

Ar과 Xe을 사용한 FFL의 방전 특성

권순석, 임민수, 임기조, *박수길, **김병태
 충북대학교 전기공학과, *충북대학교 공업화학과, **청주대학교 광학공학과

Discharge Characteristics of FFL using Ar and Xe Gas

S.S. Kwon, M.S. Lim, K.J. Lim, S.G. Park*, B.T. Kim**

Dept. of Elec. Eng. Chungbuk. Univ.. *Dept. of Indu. Chem. Chungbuk. Univ.. **Dept. of Opti chongju. Univ..

Abstract - The flat fluorescent lamp(FFL) can be used to the LCD backlighting. In order to evaluate the discharge characteristics of FFL firing voltage, discharge current, luminance and CIE chromaticity with frequency were measured. The experimental results show that firing voltage decreased with increasing the frequency, discharge current increased with increasing the frequency. Luminance of FFL using Xe gas shown 2700 cd/m² in 700V rms, 80 kHz

1. 서 론

최근, LCD의 후면 광원의 고성능화를 목적으로 일체형의 평면 광원이 연구되고 있다. 현재 후면 광원으로 이용되고 있는 것은 다음과 같은 방법을 이용하고 있다.

- 열전자선을 이용
- 냉음극을 이용한 Hg 공명선의 이용

이들 후면 광원은 주로 노트북형 PC등의 후면 광원에 이용되고 있는 도광판 방식의 문제점을 해결하였다. 도광판 방식은 휘도 균일도가 양호하고 박형 · 경량이며 저소비 전력을 갖는 우수한 특성을 갖고 있다. 따라서 재까지도 휴대용 LCD에 가장 널리 이용되고 있다. 그러나, 도광판 방식은 대형화 및 고휘도화에 한계가 있으며 대형화를 실현할 경우 방전 길이가 길어져 램프의 효율이 악화된다. 또한 저온에서 동작되기 어려우며 소정의 휘도가 얻어지지 않는다는 단점을 갖고 있다. 한편, PDP와 동일한 원리인 개스의 방전 현상에서 비롯되는 자외선을 이용한 평판 디스플레이용 LCD의 후면 광원에 적용하고자 연구가 진행되고 있다. 평판 형광 램프에 관련된 연구는 Bell 연구소에서 M. Anandan등에 의해서 우주선등과 같은 우주 공간에서 사용되고 있는 AM-LCD의 후면 광원에 적용하기 위하여 연구가 진행되었으며, 1996년초 미시비시 연구소에서 고휘도, 저전력형이 가능한 평판 형광 램프를 개발하여 LCD의 후면 광원으로서의 검토가 이루어진바 있다. 그러나 이들의 연구 결과는 자외선 방사원으로 Hg를 사용하고 있으며, 지구 환경성을 고려하여 Xe 개스를 사용한 미시비시의 연구 결과는 방전 현상에 관한 이론적 고찰이 부족한 편이다. 또한 구동회로에 관련된 연구가 미약하다. 본 연구에서는 LCD의 후면 광원으로 가장 적당한 것으로 생각되는 개스방전 현상을 이용한 FFL을 제작하여 램프의 전기 · 광학적 특성을 측정하여 개스 방전 특성을 고찰하고자 한다. 또한, FFL의 휘도 특성을 측정 평가하고자 한다.

2. 본 론

2.1. 램프의 제작 및 특성 측정

FFL의 단면도는 그림 1과 같다. FFL은 soda-lime 글라스, 전극층, 절연층, 개스층, 형광층 및 ITO glass로 구성된다. Soda-lime글라스, Ag 전극층, 절연층, 형광층으로 구성되는 후면 패널은 고온용 Ag 페이스트를 인쇄한후 일정한 시간동안 소결하고, 절연층 페이스트를 20 μm의 두께로 인쇄하고 소결하였으며 형광체 페이스트를 30 μm의 두께로 인쇄한후 소결하였다. ITO 글라스위에 형광체가 도포된 전면 패널과의 결합은 frit 글라스를 이용하여 결합시켰다.

