

A Study on the Relationship between Cell Structure and Discharge Characteristics of Surface Discharge AC PDP

愼重弘*, 李禹根**, 金俊浩**, 金圭燮***, 柳冲熙[§], 朴正后^{§§}

Joong-Hong Shin, Woo-Geun Lee, Jun-Ho Kim, Gyu-Seob Kim, Jung-Hee Yoo, Chung-Hoo Park

Abstract -The relationships between discharge characteristics and sustain electrode shape are studied in AC PDP by calculating the electric field and measuring discharge voltage, luminance and current. The maximum electric field is obtained for the triangle shape electrode. It is 1.8 times larger than uniform electric field type. It has been shown that the firing voltage is largely affected by the degree of electric field concentration. But, as the difference of the maximum and minimum value of electric field in a cell increases, the luminance and luminance efficiency decrease. And, the charge variation during discharge is proportional to the area of electrode.

Key Words : PDP(Plasma display panel), Sustain electrode shape, firing voltage, sustain voltage

1. 서 론

표시소자로서 CRT(Cathode ray tube)가 현재 폭넓게 사용되고 있으나 대화면화 할수록 평면화 하기 어렵고 부피가 크게 될 뿐아니라 무게가 100kg 이상으로 되므로 고화질이면서 두께가 얇고 경량의 벽걸이형 대형 표시소자에 대한 요구가 점차 증가되어 왔다. CRT외에 평면 표시소자로서는 PDP(Plasma display panel), LED(Light emitting diode), EL(Electroluminescent) display, VFD(Vacuum fluorescent display), LCD(Liquid crystal display)[1-3] 등이 있다. 이 중 LCD는 현재까지 경량, 박형의 대화면 평면소자로 개발되고 있으나 30~40인치 정도가 그 한계일 것으로 추정되고 있다.

이들 중에서 PDP는 최근 40~60인치급 시제품이 한국과 일본의 기업을 중심으로 시작품이 발표되고 있으며, 차세대 고화질, 경량의 대화면 표시소자로 주목되고 있다. PDP의 원리는 기체 방전시 발생하는 진공자외선(Vacuum ultra violet : VUV)을 이용하여 형광체를 여기하고, 이 형광체에서 발생하는 가시광을 이용하여 문자나 화상을 표시하게 된다.[1-4]

PDP는 전극의 구조에 따라 DC형과 AC형으로 구분된다.

- * 正 會 員 : 東義大 工大 電氣工學科 教授 · 工博
- ** 正 會 員 : 釜山大 工大 電氣工學科 博士課程
- *** 正 會 員 : 東明大學 電氣科 教授
- § 準 會 員 : 東義大 工大 電氣工學科 碩士課程
- § § 正 會 員 : 釜山大 工大 電氣工學科 教授 · 工博
- 接受日字 : 1998년 11월 9일
- 最終完了 : 1999년 1월 30일

DC PDP는 전극이 직접 방전공간에 노출되어 있어 전도 전류(Conduction current)가 직접 전극을 통해서 흐르지만, AC PDP에서는 전극이 유전체로 도포되어 있어 유전체를 통한 변위전류(Displacement current) 및 방전전류가 흐른다. 그러나, PDP에서는 일반적으로 수백 Torr의 가스압력에서 방전을 형성해야 하므로 DC형의 경우에는 글로우 방전이 아닌 아크 방전으로의 전이가 쉽게 일어나게 되어, 각 셀마다 방전 전류 제한용 저항을 부가해야 하는 어려운 조건과 전극이 방전공간에 직접 노출되어 있어 스퍼터링이 되는 결점을 가지고 있다.[4-5] AC PDP에서는 이러한 결점을 보완하기 위하여 전극을 유전체로 도포하여 유전체 표면에서 일어나는 표면 방전을 이용하고 있다. 전극을 유전체로 도포하여 형성하는 방전에서는 UV나 VUV의 발광이 크므로 AC PDP에서는 이 자외선을 형광체에 조사하여 가시광선을 얻고 있다.[6] 현재 AC PDP는 제작이 쉽고 그 특성이 우수하여 주로 AC PDP의 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러나, 최근 시작되고 있는 AC PDP는 전력 손실이 크고 발광효율이 낮아 큰 문제점으로 지적되고 있다. 그래서 최근 AC PDP의 전력손실 저감기술[7-9] 및 AC PDP 셀구조 변화에 따른 방전특성 및 발광효율 개선에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 고휘도, 고효율 셀 설계의 기본 데이터로 활용하기 위하여 AC PDP의 유지전극 구조의 변화에 따른 전계해석, 방전특성 및 PDP의 발광효율 특성 변화에 대하여 고찰하였다..

2. 실험방법

그림 1은 AC PDP의 개략도를 나타내고 있다. AC PDP의 상판에는 방전을 유지하는 유지전극(Sustain electrode)이 유전체와 MgO 박막으로 도포되어 있다. 유지전극은 형광체에

