이 PDP의 발광효율을 향상시키고 고휘도화를 실현하기 위해서는 패널 제조과정에서 형광체의 광변환 효율을 열화시키지 않아야 하며, 또한 균일한 두께로 밀도가 균일한 막이 형성되도록 하는 공정기술의 개발이 요구된다.

PDP는 대부분 화소가 40만개 정도인 VGA 형으로, 지상파 방송 등의 NTSC 레벨의 화상을 재생하는 데는 충분하나 멀티미디어용 디스플레이가 요구하는 컴퓨터 화상 처리뿐만 아니라 디지털 TV 방송에서 필요로 하는 화소 수(최소 100만 또는 200만 이상)에는 부족한 상태이다. 따라서 이러한 고정세화를 위해서는 패널상의 전극, 격벽 등의 성형물의 패터닝의 세밀화가 필요하고, 패널 구동의 스캔 라인수가 증가함에 따라 고속구동 기술의 개발 등이 요구된다.

표 3. PDP 관련 극복 대상 기술 과제

해결 목표	극복 대상 기술
저가격화	가공비 최소화(제조공정 개선, tack time 감소, 구동용 IC 개발 등), 재료비 절감 등
디스플레이 성능 향상	대화면화, 고화질화(발광효율 향상, Contrast 개선, 고정세화, 색 순도 증가, Contour Noise 개선 등) 등
소재·재료 개발	Glass 기판, 전극재료, 유전체 재료, 보호층 재료, 격벽 재료, 형광체 재료, Frit Seal, Resist 재료, 접속재료, Filter 재료 등
환경친화성 향상	EMI 감소, 저소비전력화, 저소음, 저공해 공법 개발, 저에너지 소모공정 개발, 수명증대 등

자료 : 산업자원부 자료를 참고로 산업연구원 작성

4.3 소재 · 재료 개발

PDP는 대화면 Glass 기판을 사용하므로 생산 과정에서 취급하기 쉬운 재료를 필요로 하며 특히 플라즈마 방전으로 자외선을 발생시켜 형광체를 여기시켜서 발광하기 때문에 방전 공간 내부는 플라즈마 방전에 견딜 수 있는 표 4와 같은 재료의 개발이 요구된다.

4.4 환경친화성 향상

현재 시판되고 있는 PDP적용 TV의 소비전력은 42인치 기준으로 350~550W로 매우 높은 편인데, 향후 동제품이 가전제품 시장에서 사업영역을 확대를 위해서라도 이러한 소비전력 개선이 선행되어야 할 것이다.

또한 최근 환경문제에 대한 인식이 강화되면서 전자산업뿐만 아니라 전 산업에 걸쳐 제품의

환경친화성이 강조되고 있다. 그런데 PDP의 경우 고전압방전을 이용하는 특성을 가지고 있기 때문에 발생하는 전자파 방해 문제의 해결도 또 하나의 과제이다.

5. 결 론

본 글에서는 평판 디스플레이 가운데 한일간의 기술 개발 경쟁이 집중되고 있는 PDP분야에 있어서 PDP 생산공정에 대한 개략적인 서술과 PDP 생산기술에 관련된 연구동향 및 향후전망에 대하여 간략적으로 설명하였다.

PDP는 휘도, 수명, 소비전력, 구동기술 등에 있어 CRT 보다 열세를 보이고 있으나, 생산기술 개발에 의하여 브라운관이나 LCD가 지니고 있는 화면 크기의 한계를 극복할 수 있는 최적의 대상으로 각광을 받고 있으며, CRT의 대체상품으로 급부상하고 있음은 틀림이 없는 사실이다.

