

論文97-34D-6-5

벽형의 음극 전극과 보조 전극을 갖는 고효율 플라즈마 표시기의 최적 전극 구조에 관한 연구

(Optimal cell structure of a wall-cathode and wall auxiliary anode for high performance Plasma Display Panel)

愼 范 宰 *, 鄭 熙 燮 *, 徐 正 炫 *, 黃 琪 雄 *

(Buhm Jae Shin, Heui Seob Jeong, Jeong Hyun Seo, and Ki-Woong Whang)

요 약

본 연구에서는 직류 플라즈마 디스플레이 패널에서 벽형(wall type)의 음극과 보조 전극을 가진 새로운 전극 구조를 제안하고 그 특성을 살펴보았다. 새로운 전극 구조의 개념은 충분한 방전 면적을 제공할 수 있는 벽형의 음극을 도입하여 방전 체적을 극대화 시켰으며, 방전 영역을 둘러싸고 있는 보조 전극에 의한 하전 입자 제어의 극대화에 있다. 본 연구에서 제안된 전극 구조의 특성을 검증하기 위해서 수치해석을 통한 미시적 방전 변수들의 계산과, 미소갭 방전 장치를 통한 미소 방전 물성 연구 및 실제 실험용 패널을 제작하여 그 특성을 연구하였다. 실험을 통한 결과로서 본 연구에서 제안된 전극 구조가 기존의 전극 구조에 비하여 매우 향상된 결과를 나타냄을 보여주고 있다.

Abstract

In this paper, a new structure for a DC Plasma Display Panel(PDP) with a wall-cathode and a wall-auxiliary anode has been suggested. The wall-cathode with a sufficient discharge area maximizes the discharge volume. The auxiliary anode surrounding the discharge region makes the effective control of the charged particles possible. We have investigated the characteristics of the new cell structure with a 2-dimensional computer simulation and a micro gap discharge system, and compared experimentally with those of previous cell structure. The new cell structure with the wall-cathode and auxiliary wall-anode turned out to have improved luminance, discharge forming time and sustain voltage.

I. 서 론

현재 사용되고 있는 CRT(Cathode Ray Tube)는 구동 방식과 구조가 간단하나 대형화, 경량화, 평면 박형화의 개선에 한계가 있다. 그러나 HD TV용의 고화질 대형 평면 표시 장치나, 포터블 컴퓨터에서와 같이

경량의 평면 표시 장치의 필요성이 날로 높아지고 있으며, 이러한 고화질 평면 표시기에 대한 해결 방안으로 여러 종류의 대체 표시기들이 활발히 연구되고 있다.^[1]

이와 같은 대체 표시기들로는 액정의 성질을 갖는 복합 화합물에 전장을 인가하여 결정의 방향성을 변화시키는 액정 표시기(Liquid Crystal Display), 높은 전장을 인가하여 다결정 형광체에서의 전자의 전도 성질을 이용한 전장 발광형 표시기(Electroluminescent Display), 고진공에서 그리드(grid)의 제어를 통해 형

* 正會員, 서울대학교 工科大学 電氣工學科

(Dept. of Electrical Engineering, Seoul National University)

接受日字:1996年10月1日, 수정완료일:1997年6月5日

광개에서의 전자의 충돌 현상을 이용한 형광 표시관(Vacuum Fluorescent Display), 가스 방전의 발광 현상을 이용한 플라즈마 표시기(Plasma Display Panel) 등이 있으며, 이들은 각각의 장점과 단점을 갖고 차세대 표시 소자로서 경쟁하고 있다.

이들중 플라즈마 표시기는 대형화에 가장 용이한 장점을 가지고 있으며, 일본의 NHK가 최초로 펄스 메모리(pulse memory) 방식을 이용한 40 inch Full color 방식의 직류형 플라즈마 표시기를 보고하여 그 가능성을 입증하였으며, Fujitsu는 ADS(Address and Display Separate) 방식을 이용한 42 인치 반사형 3전극 교류형 플라즈마 표시기를 보고하였다. 그러나 최종적인 목표인 벽걸이형 고선명 텔레비전(wall mounted HD TV)으로 상품화 되기 위해서는 개선되어야 할 많은 문제점을 안고 있다.

플라즈마 표시기는 크게 교류형(AC) 플라즈마 표시기와 직류형(DC) 플라즈마 표시기로 분류되며, 교류형 플라즈마 표시기의 경우 유전체의 보호막으로 이용되는 MgO의 형성이나 전극 제작등에 박막 증착 공정이 필요하게 되므로, 전체 공정이 대형화에 용이한 후막 인쇄법을 통하여 제작되는 직류형 플라즈마 표시기에 비해 대형화 공정에 제한을 받고 있었다. 그러나 교류형 플라즈마 표시기는 유전체의 용량 결합에 의한 벽전하 형성에 의한 고유의 기억 기능(memory function)을 이용한 고휘도 특성 및 전극이 직접 플라즈마에 노출되지 않는 이유로 인한 장수명의 장점을 갖고 있으며, 현재까지 문제점으로 남아 있던 256계조 표시의 문제를 3전극형 구동 방식으로 해결하여 급속한 발전을 이루고 있다. 그러나 아직 HD TV의 구현을 위한 완전한 기술 수준에는 도달하지 못하였으며, 직류형 플라즈마 표시기와 교류형 플라즈마 표시기는 각각의 장단점을 가지고 계속 발전하고 있다. 현재 직류형 플라즈마 표시기가 안고 있는 가장 큰 문제점은 휘도 향상 및 동작 수명의 향상이다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서, 방전 가스의 최적화와 효율적인 방전 메커니즘의 채용 등의 기본적인 방전 현상에 대한 접근에서부터, 전극 재료 및 형광체 등의 재료 개발 연구, 최적의 전극 구조의 설계 및 구동 회로 기술에 이르기까지 다양한 연구가 진행되고 있다.^{[2]-[4]}

