

# 플라즈마 디스플레이 패널의 개요 및 연구동향

이 글에서는 디지털 정보시대를 맞이하여 경량, 박형으로 40 인치 이상의 크기를 갖는 꿈의 벽걸이 텔레비전이 실현 가능한 디스플레이 소자로서 주목 받고 있는 플라즈마 디스플레이 패널(PDP : Plasma Display Panel)의 특징, 구조, 제조공정 및 구동방법을 소개하고, 시장전망 및 연구 동향, 그리고 향후과제에 대해 살펴보고자 한다. 황기웅

## 플라즈마 디스플레이 패널의 특징

**PDP**는 가스방전을 이용하는 자체 발광소자로서 CRT에 필적하는 화질과 대화면화가 용이하고, 박형, 경량, 광시야각의 장점을 가지고 있으며 특히, 30"~70" 화면 크기 영역의 디스플레이 소자로서 가장 기대되는 평판 표시 소자이다. 표 1에 PDP의 특성을 타 디스플레이 디바이스와 비교하였다.

### 대형화, 경량화, 박형화

PDP는 두 장의 평판 유리 사이에 수 십만(NTSC)에서 많게

는 200만(High Definition) 개의 화소를 설치하고, 각각 화소에 외부에서 전압을 인가하여 화상을 표시하므로 박형, 경량화가 가능하고, 액정소자와 달리 각 화소의 구동을 위해 트랜지스터가 필요 없어 대형화에도 용이하다. 실제 제품으로 나온 40인치 이상인 경우에 있어서도, 무게가 40kg, 두께는 10cm(CRT의 1/10) 이하에 불과하다. 그림 1은 PDP의 적용 예를 보여주는 사진이다.

### 고화질 및 디지털 구동

Full color PDP는 가스방전에 의하여 발생된 자외선을 이용하여 형광체를 자극하여 컬러 영상

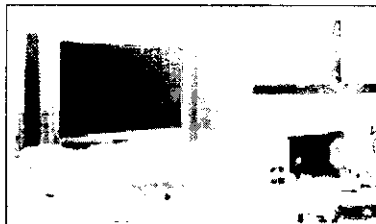
을 얻음으로써 CRT수준의 색재현이 가능하다. 또한 그 구동방식이 방전의 온(ON), 오프(OFF) 특성을 이용한 디지털 구동방식을 채택하고 있어 디지털 방송의 경우에 있어서, 디지털 영상신호를 아날로그 인터페이스 없이 그대로 사용한다는 점에서 차세대 디지털 텔레비전에 적합하다.

### 자발광 및 광시야각

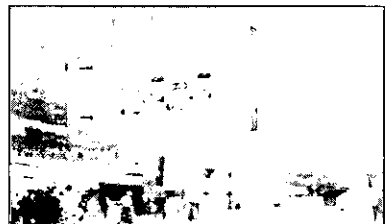
액정소자(TFT-LCD)와는 달리 PDP는 자체 발광소자이므로 외부광원이 따로 필요하지 않고, 160도 이상의 넓은 광시야각을 가진다.



(a) 회의실



(b) 가정용



(c) 공공장소

그림 1 PDP의 적용 예

• 황기웅/ 서울대학교 전기·컴퓨터 공학부, 교수/ e-mail : kwhang@snu.ac.kr

표 1 주요 디스플레이 소자와 PDP의 특성 비교

특성 소자	표시 용량	대형화	해상도	휘도	콘트라 스트	응답성	시야각	두께	질량	소비 전력	수명	가격
PDP	◎	◎	○	○	○	◎	◎	◎	○	△	○	○
Flat CRT	○	○	○	◎	◎	◎	◎	X	X	X	○	△
TFT-LCD	◎	△	◎	△	○	△	△	◎	◎	◎	○	△
EL	○	△	◎	◎	○	◎	◎	◎	○	△	X	△
LCD 프로젝터	○	◎	△	△	X	△	△	△	X	○	△	△

◎: 아주 우수, ○: 우수, △: 보통, X: 나쁨

### 내환경성

PDP는 패널 자체의 경우, 두 장의 유리기관이 완전히 프리트(Frit) 글라스로 밀봉이 되어 있어 온도 및 습도에 영향을 받지 않으며, 사용온도는 구동회로의 전자부품의 동작이 허용되는 온도로 결정된다. 특히 CRT와 달리 전자총이 없으므로 내진동 특성이 좋으며, 자계에 의한 영향을 받지 않아 왜곡이 없는 깨끗한 영상을 얻을 수 있다.

