

플라즈마 디스플레이 패널의 제작 및 특성 연구

김 준식, 최 경철, 신 범재, 황 기응
서울대학교 전기공학과

A Study on the Fabrication of Plasma Display Panel and It's Characteristics

J.S. Kim, K.C. Choi, B.J. Shin, K.W. Whang
Seoul National University

ABSTRACT

A dot matrix type DC Plasma Display Panel was fabricated and it's characteristics was investigated.

Paschen curve and I-V curve of various gas mixture was given. Optimal gas mixing ratio, pressure and operating point was determined.

The priming effect was observed and discharge delay time was measured with varying applied voltage, priming current, priming distance, duty ratio.

1. 머릿말

최근의 표시장치들은 점차 경량화, 대면적화, 평면 박형장치화 되고 있다. 종래의 CRT 로는 이러한 요구를 만족시킬 수 없으므로 대체 표시기의 개발이 많이 이루어지고 있다. 이러한 평판 표시기들에는 액정표시기(LCD), 발광다이오드 표시기(LED Display), 전장발광형 표시기(ELD), 형광표시관(VFD), 플라즈마 표시기(PDP) 등이 있는데, 이들 중 LCD 와 PDP 분야에서 가장 많은 연구가 이루어지고 있다. 위 표시장치들은 각각의 장단점을 가지고 있어서 모든 표시기 영역을 독점하기 보다는 각자의 특수한 영역을 중심으로 단점을 보완하여 점차 분야를 넓혀가는 추세이다.

이중 PDP는 해상도, 휘도, Contrast ratio, 시야각, 수명 등에서 우수한 특성을 가지고 있고 스크린 인쇄 기술을 이용한 대면적화에 적합하다는 등의 장점을 가지고 있다. 이때문에 컴퓨터 단말기용(특히 휴대용)으로 많이 사용되어 지고 있고, HDTV 분야에서도 주표시장치로서 이용될 것으로 예상된다.

이러한 장점을 갖는 PDP는 진공기술, 인쇄 및 소성기술, 표시기 구동기술 등 여러가지 기술의 집합체로서 많은 연구가 필요한 분야이다.

이 논문에서는 dot matrix type DC PDP 를 설계, 제작하고 기본적인 방전 특성을 고찰하므로써 앞으로의 기술개발에 도움이 되고자 한다.

2. 진공 배기 장치 및 Panel의 제작

패널의 초기 진공도가 10^{-5} Torr 정도여야 하므로 유확산 펌프를 붙인 진공 배기 장치를 제작하였다. 네온과 아르곤의 여러가지 혼합비를 얻기 위해 혼합용기와 MFC(Mass Flow Controller)를 설치하였다. 압력조절은 혼합용기와 Panel의 가스주입구 사이에 설치된 니들밸브에 의해 이루어진다.

패널은 두께 1.7mm의 Sodalinie Glass위에 Nickel paste 와 Dielectric paste 로 각각 전극 및 격벽을 후막 인쇄하여 Sealant로 진공을 유지하도록 만들었다. Panel 배면은 유리관을 부착, 배기 및 가스 주입이 이루어진다. 패널의 상세한 제원은 다음과 같다.

- 표시면적: 64mm(H) x 40mm(V)
- pixel 수: 64(H) x 40(V)
- pixel 크기: 0.2mm(H) x 0.2mm(V)
- pixel pitch: 1.0mm(H) x 1.0mm(V)
- Anode 두께: 13 μ m
- Cathode 두께: 8 μ m
- 격벽 두께: 120 μ m

3. 혼합비에 따른 Paschen curve 및 Penning 효과

DC 방전의 기본특성을 표시하는 Paschen curve 는 p(가스 압력) x d(전극간 거리) 값에 따라 방전개시전압을 표시한 것이다. 보통 방전개시전압에는 Paschen Minimum 이라 부르는 최소값이 존재하게 되는데 패널 제작시 d 값은 표시기의 해상도와 cross-talk를 고려해 약 0.1mm 정도로 정해지게 된다. 제작된 패널에서는 그 값이 99 μ m 였다. 따라서 p 값을 변수로 Paschen curve 를 얻을 수 있다.

이 실험에서는 (pd)_{min} 은 30-40 mmTorr 정도로 나타났으나 실제로 안정된 동작을 위해서는 최소값보다 조금 높게 가스를 충전하는 것이 보통이다. 그림 1에 순수 Neon 과 각각의 혼합비에 따른 Paschen curve 를 나타내었다.