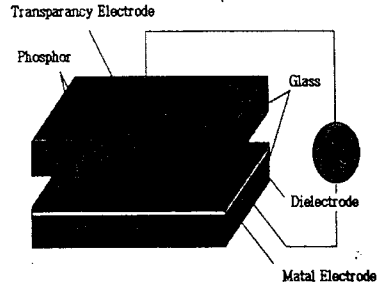


Fig. 1 Bloak diagram of electrical and optical characteristics

2.2 측정 결과 및 고찰

그림 2은 상온에서 측정한 전극간 거리가 1.1 mm를 갖는 평판 형광 램프의 30~80 kHz의 주파수 범위에서 Xe과 Ar 개스의 압력별로 방전 개시 전압특성을 나타낸 것이다. 그림에서 알수

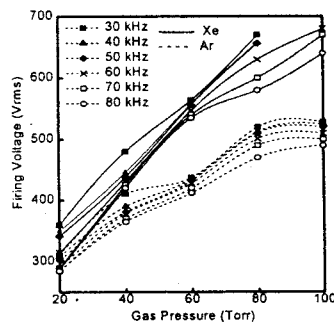


Fig. 2 Firing voltage characteristics with gas pressure

있는 바와 같이 개스 압력이 증가할수록 방전 개시 전압은 증가하는 경향을 보였으며, 특히 100 Torr에서 Xe의 방전 개시 전압을 볼 수 없었다. 이들 특성 곡선은 파선 범칙에서 최소 전압의 오른쪽 부분에 해당되는 것이다. Xe의 방전 개시 전압이 Ar의 방전 개시 전압 보다 높은 값을 보였다.

그림 3은 방전 유지전압을 보여주고 있다. 방전 유지 전압은 방전 개시 전압보다 약간 낮은 값을 보였다. 그림 3에서 알 수 있는 바와 같이 주파수가 증가할수록 방전 유지 전압과의 차이가 큰 것을 볼 수 있다. 방전 개시 전압과 방전 유지 전압의 압력 특성 및 주파수 특성의 경향은 다음과 같이 설명할 수 있다. 개스 압력이 증가하면 하전 입자의 평균 자유 행정의 감소로 전계에 의해서 가속되는 시간이 작게 되어 충돌 전리의 기회가 적어진다. 따라서, 일정한 방전 갭(1.1 mm)을 갖는 평판 형광 램프의 Xe 개스압력을 증가시키면 방전 개시 전압은 증가하게 되는 것이다. 다음은 방전 개시 전압의 주파수 효과에 대해서 기술한다. 평판 형광 램프의 방전 갭에 AC전압이 인가 되면 방전 갭내에 존재하는 하전 입자는 전극을 향해 가속된다.

가속된 하전 입자는 기체 분자와 충돌하여 충돌 전리를 일으켜 전자와 정이온을 발생시킨다. 이 때 발생된 전자는 전극을 향해 이동한다. 30 kHz의 주파수를 살펴보면 처음 반주기 동안에 전자는 빠른 이동도 때문에 양극 쪽으로 빠르게 이동한다. 그러나 비교적 이동도가 느린 정이온은 음극을 향해 비교적 느리게 이동한다. 다음의 30 kHz의 다음의 반주기가 시작되면 전자와 정이온의 이동 경로가 바뀌어 전극을 향해 이동한다. 이때 전자는 전극을 향하여 이동하지만 정이온은 공간 전하를 형성하게 된다. 이들 공간 전하의 방전 갭내에서 내부 전계를 형성하게 된다. 이들 내부 전계는 외부 전계를 강화시키는 역할을 하게 된다. 따라서, 30 kHz 보다 높은 주파수가 되면 방전 갭내에 형성되는 공간 전하의 양은 증가하게 되어 방전 갭내의 공간 전하량은 증가하게되어 방전 갭내에 형성되는 내부 전계의 세기를 증가시키게 된다. 따라서 주파수가 높아지면 방전 개시 전압은 낮아지게 된다.

