

방전특성과 Xe gas와의 관계 분석 연구

이영민*, 이돈규**
 동의대학교*, 동의대학교**

A Study of the relationship between Discharge Characteristic and Xe gas contents

Young-Min Lee*, Don-Kyu Lee**
 Dong-eui University*, Dong-eui University**

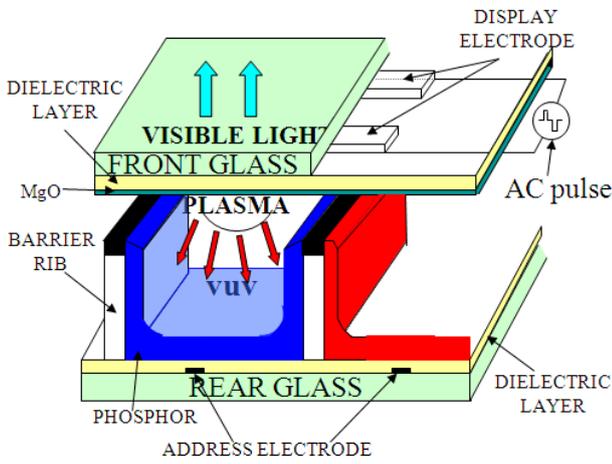
Abstract - 휘도와 효율을 증가시키기 위해 Xe의 함유량을 높이는 연구가 계속해서 수행되고 있지만, Xe이 증가함에 따라 방전전압 또한 높아지는 문제는 여전히 해결하지 못하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 Xe gas 가 첨가됨에 따른 기체 방전의 특성을 실험 및 이차원 시뮬레이션을 통해 분석해 보았다. 방전 셀 내부에 Xe 가스가 첨가됨에 따라 방전의 휘도와 효율이 증가하게 되는 메커니즘을 분석하고 그에 따라 야기되는 방전전압의 증가 원인들을 고찰해 보았다.

1. 서 론

최근 TV시장은 LCD, OLED, PDP 등이 시장을 선점하기 위해 서로 경쟁하고 있다. 이 중 교류형 플라즈마 평판표시 장치(AC-PDP)는 대형 평판표시 장치로 디스플레이 시장에서 성공적이며, 급속한 성장을 이루어 왔다.[1] 특히 최근 3D-TV의 출시로 인하여 PDP에 대한 관심이 더욱 급증하고 있다. AC-PDP는 방전현상을 이용한 디스플레이 디바이스로서 넓은 시야각 및 빠른 응답속도, 뛰어난 암실 명암비 등의 장점을 가지고 있고, 또한 3D-TV를 PDP로 개발하게 되면 크로스토크 현상을 방지할 수 있어서 가격 상승 또한 최소한으로 낮출 수 있다. 그러나 AC-PDP는 기존의 OLED 및 LCD에 비해 낮은 효율이 단점으로 지적되고 있다. 효율을 향상시키기 위해서 Xe의 함유비를 높이는 연구가 진행 중이지만, Xe 함량의 증가로 인해 방전전압이 상승하는 문제점을 지니고 있다. 작년 하계학술대회에서 발표한 'Xe 가스 함유량에 따른 방전 특성에 관한 연구' 논문에서는 이런 Xe 가스 첨가에 따라 휘도와 전압의 상승 메커니즘을 분석해 보았다. 본 논문에서는 이런 분석된 메커니즘을 기반으로 실제 PDP panel을 제작하여 방전특성을 비교분석해 보았다.

2. 실험방법

그림 1은 AC-PDP의 개략도를 나타내고 있다. AC-PDP는 3mm 두께의 상판과 하판의 2장의 유리로 구성되어 있으며, 이 중 상판에는 한 쌍의 방전유지 전극이 있고, 각 전극은 상판 투과도 향상과 방전 안정성을 위해 ITO 와 Ag 전극으로 구성되어 있다. 이 위에 E-beam 기법에 의해 형성된 유전체가 유지전극을 덮고 있으며, 유전체 보호층인 MgO 박막이 유전층 위에 증착되어 있다. 그리고 하판에는 방전을 제어하기 위한 Ag 성분의 Address 전극과 흰색 유전층, 격벽, R.G.B 삼원색의 형광체로 구성되어 있으며, 인접 셀과의 구분을 위하여 격벽이 형성되어 있다.[2][3]