### 플라즈마 디스플레이 패널의 구조 및 제조공정

PDP는 일반적으로 구동원리에

따라 교류형, 직류형으로 나누어지며, 또한 구조에 따라 면방전형과 대향 방전형으로 크게 나뉘어진다. 현재 대부분의 PDP가 교류형 면방전형이므로 여기서는 이를 중심으로 그 구조 및 제조공정에 관하여 설명한다.

### PDP의 구조

교류형 면방전형 PDP는 아래 그림 2에서와 같이 두 장의 유리기관 사이에 방전을 위한 전극을 서로 직교되게 형성하고, 그 위에 절연을 위해 유전체층이 형성되고, 각 화소를 구분하기 위해 격벽이라 불리는 차단벽을 두며, 그 위에 다시 컬러 영상을 얻기 위한 형광체층이 형성된다. 그리고 이 두 유리 기관을 프리트 글라스로 결합한 후, 그 내부를 제논(Xe), 네온(Ne), 헬륨(He) 등의 불활성 혼합 가스를 채워 넣고 밀봉하

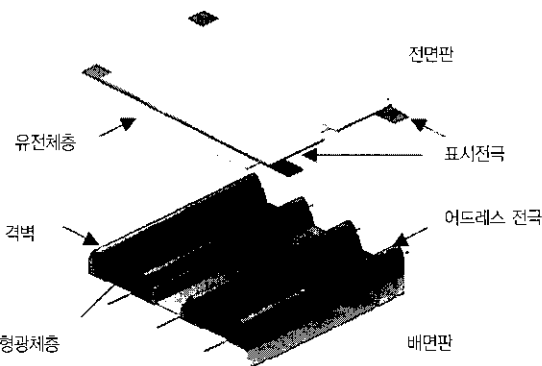


그림 2 PDP 구조를 보여주는 사시도

게 된다.

상기 구조에서 해당 전극에 외부에서 일정 크기 이상의 전압을 인가하면 해당 화소에 방전을 일으켜 147 nm의 진공 자외선이 발생하게 되고, 이 자외선은 형광체에 충돌하여 고유파장의 가시광선을 발광하고 각 셀의 가시광선이 조합되어 컬러표시가 이루어진다.

### PDP의 제조 공정

일반적인 PDP의 제조공정은 그림 3에서와 같이 전면판 및 배면판을 각각 따로 제작한 후, 상기 전면 및 배면판을 프리트(Frit) 글라스로 합착한 후 패널 내부를 진공배기하고 방전가스를 주입하는 과정으로 이루어진다.

먼저 전면판의 경우, 유리기관 위에 ITO 또는 SnO<sub>2</sub> 등의 도전성 투명 물질을 코팅한 후 이를 사진 식각법으로 투명 표시전극을 형성하고, 다시 그 위에 투명 전극의 높은 저항에 따른 전압강하를 방지하기 위하여 가늘게 금속성 재료로 모전극을 형성한다. 이후 표시전극상에 유리 분말 페이스트를 인쇄하고 소성하여 투명한 유전체층을 형성하고, 다시 이 유전체층을 방전시 플라즈마 충격으로부터 보호하기 위한 산화 마그네슘으로 이루어진 보호층을 형성해준다.

