

플라즈마 디스플레이의 기술 및 전망



임성규

한국대학교 전자공학과 교수.

한국디스플레이연구조합 PDP 사업부장. Member of Phi Kappa Phi.
관심분야: EL Displays, Plasma Displays, Optical Interference Filters.

1. PDP의 발명

돌아오는 21세기는 우리가 현재 까지도 생각할 수 없었던 새로운 기술의 시대가 될 것이며 그 중에서도 특히 음성정보와 시각정보가 복합적으로 통합되어 응용되는 시대가 될 것이라 예상된다. 그러므로 천연색 시각정보를 넓고 가벼우며 매우 얇은 화면에 나타내어 줄 수 있는 평판디스플레이의 역할이 그 어느 때보다도 중요한 것임은 말할 나위도 없다.

현재의 중요한 정보표시장치인 Cathode Ray Tube(CRT)를 대체하기 위하여 끊임없는 연구가 계속되어온 평판디스플레이의 종류에는 Liquid Crystal Display(LCD), Plasma Display Panel(PDP), Field Emitter Display(FED), Electro-luminescent Display(ELD) 및 기타 여러 가지가 있으며 그 중에서도 LCD는 화면 크기가 작은 현재의 Notebook PC

의 모니터로서 사용되고 있다. 가스방전현상을 이용하는 평판표시장치인 PDP는 개발 초기부터 화면의 크기를 40인치 이상으로 제작이 가능한 기술로 생각되어 CRT를 대체할 별컬이형 TV로 주목을 받고 있다.

이러한 PDP는 1964년 Illinois 대학의 Bitzer와 Slottow 교수에 의하여 발명되었다. Cathode와 Anode 사이에 인가된 방전전압에 의해 많은 방전 셀을 고속으로 ON/OFF 시키는 원리에 기초를 두고 있는 PDP가 발명되면서부터 매우 부피가 큰 CRT(cathode ray tube)를 대체할 것으로 기대되었으나 30여년이 지난 지금에서야 비로서 PDP의 상용화가 실전에 옮겨지게 되었다. 1960년대의 기초연구는 주로 미국의 IBM, Bell Lab., Zenith, RCA, Burroughs, Owens-Illinois 등의 회사에서 이루어졌으며 특히 칼라 PDP를 만들기 위한 픽셀구조, 구동회로 및 새로운 형평체에 대한 연구가 이루어졌다. 그 이후 PDP에 대한 관심은 일본으로 이전되어 Fujitsu, Hitachi, NEC, Sony, Toshiba, Oki, NHK, Matsushita 등의 회사들이 매우 적극적으로 직류 구동형의 DC PDP 및 교류 구동형의 AC PDP 등의 생산을 위한 연구를 하기에 이르렀다. 1970년대에 이르러 미국의 회사들이 PDP의 연구투자를 줄여가고 있을 때에 일본에서는 정부주도로 막대한 연구투자를 지원하여 다른 어느 나라 보다도 PDP에 대한 기술을 보유하게 되었다.

1990년대에 이르러 미국에서의 PDP연구는 극소수의 소기업에 의

하여 명맥을 유지하고 있었으나 일본에서의 연구는 계속되었고 그 결과 1990년대에 이르러 일본의 Fujitsu사는 처음으로 3전극을 이용한 면방전(Three-electrode Surface Discharge)구조의 AC PDP를 이용하여 칼라 AC PDP 시제품을 발표하였으며 이를 계기로 많은 사람들이 대형 칼라 AC PDP에 대하여 관심을 갖게 되었다. 이 후에 수명 등의 이유로 주로 AC PDP가 양산에 적합하다고 판정되어 대부분의 회사들이 AC PDP의 개발 및 생산에 주력하고 있다. 한국의 오리온전기, 삼성전자, LG전자 및 현대전자 등의 회사들도 대형 AC PDP의 시장이 매우 커질 것으로 생각하여 적극적인 연구개발에 나서게 되었고 그 결과 한국의 각 회사별로 대형 AC PDP시제품이 발표되었다.

현재 PDP 사업에 적극적으로 참여하고있는 회사로서는 Electroplasma, Photonics System, Plasmaco, Fujitsu, NEC, Hitachi, Thomson, LG, Orion, Samsung, Hyundai 등이 있으며 각 사마다 양산 및 저가공정 개발에 매진하고 있다.

