

대화면 BLU용 EEFL의 광학적 특성

최 용성, 이경섭, 이상현

동신대학교 전기공학과, 선문대학교 전자정보통신공학부

Optical Characteristics of EEFL (External Electrode Fluorescence Lamp) for Large Size BLU

Yong-Sung Choi, Kyung-Sup Lee, and Sang-Heon Lee

Dept. of Electrical Eng., DongShin Univ., Division of Electronics, Information & Communication Eng., SunMoon Univ.

Abstract : An external electrode fluorescent lamp (EEFL) has an advantage of a long lifetime in the early stages of the study on plasma discharge, interest in the lamp continues. Researches on the operation of external electrode fluorescent lamps have focused mainly on its use of a type of high frequency (MHz). By performing high brightness using a square wave operation method with the low frequency below 100kHz, which is applied to a narrowed tube type lamp that has several mm of lamp diameter, EEFL presented the possibility of using it as a light source for back-lights. However, because EEFL generates plasma using wall charges, which considers the impedance characteristics of glass based on the structural principle in discharge, it can be significantly affected by frequency. Thus, this study verified the change in the characteristics of electromagnetic fields according to the change in frequency through a Maxwell's electromagnetic field simulation and examined the relationship between the change in the EEFL frequency and brightness by measuring the optical characteristics. In addition, the characteristics of the transformation of energy orbits were verified by investigating the characteristics of the wavelength according to the change in frequency through the OES..

Key Words : EEFL, Plasma discharge, Fluorescent lamps, Brightness, Brightness, Maxwell's electromagnetic field

1. 서 론

외부전극 형광램프 (external electrode fluorescent lamp, EEFL)는 플라즈마 방전 연구 초창기부터 장수명이라는 이점을 가지고 있어 연구의 관심이 지속되고 있다. 또한 제작이 간단하다는 이점을 가지고 있어 기업에서도 관심이 있는 분야이기도 하다. 지금까지 외부전극 형광램프는 주로 고주파(MHz)에 의한 구동이 연구되었다.

최근 램프 직경이 수 mm인 세관형 램프를 100 kHz 이하의 저주파에 의한 구형파 구동으로 고휘도를 달성하면서 EEFL이 백라이트 광원으로서의 가능성을 보였다[1, 2].

그러나 외부전극 형광램프는 방전 구조 원리상 유리의 임피던스 특성이 고려된 벽전하에 의해 플라즈마가 형성되기 때문에 주파수에 따른 영향력이 크다. 외부전극 형광 램프에 인가한 주파수가 낮을수록 유리의 임피던스가 커서 충분한 전력을 내부 회가스에 전달하기 힘들다. 반면 주파수가 너무 큰 경우 큰 전력을 공급할 수 있기 때문에 휘도 특성은 높아지지만 전류밀도가 증가하기 때문에 전체적인 효율은 떨어진다.

따라서 본 연구는 LCD TV의 백라이트로 EEFL을 사용하기 위한 적정 주파수를 구하기 위하여, 전자계 특성 변화를 확인하였다. 또한 EEFL의 BLU 탑재를 위하여 Multi lamp type의 실험도 병행하여 고찰하였다.

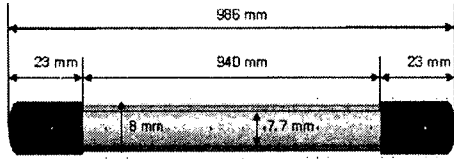
2. 시료 및 실험 방법

외부전극 형광램프는 방전 공간 내부에 전극이 없으며, 유리관 양끝 외부에 설치된 외관전극의 용량성 결합에 의하여 작동된다. 냉음극 형광램프가 방전관 내부의 양 끝에 설치된 금속전극이 방전 플라즈마에 노출되어 직접 금속전극으로 전류가 흐르는 직류형 방전인 반면에, 외관전극 형광램프는 방전관 내부의 양끝에 벽전하가 쌓여서 플라즈마 전류가 방전관 내에 교차적으로 흐르는 교류형 방전이다. 따라서 외관전극 램프는 전극이 직접 플라즈마와 상호 작용을 피할 수 있어서 수명에 유리하다.

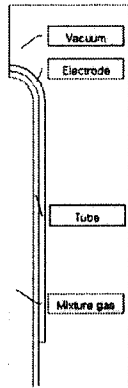
주파수 특성에 따른 전자계 특성을 확인하기 위하여 그림 1의 (a)와 같이 램프를 구성하였으며 Ansoft의 Maxwell 2D Field Simulator를 사용하여 전자계 특성을 확인하였다. 램프의 외경은 8.0mm, 내경은 7.7mm, 총길이는 986mm 이다. 전극 길이는 26mm이며 발광 길이는 934mm이며 42인치 BLU (back light unit)를 위한 크기이다. 전극의 재질은 전도성이 $3.8 \times 10^7 \text{ s/m}$ 인 Al을 사용하였다. 입력 전압은 1500 V, 주파수는 20~60 kHz을 10kHz 단위로 증가시키면서 시뮬레이션을 시행하였다. 이외의 영역에서는 비투자율이 1이고, 도전율이 0인 공기로 입력하여 실행하였다. 또한, 램프 내부의 가스와 유리에 대해서는 고려하지 않고 시뮬레이션을 시행하였다.