여기서 Neon 에 소량의 Argon 을 섞는 이유는 Penning 효과

과 때문이며 이것을 식으로 나타내면 다음과 같다.



이러한 효과는 아르곤 원자의 밀도와 큰 상관관계를 갖는데 1937년 F.M. Penning 에 의해 Ne+0.1% Ar이 가장 큰 효과가 있음이 확인되었고 따라서 이를 Penning Mixture 라고 부른다. PDP에서는 이 혼합가스를 주로 사용하게 된다.

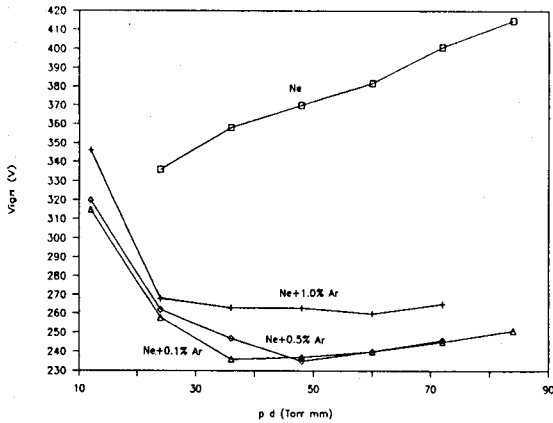


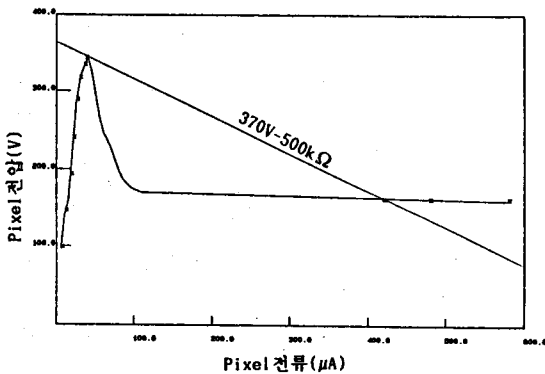
그림1 가스 혼합비에 따른 Paschen Curve
DC인가, $R_L=500k\Omega$

4. I-V 특성곡선

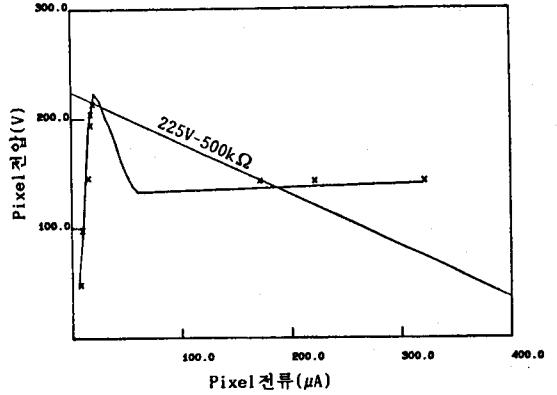
그림2는 순수 Neon 과 Ne + 0.1% Ar 의 전류-전압 특성 곡선을 표시한 것이다. 동작점은 이 특성곡선과 부하곡선이 만나는 점에서 결정된다.

그림에서 볼 수 있듯이 동작점은 부하저항이 500 kΩ 일때 Normal glow 영역이지만 방전의 균일화를 위해서는 약간 Abnormal glow 영역에 존재하는 것이 바람직하다. 여기서의 부하저항은 동작점과 전력소비, 그리고 뒤에서 설명할 지연 시간을 고려해서 구동시 최적으로 설정해 주어야 한다.

두 특성곡선에서 볼 수 있듯이 Penning 효과에 의해 방전 개시전압과 방전시 Pixel에 걸리는 전압이 많이 감소했음을 알 수 있다.



a) Ne



b) Ne+0.1%Ar

그림2 전류-전압 특성곡선
 $p=400Torr, R_L=500k\Omega$

5. Priming 효과

Panel의 구동전압은 구동IC의 정격이나 전력소비의 측면에서 가능한한 낮게 설정해 주는게 좋다. 방전개시전압은 가스 혼합비, 음극의 재질과 형상, priming 의 정도에 따라 달라 지게 된다. 그러므로 위 조건들을 최적화 시켜주는 것이 중요하다. 따라서 방전개시전압을 낮추기 위해서 앞에서 말한 Penning 효과 이외에 priming 효과를 이용하게 된다.