한편, 배면판은 유리기관 위에 금속제로 어드레스 전극을 상기 전면판의 표시전극에 직교하는 방향으로 형성하고 그 위를 반사율이 높은 유리재의 유전층을 형성한다. 이 유전층은 어드레스 전

극 절연과 더불어 셀 내부에서 발생된 가시광을 전면으로 반사시키는 역할을 담당한다. 다음으로 하판 유전층위에 화소 각각을 구분하기 위한 격벽을 형성한다. 이 격벽 형성기술은 초기에는 인쇄법을 이용하여 수회 연속 인쇄함으로써 원하는 높이를 얻었으나 현재는 대부분의 업체들이 샌드 블라스트(Sand blast)방식을 이용하고 있다. 다음으로 PDP의 컬러화를 위해 적색, 녹색, 청색의 형광체를 상기 격벽의 사이사이에 각각 형성함으로써 배면판 공정이 완성된다.

그 다음 완성된 전면판 및 배면판을 배기로에서 고온 합착하고 진공 배기 후, 방전가스로 제논(Xe), 네온(Ne), 헬륨(He) 등의 혼합가스를 약 500 Torr 정도 채워 넣음으로써 패널 제조 공정이 완료된다.

상기의 PDP 패널제조 공정에서 알 수 있듯이 제조공정 동안 몇 번의 소성과정을 거치므로 제조에 장시간이 소요되고 열변형에 취약한 문제점이 있고, 또한 합착 후 진공 배기시 패널 내부 컨덕턴스(conduc-tance)가 좋지 않은 관계로 불순물 제거에 장시간이 소요되는 문제점이 있어 이를 개선할 수 있는 공정 개발이 요구된다.

