

Xe 플라즈마 평판형 광원의 전극 구조에 따른 전기·자기적 특성

최 용성, 문 종대, 이 경섭, 이 상헌*
동신대학교 전기공학과, *선문대학교 전자정보통신공학부

Electrical and Electromagnetic Characteristics of Xe Plasma Flat Lamp by Electrode Structure

Yong-Sung Choi, Jong-Dae Moon, Kyung-Sup Lee, and Sang-Heon Lee
Department of Electrical Engineering, DongShin University,
*Division of Electronics, Information & Communication Eng., SunMoon Univ.

Abstract : As a display becomes large recently, Acquisition of high luminance and Luminance uniformity is becoming difficult in the existing CCFL or EEFL backlight system. So, study for a performance enhancement has enforced. but lamp development of flat type is asked for high luminance and a luminance uniformity security in of LCD and area anger trend ultimately. In this paper, we changed a tip shape of an electrode for production by the most suitable LCD backlight surface light source, and confirmed discharge characteristic along discharge gas pressure and voltage, and confirmed electric field distribution and discharge energy characteristic through a Maxwell 2D simulation. Therefore the discharge firing voltage characteristic showed a low characteristic than a rectangular type and round type in case of electrode which used tip of a triangle type, and displayed a discharge electric current as a same voltage was low.

Key Words : Flat panel display, Xe, Plasma, Electrode, Light Source

1. 서 론

최근 LCD의 backlight system은 CCFL이나 EEFL을 LCD panel의 가장자리에 위치시키고 도광판으로 빛을 전달 및 산란시켜 LCD panel 전면으로 빛이 투사되도록 하였다. 그러나 LCD panel의 한쪽 가장자리에 backlight를 위치시키면 도광판을 지나가면서 빛이 흡수되므로 균일한 휘도의 획득이 어려워진다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 확산 필름, 프리즘 필름을 도광판 위에 놓아 휘도의 균일성을 확보하고 있다. 이러한 방법은 빛이 여러층의 매질을 통과해야 하기 때문에 빛의 손실이 많아 LCD panel 밖으로 방출되는 빛이 최초 backlight에서 방출되는 빛의 50%도 미치지 못한다. 그리고 최근 디스플레이가 대형화됨에 따라 기존의 CCFL이나 EEFL backlight system으로는 고 휘도 및 휘도 균일도의 획득이 어려워지고 있다. 따라서 이를 해결하기 위하여 성능향상을 위한 연구가 시행되고 있으나 궁극적으로는 LCD의 대면적화 추세에서 고 휘도 및 휘도 균일도 확보를 위해서는 flat type의 lamp개발이 요구되고 있다[1][2].

flat type의 램프의 경우 전극의 배치에 따라 대향형과 면방전형으로 나누어진다. 면방전형의 경우 전극 부분을 한쪽으로 모으고 그 위에 유전층을 도포한 후 형광체를 반대편에 위치시켜 방전시 이온 스피터링으로 인한 형광체의 손실을 최소화 할 수 있다. 또한 스크린 프린팅과 같은 비교적 간단한 방법으로 제작할 수 있으며 전극의 구조적 변형이 자유로워 최적의 방전 효율을 위한 전극 설계가 가능하다[3].

본 논문에서는 최적의 LCD backlight용 면광원을 제작을 위하여 Maxwell 2D 시뮬레이션을 통하여 전계 분포와 방전 에너지 특성을 확인하였으며 전극의 tip모양에 따른 Xe의 압력 의존성을 확인하였다. 또 전압을 변화시켜 가면서 tip 구조에 따른 방전 전류 특성을 확인하여 시뮬레이션 결과와 비교하였다 [4].

2. 실험 방법

2.1 패널 제작

현재 널리 사용되고 있는 평판 램프의 개략도를 그림 1에서 나타내고 있다. 평판 램프는 1.1mm 두께의 2장의 유리로 구성되어 있으며 이중 하판의 경우는 Ag로 이루어진 전극에 BaTiO₃로 구성된 유전체가 덮고 있으며 상판의 경우는 형광체가 도포되어 있다. 따라서 전원을 인가할 경우 내부에 Xe 가스에 여기과정과 전리 과정을 통해 자외선이 방출되어 자외선에 의해 형광체에서 가시광선이 나오게 된다.

