

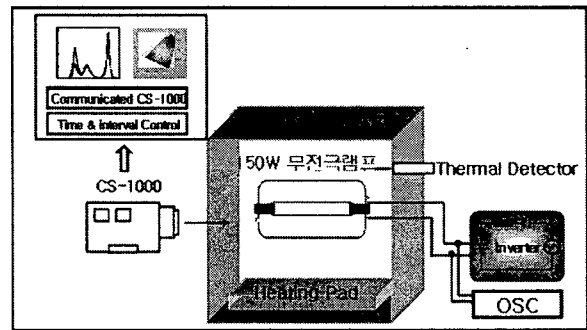
등근형 무전극 램프의 온도 의존성

김남군, 양종경, 이주호, 이종찬*, 박대희
원광대학교, 금호전기(주)

Temperature Dependence of Round type electrodeless lamp

Nam-Goon Kim, Jong-Kyung Yang, jong-chan, Lee Dae-Hee Park
Wonkwang University, Kumho Co., Ltd*

Abstract - In recent, there have been several developments in lamp technology that promise savings in electrical power consumption and improved quality of the lighting space. Above all, the advantage of ring-shaped electrodeless fluorescent lamp is the removal of internal electrodes and heating filaments that are a light-limiting factor of conventional fluorescent lamps. Therefore, the life time of ring-shaped electrodeless fluorescent lamps is substantially higher than that of conventional fluorescent lamps and last up to 60,000 hours and is intended as a high efficacy replacement for the incandescent reflector lamp in many applications. In this paper, when applying the electrodeless lamp in luminaire, We analyzed change of optical and electrical characteristics



〈그림 1〉 등근형 무전극램프의 측정 장비 및 시스템

1. 서 론

환형 무전극 램프의 장점은 광원 램프 자체의 수명이 길고, 동작 기간 동안 광속유지율 (lumen maintenance)이 거의 일정하고, 광변환 효율의 변화가 적으며, 무수은 및 폐기물의 최소화로 높은 환경 친화성 등 많은 장점을 갖고 있다. 그러나 전자파 발전기 자체의 효율, 전자파의 방전 플라즈마 결합 효율, 발광 가스의 부적합성, 그리고, 재래식 전극 광원이 단기적이지만 경제성이 더 우수하다는 이유 때문에 전자파 방전을 이용한 광원의 실용화가 용이하게 구현되지 못하고 있는 실정이다 [1].

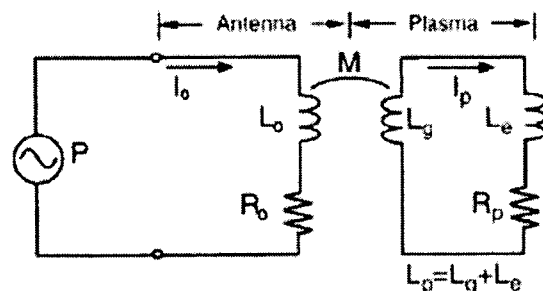
일반적인 무전극 램프의 봉입 가스의 방전은 2가지 형태를 이루고 있는데, 첫 번째 형태는 Babat이라 하는 E방전으로 전계 결합형이라고 부른다. 방전관의 외벽에 전극을 박막으로 설치하고, 교류를 인가하면 관 내부에서 방전이 이루어진다. 이것은 외면의 전극과의 사이에 전기용량을 통하여 전류가 흐른다고 생각할 수 있다. 이 방식은 외부 전극형이라고 한다. 두 번째 형태는 H방전이다. 전형적으로 구형 방전관의 외주에 권선을 감고, 교류를 통과시키면 전자유도에 의한 자계가 발생하고, 관 내부에 방전이 형성된다. 관 내부의 방전형식은 환형으로 되며, 외부의 권선과는 전자결합에 의한 전력이 공급되어 진다. 외부의 권선을 1차 권선으로, 관 내부의 환형 방전을 2차 권선으로 가정할 수 있는 변압기모형을 도입하여 설명할 수 있다 [2-3]. 본 논문 등근형 무전극램프의 등기구 적용 시 내부온도에 따른 광학적, 전기적특성의 변화를 알아보고 특성을 분석하였다.

