

# PDP(Plasma Display Panel)의 원리 및 기술동향

(Technical Reviews of Plasma Display Panels)

## 1. 머릿말

오늘날 각종 단말용 디스플레이 장치는 표시품질 및 경제성을 고려하여 CRT가 가장 많이 이용되고 있다. 그러나 IC와 LSI 등 반도체 산업의 급속한 발전으로 각종 전자장치들의 소형 경량화 및 다양한 정보처리능력 등이 요구되면서 디스플레이 장치도 평면형으로 바뀌고 있다. 평면형 디스플레이 장치로는 액정(LCD), 발광다이오드(LED), 전장발광형 디스플레이(ELD), 형광표시관(VFD), 플라즈마 디스플레이(PDP)와 종래의 CRT를 변형한 평면형 CRT 등 그 종류가 다양하다.

기체방전에 의한 발광형 표시소자인 PDP는 표시용량, 휘도, 콘트라스트, 잔상, 시야각 등 각종 표시능력이 우수하여 CRT를 대체할 수 있는 소자로 가장 각광을 받고 있다.

PDP는 1950년경 미국의 Burroughs社에 의해 개발된 수은증기를 이용한 Nixie 관을 시작으로, 1966년 Illinois대학의 메모리형 AC PDP구동방식과, 1970년 Burroughs 社의 자기주사(self-scan) 방식을 이용한 PDP개발의 발표로 본격적인 연구개발이 진행되어 왔다. 70년대말 문자 숫자 및 화상표시 패널이 개발되어 실용화 되기 시작하였고, 현재 full-color 화 PDP의 경우 이미 포터블 컴퓨터 단말기를 비롯한 각종 OA용 단말기 등에 사용되고 있고, 대형 광고 표시판이나 군사적 특수 용도로도 많이 응용되고 있다.

서 용 운 · 황 기 응

서울대 공대 전기공학과

표 1. HDTV용(OA용)평판形表示裝置의 評價

分類 評價項目	發 光 形					光路制御形
	放電形	LED	EL	VFD	平面 CRT	液 晶
圖象面積	◎	◎	◎	×	△	□(○)
cell 密度	○(◎)	○	◎	◎	◎	◎
color화	◎	△	△	◎	◎	◎
輝 度	□	△(○)	△(○)	○	◎	◎
効 率	□	△(○)	△(○)	○	◎	□
콘트라스트	○	○	○	○	◎	□
殘 像	◎	○	○	◎	◎	△(○)
S N 比	○	△	○	△	△	○
壽 命	□(◎)	○	○	◎	○	○
기 타		△(大電流)				△(指向性)
總合 評價	○(單色) □(칼라) □(HDTV用)	○ □ ×	○ △ △	○ □ ×	□ □ △	○ ○ △

◎ 극히우수 ○ 우수 □ 보통 △ 미달 × 극히미달  
( )안은 OA용에 대한것임.

## 2. PDP의 방전현상

냉음극에 의한 기체방전의 I-V 특성은 그림 1과 같다. 특이한 경우를 제외하곤 대부분의 DC형 PDP는 방전의 균일도를 고려하여 비정상(Abnormal)글로우 영역의 초기에 동작점을 설정한다. 사용기체는 방전개시전압을 낮추기 위해 보통 Penning기체를 이용하며, 단색인 경우 Ne에 미량의 Ar을 혼합한 경우가 가장 많다. Pixel내의 방전gap(d)은 패널의 해상도와 방전 cross-talk를 고려하여 결정되며 100um정도가 보통이다. 봉입기체의 압력(p)을 방전 gap과 관련하여 Paschen최소점 근처가 되도록 하며, 패널 제작상 각 pixel이 다소 균일도가 떨어진 경우 발생하는 방전개시전압의 차이를 최소화하기 위해, Paschen곡선이 비교적 완만한 최소점 우측을 택한다. 이같은 방전 cell에서는 전극간 거리가 짧아 양광주는 나타나지 않고 발광의 대부분은 음극 글로우에서 발생한다.

방전개시전압을 낮추기 위해 Penning효과나 Paschen법칙을 이용하지만 priming에 의한 효과도 큰 비중을 차지한다. 방전중에 생성된 하전입자

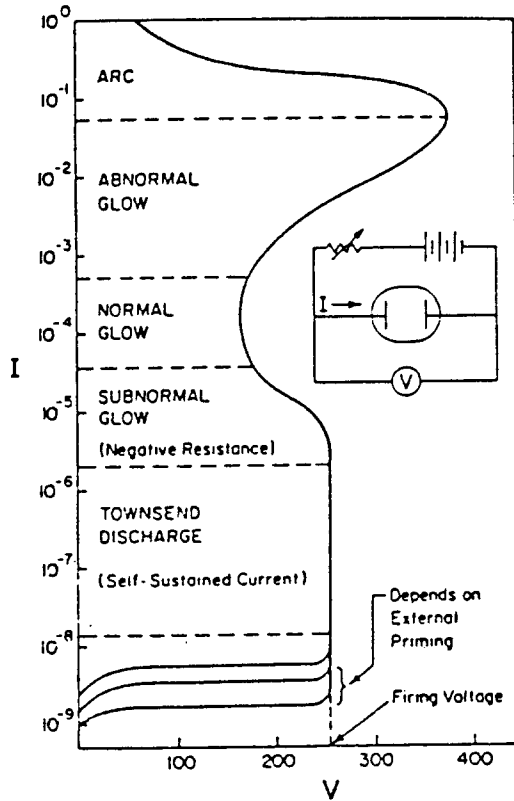


그림 1. 기체 방전의 I-V특성

는 방전이 소멸된 후에도 5~50us정도 유지되므로 다음 방전 또는 인근 다른 cell의 방전에 지대한 영향을 끼친다. Priming효과에 의해 방전을 이용한 논리구성이 가능하며, 실제로 이들을 응용한 패널도 다양하게 개발되고 있고, 특히 방전지연시간을 단축시켜줌으로써 고속구동이 가능한 점도 있다. 이와같은 방전의 특성들을 최대한 응용함으로써 다양한 방식의 PDP가 개발되어왔고 앞으로도 많은 새로운 구동방식을 갖는 PDP가 개발될 가능성을 지니고 있다.