시료 제작은 55mm×85mm×1.1mm인 유리(soda-lime glass)를 초음파 세척기로 1차 세척을 한 후 아세톤과 에탄올을 이용하여 2차적으로 깨끗이 세척한 다음 약 500℃의 고온에서 약 40분 가열하여 결정구조를 잡았다. 결정구조를 잡는 이유는 전극과 유전체를 도포하고 건조 소성시킬 때 발생 하는 오류를 잡기 위한 방법으로 결정구조가 이루어 지지 않을 경우 전극 및 유전체가 갈라지거나 혹은 다량의 보이드가 생길 수 있다. 다음으로 결정 구조

를 잡은 유리판 위에 전극을 도포 하였다. 도포 방법은 스크린 프린팅 방법을 이용하여 도포 시켰다. 스크린 프린터의 메쉬는 750으로 4~5회 스크린하여 도포시켰다. 그림 2는 본 시료의 제작 과정이다.

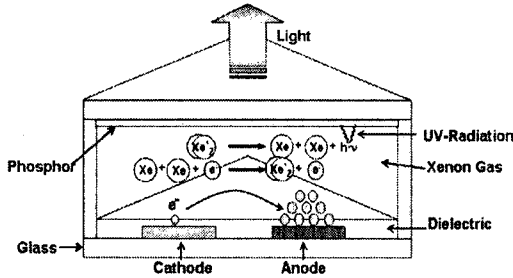


그림 1. 평판 램프 개략도

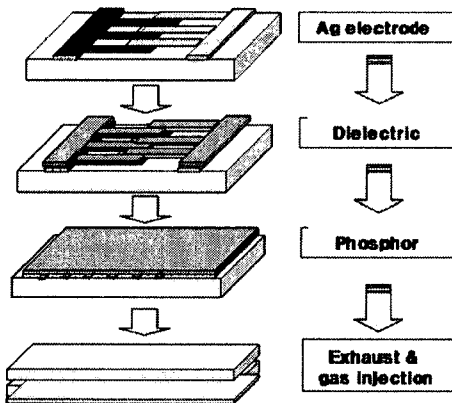


그림 2. 평판형 광원의 제작 과정

평판형 램프의 전극의 두께는 15 μ m로 도포하였다. 도포된 유전체를 건조하기 위하여 전기로에서 약 40분정도 소성을 시킨 후 그 위에 다시 유전체를 30~50 μ m로 도포시켰다. 유전체를 도포시킨 후 마지막으로 약 40분 정도 소성을 하여 제작하였다. 그림 2는 제작된 전극의 형태를 나타낸 것이다.

그림 3은 본 실험에서 사용한 전극의 구조 모양을 나타낸 것으로 전극의 tip의 모양을 삼각형, 사각형, 둥근형 세가지의 형태의 메쉬를 제작하여 실험하였다. 동일한 시료 제작 조건하에서 방전 특성을 확인하기 위하여 전극의 두께 10 μ m, 유전체 두께 140 μ m로 일정하게 제작하였다. 또한 제작 공정상의 오차를 최소화하도록 하였다. 유리는 JMC glass사의 1.1mmt 두께의 Soda-lime glass를 사용하였으며 전극과 유전체의 경우는 대주의 DS-5520S와 DGP-T210을 스크린 프린팅 방법을 이용하여 건조하고 소성하였다.

전극과 유전체의 경우 건조와 소성온도에 따라 기포 발생과 Crack현상이 나타날 수 있으므로 건조시간은 150 $^{\circ}$ C에서 30분, 소성온도는 550 $^{\circ}$ C에서 1시간을 유지시켰다. 또 유리에 스크린 프린팅을 하기 전에 열처리에 의한 glass의

변형을 미리 발생시킴으로써 glass의 변형이 전극이나 유전체의 도포된 상태에 영향을 미치지 않게 하기 위하여 550 $^{\circ}$ C 열처리를 하였다.