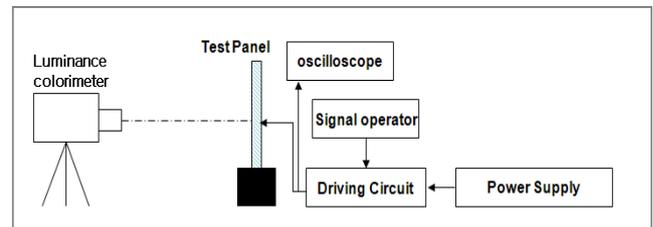


<그림 1> AC PDP의 개략도

표 1은 실험에 사용된 Test panel의 세부사항이다. 전극의 간격은 60 μm, 유전체 두께는 40 μm, 가스는 400 torr, ITO전극의 폭은 245 μm, 200 μm 이다. 시뮬레이션을 위한 방전 구동 조건은 400 torr 압력과 100kHz의 주파수, 그리고 각각의 Xe분압별에 따른 방전 유지전압으로 설정하였다. 그림 2는 실험장치의 개략도를 나타내고 있다. 실험 장치는 크게 구동 signal (Time 98), power supply (Up-5001), driving circuit, oscilloscope 로 구성되어 있다. 휘도측정은 Luminance colorimeter (BM7)를 사용하여 측정하였다. 이러한 조건을 바탕으로 제작한 Test panel을 사용하여 Xe gas 의 함유량을 증가시켜 가며 각각의 방전전압 및 발광특성을 시뮬레이션 결과와 비교해 보았다.

<표 1> 실험에 사용된 Test panel의 사양

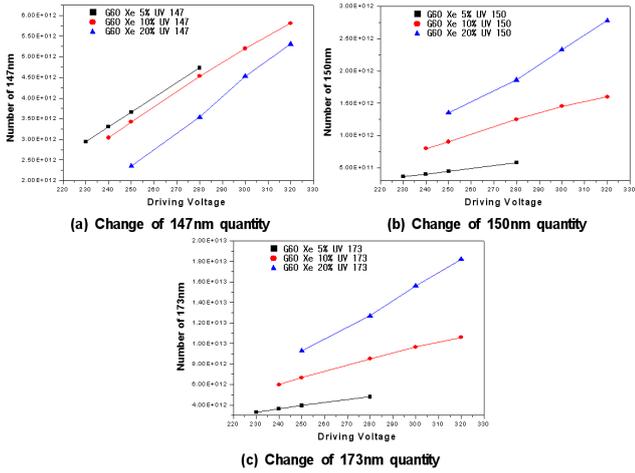
가스 압력 : 400 Torr			
상판		하판	
유전체 두께	40 μm	address 전극 폭	100 μm
ITO 전극 폭	245 μm, 200 μm	형광체 두께	13 μm
전극 간격	60 μm	전극 높이	125 μm
MgO 두께	6500 Å	전극 폭	185μm



