

# LCD 후면 광원용 평판형광램프

(Flat Fluorescent Lamp for LCD Backlighting)

권순석\*

(Soon-Seok Kwon)

## 요 약

본 연구에서는 절연층으로 둘러 쌓인 수은이 포함되지 않은 15[inch] 평판형광램프에 대하여 연구하였다. 적당한 주기, 펄스폭을 갖는 구형파가 인가되면 평판형램프는 안정되고 균일한 방전이 전면에 걸쳐 발생한다. 균일하고 안정된 방전 상태에서의 프리즘 시트 없이 최대휘도는 10,330[cd/m<sup>2</sup>]를 얻었다.

## Abstract

A 15[inch] diagonal mercury-free flat discharge lamp with insulated electrode has been developed as backlight for a LCD backlighting. When the drive voltage pulse conditions were set properly, a uniform and stable discharge extends over the entire volume. It was obtained luminance of 10,330[cd/m<sup>2</sup>] without prism sheet in uniform and stable discharge.

Key Words : Mercury-free, Backlight, Uniformity, Stable discharge

## 1. 서 론

최근 디스플레이 소자는 정보 산업사회에서 매우 중요하게 되었으며, 평판디스플레이 소자는 CRT (Cathode Ray Tube)의 대용으로서 디스플레이 소자 분야에서 크게 증가하고 있다. 현재 LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), FED(Field Emission Display) 등 많은 종류의 평판 디스플레이 소자가 이미 개발되어 상용화 되어 있으

며 40[inch]이상의 대면적화가 실현되고 있다. 특히 LCD는 PDP와 더불어 빠르게 성장하고 있으며 한국을 중심으로 대규모 투자가 이루어지고 있다. LCD의 영상 품질은 후면광원에 크게 의존한다. 현재 대면적 LCD의 후면광원시스템(BLU; Backlight Unit)에서 후면광원으로 냉음극형 형광램프가 널리 사용되고 있으며 후면광원시스템의 효율을 개선하기 위한 연구가 진행되고 있다[1]. 고품질 LCD의 영상을 표현하기 위해서 backlight는 고휘도, 넓은 동작 온도 범위(-30~80[°C]), 저소비전력 등이 요구된다. 현재 backlight로 널리 사용되고 있는 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)은 고휘도를 만족시키고 있지만 수은을 자외선원으로 사용하고 있기 때문에 저온에서 램프의 점등에 시간 지연을 나타낸다.

\* 주저자 : 동국대학교 안전공학과 겸임교수  
Tel : 042-821-1129, Fax : 042-821-1128  
E-mail : kwonss\_2000@yahoo.co.kr  
접수일자 : 2006년 10월 26일  
1차심사 : 2006년 11월 10일, 2차심사 : 2006년 12월 1일  
심사완료 : 2006년 12월 12일

## LCD 우면 광원용 평판형광램프

현재 가정 및 사무실에서 조명으로 사용하고 있는 형광등도 CCFL과 마찬가지로 Ar에 수은을 소량 섞어서 사용하고 있으므로 저온에서 점등할 때 시간 지연이 발생한다.

CCFL의 저온 동작시 갖는 시간 지연의 문제점을 해결하기 위하여 방전 가스로서 Xe를 사용한 FFL (Flat Fluorescent Lamp)에 대한 연구가 일본, 한국을 중심으로 진행되어 왔다. FFL에 대한 연구결과는 전극의 배치 형태에 따라 대향전극형과 면전극형으로 진행되어 왔으며, 현재는 수명의 문제점을 갖고 있는 대향전극형보다는 면전극형에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다. 또한 수명 개선과 더불어 균일하고 안정된 방전을 위한 구동 조건을 찾기 위한 연구가 진행되고 있다[2-4].

본 연구에서는 넓은 동작 온도 범위를 갖고 방전 가스로서 Xe를 사용하여 수은 오염으로부터 피할 수 있는 FFL을 제작하고, 램프의 안정된 방전 상태로 구동되는 조건과 압력에 따른 휘도 및 인가전압의 변화에 대한 전기적 및 광학적 특성을 측정하고 고찰하고자 한다.

