

# Double Pulse Memory 방식을 이용한 Plasma Display Panel 의 효율 향상에 관한 연구

최 경철\*, 신 범재, 황 기웅  
서울 대학교 전기공학과

## Improvement of Luminous Efficacy of Plasma Display Panel with Double Pulse Memory

Kyung Cheol Choi\*, Bum Jae Shin, Ki Woong Whang  
Department of Electrical Engineering  
Seoul National University

### Abstract

A Plasma Display Panel with Double Pulse Memory was fabricated and its luminance and luminous efficacy were investigated. Application of non-discharge pulses to an auxiliary anode increased luminance by 43% and luminous efficacy by 33%. Compared to PDP with PPM(Planar Pulse Memory) driving technique, PDP with DPM obtained higher luminous efficacy and consumed lower power with the same delay time.

### I. 서론

액정 표시기 (Liquid Crystal Display), 전장 발광형 표시기 (Electroluminescent Display), 형광 표시관 (Vacuum Fluorescent Display), 플라즈마 표시기 (Plasma Display Panel) 등의 평판 표시 소자들과 음극 선관 (Cathode Ray Tube) 등이 HD (High Definition) TV 실현을 목표로 기술 경쟁을 하고 있다. Thin Film Transistor 구동 방식을 채택한 LCD 가 그 중 선두를 유지하며 HD TV 표시 소자로 한 걸음 접근했지만 아직도 대형화로의 기술과 시야각 문제 등의 기술적 장벽이 놓여져 있다. 이에 비하여 플라즈마 표시기 (이하 PDP 라 칭함)는 대형화 하기 쉬운 표시소자로서 그 외의 여러 장점, 높은 휘도, 넓은 시야각, 계조(gray scale)의 용이성, 칼라화의 용이성, 내구성 등등을 가지고 있으나, 제작된 패널의 낮은 휘도 그리고 효율성의 문제로 표시 소자 경쟁에서 뒤지고 있는 것이 현실이다. (1) 앞으로 기술적 전환 없이는 가스 방전 표시관이 HD TV 표시 소자 시장을 주도해 나가는 어렵지만 다른 평판 표시 소자들과 보완, 경쟁 관계를 유지해 나가리라 기대된다. (2), (3)

PDP 중 HD TV 표시 소자에 가장 근접한 방식은 일본 NHK 연구소의 Planar Pulse Memory(이하 PPM 이라 칭함) 방식을 이용한 DC PDP 가 있다. (4) 이 방식은 지금 33 inch full color 화면을 연구실 수준의 표시 소자로 구동 하고 있지만, 가스 방전 표시 소자의 근본적인 문제인 효율 문제와 휘도 문제 그리고 안정된 동작 영역의 협소 등의 기술적 난제를 갖고 있다. (5), (6), (7) 이와같은 효율 문제 및 PDP의 여러

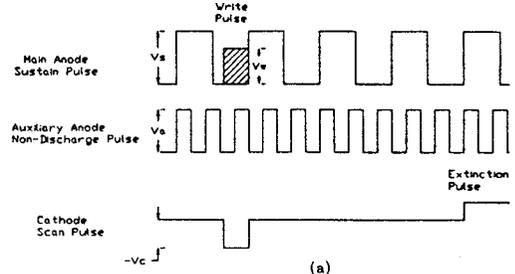
특성, 휘도, 안정된 동작 영역, 응답 속도 등을 향상시키기 위해 보조 전극에 Non-discharge pulse을 가하는 새로운 구동 방식인 Double Pulse Memory(이하 DPM 이라 칭함) 을 제안한 바 있다. (8)

본 논문은 DPM 방식을 이용하여 DC PDP의 휘도 및 효율을 측정하였다. 보조 전극에서 가해 주는 pulse의 주파수의 증가 및 전압의 증가에 따라 휘도 및 효율 특성이 개선됨을 보여 주고 있다. 또 PPM 방식과 비교하여 실험한 결과 효율이 약 3배 정도 향상되었고 동시에 낮은 전력으로도 빠른 응답 속도를 보여 주고 있다.