## 3. PDP의 종류와 동향

### 3.1. DC형

DC형 PDP는 전극들이 방전 공간에 노출되었고,

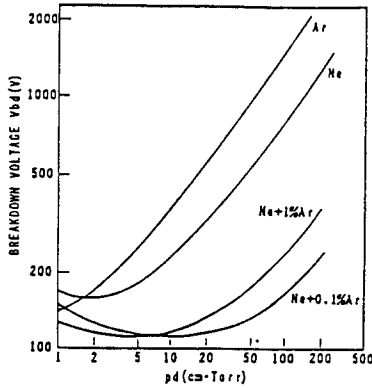


그림 2. Paschen 곡선

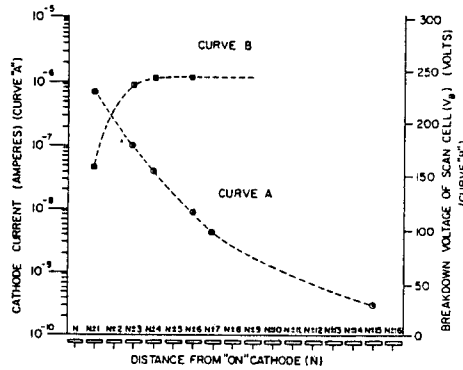


그림 3. Priming 효과

전류를 제한하기 위한 직렬저항이 필요하며, 방전의 인접 cell로의 확산을 막기 위한 격벽 등이 필요한 것이 AC형과 크게 다른 점이다. 계조표시에 있어 인가펄스폭의 변화로 간단히 실현 할 수 있는 장점이 있고 구동회로가 간단한 반면 판넬의 기억기능이 없다. 또 빠른 주사(짧은 방전지연시간)를 허용하고 휘도의 균일도를 향상시키기 위해 각 cell에 priming입자의 공급방법이 다양하게 개발되었다.

DC형PDP에서 음극재료의 선택은 판넬의 동작 특성에 큰 역할을 한다. 낮은 동작전압을 얻기위해 음극의 이차전자방출계수가 가능한 높아야한다. 음극에 대한 두번째 요구조건은 이온의 sputtering에 강해야 한다는 것이다. 음극 sputtering은 양극을 통한 빛의 투과를 감소시키고 전기적 특성 또

표 2. 음극물질의 여러기체방전에 대한 음극전압 강하

Cathode material	Work function(eV)	Gas				
		He	Ne	Ar	Kr	Xe
K	2.3	79	70	65	60	56
Ba	2.5	86	86	93	-	71
BaO	1.7	81	74	56	48	47
Mg	2.7	125	94	119	-	-
Ni	4.9	145	143	143	-	197
W	4.5	121	115	117	128	250

한 열화시킨다.

DC형PDP에서 이같은 sputtering을 억제하기 위해 수은이 보통 판넬에 첨가된다.

수은의 도입은 판넬의 수명을 약 2만시간 이하으로 증가시켜주나 대면적 표시판넬의 경우 판넬 표면전체에 걸쳐 수은을 균일하게 분포시키는 것이 어려워 이와같은 DC형PDP는 중형PDP에 적합하다.

가. 자기주사형(self-scan)

Dot-Matrix형 DC-PDP의 최초의 실용품은 Burroughs社의 자기주사형으로 이후 개발된 판넬들에 많은 영향을 끼친 DC형의 원형이다. 그림4는 이 판넬의 구조를 나타낸 것으로 행방향 음극을 공통으로 배면 유리의 주사양극과 주사방전 공간을 형성하고, 전면 유리의 표시양극과 표시방전 공간을 형성한다.

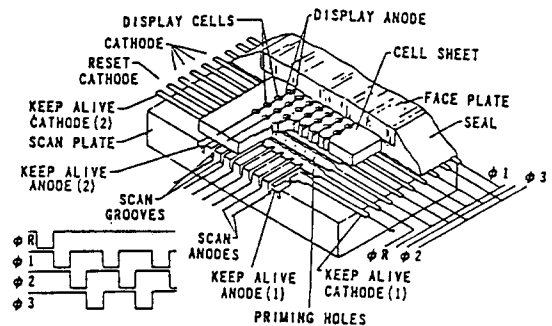


그림 4. 자기주사(self-scan)형 PDP의 구조

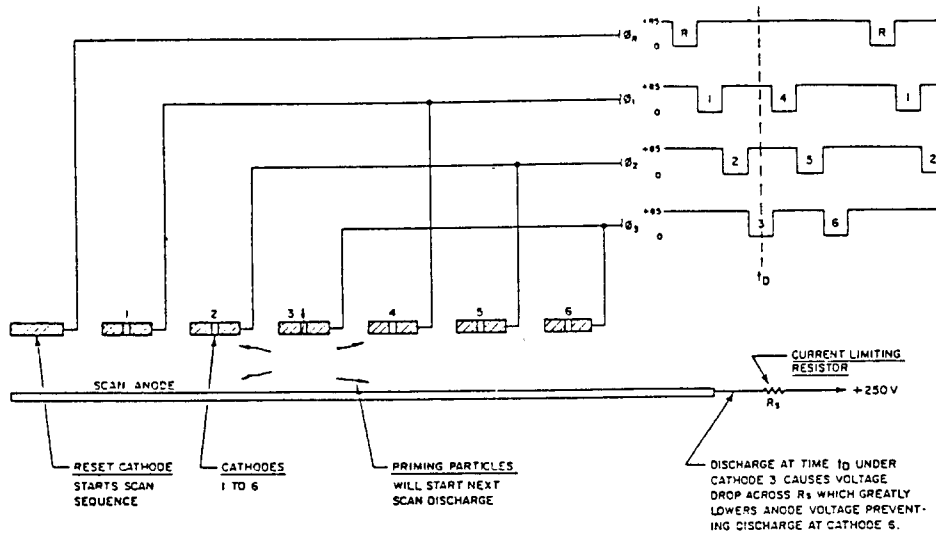


그림 5. 자기주사(self-scan)방전의 동작원리

음극에는, 주사방전시 발생한 방전을 가능한한 시각이 인지하지 못하도록함과 동시에, priming입자들을 효과적으로 표시방전 공간으로 공급해주기 위한 작은 구멍이 있다.