## 2. Xe를 사용한 평판형광램프의 제작

그림 1은 FFL의 구조를 나타낸 것이다. 램프는 전면부와 후면부로 나누어지고 전면부는 가시광이 통과하는 부분으로서 유리 기판위에 형광층이  $10[\mu\text{m}]$ 의 두께로 배치되어 있으며, 후면부는 유리기판위에 전극을  $10[\mu\text{m}]$ 의 두께가 되도록 전극층을 배치하였으며 전극층을 보호하기 위해서 절연층을  $150[\mu\text{m}]$ 의 두께로 하였고 그 위에  $50[\mu\text{m}]$ 의 두께를 갖는 형광층을 배치하였으며, 전면부와 후면부와의 간격은  $2.8[\text{mm}]$ 로 하였다. 동작전압과 장수명을 이루기 위해서 절연층 위에 2차전자 방출비가 높고 내스퍼터성이 뛰어난 MgO층을 배치하였다.

램프의 방전 가스는 내환경성과 넓은 동작 온도 범위를 갖게 하기 위하여 순수 Xe를 사용하였으며, 압력은  $50\sim 100[\text{Torr}]$ 로 하였다. 램프는 Xe 가스의 방전에 의해서 발생되는  $147[\text{nm}]$ 의 진공 자외선이 형광체를 여기시켜 가시광을 방사하게 된다. 전극은 절연층 및 MgO 보호층으로부터 보호되어 방전에

의해서 형성되는 이온에 의한 스퍼터링이 발생하지 않게 되어 램프의 수명은 연장된다. 그림 2는 전극의 구조를 나타낸 것으로 전극의 형태는 선상이며, anode와 cathode 사이의 거리는  $6[\text{mm}]$ 로 하였다. 표 1은 제작된 평판형광램프의 사양이다. 휘도측정은 암실에서 색채색차계(CS-100, Minolta Co.)를 이용하여 상온에서 램프와 밀착시켜 측정하였다.

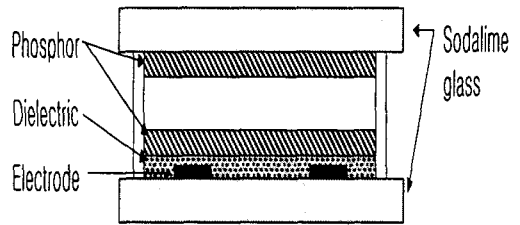


그림 1. FFL의 구조  
Fig. 1. Cross sectional structure of FFL

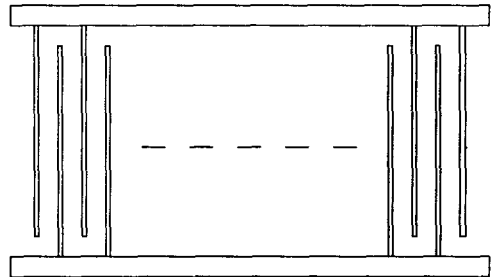


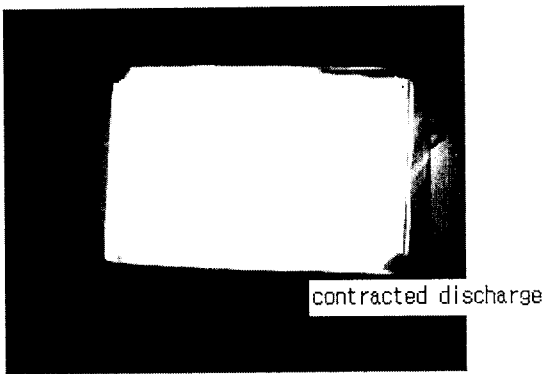
그림 2. 선상 전극 구조  
Fig. 2. Electrode structure of line type

