

기술 특 집

PDP 기술 동향 Over View

이 광 식(삼성SDI 주식회사 PDP개발팀 상무)

I. 요약

차세대 디스플레이로 부각되는 FPD(Flat Display Panel) 가운데 Digital TV 및 산업용 Display로 각광 받고 있는 PDP(Plasma Display Panel)는 최근 LCD, Projection Display 등의 비약적인 기술발전으로 인한 치열한 경쟁 속에서도 지속적인 기술발전을 거듭하고 있다. PDP는 자발광 Display로서 CRT에 버금가는 밝기, 선명성, 넓은 시야각, 색재현력 등의 장점을 가지고 있으며 소비전력, 발광효율, 감성화질 등의 향상에 노력을 경주하고 있다. 본 소고에서는 이러한 PDP의 고화질 기술동향에 대해 알아보겠다.

II. 서론

Digital TV 방송이 시작되면서 HD(High Definition)급 고화질에 사용자의 관심이 모여지고 있다. 미국식 Digital 방식(ATSC: America Television Standard Committee)에 따르면 HD 규격은 16:9 화면 비율에 1920×1080i 및 1280×720P로 나뉘어진다. 일반적으로 가장 많이 사용되는 HD Format인 1080i의 경우 1frame의 화소수가 약 207만 개가 되어 일반적인 아날로그 TV의 약 5배 이상이 되어 사진과 같은 영상을 시청자에게 제공하게 된다. 따라서 시청자는 좀 더 큰 화면, 좀 더 선명한 화질을 요구하게 되었고 이러한 욕구는 기존의 CRT 방식 TV로는 구현되기 어려워 새로운 방식의 Display Device의 출현이 불가피하게 되었다. 이에 강력한 대안으로 등장한 것이 바로 PDP(Plasma Display Panel)이며 PDP는 60 이상의 초대형 화면을 불과 10cm 이내의 두께로 구현할 수 있고, CRT와 같은 자발광 Display임에 따라 색재현력 및 시야각에 따른 왜곡현상이 없는 특성을 가진다. 또한 LCD 등에 비해 제조 공법이 단순하여 생산성 및 원가 측면에서도 강점을 갖는 TV 및 산업용 평판 디스플레이로 각광을 받고 있다.

III. PDP(Plasma Display panel)의 역사

PDP는 역사가 오래되어 그 비슷한 종류로서 과거 1927년 미국 Bell사에 의해 가스방전 디스플레이나 미국 Burroughs사의 Nixie관 등이 개발되었으나 이는 진정한 PDP는 아니고, 그 본격적인 개발은 1964년 미국 Illinois대학의 AC형 PDP의 구조 발명에서 비롯되었다. 이후 1970, 80년대에 일본의 NHK, 후지쯔, 히타찌, 소니, 마쯔시타 등과 미국의 Plasmaco, Photonics, 프랑스의 Thomson 등의 회사주도로 연구개발이 이루어졌다.

일본의 경우 1992년 후지쯔사가 21" 26만색 VGA급 AC PDP를, 1996년에는 42" 풀칼라 AC PDP를 제품화하였고 1997년에는 대부분의 업체가 40" AC PDP를 제품화하였고 1998년에 50" XGA급과 42" HD급(ALis) AC PDP를 제품화하였다. 우리나라의 경우는 1996년 정부 G7과제로 시작하여 1998년에 이르러 40", 50" AC PDP를 시제품화하고 60" AC PDP를 세계 최초로 개발하였으며 2000년에 세계 최대 63" PDP를 삼성SDI가 개발함으로써 PDP 기술 선도국으로 입지를 다져가고 있다.

이외에 평판표시패널(Flat Panel Display: FPD)로서 TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display), FED(Field Emission Device), EL(Electro Luminescence) 등이 연구 개발되어 왔으나, PDP는 플라즈마 가스방전을 이용하는 자체발광소자로서 CRT에 필적하는 화질과 대화면화가 용이하다는 상기 다른 소자에 없는 특징을 구비하고 있다. 즉, 대화면, 박형, 고화질, 광시야각의 장점을 가진 대화면 디스플레이 소자로서 가장 기대되는 평판표시패널이다.

더구나 다가오는 멀티미디어 시대를 맞이하여 TV, 컴퓨터, 인터넷의 기술을 조합한 차세대 벽걸이 디지털 멀티미디어 디스플레이 소자로서 PDP는 새로운 장을 열 것으로 보이며, 올 2005년에 약 600만대의 수요를 창출하여 본격적인 FPD 시대를 열 것으로 전망된다. 이에 최근 수년간 한국과 일본 등을 중심으로 이미 약 100억 \$의 본격적인 투자로써 98년 양산화에 착수하여 99년부터 시장에 PDP를 출시하고

있고, 최근 대만까지 가세 한데다가, 특히 우리나라의 경우 2005년까지 지속적으로 생산능력을 늘려 일본을 앞지를 계획이어서 양국간의 경쟁이 더욱 치열해질 전망이다.