### II. DPM 방식의 원리 및 Plasma Display Panel 의 제작

#### 1. DPM 방식의 원리

그림.1은 한 cell 을 구동 하기 위한 각 전극의 기본 파형과 한 cell의 기본 개념을 나타낸 단면도 이다. 각 음극에는 Scan pulse 가 순차적으로 가해 지고, 주 양전극에는 유지 전압 pulse ( Sustain Pulse)와 Write Pulse을 가해 주게 된다. 보조 양전극에는 주 양전극에 가하는 유지 pulse의 주파수 보다 높은 주파수의 pulse를 가하게 된다. 이 보조 전극에 가해주는 pulse의 전압  $V_a$  는  $V_a + V_c < V_r$  (방전 개시 전압) 을 만족하도록 가해 주므로 보조 전극에는 방전이 생성되지 않는다. 이 것이 기존의 PPM 방식과 다른 점이다. 이렇게 보조 전극에 가하는 non-discharge pulse는 그림.1. (b)처럼 주 전극에서 생성 되는 after glow, diffuse glow 와 전자의 drift를 제어함으로써 주 방전의 최소 유지 전압, 응답 속도, 휘도 및 효율 등을 개선하게 된다.



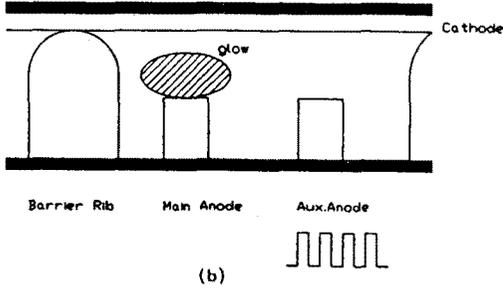


그림 1. DPM 방식을 이용할 때 각 전극의 구동 파형 및 한 cell의 개략도  
(a) 각 전극에 가하는 DPM 방식의 구동 파형  
(b) 한 cell의 개략도

2. Panel의 제작

가스 방전 표시 Panel의 제작 설비는 실크 스크린 인쇄 장치, 소성 장치, 진공 봉입 장치 및 그 부대 시설이 필요하다. 제작 순서는 전극 마스크 및 재료 준비, 실크 스크린 인쇄, 소성 및 진공 봉입 순으로 행하여 진다. 가스 방전 표시 패널의 제작 기술은 1968년 Owen에 의하여 Silk Screen방식이 도입된 이후 계속 이 방법을 사용하고있다. 최적의 패널을 얻기 위해서는 모든 과정에서의 최적의 조건과 전극 재료 문제에 있어서도 최적의 재료를 찾아 내어 사용 하여야 한다. 특히 음극 재료를 개선하여 패널의 효율을 높이는 연구도 진행 중에 있다.

제작된 패널의 Sheet Resistance는  $0.7\Omega/\square$  이고, 방전 가스는 Ne + Ar 0.1%의 페닝 혼합 가스를 사용하였다. 400 torr에서 DC 170 Volt 방전 개시 전압을 나타 내었다. 이런 수치와 실험 결과에서 얻어진 값들은, 패널이 최적의 조건에서 제작 될 경우 향상된 값을 가지리라 예상된다.

III. 실험 결과

1. 제작된 패널의 휘도 특성 및 전류, 전력, 효율 특성

먼저 제작된 패널의 휘도 및 효율 (Luminous Efficacy)을 측정하였다. 즉 보조 전극을 사용하지 않고 주 전극의 방전에 의한 특성을 실험하였다.

그림 2는 주 전극의 전압에 따른 제작된 패널의 휘도 및 효율 특성을 나타내고 있다. 주 전극 1KHz, 200V의 펄스에서는 대략  $15.2\text{ cd/m}^2$ , 230V에서는  $30\text{ cd/m}^2$  을 나타내고 있다. 주 전극 1KHz, 200V 펄스에서  $0.112\text{ [lm/W]}$  정도의 효율을 나타내는 패널로 제작되었음을 알 수 있다. 그림 3은 주 전극 전압에 따른 one cell에 흐르는 전류 및 전력 소모를 측정된 결과이다.