특히, 전체 공정이 대형화에 적합한 후막 인쇄법을 통하여 제작되는 직류형 플라즈마 표시기에 있어서는 전극이 평면상에서 적층 방법을 통해 제작되기 때문에,

다양한 형태의 전극 구조의 채용이 제한되어 왔다. 최근 이러한 전극 구조에 대한 제약점을 극복하기 위하여 활발한 연구가 진행되고 있으며, NHK는 평판형 펄스 메모리(Planar Pulse Memory) 방식이 가지는 전극 구조의 문제점을 개선하기 위하여 변형된 교류형 트리거링(triggering) 방식을 채용하였고^[5], Matsushita는 충분한 전극 면적을 제공하는 Rib 형태의 전극 구조를 이용한 white monochrome 직류형 플라즈마 표시기를 제작하여, 고휘도 특성을 달성하였음을 보고하였다.^[6]

본 연구에서는 직류형 플라즈마 표시기의 단순 전극 구조가 갖는 문제점을 극복하기 위하여, 기존의 대향형의 전극 구조에서 탈피하여 격벽상에 벽형의 음극과 보조 전극을 배치하는 새로운 전극 구조를 제안하였다. 새로 제안된 전극 구조의 특성은 수치 해석을 통하여 전자 온도 및 밀도의 분포와 같은 미시적 방전 물성을 예측하였다. 또한 미소갭 방전 장치(micro-gap discharge system)를 이용하여 플라즈마 표시기에서 형성되는 미소 방전과 유사한 방전 현상을 실험적으로 측정하였다. 이와 더불어 실험용 소형 패널을 제작하여 기존의 전극 구조와 새로 제안된 전극 구조의 방전 물성 및 휘도 특성을 비교 조사함으로써, 이러한 실험 결과를 통해 기존의 직류 플라즈마 표시기가 갖는 전극 구조의 제한성을 극복하고, 고휘도 및 장수명 특성을 갖는 대형 표시 소자에 적합한 새로운 직류형 플라즈마 표시기용 전극 구조를 제안하고자 한다.

II. 제안된 벽형 전극 구조 및 실험 방법

1. 벽형 전극 구조의 개념

직류형 플라즈마 표시기의 일반적인 구조는 배면 기판상의 음극 전극과 전면 기판상의 양극 전극, 셀(cell) 사이의 상호 혼신(crosstalk)을 방지하기 위한 격벽(barrier rib)으로 이루어져 있다. 현재의 직류형 플라즈마 표시기의 구조는 전면 기판과 배면 기판상에 방전 형성을 위한 양극(anode)과 음극(cathode)이 배치되는 대향형 구조로서, 전극간의 간격(gap)은 격벽의 높이로 결정되고, 방전면은 선(line)과 선이 교차하는 점(dot) 대 점 방전으로 형성된다. 이와 같이 전극이 전면 기판과 배면 기판에 선형으로 배치되는 경우에 있어서, 전극 면적은 표시 소자의 크기와 해상도에 의해 결정되는 셀 피치에 의해 제한되게 된다. 플라즈마

표시기에 있어서 휘도 특성을 결정짓는 가장 큰 방전 변수는 방전 전류(discharge current)인데, 고휘도 특성을 달성하기 위해서는 방전 전류를 증가시켜야 한다. 그리고 전극 면적의 제한은 음극 전극의 전류 밀도(current density)를 증가시켜 이온 충격(ion bombardment)에 의한 스퍼터링(sputtering)에 의한 전극 손상을 가져오게 된다. 스퍼터링에 의한 음극 전극의 손상에 의한 동작 수명의 감소는 현재 직류형 플라즈마 표시기가 해결해야 할 가장 큰 문제점으로서, 이온에 의한 스퍼터링의 양이 전류 밀도의 삼승에 비례한다는 것이 실험적으로 보고되었으며, 따라서 충분한 방전 전류를 유지하면서 전류 밀도를 억제하기 위해서는 충분한 전극 면적이 제공되는 전극 구조가 요구된다. 본 연구에서는 방전 전류를 증가시키면서도 전류 밀도를 제한할 수 있도록 방전 전극 면적을 증가시키는 개념을 도입하였다. 이러한 조건을 만족시키는 구조는 기존의 대향형의 구조에서와 같이 전극이 평면상에 배치되어서는 구현될 수 없으며, 격벽의 위치에 전극을 배치하는 입체적인 전극 구조를 고려해야 한다.

또한, 플라즈마 표시기에서 이루어지는 방전 현상은 전압이 인가되어 하전 입자가 생성되는 글로우(glow)와 인가 전압이 제거되어 하전 입자가 감쇄되는 애프터 글로우(after glow)로 이루어지며, 행 구동 방식을 이용하는 플라즈마 표시기의 어드레싱 시간(addressing time)은 2-3 μsec 정도에 이루어지므로 재방전시의 하전 입자의 공급과 애프터 글로우에서 감쇄되는 하전 입자의 제어는 방전의 효율 증가에 매우 중요하다. 우리는 이전의 실험 결과를 통하여 주전극과 평행하게 설치된 평판형 보조 전극(planar auxiliary electrode)에 보조 펄스를 인가하여 글로우와 애프터 글로우에서의 하전 입자를 제어함으로써, 방전 특성이 향상됨을 보고 하였다.^{[7], [8]}

그러나 평판형 보조 전극은 방전 영역 외부에 배치되어 있으며, 선형(line type)의 전극 구조를 갖기 때문에 효율적인 하전 입자의 제어가 어렵다. 따라서 본 연구에서는 방전 영역을 감싸며 벽형의 전극 구조를 갖는 보조 전극을 적용함으로써, 효율적인 하전 입자의 제어를 통한 방전 물성의 극대화를 도출하는 전극 구조를 제안하였다. 그림 1.(a)에 대향형 전극과 평판형(planar) 보조 전극을 갖는 이전의 전극 구조를, 1.(b)에 벽형의 음극과, 보조 전극을 갖는 새로 제안된 전극 구조를 나타내었다.

