

PDP 개발 동향

***박 원 택·**최 기 섭**
 (*삼성종합기술원 소재부품연구소
 선임연구원, **실장)

1. 서 론

PDP(Plasma display Panel)는 Gas 방전을 하여 발생하는 빛을 이용하여 화상 표시를 하는 Flat Panel Display이다. PDP의 용도는 여러가지가 있지만 현재 주용도는 Computer Monitor이다. 아직 Orange색 이외의 표시 색상은 개발되어 있지 않다.

Computer Monitor용의 단색 PDP개발은 최근에 활발히 진행되었다. 16 계조표시가 가능한 10inch 640×400 Dot PDP가 DIXY, Matsushita, Oki를 비롯한 여러 회사에서 개발되어 상품화 되었다. 국내에서는 금성사, 대우, 삼성에서 현재 개발을 진행시키고 있고 최근에 삼성에서 Computer Monitor용의 640×400 Dot PDP가 개발되었다. 그러나 단색 PDP의 생산 시설 과잉으로 최근에는 일본의 DIXY가 도산하였다. 현재는 단색 PDP로 시장 개척에 한계를 느낀 PDP 제조 업체에서 총력을 쏟아 CPT(Color Picture Tube) 대체를 위하여 Full Color PDP를 개발하고 있다.

PDP의 Full Color화는 벽걸이 Color TV를 목표로 하여 NHK, Thomson-CSF, Fujitsu 등에서 20년 전 부터 개발되어 왔다. 1990년에 Orange Color 이외의 Monochrome Monitor가 시판되리라 예상된다. Full color PDP는 1990년대 중반 이후 벽걸이 TV의 형태로 출시되리라 판단된다.

2. PDP 개발 현황

2.1 PDP의 특성

PDP는 1980년대에 들어와 부분적으로 상업적인 성공을 거두었다. 이는 여타의 Flat Panel Display에 비하여 PDP가 가지고 있는 Gas 방전의 바람직한 특성으로 부터의 결과이다. PDP의 기본적인 특성은 다음과 같다[1].

(1) I-V의 비선형성 관계

Gas 방전을 할때 전류와 전압의 특성곡선을 보면 매우 심하게 비선형적이다. Intrinsic Matrix 구동을 하기 위해서는 Display Element의 I-V 특성이 비선형적이어야 한다. PDP는 Intrinsic Matrix 구동이 가능하기 때문에 대면적의 Display를 만들기가 용이하다.

(2) Memory 기능

PDP는 Memory나 Refreshed Mode에서 구동될 수 있다. PDP는 Memory 기능을 가지고 있다. Memory 기능의 장점은 Scanned Refreshed Display에 비하여 높은 Duty Cycle를 얻을 수 있는데 있다. 많은 비용이 드는 External Memory를 이용할 필요가 없다.

(3) 긴 수명

DC-PDP의 경우 30,000시간 이상의 수명을 가지

고 있다. AC-PDP의 경우 100,000시간 이상이 된다.

(4) 저렴한 제작 비용

Sodalime Glass, Aluminum, Nickel과 같은 값이싼 재료를 사용하고 대량 생산이 용이하게 구조가 단순하다. 그러나 고내압 구동부품을 사용하기 때문에 구동회로 제작에 비용이 많이 든다. 이는 앞으로 반드시 해결해야할 문제이다.

(5) 고품질의 화상

Memory효과를 이용하여 휘도에 관계없이 표시 Line을 증가시킬 수 있다. 따라서 표시 Line이 많은 HD-TV를 제작하기에 적합하다. I-V특성 곡선에서 Potential Barrier의 존재로 인하여 반 선택된 Cell의 발광 현상이 없어 높은 Contrast Ratio를 얻는다. 인쇄 공정으로 제작하기 때문에 대형 panel을 만들기 쉽다. 그러나 LCD, ELD에 비하여 해상도가 떨어진다.

2.2 단색 PDP 개발

단색 PDP는 Neon Gas의 방전색을 표시색으로 하고 있기 때문에 화상 표시색이 Orange색이다. 사용 Gas는 Neon과 Argon의 Penning Mixture이다. 보통 Neon을 기본으로 Argon을 0.1-1% 혼합하여 사용하고 있다. Gas압력은 Paschen Law를 이용하여 최소 방전 전압을 유지하도록 결정된다. 전극간 거리는 100 μ m 내외이고 압력은 300-600mbar, 방전 전압은 160Volt 정도이다. Orange Color 이외의 Monochrome Monitor는 1990년에 출시될 것으로 예상된다.

