

무전극 램프의 안테나 파라미터 변화에 따른 휘도특성

양종경, 최기승, 백광현, 최용성, 이종찬, 박대희
원광대학교, 에히메대학

Brightness Characteristic as a Change of Antenna Parameter
on Electrodeless Fluorescent Lamp

Jong-Kyung Yang, Gi-Seung Choi, Gwang-Hyeon Pack, Yong-Sung Choi, Jong-Chan Lee and Dae-Hee Park
Wonkwang university, Ehime university

Abstract - In Recent, it became necessary to develop the technology about electrodeless fluorescent lamp according to demand of the electrodeless fluorescent lamp system that used higher efficiency and advantage of long-lifetime.

Especially, in the electrodeless fluorescent lamp which used H-mode, efficiency of lamp is decided from matching parameter of antenna and inverter. so it is of the utmost importance to design antenna and inverter. Therefore, this paper used a transformer principle for an efficiency rising of electrodeless fluorescent lamp and interpreted an equivalent circuit. and confirmed a luminance characteristic by ferrite change of antenna and change of coil turns

Also, this paper used the thermoelectric element which can let you cool ferrite and antenna and confirmed the luminance characteristic along a change of ferrite and an antenna temperature .

여 페라이트와 안테나 온도를 변화시켜 휘도 특성을 확인하였다.

2. 실험 방법

2.1 무전극 램프의 등가 회로

변압기원리를 이용한 무전극 램프의 등가회로는 그림 1과 같이 1차측과 2차측으로 나누어 해석할 수 있다. 그림 1에서 보는바와 같이 1차측의 전류, 저항 및 인덕턴스 성분을 I_0, R_0, L_0 라 하고 2차측의 저항 및 인덕턴스 성분을 I_p, R_p, L_p 라고 할 경우 각각의 등가회로 방정식은 식 (1), 식 (2)로 나타낼 수 있다.[2][3]

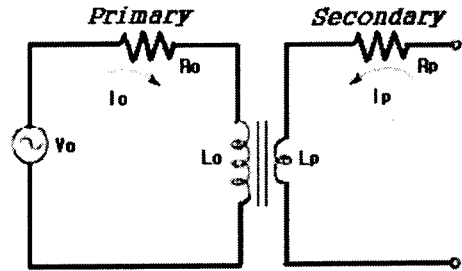


그림 1. 무전극 램프의 등가회로

Fig 1. Equivalent circuit of electrodeless lamp

$$V_0 = I_0 R_0 + i\omega L_0 I_0 + i\omega M I_p \quad (1)$$

$$0 = I_p R_p + i\omega L_p I_p + i\omega M I_0 \quad (2)$$

식 (2)으로부터

$$0 = (R_p + j\omega L_p) I_p + j\omega M I_0$$

$$\therefore I_p = - \frac{i\omega M}{R_p + i\omega L_p} I_0$$

따라서 전류 I_0 는 식 (3)과 같이 구할 수 있다.

$$V_0 = (R_0 + j\omega L_0 + \frac{\omega^2 M^2}{R_p + j\omega L_p}) I_0$$

$$\therefore I_0 = \frac{1}{(R_0 + j\omega L_0 + \frac{\omega^2 M^2}{R_p + j\omega L_p})} V_0 \quad (3)$$

$(\omega L_p)^2 \gg R_p^2$ 을 사용하여 식 (3)에서 1차측의 임피던스 성분을 전개하면,

1. 서 론

무전극 형광램프는 1978년도에 개발되었으며 상용화는 필립스사의 QL Lamp의 시작으로 GE사의 General lamp 및 오스람사의 Endura lamp 등 여러 선진업체들에 의해 점차 고출력화가 이루어지고 있다. 이러한 추세에 맞추어 국내에서도 고효율 및 장수명의 장점을 활용한 무전극 형광등 시스템의 수요가 증가함에 따라 무전극 형광램프에 대한 기술 개발의 필요성이 대두되고 있다. [1]

고주파 무전극 방전의 경우는 E-방전, H-방전, 마이크로 방전, 표면파 방전 등의 4가지로 구분된다. 그러나 E-방전의 경우는 100MHz 이상의 높은 주파수를 사용하지만 출력이 작고 마이크로파 방전의 경우는 실용적인 면에서 어려움을 갖고 표면파 방전의 경우는 기술적 어려움으로 대부분의 무전극 램프의 경우 H-방전을 이용한다.

지금 상용화된 램프로는 GE사의 Genura 램프, 필립스사의 QL램프, 오스람사의 환형 Endura램프 등이 있으며 이 무전극 램프는 전부 H-방전을 이용하고 있다.

이런 H-방전을 이용한 무전극 램프의 경우 안테나 설계와 인버터 즉 안정기와의 매칭을 얼마나 효율적으로 하느냐에 따라 그 성능이 좌우되기 때문에 안테나, 인버터 등의 설계는 중요한 요소로 대두된다.