이러한 휘도 및 효율값은 패널의 제작 조건에 의해 결정된 값으로 패널의 제작 조건 및 환경을 최적화하면 그 절대 값을 향상시킬 수 있다.

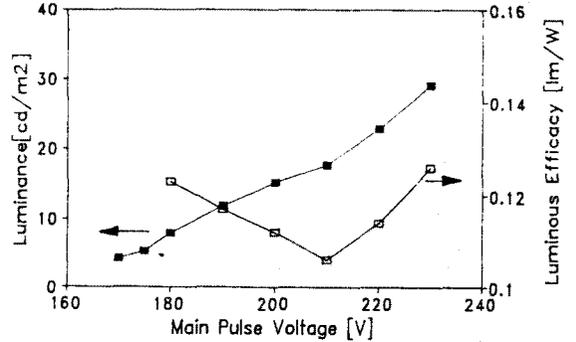


그림 2. 주 전극 1KHz pulse에 의한 휘도 및 효율 특성

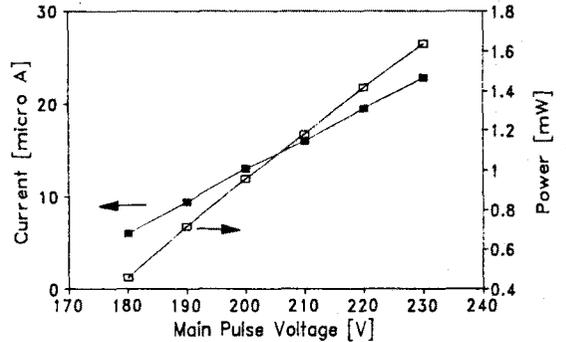


그림 3. 주 전극 1KHz pulse의 전압에 따른 전류, 전력 특성

2. 휘도의 향상

그림 4는 주 전극에 가해지는 유지 pulse가 1KHz 200 Volt 이고 보조 전극에는 10KHz의 non-discharge pulse를 가하고 그 전압을 변화시킬 때 나타나는 휘도 특성을 보여주고 있다. (8)의 논문에서 이와 관련된 값으로 보조 전극의 전압 변화에 따른 빛의 세기를 측정 한 바 있고, 이 결과가 휘도와 관련되었음을 언급하였다. 보조 전극 non-discharge pulse의 전압이 150V일 때 약 43%의 휘도 특성의 향상을 가져왔다.

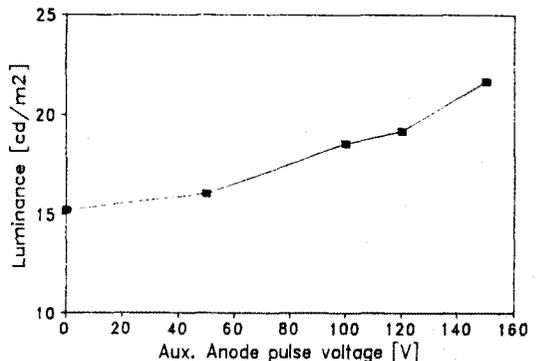


그림 4. 보조 전극 10KHz non-discharge pulse의 전압에 따른 주 전극의 휘도 특성

그림 5는 주 전극에 가해지는 유지 pulse가 1KHz 200 Volt 이고 보조 전극에 가하는 non-discharge pulse의 전압이 150V일 때 보조 전극에 가하는 pulse의 주파수를 변화시키면서 휘도 변화를 측정 한 실험 결과이다. 주 전극과 보조 전극의 주파수가 비슷하거나 낮으면 휘도 특성에는 변화가

없지만 주 전극보다 보조 전극에 가하는 pulse의 주파수가 높으면 그 휘도가 증가함을 보여 주고 있다. 이것은 보조 전극의 pulse가 주 전극에서 decay하는 after glow와 전자의 drift 및 diffuse glow를 제어하는 역할을 함으로써 나타나는 효과이다. 즉 보조 전극에 non-discharge pulse를 가함으로써 주 전극의 한 주기동안 생성된 하전 입자가 보조 전극의 영향을 받으므로써 나타나는 결과이다.