### 플라즈마 디스플레이 패널의 구동

PDP의 경우, 화상의 계조 표현을 위해 단위시간 당 가해주는 전압의 펄스 수를 제어하는 방식을 사용하고 있으며, 즉 그림 4와 같

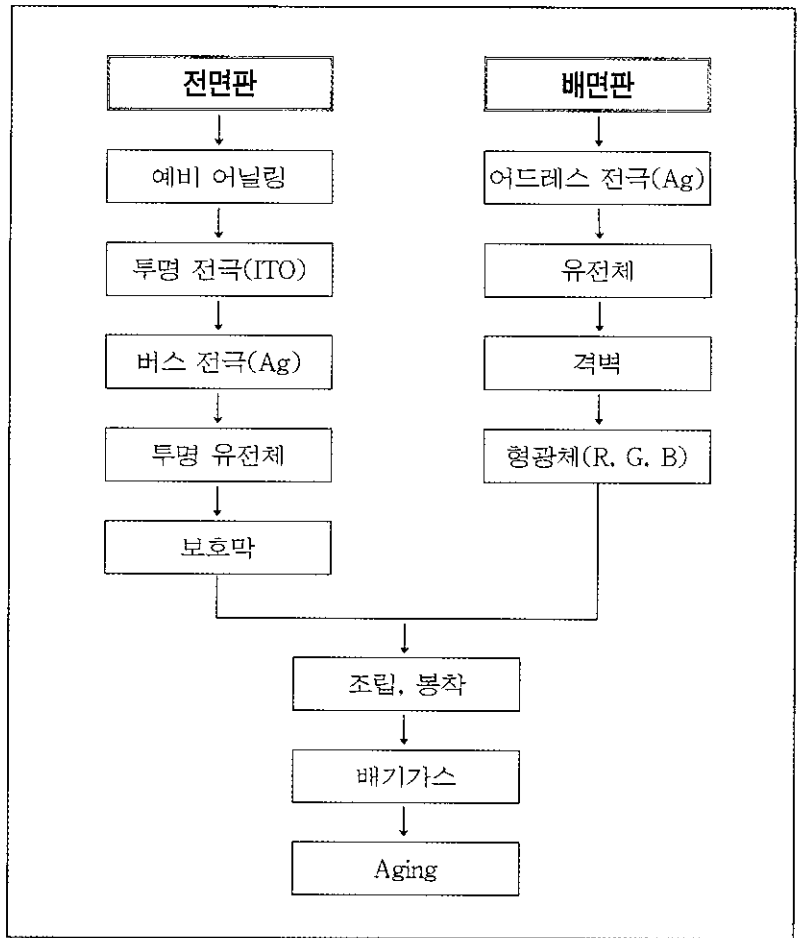


그림 3 교류형 PDP의 제작 공정 흐름도

이 한 TV 프레임에 해당하는 16.7 ms 내에 각각 밝기가 다른 여러 개의 서브필드를 두어 이 서브필드의 조합에 의해 밝기가 조절된다. 또한 상기 각각의 서브 필드는 다시 영상신호를 기입해주는 선택기입 방전기간(Address period)과 선택 기입된 방전 셀의 방전을 유지하는 유지 방 전 기 간 (Sustain period) 과 유지방전 되고

있는 방전셀의 방전을 멈추게 하는 소거방전기간(Erase period)

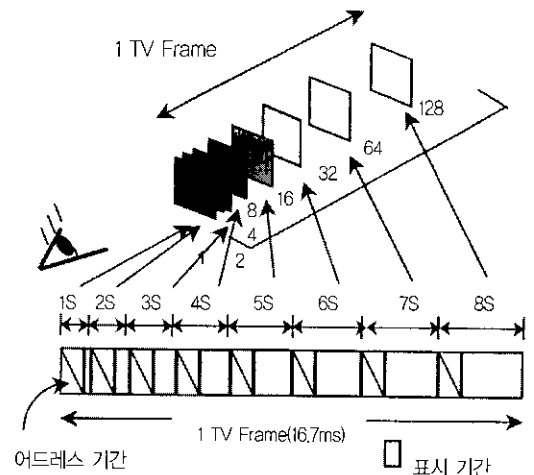
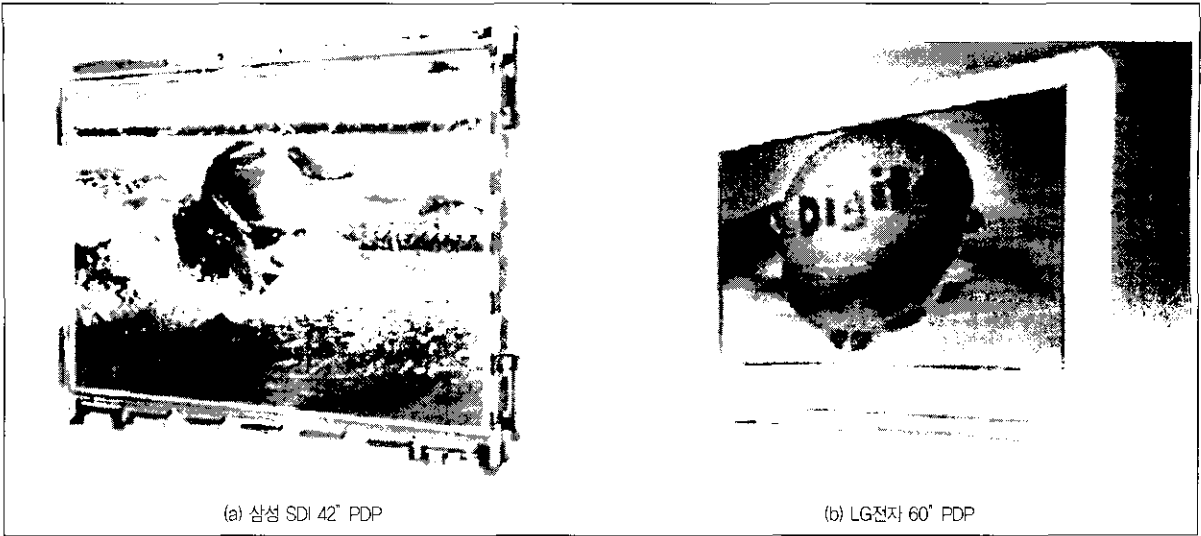


그림 4 PDP의 구동원리도



(a) 삼성 SDI 42" PDP

(b) LG전자 60" PDP

그림 5 국내에서 개발된 PDP 사진

으로 구성된다. 보통사람의 눈에는 칼라당 8bit 서브 필드를 이용하여 256 계조를 표현할 수 있으면 충분한 자연색을 표시할 수 있는 것으로 알려져 있다.