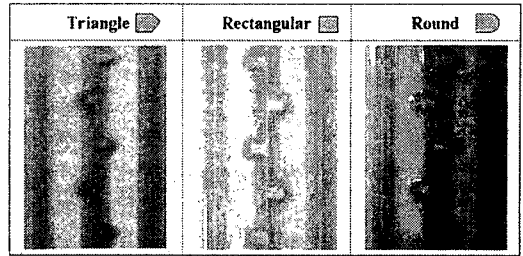


그림 3. 평판 램프 전극의 구조

2.2 측정 장치

Xe계 플라즈마 평판램프의 전극 구조 변화에 따른 방전 특성을 연구하기 위해 그림 4와 같이 챔버를 구성하여 실험하였다. 측정 장치의 기본 구성은 1) 플라즈마를 생성하는 방전 챔버, 2) 챔버에 제논 가스를 공급하는 MFC와 밸브 및 압력 게이지로 구성되어 있는 가스부, 3) 로터리 펌프 (rotary pump)로 구성되어 있는 배기부, 4) 챔버 내부에 전기적 신호를 공급하는 RF feed through와 전원 공급 장치인 전원부, 5) 전기적 특성을 확인하기 위한 프루브와 오실로스코프로 구성되어 있다. 챔버는 길이 130mm, 직경 170mm의 SUS304로 설계 제작하였고 챔버 내부 전원공급을 위하여 RF feed-through를 이용하여 외부에서 전원을 인가하였다. 사용된 가스는 Xe(순도 99.99%)가스를 사용하였으며 로터리 펌프를 사용하여 기체 압력을 1 \times 10 $^{-3}$ 을 유지하게 하였다.

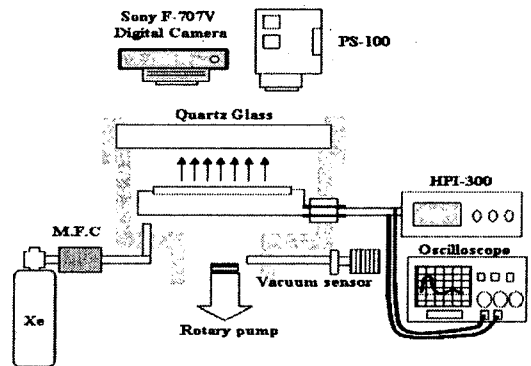


그림 4. 방전 특성 시험용 챔버의 개략도

3. 결과 및 고찰

전극 모양에 따른 전자계적인 특성을 확인하기 위하여 Maxwell 2D를 이용하여 각각의 전극에 따른 특성을 그림 5와 같이 Simulation을 통하여 확인하였다. 전극을 중심으로 전계가 집중되어 형성되어 있으며 전극 중심의 강한

전계 형성은 실제 유전체가 덮고 있어 유전체의 두께, 간격 또한 실제 방전에 큰 영향을 미침을 알 수 있다. 또한 삼각형에 비해 사각형 형태의 중심 부분에 높은 전계가 형성되었는데 높은 전계는 전자 에너지와 밀도를 증가시켜 이온화를 증가시킴으로써 상대적으로 여기현상은 줄어들어 전체적인 광효율이 낮아지게 된다.

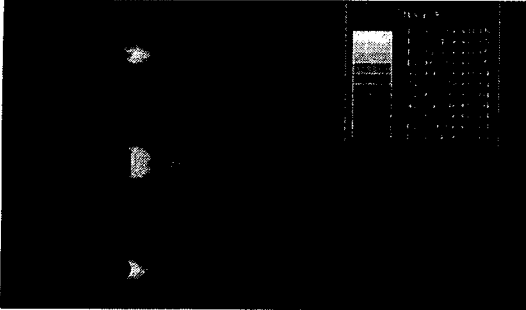


그림 5. 전극 모양에 따른 전계 특성

그림 6의 경우 전극 모양에 따른 소비되는 에너지 특성을 나타낸 것이다. 그림5에서와 같이 사각형의 경우 높은 전계로 인해 높은 전자 에너지를 가지므로 효율면에서 낮은 효율 특성을 나타냄을 알 수 있다.