PDP의 종류는 전류 제한 방법에 따라 DC-PDP와 AC-PDP로 나누어진다. DC-PDP는 저항을, AC-PDP는 Capacitor를 사용하여 전류가 Arc방전으로 발전하지 못하도록 하면서 안정하게 일정 전류량을 유지시킨다. 대부분 DC-PDP는 후막 인쇄 방법을 이용하여 Panel을 제작하고 AC-PDP는 박막 식각을 이용하여 제작한다. DC-PDP는 직류 전류를 이용하기 때문에 구동 회로를 제작하기가 용이하고 AC-PDP는 고주파 전류를 이용하기 때문에 제작이 상대적으로 어렵다. 벽전하의 존재로 AC-PDP는 Memory효과를 이용하기가 용이하여 많은 Line을 표시하기가 용이하고 휘도를 크게 올릴 수가 있다.

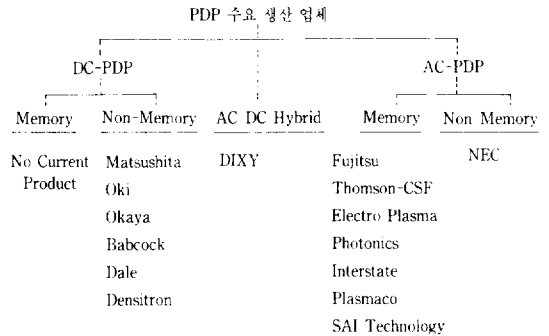


그림 1. PDP 주요 생산 업체

벽전하의 소멸시간이 길기 때문에 보조 방전을 해주지 않더라도 벽전하의 존재 때문에 응답 속도가 빠르다. 제조 표시를 하기 위하여는 전화면을 Memory시켜야 하므로 제조 표시가 DC-PDP에 비하여 어렵다. DC-PDP는 Barrier Rib를 사용하기 때문에 고해상도 화상표시를 하기 어렵다. 방전 시간을 조절함으로써 16제조까지 쉽게 표시할 수 있다.

단색 PDP의 주요 생산 업체는 그림1과 같다[1,2].

(1) Memory DC-PDP

Memory DC-PDP는 현재 상품화되어 있지 않다. Memory효과를 이용하지 않더라도 DC-PDP는 LAP-TOP PC에 사용할 수 있을 정도로 휘도가 충분하고 Memory 기능을 사용하면서도 제조표시가 어렵기 때문이다. 그러나 Full Color PDP에서는 저휘도 문제가 심각하기 때문에 DC형 Full Color PDP에서는 Memory효과를 이용하고 있다.

(2) Non-Memory DC-PDP

후막 인쇄 공정을 사용하여 Panel를 제작하고 구조가 단순하고 구동회로가 AC-PDP에 비하여 제작이 쉽기 때문에 가격이 저렴하다. 방전 Gas로는 neon을 주 방전 Gas로한 소량의 Argon을 혼합한 Penning Mixture를 사용하며 음극의 수명을 증대시키기 위하여 수은을 주입시키고 있다. 방전은 Gas조성, 음극 재질, 기하학적 모양에 크게 영향을 받는다.

