

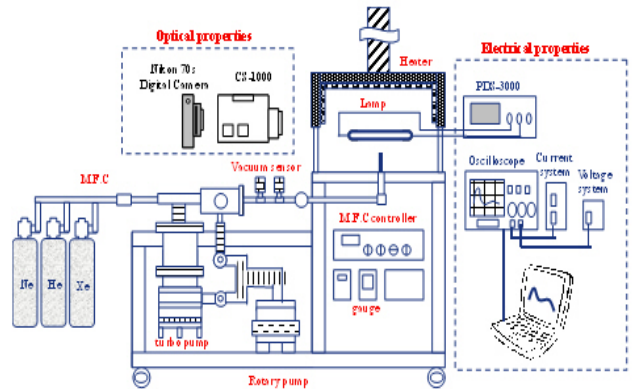
## Xe EEFL의 혼합가스에 따른 전기 광학적 특성

김남군, 이성진, 양종경, 박대희  
원광대학교

### Electrical and Optical properties of Xe EEFL by mixed gas

Nam-Goon Kim, Seong-Jin Lee, Jong-Kyung Yang, Dae-Hee Park  
Wonkwang University

**Abstract** - TFT-LCD used in display area is not a light-emissive device itself but TFT-LCD can overcome through the employ of the backlight unit (BLU). BLU is very important device in TFT-LCD system. However, the old-fashion BLU of CCFL type is crucial to the health due to the contained material, mercury (Hg). Moreover, strong temperature dependency of lamp employed with Hg becomes the other disadvantage in practical usage. To solve these problems, Hg-free lamp with strong thermal resistance property is required to displace the Hg lamp. We studied optical and electrical properties of Xe-Ne-He mixed gas that is dependent on change of mixed ratio and pressure. In our results, the designed lamp without the phosphorescent material has the lowest firing voltage at Xe 50%(Ne:He=9:1).



### 1. 서 론

현재 LCD TV, 노트북의 BLU는 냉음극 형광램프(CCFL: Cold Cathode Fluorescent Lamp)가 상용되고 있으나 CCFL은 전극의 열화 문제와 LCD BLU로 고휘도를 얻기 위해 여러 개의 CCFL을 사용하고자 할 경우 많은 인버터가 요구되므로 고비용의 문제와 램프 장치의 중량화 라는 문제가 생기게 된다. 이러한 CCFL의 단점을 해결하기 위해 전극과 플라즈마를 분리시킨 형태의 램프인 외부전극 형광램프(EEFL: External Electrode Fluorescent Lamp)가 제안되었다. 또한 EEFL은 CCFL보다 수명이 길고 여러 개의 램프를 하나의 인버터로 구동할 수 있는 병렬구동(parallel operation)이 가능하다[1-2]. 또한 발광원으로 사용되는 수은은 국내외적으로 환경오염에 대한 규제 강화로 이를 대체할 친환경적인 광원이 요구되고 있다.[3-6] 따라서 이러한 문제를 해결하고자 대체 물질인 Xe과 같은 불활성 기체에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 하지만 제논의 VUV 방사의 효율과 강도가 수은보다 낮고, 방전전압이 높으며, 자외 방사 강도를 늘리고자 인가 전력을 늘리면 양광주가 수축되어 역으로 Xe의 방사되는 에너지 중에서 가시방사가 증가하고 자외 방사가 격감하기 때문에 최종적으로 형광체를 여기시킬 수 있는 유효한 VUV량의 저하로 형광램프로서의 휘도가 감소되는 문제점이 있다. 이러한 문제 해결을 위해 혼합가스의 연구가 제시되었다[7]. 본 논문은 Xe-Ne-He 혼합가스를 이용하여 LCD BLU용 EEFL을 설계하고, 램프의 방전 특성을 파악하고자 한다. 가스의 혼합비, 압력, 페닝 효과를 고려한 가스 조합의 최적화를 통해 방전전압을 낮추면서도 휘도의 증가를 얻을 수 있는 가스 혼합비를 찾고자 하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 시료 및 실험방법

본 실험에서 사용된 EEFL은 그림 1에서 보는 바와 같이 직경 8 mm, 길이 300 mm 전극 24 mm의 크기를 가지는 세슘(Cs)이 첨가된 소다라임(soda-lime)유리를 사용하였다. 전극은 구리 테이프를 유리관 외부에 형성시키는 방법을 이용하였으며 형성시킨 전극의 접촉면을 증가시키기 위하여 압착시켜 제작하였다.