2. 본 론

2.1 시료 및 실험방법

현재 등근형 무전극 램프 시스템은 크게 등근형 무전극램프, 안정기, 등기구 3가지로 구성된다. 본 실험에서 등근형 무전극 형광램프 시스템의 특성 변화를 측정하기 위하여 (주)E-Tech ULTRA 150W램프와S사 250kHz의 인버터를 사용하였으며, 이것을 기준으로 그림 1과 같이 온도변화에 따른 전기적 광학적 특성 평가하기 위하여 실험 장치를 구성하였다. 본 실험은 실제 무전극 램프의 등기구에 적용 시 주변기후에 따라 등기구 내부의 온도의 변화로 인한 전기적, 광학적 특성변화를 평가하였다. 실험은 초기 실온(25℃)에서 측정 후 30℃~80℃ 까지 10℃씩 증가 시킨 후 각 온도별로 램프의 2시간의 안정화 시간을 가진 후에 Tektronix 사의 oscilloscope를 사용하여 전압, 전류 및 유효전력, 무효전력, 위상차 등의 전력분석을 통하여 전기적 특성을 파악하였고, CS-1000 장비를 이용하여 휘도, 색 좌표, 스펙트럼 특성을 확인하였다.

환형 무전극 램프의 점등회로는 유도결합형 플라즈마의 원리에 의해, 그림 2와 같이 안테나 역할을 하는 페라이트 코일의 인덕턴스와 플라즈마가 결합하는 변압기 원리를 적용하여 설명 할 수 있다 [4].



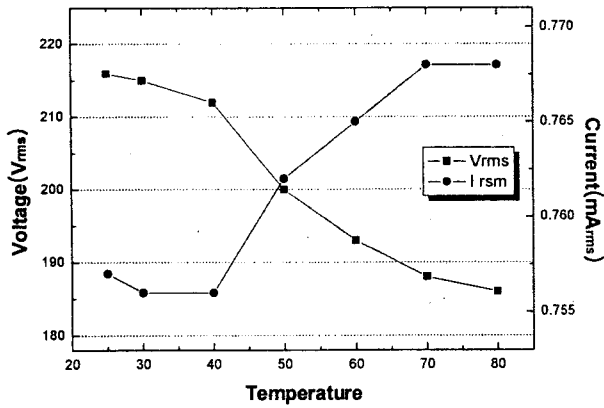
〈그림 2〉. 환형 무전극 형광램프의 등가회로

온도가 변화 함에 따라 안테나와 플라즈마로 구성되는 무전극 형광램프의 부하 특성이 변화한다. 특히 안테나 부분의 L_0 와 R_0 성분을 포함한 임피던스 특성의 변화에 의하여 부하의 특성변화가 좌우됨을 알 수 있다. 그래서 본 실험에서는 온도에 따른 전기적, 광학적 변화 특성을 알아보았다.

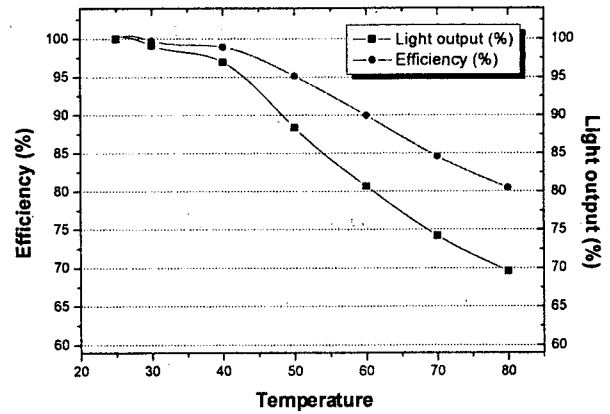
2.2 실험결과 및 고찰

2.2.1 전기전 특성

온도에 따른 전기적 특성을 알아보기 위하여 무전극 램프의 전압, 전류 및 전력분석을 통한 유효전력, 무효전력, 위상차를 측정하였다. 그림 3은 온도에 따른 무전극 램프의 전압, 전류를 나타낸 것이다. 초기 25℃부터 40℃까지는 거의 변화가 없었고 40℃ 이후부터 급격히 전압, 전류가 변화함을 알 수 있다. 전체적으로 온도가 상승함에 따라 전압은 감소하고 전류는 증가 하는 부저항 특성을 보인다.

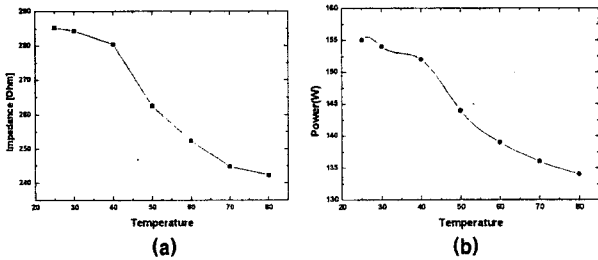


〈그림 3〉 온도에 따른 무전극 램프의 V-I 특성



〈그림 6〉 Light output 및 효율 특성

그림 4는 온도에 따른 무전극 램프의 임피던스 특성의 변화 및 인가 전력을 나타낸 것이다. 초기 25°C부터 80°C까지 무전극램프의 임피던스가 낮아짐에 따라 인가되는 전력도 낮아지는 것을 볼 수 있다. 무전극램프가 온도가 상승에 따라 임피던스가 감소하는 이유는 페라이트 코어의 온도에 따른 코어의 로스 증가 및 자속밀도 감소에 따른 인덕턴스 값의 변화에 의한 영향이 가장 클 것으로 사료된다.