특히 안테나의 특성에 따라 무전극 램프의 휘도가 크게 달라지기 때문에 안테나의 설계는 중요한 요소로 자리잡고 있다.

따라서 본 논문은 무전극 형광램프의 효율향상을 위해 변압기 측면에서 등가회로를 관찰하고 안테나의 페라이트 및 권선수 변화 즉 자속밀도 변화로 인한 휘도 특성을 확인하였고 또 냉각시킬 수 있는 열전 소자를 사용하

$$\therefore Z_0 = (R_0 + \frac{M^2 R_p}{L_p^2}) + j\omega(L_0 - \frac{M^2}{L_p}) \quad (4)$$

와 같이 된다.[2][3][4]

2.2 코일턴수 변경에 따른 휘도 특성

그림 2는 무전극 램프와 안테나를 나타낸 그림으로 본 실험은 안테나의 여러 가지 특성을 변화시켜 가면서 그에 따른 휘도 특성을 측정하는 것이다. 먼저 Sleeve에 감겨있는 권선수를 변화시켜 자속밀도를 변화시켜감에 따라 휘도특성을 알아보았다. 여기서 휘도측정은 LS-100을 사용하였고 휘도측정은 초기 내부 온도에 의해 파라미터가 변경되기 때문에 1분 단위로 30분까지 측정하였다.

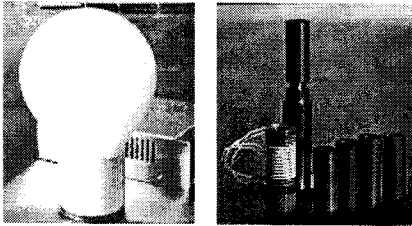


그림 2. 무전극 램프와 안테나

Fig 2. The eletrodeness lamp and antenna

2.3 Ferrite 변경에 따른 휘도 특성

표 1은 각각의 sample에 대한 투자율(μ)과 자속밀도(B_s) 특성을 나타낸 것이다. μ 와 B_s 가 다른 Sample을 변화시켜가면서 그에 따른 휘도특성을 측정하였다.

표 1. 안테나의 Ferrite 특성.

Table 1. The ferrite charateristic of antenna

	sample1	sample2	sample3	sample4
μ	800	1756	900	900
B_s	480MT	497MT	350MT	380MT

2.4 Ferrite 온도 변경에 따른 휘도 특성

Ferrite를 냉각시킬수 있는 열전소자를 사용하여 온도에 따른 휘도 특성을 확인하였고 이에 따른 온도는 TA-0510를 사용하여 측정하였다.

2.5 Antena 온도변경에 따른 휘도 특성

2.4와 같이 열전소자를 사용하여 Antena 자체 온도를 변화시켜 온도 변화에 따른 휘도특성을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 권선수 변경에 따른 휘도 특성

그림 3은 권선수 변화에 따른 휘도 특성을 측정한 것으로 1분 단위로 휘도 특성을 측정한 결과 초기 10분 정도 까지 15회와 14회와 13회까지 증가하였으나 차후 점차 안정화된 휘도특성을 나타내었다. 또 코일의 권선수를 변화시켜가면서 휘도를 측정한 결과 15turn일 경우 최대의 휘도 특성을 보였으며 권선수의 증가에 따라 휘도특성도 증가함을 알 수 있었다. 단, 12회와 11회의 경우는 무전극 램프가 점등되지 않았다.

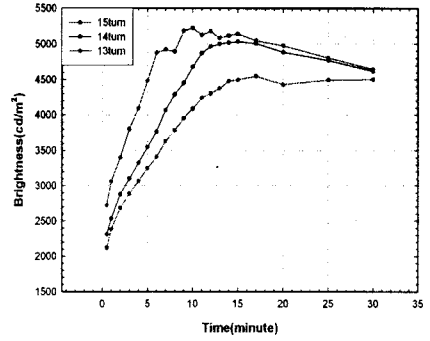


그림 3. 코일 권선수 변화에 따른 휘도 특성.
Fig 3. The brightness characteristics as a change of ferritecoil turns.

3.2 Ferrite 변경에 따른 휘도 특성

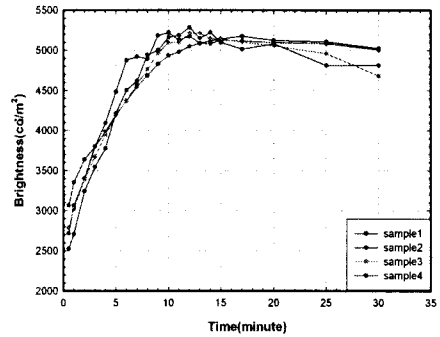


그림 4. Ferrite 변화에 따른 휘도 특성
Fig 4. The brightness characteristics as a change of ferrite

그림 4는 권선수 변화가 아닌 페라이트를 변화시켜 4가지의 시료를 가지고 휘도특성을 확인한 결과로서 μ 과 B_s 가 좋은 만큼 sample2가 대체적으로 좋은 특성을 나타내었다. 또한 초기에 휘도특성이 급격히 증가하고 시간이 지남에 따라 점차 안정화된 휘도 특성을 나타내었다.