Priming 효과란 방전개시된 pixel에서 발생된 하전입자에 의해 인접 pixel 의 방전개시전압이 낮아지는 효과를 말한다. 그림3은 priming의 거리에 따른 방전개시전압의 변화를 표시하였고, 그림4는 priming 양에 따른 효과를 몇개의 거리에 대해 살펴 보았다.

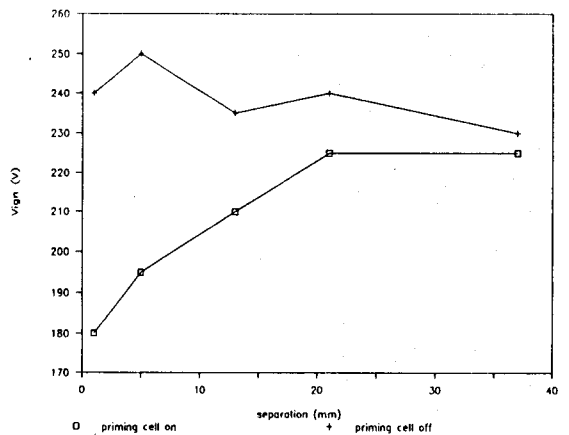


그림3 거리에 따른 Priming 효과

Ne+0.1%Ar 400Torr, $R_L=500k\Omega$

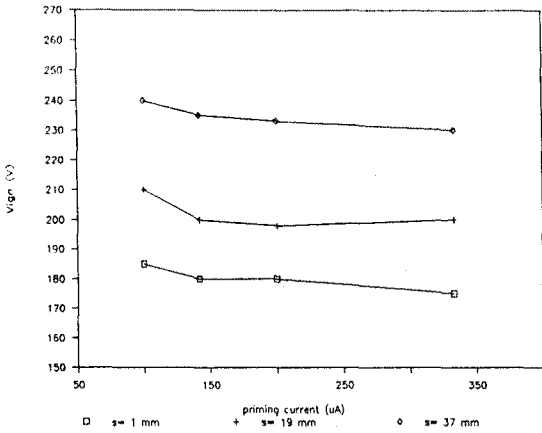


그림4 양에 따른 Priming 효과

Ne+0.1%Ar 400Torr, $R_L=500k\Omega$

6. 방전 지연 시간

방전 지연시간이란 전압 펄스가 인가된 순간부터 전류 펄스가 정상상태에 도달하는 순간까지의 시간을 말한다. 이 지연시간은 표시 특성의 하나인 휘도와 구동속도에 큰 영향을 미치게 된다. 실험 결과에서 볼 수 있듯이 인가전압이 높을수록, priming 이 강할수록, duty ratio 가 클수록 지연시간은 작아지게 된다. 그러나 전력소비와 구동 IC의 정격, 오방전 등의 문제로 인가전압을 높이는 데는 한계가 존재하고 duty ratio 역시 구동시 유극전극수에 역비례 하므로 임의로 조절할 수 없게 된다. 따라서 priming을 적절하게 잘 줄 수 있는 방법의 개발이 지연시간을 줄이는 최선책이라 생각되고 이와함께 전극 구조와 구동방법의 개선이 필요하다고 할 수 있다.

그림5는 인가전압에 따른 방전 지연시간을 나타내었고 그림6은 priming 거리에 따른 방전 지연시간의 변화를 몇개의 전압에 대해 표시하였다. 그림7은 Priming cell로부터 가까운 거리(1mm)에서 priming 전류의 변화에 따른 방전 지연시간을 몇개의 전압을 매개변수로 하여 표시하였고 그림8은 priming 이 없는 경우 duty ratio에 따른 방전 지연시간의 변화를 나타내었다.