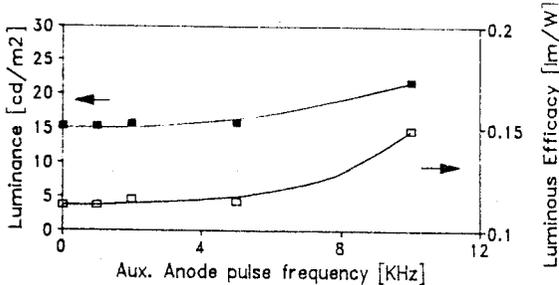


그림 5. 보조 전극 200 Volt non-discharge pulse의 주파수에 따른 주 전극의 휘도 및 효율 특성

3. 효율의 향상

주 전극에 유지(sustain) 펄스를 가하고 보조 전극에 주 전극보다 높은 주파수의 non-discharge pulse를 가하면 휘도 향상과 더불어 약간의 전력 소모가 수반되지만 보조 전극에 방전을 일으킬 정도의 전압이 아니므로 그 전력 소모는 미미하다. 결국 이렇게 보조 전극에 non-discharge pulse를 가하는 경우 휘도가 전력 소모에 비해 더 큰 비중으로 증가하여 효율 향상을 가져온다. 그림.6는 주 전극에 가해지는 유지 pulse가 1KHz 200 Volt 이고 보조 전극에 주파수가 10KHz의 non-discharge pulse 을 가할 때 보조 전극에 가하는 non-discharge pulse 전압의 변화에 따른 효율의 변화를 나타내고 있다. 보조 전극 pulse 10KHz, 150V를 가하는 경우 33% 효율의 향상을 가져왔다. 그림.5은 주 전극에 가해지는 유지 pulse가 1KHz 200 Volt 이고 보조전극 non-discharge pulse의 전압이 150V일 때 보조 전극에 가하는 주파수의 변화에 따른 효율의 변화를 나타내고 있다. 보조 전극 non-discharge pulse 주파수를 증가 시키에 따라 효율이 증대됨을 알 수 있다. 보조 전극에 가하는 non-discharge pulse의 주파수를 어느 정도까지 증가시키면 효율은 더욱 증대되리라 예상된다.