그림 1 (b)는 EEFL의 전자계 형성과정을 확인하기 위하여 2차원 직교좌표의 교류자장으로 시뮬레이션하기 위

한 단면도이며 단면도 중심부를 기준으로 거리에 따른 전자계 특성을 확인하였다.



(a) EEFL의 외관도



(b) Maxwell 2D Field Simulator을 위한 단면도

Fig. 1. EEFL and Cross section diagram

그림 1. EEFL 및 단면도

또한, 주파수 변화에 따른 광학적 특성을 확인하기 위하여 그림 2와 같이 LS-100 휘도계를 사용하여 휘도 특성을 확인하였다. 측정 거리는 close-up lens를 사용하여 5cm에서 측정하였다.

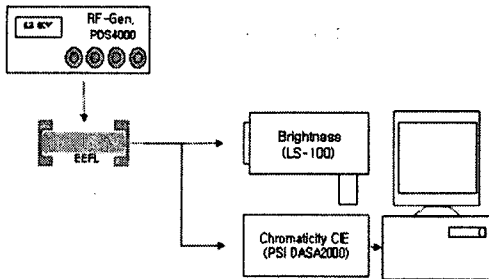


Fig. 2. Measuring equipments for optical characteristic measurement of EEFL

그림 2. EEFL의 광학특성 측정 구성도

3. 결과 및 고찰

외부전극 형광램프의 전자계 분포는 그림 3과 같다.

EEFL의 경우 전극은 램프의 끝부분에 위치하며 진공을 인가함에 따라 유리관벽 내부에 벽전하가 형성되어 별브 안에 있는 수은을 입자의 가속으로 이온화하여 여기가 증가되어 플라즈마가 형성되어 나타난다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 전극에서 거리가 멀어짐에 따라 전계가 $1.5173 \times 10^{-12} \text{Wb}$ 에서 $7.5863 \times 10^{-14} \text{Wb}$ 로 감소하는 특성을 보인다. 이것은 전극이 존재하는 영역에 동일한 분포의 플라즈마가 형성되는 것을 의미하며 전극길이의 증가는 플라즈마의 증가를 나타낸다. 또한 플라즈마의 증가는 휘도의 상승을 의미한다.

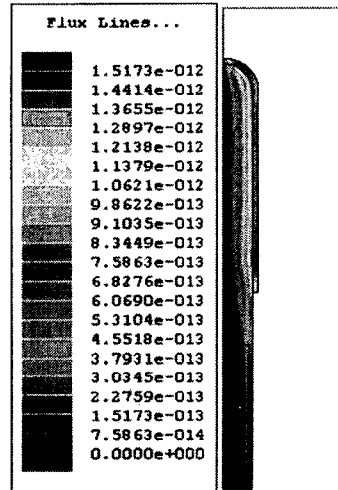


Fig. 3. Electric field formed surround external electrode

그림 3. 외부전극 주위에 형성된 전계

램프로 주파수를 20~60 kHz에서 10 kHz 단위로 변화하고, 전압을 800~2000V에서 100 V 단위로 변화시켜 광학적 특성을 확인하였으며, 그림 4는 그 결과이다. 주파수가 증가함에 따라 방전이 발생하는 빈도가 증가하여 전체적인 휘도는 증가하였다. 그리고, 전압이 증가함에 따라 휘도특성은 포화되는 현상을 보였다. 또한 주파수의 증가에 따라 휘도의 증가분도 점차 작아짐을 알 수 있다. 전압이 증가함에 따라 휘도특성이 포화되는 현상은 일정한 면적의 전극에 벽전하의 충전이 포화되어 휘도의 포화현상이 일어남을 알 수 있다. 구동주파수의 증가는 R_{sh} 의 감소로 인하여 별브내 전압이 증가하여 전자활동을 활성화시킨다. 이로 인해 램프내 하전입자의 거동을 증가시켜 플라즈마 형성을 도와주는 역할을 한다.

EEFL의 BLU 적용을 위해 동일한 조건의 EEFL 8개를 평판 구조물에 장착하여 주파수를 20~60 kHz로 10 kHz 단위로 변화하고 전압을 800~2000V로 100 V 단위로 변화시켜 광학적 특성을 확인하였으며, 그림 5는 그 결과를 나타낸다. Single lamp type과 마찬가지로 전압의 증가에 따라 휘도특성은 일정한 기울기로 증가하다가 포화되는 현상을 보였고, 주파수의 경우도 Single lamp type과 마찬가지로 휘도특성이 증가됨을 알 수 있다. 또한 주파수의 증

가에 따라 휘도의 증가분도 점차 작아짐을 알 수 있다.