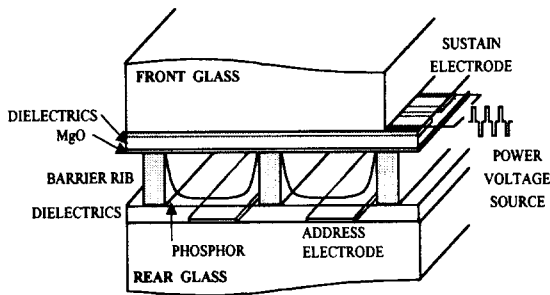


그림 1. AC PDP의 개략도
Fig. 1 The schematic diagram of AC PDP

서 발생하는 가시광을 통과시키기 위해서 투명전극 (Indium-Tin oxide ; ITO)과 투명전극의 저항을 저하시키기 위한 버스전극(Bus electrode ; Cr/Cu/Cr)의 조합으로 구성되어 있다. 유지전극은 두께 약 20 μ m의 투명 유전층(Dielectric layer ; SiO₂-PbO)으로 도포되어 있으며, 이 유전층의 열화 방지와 방전개시전압의 저감을 위하여 내스퍼터링성과 2차전자 방출계수가 높은 MgO 박막을 유전층 위에 도포하여 사용하고 있다. 유지전극 간에 방전은 MgO 표면에서 형성되는 표면방전(Surface discharge)이며 최초의 방전형 오존발생기의 구조와 유사하다. 한편, 하판에는 방전을 제어하기 위한 어드레스 전극(Address electrode)이 형성되어 있으며, 어드레스 전극은 가시광의 반사효율이 높은 백색유전층으로 도포되어 있다. 그리고, 옆 셀과의 구분을 위하여 격벽을 설치하고 있으며 격벽 사이에는 각각 R, G, B 삼원색의 형광체가 도포되어 있다.

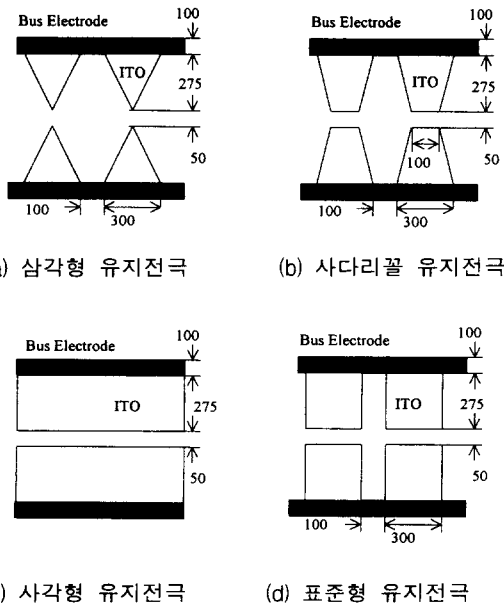


그림 2. 여러 가지 유지전극구조
Fig. 2 Various Sustain Electrode Shape

특히, AC PDP의 방전 셀 내의 방전특성 및 발광효율 특성

은 유지전극의 형상에 크게 의존하므로[10-12], 본 연구에서는 각종 유지전극 형상을 제안하여 전개해석을 행하고 그 방전특성 및 발광특성을 고찰하였다. 그림 2는 본 연구에서 제안된 유지전극의 형상과 지금까지 잘 알려져 있는 표준형 유지전극의 구조의 개략을 나타내고 있다. 본 실험에서는 동일한 버스전극 상에 투명전극의 모양을 각각 삼각형, 사다리꼴, 사각형 및 표준형으로 5조씩 한 패널 상에 형성하여 동일 조건하에서 실험을 행하였다.

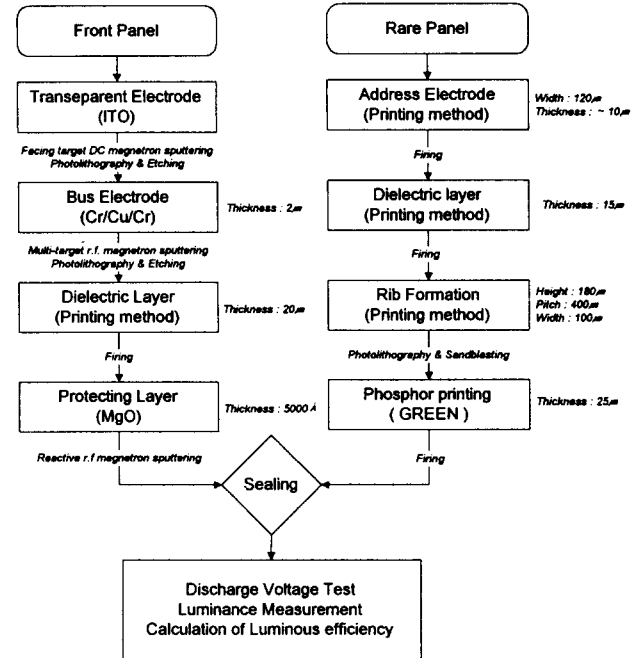


그림 3. 시료의 제작 공정도
Fig. 3 The manufacturing flowchart of AC PDP

그림 3은 AC PDP 테스트 패널의 제작공정도를 나타내고 있다. 상판 제작공정은 70mm×90mm×3mm의 창유리를 세정한 후, Facing Target DC Magnetron Sputtering법에 의하여 창유리 기판 전면에서 약 5000Å의 ITO 박막을 형성한 후, 포토리소그라피법(Photolithographic technique)과 에칭에 의해 ITO 유지전극을 형성하였다. 한편, ITO 유지전극 만으로는 저항이 크기 때문에 전극 저항을 저하시킬 목적으로 ITO 전극 상에 Cr/Cu/Cr의 버스(Bus) 전극을 스퍼터링에 의해 형성하였다. 버스 전극의 두께는 2 μ m, 폭은 ITO 유지전극의 1/3 정도이다. 투명전극과 버스전극이 형성된 후, 그 위에 유전층을 형성하였으며 형성방법은 Glass 페이스트(Noritake co.)를 유지전극을 포함한 기판전면에 프린팅한 후 소성하였다. 소성후의 유전층의 두께는 약 20 μ m였다. 이상과 같이 전극 상에 유전층을 형성한 후 유전층 상에 반응성 스퍼터링(Reactive sputtering)에 의하여 약 2000Å의 MgO 박막을 형성하였다.