자기주사의 원리는 방전개시전압이 priming입자의 양에 크게 의존하므로 방전cell의 인접cell이 가장 방전개시전압이 낮아 다수개의 cell에 적절한 인가전압으로 선택적인 방전을 일으켜 주사방전을 실현할 수 있다는 것이다.

그림 5는 이 원리를 나타낸 것으로 keep alive전극에 인접한 reset음극 및 다수개의 음극을  $\phi_R$ 과  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ ,  $\phi_3$ 의 3상으로 구동시켜 주사방전이 일어나는 것을 보여준다. 인가전압을  $\phi_R \rightarrow \phi_1 \rightarrow \phi_2 \rightarrow \phi_3 \rightarrow \phi_1 \rightarrow \phi_2 \rightarrow \dots$ 로 하면 주사방전은 R → 음극 1 → 음극 2 → 음극 3 → 음극 4 → 음극 5 → ...로 주사된다. 이 원리를 이용하면 대형 dot matrix형 PDP의 주사용 구동소자의 수를 대폭 줄일 수 있는 장점이 있다.

표시방전은 하부의 주사방전과 동기되게 표시양극에 전압을 인가함에 따라 표시방전공간내에 강한 표시방전이 발생하여 눈으로 보게된다. 이는 하부의 주사방전시 생성된 priming입자를 이용함에 따라 적정전압에 의해 주사방전이 발생한 cell만이 방전개시전압에 도달함으로써 선택적으로 표시방

전이 일어난다.

Burroughs형 PDP는 기체방전 특성을 이용하여 구동소자의 수를 줄이는 등 장점이 있으나, 제작상 난이도가 따라 크게 보급되지 못했다. 그러나 대형화의 경우 이를 극복할 수 있고 그 장점을 충분히 살릴 수 있어 재등장의 가능성이 있다.

#### 나. 단순 Dot Matrix형

최근들어 PDP구동용 고내압 구동 IC의 제조 기술 향상과 수요의 확산으로 그 가격이 크게 떨어짐에 따라, 구동소자의 수를 줄이기 위해 복잡한 구조로 패널을 제작하는 것은 무의미하게 되었다. 이런 이유로 패널의 구조를 단순화 시키고 독자적인 구동방식을 개발하여 상품화에 성공한 대표적인 경우가 Matsushita 社의 PDP이다. 10" 크기의 640×400 pixel의 해상도를 갖는 Matsushita패널의 예를 들면 다음과 같다.

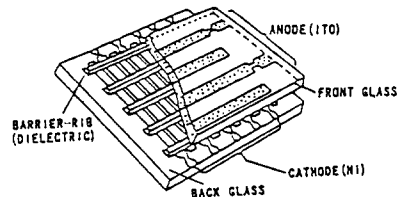


그림 6. 단순 Matrix형 DC-PDP의 구조

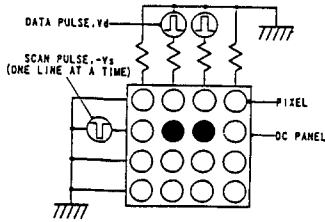


그림 7. X-Y matrix PDP의 Addressing

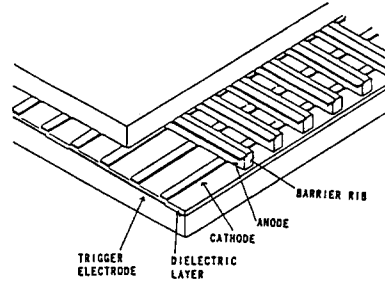


그림 8. Trigger 전극을 이용한 DC-PDP구조

배면유리는 후막인쇄법으로 제작된 Ni음극들의 기판역할을 하고, 방전 cell의 격리와 방전간격 유지는 후막 Ni전극들을 가로지르는 후막인쇄된 유전체 격벽에 의해 수행된다. 이 격벽은 이웃한 전극들 사이의 방전 cross-talk현상을 방지하기 위한 것이고, 전면유리에는 배면유리의 음극과 직교하는 방향으로 ITO박막으로 제작된 양극이 있다.

각각의 양극들은 외부에 전류제한용 안정 저항을 갖고 있어 한개의 행(column)에 오직 한개의 방전만을 허용한다. 데이터 펄스들이 행전극(양극)들에 가해지고 주사 펄스는 열전극(음극)에 한번 씩 가하면서 주사작용을 한다. 방전은 주사펄스와 데이터펄스가 가해지는 교차점에서 선순차식으로 발생하게 된다. 패널이 기억기능을 가지고 있지 않으므로 어느 한쪽의 펄스만을 제거하면 방전은 종료된다. 400개의 수평전극을 갖는 이 패널의 경우 발광 duty factor는 1/400이며, 패널의 휘도와 수평주사선 수와의 사이에는 역비례 관계가 있다.

Matsushita의 PDP는 방전지연시간을 줄이고 방전의 균일도를 얻기위한 방편으로 priming효과를 이용하고 있으며, 자기주사형과는 달리 표시공간 내에서 보조방전을 일으켜 쉽게 이를 이루고 있다. 이 보조방전은 데이터 신호와 무관하게 각 양극의 길이를 따라서 전 패널을 연속적으로 주사하는 것이다. 전류는 극히 작게 유지하며, 보조방전에 의해 방출된 빛을 최소화함으로써 콘트라스트의 손실을 줄이고 있다. 이와같은 패널구조에서 인가전압의 펄스폭(양극부)을 조절하여 4계조 표시가 가능한 PDP를 개발하였고, 이를 컴퓨터 단말기용으로 세계시장에 널리 보급하고 있다.