DC-PDP의 대표적인 Matsushita와 Oki PDP의 경우를 살펴보면 Matsushita와 Oki PDP는 구조, 동작, 특성면에서 서로 유사하다. Oki의 경우 구동은 단순 Matrix형태로 하며 2개의 Keep Alive전극과 2개의 Reset 전극 및 보조 방전으로 전 dot에 하전 입자를 공급하고 있다. Keep Alive 전극의 방전은 I-V 특성으로 볼 때 안정된 방전을 이룰 수 있는 최소의 방전 전류가 흐르도록 1000kΩ의 전류 제한 저항을 사용하고 표시 방전은 충분한 휘도와 안정을 위하여 150kΩ의 전류 제한 저항을 사용한다. 방전의 균일화를 위하여 구동부의 Pulse폭을 조절하여 보조 방전을 일으키는데 방전 지연 시간은 약 6-8 μsec 정도로 나타나 최소 8μsec 정도의 Pulse폭이 보조 방전을 위하여 필요하다. 결국 이로 인하여 표시방전이 약 35μsec 정도로 제한을 받기 때문에 (Frame 주파수 60Hz, 400Line 주사) Contrast Ratio가 6 : 1 정도가 되며 제조 표시의 한계가 작게 된다. Oki와 Matsushita PDP의 차이점은 Leakage 저항에 있어 Oki는 방전시 나타나는 전압 강하 현상을 이용한 반면 matsushita는 항상 -100volt를 인가하는 방식을 사용하여 비교적 안정을 꾀하고 있다. Matsushita PDP 경우 640개의 Capacitor를 부착시키는 비용이 증가하는 반면 좀 더 나은 특성 (Contrast Ratio 10 : 1)을 보이고 있고 Oki PDP의 경우 간단한 구동회로를 특징으로 하고 있다고 볼 수 있다.

(3) AC-DC Hybrid PDP

DIXY PDP는 변형된 DC-PDP라고 볼 수 있다. 기본적인 구동방법은 DC-PDP와 거의 같다. DC-PDP는 방전에 필요한 하전 입자를 공급하기 위하여 보조 방전을 시키고 있다. Oki와 Matsushita PDP에서는 표시 Cell 자체에서 보조 방전을 시키는 Self-Priming 방법을 사용하고 공간 전하를 만들기 위하여 보조 방전의 전류를 어느 정도 성숙시킴에 따라 배경 색이 보이게 되어 Contrast Ratio가 크게 낮아지게 되어 화상 품질이 떨어지게 된다. DIXY에서는 Trigger 전극을 도입하여 Trigger전극과 음극 사이에 약 300Volt의 전위차를 인가하여 구동에 필요한 하전 입자를 만들어낸다. Trigger 전극과 음극 사이에 절연막이 존재하기 때문에 보조 방전의 전류가 수명이 긴 벽전하 등만 남기고 눈에 보이기 전에 소멸된다. 따라서 방전에 필요한 하전입

자를 보조 방전의 발광 없이 만들어 내기 때문에 Contrast Ratio를 크게 높일 수 있고 16계조 표시가 용이하다. 제작에 있어 DC-PDP와 거의 같으나 절연막과 Trigger전극 제작 공정이 추가되기 때문에 Panel제작 비용이 추가로 들게 된다.

(4) Memory AC-PDP

AC-PDP의 절연막에서 벽전하의 소멸 시간이 다음 Frame의 화상 표시에 하전입자를 공급할 만큼 길고 Barrier Rib가 없기 때문에 공간 전하의 이동이 자유로와 보조 방전이 필요 없다. 이에 따라서 AC-PDP는 보조 방전이 없기 때문에 Contrast Ratio가 크다. Memory효과를 이용하기 때문에 휘도가 크다.

단점으로는 박막 제작 공정을 주로 하기 때문에 제작 비용이 크다. 계조 표시를 하기가 어렵다. Memory효과를 이용하면서 64계조 표시를 하는 AC-PDP의 방법은 다음과 같다[3].

Panel에서 받은 analog Signal을 A/D Converter

표 1. Display별 시장[4] (단위 : 백만 \$)

Display	1989	1990	1991
CRT	6,372	6,705	7,007
LCD	1,377	1,593	1,885
VFD	482	509	552
PDP	302	343	416
LED	269	283	297
ELD	57	91	145
Others	21	24	29

* LED는 X-Y Matrix Display만 포함

* VFD는 Segmented Type 포함

표 2. 용도별 시장[5] (단위 : 백만 \$)

용도	1988	1989	1990
Computer	183	200	237
Industrial	30	32	34
Consumer	21	21	21
Military	21	20	21
Business/Commercial	20	20	21
Transportation	8	8	8
Communication	0	0	0
Total	282	302	343

를 이용하여 Digital Signal로 바꾸고 이를 MSB에서 LSB까지의 6 Bit Data로 만들어 Field Memory에 저장한다. MSB에서 부터 LSB까지의 Data를 6개의 Subfield로 나누어 MSB에서 부터 LSB까지 순서대로 6개의 보조 화면을 표시하여 하나의 화면을 완성한다.