IV. PDP의 원리

1. 방전 원리

'Plasma'는 양전하(이온), 음전하(전자)가 거의 같은 양으로 혼재하여 자유입자에 가까운 행세를 하면서 전기적으로 중성을 유지하고 있는 상태를 말한다.

진공상태에서 양전극과 음전극에 강한 전압을 걸면 내부의 가스가 활성화되었다가 시간의 경과에 따라 다시 안정된 본래의 상태로 돌아가면서 마치 오로라 같은 강하고 아름다운 빛을 발하게 되는데, 이 플라즈마 현상을 이용한 것이 플라즈마 디스플레이이다.

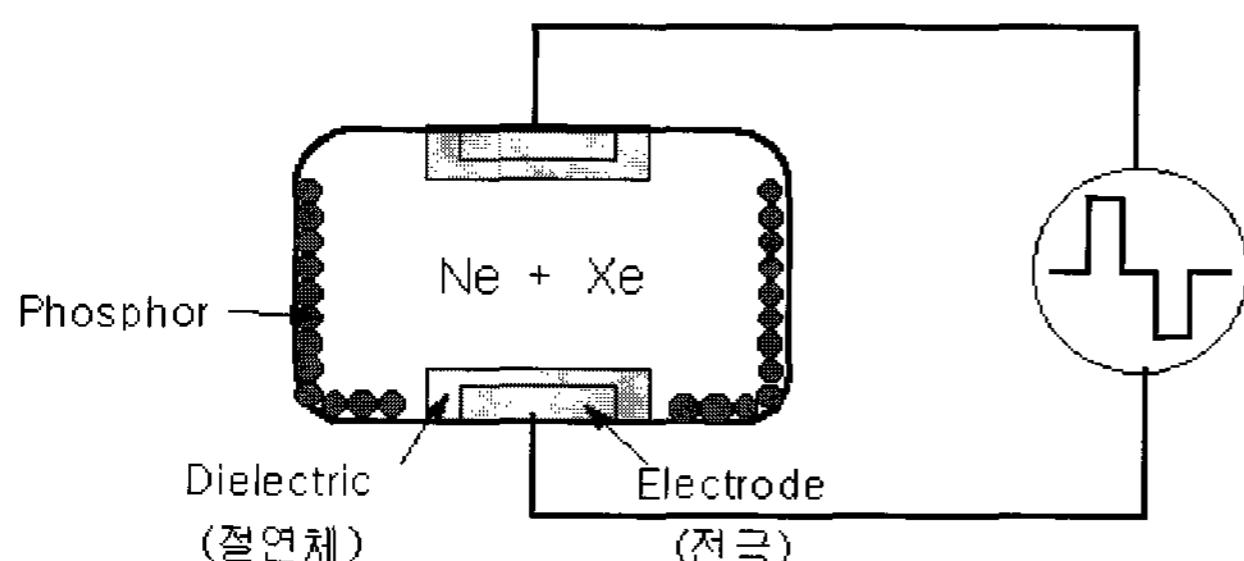
CRT의 경우는 전자총이 한 화소씩 순차적으로 주사하는(scan) 방식을 채용하며, 계조는 아날로그 방식에 의해 구동되는 간단한 구동회로로 이루어져 있으며, 구동 속도가 수십 nano sec로서 빠른 편이나 HDTV와 같이 화소수가 수백만개로 늘어날 경우 수백만 화소의 구동을 한 화소씩 주사하는 방식으로 구현하기는 매우 어렵다.

그러나 PDP의 경우에는 기체방전을 이용한 표시장치로서 한 화소씩 주사하는 방식이 아니라 기체 방전의 강한 비선형성(strong nonlinearity) 특성을 이용한 행구동(matrix driving) 방식을 이용한다. 비선형성이란 기체 방전의 하나의 특징으로서, 기체 방전 현상이 기체의 이온화 과정을 통한 전리에 의한 것이므로 이러한 이온화 반응이 충분히 일어날 수 있는 방전 전압 이상의 전압이 인가될 때만 방전이 일어나며, 그 이하의 전압에 대해서는 방전이 일어나지 않는 기체 방전의 하나의 특성이다.