하판은 상판과 동일한 유리 기판 상에 Ag 페이스트(Noritake co., NP-4731C)로서 어드레스 전극을 프린팅한 후 소성하고, 그 위에 백색 유전체 페이스트(Noritake co., NP-7858A)를 이용하여 가시광 반사용 백색 유전층을 프린팅한 후 소성하였다. 격벽의 형성은 하판 유전층 위에 격벽 형

성용 페이스트(Noritake co.)를 프린팅하고 120°C에서 건조하였다. 이후, 포토리소그래피법(Photolithographic technique)에 의하여 격벽의 모양을 현상하고 샌드블라스트(Sandblast)법에 의하여 격벽을 형성한 후 소성하였다. 소성된 격벽간에는 녹색(Green)의 형광체를 프린팅하여 소성하였다. 격벽폭 100 μm, 격벽피치 400 μm 및 격벽높이는 180 μm였다.

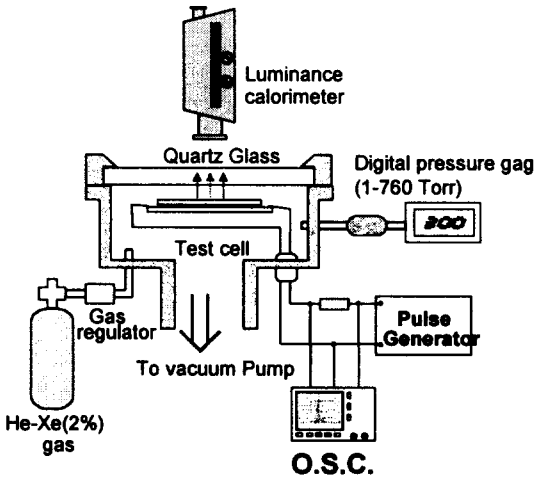


그림 4. 방전특성 시험용 방전챔버의 개략도
Fig. 4 The schematic diagram of discharge test chamber

그림 4는 완성된 시료의 방전특성을 시험하기 위한 소형 진공조를 포함한 실험 시스템의 개략도를 나타내고 있다. 진공조는 직경 200mm, 높이 80mm의 원통형 구조로 되어 있으며, 전극의 방전상태 및 광특성을 외부에서 관찰하기 용이하도록 상부면은 표면 가공한 석영창으로 제작하였다. 진공조 내부의 진공도는 상압에서 1Torr의 진공까지 쉽게 확인할 수 있도록 압력변환기(Setra co. Model 280)와 디지털 디스플레이(GLA co., MD-100)를 조합하여 제작하였다. 특성시험에서는 주파수(5~55kHz), 전압(~300V)이 가변되는 구형파 펄스 발생전원을 제작하여 이용하였다.

본 실험에서는 제작된 상판과 하판의 시료를 봉합하여 진공조에 장착 한 후 진공도를 10⁻⁶Torr까지 초기 배기하고, He-Xe(2%) 가스를 400Torr까지 주입하여 1시간 동안 방전을 행한 후 방전전압이 안정되고 난 후에 측정을 행하였다. 인가전압은 주파수 30kHz의 교류 구형파의 진폭을 가변하면서 실험을 행하였다. 방전개시전압은 인가전압을 서서히 증가시키면서 테스트 패널의 최초 한개 셀이 방전하는 전압으로 하였으며, 방전유지전압은 전체 셀을 방전시킨 후 서서히 인가전압을 감소시키면서 최초 한 개 셀의 방전이 소멸하는 전압으로 하였다.

전압파형과 전류파형 측정은 Digital Storage Oscilloscope로 측정하였으며, 휘도측정은 방전셀과 수직인 위치에서 휘도측정기(Luminance Colorimeter, BM-7)와 근접렌즈(Attachment Lens, AL-6)를 이용하였다. 그리고, 패널 자체의 소비전력은 방전전류 파형과 인가전압 파형의 순시치를 곱하여 시간에 대한 평균값으로 산출하였다.

AC PDP의 발광효율은 소비전력에 대한 출력광속의 비로서

정의된다. AC PDP의 구조상 격벽의 측면과 상층에 형광체도 도포되어 있으므로, 완전 확산면이라고 가정하면, 가시광이 반사하여 전면으로 2π 공간에 방사하는 광속 L(lm)은 다음식과 같이 나타낼 수 있다.

$$L = \int I(\theta)d\Omega = \int_0^{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} I_o \sin\theta \cos\theta d\theta d\rho \quad (1)$$

$$= I_o \int_0^{2\pi} d\rho \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\theta \cos\theta d\theta = \pi I_o$$

또, 휘도 B가 일량하다고 하면 표시화면의 수직광도 I_o는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$I_o = BS \quad (2)$$

그러므로 PDP의 출력광속 L은

$$L = \pi I_o = \pi BS \quad (3)$$

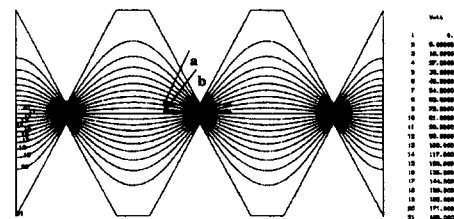
로 된다. 본 실험에서는 휘도(B)와 면적(S)을 측정하여 출력광속을 계산하고, 다음식에 의하여 발광효율을 계산하였다.

$$\text{발광효율} = \frac{\pi \times B(\text{cd/m}^2) \times S(\text{m}^2)}{\text{소비전력}(W)} \quad (4)$$

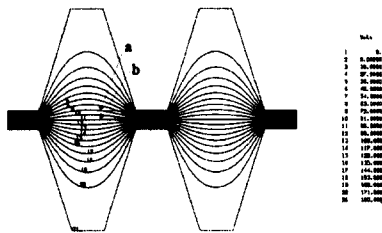
소비전력은 오실로스코프 상의 방전전압과 방전전류 파형에서 구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