#### 다. Trigger 전극을 이용한 PDP

단순 dot matrix형은 간단한 패널구조와 구동의

용이성 등으로 가격이 싸 컴퓨터단말기 등의 용도로 빠르게 보급된 반면, 콘트라스트(약 10 : 1)와 중간계조표시 능력의 한계로 표시특성이 우수하지 못한 결점이 있다. 1983년 Sony의 기술을 주축으로 결성된 PDP전문회사인 Dixy社는 X-Y전극 외에 제 3의 전극인 trigger전극을 도입하였는데 이는 종화(priming)방전을 목적으로한 것이다.

Trigger방전은 주방전(표시방전) 직전에 주사선상에, 음극과 trigger전극 사이에 인가된 전압에 의해 발생된다. 이 방전은 DC방전과는 달리 사이에 유전체가 놓여 있어, 방전의 발생과 동시에 공간전하의 이동으로 벽전하가 유전체상에 형성되어 전계가 감소되므로써 방전이 소멸된다. 방전지속 시간은 1~2us정도이므로 거의 육안으로 인지 못한 상태에서 종화방전을 완성하게 된다. 따라서 종화방전에 의한 back light도 거의없어 콘트라스트를 30 : 1이상으로 실현할 수 있을 뿐 아니라 중간계조 표시도 64계조까지 실현하고 있다.

Dixy社는 이 구조로 16계조 PDP를 대량 제작이 용이한 후막 인쇄법으로 모두 제작하여, 컴퓨터 단말기용으로 시장에 내놓고 있고, 그 표시 특성이 우수하여 널리 보급될 전망이 있다.

### 3. 2. AC형

AC형 PDP에서는 인접 방전 cell을 격리시킬 격벽이 필요없어 그 구조가 단순하고, 인접 cell로부터 priming을 쉽게 받을 수 있다. 방전 cell의 등가 회로 상에 나타나는 두개의 직렬 커패시터는 보통 후막인쇄로 제작된다. 이 후막유전체의 표면은 높은 r계수와 낮은 일함수를 갖는 MgO층을 형성하며 이 막은 플라즈마와 직접 접촉을 하는 층으로,

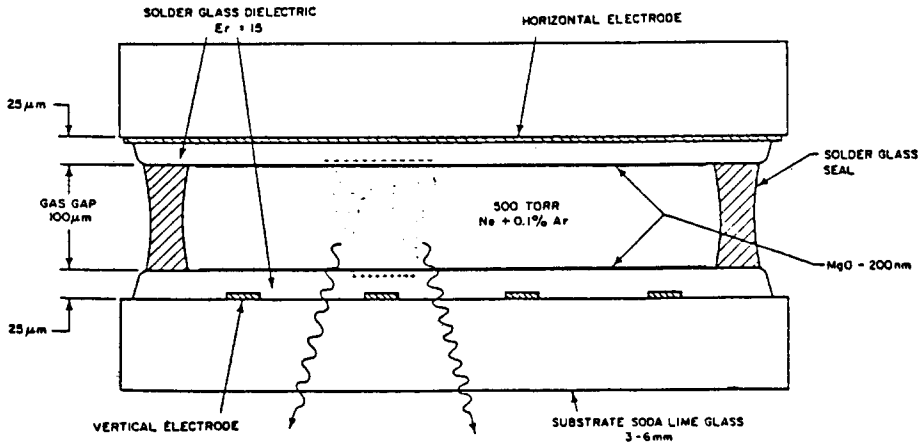


그림 9. 전형적인 AC-PDP구조

양이온과 VUV양자와의 충돌로 많은 전자들을 방출시켜, 방전효율의 증가와 아울러 동작 전압을 크게 격감시킨다.

AC-PDP의 가장 큰 특징은 방전 cell자체가 기억 기능을 가질 수 있다는 것이다. Refresh방식으로 동작되는 모든 디스플레이(예 : 일반적인 DC-PDP)는 표시면이 커짐에 따라 주사선 수가 증가하고 아울러 표시면은 어두워진다. 그러나 고유의 기억기능을 갖고 있는 AC-PDP는 Cell의 기억방전이 소거 신호를 받을 때까지 계속되므로 어떤 크기의 표시면에 대해서도 매 pixel당 같은 휘도를 나타내게 된다. 이런 이유로 가장 큰 dot-matrix형 표시 패널은 AC-PDP에 의해 실현되었고, 현재도 HDTV로서의 사용을 위해 적극적인 연구가 행해지고 있다.

기억기능을 갖는 1.5m 크기의 AC-PDP가 Photonics Technology에 의해 제작된 바 있으며, 이는 타 종류의 평면형 표시소자들로서는 거의 실현할 수 없는 크기이다.

이와같은 AC-PDP는 그 구조상 전극이 직접 방전공간에 접하지 않고, 방전에 열화가 적은 유전층으로 덮혀있어 수명이 10만시간 이상을 초과한다.

그러나, 기억동작을 위한 구동회로가 복잡하고, 동작 여유도가 제한되며, 중간계조 표시를 위해서는 주파수 변조 방식을 취함으로써 다단계 계조 표시의 어려움이 있다.

### 가. 단순 Dot Matrix 대향형

그림 9와 같은 구조를 갖는 PDP로서 구동 방식에 따라 memory형과 refresh형으로 구분된다. Memory형의 경우, 방전에서 생성된 벽전하를 이용하기 때문에, 인가되는 유지전압의 펄스폭이 벽전하 형성시간에 제약을 받게 된다. 이를 고려함으로써 유지전압 주파수는 통상 25~50KHz가 되며, 이때 방전 cell은 50~100KHz의 주파수로 발광을 하게 된다.