2. AC PDP의 구조 및 동작원리

PDP의 기본구조는 유리 기판 위에 Stripe상의 전극을 형성하고 2장의 기판(상 하부)에 대해 약 0.1mm의 방전공간을 두고 전극들이 서로 교차하도록 배치된 구조를 가진다. PDP panel 제조방식에는 각 Panel의 방전 Cell의 위치가 고정되고 전극이 Plasma에 노출된 DC PDP와 전류제한 기능

과 메모리특성을 가지는 유전체로 피복된 전극과 Barrier Rib이 Stripe상으로 형성된 AC PDP로 크게 구분되고 있다.

DC PDP는 방전 시 방전 전극이 이온들에 직접 노출되어 있으므로 이온들의 충돌에 의하여 전극의 수명이 매우 짧다. 그러나 AC PDP는 전극이 유전체 보호막에 의하여 직접 이온에 노출되지 않기 때문에 DC PDP에 비하여 수명이 길어 대부분의 PDP에 관한 연구개발은 AC PDP에 집중되어 있다. 칼라 AC PDP 방전 셀의 구조는 그림 1과 같다. 그림에서 알 수 있듯이 AC PDP는 전면 유리기관, 전극, 유전체, 격벽, 형광체, 유전체, 전극, 및 후면 유리기관의 순서로 구성되어 있다. 방전가스로 채워져 있는 상부전극과 하부전극사이에 교류전압이 인가되어 인가된 전압의 크기가 방전개시전압을 넘게 되면 방전현상이 일어나게 된다. 이때에 방전가스는 주로 He과 Xe의 혼합가스를 이용하며 방전 시에 Xe으로부터 147nm의 파장을 갖는 자외선이 발생된다. 발생된 자외선은 방전셀 내부에 도포된 형광체에 흡수된다. 자외선을 흡수한 형광체는 형광체의 종류에 따라 적색, 녹색, 및 청색광을 방출하게 된다. 이를 이용하여 칼라 AC PDP를 구현할 수 있다.

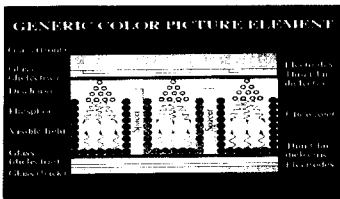


그림 1. 기본적인 천연색 AC PDP의 구조

이상에서 볼 때 AC PDP셀의 특성은 방전공간, 전극구조, 가스

종류 및 압력등에 크게 좌우됨을 예측할 수 있다. 또한 소비전력과 구동전압이 크며 방전효율이 낮다. 따라서 AC PDP에 대한 연구분야는 크게 형광체의 개선, 방전형식, 셀 구조 및 방전가스 분야 그리고 구동회로에 대한 연구를 들 수 있다. 이를 통하여 AC PDP의 효율, 휘도 및 화질개선을 이룩하면 빠른 시간 내에 기존의 CRT TV를 대체할 수 있을 것으로 기대된다.

3. AC PDP의 공정과정 및 재료

오래 전부터 일본 및 미국의 기

업체를 중심으로 중 대형 AC PDP의 제품화가 활발히 추진되어 왔다. Fujitsu에서는 1993년에 21인치형 칼라 AC PDP를 최초로 제품화 시킴으로써 CRT를 대체할 정보표시용의 대형벽걸이 TV용으로서의 가능성을 제시하였다. 최근에는 특히 Printing, Sandblasting, Photolithography등의 새로운 제조장비의 개발과 이에 의한 Panel 공정기술이 확립됨으로써 일본 및 한국의 기업체에서 40" 이상의 크기를 갖는 Full Color AC PDP를 TV용으로 양산하기에 이르렀다. CRT를 대체하기 위한 AC PDP의 최소한의 성능조건은 휘도의 경우