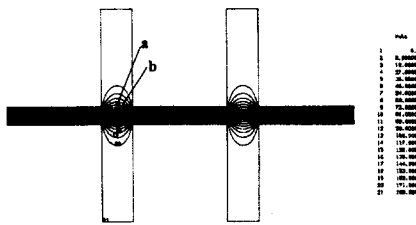
그림 5는 그림 2의 전극구조 중 새로 제안된 (a), (b) 및 (c)의 전극구조에 따른 등전위선 분포를 나타내고 있다. 등전위선의 계산은 FLUX2D를 사용하였으며, 유전체의 표면에서의 등전위선을 2차원적으로 해석하였다. 해석 조건은 한 전극에 180V를 인가하고, 대응전극을 어스하고 방전공간의 유전율을 1로 하였다. 그림 5 (a)는 삼각형 모양의 유지전극이 서로 마주보고 있을 경우의 등전위선 분포를 나타내고 있다. 등전위선 분포는 삼각형 모양의 유지전극 끝부분에 밀하고, 전극간격이 넓어지는 그 주변의 영역으로는 소하게 분포하고 있음을 알 수 있다. 그리고, 그림 5 (b), (c)에서도 각 전극의 에지 부분에 등전위선이 집중되고 있으며, 전극이 마주보고 있는 부분에서는 등전위선이 평등분포하고 있으며, 전극간격



(a) 삼각형 모양 유지전극의 등전위선도



(b) 사다리꼴 모양 유지전극의 등전위선도



(c) 사각형 모양 유지전극의 등전위선도

그림 5. 유지전극 형상에 따른 등전위선도

Fig. 5 The sketch of equipotential line as a parameter of sustain electrode shape

이 넓어질수록 등전위선이 소하게 분포하고 있음을 알수 있다.

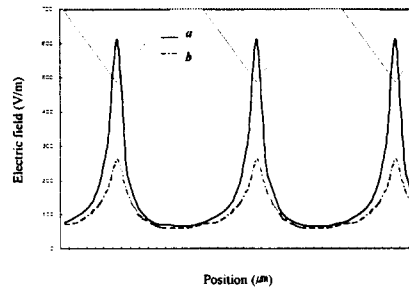
그림 6은 그림 2의 (a), (b) 및 (c)의 각 전극구조에서 전극 표면부 a와 전극과 전극간의 중간부분 b에서 수평방향 거리를 변수로 했을 경우 각 점의 전계강도를 나타내고 있다. 그림 6 (a)의 삼각형 전극 꼭지점에서 610V/m의 전계강도를 나타내고 있으며, 꼭지점과 꼭지점 중앙부분에서 250V/m의 전계강도를 나타내고 있다. 각각의 전극구조의 여러부분에서 최대전계 집중부분과 최소 전계강도를 정리하여 표 1에 나타내었다.

표 1. 여러 가지 구조에서 최대전계강도와 최소전계강도

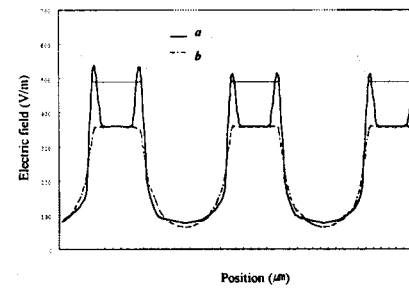
Table. 1 The maximum and minimum values of electric field for various electrode shape

전계	전극형상		삼다리꼴		사각형		평등전계형	
	A	B	A	B	A	B	A	B
최대전계강도(V/m)	610	250	510	360	440	360	360	360
최소전계강도(V/m)	60	55	70	65	160	160	360	360

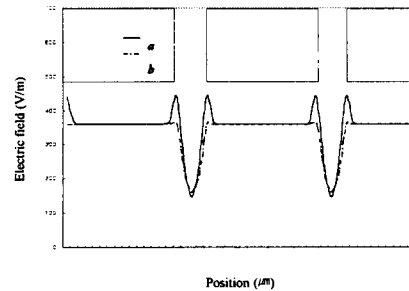
그림 2에서 주어진 전극형상과 치수의 전극 구조인 경우에는 표 1에서 알수 있는 바와 같이 평등전계형을 제외하고는 전극 에지의 표면에서는 높은 전계를 나타내지만 표면에서는 멀어질수록 전계가 급격히 저하한다. 특히, 최근접 평행전극



(a) 삼각형 모양 유지전극의 전계분포



(b) 사다리꼴 모양 유지전극의 전계분포



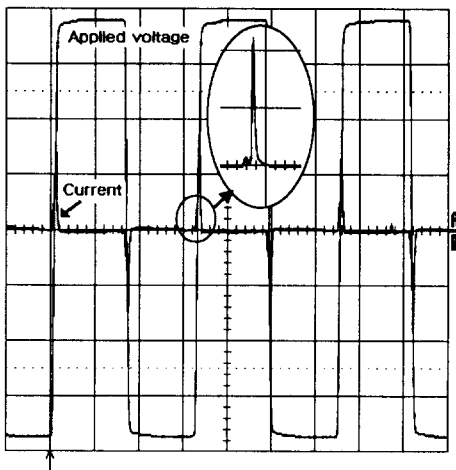
(c) 사각형 모양 유지전극의 전계분포

그림 6. 유지전극 형상에 따른 전계분포

Fig. 6 Electric field as a parameter of sustain electrode shape

부분을 벗어나면 전계강도는 급격히 저하하고 있음을 알수 있다. 그 결과 전극형상은 방전특성에 크게 영향을 미칠 것으로 생각된다.