Memory형 AC-PDP는 유지전압( $V_s$ ), 기입전압( $V_w$ ) 및 소거전압( $V_E$ )의 3가지 인가전압에 의해 구동된다. 즉 방전게시전압( $V_f$ )보다 높은 전압( $V_w$ )을 두 전극 사이에 인가하면 방전이 발생하고, 이때 생성된 이온과 전자는 전계를 소거시키는 방향으로 이동하게 되므로 방전이 곧 소멸되며 유전체 위에는 인가된 극성과 반대의 벽전하가 생성된다. 이때 두 전극에 반대 극성의 전압을 인가하면 전

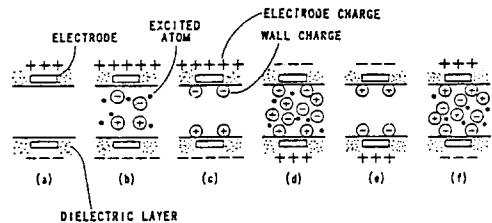


그림 10. AC-PDP의 기억기능 동작을 위한 벽전하 형성 과정

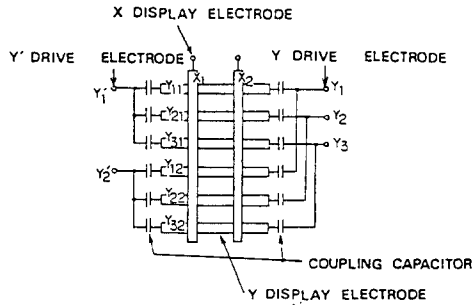


그림 11. 정전 용량 결합에 의한 Y전극 다중결선

에 생성된 벽전하의 전위( $V_w$ )와 중첩되므로  $V_i - V_w$ 이상의 전압을 인가하므로써 새로운 방전이 일어나고, 또다시 반대 극성의 벽전하를 형성시키면서 방전은 소멸된다. 이 같은 원리로 일단 한번 방전을 일으킨 cell은 벽전하 생성으로  $V_i - V_w < V_s < V_w$ 인 교번 유지전압에 의해 방전이 반복되지만, 그렇지 않은 cell은  $V_s$ 만의 작용으로 방전을 일으키지 못한다. 또 기억방전이 지속되고 있는 cell을 소거시킬 필요가 있을 때는 약방전 또는 짧은 펄스폭을 갖는 적당한 소거전압( $V_E$ )을 인가하여 소거시킬 수 있다.

이 전형적인 AC-PDP구조는 대형판넬 제작의 용이성과 생산 수율이 높아 가격 경쟁력이 우수하다. 일본의 후지츠社는 이같은 구조의 판넬에 논리 기능을 부여하는 방식으로 주시축의 구동소자수를 대폭줄였다. 그림 11은 후지츠에 의해 개발된 주사 전극의 다중 결선을 나타낸 것이다.

Refresh형은 AC-PDP의 기억기능을 이용하지 않으므로써 500KHz정도의 고속구동으로 부족한 휘도를 보상에 주며, NEC의 경우 방전기체로 순수 Ne기체만을 이용하여 인가전압을 높여 휘도 증가를 이루고 있다. Refresh형은 구동방식이 DC형과 유사하다.

나. Self-Shift형

이것은 구동회로의 단자수를 줄일목적으로, DC형의 자기주사방식과 유사하다. 그림 12는 후지츠의 AC self-shift방식을 나타낸 것이다. 전극의 형상은 그림 처럼 meander형 구조로, 표시데이타는 W전극으로 들어간다. 그것은, X, Y전극에 가해지는 적당한 파형으로 왼쪽으로 이동된다. W전극을 제

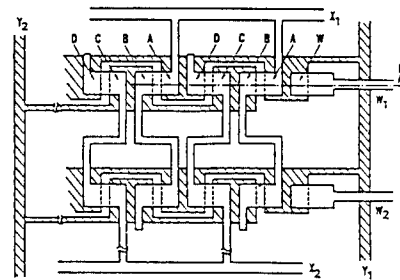


그림 12. Self-Shift 형 AC-PDP

외하면, 전체 판넬에 대해 X, Y전극들은 단지 4개의 구동단자에 의해 공통으로 연결된다.

이 같은 shift기술은 판넬의 속도를 느리게하고, random access기능이 저하된다. 이들이 무시될 수 있는 소형표시장치에서는 구동소자의 절감으로 장점이 있으나, 오늘날 IC기술의 발달로 크게 빛을 못보고 있다.

3.3. PDP의 Color화

PDP를 비롯한 모든 평면형 디스플레이의 최종 목표는 full-color 벽결이 TV의 실현이라 할 수 있다.

표 3. 벽결이 TV의 사양

<ul style="list-style-type: none"> <li>· Large screen size (1.51m diagonal)</li> <li>· High resolution (5 lines/mm)</li> <li>· Insensitive to ambient temperature</li> <li>· Long life (100,000 hours)</li> <li>· Gray scale capability (8 bits)</li> <li>· TV display</li> <li>· Wide viewing angel (comparable to CRT)</li> <li>· Color display (multi color, full color)</li> <li>· Multiplexing capability (2048)</li> <li>· High contrast ratio (100 : 1)</li> <li>· Cell-addressing using priming effect</li> <li>· Shift register/logic gate characteristics</li> <li>· Memory mode operation</li> <li>· Rugged structure</li> <li>· Sharp threshold of discharge build-up</li> <li>· High drive voltage</li> <li>· Low luminous efficiency</li> </ul>
---