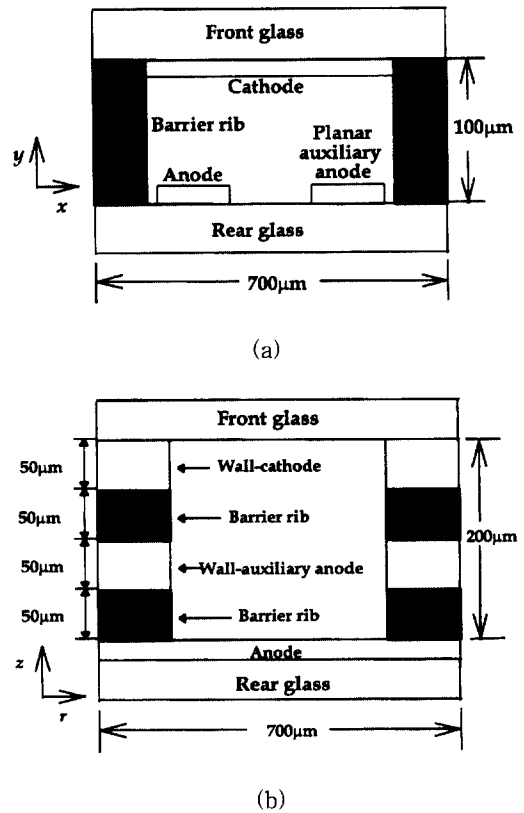


그림 1. 직류형 플라즈마 표시기 전극 구조의 개략도

(a) 기존의 전극 구조 (b) 새로 제안된 전극 구조

Fig. 1. Schematic diagram of DC PDP cell structure.

(a) Conventional cell structure (b) New cell structure

새로 제안된 전극 구조의 기본 개념은 최대의 방전 전극면을 제공하여 방전 체적을 극대화하여 고휘도 특성을 달성하며, 전류 밀도를 감소시켜 전극 손상에 의한 수명 감소를 개선하며, 격벽의 위치에 전극을 배치하여 입체적인 전극 구조를 갖게 하여, 보조 전극을 방전 영역을 감싸는 벽형으로 설계하여 하전 입자의 효율적인 제어를 통하여 고휘도 및 장수명의 특성을 달성할 수 있는 최적 전극 구조를 설계하였다.

2. 실험용 패널의 제작 및 실험 방법

본 연구에서는 플라즈마 표시기에서의 평판형 전극 구조와 새로 제안된 벽형 전극 구조 및 전극 면적이 방전 특성에 미치는 영향을 고찰하기 위하여, 두 전극 구조를 갖는 실험용 패널을 제작하여, 전극 구조와 전

극 면적이 방전 특성에 미치는 영향을 실험적으로 관찰하였다. 패널 제작의 전체 공정은 후막 인쇄법을 이용하였으며, 벽형의 음극 전극과 보조 전극 및 격벽은 다층 인쇄법을 통하여 제작하였다. 전극으로 이용되는 양극, 음극 및 보조 전극의 재질은 직류형 플라즈마 표시기에서 일반적으로 이용되는 니켈(Nickel) 페이스트(듀폰사, 9535)를 사용하였다. 격벽 물질은 상호 혼신(crosstalk) 방지용의 유전체 페이스트(듀폰사, 9741)를 사용하였으며, 전면 기판과 배면 기판의 진공 봉합(sealing)을 위해 터미날은 실버 페이스트(듀폰사, 77131)를 사용하였다. 실험 결과의 비교를 위하여 각 전극 구조는 모두 동일한 조건으로 동일 패널상에 제작하였다. 제작된 실험용 패널은 1mm X 0.8mm 피치(pitch)를 갖는 64 X 64 개의 셀로 구성되어 있다. 전극 구조에 대한 특성 실험은 방전 전류, 방전 유지 주파수 등의 전기적 실험 변수가, 휘도 및 방전 물성에 미치는 영향을 관찰 하였다. 휘도 측정은 휘도 색채계(Luminance colorimeter BM-7, Topcon)를 사용하였다. 전극 구동 방식은 펄스 메모리 방식(Pulse Memory Method)과, 이전 실험을 통해 보고된 비방전 펄스를 보조 전극에 인가하는 이중 펄스 방식(Double Pulse Method)을 사용하였다.^{[9], [10], [11]}

III. 결과 및 검토

1. 수치해석(Numerical simulation)을 이용한 미시 방전 변수의 해석

본 연구에서는 유한 차분법(FDM)에 의한 2차원, 다유체식으로 플라즈마 디스플레이 패널에서의 Ne+0.1%Ar 페닝 혼합 가스(Penning mixture)의 글로우와 애프터 글로우 방전을 벽형의 플라즈마 디스플레이 패널의 한 셀에서 해석하였다. 전자의 지배 방정식은 다음과 같다.^[7]

$$\frac{\partial n_e}{\partial t} + \nabla \cdot (n_e V_e) = S_e \quad (1)$$

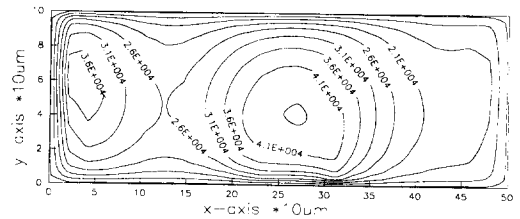
$$n_e m_e \left(\frac{\partial V_e}{\partial t} + (V_e \cdot \nabla) V_e \right) = -en_e E - \nabla P_e - R_e \quad (2)$$

$$\frac{n_e}{\Gamma - 1} \left(\frac{\partial T_e}{\partial t} + V_e \cdot \nabla T_e \right) + n_e T_e \nabla \cdot V_e = \nabla \cdot (x_e \nabla T_e) + Q_e \quad (3)$$

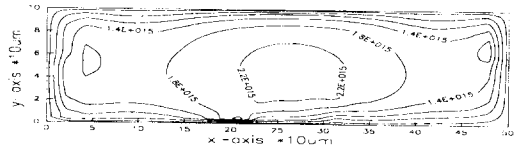
식 (1)은 전자의 연속 방정식을 나타내며, Se는 전자의 생성과 소멸을 나타내는 항이다. 식 (2)는 운동량