표 1. 제작된 FFL의 사양  
Table 1. Specification of the fabricated FFL

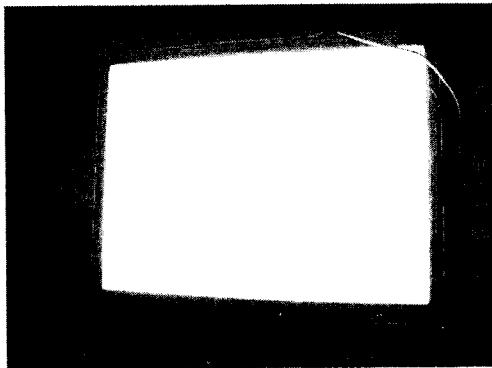
Backlighting size	324×256[mm]	
The thickness of frame layer	5[mm]	
The thickness of insulator layer	150[ $\mu\text{m}$ ]	
The thickness of phosphor layer	Front	5[ $\mu\text{m}$ ]
	Rear	100[ $\mu\text{m}$ ]
The thickness of Electrode layer	20[ $\mu\text{m}$ ]	
The thickness of substrate glass	2.8[mm]	
Lamp module size	324×256×10.6[mm]	

### 3. 전면 방전을 위한 구동 조건

FFL을 구형파로 구동하였을 때 균일한 방전을 얻는 것은 매우 힘든 일이다. 일반적으로 구형파로 구동하였을 때 방전은 좁은 채널을 형성하게 되며, 이와 같은 경향은 수은이 포함되지 않은 FFL에서 강하게 나타난다. 그림 3은 방전 형태를 나타낸 것이다.



(a) 수축 방전  
(a) contracted discharge



(b) 균일하고 안정된 방전  
(b) uniform and stable discharge

그림 3. FFL의 방전 상태  
Fig. 3. Discharge state of FFL

인가되는 전압의 진폭이 크고 주기가 너무 짧으면 고휘도를 얻을 수 있지만 방전의 형태는 그림 3의 (a)와 같이 수축방전(contracte discharge)을 나타내게 된다. 그림 3의 (a)에서 알 수 있는 바와 같이

수축방전의 경우 좁은 채널에서 매우 높은 휘도를 갖게 된다. 즉 전극에서의 전류 밀도가 높다면 절연층의 절연성을 파괴시키게 된다. 만일 인가되는 전압, 펄스폭, 주기가 적절하다면 그림 3의 (b)와 같이 균일하고 안정된 방전을 이룰 수 있다. 절연층으로 둘러싸여 있는 소자의 전형적인 전압 전류 파형을 살펴보면 다음과 같다. 전류는 전압 펄스의 상승 순간과 하강 순간에서 전류의 spikes는 변위전류이다. 전극이 절연체로 둘러싸여 있기 때문에 방전에 의해서 발생된 전하는 절연층의 표면에 축적되게 된다. 이들 전하는 전극 사이에서의 유효 전계를 감소시키게 되고 방전을 점진적으로 약하게 된다. 펄스의 폭이 충분히 길다면 방전은 자연스럽게 소멸되어 소등된다. 그러나 펄스의 폭을 짧게 하면 내부 전계는 오히려 강화된다. 균일한 방전은 방전 전류가 변위전류보다 커지기 전에 인가되는 전압의 펄스폭을 짧게 하면 얻어진다. 그림 3의 (b)는 주파수 60[kHz], 펄스폭이 6[ $\mu$ s]에서 얻어진 방전상태이다.

### 4. 광학적 특성

그림 4는 주파수 60[kHz], 펄스폭이 6[ $\mu$ s]이고 전압의 진폭이 700[V]일 때 방전 가스 압력에 따른 발광 휘도를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 압력이 증가하면 휘도는 증가하는 것으로 나타났다. 또한 절연층의 두께가 증가할수록 발광휘도는 증가한 것으로 나타났다.

압력의 증가함에 따라 형광층의 가시광 발광 휘도가 증가하는 것은 전극 사이의 전계의 세기가 일정한 상태에서 압력이 증가하면 Xe의 입자수가 많아지고 이로 인한 전자의 충돌기회가 증가함에 따라 Xe원자의 준안정 상태를 증가시킨 것에 기인된 것으로 생각할 수 있다.