PDP에서 color를 얻기위한 가장 손쉬운 방법으로는 특정 색을내는 방전기체의 선택에 의한 것이다. 그러나 다른 불활성 혼합기체가 네온의 발광 효율을 거의 따를 수 없다는 단점이 있다. 네온과 같은 밝기를 얻기 위해서는 다른 기체의 방전시 구동전류 또는 duty cycle이 최소한 10배 이상이 되어야 하므로, 이는 구동 전력을 크게 증가 시킴과 동시에 수명을 크게 감소시키는 결과를 낳는다. 또 다른 color화의 방법은 판넬에 형광체를 도포하는 방법으로, 여기에는 전자에 의해 여기되는 형광체와 UV에 의해 여기되는 형광체를 이용할 수 있다. 그러나 전자에 의해 여기되는 형광체를 이용할 경우 PDP내에서 발생하는 전자의 에너지가 CRT의 전자에 비해 아주 낮고, 이 낮은 에너지를 갖는 전자에 의해 여기효율이 우수한 형광체가 별로 없다. 따라서 거의 대부분의 PDP의 칼라화 노력은 UV에 의해 여기되는 형광체를 이용하는 방법에 집중되어 있다.

UV를 이용한 color PDP의 방전기체는 100~200nm범위의 UV를 많이 발생시키는 Xenon을 소량 포함한 penning기체를 주로 사용한다. 여러 종류의 UV용 형광체가 개발되었고, 만족한 효율과 휘도가 R.G.B 각각에 대하여 얻어지고 있다.

Full color HDTV를 실현하기 위해서는 표 3과 같은 사양을 만족해야 한다. 현재 이를 실현하기 위한 R&D노력이 여러 PDP제작사들에 의해 각각 독특한 방식으로 경주되어지고 있으며 그 대표적인 것들로서 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

가. Pulse Discharge Memory형

NHK가 추구하는 칼라 메모리 판넬로써, 1972년 Burroughs社의 Holtz에 의해 제시되었던 펄스 방전을 이용한 것이다. Cell의 방전 개시 전압보다 더 높은 고전압이 낮은 duty cycle 펄스로 DC-PDP

에 인가되면 효과적인 전류 제한이 직렬저항 없이도 얻어질 수 있다. 이것을 이용하면 먼저 점화된 cell들을 각각의 유지 펄스로 연속적인 재점화를 시킬 수 있다. 그러나 앞서 점화되지 않았던 Cell은 이 유지 펄스에 점화되지 않도록 유지 펄스의 크기와 기간이 적절해야 한다. 이같은 원리로 Pulse Discharge Memory는 잔류cell이온화에 의존하므로, 이온화정도가 너무 낮게 되면 cell은 유지펄스에 의해 방전되지 않게 된다.

이 원리를 이용하여 1984년 HDTV의 능력을 갖는 8"크기의 DC-PDP(PM-8)를 제작하는데 성공하였다. 이는 Burroughs社의 개선된 자기주사형 구조에 근간을 두고 경사진 벽면에 RGB형광체를 도포한 것이다. 그러나 이것은 구조가 복잡해 대형 판넬 제작에 큰 어려움이 있었다. 이 문제를 해결하기 위해 1986년 크게 단순화된 구조의 5" planar 구조는 복잡성이 줄어들어 0.65~1.0mm정도의 cell pitch로 제작할 수 있어 해상도가 많이 향상되었다. 표시 cell이웃에 보조 cell이 같은 평면상에 구성되어 있고 표시 양극 이웃에 각각의 보조 양극을 갖는 구조이며, 보조 cell과 표시 cell 사이에 놓인 공통격벽은 약 40um로 주위격벽 높이가 240um보다 훨씬 낮다. 이 낮은 보조격벽 높이는 보조 cell에서 생성된 하전입자와 준안정상태 원자들이 표시 cell로 쉽게 확산되도록 한 것이다.

휘도의 향상을 위해, 사용기체 압력, 유지 펄스 폭, 표시양극의 폭 등이 최적화될 필요가 있다.

지난해 NHK는 5" planar 구조(PPM-5)의 대형화를 꾀한 결과로 20" 판넬을 성공적으로 제작한 바 있다.

나. Townsend Discharge Memory형

Hitachi에 의해 개발된 펄스 메모리 칼라 DC-PDP의 일종으로, 방전초기 공간전하가 형성되기

표 4. UV 여기성 형광체 조합

Combination	Red	Green	Blue
1	(Y, Gd)BO <sub>3</sub> : Eu (0.65, 0.35)	BaAl <sub>12</sub> O <sub>19</sub> : Mn (0.17, 0.74)	BaMgAl <sub>14</sub> O <sub>23</sub> : Eu (0.14, 0.09)
2	Y <sub>0.6</sub> P <sub>0.60</sub> V <sub>0.40</sub> O <sub>4</sub> : Eu <sub>0.04</sub> (0.51, 0.34)	Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> : Mn (0.24, 0.55)	YP <sub>0.45</sub> V <sub>0.15</sub> O <sub>4</sub> (0.19, 0.21)

(괄호안은 CIE 색좌표(X, Y)를 나타냄)



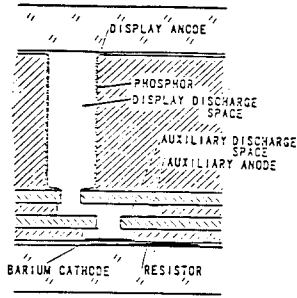


그림 13. 평면형 펄스 방전기억형 패널(NHK)

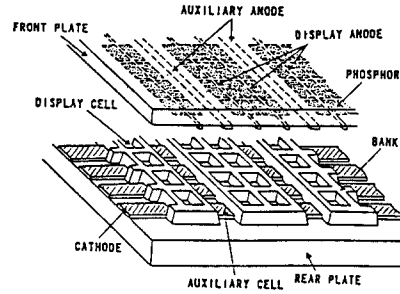


그림 14. 타운젠드 방전에 의한 기억형 패널 (Hitachi)