그림 7은 AC PDP에 교류 펄스 전압을 인가한 경우의 전형적인 방전전압과 전류의 파형을 나타내고 있다. AC PDP의 전류는 인가전압의 초반부에서만 발생하고 곧 소멸한다. 교류 펄스 전압 인가시 흐르는 전류 $I_s(t)$ 의 파형은 두개의 피크로 이루어져 있다. 첫번째 전류펄스는 용량성 셀을 충전하는 변위전류(displacement current) $I_c(t)$ 이고, 두번째의 침상의 전류파형은 가스방전에 의한 방전전류(discharge current) $I_d(t)$ 를 나타내고 있다. 이와 같이 방전셀에 흐르는 전류는 AC PDP의 구조적 특성에서 이해 할수 있다. 즉, AC PDP 방전셀 상판은 그림 8과 같이 용량 C와 방전 갭의 등가회로



(50V/div., 50mA/div., 10μs/div.)

그림 7. 인가전압과 전류의 파형

Fig. 7 The waveform of applied voltage and current

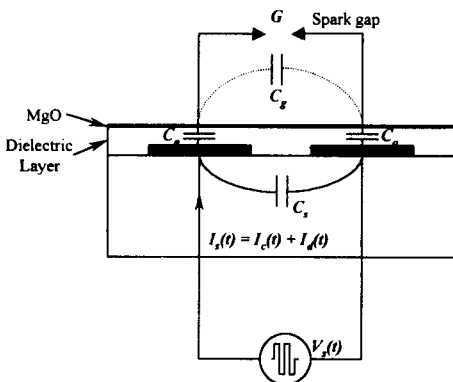


그림 8. AC PDP 상판의 C-등가회로

Fig. 8 The C-equivalent circuit of front glass of AC PDP

로 나타낼 수 있다. 방전 갭 G는 셀의 방전동작을 근사화하기 위한 것이며 셀이 방전하면 갭은 도통 상태라고 볼 수 있다. 방전전류는 갭 양단의 전압 $V_G(t)$ 가 방전개시전압 이상이 되면 C_o-G-C_o 경로를 통해 흐르게 됨을 알 수 있다. 여기서 $V_G(t)$ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

방전개시전 $V_s(t)$ 인가시 갭 양단에 분배되는 전압 $V_g(t)$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$V_g(t) = \frac{C_o}{C_o + 2C_g} V_s(t) = KV_s(t) \approx V_s(t) \quad (5)$$

여기서, $K = \frac{C_o}{C_o + 2C_g}$ 로서 실제 AC PDP에서는 $C_o \gg C_g$ 가 되므로 1에 아주 가까운 값이 된다. 한편, 셀이 연속 방전 동작 중에 있을 때 갭 G의 양단 전압 $V_G(t)$ 는 $V_g(t)$ 와 벽

전압 $V_w(t)$ 의 합으로 된다. 즉,

$$V_G(t) = V_g(t) + V_w(t) \quad (6)$$

여기서, 벽전압은 1/2 주기 전의 방전에 의해 MgO표면에 형성된 벽전하를 전압으로 환산한 것으로 이 값은 셀에 흐르는 방전전류 $I_d(t)$ 에 의해 2개의 C_o 양단에 나타나는 전압의 합으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$V_w(t) = \frac{2}{C_o} \int I_d(t) dt \quad (7)$$

그러므로, (6)식에서 방전 갭 G 사이에 나타나는 전압 $V_G(t)$ 는 근사적으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$V_G(t) = V_s(t) + \frac{2}{C_o} \int I_d(t) dt \quad (8)$$

결국, 방전셀에 흐르는 전류 $I_s(t)$ 는 방전개시전 콘덴서 C_o, C_g, C_o, C_s 를 충전하는데 필요한 전류 혹은 변위전류 $I_c(t)$ 와 (6)식으로 주어지는 갭전압 $V_G(t)$ 가 방전개시전압 이상일 경우 도통된 G를 통해 두 개의 C_o 콘덴서를 충전하는 전류 즉 방전전류 $I_d(t)$ 의 합으로 형성됨을 알 수 있다.

$$I_s(t) = I_c(t) + I_d(t) \quad (9)$$

이상에서 알 수 있는 바와 같이 전류 $I_s(t)$ 및 방전전압은 콘덴서 C값 즉 전극형상이나 유전체 특성에 따라 크게 변화하게 됨을 알 수 있다.

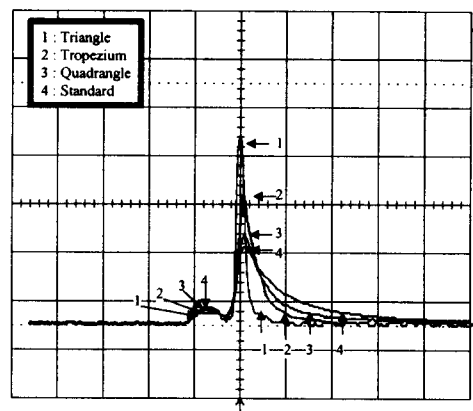


그림 9. 유지전극 형상에 따른 전류파형

Fig. 9 The Current waveform as a parameter of sustain electrode shape

그림 9는 전극모양에 따른 전류의 파형을 나타내고 있다. 전극의 면적이 증가할수록 전류의 변위전류 부분이 증가하고

있음을 알 수 있다. 이것은 셀의 전극면적이 증가할수록 셀의 용량성도 증가하기 때문으로 생각할 수 있다. 방전전류의 경우는 전계집중형 구조일수록 방전전류의 상승기울기가 증가하였으며, 방전전류의 피크치도 증가하였다. 그리고, 전류가 감쇄하는 시간을 보면 전극의 면적이 넓을수록 감쇄시간이 길어짐을 알 수 있다.