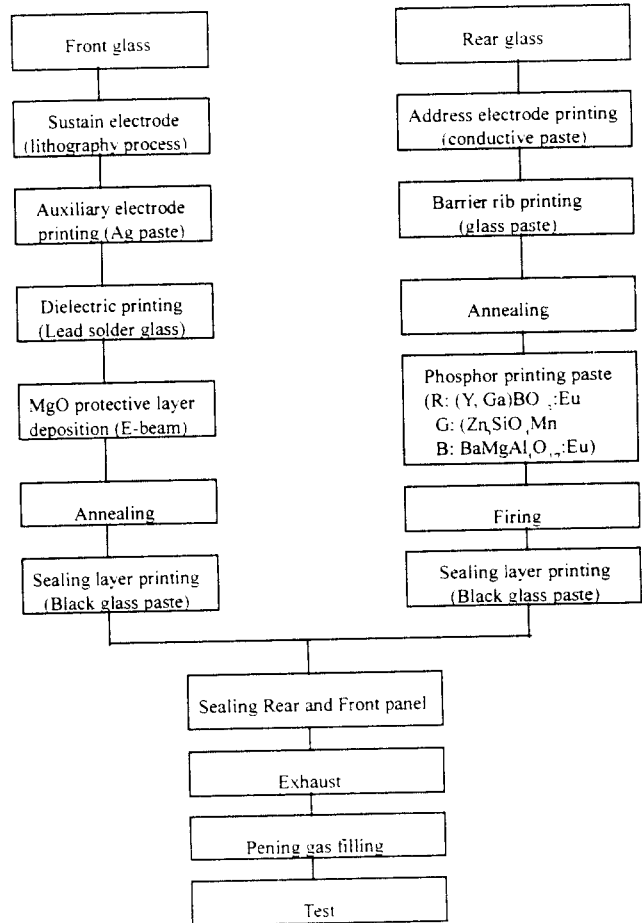


그림 2. 기본적인 AC PDP 공정 과정

350cd/m' 이상이며 수명은 약1만 시간 이상이어야 하는데 이와 같은 요건을 만족시키는 AC PDP가 Fujitsu, NEC, Hitachi, LG, Orion, Samsung 및 Hyundai 등의 업체에서 양산 중이거나 양산 준비 중에 있다. 이러한 AC PDP의 기본적인 공정과정은 그림 2와 같다.

AC PDP의 제작에 들어가는 재료로서는 우선 대형크기의 유리기판이 요구된다. AC PDP의 제작 공정 중에 유전체 막, 격벽 및 형광체 등의 형성 시에 약 500(C - 600(C)의 열처리 공정을 거치므로 이런 경우에도 유리기판의 변형이 일어나서는 곤란하므로 이에 적절한 유리기판 재료가 요구된다. 현재에는 주로 두께 3mm의 소다유리롤 사용하고 있다.

AC PDP의 제작에 중요한 격벽의 재료는 PbO, B2O3, SiO2의 혼합물로서 격벽의 폭과 높이는 각각 50um와 100um 정도이다. 이러한 격벽을 형성하는 방법에는 Screen Printing 및 Sandblasting 방법이 있으며 이를 이용하여 형성된 격벽의 모양이 그림 3에 나타나 있다.

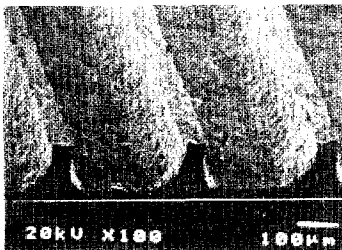


그림 3. Sandblasting 방법으로 제작한 PDP용 격벽

AC PDP에는 유리기판에 부착되어 있는 전극의 절연을 위하여 투명유전체가 필요하다. 따라서 투명유전체는 절연저항이 높고 광투과율이 좋아야 한다. 방전 시에 투명유전체의 표면에 이온들이 충

돌하여 표면을 손상시켜 AC PDP의 수명을 단축시키므로 이를 보호하기 위하여 투명유전체 위에 보호막을 입힌다. 현재 많이 사용되고 있는 보호막 재료로서는 MgO가 있으며 MgO는 이온의 충격에 의하여 많은 2차전자를 방출하여 AC PDP의 휘도를 높여주므로 AC PDP에서 매우 중요한 역할을 하는 재료이다.

천연색 AC PDP를 제작하기 위하여는 가스방전 시에 방출되는 진공자외선을 흡수하여 이를 가시광선으로 변환시키는 형광체가 있어야 한다. 현재 가장 많이 사용되는 형광체 재료로서는 적색발광용인 (Y, Gd)BO3:Eu 형광체, 녹색발광용인 Zn2SiO4:Mn 형광체 및 청색발광용인 BaMgAl14O23:Eu 형광체가 있다. 이들 형광체들은 색순도가 우수하며 잔광시간이 짧아 동영상을 구현하는데 무리는 없으나 고휘질 TV를 구현하기 위하여서는 잔광시간이 더욱 더 짧은 형광체의 개발이 요구되고 있다.