절연층이 증가함에 따라 휘도가 증가한 것은 정전용량의 변화에 의한 전계의 변화로 보여진다. 그림 5는 20[kHz], 펄스폭이 6[ $\mu$ s]일 때 인가되는 전압의 진폭의 크기에 대한 휘도의 변화를 나타낸 것이다. 전압의 증가에 의해서 휘도가 증가하는 것은 방전에 의해서 발생된 캐리어가 전압에 의해서 가속되어 다른 Xe원자를 여기시킬 기회가 증가한 것으로 볼 수

LCD 우면 광원용 평판영광램프

있다. 하지만 전압의 증가에 대하여 휘도가 선형적으로 증가하는 것은 아니고 일정한 전압 이상이 되면 휘도는 포화된다. 포화되는 현상은 다음과 같이 설명되고 있다. 전압의 증가에 대한 휘도의 포화는 진공 자외선의 포화로 볼 수 있다. 형광체는 여기된 Xe으로부터 147[nm]의 자외선에 의해서 여기된다.

이들 방사는 공명선이기 때문에 photon은 Xe 원자의 또 다른 기저상태에 의해서 트랩된다. 따라서 자유 전자는 Xe의 공명준위를 파괴할 기회를 갖게 된다. 따라서 전류 밀도는 전압의 증가에 대하여 증가하지만 휘도는 포화된다.

따라서 인가되는 전압을 너무 크게 하면 전류 밀

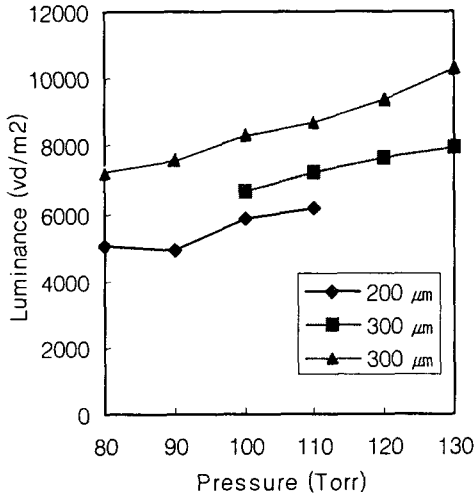


그림 4. 가스 압력에 대한 휘도 특성  
Fig. 4. Luminance characteristics with the gas pressure

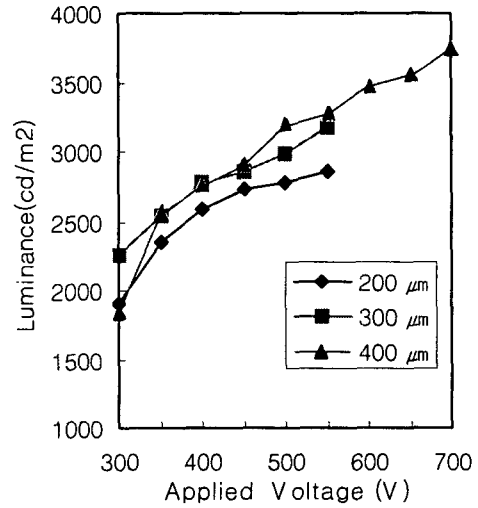


그림 5. 인가 전압에 대한 휘도 특성  
Fig. 5. Luminance characteristics with the applied voltage

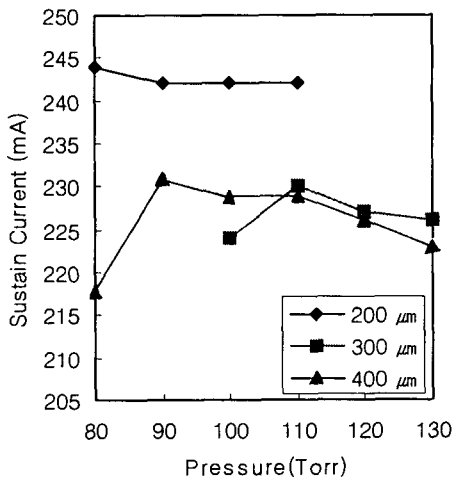


그림 6. 가스 압력에 대한 유지전류특성  
Fig. 6. Sustain current characteristics with the gas pressure