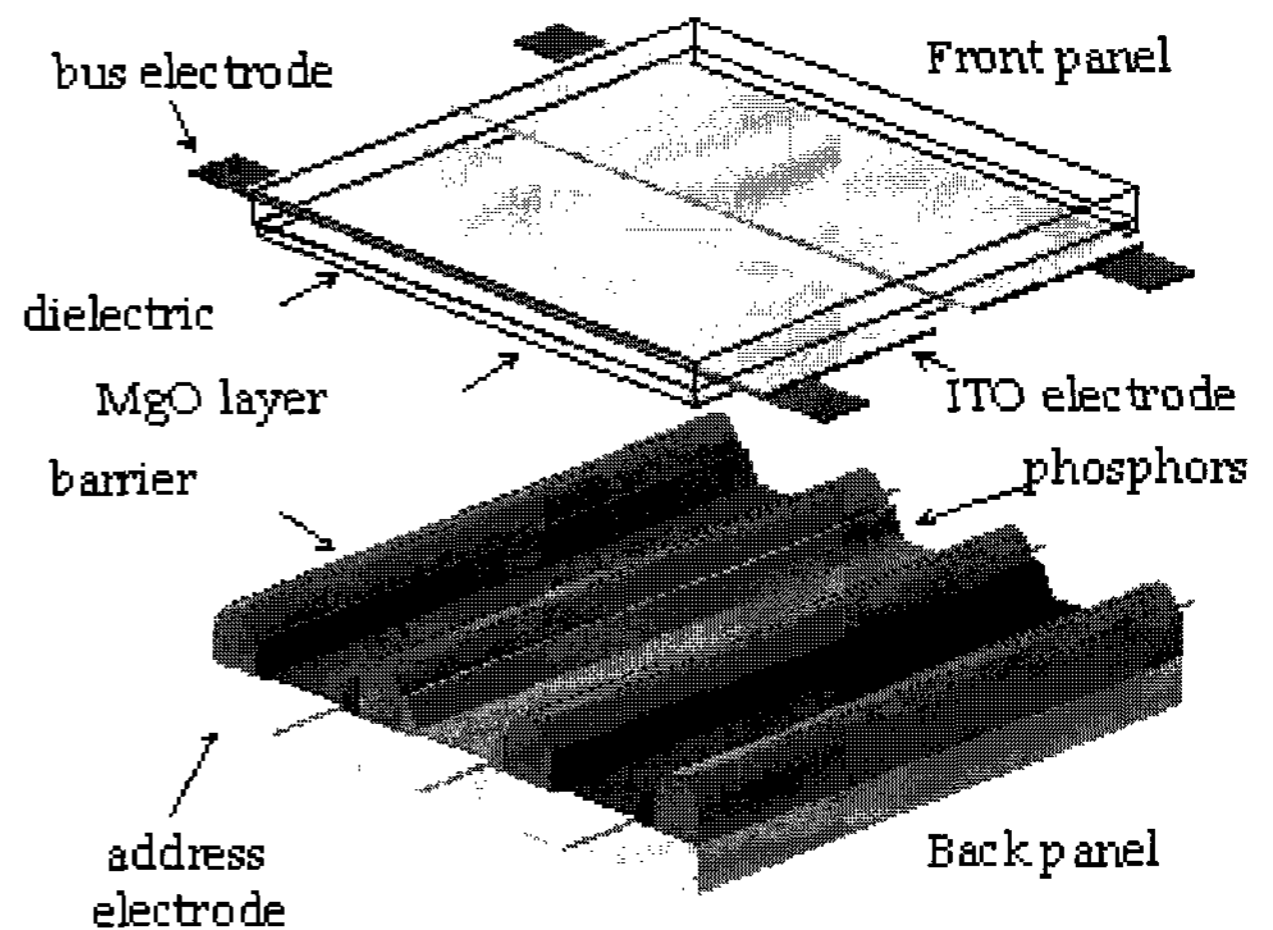
PDP는 Ne, Ar, Xe(크세논) 또는 이들의 혼합물에 높은 전압을 인가하여 플라즈마 상태로 만들고 이 플라즈마의 전리 현상에서 나오는 VUV가 형광체를 자극하여 색을 표시한다.

2. PDP 구조

PDP는 일반적으로 구조와 구동원리에 따라 AC, DC, Hybrid PDP로 나뉘며, 특히 방전구조에 따라 AC 및 DC



[그림 1]



[그림 2] AC type PDP Panel 구조

PDP는 면방전형과 대향방전형으로 나뉘어진다.

Hybrid PDP에는 플라즈마 방전을 LCD에 스위칭 소자로서 이용한 PLC(Plasma-Addressed Liquid Crystal Display)와 AC와 DC를 혼합한 PDP 등이 있다. 그러나, PALC는 일본 SONY사에서만 개발한 바 있는 구조이고, DC PDP는 일본 NHK사, AC/DC PDP는 일본 노리다게 사등 소수업체에서만 개발하고 있을 뿐, 현재 주로 채택되고 있는 구조는 AC 3전극 PDP이다.