상부유리기판에는 방전 시에 전압을 인가하고 이로부터 생성된 광을 투과 시키기 위한 투명전극이 필요하다. 보통 ITO전극을 많이 사용하고 있으나 ITO 전극의 저항치가 크므로 대형의 고정세 AC 구동을 위하여서는 ITO 위에 금속 보조전극을 붙여서 인가된 신호의 찌그러짐을 방지하고 있다. 금속 보조전극 재료로서는 Cu를 Sputtering하여 사용하고 있다.

방전 시에 147nm의 진공자외선을 발생시키기 위하여 사용되는 가스들로서는 He, Ne, 및 Xe 들을 혼합하여 사용하고 있다. 가스들의 혼합비율 및 압력이 방전가스의 효율을 높이는 데에 매우 중요하다. 그 이외에도 매우 중요한 분야의 하나로서는 AC PDP의 구동회로를 들 수 있다. 현재 천연

색의 256 계조를 구현하기 위하여 사용되는 구동방법은 Fujitsu가 개발한 ADS 방식이 있으며 이의 단점을 보완하기 위한 AWD 방식 및 Irregular Addressing 방법들이 제안되어 이들의 실용성에 대하여 깊은 연구가 진행되고 있다.

이상에서 보듯이 고휘질 칼라 AC PDP를 구현하기 위하여서는 재료, 공정개발, 및 구동방식 등에 많은 관심과 연구가 이루어져야 될 것으로 생각된다.

4. 현황 및 전망

PDP에 관한 산업체의 현황을 알기 위하여서는 가장 최근에 열렸던 전시회의 내용을 살펴보는 것이 매우 적절한 일이라 생각된다. LCD 및 PDP에 관한 전시회가 1997년 10월 29일부터 10월 31일 까지 일본의 요코하마에서 개최되었다. 본 전시회의 특징은 더 크고, 더 밝고, 더 해상도가 우수한 평판디스플레이의 개발제품들이 많이 전시되었다는 데 있다.

크기와 성능이 다양한 LCD 제품들이 notebook PC에 이용되고 있으며 또한 desktop PC에 사용되던 CRT monitor 들이 점차로 LCD로 대체되어가고 있는 추세이다. 따라서 세계의 LCD 시장은 점차 증가세에 있으며 그 규모도 빠른 속도로 증가하고 있다. 반면에 PDP의 경우에는 LCD와는 달리 주 응용범위가 벽걸이형 TV에 있으며 그 관심도가 점차로 고조되어가고 있는 중이다. 따라서 일본을 중심으로 이미 양산이 시작되었으며 한국이 그 뒤를 이어 양산준비를 하고있는 단계에 접어들고 있다. 따라서 본 전시회에서는 평판디스플레이 제조업체, 장비업체, 관련재료업체, 및 검사장비업체 등이 최신의 제품들을 전시하여 놓았으며 관람객들에게는 평판

디스플레이 관련산업의 진수를 볼 수 있었던 매우 좋은 기회였다고 생각한다.

PDP는 LCD와는 달리 그 응용 범위가 벽걸이형 TV에 있으므로 예상되는 시장의 규모도 대단히 클 것으로 짐작할 수 있다. 따라서 이번 전시회에서 전시회 참가자들은 각사의 PDP 전시제품에 많은 관심을 나타내었다. 이번 전시회에 출품한 회사로서는 NEC, HITACHI 및 Fujitsu가 있으며 NEC는 CosmoPlasma라는 이름의 33" 및 42" 크기의 PDP를 선보였고, HITACH는 HI-PLASMA, Fujitsu는 ImageSite라는 이름으로 각각 25" 및 42" 크기의 PDP를 전시하였다. 국내의 회사들의 제품들은 한국의 전자전시회에서 LG전자, Orion 전기 등이 대형 AC PDP를 선을 보인바 있다.