<그림 2> AC PDP의 개략도

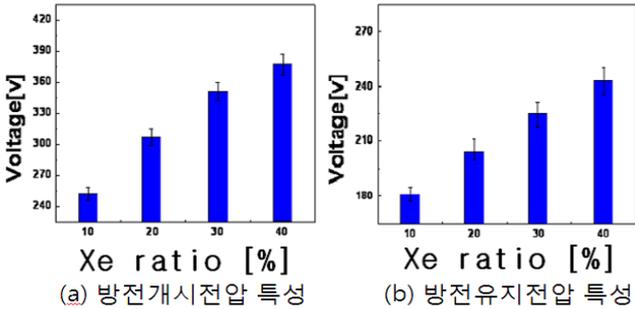
3. 실험결과 및 분석

작년 하계학술대회 논문[4]을 통해서 Xe 가스의 비율에 따른 방전 메커니즘 특성을 2차원 유체 시뮬레이션을 사용하여 고찰해 보았다. 방전 셀 내부에 인가되는 E/P의 값에 따라 Xe의 여기 및 전리에 사용되는 에너지의 비율을 알아보고 이에 따른 방전전압의 상승 및 휘도와 효율의 상승 원인을 규명해 보았다. 순수 Ne 가스로 방전하는 경우에 비하여 약간의 Xe 가스의 함유만으로도 이온화와 여기화에 사용되는 전자 에너지가 상당히 많이 소모되는 것을 알 수 있었다. 방전이 진행되는 경우에 셀 내부에서 Xe 10% 에서 여기화에 투입되는 에너지의 비율은 15.4%~22%이고, 이온화에 투입되는 에너지는 52.6%로서 Ne의 여기화와 전리화에 사용되는 에너지량은 30.6%~37.2% 정도로 낮아지게 되었다. 특히, Xe이 30% 까지 함유되면 여기화 에는 35.3%~28.6%, 이온에는 58.5%~63.9% 의 에너지가 투입 되었다. 즉, Xe이 10%에서 30% 까지 증가하여도 이온화에 사용되는 에너지는 거의 비슷한데 반하여 여기화에 사용되는 에너지는 2배정도로 증가하게 되므로 휘도의 상승과 동시에 효율이 증가하게 됨을 알 수 있었다. 그림 3에 가시 광으로 변화하게 되는 진공자외선의 변화를 Xe 가스의 양과 동작전압에 따라 나타내었다. 그림 (a), (b), (c)는 각각 147nm, 150nm, 170nm VUV의 변화량을 나타내었다. 시뮬레이션 결과 Xe의 양이 5%에서 20%로 증가하면 147nm는 25~35% 정도 감소하였고 150nm와 173nm는 각각 200~220%와 135~165% 정도 증가하였다. 즉, Xe 양이 증가하면서 resonance 상태에서 방사하는 147nm VUV양은 다소 줄어들지만, dimer의 생성량이 증가하게 되어서 중간정준위에서 방사하게 되는 173nm의 양이 매우 늘어나게 되어 휘도 및 효율 상승을 주도하는 것을 알 수 있었다.



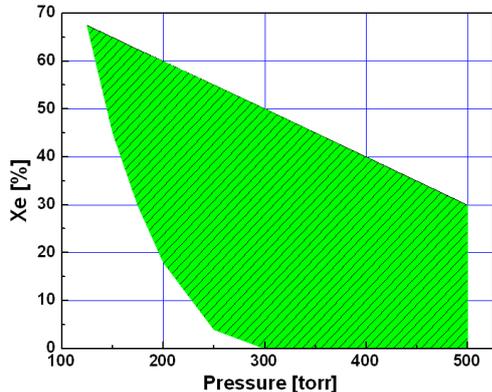
<그림 3> Xe 양에 따른 VUV 양의 변화량

이상과 같은 시뮬레이션 결과를 토대로 실제 panel을 제작하여 방전 전압 특성 및 휘도와 휘도효율의 특성을 살펴보았다. 그림 4는 400torr의 구동 압력에서 Xe 함유량에 따른 방전 전압 특성을 나타내고 있다. 그림 4의 (a)는 방전개시전압 V_f 의 특성을 나타내고, (b)는 방전유지전압 V_s 의 특성을 보여주고 있다. Xe의 비율이 10%에서부터 40%까지 증가할수록 V_s 의 값은 Xe이 10%씩 증가함에 따라 일정하게 20V 정도씩 상승함을 알 수 있고, 반면 V_f 의 값은 30%까지는 50V 정도씩 상승하지만 더욱 많은 Xe 가스가 함유되면 그 기울기는 감소함을 알 수 있다. 이는 Xe 가스가 증가함에 따라 상승되는 구동전압이 너무 높아 상판의 전극사이에서 방전이 진행되지 않고, 대향전극의 도움을 받아서 기울기보다 낮은 전압에서도 방전이 일어나게 되는 것이다. 따라서 Xe 가스의 함유량을 무작정 높이는 경우에는 원하는 면 방전을 유도할 수 없게 되므로 실제 PDP에서는 사용할 수 없게 된다.