전에 짧은 시간동안 발생하는 양광주 글로우를 최적화시킨 구조이다. 이 Townsend 방전 영역에서 방전전류는 신속히 증가하고 자속방전을 한다. 이 기간 동안 Xenon기체로부터 방출되는 VUV가 정상상태의 글로우방전때 보다도 훨씬 큰것이 관찰되었다. 전극 간격은 2mm 정도로 일반 PDP에 비해 극단적으로 크며, 약 85%정도가 양광주 영역이 된다. 양광주내의 전계강도는 공간전하 부재로 선형적이어서, 보다 높은 전극 전위를 충분히 이용할 수 있다. 이와 더불어 낮은 압력(30torr)에서 동작함으로써 VUV의 방출 효율이 더욱 증가된다. 매우 짧은 펄스 (0.2us)를 이용함으로써 효율이 향상되고, 형광체 포화에 기인한 효율감소도 크게 줄게된다. 높은 duty factor에서 이 패널을 효과적으로 동작시키기 위해서 전류제한용 저항이 필요하다. 이 음극 직렬 저항은 RuO<sub>2</sub>를 후막인쇄방법으로 제작되며, 저항치는 2MΩ이다. 음극은 cell전압을 최소화하기 위해 2차전자 방출계수가 큰 Barium음극이 사용되며, 표시양극 역시 후막인쇄법으로 제작된다. 음극과 보조 양극 둘다 방전공간에서 숨겨져 있으며, 숨겨진 음극은 sputter된 물질이 양극을 덮는것을 감소시켜 준다.

Hitachi패널 구동 방법은 전술한 NHK방식과 같다. 방전을 일으키기 위해서 priming입자들을 보조 양극에 의해 발생시킨다. 일단 표시양극이 점화되면 잇따른 펄스에 의해 보조 양극의 사용없이 방전을 재 점화하게 된다. 이것은 타이밍이 표시방전 공간에 남아있는 하전 입자를 이용할 만큼 충분히 짧은 한 계속된다. 그러나 이들 펄스사이의 기간이 너무 짧으면 공간전하가 형성되므로 최적화 시킬 필요가 있다. 형광체는 양광주 방전벽을

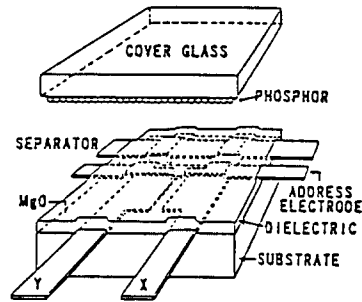


그림 15. SD-PDP의 칼라화 구조에 Color expression by an AC display.

따라 도포함으로써 직접적인 이온의 행로에서 피할 수 있다.

높은 효율을 갖는 8"full-color PDP가 이 방식으로 Hitachi에 의해 제작되었다. 그러나 Hitachi의 패널 구조는 고전압, 제작하기 어려운 복잡한 구조, 낮은 pixel 해상도 등의 단점들을 가지고 있다.

다. SD-PDP

칼라용 AC-PDP에서 충분한 수명을 얻기위해 형광체를 양이온의 충격으로부터 보호해야 한다. 그러나 DC와는 달리 음극의 위치가 주기적으로 교번하므로 마땅히 형광체를 도포할 곳을 선정하기가 어렵다. 이런 문제를 최소화할 목적으로 표면방전(Surface Discharge)구조가 1976년 Dick과 Biazzo에 의해 제안되었고 후지쯔사에서 이를 채용하였다.

SD-PDP의 연구개발은 AT & T, Bell연구소, 히로시마 대학, Thomson-CSF, 후지쯔 등지에서 활발하다. 구조에 있어 각각 조금씩 차이점을 가지고

있으나, 주방전이 한쪽기판(배면유리)상에서 이루어지고 그 반대편상에 형광체를 도포함으로써 방전에 의한 형광체의 열화를 막고 있다. 표면방전은 보통 3개의 전극에 의해 구동된다.

최근 SD-PDP에 관한 연구보고를 살펴보면 다음과 같은 것들이 있다.

SD-PDP는 아랫기판상에 형성된 전극의 모양과 간격(AC-PDP의 방전 gap에 해당)에 의해 방전형상이 결정된다. 히로시마 대학은 전극의 모양을 최적화시켜, 500KHz의 높은 구동주파수에서 패널에 기억기능을 부과시키고 있다. 이것은 2us의 펄스폭에 해당하므로 8-bit(256)계조표시가 가능하여 HDTV에 적용할 수 있다. He-Xenon혼합기체를 사용하여, 유지전압 250V와 함께 3상으로 구동하고 있다.

Bell연구소는 SD-PDP가 구조상 갖게되는 높은 정전용량을 줄이는 방법을 고안했다. 높은 정전용량은 고속구동에 장애가 될 뿐아니라, addressing 동안 오방전의 원인이고 전력소모도 많게 한다. Bell연구소는 화학에칭에 의해 형성된 유전체 격벽으로 X-Y유지전극을 W전극(writing전극)위에 올려놓고 있다. 이렇게 함으로써 정전용량을 약 40% 줄일 수 있었다.

SD-PDP는 한 기판상에 3개의 전극을 형성해야하므로 복잡하게 되고, 전극의 제작상 허용도가 비교적 낮다. 또한 앞에서 언급한 구조상 피할 수 없는 정전 용량의 증가도 그 단점으로 들 수 있다.

#### 라. 대형형 AC-PDP의 칼라화

AC-PDP의 형광체 열화 문제는, 형광체를 전극과 떨어진곳에 도포하고, 강한 산화물질(refractory oxide)로 형광체를 보호함으로써 최소화 할 수 있다.

형광체 보호막으로써 refractory oxide의 이용은 1984년 Photonics에 의해 처음 제시되었다. 이러한 물질들의 문제점중의 하나는 Xenon의 가장 강한 147nm의 VUV를 흡수해 버리는 것이다. 그러나 다행히 AC-PDP에서 사용하기 적합한 대부분의 형광체가 200~300nm에서 높은 여기효율을 가지고 있고, 대부분의 박막형 refractory oxide가 이 밴드에서 투과성이 높다.