〈그림 1〉 Xe EEFL의 시작품

〈그림 2〉 Xe EEFL의 측정 장비 및 시스템

램프 제작시 로터리 펌프와 터보 펌프를 이용하여 1 Torr 이하로 배기하였으며 그 후 터보펌프를 이용하여  $10^{-8}$  Torr 까지 배기하였다. 진공장비는 그림 2에서 보는바와 같이 크게 1) 로타리 펌프와 터보 펌프로 구성된 진공 배기부분, 2) 가스의 유량조절을 위한 MFC(Mass flow controller), 3) 진공 정도와 가스압을 측정하기 위한 센서부분, 4)진공 배기를 용이하게 하기 위한 가열 챔버 부분으로 구성된다. 가스 혼합을 위한 Mixing 챔버를 통해 MFC를 통한 램프 내부 가스 조성비를 조절할 수 있으며 가열 챔버 온도 조절을 통해 램프 내부의 배기 속도를 증가시킬 수 있다. 또한 게더를 통해 Ex-tube형태의 램프를 부착시킴으로써 램프를 실링하지 않은 상태에서도 램프에 대한 방전 특성을 확인할 수 있다.

또한 전기적 특성을 위하여 정현파와 구형파를 발생시킬 수 있는 전원 공급 장치인 PDS4000을 사용하여 전력을 공급하였으며 전기적 측정 장비의 경우 고전압 프루브와 전류 프루브를 통해 방전 전류와 전압을 측정하였다. 또한 광학적 특성을 확인하기 위해 미놀타의 CS-1000 장비를 이용하여 휘도, 색 좌표, 스펙트럼 특성을 확인하였다. 이러한 측정 장비 및 시스템을 이용하여 <표 1>과 같은 조건으로 실험을 하였다.

〈표 1〉 실험 조건

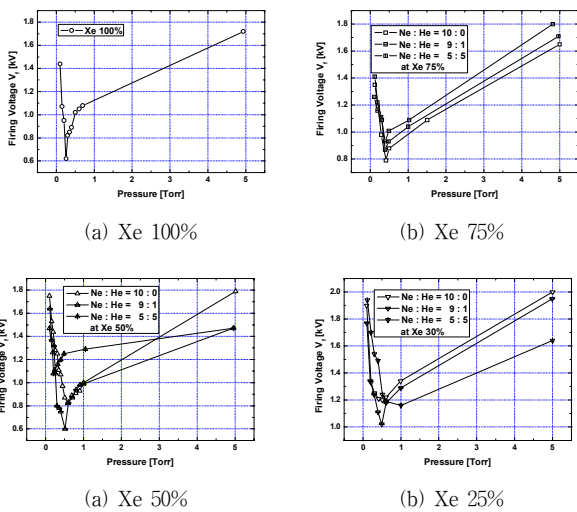
NO	Gas ratio		pressure[Torr]
1	Xe(100%)		0.1~5
2	Xe(75%)	Ne:He(10:0)	
3		Ne:He(9:1)	
4		Ne:He(5:5)	
5	Xe(50%)	Ne:He(10:0)	
6		Ne:He(9:1)	
7		Ne:He(5:5)	
8	Xe(35%)	Ne:He(10:0)	
9		Ne:He(9:1)	
10		Ne:He(5:5)	

## 2.2 실험결과 및 고찰

### 2.2.1 전기전 특성

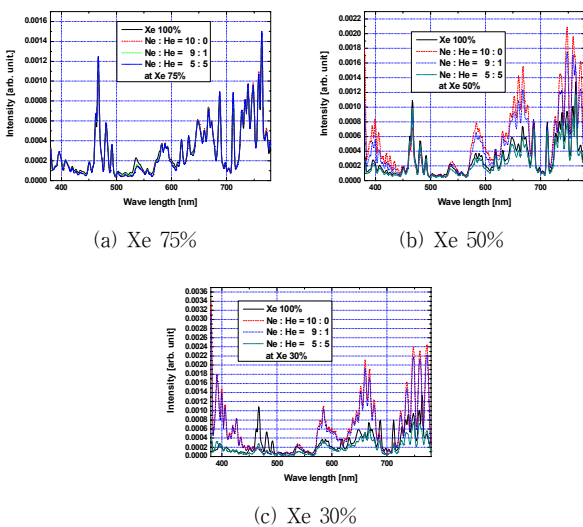
혼합가스의 전기적 특성을 확인하기 위하여 0.1 Torr부터 5 Torr까지 Xe-Ne-He 혼합가스의 혼합비를 변화해가며 방전 개시 전압과 유지전압을 측정하였다.

그림 3은 혼합 가스의 압력에 따른 방전 개시 전압을 나타낸 것이다. 가스의 특성에 따라 특정한 압력에서 가장 낮은 방전 개시 전압을 나타내는데, 그림 3 (b)에서 보는바와 같이 Xe-Ne-He 혼합가스에서 Xe 75%일 때 Ne : He = 10 : 0가 가장 낮은 방전 개시 전압을 나타내었다. 또한 He가스의 이온화 에너지는 24.6 eV로 Xe : 21.6 eV, Ne : 12.1 eV에 비해 높아서 He가스의 양이 증가할수록 방전 개시 전압은 증가하지만 Ne : He = 9 : 1에서는 페닝 효과에 의해 방전 개시전압이 Ne : He = 5 : 5보다 낮음을 확인 하였다. 그림 3 (c), (d)에서 보는바와 같이 Xe 50%와 Xe 30%일 때 Xe 75%와는 달리 Ne : He = 9 : 1에서 가장 낮은 방전 개시 전압을 나타내었다. 또한 He가스의 양이 증가할수록 방전 개시 전압이 증가함을 확인하였다. 그리고 Ne : He = 9 : 1의 조건에서 페닝 효과가 가장 높을 것으로 사료된다.