(5) Non-Memory AC-PDP

NEC의 PDP는 Memory효과를 이용하지 않는다[1]. Memory효과를 이용하지 않기 때문에 휘도가 작다. 이를 방전 Gas로 He Gas를 사용함으로써 해결하였다. 그러나 He Gas를 사용함으로써 구동 전압이 높다.

(6) 단색 PDP 시장 전망

각 Display별 시장 규모는 표1과 같다. 시장 규모 비교에서 단색 PDP는 평판표시 소자중 LCD에 이어 2번째이다. 시장이 그리 크지 않다. Full Color를 표시하지 않는 PDP는 앞으로의 시장이 밝지 않다.

단색 PDP의 용도는 표2와 같다. 거의 대부분 Computer Monitor용으로 한정적으로 쓰이고 있다.

2.3 Color PDP 개발

Full Color PDP는 일본의 NHK, Fujitsu, Matsushita, Hitachi, 프랑스의 Thomson-CSF, 미국의 Zenith, Magnavox 등에서 지난 20년간 벽걸이 TV

를 목표로 하여 개발해오고 있다. Color PDP의 주요 개발 방향은 Surface Discharge AC-PDP, Pulse Discharge PDP, Townsend Discharge PDP이다. 개발되었던 대표적인 Sample을 이용하여 이들을 비교하여 보면 표3과 같다[6].

Thomson-CSF, Fujitsu PDP는 Phosphor의 긴 수명, 해상도에 NHK PDP는 대면적, 계조 표시에, Hitachi PDP는 고휘도, 고발광 효율에 장점을 가지고 있다.

(1) Thomson-CSF SD-PDP[7]

1988년 128×128Dot, 유효 표시 면적 3.2inch×3.2 inch, 휘도 32fL, 계조표시 2의 7-Color PDP를 발표하였다. Upper Addressing SD-PDP를 채택함으로써 PDP의 수명을 크게 늘렸다. 5,000시간 이상으로 추정된다.

(2) NHK Planar Pulse Memory PDP[7, 8]

1988년 640×448Dot, 유효 표시 면적 16.4inch×11.5inch의 Planar Pulse Memory PDP를 채용한 NTSC TV를 발표하였다. 휘도는 17fL, 계조 표시 256, Contrast Ratio 90 : 1, 발광 효율 0.13 lumens/watt, 수명 2,000시간이다. NHK가 채용하고 있는 Pulse Memory Panel의 장점은 Access Time이 짧아 256계조 표시가 가능하고 인쇄 공정을 사용하기 때문에 대형화가 용이하고 구동 전압이 작은 것이고 단점으로는 발광 효율이 낮고 구동 회로

표 3. Color PDP 비교

구 분	Surface Discharge AC-PDP	Pulse Discharge DC-PDP	Townsend Discharge DC-PDP
Screen Size(mm ²)	50×50	160×126	160×120
Number of Display Cell	100×100×3/4	160×126	160×120
Cell Pitch(mm)	0.5	1.0	1.0
Gas Composition	He-Xe(2%)	He-Xe(0.5%)	Xe
	600 Torr	150 Torr	
Max. Luminance for White(Cd/m ²)	52(15fL)	135(40fL)	690(200fL)
Luminous Efficacy(1m/W)	0.2	0.34	1.6
Contrast Ratio	45 : 1	75-100 : 1	
Gray Scale	64	256	128
Access Time to a Line of Cell(μS)	8	2-4	9
주요 연구 기관	Thomson-CSF Fujitsu	NHK	Hitachi

표 4. Hitachi PDP 특성

Gas Composition	Ne-Xe(2%)	Xe
Pressure	200Torr	30Torr
Townsend Pulse Voltage	320Volt.	380Volt.
Townsend Pulse Width	0.09 μ s	0.20 μ s
Luminance in White(max.)	150fL	200fL
Luminous Efficacy (Townsend Discharge Only)	2.2 lm/W	2.0 lm/W
(Switching Discharges Included)	1.5 lm/W	1.6 lm/W

의 Data처리 System이 복잡하다는 것이다.