3. PDP 구동

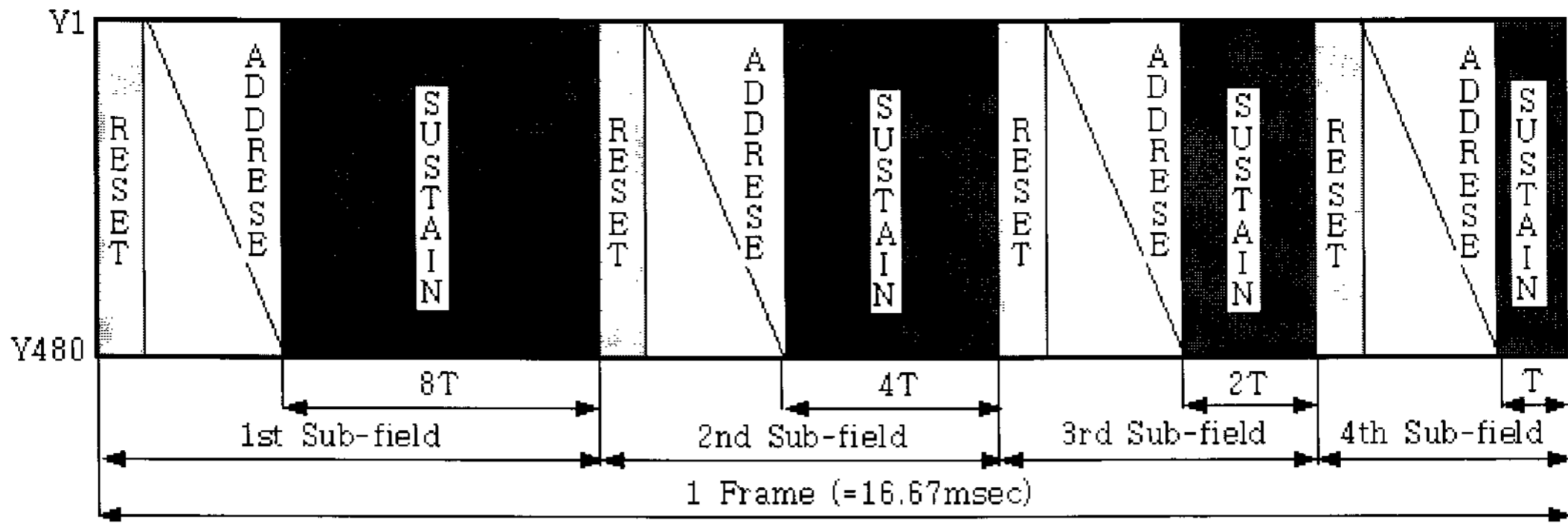
AC PDP의 구동에 있어서 방전은 표시화소 지정을 위한 선택기입 방전(write 또는 address)과 선택기입 된 방전셀의 방전을 유지하는 유지방전(sustain)과 유지 방전되고 있는 방전셀의 방전을 멈추게 하는 소거방전(erase)으로 구성된다.

전면기판의 scan 전극과 배면기판의 address 전극 간의 address 방전으로 인하여 방전셀 내부에는 이전에 없던 벽전하(wall charge)가 scan 전극과 sustain 전극 근처의 유전층 위에 형성된다. 이 벽전하로 인하여 후방전의 sustain 펄스가 가해지면 유지방전이 진행된다.

이와 관련하여 표시전극군의 전체 화소를 동시에 방전시켜 벽전하를 축적한 후 표시하지 않는 셀에만 선택소거펄스를 가하여 해당 벽전하를 소거하여 표시 어드레스를 행하고 유지전압을 가하여 벽전하가 남아있는 셀만 방전시키는 기술이 개발되었다. 이는 이른바 소거 address법으로서 기존의 write address법에 비하여 고속구동에 적합하다. 또한, 예비방전을 약하게 하거나 그 횟수를 현저히 줄임으로써 흑색 표시의 발광휘도를 낮게 억제하여 콘트라스트를 높이는 기술 등이 개발되었다.

한편, AC형 PDP에서 256계조 등의 다계조를 실현하기 위하여 표시기간과 address기간을 분리한 고속계조 구동법이 개발되었는데, 이른바 ADS(Address-and-Display period Separate)법이 그것이다.

먼저 [그림 3]과 같이 ADS법에서는 1초간을 60개의 프



[그림 3]

레이프로 구성한다. 그리고 1프레임을 8개의 sub-field(SF 1~SF8)로 나누고 각 sub-field의 표시기간(CYi1~CYi8)의 폭을 1 : 2 : 22 : 23 : 24 : 25 : 26 : 27의 비율로 하여 이에 포함되는 동일 주파수의 sustain 펄스의 수가 달라지도록 하므로, 그에 따른 휘도의 상대비 역시 1 : 2 : 22 : 23 : 24 : 25 : 26 : 27의 비율로 된다.

각 sub-field의 점등, 비점등을 표시 휘도의 데이터에 따라서 제어하고, 8개의 sub-field의 조합에 의하여 256 계조의 표시를 실현한다. address 기간에는 표시 데이터에 따라서 1라인부터 480라인까지 1라인씩 주사하여 미소방전을 발생시키고 패널 전역의 표시 셀에 벽전하를 축적한다. 그리고 표시기간에 있어서 전면에 동시에 sustain 펄스를 인가하면 address 기간에 벽전하가 형성된 셀에만 방전이 발생하여 표시를 하게 된다.

V. PDP 기술 동향

PDP의 현재까지 기술적 전개 방향은 다음 그림과 같이 표현될 수 있는데 현재 중점적으로 연구되고 있는 분야는 크게 ① 발광효율 향상 ② 고품위화 ③ 저가격화의 3가지로 볼 수 있다.