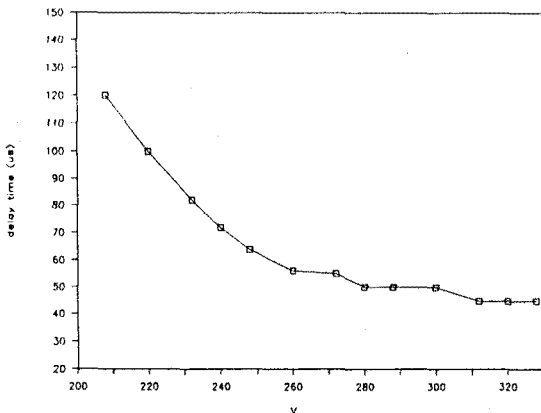


그림5 인가전압에 따른 방전 지연시간

1kHz 구형파, 50%duty, No priming

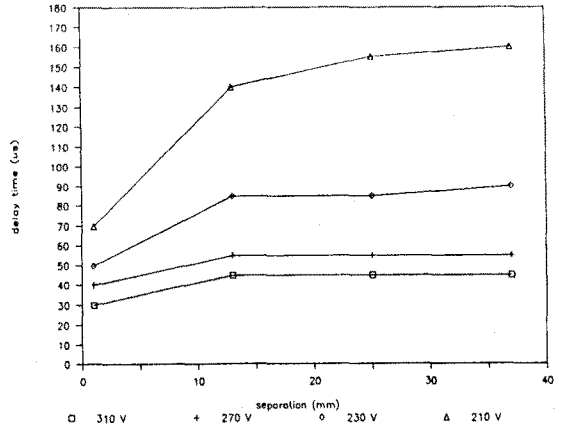


그림6 Priming거리에 따른 방전 지연시간

1kHz 구형파, 50%duty, Priming current=140uA

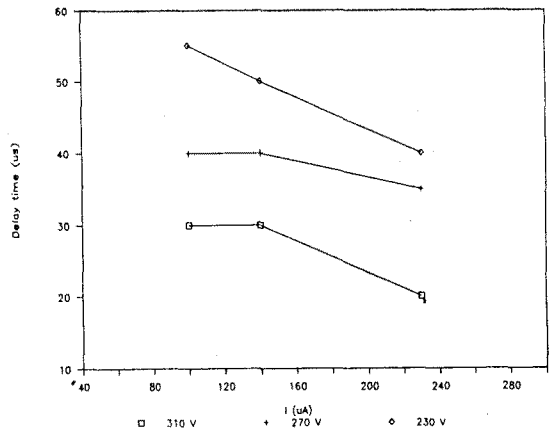


그림7 Priming양에 따른 방전 지연시간

1kHz 구형파, 50%duty,

Priming cell로부터의 거리=1mm

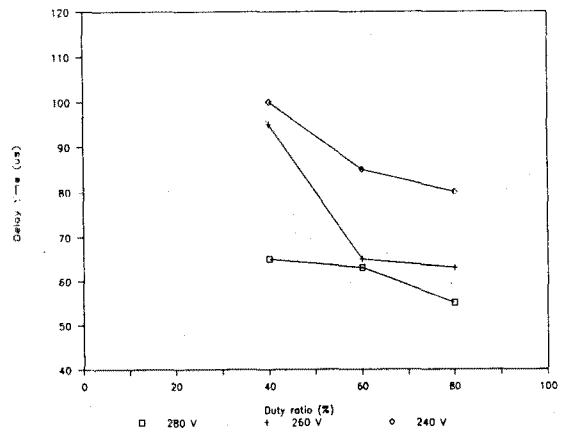


그림8 Duty ratio에 따른 방전 지연시간

1kHz 구형파, $R_L=500k\Omega$, No priming

7. 맺 음 말

미래의 평판 표시기인 Plasma Display Panel의 기술 개발을 위한 기초 작업으로서 실험용 패널을 제작하고 그 기본 방전특성들을 조사하였다.

Neon 과 Argon 의 몇가지 혼합비에서의 Paschen curve 를 통해서 최적의 혼합비 0.1% 와 최소 방전개시 전압점 ($p_d=48\text{mmTorr}$)을 결정하였고 전류-전압 특성곡선에서 동작점 (부하저항=500k Ω)을 결정하였다. 또한 priming 효과에 의한 방전 개시전압의 감소를 살펴 보았고 방전 지연시간을 지배 하는 요소들을 살펴 보았다.

이러한 기초 실험들은 실제적인 구동을 위한 기초 자료로서 사용되고 이를 근거로 보다 표시특성이 좋은Panel의 개발이 이루어 질 수 있게 되길 바란다.

참 고 문 헌

1. Lawrence E.Tannas " Flat Panel Display and CRTs " Van Nostrand Reinhold Company, New York, pp.332-414, 1985
2. Jackson, R.N., Johnson, K.E. " Gas discharge Displays: A Critical Review. " Advances in Electronics and Electron Physics, Vol.35 Academic Press, New York, pp.191-267, 1974