Magnavox와 Photonics는 AC-PDP의 장점인

대형화를 살려, 이 구조로 full-color화를 실현하기 위해 노력하고 있다.

## 4. 맺음 말

PDP는 다른 평면형 표시소자에 비해 그 종류나 방식이 다양하고, 높은 광학적 해상도(100pixels/inch), 콘트라스트(100 : 1), 넓은 시야각(수평, 수직 160° 이상), 10만시간 이상의 수명과 신뢰성, 8-bit 수준의 중간계조 표시능력, 우수한 multiplexing능력(2048개 수준), full-color 능력과 고속구동 등의 탁월한 능력으로 벽걸이 TV용 패널의 실현에 가장 적합하다.

현재 R&D노력은 제작비용을 낮추기 위한 기술개발과 대면적 고해상도 full-color화에 집중되고 있다.

Full-color PDP는 기체방전에서 발생한 UV에 의해 형광체를 여기시켜 실현하는 방법이 가장 유력하다. PDP의 Full-color화의 과제로는 광변환 효율의 증대, 고해상도 pixel주변의 광학적 cross-talk, 그리고 방전기체에 노출된 형광체 열화의 개선 등이 있다.

그러나 이와 같은 문제점들은 곧 해결 될 것으로 보이며, 이미 일본의 NHK기술연구소, Hitachi 중앙연구소, 미국의 Bell통신연구소 등 여러곳에서 각기 독특한 방식의 full-color PDP를 실현하여 선보이고 있어, 수년내에 이들의 상품화가 가능할 것으로 예상된다.

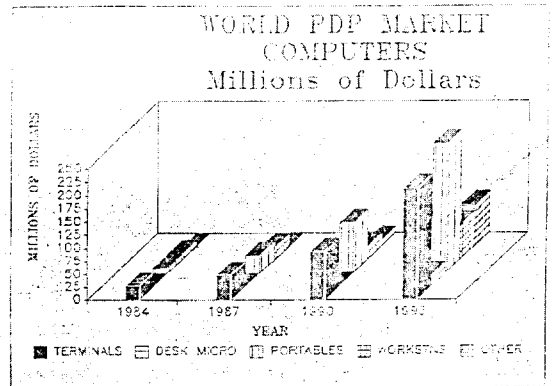


그림 16. PDP의 컴퓨터 단말기 시장 (1987년 Electronic Display World)

## 참 고 문 헌

- 1) Lawrence E. Tannas, "Flat Panel Displays and CRTs," 1985
- 2) 大脇健一, 吉田良孝女, "プラズマディスプレイ", 共立出版, 1983
- 3) 天野芳文他, "ディスプレイの先端技術集成(プラズマディスプレイの動向)", 経営システム研究所, 1984
- 4) R. N. Jackson and K. E. Johnson, "Gas Discharge Displays", 1975
- 5) J. I. Pankove, "Topics in Applied Physics (Display Devices)" Vol 40, 1980
- 6) SID-88 Digest 'Plasma Technology', 1988
- 7) SID-87 Digest 'Plasma Display', 1987
- 8) 坂井徹男, '放電型ディスプレイ', 電気學會雜誌Vol. 107 No. 11, 1987
- 9) Heiju Uchiike, 'Color AC Plasma Display Panels', 電子情報通信學會 技報, Vol. 86 No. 368 1986
- 10) Yoshio Nakagawa, '高精細度 プラズマディスプレイユニット', National Tech. Report Vol. 33, No. 1 1987
- 11) U. S. Patent No. 4, 562, 434
- 12) European Patent Application No. 0161096
- 13) 日本特許公報 No. 昭 53-42389
- 14) Geralk Chodil, 'Gas discharge Displays for Flat-Panel', IEEE Transactions on Consumer Electronics Vol. CE21 No. 3, P 221, 1975
- 15) Shigeo Mikoshiba etc. 'Gas Discharge Panel Display for color TV', Central Research Lab, Hitachi, Ltd
- 16) Ashok K. Birdra, 'Flat Panels are getting bigger, brighter and better',  
Electrics, March 22, 1984
- 17) H. Uchuke etc, 'Improved Surface Discharge AC-Plasma Display Panels with New Electrode Structure, Japan Display '83, P258, 1983
- 18) C. Lanza, 'Analysis fo an AC Gas Display Panel', IBM J. Res. Develop, P232, 1974
- 19) Larry F. Weber etc, 'A New Gas Discharge Logic Technique that Reduces Circuit Complexity for AC Plasma Display Panels' Japan Display '83, P502, 1983
- 20) Hiroshi Yamamoto etc, 'Characteristics of Discharge in a dc-plasma Display Panel with Trigger Electrode', SID-86 Digest, 1986
- 21) E. S. Schlig, G. R. Stilwell Jr, 'Characterization of Voltage and Charge Transfer in AC Gas Discharge Displays', IBM J. Res. Develop, Vol. 22 No. 6 P634, 1978
- 22) Larry F. Weber, 'Quantitative Wall Voltage characteristics of AC Plasma Display', Proceedings of the SID, Vol 27/3 P173, 1986
- 23) Frde A. Otter. Jr. etc, 'Plasma Display Based on XeF Excimer Fluorescence', Proceedings of the SID, Vol 27/3 P189, 1980
- 24) L. Delgrange, 'A high-Voltage IC Driver for Large-Area ac Plasma Display Panels', SID 84 Digest, P103, 1984
- 25) 佐藤範夫, 'AC型 プラズマディスプレイの開発技術動向 とその應用', 日本技術情報センター教育企劃部, 1985
- 26) 村上宏, 加藤俊宏, '平面構成パルスメモリー放電パネル', 1984年 テレビジョン學會 全國大會, 1984
- 27) 'Electronic Display World', Stanford Resource, Vol 7/5, 1987