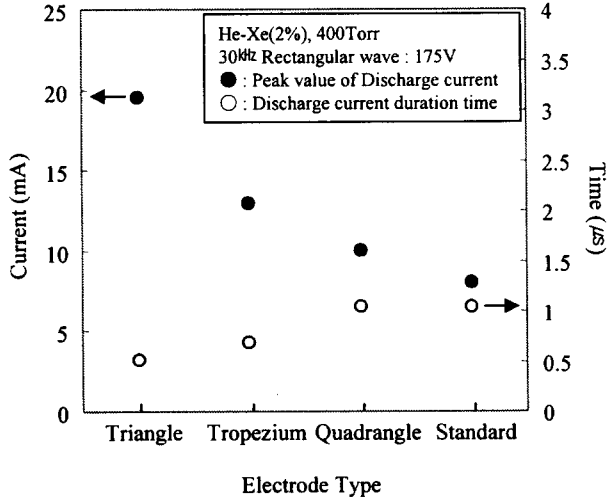


그림 10. 유지전극 형상에 따른 방전전류 피크치와 방전전류 지속시간

Fig. 10 The peak value and duration time of discharge current as a parameter of sustain electrode shape

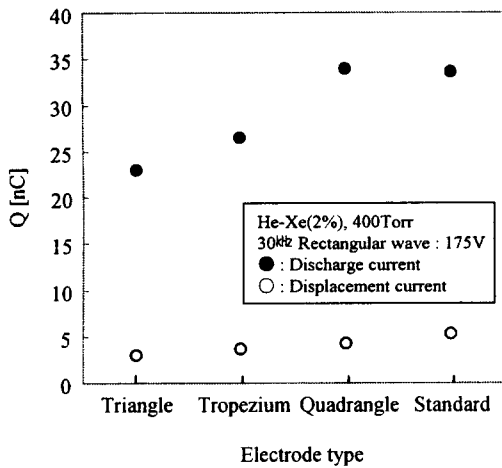


그림 11. 유지전극 형상에 따른 전하량 변화

Fig. 11 Charge variation as a parameter of sustain electrode shape

그림 10은 방전전류의 피크치와 방전전류의 지속시간을 나타내고 있다. 방전전류의 피크치는 방전이 초기에 얼마나 발생하느냐에 영향을 받으므로, 초기 방전이 개시되는 부분의 전계의 세기에 비례한다고 볼 수 있다. 그러므로, 방전전류의 피크치는 전계의 집중정도가 큰 삼각형의 구조에서 가장 크게 나타났으며, 사다리꼴, 사각형, 표준형의 차례로 나타났다. 그리고, 방전전류의 지속시간은 방전셀의 용량성에 따른 감쇄

시상수의 영향을 받으므로 전극의 면적이 넓을수록 증가한다. 공간상에 발생된 하전입자가 유전체의 표면에 축적될 경우, 전극의 면적에 비례하여 하전입자가 축적되는 시간은 증가하게 되는 것으로 생각된다.

그림 11은 변위전류와 방전전류에 의하여 변화된 전하량을 나타내고 있다. 변위전류는 방전이 발생하기 전 인가전압의 변화분과 셀의 부용량에 의하여 결정되는 전류이다. 모든 시료의 인가전압 변화분(인가전압의 상승시간)을 동일하게 하였을 경우, 변위전류는 셀의 기하학적인 구조에 의한 용량성의 지배를 받게 된다. 그리고, 방전셀의 용량성은 전극의 면적과 직접적인 관계가 있으므로, 전극의 면적이 증가할수록 변위전류에 의한 전하량의 변화분은 증가하게 된다. 방전전류에 의한 전하량의 변화는 방전에 의하여 전하를 얼마나 형성하여 유전체 표면에 축적하였는가를 나타낸다. 앞의 전류과형에서 알 수 있듯이 삼각형 전극구조의 경우가 순간적으로 형성하는 피크전류값은 최대였으나, 방전전류의 지속시간이 짧아 전체적인 전하량의 변화는 가장 작은 것으로 나타났다. 삼각형 구조의 경우, 초기 방전에 의하여 발생한 하전입자들이 방전유지가 가능한 전계집중부의 전계를 감소시키면, 더 이상 방전이 유지되지 않게 되고, 하전입자의 생성이 중단하게 되므로 전류는 급격히 감소한다고 생각할 수 있다.

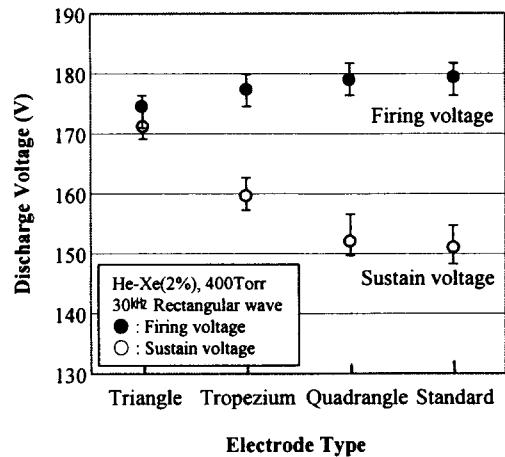


그림 12. 유지전극 형상에 따른 방전특성

Fig. 12 The discharge characteristics as a parameter of sustain electrode shape

그림 12는 전극형상에 따른 방전전압 특성을 나타내고 있다. 방전실험은 He-Xe(2%) 가스압력 400Torr에서 행하였다. 방전개시전압은 투명전극의 모양이 그림 2(a)의 삼각형과 같이 전계의 집중이 용이하도록 형성된 구조일수록 저하하지만, 방전유지전압은 방전개시전압과는 반대의 경향을 나타내었다. 방전의 개시는 방전공간에서 전계가 가장 큰 부분에서 시작되고, 방전이 형성된 이후에는 방전에 의하여 형성된 전자와 이온을 씨드(Seed)로 하여 방전을 일으킬 수 있을 정도의 전계가 형성되어 있는 부분으로 확산될 것으로 생각된다. 그리고, 방전유지전압은 방전에 의하여 형성된 전하들이 유전체 표면에 축적되고, 이 축적된 벽전하가 얼마나 효과적으로 벽전압을 형성하느냐에 따라 결정된다고 할 수 있다. 삼각형