보존식을 나타내며, Re는 운동량 전달을 나타내는 항이다. 그리고 식 (3)은 에너지 보존에 관한 식이며, Qe는 전자의 에너지 전달을 나타내는 항이다. 이온에 관한 식은 전자와 마찬가지로 기술할 수 있으며, 이로부터 얻어지는 하전 입자는 양극과 보조 전극에 인가되는 100kHz, 240V와 500kHz, 100V의 구형파의 전압파의 상호작용에 의하여 셀 내에 전계를 형성하게 되며, 그 전계는 다음과 같이 식 (4)로부터 얻어진다.

$$\nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon} (n_i - n_e) \quad (4)$$



(a)



(b)

그림 2. (a) 전자 온도와 (b) 전자 밀도의 공간적 분포도

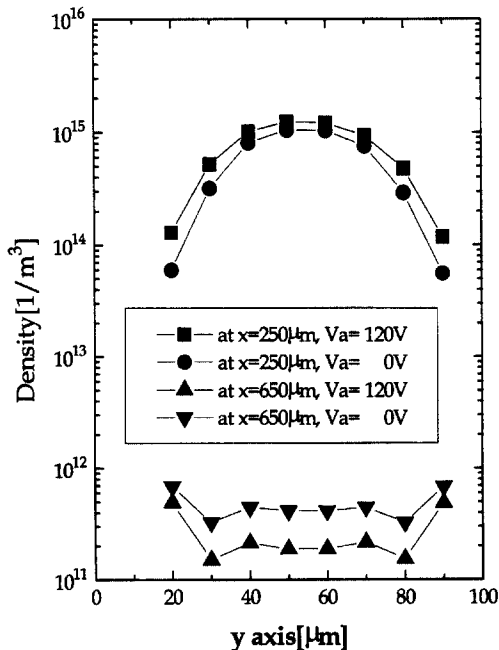
Fig. 2. Spatial distribution of (a) electron density (b) electron temperature.

네온의 중성 입자로는 준안정 상태(3P2, 3P0)와 여기 상태(3P1, 1P1)에 있는 원자들을 고려하였다. 그림 2 (a), (b)는 새로 제안된 전극 구조의 셀내에서의 전자의 온도와 밀도의 공간적 분포를 나타내고 있다. 그림에서 보여주듯이, 전자의 온도 및 밀도는 셀 중심에서 가장 높은 분포를 나타내며, 특히 전자의 온도는 보조 전극에 의한 보조 펄스에 민감한 변화를 보여주고 있다. 그림 3 (a), (b)는 평판형 보조 전극과 벽형 보조 전극에 의한 밀도의 공간적 분포도를 보여주고 있으며, 각각의 경우에 대하여 셀내의 중심과 경계면에서의 밀도의 변화를 y축에 대하여 표시하였다. 또한, 각 경우에 대해 보조 전극에 120 Volt의 전압이 인가되는 경우와 0 Volt가 되는 경우에 대하여 수치 해석을 수행하였다. 그림 2의 결과와 같이 전자의 밀도는 셀 중심에서 경계면보다 높으며, 보조 펄스의 인가에 의하여

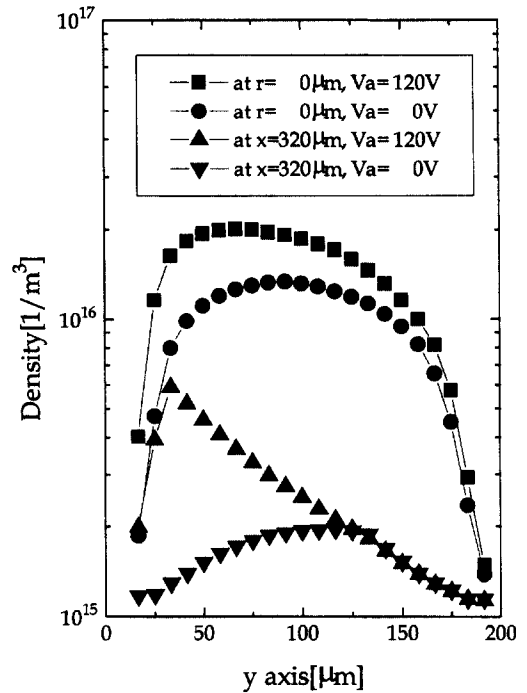
각각의 전극 구조에 대하여 밀도가 상승함을 보여주고 있다. 또한 이전의 평판형 보조 전극에서의 최대 밀도가 10^{15} 개/ m^3 임에 반하여, 새로 제안된 벽형의 음극과 보조 전극의 경우 최대 전자 밀도가 10^{16} 개/ m^3 정도로 높음을 보여 주고 있다. 특히 보조 전극에 의한 효과에 있어서 벽형의 보조 전극의 경우 매우 높은 향상을 보여주고 있다. 이러한 수치 해석적 결과에서 보여주듯이 전자의 온도는 주 펄스와 보조 전극에 의한 보조 펄스에 민감한 변화를 보이고 있으며, 애프터 글로우 상태에서 인가되고 있는 보조 펄스에 의한 전자 온도의 가열은 중성 입자와의 충돌로 준 안정 상태의 입자와 여기 입자의 밀도 상승에 기여하며, 다음의 주 펄스에 해당하는 주 방전에 영향을 미치는 것이라고 사료된다.

2. 미소갭 방전장치(Micro-gap discharge system)를 이용한 미소방전 특성분석

플라즈마 표시기의 주요 방전 변수는 전극 재질, 방전관 압력, 방전 가스가 최적의 상태로 결정된 조건에서 전극 형상, 전극 면적 및 전극 간격이 실제적으로 방전 물성을 결정하게 된다. 그러나 플라즈마 표시기 내부의 방전 현상은 방전 영역이 극히 미소하므로 방전 변수에 따른 특성을 실험적으로 관찰하기는 매우 어렵다.