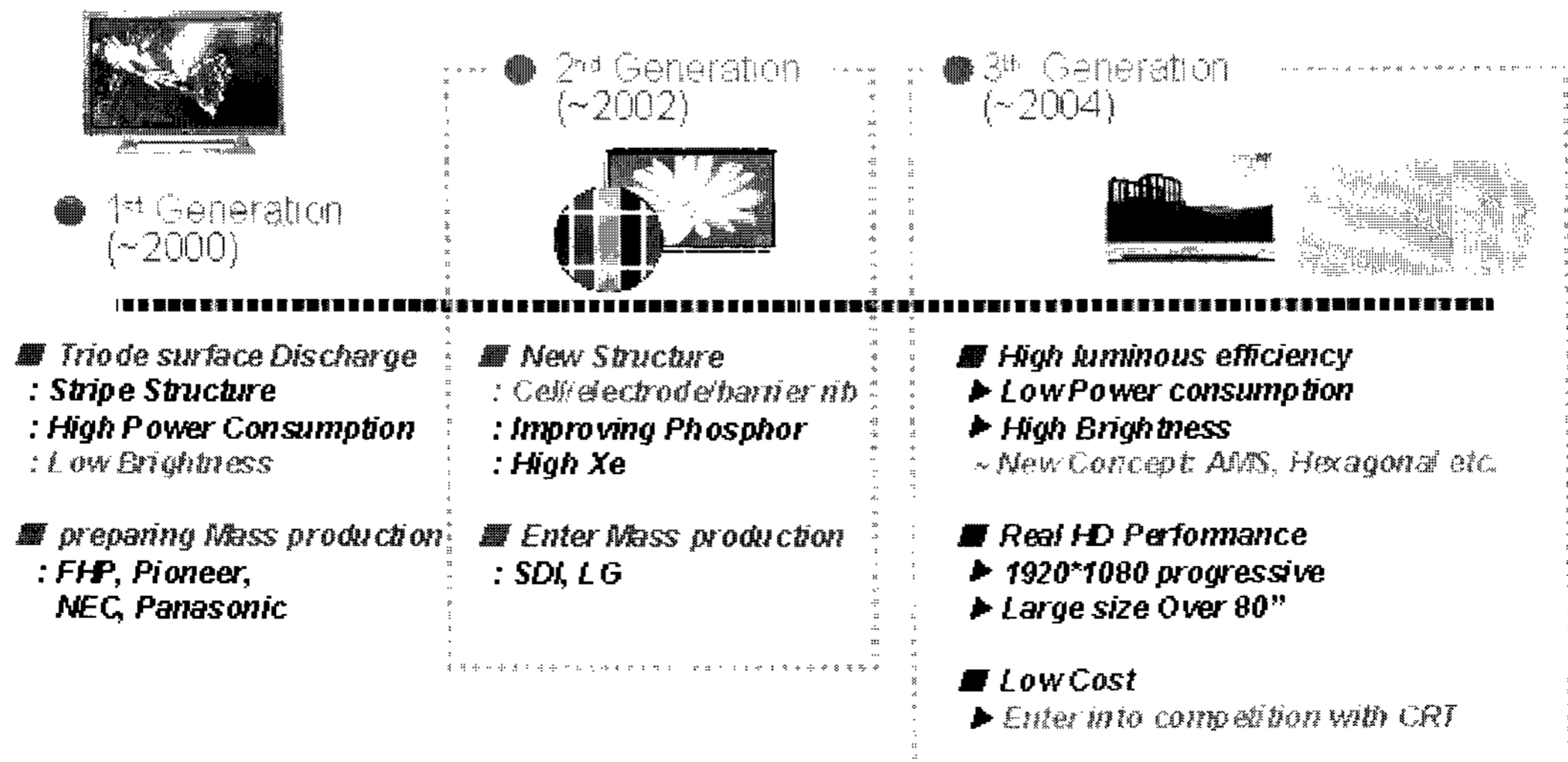
1. 발광효율 향상

PDP의 발광은 전기에너지, 방전에너지, 자외선 에너지, 가시광선 에너지 등의 4단계의 에너지 변환을 거치므로, 현재 셀 내에서의 UV광 변환효율은 6% 이하이다. 더구나 자외선의 형광체 발광효율과 유효 가시광 효율 등까지 고려하면 최종적인 효율값은 0.4%에 불과하다. 이와 같이 큰 에너지 손실에 따른 열발생 등으로 냉각팬을 설치하는 등의 문제가 발생하고 있다.