특히, 상기 그림 4와 같이 어드레스 기간과 방전유지기간이 시간적으로 분리되어 있는 방식을 ADS(Address Display Separation)방식이라 부르며, 대부분의 업체에서 채택하고 있는 방식이다.

### 플라즈마 디스플레이 패널의 시장전망 및 연구 동향

#### 시장 전망

최근 미국을 비롯한 유럽, 일본 등이 디지털 시험방송에 들어갔거나 준비작업을 본격화하고 있는 가운데, 우리나라는 올 2001년부터 디지털TV 방송을 시작하기로 확정할 바 있다. 특히, 디지털TV의 세계시장은 2006년까지 수량으로 1억 8,871만 대, 금액으로 3,774억 달러(대당 2,000 달러 기준)에 이를 전망으로, 우

리나라 시장만도 2001년에 40만 대, 2002년에 76만 대, 2003년에 122만 대로 늘어날 것으로 업계는 보고 있다. 현재, 국내업계는 초기시장을 이미 선점하고 있고, 2, 3년 내에 세계 디지털TV 시장의 30~40%를 점유한다는 목표를 세우고 있다.

상기와 같은 디지털TV 방송의 동향에 발맞추어 차세대 디지털 디스플레이의 주역인 PDP는 현재 각 가전업체들에 의해 막대한 투자를 하며 개발되고 있으며, 또한 시장의 성장전망도 다른 평판 디스플레이에 비하여 약 50~60%로 가장 높다. 또한, NRI, SRI 등은 현재의 PDP 가격은 1인치 당 2만 엔 이상의 수준이지만, PDP 1인치 당 1만 엔이 되는 시점에서 가정용 TV로 수요가 크게 확대되어 본격적인 시장이 확대될 것으로 예측하고 있다.

#### 연구 동향

상기와 같이 낙관적인 시장에 촉으로 현재 PDP를 개발, 생산

하고 있는 업체로는 일본의 후지쯔를 비롯하여 NEC, 마쯔시타, 히타찌, Pioneer 등이 있고, 국내에서는 LG전자, 삼성SDI, 오리온전기 등이 본격 참여하고 있다.

PDP의 연구는 '80, '90년대에 일본의 회사들 중심으로 이루어졌으며, 본격적인 개발은 Fujitsu에서 1992년에 21", 26만 색 VGA급 PDP를 상업화하면서 본격적으로 시작이 되었고, 현재 크기로는 30"~63", 해상도는 고선명 TV를 구현할 수 있는 PDP가 개발이 되었으며, 금년에는 양산화가 급속히 진행될 전망이다. 국내업체들은 짧은 개발 기간에도 불구하고, 본격 양산시점은 일본 업체와 같이 시작하기 위해 연구 개발에 총력을 기울이고 있으며, 지금까지의 연구개발 현황을 1996부터 본격적으로 시작된 G7 프로젝트를 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

2001년까지 50"~70"급 HDTV 용 full color PDP개발을 목표로 업계 및 학계에서 각각 대형화, 고정세화 공정기술 및 저가격화

기술 개발과 핵심 요소기술 개발을 추진하여 일본 제품과 대등한 수준의 42", 50" PDP를 개발한 데 이어, 1998년에 LG전자에서 세계 최초로 60" PDP를 개발하였고, 2000년에는 삼성 SDI에서 세계 최대 화면크기인 63" PDP를 개발하는 성과를 이루었다. 그림 5는 국내에서 개발된 PDP의 사진이다.

### 플라즈마 디스플레이 패널 관련 연구개발의 향후 과제

현재의 PDP의 성능은 휘도 550 cd/m<sup>2</sup>, 콘트라스트비 560:1~1,000:1, 소비전력 350 W, 수명 2~3만 시간 정도로 CRT 수준에 상당히 근접하고 있으나, 본격적인 시장 형성을 위해서는 아래와 같은 당면과제의 해결이 요구된다.