표 4. 칼라 PDP용 재료와 요구되는 특성

재 료	용 도	요 구 특 성	실 용 재 료
Glass 기판	앞면기판 뒷면기판	열적사이즈 안정성 투과율	고왜곡점 Float법 Glass Soda-lime Glass
전극재료	투명 전극 Bus 전극	투과율, 도전율, Glass 반응성 도전율, 표면반사율, Glass 반응성	ITO 박막, NESA 박막 Gr-Gu-Cr 박막, Cr-Al 박막, AG 후막
유전체 재료	투명유전체	저용점, 선펡창계수, 투과율, 유전율, 전극재료 반응성	Pb 함유 Frit Glass, Zn 함유 Flit Glass
	반사층	저용점, 선펡창계수, 반사율, 유전율, 전극재료 반응성	Pb 함유 Frit Glass, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 티타니아 안료
	격벽	저용점, 유전율	Pb 함유 Frit Glass
보호층 재료	보호층	酎 Sputter성, 2차 전자 방출계수	MgO
형광체 재료	형광체	휘도, 색도, 유전율, 표면전위, 내열성, 酎 Sputter성	BaO-MgO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : Eu, Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> : Mn(Y, Gd) <sub>2</sub>
봉착재료	Seal Frit	열팽창계수, 저용점	Pb 함유 Frit Glass
접속재료	접속재료 봉지재료	도전율, 절연신뢰성 절연신뢰성, 酎환경특성	ACF, 저용점 Soldering Si 수지 아크릴 수지
Getter 재료	내부 Getter	가스 흡착성, 내부 Pump 성능	Ba계 Getter
배기관 재료	배기관 Press Frit	선펡창계수 저용점	Soda-lime Glass, 저알칼리 Glass 저용점 Glass

자료 : 日經 BP사, Flat Panel Display, 1999. 삼성전자 번역 자료 재인용

본론에서 지적하였듯이 PDP 상품화에 있어서 가장 큰 문제점은 생산원가를 합리적인 수준으로 내리는 문제와 전력 소모량을 줄이는 것이다. 종주국인 일본에 비해 출발은 늦었지만 일본과 대등한 수준으로 올라선 것으로 평가받고 있는 한국업체들과 일본업체들의 PDP분야의 기술 개발 경쟁도 이 문제로 집중되고 있다. 일본업체들은 이와 관련된 기술개발을 위해 자체적인 연구 개발 능력을 강화하는 한편, 전략적 제휴도 활발히 추진하고 있다.

이런 상황을 볼 때, 독자개발에 나섰던 국내 업체들은 이와 관련된 기술개발을 위하여 보다 폭넓은 컨소시엄 구성과 공동개발에 적극적인 참여가 요구된다고 판단된다.

### 참 고 문 헌

- [1] 한국기계연구원, 「PDP용 생산장비관련 기반기술 확립을 위한 기획사업」, 2000.1
- [2] (주)테크월드, 「전자부품」, 1998.4
- [3] 박팔현, 이장원, 조준일, 「멀티미디어시대의 표준 경쟁」, LG경제연구원, 1997.3
- [4] 배찬권, “세계 디스플레이시장 전망”, 「정보통신정책」, 정보통신정책연구원, 1999.6
- [5] 산업자원부, 「최첨단 정보디스플레이 기술 개발에 관한 연구」, 1999. 6. 30
- [6] 서울대학교 PDP거점연구단, 서울시립대학교 PDP장비거점단 번역, 「최근 Plasma Display 제조기술」, 1998.6
- [7] 서울시립대학교 차세대 평판표시장치 장비거점단 번역, 「최근 LCD 장비기술」, 1998.6
- [8] 성균관대학교 한국산업연구소, 「Flat Panel Display Market Analysis and Forecast」, 1999.2.
- [9] 오리온전기, Techno Review, 각호
- [10] 日經 BP사, Flat Panel Display 1999 (삼성 전자 발췌, 번역 자료)
- [11] 한국디스플레이연구조합, 「액정·PDP메이커 계획총람」, 1998.
- [12] (株)電子ジャーナル, 「2000 FPD テクノロジ - 大全」, 1999.9