(a)



(b)

그림 3. 보조 전극의 형태에 따른 전자 밀도의 공간적 분포도

(a) 평판형 보조 전극 (b) 벽형 보조 전극

Fig. 3. Spatial distribution of electron density as a function of auxiliary anode types.

(a) planar auxiliary anode (b) wall auxiliary anode

따라서 본 연구에서는 미소 방전 특성 및 전극 구조에 따른 방전 특성을 조사하기 위하여 미소갭 방전 장치를 제작하였다. 그림 4에 미소갭 방전 장치의 개략도를 나타내었다. 미소갭 방전 장치는 진공 배기 장치, 방전관 및 간격 조절부로 이루어져 있다. 진공 배기 장치는 로터리 펌프(rotary pump)와 확산 펌프(diffusion pump)로 연결된 배기관을 통하여 10^{-5} torr까지의 초기 진공 배기가 가능하며, 초기 진공을 배기 시킨 후, 모노 칼라 직류형 플라즈마 표시기에 널리 이용되는 Ne+0.1%Ar의 페닝 혼합 기체를 방전관에 주입하게 된다. 방전관에 장착된 전극은 평행성을 유지시키기 위하여 마이크로미터를 이용한 위치 제어기로 전극끼리 평행을 유지시킨 후, 컴퓨터에 의해 인터페이스되는 스텝 모터 구동에 의해 마이크로미터를 조절하여 1 μm 단위로 전극간 간격을 제어할 수 있다. 전극 간격을 제어하기 위한 전극 이동부는 진공의 유지와 전극 이동

이 가능하게 벨로우즈(bellows)와 스프링으로 구성되어 있다.

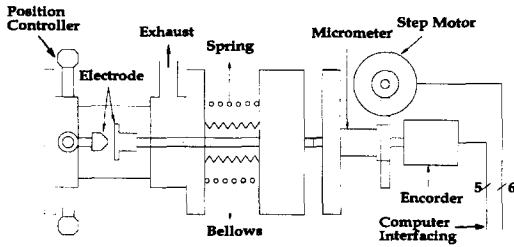


그림 4. 미소갭 방전 장치의 개략도
Fig. 4. Schematic diagram of micro gap discharge system.

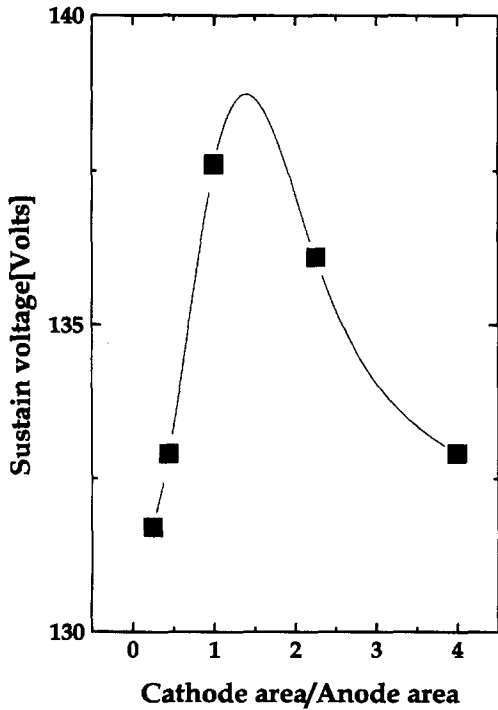


그림 5. 전극 면적비에 따른 최소 방전 유지 전압 특성
Fig. 5. Characteristics of minimum sustain voltage as a function of electrode area ratio.

그림 5는 양극과 음극의 전극 면적비에 따른 최소 방전 유지 전압을 나타낸 것이다. 최소 유지 전압은 전극 면적비가 1 부근에서 가장 높으며, 전극 면적비가 1 보다 작아지거나 커질수록 최소 방전 유지 전압이 낮아짐을 알 수 있다. 이는 전극 면적의 차이에서 오는

전장의 비균일성(non-uniformity)에 의한 것으로 사료된다. 그림 6은 일정한 전압하에서 방전을 형성시킨 후 전극간 거리를 변화시키면서 음극 전극 면적의 증가에 따른 전류량과 전류 밀도의 변화를 전극 간격에 대해 나타낸 것이다. 음극 전극 면적이 증가하면 방전 전류량은 증가하나 전류 밀도는 감소함을 알 수 있다. 따라서 음극의 전극 면적의 확대는 충분한 방전 전류량을 흘려줄 수 있으면서 전류 밀도의 감소가 요구되는 고휘도 특성을 구현하는데 필요한 접근 방식임을 알 수 있다.

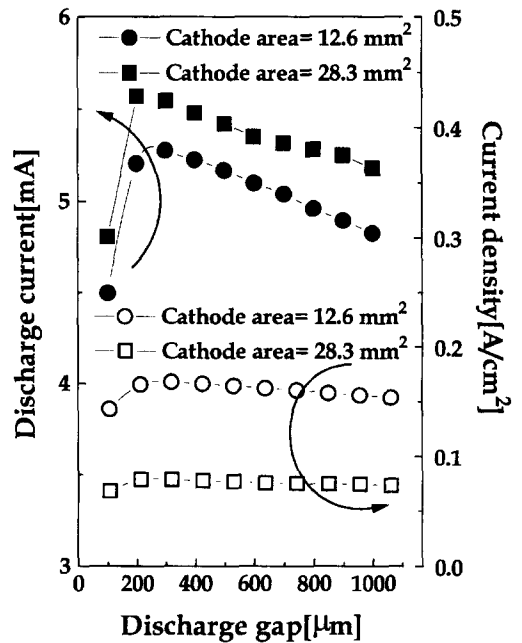


그림 6. 음극 전극 면적의 변화에 따른 전류와 전류 밀도 특성
Fig. 6. Characteristics of discharge current and discharge current density as a function of cathode area.