3.3 Ferrite 온도 변경에 따른 휘도 특성

그림 5는 ferrite의 온도 변화에 따른 휘도 특성을 확인한 것으로 권선수와 페라이트 변경에 따른 휘도특성을 확인한 결과 초기 휘도가 급격히 증가함을 보여 내부 온도의 주된 변화요인인 페라이트 온도특성 변화에 따른 휘도 특성을 확인함으로써 초기 휘도 증가 원인을 확인하였다.

그 결과 무전극 램프의 안테나 페라이트 온도를 100℃에서 130℃까지 증가함에 따라 4241cd/m²에서 4726cd/m²까지 무전극 램프의 휘도특성이 급격히 증가함을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력 연구센터 육성, 지원사업(I-2004-0-074-0-00)에 의하여 작성되었습니다.

참고 문헌

- [1] 박성목, 함훈, 이종찬, 박대희, "고효율 무전극 형광등 광원 기술 개발", 한국 조명·전기설비학회 학술대회 논문집 제17권 제1호, pp. 9, 2003
- [2] I. M. El-Fayoumi and I. R. Jones, "The electro magnetic basis of the transformer model for an inductively coupled RF plasma source", Plasma Sources Science Technology, Vol. 7, pp.179-185, 1998
- [3] D. O. Wharmby, "Electrodeless lamps for lighting : a review", IEE Proceedings 140A, pp.465,1993
- [4] Oleg A Popov, Robert Chandler, "Characteristics of Ferrite-free electrodeless fluorescent lamp operated at frequencies of 1-15MHz", Plasma Source Science Technology, Vol. 9, pp.227-237,2000
- [5] R. B. Piejak, V. A. Godyak, B. M. Alexandrovich, "A simple analysis of an inductive RF discharge" Plasma Source Science Technology, Vol.1, pp.179-186.1992

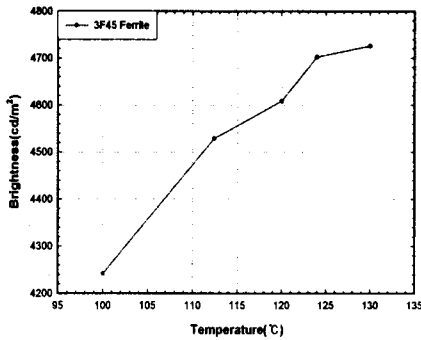


그림 5. Ferrite의 온도변화에 따른 휘도 특성
Fig 5. The brightness characteristics as a temperature change of ferrite

3.4 Antena 온도변경에 따른 휘도 특성

그림 6의 경우도 그림 5와 마찬가지로 무전극 램프의 안테나의 온도 특성이 휘도변화에 큰 영향을 주는지 확인하기 위하여 안테나 온도 변화에 따른 휘도 특성을 확인하였다.

그 결과 안테나의 온도 변화가 26℃ ~ 40℃까지 증가함에 따라 4241cd/m²에서 4726cd/m²까지 무전극 램프의 휘도특성이 크게 증가함을 알 수 있었다.

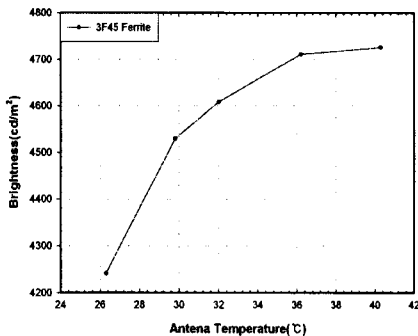


그림 6. 안테나 온도변화에 따른 휘도 특성
Fig 6. The brightness characteristics as a temperature change of ferrite

4. 결 론

본 논문은 무전극 형광램프의 안테나의 페라이트 특성을 변화시킴에 따라 휘도특성을 측정한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 무전극 램프이 안테나 권선수를 증가시 킬수록 즉 자속밀도가 커질수록 휘도는 증가함을 알 수 있었다.
- 2) 무전극 램프이 안테나 페라이트의 투자율과 자속밀도 특성이 좋을수록 휘도가 증가함을 알 수 있었다.
- 3) 초기 램프의 휘도특성이 증가한 것은 안테나 내부의 페라이트 및 안테나의 온도변화로 자속밀도가 증가하여 휘도가 향상되었음을 알 수 있었다.
- 4) 무전극 램프의 설계에 있어서 안테나의 파라미터 설정 및 환경조성은 램프의 휘도 특성을 결정하는 중요한 요소임을 확인할 수 있었다.