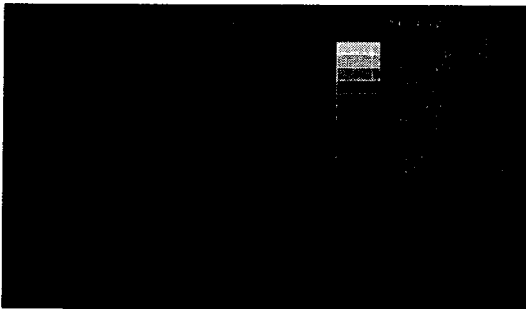


그림 6. 전극 모양에 따른 전자 에너지 특성

이런 시뮬레이션 특성을 바탕으로 그림 7은 전극의 tip 모양을 변화시켰을 때 전극 모양에 따른 방전 현상을 나타낸 사진이다. 삼각형 모양의 tip의 경우 삼각형 끝부분을 중심으로 전계가 형성되어 있으며 방전 끝부분에 원형 형태의 곡선특성을 나타내었다. 그에 반해 사각형의 tip의 경우 사각형 전체로부터 전계가 형성되어 전계 특성이 점점 약해져 가는 특성을 볼 수 있다. 둥근형 형태의 tip의 경우 삼각형과 비슷한 형태를 보이나 삼각형에 비해 불투명한 방전을 형성하였다.

그림 8은 Xe 가스의 압력 변화에 따른 각각의 전극에서의 방전 개시 전압을 측정 한 것이다. 50Torr단위로 50 ~ 350Torr까지 Xe가스를 변화시키에 따라 방전 전압을 측정 한 결과 전체적인 방전 전압은 거의 비슷한 전압에서 형성되었으나 삼각형 형태의 tip을 사용하였을 경우 약간 낮은 방전 개시 전압을 나타내었다. 또한 100Torr를 기준으

로 곡선 곡선 형태를 그리고 있다. 뚜렷한 방전 특성을 보인 250Torr에서 인가 전압을 변화시켜가면서 그에 따른 전류 밀도를 확인하였다.

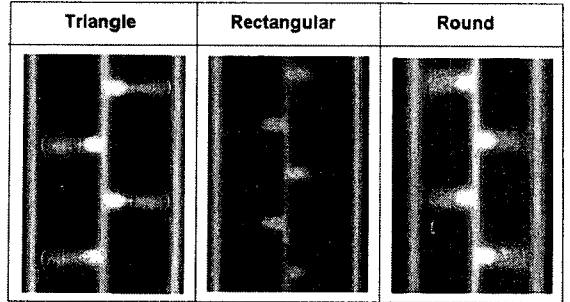


그림 7. 전극 모양에 따른 방전 현상

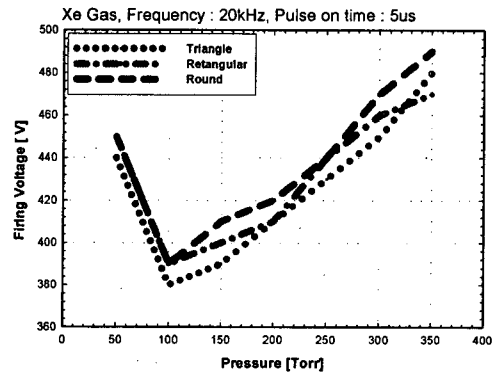


그림 8. Gas 압력 변화에 따른 방전 개시전압

그림 9에서 보는 바와 같이 인가 전압에 따라 선형적으로 전류가 증가하였으며 삼각형의 tip을 가진 전극의 경우 사각형이나 둥근형태의 전극 구조보다 낮은 전류 밀도 특성을 보였다. 이는 사각형과 둥근형의 tip의 경우 초기 방출하는 전자가 넓은 방출 면을 통해 방출되어 많은 에너지가 요구되기 때문에 전류 밀도가 상대적으로 크게 나타남을 알 수 있었다.