모양의 투명전극일 경우에는 그림 6 (a)의 전계분포에서 알 수 있듯이 방전 갭부분의 삼각형 에지(edge)부분의 전계와 에지 부분의 좌우 부분의 전계 차이가 크게 되므로, 초기 방전발생은 삼각형의 끝부분에서 시작되지만, 이때 방전된 전하가 에지부분의 전계를 약화시키면 에지 주위의 전계만으로는 방전이 유지되지 않아 방전의 유지시간이 극히 짧게 된다. 그리고, 축적된 벽전하의 량도 적게 되어 벽전압의 크기도 적게 된다고 볼 수 있다. 이와는 반대로 투명전극의 모양이 그림 2(c)와 같이 사각형 모양일 경우에는 전극의 갭부분의 전계는 모두 동일하므로, 방전개시전압은 다소 상승하더라도, 방전의 확산이 좌우 방향으로 용이하게 일어난다. 방전의 확산이 많은 구조에서 벽전하의 량은 충분하게 축적되고, 이 축적된 벽전하의 벽전압 효과에 의해 방전유지전압이 낮아지게 되는 것으로 생각된다.

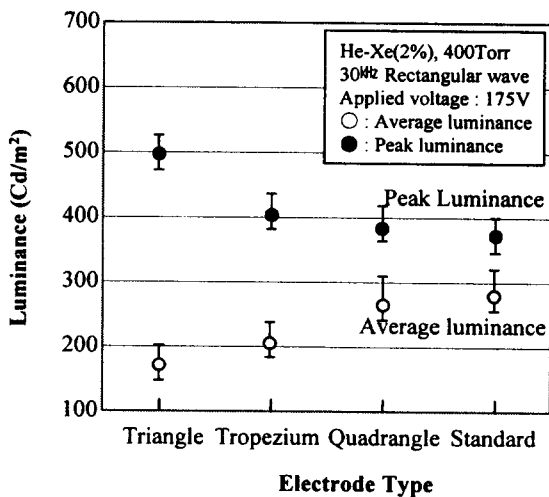


그림 13. 유지전극 형상에 따른 휘도특성
Fig. 13 The Luminance characteristics as a parameter of sustain electrode shape

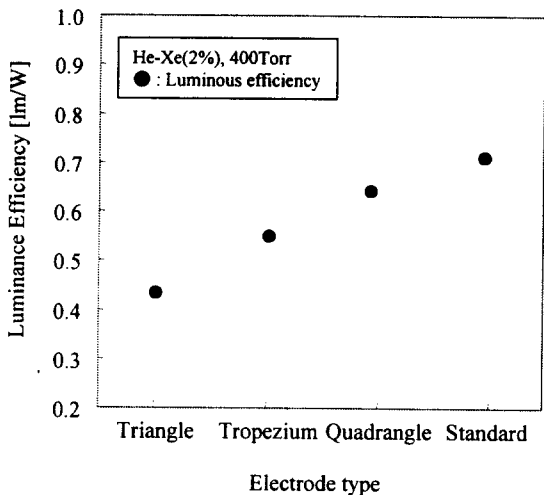


그림 14. 유지전극 형상에 따른 광효율
Fig. 14 The luminance efficiency as a parameter of sustain electrode shape

그림 13은 전극형상에 따른 휘도특성을 나타내고 있다. 인가 전압은 4종류의 셀이 모두 방전이 유지되는 175V로 일정하게 유지하였다. 피크휘도(Peak Luminance)는 휘도측정기에 근접렌즈를 부착하여 지름 0.1mm의 영역의 휘도를 측정하여 가장 밝은 부분의 휘도를 표시하고 있으며, 평균휘도(Average Luminance)는 지름 5mm의 영역을 측정한 휘도이다. 피크휘도는 4종류 시료에서 모두 방전의 갭부분에서 측정되었다. 특히, 삼각형 모양의 전극일 경우가 삼각형의 꼭지점이 마주보고 있는 부분에서 가장 높은 피크휘도를 나타내었으며, 평균휘도는 가장 낮은 값을 나타내었다. 삼각형 구조의 경우, 첨단부의 전계강도와 비교할 때, 주변의 전계강도는 첨단부에서의 거리에 비례하여 급격하게 감소하게 되므로, 방전이 첨단부에서 발생해도 전계강도가 약한 주변으로의 확산이 어렵게 된다. 그러나, 표준형의 전극구조와 같이 전극이 마주보고 있는 부분이 긴 경우에는 그 부분의 전계 강도가 모두 동일하므로 어느 부분에서 방전이 발생하였다 하더라도 주변으로의 확산은 매우 용이하게 된다. 그러므로, 삼각형 전극구조의 경우 발광되는 영역이 감소하게 되어 평균휘도가 가장 낮은 값을 가지는 것으로 생각된다. 이와 같은 이유로 평균휘도는 각 전극이 마주보고 있는 길이(전극간 경로 길이)에 비례하여 증가하고 집중휘도는 최대전계강도에 비례하여 증가하였다.