제일 먼저 양산설비를 갖추고 생산에 돌입한 회사는 Fujitsu로서 현재 42" wide color PDP를 시중에 판매하고 있다. Fujitsu의 42" PDP는 16:9의 화면 비율을 가지고 있으며 화소수는 852x480이며 1,677천 색상을 나타내고 있다. 최대 백색 휘도는 약 300cd/m²이며 명암 비는 새로운 구동회로는 채택하여 400:1의 성능을 갖도록 제작되어 있다. 그러나 전시장에서 느낀 Fujitsu의 42" PDP의 성능은 NEC 및 Hitachi에서 출품한 제품에 비하여 다소 떨어지는 것으로 판단되었다. 그림 4에 Fujitsu 사의 42" AC PDP가 나타나 있다.

Fujitsu보다는 양산제품의 발표 시기가 다소 늦기는 하였으나 NEC에서는 Capsulated Color Filter(CCF) 방식을 채택하여 색순도가 우수하며 852x480의 화소수에 1,677천 색상을 나타내는 42" AC-PDP를 전시하였다. 이 제품은 색상의 선명도에 있어서

매우 우수하였다. 이는 CCF (Capsulated Color Filter) 방식을 이용하여 색순도를 개선하였기 때문인 것으로 생각되었다.

HITACH는 일본 최초로 25" 크기의 XGA급, 고해상도 PDP를 개발하여 전시하였다. HITACH의 25" HIPLASMA 제품은 1024x768 화소를 갖고 있으며 최대 백색 휘도는 약 100 cd/m²이었다. HITACHI의 25" HIPLASMA는 주로 multimedia, CAD 및 graphics 등의 응용을 위하여 적합하도록 제작되었다.



그림 4. 가정용 PDP TV

5. 결 론

미래의 대형 평판디스플레이 시장은 부피가 작고 가벼우며 두께가 매우 얇고 시야각이 넓으며 해상도가 높은 AC PDP가 현재의 CRT를 대체할 것으로 생각된다. 그림 4에는 거실에서 마음대로 위치를 바꾸어 가며 즐길 수 있는 AC PDP의 모습을 나타내었다. 가정용 이외에도 비행장 및 역에서의 정보표시, 대형 백화점이나 쇼핑센터에서의 상품선진, 화상회의를 위한 화면, 고급Computer 모니터, 기타 특수응용에 사용될 수 있는 PDP는 거대한 시장을 창

출해낼 수 있는 잠재력을 갖고 있음이 명백하다.

현재 PDP의 시장확대를 저해하고있는 요소로서는 화면의 휘도나 화질이 CRT를 따라가지 못하고 있으며 또한 PDP의 수율이 낮아 생산단가가 매우 높다는 점이다. 따라서 각종 PDP용 재료의 성능향상, 휘도를 높이고 화질을 개선할 수 있는 구동회로의 개발, 생산공정의 자동화, 저가격 공정 개발 등이 PDP시장의 빠른 개척을 위하여 필수적이며 이로 인하여 PDP의 단가가 CRT 수준으로 낮춰질 수 있을 것으로 기대된다. PDP의 가격이 단위 인치 당 미화 20달러정도로 낮춰질 경우 PDP의 시장규모는 현재의 CRT 및 LCD 시장의 규모를 능가할 것으로 기대된다.

앞으로 생산될 국산 PDP의 국제경쟁력을 높이기 위하여 한국전기전자재료학회 회원들의 PDP에 대한 관심과 적극적인 연구참여가 필수적이다. 참고로 현재 양산되



그림 5. Fujitsu사의 42" 칼라 AC PDP.

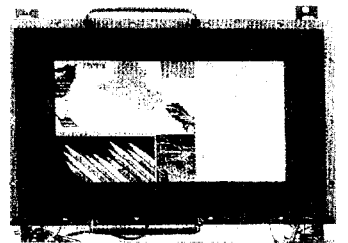


그림 6. Photonic's 사의 SXGA급 21" 칼라 AC PDP.

고 있는 Fujitsu의 VGA급 해상도의 42" AC PDP와 Photonics System의 SXGA급의 21" 칼라 AC PDP 제품을 그림 5 및 그림 6에 나타내었다.

참고서적

1. Albert Lee, Information Display, Vol. 13, No. 10, Society for Information Display, Oct., 1997.
2. Joe Hallet, Information Display, Vol. 14, No. 1, Society for Information Display, Jan., 1998.

<서대식 위원>