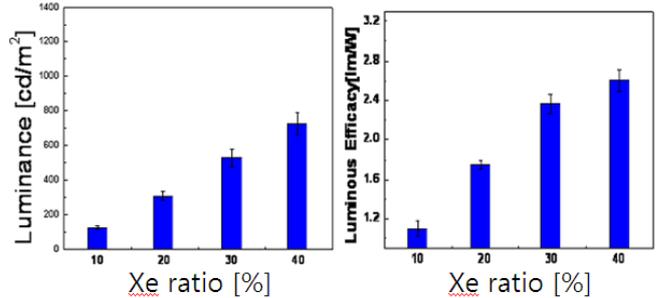
<그림 4> 60 μ m gap에서의 방전특성

그림 5는 Xe 가스의 함유량과 구동압력에 따른 동작 가능한 영역을 나타내었다. 그림 4의 결과와 같이 Xe 가스의 함유량이 증가하고, 구동압력이 증가하게 되면 어드레스 전극과 대향방전이 먼저 일어나서 방전 전압이 더 이상 상승하지 못하고 포화하게 된다. 따라서 PDP panel에서는 동작 가능한 Xe 가스의 함유량과 구동압력이 정해지게 되는데 실험에 사용된 50인치급 XGA 패널에서는 그림과 같은 영역에서만 구동이 가능하게 된다.



<그림 5> Xe 함유량과 압력에 따른 작동 범위

그림 6은 400 torr의 구동압력에서 Xe 함유량에 따른 휘도와 휘도효율 특성을 나타내고 있다. 그림 6의 (a)는 휘도 특성, (b)는 휘도효율 특성을 각각 보여주고 있다. Xe의 비율이 10%에서부터 40%까지 증가할수록 휘도의 값은 Xe이 10%씩 증가함에 따라 약 200[cd/cm²] 정도씩 일정하게 증가함을 알 수 있었고, 휘도 효율은 30%까지 약 0.7[lm/W] 정도씩 상승하다가 Xe의 함유량이 30% 이상이 되면 약 0.2[lm/W] 정도 작게 증가함을 알 수 있었다. Xe의 함유량에 따라 휘도와 효율이 증가하게 되는 이유는 이온화 보다 여기화에 사용되는 전자 에너지가 늘어나게 되고, dimer의 생성량이 증가하여 준안정준위에서 방사하는 173nm의 양이 늘어나기 때문이다.



(a) Xe 함유량에 따른 휘도 특성 (b) Xe 함유량에 따른 효율 특성

<그림 6> 60 μ m gap에서의 휘도 및 휘도효율 특성

4. 결 론

본 논문에서는 2차원 시뮬레이션을 통하여 얻어진 Xe의 양에 따른 방전 메커니즘을 토대로 실제 실험을 진행하면서 panel내부의 방전특성을 분석해 보았다. Xe 가스의 함유량이 증가함에 따라 방전유지전압은 일정하게 증가하지만, 방전개시전압은 급격한 전압상승에 따라 어드레스 전극의 간섭으로 포화되는 특성을 보인다. 이는 Xe의 함유량뿐만 아니라 방전전압 상승에 또 다른 직접적인 원인이 되는 구동압력에서도 동일한 현상이 나타나고, 이로 인해 panel에서 구동 가능한 Xe 함유량과 압력의 영역이 정해진다. 또한, Xe의 함유량이 증가하면 Xe의 여기화에 작용하는 에너지의 비율이 증가할 뿐만 아니라 Xe 분자의 양이 증가하게 되어 준안정준위의 173nm VUV 양이 급증하여 휘도 및 휘도효율 상승을 일으키게 된다.

[참 고 문 헌]

- [1] Cha-Soo Park, Min Seok Choi, Joon-Young Choi, Dong-Hyun Kim, Ho-Jun Lee, and Chung-Hoo Park, "The Effect of MgO Rate Preparing Conditions and Xe Partial Pressure on the Relative Life time of an AC Plasma Display Panel", KIEE International Transactions on EA, Vol. 3-C, No. 2, PP. 35-42, 2003.
- [2] Don-kyu Lee, Sun-Hong Lee, Ho-Jun Lee, Chung-Hoo Park, "A study of discharge characteristics by Xe content rates of AC PDP", KIEE, 2003
- [3] J. P. Boeuf, J. Phys. D 36, R53, 2003.
- [4] Young-Joo Son, Il-Yu, Don-kyu Lee, "A Study on Discharge Characteristics by Xe Gas contents", KIEE, 2010