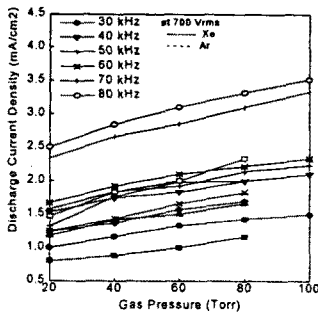


Fig. 3 Sustain voltage characteristics with the variation of gas pressure

그림 4은 700 Vrms의 인가 전압에 대하여 개스 압력에 대한 방전 전류의 변화를 여러 가지 주파수에 대하여 나타낸 것이다. 인가전압이 높을수록 방전 전류는 높은 값을 보였Xe보다 Ar개스를 사용하였을때가 방전 전류가 높은 것으로 주파수가 증가함에 따라 방전전류는 높은 값을 보였다. 로 나타났다.

그림 5는 녹색 형광체가 도포된 평판 형광 램프의 주파수 변화에 대한 휘도특성을 보여주고 있다. 휘도는 주파수의 증가에 따라 휘도는 증가하는 것으로 나타났다.

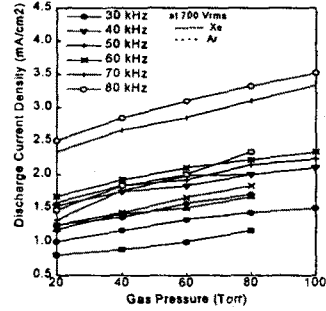


fig. 4 Discharge current density characteristics with gas pressure

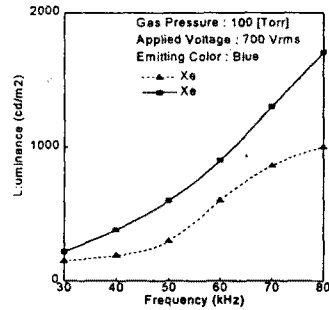


Fig. 5. Luminance characteristics of green FFL

또한, Xe과 Ar을 방전 개스로 사용한 녹색 평판 형광 램프를 700Vrms, 80 kHz에서 구동하였을 때 2700, 1700 cd/m²의 휘도를 나타냈다. Xe을 방전 개스로 사용하였을때가 휘도 특성이 우수한 것을 알 수 있다. 이와 같은 경향을 나타낸 것은 Xe이 147 nm의 자외선 방사 효율이 Ar보다 뛰어나다는 것을 의미한다.

그림 6은 4cm × 3cm의 면적으로 녹색 형광체가 도포된 평판 형광램프의 발광 사진을 보여준다. 램프 구동 조건은 700 Vrms, 80 kHz의 정현파를 인가하였으며 개스의 압력은 100 Torr이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 휘도 균일성은 매우 우수한 것을 알 수 있다.

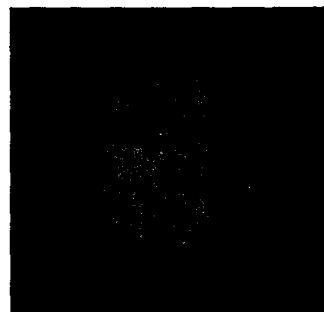


Fig. 6. photo of green emission FFL

표 1은 녹, 청, 적색의 평판 형광 램프를 9등분하여 휘도 분

포를 살펴본 것이다. 휘도 균일도는 96 %로 매우 우수한 것을 알 수 있다. 표 1에서는 평판 형광 램프의 가장 자리 부분의 휘도 분포가 낮은 것으로 보여준다. 이것은 평판 형광 램프의 제작 과정에서 인쇄시 snap off의 문제에 기인된 것이다.