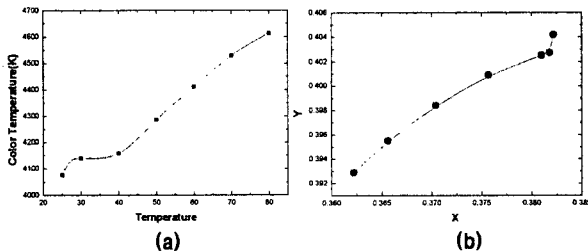


〈그림 4〉 온도에 따른 무전극 램프의 V-I 특성

2.2.2 광학적 특성

그림 5는 온도에 따른 색온도 및 C.I.E의 색좌표를 나타낸 것이다. 그림 5(a)에서 보는바와 같이 초기 실온(25°C)에서 색온도는 4060K이었으나 온도가 증가함에 따라 색온도도 증가하고 80°C일 때 4620K까지 상승한다.

그림 5(b)에서 C.I.E 색좌표는 온도가 증가함에 따라 외쪽으로 쉼프트 하는 것을 알 수 있다. 이러한 광학적인 특성의 변화는 온도가 증가함에 따라 형광체의 열화 및 인가전력의 변화로 인하여 나타나는 것을 알 수 있었다.



〈그림 5〉 색온도 및 C.I.E 색좌표 변화특성

그림 6은 온도에 따른 휘도특성 및 이에 따른 최종적인 효율특성을 나타낸 것이다. 램프의 임피던스 특성변화에 따른 인가전력의 감소와 열화에 의한 광학적 특성의 저하로 인하여 휘도는 80°C일 때 초기 실온(25°C)일 때의 70%로 감소함을 알 수 있었고, 효율 또한 초기의 80%수준으로 감소하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 등근형 무전극 램프의 동작온도에 따른 특성을 알아보기 위해 초기 실온(25°C)에서 측정 후 30°C~80°C 까지 10°C씩 증가 시킨 후 각 온도별로 램프의 2시간의 안정화 시간을 가진 후에 전기적, 광학적 특성을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 온도가 상승함에 따라 전압은 216[V]에서 186[V] 까지 감소하고 전류는 0.757[mA]에서 0.768[mA]까지 증가 하고 부저항 특성을 보인다. 이에 따르는 인가전력 또한 155[W]에서 133[W]까지 감소한다. 즉, 램프의 임피던스 특성이 온도가 증가함에 따라 감소하고 이에 따라 전기적 특성이 다음과 같이 변화하는 것을 알 수 있었다.

2) 온도가 상승함에 따라 실온(25°C)에서 색온도는 4060K이었으나 온도가 증가함에 따라 색온도도 증가하고 80°C일 때 4620K까지 상승하고 C.I.E 색좌표도 시프트 한다.

주변온도가 상승함에 따라서 무전극램프의 전기적, 광학적 특성의 변화는 최종적으로 초기 실온(25°C)일때의 70%로 감소함을 알 수 있었고, 효율 또한 초기의 80%수준으로 감소하였다. 이러한 실험결과를 바탕으로 실제 등기구에 무전극 램프를 적용 시에 등기구 내부의 온도에 따라 특성이 변화하는 것을 고려하여 적용을 해야 한다는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력연구센터 육성·지원사업(I-2004-0-074-0-00)과 에너지 관리 공단에서 시행한 "등근형 무전극 형광 램프의 구조 설계기술" 및 Post BK2사업단의 지원을 받아 이루어진 논문입니다

[참고 문헌]

- [1] B.P. Turner, M.G. Ury and D.A. McLennan, "Microwave excited sulfurlamp", page QA2. 47th Annual Gaseous Electronics Conference(Gaithersburg, MD, USA), 1994
- [2] 황명근, 이종찬, 박대희, "무전극 램프의 기술동향과 전망", 한국조명·전기설비학회 학술대회 논문집, p.23, 2001
- [3] IM EL-Fayoumi, IR Jones, "The electromagnetic basis of the transformer model for an inductively coupled RF Plasma source", Plasma Sources Sci. Technol., Vol.7, p.179, 1998
- [4] R. B. Piejak, V. A. Godyak, B. M. Alexandrovich, "A simple analysis of an inductive RF discharge", Plasma Sources Science Technology, Vol. 1, p.179-186, 1992.