3. 실험용 패널을 통한 특성 실험

1) 벽형의 음극 전극의 효과

새로 제안된 벽형과 기존의 점(dot)형의 전극 구조 및 전극 면적에 의한 휘도 특성을 관찰하기 위하여, 0.05mm²의 전극 면적을 갖는 도트형의 전극(Type [A]), 0.15mm²의 전극 면적을 갖는 도트형의 전극(Type [B]), 및 0.20mm²의 전극 면적을 갖는 벽형의 전극(Type [C])을 이용하여 6종류의 전극 구조를 제작하여 방전 전류에 따른 휘도 특성 실험을 수행하

였다.

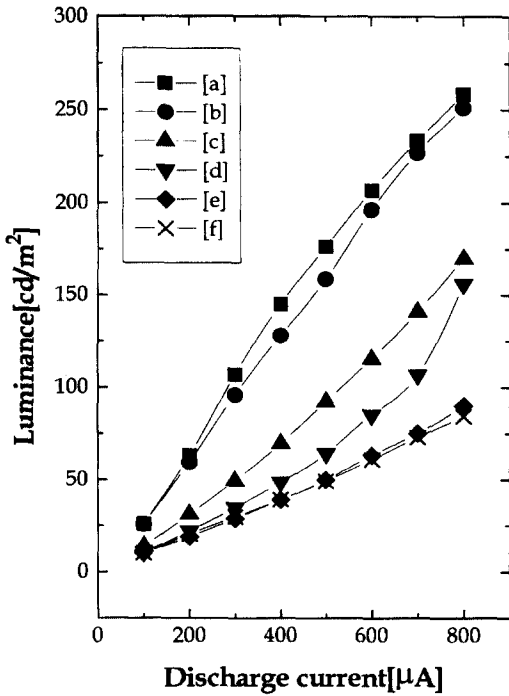


그림 7. 전극 형상과 면적에 따른 휘도 특성
Fig. 7. Characteristics of luminance as a function of electrode shape and area.

표 1. 각 전극 구조에서 전극 형태의 정의
Table 1. Definition of electrode types.

	Cathode	Anode
(a)	Type(A)	Type(B)
(b)	Type(A)	Type(C)
(c)	Type(B)	Type(A)
(d)	Type(B)	Type(C)
(e)	Type(C)	Type(A)
(f)	Type(C)	Type(B)

그림 7의 (a) ~ (f)의 각각에 대한 음극과 양극에 대응하는 전극 형태를 표 1에 나타내었다. 그림 7의 결과에서 보여지듯이 벽형의 음극 전극 구조가 점형의 음극 전극에 비해 고휘도 특성을 나타내며, 음극 전극 면적의 증가가 휘도의 증가에 크게 영향을 미침을 알 수 있다. 이것은 방전 영역의 확산에 의해 방전 체적의 확대에 의한 것으로 생각된다. 그림 8은 전극 구조에 대한 방전 유지 전압의 변화를 방전 전류에 대해 실험한

결과로서, 벽형 음극 전극이 점형 음극 전극에 비해 최소 방전 유지 전압이 낮아짐을 알 수 있다. 방전 유지 전압은 패널의 구동시 사용되는 가장 기본적인 전위로써, 낮은 유지 전압하에서 회로를 동작시키는 것은 소비 전력의 감소를 의미하며, 전극 구조가 효율적인 방전 메커니즘을 갖는다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 제안된 전극 구조는 기존의 전극 구조에 비해 효율적인 방전을 형성하는 전극 구조임을 알 수 있다.

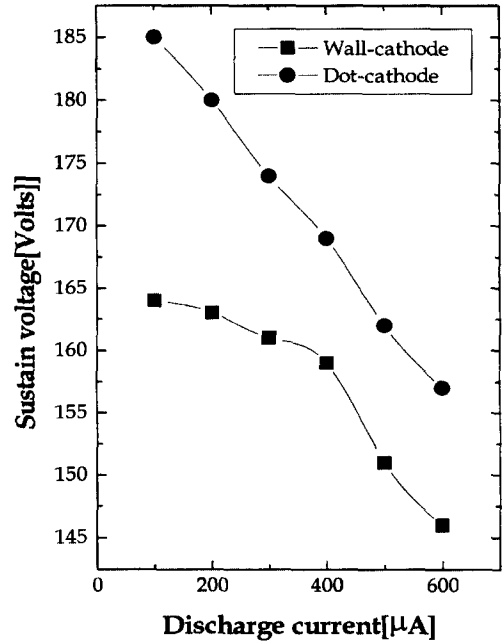


그림 8. 전극 구조에 대한 최소 방전 유지 전압 특성

Fig. 8. Characteristics of minimum sustain voltage on the dependence of cell structures.

또한, 직류형 플라즈마 표시기의 중요한 방전 물성 중의 하나가 방전 형성 시간이다. 방전 형성 시간은 양극과 음극에 외부 전압이 인가되었을 때 방전이 형성되는 데 걸리는 시간이다. 직류형 플라즈마 표시기에서는 메모리 기능을 구현하기 위해서 펄스 메모리 방식을 이용한다. 따라서 256 계조와 같이 높은 계조를 달성하기 위해서는 고속의 구동 펄스에서 안정적으로 동작해야 하며, 이는 방전 형성이 짧은 시간에 이루어져야 함을 의미한다. 방전 형성 시간은 일차적으로 보조 방전에 의해 공급되는 하전 입자량과 외부 인가 전압의 전위차에 의존한다. 그러나 외부의 인가 전압을 높

이는 방식은 소비 전력을 증대시키며, 회로 소자의 비용을 증가하게 한다. 또한, 외부의 보조 방전에 의한 하전 입자를 증가시키는 방식 역시 소비 전력의 증가 및 색 대비도(contrast ratio) 특성을 저하시키기 때문에 이러한 방식으로의 특성 개선에는 한계가 있다. 그림 9는 전극 구조에 대한 방전 지연 시간을 구동 전압의 변화에 따라 나타낸 것이다. 낮은 구동 전압에 대해서는 점형 전극 구조에 비해 벽형 전극 구조의 경우가 매우 향상된 결과를 보여주고 있다. 이는 벽형 전극 구조의 동작 영역을 증가 시켜 안정적인 방전 특성을 갖게 한다.