#### 고효율화, 저소비전력화

현재 PDP의 성능 중 가장 시급히 개선을 요하는 부분이 저 소비전력화이다.

PDP 셀 내에서의 발광은 전기 에너지가 빛에너지로 바뀌는 과정에서 에너지 변환 효율이 지극히 낮아 약 0.3% 이하에 불과하며, 에너지 손실은 대부분 열로써 방출된다. 특히 PDP는 42"인 경우 약 350 W가 소요되며, 패널의 크기가 50"~60"로 대형화 되면 소비전력이 약 600 W가 넘어 일반 가정용으로는 곤란해진다. 이의 개선을 위해서는 무엇보다도 낮은 에너지 변환효율을 높이지 않으면 안된다.

PDP의 고효율화는 새로운 방전가스의 사용, 새로운 방전모드 채용 새로운 방전셀 구조의 개발, 고효율 구동기술의 개발, 고효율 전력 회수기술, 광변환율이 높은 형광체의 개발 등을 통해 구현할 수 있다.

#### 저가격화

현재 PDP 가격은 42" WVGA를 기준으로 하여 약 1,000만 원 수준으로 가정용으로 보급되기에는 가격이 높다. 이는 PDP부품이 아직 소량 생산되고 있고, 수율이 낮으며, PDP 특성상 고내압의 구동회로 소자를 사용해야 하므로 해당소자가 고가이기 때문이다. 향후 가정용으로 사용되기 위해서는 가격이 대폭 낮추어져야 할 것으로 전망하고 있다.

#### 고휘도화 및 고콘트라스트화

현재 PDP업체가 대부분 500~550cd/m<sup>2</sup> 정도의 휘도를 달성하고 있어 브라운관에 육박하고 있으나 제품화할 때에 외광 반사나 패널로부터의 불요복사를 차단하기 위한 필터의 사용 및 HDTV의 경우와 같이 고정세화에 따른 휘도 감소를 고려할 때, 패널 자체의 휘도가 최소한 600 cd/m<sup>2</sup> 이상은 되어야 한다. 이를 위하여는 형광체의 효율향상, 방전셀과 구동방식의 개선 등이 요구된다.

또한, 휘도와 결부되어 고려해야 할 것이 콘트라스트 문제인데, PDP는 본래 예비방전에 따른 흑색표시의 열화로 인하여 콘트라스트가 나빠진다. 따라서, 이를

개선시키기 위하여 구조상으로는 칼라필터, 블랙 매트릭스, Tinted glass등을 채용하거나 구동상으로는 예비방전 횟수를 저감하는 등의 기술이 개발되고 있다.

#### 고정세화

앞으로 다가오는 고화질 TV(HDTV) 방송을 위해 정한 규정으로, 미국 CEMA (Consumer Electronics Manufacturers Association)의 정의에 따르면 HDTV는 주사선수 720의 순차주사(progressive scan) 영상, 또는 주사선수 1,080의 비월주사(interlace scan) 영상, 또는 이 두 경우 이상의 수직해상도를 갖는 영상을 재생할 수 있는 TV를 말하고, 또한 가로세로비가 16:9로 되어야 한다. 즉, 한 화소의 크기가 50" PDP의 경우, 순차주사방식일 때에는 810μm, 비월주사방식일 때에는 576μm 정도가 되어야 하므로, 고정세의 기술개발이 필요한데, 특히 격벽 제조시 패턴닝의 세밀화와 패널 구동시 스캔라인수의 증가에 따른 고속구동 기술개발 등이 요구된다.

#### 대화면화

현재 LG전자에서 60" PDP, 삼성SDI에서 63" PDP를 각각 시제품화 하였으나, 이를 안정적으로 생산하기 위해서는 패널 제조시 열처리공정에 있어서 뒤틀림이 발생하지 않는 공정개발과 각 방전 셀 부품을 대화면 면적에 균일하게 형성할 수 있는 공정기술의 개발이 필요하다.