그림 14는 전극의 모양에 따른 발광효율의 변화를 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 전체 셀면적에 비해 발광하는 면적이 적은 삼각형의 경우가 발광효율이 가장 낮았다. 그리고, 전극이 마주보고 있는 부분(전극간 경로 길이)이 가장 긴 표준형의 경우가 가장 높은 발광효율을 나타내었다. 고휘도, 고효율 셀을 설계하기 위해서는 동일한 면적에서 전극의 면적은 감소하고, 전극이 마주보고 있는 길이가 증가하는 구조를 만드는 것이 가장 효율적일 것으로 생각된다.

4. 결 론

본 논문에서는 AC PDP 방전 셀구조와 방전특성의 상관관계를 규명하기 위하여 삼각형, 사다리꼴, 사각형, 표준형의 4가지 유지전극 구조를 가진 패널을 제작하여 전계해석, 방전 전압 특성, 방전전류 특성 및 휘도특성 등을 계측하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 전계강도는 전계가 가장 잘 집중되도록 설계된 삼각형 모양의 유지전극 구조에서 표준형의 전계강도보다 약 1.8배 정도 상승함을 알 수 있었다. 그러나, 표준형과 같이 전극이 마주보는 영역이 증가할수록 균일한 전계분포를 나타내었다.
2. 방전개시전압은 유지전극의 모양이 삼각형과 같이 전계집중이 용이한 셀에서 가장 낮게 나타났으나, 방전유지전압은 표준형과 같이 균일한 전계 분포를 나타내는 셀의 경우가 가장 낮게 나타났다.
3. 방전전류와 변위전류에 의한 전하량의 변화는 전극의 면적에 거의 비례하였으며, 삼각형 구조와 같은 전계 집중형 구조에서는 방전전류의 순간피크 전류의 최대치는 증가하였지만, 방전의 지속시간은 감소하였다.

- 4. 피크휘도의 최대치는 삼각형 구조의 전계 집중부에서 얻어졌으며, 평균휘도는 전극의 면적이 넓을수록 증가하였다.
- 5. 발광효율은 표준형의 경우와 같이 전계분포가 균일하고 전극간 경로가 증가할수록 증가하였다.

본 연구는 1998년도 동의대학교 자체 학술 연구조성비에 의하여 연구되었음.

5. 참고문헌

[1] Joseph A. Castellano, "Handbook of display Technology", Academic press, Inc., 1992

[2] Lawrence E. Tannas, Jr et al, "Flat-Panel Display Technology", NOYES PUBLICATIONS, 1995

[3] Schoichi Matustumoto, "Electronic Display Devices", John Wiley & Sons, 1990

[4] 内池 平樹, "ディスプレイ", 丸善株式會社

[5] 小島健傳 et al, "Technology & Materials of Color Plasma Display Panel", シーエムシー, 1996

[6] S. Muller, R-J. Zahn, "On Various Kinds of Dielectric Barrier Discharge", Contrib. Plasma Phys. 36, pp697-709, 1996

[7] M. Ishii, T. Aikawa, K. Igarashi and S. Mikoshiba, "Reducing the number of scan drivers in AC PDPs by an order of Magnitude using Gas-discharge AND Logic", SID 98, pp283-286, 1998

[8] H. Uchiike, A. Kubo, S. Harada, T. Kanehara, S. Hirata, Y. Fukushima, "Very-Fine-Resolution 170-line/in. color AC PDP Surface Discharge plasma displays", SID 90 DIGEST, pp481-484, 1990

[9] Josef Rosenkranz, Stanislav Pekarek, and Martin Zacek, "Breakdown Voltage on the Surface Glow Discharge", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. ED-44, No. 1, pp.58-62, 1997

[10] S. Kim, D.S. Kim, Y.I. Bang, H.J. Chang, G.K. Chang and S. Lim, "Gas Discharge characteristics of an ac-plasma display panels with a New Electrode Structure", IDW 97, pp519-522, 1997

[11] H. Hirakama, T. Katayama, S. Kuroki, T. Kange, H. Nanto, K. Yoshikawa, A. Otsuka and M. Wakitani, "Cell structure and Driving Method of a 25-in(64cm) Diagonal High-Resolution color AC Plasma Display", SID 98, pp279-282, 1998

[12] M. Makino, T. Yoshioka, M. Veoka and T. Saito, "Non-Uniform Electric Field Influence on Firing Voltage of Surface Discharge AC-PDPs", IDW '96, pp259-262, 1996

저 자 소 개



신 중 홍(慎重弘)

1943년 3월 8일생. 1971년 부산대 공대 전기공학과 졸업. 1992년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1981년 동의공업전문대학 교수. 1989년~현재 동의대학교 전기공학과 부교수



이 우 근(李禹根)

1972년 4월 8일생. 1995년 부산대 전기공학과 졸업. 1997년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997~현재 동 대학원 전기공학과 박사과정.



김 준 호(金俊浩)

1957년 10월 25일생. 1980년 부산대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 부산대 산업대학원 전기공학과 졸업(석사). 1982년~1988년 삼성중공업 연구원. 1988년~현재 국립 부산 기계 공업 고등학교 교사. 현재 동 대학원 박사과정

김 규 섭(金圭燮)

전기학회 논문지 제48권 제1호 참조



유 충 희(柳冲熙)

1959년 12월 5일생. 1989년 부경대학교 전기공학과 졸업. 1999년 동의대학교 산업대학원 전기전자공학부 졸업(석사). 현재 기술사 사무소(주) 한국코아 엔지니어링 대표

박 정 후(朴正后)

전기학회 논문지 제48권 제1호 참조