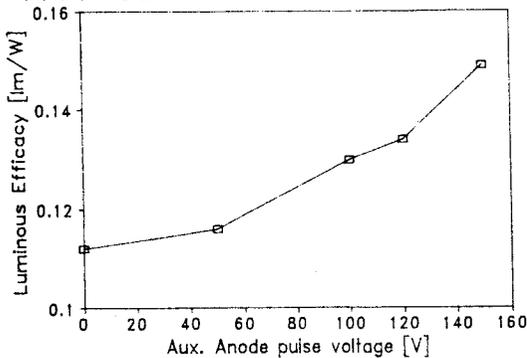


그림 6. 보조 전극 10KHz non-discharge pulse의 전압에 따른 주 전극의 효율 특성

4. PPM 방식과의 비교 실험

PPM 방식의 구동과 본 논문의 DPM 방식에 의한 구동 실험을 한 cell에 대해 행하였다. 먼저 그림.7은, 보조 전극에 DC 방전을 이용한 경우 (그림.7의 DC (on) 에 해당)와 보조 전극에 non-discharge pulse을 이용한 경우의 최대, 최소 유지 전압을 나타내었다. 그림.7의 DC(on)에 해당하는 최대, 최소 유지 전압은, 보조 전극에 DC 방전을 이용한 경우로서 PPM 방식을 적용하였을 경우의 최대, 최소 유지 전압을 나타 낸다. PPM 방식의 경우 priming 효과에 의하여 최대, 최소 유지 전압의 값이 떨어진다. 그러므로 주 전극의 유지 전압을 낮추어 구동할 수 있다. 그러나 보조 전극의 DC 방전에 의한 전력 소모와 scan된 모든 보조 전극에 불필요한 방전이 발생하므로 그 전력 소모 또한 무시할 수 없다. 이 때 보조 전극에 non-discharge pulse 을 가하게 되면, 그림.7과 같이 일정한 non-discharge pulse 전압에 대해 그 주파수를 증가 시키면 최소 방전 유지 전압이 낮아진다. 보조 전극의 DC 방전에 의해 최소 방전 유지 전압을 낮춘 것처럼 보조 전극에 non-discharge pulse을 가하므로써도 유지 전압을 낮추어 구동 할 수 있었다. 또한 보조 전극에 non-discharge pulse 을 가함으로써 보조 전극의 DC 방전에 의한 전력 소모와 scan된 불필요한 보조 전극에서 소모되는 전력을 줄일 수 있다.

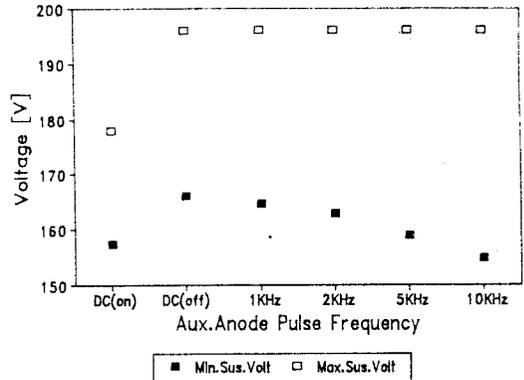


그림 7. DC 및 Non-discharge pulse의 주파수 변화에 따른 최대, 최소 유지 전압의 변화

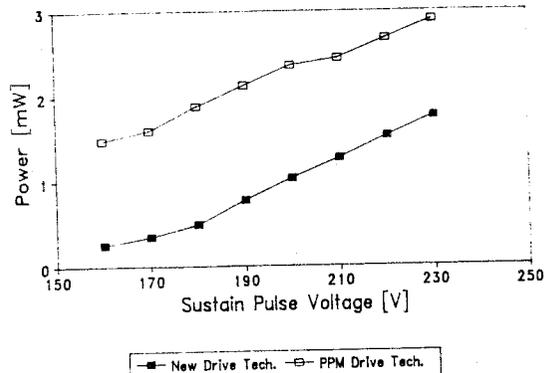


그림 8. 주 전극의 유지 전압 변화에 따른 DPM 방식 구동과 PPM 방식 구동의 전력 소모 비교

그림.8는 주 전극의 유지 전압에 따른 한 cell의 전력 소모를 PPM 방식과 DPM 방식을 비교한 실험 결과이다. 그 전력 소모를 유지 전압 200 volt 일때 비교해 보면, non-discharge pulse 을 보조 전극에 가하는 경우 1.03mW의 전력을 소모하지만 PPM 방식으로 구동하는 경우 2.35mW의 전력을 소모한다. 그러므로 DPM 방식으로 구도할 경우 그 전력 소모를 1/2로 줄일 수 있다.

그림.9은 어느 일정한 응답 속도를 얻기 위해 소모되는 전력을 도사한 실험 결과이다. 그림.9에서 볼 수 있듯이 PPM 방식에서는 응답속도를 빨리하기 위해 보조 전극의 전압을 증가시켜야 함으로 그 것에 따른 전력 소모가 증가하고 보조 방전에 의한 cross talk 문제 및 오방전 그리고 contrast ratio 등의 여러 문제가 발생한다. 이에 비하여 DPM 방식에서는 응답 속도를 빨리해도 그에 따른 보조 전극의 전력 소모가 적게 수반된다. 또한 보조 전극의 방전에 의한지 아니 함으로 cross talk 및 오방전의 문제가 발생하지 않고 contrast ratio 도 높아 지는 장점을 지니고 있다.