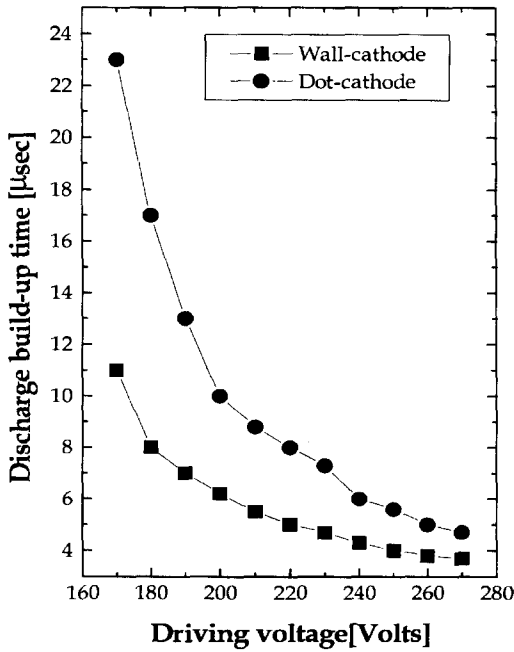


그림 9. 전극 구조에 대한 지연 시간 특성
Fig. 9. Characteristics of delay time on the dependence of cell structures.

2) 벽형의 보조 전극의 효과

그림 10에 벽형 보조 전극에 인가하는 비방전 보조 펄스가 최소 유지 전압 특성에 미치는 영향을 방전 전류에 대해 나타내었으며, 벽형 보조 전극이 방전 유지 전압의 감소에 영향을 미침을 알 수 있다. 이는 애프터 글로우(after glow) 동안에 감쇄하는 하전 입자를 보조 전극에 인가된 보조 펄스에 의해 제어함으로써, 효율적인 하전 입자의 공급 때문이라 생각된다. 그림 11은 평판형 보조 전극과 벽형 보조 전극에 인가되는 전압에 따른 휘도 특성을 나타내고 있다.

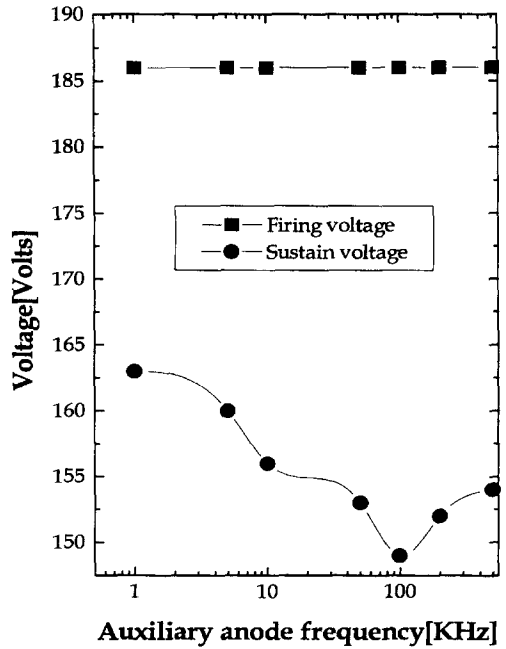


그림 10. 벽형 보조 전극의 효과에 의한 최소 유지 전압 특성
Fig. 10. Characteristics of minimum discharge voltage on the dependence of the wall auxiliary anode.

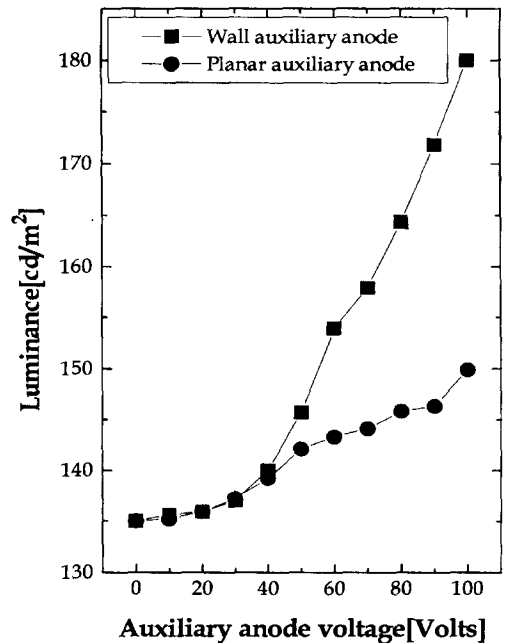


그림 11. 보조 전극의 구조에 따른 휘도 특성
Fig. 11. Characteristics of luminance on the dependence of auxiliary anode structures.

벽형 보조 전극이 평판형 보조 전극에 비해 매우 높은 휘도 특성을 보여줌을 알 수 있다. 그림 12에 벽형 보조 전극에 인가되는 비방전 보조 펄스의 주파수 및 전압에 따른 휘도 특성을 나타내었다. 주 방전 유지 펄스의 주파수는 50%의 듀티비(duty ratio)를 갖는 100kHz 이며 전압은 230 Volts 이다. 그림 12에서 보여주듯이 보조 전극에 인가되는 보조 펄스의 주파수가 증가함에 따라 휘도가 증가하다가, 100kHz에서 최대 휘도를 나타내며 보조 전극의 주파수가 더욱 증가하면 오히려 휘도가 감소하는 것을 알 수 있다.