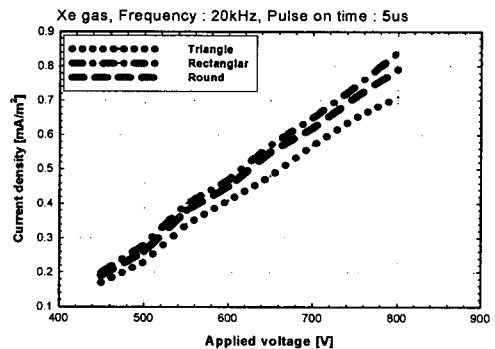


그림 9. 인가 전압 변화에 따른 전류 밀도

그림 9는 인가전압을 증가하였을때 전극 모양에 따른 휘도특성을 나타낸 것으로 삼각형 형태 tip 모양의 경우 약간 높은 휘도 특성을 보였으며 낮은 소비 전류로 인해 다른 전극에 비해 높은 방전 효율특성을 확인할 수 있다.

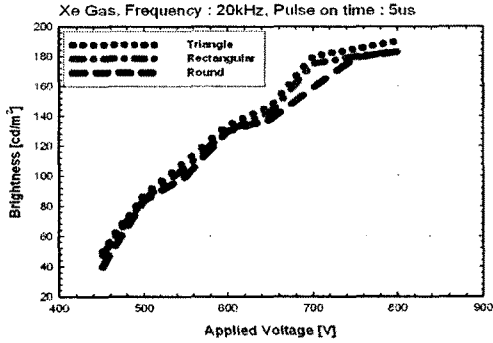


그림 10. 전극 모양에 따른 소비 에너지 특성

4. 결론

본 논문에서는 최적의 LCD backlight용 변광원을 제작을 위하여 Maxwell 2D 시뮬레이션을 통하여 전계 분포와 방전 에너지 특성을 확인하였으며 전극의 tip모양을 변화시켜 방전 기체 압력과 전압에 따른 방전 특성을 확인하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 사각형과 등근형의 경우 큰 전계로 인해 이온화가 증가하여 상대적으로 낮은 여기 현상을 보여 광효율이 낮은 특성을 보였다.
- 2) 삼각형 형태의 tip을 사용한 전극의 경우 사각형과 등근형보다 방전 개시 전압 특성은 뾰족한 부분에 전자가 집중되어 전자 방출 손실기 때문에 약간 낮은 특성을 보였으며 낮은 방전 전류와 높은 휘도 특성으로 광 효율의 증가 특성을 보였다. 사각형 형태의 경우 상대적으로 넓은 tip 면적으로 인해 높은 방전전류 특성을 나타내었다.

- 3) 또한 삼각형 형태의 경우 끝이 원형 형태로 전계가 형성되어 맞은편 전극부분을 전계에 맞추어 형성할 경우 더 높은 효율 향상을 얻을 수 있다.

감사의 글

“본 연구는 산업자원부 지방혁신사업 충남디스플레이 R&D클러스터사업(RTI04-01-02)의 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.”

참고 문헌

- [1] Volkommer F., Hitzschke L., Proc. 8th Int. Symo. Sci. Technol. Light Source, Greifswald, Germany, 1998, pp.51-52
- [2] S. Mikoshiba, in: J. Morreale (Eds). 2001 SID International Symposium Digest of Technical paper, San Jose, U.S.A., June 5-7, 2001, p.51
- [3] Valentin I Gibalov, Gerhard J Pietsch, "Dynamics of dielectric barrier discharges in coplanar arrangements", J.Phys.D:Appl. Phys. 37, 2004, pp.2082-2083
- [4] T.Shinoda, M.Wakitani, T.Nanto, T. Kurai, N.Awaji, M.Suauki, "Improvement of Luminance and Luminous Efficiency of Surface-Discharge," SID 91 DIGEST, pp.724-727, 1991