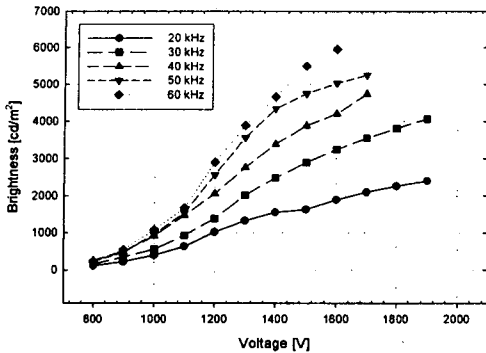


Fig. 4. Brightness characteristics of EEFL by frequency
 그림 4. EEFL의 주파수별 휘도특성

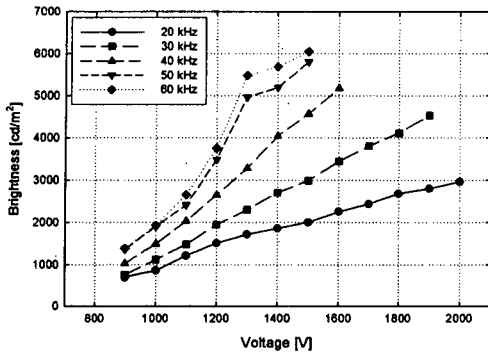


Fig. 5. Brightness characteristics of multi-EEFL by frequency
 그림 5. Multi-EEFLs의 주파수별 휘도특성

4. 결 론

본 연구에서는 LCD TV의 백라이트로 EEFL을 사용하기 위한 적정 주파수를 구하기 위하여 Maxwell 전자계 시뮬레이션을 통해 주파수 변화에 따른 전자계 특성 변화를 확인하였으며, 광학적 특성을 측정하여 EEFL의 주파수 변화와 휘도와의 상관 관계를 고찰하였다. 또한, Multi lamp type을 실험 및 고찰함으로써 대화면 BLU를 위한 EEFL System의 적용 가능성을 보였다.

1) 전극에서 거리가 멀어짐에 따라 전계가 $1.5173 \times 10^{-12} \text{Wb}$ 에서 $7.5863 \times 10^{-14} \text{Wb}$ 로 감소하는 특성을 보였다. 또한 전극이 존재하는 영역에 동일한 분포의 플라즈마가 형성되는 것을 의미하며 전극 길이의 증가는 플라즈마의 증가를 나타낸다. 플라즈마의 증가는 휘도의 상승을 의미한다.

2) 주파수가 증가함에 따라 방전이 발생되는 빈도가 증가하여 전체적인 휘도는 증가하였다. 전압이 증가함에 따라 휘도특성은 포화되는 현상을 보였다. 또한 주파수의 증가에 따라 휘도의 증가분도 점차 작아짐을 알 수 있다. 전압이 증가함에 따라 휘도특성이 포화되는 현상은 일정한 면적의 전극에 벽전하의 충전이 포화되어 휘도의 포화현상이 일어남을 알 수 있다.

4) Multis-EEFLs의 경우 Single lamp type과 마찬가지로 전압의 증가에 따라 휘도특성은 일정한 기울기로 증가하다가 포화되는 현상을 보였고 주파수의 경우에도 Single lamp type과 마찬가지로 휘도특성이 증가됨을 알 수 있다. 또한 주파수의 증가에 따라 휘도의 증가분도 점차 작아짐을 알 수 있다.

감사의 글

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

참 고 문 헌

- [1] 권남욱, 김영미, 김성중, 조태승, 최은하, 조광섭, 김봉수, 천장호, 강준길, “외관전극 형광램프 백라이트의 자기방전 동기화 구동”, 새물리, 46, 277~282, 2002
- [2] 조태승, 김영미, 권남욱, 김성중, 강준길, 최은하, 조광섭, “외관전극 형광램프의 전극 길이 효과” 새물리, 44, 42~47, 2002
- [3] T. S. Cho, Y. M. Kim, N. O. Kwon, S. J. Kim, J. G. Kang, E. H. Choi and G. S. cho, Jpn. J. Appl. Phys. 41, part 2, No. 3B, p.L355, 2002
- [4] J. J. Thomson, Philosophical Magazine, 32, 32, 1891
- [5] G. I. Babat, J. IEE, 94, Pt. 3, p.27, 1947
- [6] Cho T S et., J. Appl. Phys. 41L355, 2002
- [7] N. Kwon, Y. Kim, H. Kim, S. Kim, D. Gill, T. Cho, Y. Kim, J. Ko, E. Choi, G. Cho, B. Hong, H. Sohn and B. Yu, Preceedings of the 21st International Display Research Conference in conjunction with 8th International Display Workshop, p.625, 2001
- [8] C. Bencking, J. Appl. Phys. 68, 1, 1990