table. 1. Luminance distribution of green flat fluorescent lamp

96 % 2600 cd/m ²	93% 2500 cd/m ²	96% 2600 cd/m ²
98% 2650 cd/m ²	100% 2700 cd/m ²	92% 2300 cd/m ²
93% 2500 cd/m ²	96% 2600 cd/m ²	98% 2650 cd/m ²

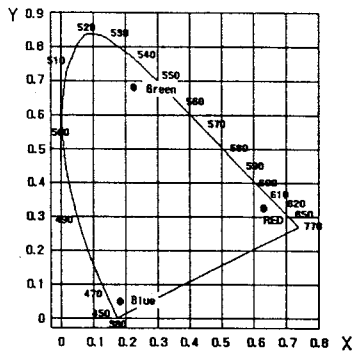


Fig. 7. CIE chromaticity of green FFL

그림 7은 녹, 청, 적색의 형광체가 도포된 3개의 평판 형광 램프의 색좌표를 각각 보여주고 있다. 청색과 적색 형광체가 도포된 평판 형광 램프와 색좌표는 순수한 청색 및 적색에 매우 근사한 값을 보였지만 녹색은 약간 벗어난 값을 보였다. 이것은 형광체의 특성에서 비롯된 것이다.

3. 결 론

본 연구는 FFL을 LCD의 후면 광원에 응용하기 위한 목적으로 연구하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다. 본 연구에서는 이와 같이 인쇄 기법에 의한 평판 형광 램프의 제작 공정을 서술하였으며 제작된 평판 형광 램프의 내부를 10⁻³ Torr로 배기 한 후 Xe개스와 Ar개스를 20, 40, 60, 80 및 100 Torr로 주입한 후 특성을 측정하였다.

방전 개시 전압 특성에서는 Xe개스에서 Ar개스보다 높은 값을 보였고 주파수가 높아짐에 따라 낮게 나타났다. 그리고 압력이 증가하면 방전개시 전압은 매우 크게 높아지는 것을 확인하였으며, 이것은 파선의 법칙과 일치하였다. 방전 유지 전압은 주파수가 증가하면 Xe개스를 사용한 평판 형광 램프에서 개스 압력 80 Torr에서 방전 개시 전압과 약 200 Vrms차로 매우 크게 감소되는 것으로 나타났다. 이것은 주파수가 증가하면 공간 전하가 음극 영역에 저주파보다 많이 발생한 것에 기인된 것으로 사료된다.

녹색 발광을 하는 평판 형광 램프의 휘도는 Xe과 Ar에서 700 Vrms, 80kHz로 구동하였을 때 2700 cd/m², 1700 cd/m²의

값을 보였으며 Xe 개스에서 높은 휘도를 보였다. 이것은 자외선 방사 효율이 Ar보다 Xe이 높다는 것을 의미한다. 휘도 분포는 3 cm × 4cm의 면적을 9 등분하여 측정하여 구하였다. 휘도 분포로부터 휘도 균일도는 96%로 나타났다. 이것은 자외선 방사가 방전공간에서 균일하게 이루어지는 것을 의미한다. 이와 같은 결과에 의해서 본 연구에서 제작한 평판 형광 램프는 매우 높은 면발광체임을 확인하였다.

(참 고 문 헌)

1. T.Shiga, K.Igarashi, S. Mikoshiba, S.Shinda, "A Simple, 10,000 cd/m² Flat Fluorescent lamp with Good Uniformity for LCD Backlighting", '96 pp. 233-236, 1996.
2. Munisamy Anandam and Douglas Ketchum, "Multicity of discharge channel for a flat fluorescent lamp to backlight a full color LCD", IEEE Trans. Electron Device, pp. 1327-1330, vol. 39, 1992.
3. J.L. Delcroix and A.R. Trindate, "Hollow cathode arcs", Advances in electronics and Electron Physics, pp.88, vol. 39, 1974.
4. Munisamy Anandam and Douglas Ketchum, "Design of a multi-channel true flat fluorescent lamp for avionic AM-LCD backlighting", IEEE Trsns, Electron