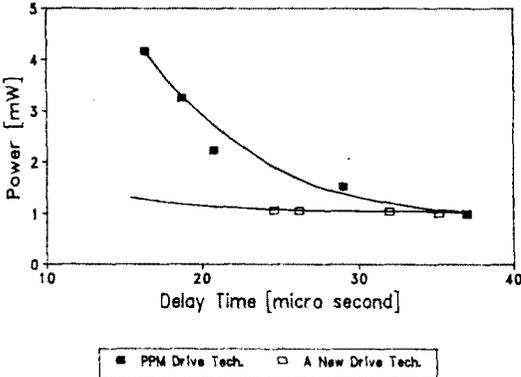


그림 9. 응답 속도에 따른 DPM 방식과 PPM 방식의 전력 소모 비교

그림.10는 같은 응답 속도, 같은 유지 전압을 갖는 각 구동 방식을 비교한 그림이다. DPM 방식이 같은 응답 속도, 같은 유지 전압을 갖을 때 그 효율면에서 3.4배 향상된 결과를 얻을 수 있었다. 이와 같이 DPM 방식의 구동은 전력 손실을 줄이면서 응답 속도를 빨리 할 수가 있으며, 보조 전극의 non-discharge pulse를 조절 함으로써 효율을 향상 시킬 수 있다는 것을 실험으로 증명하였다.

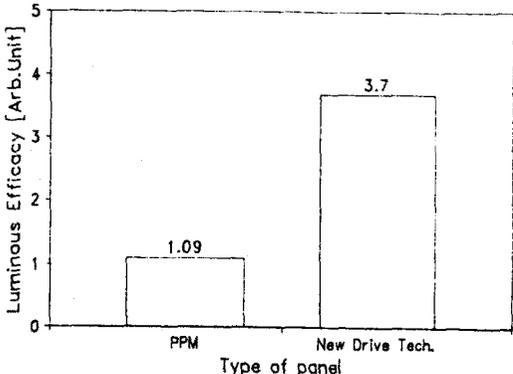


그림 10. 같은 응답 속도, 같은 유지 전압을 갖을 때의 PPM 방식과 DPM 방식과의 효율 비교

#### IV. 결론

본 논문은 DPM 방식으로 구동하는 플라즈마 표시기가 PPM 방식에 비하여 효율 및 응답 속도 특성이 향상 될 수 있다는 결과를 제시하고 있다. 먼저 DPM 방식으로 보조 전극에 가하는 non-discharge pulse의 주파수가 주 전극 유지 pulse의 주파수보다 높을 경우 보조 전극 non-discharge pulse의 전압에 따라 휘도의 증가와 효율의 증가를 가져왔다. 역시 주 전극 유지 pulse보다 높은 주파수 범위내에서 보조 전극 pulse의 주파수의 증가에 따라 휘도의 증가 및 효율의 증가를 보여 주고 있다. 그리고 한 cell에 대해 PPM 방식과 비교 구동을 실험을 하였을 경우 효율이 향상됨은 물론 같은 응답 속도를 얻기 위해서도 그 효율이 3.4배 정도 개선되면서 전력 소모를 줄일 수 있었다.

#### V. 참고 문헌

1. Lawrence. E. Tannas, "Flat Panel Display and CRTs", V.N. REINHOLD Company, New York, 1985
2. SID Seminar Lecture Notes, Volume 1, 1989
3. SID Seminar Lecture Notes, Volume 2, 1990
4. H. Murakami, R. Toyonaga, IEEE. Trans. ED, Vol. ED-29, No 6, 1982, pp. 988
5. H. Murakami, T. Katoh, IEEE EDL, Vol EDL-6, No 3, 1985, pp. 132
6. H. Murakami, et. al, IEEE. Trans., ED Vol 36, No 6, 1989, pp. 1063
7. H. Murakami, et. al, SID 91 Digest, 1991, pp713
8. 황 기용, 최 경철, 신 범재, 춘계 전기 학회 학술 대회 논문집, 1991, pp123