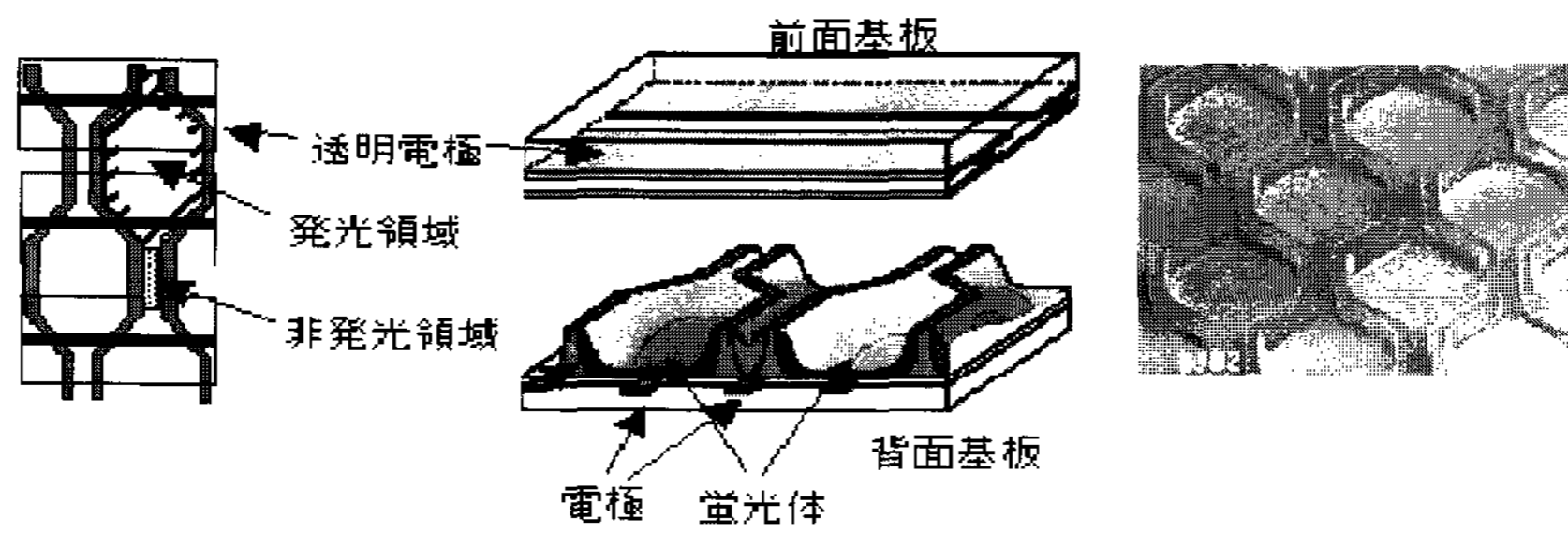
PDP의 효율(lm/W)을 다른 FPD와 비교하여 보면 현재 PDP는 1.8, 브라운관은 2~5, LCD는 2~3.5, EL은 0.2~2 정도이다. 특히 PDP는 42"인 경우 300W 이상이 소요되므로 패널의 크기가 50"~60"로 대형화되면 소비전력이 600W가 넘어 일반 가정용으로는 곤란해진다.

이와 같은 PDP의 저효율은 무엇보다 고휘도화를 어렵게 만드는 직접적인 원인이 된다. 저효율을 개선하기 위하여는 방전가스의 최적화, 개구율과 방전효율을 높이는 등의 새로운 방전셀 구조의 개발, 구동기술의 개발, 고에너지 회수기술, ASIC화, 광변환율이 80% 이상인 고효율 형광체의 개발, R, G, B 형광막의 균일화 등이 요구된다.

이러한 발광효율 향상을 위해 Panel 구조측면에 있어서는 초기의 Stripe 방식에서 폐쇄형 격벽 방식으로 바뀌어 가고



[그림 4]



[그림 5] FHP 六角Cell 구조

있으며 Cell 형상 역시 사각형, 육각형 등 각 업체마다 효율성을 최대한 향상시키는 방향으로 발전되어 가고 있다.

현재까지는 Pioneer의 Deep Waffle 구조를 채택한 Panel의 효율이 가장 앞서는 것으로 알려져 있으며 약 1.8lm/W의 발광 효율을 갖는다.

이외에 FHP는 육각형 벌집 구조를 갖는 panel 구조를 연구 중이며, NEC는 폐쇄형 사각 격벽 구조를 양산 중이다.

이러한 업계의 노력에 따라 2003년에는 2lm/W 이상의 발광효율을 가진 Panel이 개발될 것으로 보이며 향후에는 5lm/W 수준까지 개발되어 LCD를 능가하는 효율을 달성할 전망이다.