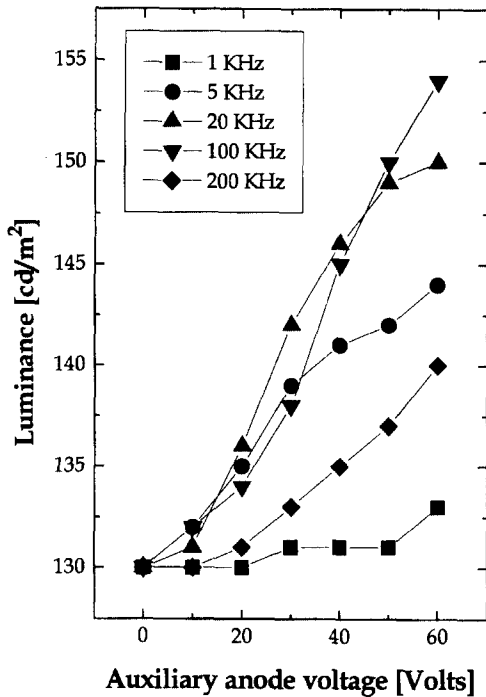


그림 12. 벽형 보조 전극에 인가되는 주파수에 대한 휘도 특성

Fig. 12. Characteristics of luminance as a function of the frequency applied to the wall auxiliary anode.

IV. 결론

현재 플라즈마 표시기가 안고 있는 휘도 및 특성 향상을 달성하기 위해서 본 연구에서는 벽형의 음극과 보조 전극을 갖는 새로운 직류형 플라즈마 표시기의 전극 구조를 제안하였다. 새로운 전극 구조의 특징은 음극 전극을 벽형으로 설계함으로써 충분한 방전 면적

을 제공하여 방전 체적을 극대화하였으며, 양극 전극과 음극 전극에 의해 형성되는 방전 영역을 둘러싸는 보조 전극을 벽형으로 설계함으로써, 보조 전극을 통한 하전 입자의 제어를 극대화하였다. 수치해석적 결과 및 미소갭 방전 장치를 이용한 실험을 통하여 벽형의 음극을 갖는 새로운 구조가 효율적인 전계 분포를 갖으며, 방전 영역을 감싸는 벽형의 보조 전극 펄스에 의하여 전자의 온도 및 밀도를 증가시키는 효율적인 방전 물성을 나타냄을 확인하였다. 또한, 실험용 패널을 제작하여 새로 제안된 벽형 음극 전극과 벽형 보조 전극을 갖는 전극 구조가 기존의 평판형 전극 구조에 비해 휘도 및 방전 형성 시간, 방전 유지 전압 등의 방전 물성이 향상됨을 확인 하였다. 특히, 휘도 특성의 경우 벽형 음극과 보조 전극의 효과에 의하여 기존의 대향형의 구조에 비하여 최대 153% 정도가 향상되었으며, 따라서 본 연구에서 제안된 전극 구조는 현재 낮은 휘도의 문제로 개발이 지연되고 있는 직류형 플라즈마 표시기의 하나의 대안이 될 수 있으리라 생각된다.

참고 문헌

- [1] P. S. Friedman, R. A. Stoller, D. K. Wedding, "An Analysis of Large-area HD TV Display Technology: CRT, LCD, and PDP", Proceedings of the SID, vol. 32, no. 2, pp. 99-104, 1991.
- [2] T. Yamamoto et.al, "A 40-in.-diagonal HD TV plasma display", SID'93 Digest, pp. 165-168, 1993.
- [3] S. Mikoshiba et.al "Cold barium cathode: glow-discharge characteristics in rare gases and application to gas-discharge displays", J. Appl. Phys., vol. 68, Oct. 1, pp. 3147-3152, 1990.
- [4] H. Uchiike et.al, "A New Penning Gas Mixture, Ne+Xe+Kr, For Color Plasma Displays", Proc. of the SID, vol. 32/4, pp. 321-324, 1991.
- [5] M. Seki et.al, "A 8-in Pulse Memory Color DC-PDP without Auxiliary cell", Proc. of Japan Display '92, pp. 617-620, 1992.
- [6] K. Inaguma et.al, "A New White Monochrome PDP", Proc. of Japan Display '92, pp. 625-628, 1992.

- [7] K.C. Choi, B.J. Shin, K.W. Whang, "The optimization of pulse waveforms and panel structure in DC memory PDP ", Proc. of Japan Display 92, pp. 621-624, 1992.
- [8] K.C. Choi, B.J. Shin, K.W. Whang, "Improved Pulsed Memory dc Plasma display with non-discharge pulses applied to the auxiliary anode", Journal of the SID, vol. 1, no. 3, pp. 353-358, 1993.
- [9] 최 경철, 신 범재, 황 기웅, "Double Pulse Memory 방식을 이용한 DC PDP 특성 연구", 대한 전자 공학회 논문집-B, vol. 29-B, pp 67-75, 1992
- [10] G.E. Holz, "Pulsed gas discharge display with memory", SID'72 Digest, pp. 36-37, 1972.
- [11] H.Murakami, T.Katoh, "Planar Pulse Discharge Panel For a TV Display", IEEE Electron Device Letters, vol. EDL-6, no. 3, pp. 132-134, 1985.

— 저 자 소 개 —

慎 范 宰(正會員)

1990년 2월 서울대학교 공과 대학 전기공학과 졸업, 1992년 2월 서울대학교 공과 대학 전기공학과 졸업, 1992년 3월 ~ 현재 서울대학교 공과 대학 전기공학부 박사과정 재학중. 관심 분야는 플라즈마 표시기(PDP) 및 기체 방전 물리 등



鄭 熙 燮(正會員)

1991년 2월 서울대학교 공과 대학 전기공학과 졸업, 1993년 2월 서울대학교 공과 대학 전기공학과 졸업, 1993년 3월 ~ 현재 서울대학교 공과 대학 전기공학부 박사과정 재학중. 관심 분야는 플라즈마 표시기(PDP) 및 기체

방전의 수치 해석 등



徐 正 炫(正會員)

1993년 2월 서울대학교 공과 대학 전기공학과 졸업, 1995년 2월 서울대학교 공과 대학 전기공학과 졸업, 1995년 3월 ~ 현재 서울대학교 공과 대학 전기공학부 박사과정 재학중. 관심 분야는 플라즈마 표시기(PDP) 및 기체

방전 물리 등

黃 琪 雄(正會員) 第 31卷 A編 第 4號 參照

현재 서울대학교 전기공학부 교수