가속열화에 따른 세라믹 메탈할라이드 램프의 전기적, 구조적 특성 변화 분석

김우영, 장혁진, 양종경, 박대희
원광대학교

Abstract : 최근 세라믹 메탈할라이드 램프의 사용이 증가함에 따라 고효율, 장수명에 대한 기대치가 높아지고 있으며 이런 추세에 의해 신뢰성에 대한 평가가 중요시 되고 있다. 본 논문에서는 이러한 세라믹 메탈할라이드 램프의 수명 특성을 알아보기 위하여 "신뢰성기준 RS C 0085"를 바탕으로 램프를 20분 점등 후 20분 소등을 한 주기로 하여 2000시간을 반복한 후 전기적 특성 및 구조적 변화를 확인하였다. 그 결과 내부 열화로 인해 전체 저항은 증가하였으며 X선 투시검사 장치를 통해 내부 열화가 발생하여 전극이 틀어지는 특성을 확인하였다.

Key Words : High intensity discharge, Ceramic metal halide, Accelerated aging

1. 서 론

최근 가로등과 보안등에서 주목받고 있는 세라믹 메탈할라이드 램프는 기존에 쓰이던 나트륨램프에 비해 소비 전력이 낮지만 밝기는 비슷해 친환경적인 에너지절약 제품으로 평가받고 있다. 세라믹 아크튜브를 사용한 이 램프는 높은 관벽 온도에 견딜 수 있으며 이로 인하여 높은 증기압을 갖는 메탈할라이드 화합물을 사용할 수 있다[1][2]. 또 나트륨에 대한 낮은 화학반응성, 다양한 면적 컨트롤이 가능한 장점을 가지고 있어 연색성과 효율이 높고 나트륨 손실을 줄임으로서 수명기간동안 안정적인 색을 유지한다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 세라믹 메탈할라이드 램프의 수명 특성을 알아보기 위하여 램프를 가속열화 한 후 전기적 특성을 측정하여 실험 전 초기 특성과 비교 분석하였다.

2. 실 험

실험에 사용된 샘플은 P社의 실린더 형 아크튜브 형태의 150W급 세라믹 메탈할라이드 램프를 사용하였다.

램프 전원으로는 150W급 자기식 안정기를 사용하여 초기 전기적 특성을 측정하였으며 가속열화를 위해 "신뢰성기준 RS C 0085"를 바탕으로 On-Off Timer와 전자개폐기(Magnetic Switch)를 이용해 실험 장치를 구성하였다. 25℃의 환경에서 20분 점등 후 20분 소등을 한 주기로 2000시간의 On-Off를 반복하였으며 그에 따른 전기적 특성변화를 확인하였다. 또한 구조적 분석을 위해 미세초점 3차원 X선 투시검사 장치를 이용해 실험 전후 아크튜브 내부의 변화를 확인하였다.

3. 결과 및 검토

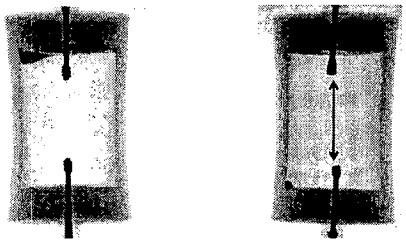
실험결과는 표 1에서 보는바와 같이 실험 전에 비해 전압은 크게 상승했지만 전류는 오히려 감소한 것을 알 수 있다.

표 1. 실험 전후 최종 특성

	실험 전	실험 후	변화율 (%)
전압 (V)	84.1	101	-
전류 (I)	1.65	1.55	-
저항 (Ω)	50.9	65.2	+28

이는 램프의 열화로 인해 램프 내 저항 값이 증가하여 아크튜브 내 방전을 유지하기 위해 더 많은 전압을 요구하게 되었기 때문이다.

그림 1은 실험 전후의 아크튜브 내부를 X선 투시검사 장치를 이용하여 촬영한 사진이다. 지속적인 방전으로 인한 전극과 PCA튜브 사이의 열적 스트레스로 인한 열화로 텅스텐 전극의 위치가 틀어지는 현상을 보였다.



(a) 실험 전 (b) 실험 후

그림 1. 실험전후의 아크튜브 내부 변화

4. 결 론

세라믹 메탈할라이드 램프의 열화에 따른 전압, 전류의 변화를 알아보기 위해 램프를 가속열화 하여 전기적 특성을 측정, 분석하였다. 전극을 포함한 램프의 열화와 아크튜브 내 봉입물 손실 등으로 인한 내부 증기압의 변화로 램프 내 저항이 증가하였고 이로 인해 전압특성이 크게 높아짐을 알 수 있었다. 또한 지속적인 방전으로 인한 전극과 PCA튜브 사이의 열적 스트레스로 인한 열화로 텅스텐 전극의 위치가 틀어지는 현상을 보였다.

감사의 글

본 연구는 에너지 관리 공단에서 시행한 에너지·자원기술 개발 사업인 "고효율 콤팩트 메탈헬라이드 Single-ended type 광원 시스템 개발"과 "고압방전 램프용 전자식 안정기 기초 설계 및 특성 분석"의 지원을 받아 이루어진 논문입니다.

참고 문헌

[1] G. G. Lister, J. E. Lawler "The physics of discharge lamps", Rev. Mod. Phys., Vol. 76, No. 2, April 2004

[2] The U.S. Department of Energy, "High Intensity Discharge Lighting Technology Workshop Report", Washington DC, November 15, 2005