품질에 있어 문제점은 발광 효율이 낮고 수명이 짧은 것이다. 발광 효율이 낮기 때문에 소모 전력이 크고 Phosphor의 수명이 짧아 Panel의 수명이 짧다. 그러나 Cell구조를 최적화시키고 인쇄 기술을 향상시키고 Phosphor Layer형성 기술을 개선시킴으로써 꾸준히 개선해 나가고 있다. NHK가 HD-TV 실현에 PDP 연구 기관중에 가장 앞서 있는 것으로 판단된다.

(3) Hitachi Townsend Discharge PDP

1989년 10월 JAPAN DISPLAY '89자료를 보면 Hitachi의 최근의 8-inch, 96×160 Dot Townsend Discharge PDP의 특성은 표4와 같다.

구동 전압을 낮추기위해 방전 Gas를 순수 Xe대신에 Ne-Xe(2%)를 사용한 실험인데 휘도와 발광 효율에서 타종류의 Color PDP를 압도하고 있다. 그러나 Hitachi의 약점인 해상도에서는 10년 전이나 지금이나 별 차이가 없다.

3. 결 론

단색 PDP는 시장이 그리 크지 않고 그 용도의 대부분이 LAP-TOP PC용 Monitor로 한정되어 있다. Full Color표시를 하여 CPT를 대체하지 않으면 PDP는 경쟁성이 없다.

평판 표시 소자의 개발 동향을 보면 진공관이 없어지듯이 언젠가는 CPT가 평판 표시 소자로 대체될 것이다. 그 평판 표시 소자는 현재의 개발 진척 상황으로 판단하여 보면 ELD, LCD 아니면 PDP가

유력하다. PDP가 ELD, LCD에 대하여 가지는 단점은 저해상도에 있다. PDP로는 5 inch 정도의 작은 TV는 만들기가 어렵다. 그러나 16-40 inch의 가정용 TV제작에는 LCD, ELD에 비하여 PDP가 많은 장점을 가지고 있다.

LCD와 ELD가 박막 제작 공정을 이용하여 제작하는 반면에 PDP는 인쇄 공정으로 100% 제작 가능하다. 박막보다 후막이 대면적 제작에서 유리하다. LCD, ELD는 Panel이 Memory기능을 가지고 있지 않기 때문에 Panel에 부가적으로 TFT를 이용한 External Memory를 이용해야 하는 반면에 PDP는 Panel 자체가 Memory기능을 가지고 있다. I-V비선형 특성 때문에 Intrinsic Matrix 구동이 가능하여 HD-TV와 같은 대면적, 대정보량의 Display제작에 유리하다. 동작 화상 표시를 위한 대면적 TFT 사용 Display는 경쟁성이 없을뿐 아니라 실현성 조차 의문시된다.

PDP의 개발 이유는 가정용 벽걸이 TV실현에 있으며 향후의 Full Color PDP개발성공에 PDP의 경쟁성이 전적으로 달려 있다.

참 고 문 헌

- [1] L.E. Tannas, Jr., FLAT-PANEL DISPLAY and CRTs, VAN NOSTRANDREINHOLD COMPANY, pp. 332-414, 1985.
- [2] M.F. Silverstein, FLAT PANEL DISPLAYS, Beta Review, Inc., pp. 7.20-7.290, 1989.
- [3] M. Yokozawa, S. Sega, H. Matsuzaki, "Color TV Displays with AC-PDP," JAPAN DISPLAY '83, pp. 514-517, 1983.
- [4] ELECTRONIC DISPLAY WORLD, vol. 9, no. 6, page 5, 1989.
- [5] ELECTRONIC DISPLAY WORLD, vol. 9, no. 4, page 9, 1989.
- [6] H. Murakami, "Plasma Display Technologies for a Flat-Panel Color Television," JAPAN DISPLAY '86, pp. 490-493, 1986.
- [7] ELECTRONIC DISPLAY WORLD, vol. 8, no. 5, pp. 11-13, 1988.
- [8] H. Murakami, T. Kuriyama, M. Seki, T. Katoh, S. Sega, "Fabrication Techniques for a 20-in. Color DC PDP," SID 88 DIGEST, pp. 142-145, 1988.