2. 고품위화

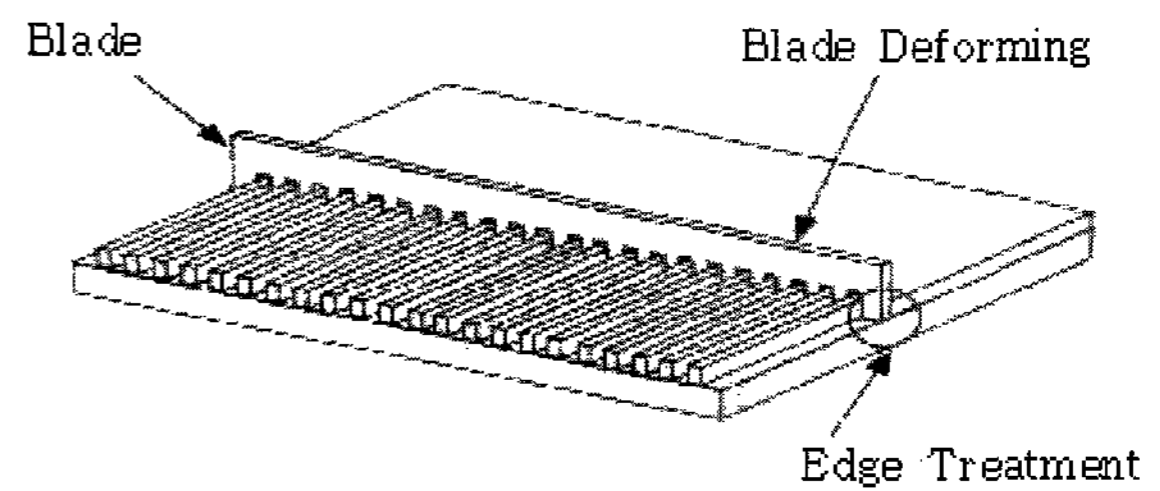
고품위화는 크게 대화면화, 고정세화, 고화질화의 세 부분으로 볼 수 있다.

현재 60" 이상 대화면으로는 삼성SDI의 63", NEC의 61", LG전자의 60" 등이 있으며 향후 80"급까지 지속적으로 대화면화가 이루어질 전망이다. 대화면화를 위해서는 필연적으로 발생하는 열처리공정에서의 유리 기판 뒤틀림 현상 및 각 방전셀 부품을 대화면 면적에 형성할 수 있는 공정 기술의 개발이 필요시 되고 있다.

PDP는 고화질 TV(HDTV) 방송 대응 및 Monitor로서의 고해상 능력을 갖추는 것이 요구되는데, 미국 CEMA (Consumer Electronics Manufacturers Association)의 정의에 따르면 HDTV는 주사선수 720의 비비월주사(non-interlace scan) 영상, 또는 주사선수 1080의 비월주사(interlace scan) 영상, 또는 이 두 경우 이상의 수직해상도를 갖는 영상을 재생할 수 있는 TV를 말하고, 또한 가로세로비가 16:9로 되어야 한다.

또한, 미국 디지털 TV 방송형식에 따를 때 PDP가 HDTV로 사용되려면 해상도는 순차주사방식(Progressive scan)의 경우 1280*720(1280은 수평방향 화소수), 비월주사방식(interlace scan)의 경우 1920*1080(1920은 수평방향 화소수)이 된다.

이때 개별 픽셀의 크기는 50"를 기준으로 해서 순차주사방식일 때에는 859 μm , 비월주사방식일 때에는 572 μm 정도(VGA의 경우는 1290 μm)가 되어 하므로, 고정세의 기술개발이 필요한데, 이는 패널상의 전극, 격벽 등의 제조 시 패터닝의 세밀화와 패널구동 시 스캔라인수의 증가에 따른



[그림 6] Blade 공법

고속구동 기술개발 등이 이루어져야 한다.

일반적으로 PDP에서는 격벽 공정의 수율 문제 및 방전 공간 축소 등의 이유로 Pixel 간격을 축소하는 것이 어렵다고 알려져 있으나, 공정 개선 및 방전 효율 향상, Gas 혼합비 최적화 등에 의해 현재는 40"급에 XGA급(1024*768) 해상도가 구현되고 있고 향후 30"급 PDP에서도 이러한 고해상도가 구현될 예정이다.

이에 따라 삼성SDI는 최근 고해상도를 구현 할 수 있는 신격벽 제조 공정을 발표하였는데 이른바 Blade공법이 그것이다.

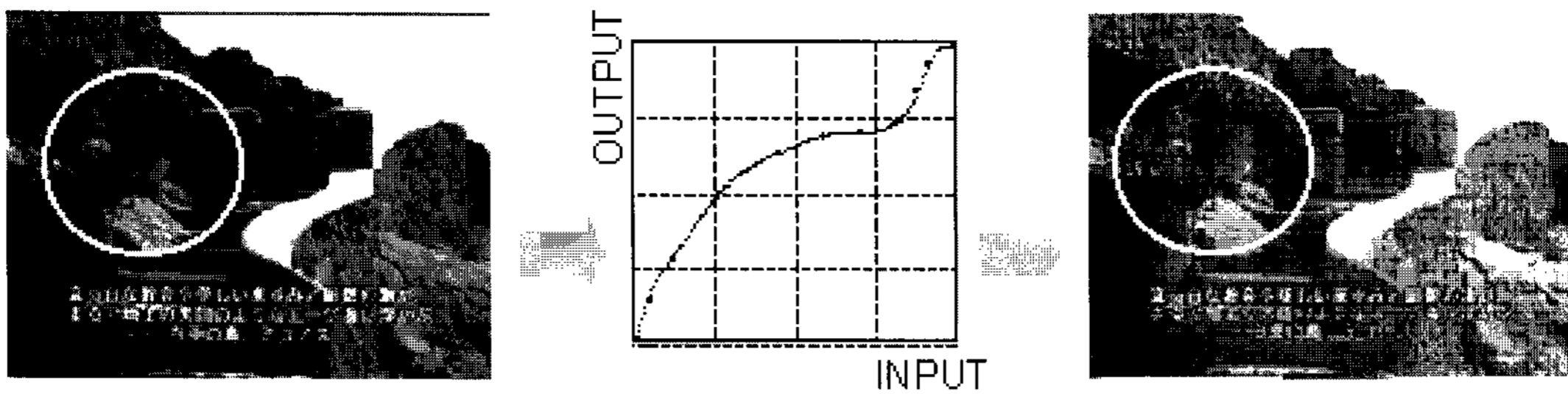
이는 기존에 쓰이던 Sand Blaster 공법에 비해 빗처럼 생긴 칼날을 통해 홈을 파서 격벽을 구성하는 방식으로 공정이 단순하고 Fine Pitch Cell(0.27 mm)을 구현할 수 있어 원가 절감 및 고해상도 구현에 유리한 방법이다.