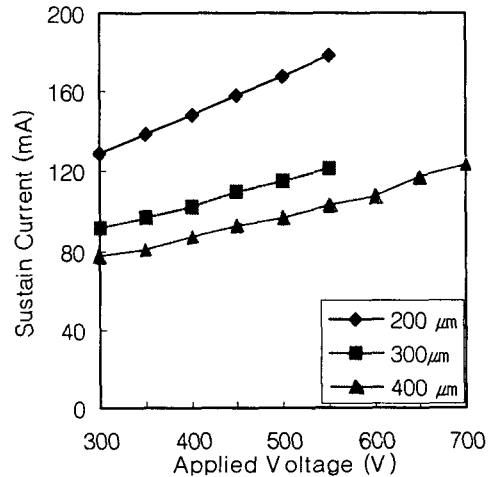


그림 7. 인가 전압에 대한 유지전류특성  
Fig. 7. Sustain current characteristics with the applied voltage

도가 증가하여 절연층을 파괴시킬 수 있기 때문에 너무 높게 할 필요는 없다. 그림 6과 그림 7은 그림 4 및 그림 5에 대한 유지 전류 특성이다. 그림 5에서는 방전 유지 전류의 변화는 거의 일정한 모습을 보였으며, 그림 6의 경우는 인가되는 전압의 증가에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 이와 현상은 유지 전류는 일반적인 오옴의 법칙을 따른 것이라 생각할 수 있다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 LCD 후면 광원으로 응용 가능한 15[inch] FFL을 제작하였다. 균일하고 안정된 방전은 램프에 인가되는 구형파의 펄스 폭이  $6[\mu s]$ , 전압의 진폭이  $700[V]$ 일 때 얻어졌다. 안정되고 균일한 휘도를 얻기 위해서는 방전 전류가 변위 전류보다 적을 때 실현 가능하고 좁은 채널의 방전 통로가 만들어지지 않아야 한다. 본 연구에서 얻어진 휘도는  $10,330[cd/m^2]$ 의 매우 높은 값을, 프리즘 시트를 사용한다면 보다 높은 휘도를 실현할 수 있다. 또한,  $10,330[cd/m^2]$ 의 휘도를 고려하면 FFL은 LCD의 후면 광원 뿐만 아니라 일반 조명용으로 응용이 가능할 것으로 생각되며, 향후 그 응용 분야는 매우 넓을 것으로 생각된다.

## References

- [1] T.Shiga, S. Mikoshiba, and S.Shinda, "No-Mercury Flat Discharge Lamp for LCA Backlighting", proc. of IDW99, pp.347-350,1999.
- [2] M. Kasahara, M. Ishikawa, T. Morita and S. Inohara, "New drive system for PDPs with improved image quality:plasma AI", SID 1999 International Symposium, pp. 158-161, 1999.5.
- [3] K.Sakita, K Takayama, K. Awamoto and Y. Hashimoto, "Analysis of cell operation at address period using wall voltage transfer function in three-electrode surface-discharge AC-PDPs", Proc. of IDW01, pp.841-844, 2001.12.
- [4] K. W Whang, H. S. Jeong, C. K. Yoon, "Discharge Physics of AC Plasma Display Panel", Proc. Internal Display Research Conference, 1997. pp. 394-397.

## ◇ 저자소개 ◇

### 권순석 (權純錫)

1967년 8월 1일생. 1991년 한밭대학교 전자공학과 학사 졸업. 1993년 충북대학교 전기공학과 졸업(석사). 1999년 충북대학교 전기공학과 졸업(박사). 2006년 현재 한밭대학교 전자공학과 강사. 천안공업대 강사. 동국대학교 안전공학과 겸임교수.  
주관심분야 : 반도체재료, 전자디스플레이 등