〈그림 3〉 가스 압력에 따른 방전 개시 전압 특성

### 2.2.2 광학적 특성



〈그림 4〉 혼합가스에 따른 스펙트럼 특성

그림 4는 Xe 50%일 때 Xe-Ne-He 혼합가스의 혼합비에 따른 스펙트럼 특성을 나타낸 것이다. Ne : He = 10 : 0 일 때

467.12nm, 480.70nm, 491.65nm의 파장이 Xe 100%와 비교해 낮아짐을 확인하였고 Ne : He = 9 : 1에서는 Xe 100%와 비교해 거의 동일한 파장을 확인하였다. 또한 이때 660~700 nm대의 파장과 740~780 nm대의 파장도 증가함을 확인하였는데 이는 Xe의 스펙트럼특성과 Ne, He의 스펙트럼 특성이 동시에 나타남을 확인하였다. 467.12nm, 480.70nm, 491.65nm의 파장은 147nm, 173nm의 UV 방출 에너지 특성과 직접적인 관련이 있기 때문에 상대적인 램프의 발광특성을 확인할 수 있다.

## 3. 결 론

본 논문은 Xe-Ne-He 혼합가스를 이용하여 LCD BLU용 EEFL을 설계하고, 가스 압력과 혼합비에 따른 램프의 방전 특성을 파악하고자 하였다.

1) 혼합가스의 전기적 특성을 확인하기 위하여 0.01 Torr부터 5 Torr까지 Xe-Ne-He 혼합가스의 혼합비를 변화해가며 측정된 결과 방전 개시전압은 Xe50%일 때 전체적으로 낮은 특성을 보였으며, 그 중 Xe 50%(Ne:He=9:1)에서 방전 개시전압이 가장 낮았다.

2) 전압을 0.1 kV부터 2.0 kV까지 변화해가며 Xe EEFL의 최대 휘도값을 측정할 표이다. 표에서 보는 바와 같이 Xe 75%와 Xe 100%는 비슷한 휘도를 나타내었으며 Xe의 양이 감소할수록 휘도는 증가하였다 하지만 Xe 가스 발광은 147nm의 파장을 주로 형광제와 반응시켜 가시광을 내기 때문에 Xe에 의한 이온화는 467.12nm의 파장이 증가함에 의한 영향임을 큼을 확인할 수 있다. Xe 30%일 때 Xe-Ne-He 일 때 Xe75%, 50%와 달리 467.12nm, 480.70nm, 491.65nm의 파장이 전체적으로 낮아짐을 확인하였다. 특히 Ne 가스의 스펙트럼 특성이 강했고 Ne : He = 5 : 5의 혼합비에서는 전체적으로 스펙트럼이 다른 혼합비에 비해 약함을 확인하였다.

## 감사의 글

이 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력연구센터 육성·지원사업(I-2004-0-074-0-00)과 Post BK2사업단의 지원에 의해 작성되었습니다.

## 참고 문헌

- [1] 조성구, "LCD 백라이트를 위한 멀티램프 구동용 압전 인버터 설계", 전남대학교 대학원 석사학위청구논문, 2005.
- [2] 이희홍, "EEFL 구동용 인버터 설계 및 출력 특성 분석", 건국대학교 대학원 석사학위청구논문, 2003.
- [3] Yong-ho Kim, Min-Suk Cha, Wan-Ho Shin, and Young-Hoon Song, "Characteristics of Dielectric Barrier Glow Discharges with a Low-Frequency Generator in Nitrogen", Journal of the Korean Physical Society, Vol. 43, pp. 732-737, 2003.
- [4] K. Rajaraman, M. J. Kushner, "A Monte Carlo simulation of radiation trapping in electrodeless gas discharge lamps", J. Phys. D: Appl. Phys., Vol. 37, No. 13, pp. 1780-1791, 2004
- [5] Jan van Dijk, Bart Hartgers, Jeroen Jonkers and Joost van der Mullen, "A collisional radiative model for mercury in high-current discharges", J. Phys. D: Appl. Phys., Vol. 33, pp. 2798-2806, 2000.
- [6] J. M. Depond, "High voltage, mercury-free fluorescent lamps with cold cathodes: state of art and future developments", Industry Applications Conference 2000, Conference Record of the 2000 IEEE, Vol.5, pp. 3322-3325, 2000.
- [7] J. Kawanaka, A. Ogata, S. Kubodera, W. Sasaki, K. Kurosawa, "Improved output characteristics of a vacuum ultraviolet xenon gas jet discharge lamp with amagnetic field", Appl. Phys. B, Vol. 65, pp. 609 - 612, 1997.