또한 Pitch가 조밀해짐에 따른 방전 공간 축소의 문제는 Xe Gas의 혼합비를 높여 방전효율을 높이는 방식으로 해결하고 있다.

화질 부문에서는 휘도의 경우 현재 FHP, Pioneer 등에서 약 1000 cd/m^2 수준의 제품을 발표하였고 각 사 대부분이 대등 수준의 제품을 곧 출시할 계획을 가지고 있어 휘도 부분에서 PDP는 CRT 수준 이상의 성능을 보이고 있다. 그러나, 제품화할 때에 외광반사나 패널로부터의 불요복사를 차단하기 위한 필터가 필요하고, HDTV를 위한 방전셀의 고정세화 등을 위하여 개구율이 작아지므로, 추가적으로 형광체의 효율향상, 방전셀과 구동방식의 개선 등을 통해 1500 cd/m^2 수준에 이르러야 할 것으로 보인다.

또한, 휘도와 결부되어 고려해야 할 것이 콘트라스트 문제인데, 현재 최고 3000:1(暗室) 수준의 제품까지 출시되어 있으며, 업계 평균적으로는 약 1000:1 수준의 제품이 양산되고 있다.

PDP는 본래 예비방전에 따른 흑색표시의 약화로 인하여



[그림 7] Adaptive Gamma Correction 적용 예—input Signal의 정보(밝기, 색상, 위치 등)를 분석하여 최적의 Gamma Correction Curve를 선택하여 실시간으로 보상

콘트라스트가 나빠진다. 따라서, 이를 증가시키기 위하여 구조상으로는 칼라필터, 블랙 매트릭스, Tinted glass 등을 채용하거나 구동상으로는 예비방전 시간을 조절하는 등의 기술이 개발되고 있다. 그리고, 의사운곽 등의 노이즈를 제거하기 위한 구동방식의 개발도 요구된다.

삼성SDI는 이러한 감성화질 등의 품위 향상을 위해 Adaptive Gamma Correction, 10bit 계조 구현, 의사운곽 제거 알고리즘, 신구동방식 등을 개발 중에 있으며 2003년경 제품 적용될 예정이다.

3. 저가격화

현재 PDP 가격은 월드컵 이후 수요가 크게 늘어났으나 아직까지 일반 소비자가 구입하기에는 여전히 부담스러운 것이 사실이다.

이는 PDP부품이 아직 소량 생산되고 있어 수율이 낮으며 PDP 특성상 고내압의 구동회로 소자를 사용해야 하고 해당 소자가 고가이기 때문인데, 가정용으로 사용되기 위해서는 Projection TV와 근접한 가격대로 낮추어야 한다.

이런 저격화를 위해서는 특수 Glass가 아닌 일반 Soda-lime Glass 적용, HD급 제품에 Single Scan 방식 적용을 통한 Drive IC 등 부품수 저감, 구동 전압을 낮춤으로서 저

내압 구동 회로 소자 채용 등의 노력이 이루어져야 한다.

V. 결 론

이상으로 본 소고에서 PDP의 기본원리 및 기술발전 동향에 대해 알아보았다.

현재 각국이 Digital 방송 정책을 강화하고 FPD(Flat Display Panel)에 대한 일반 소비자의 인식이 증대하고 있는 가운데, PDP는 향후에도 대표적인 FPD로서 지속적인 발전할 것이다.

그러나 최근 일본, 유럽, 미국 등 선진 시장을 필두로 Digital 방송, DVD를 활용한 Home Theater 시장이 급부상하면서 FPD 시장이 급성장함에 따라 LCD진영에서도 52" LCD TV가 등장하는 등 FPD안에서의 경쟁도 치열해지고 있다.

하지만 고해상도화의 급진전 및 발광효율의 지속적 기술 발전, 혁신적인 공법 개발 등을 통해 색재현력과 임장감(臨場感)에서 탁월한 PDP가 FPD시장에서 CRT의 자리를 이어받는 새로운 Display의 최강자로 부상할 것임에 틀림없을 것이다.