

세라믹 메탈할라이드 램프의 아크튜브 열화특성 분석

The Degradation Analysis of Arc-tube in Ceramic Metal-Halide Lamp

김우영, 양종경, 박대희[†]
Woo-young Kim, Jong-kyung Yang, Dae-hee Park

원광대학교
Wonkwang University

Abstract : 최근 PCA 아크튜브를 사용한 세라믹 메탈할라이드 램프가 개발되어 기존의 석영관 메탈할라이드 램프의 사용 범위를 넘어 다양하게 활용되고 있다. 이에 따라 램프의 신뢰성 또한 중요한 요소로 여겨지게 됨으로 본 논문에서는 세라믹 메탈할라이드 램프의 아크튜브의 열화특성을 확인하기 위해 램프를 가속열화 시켜 구조적 변화를 확인하였다. 이 결과 모세관 내 Moly winding과 세라믹 아크튜브의 열팽창계수 차이로 인해 간격이 벌어지고 그 사이로 원소들이 침입하였고 이로 인해 아크튜브와 전극의 열화를 촉진하며 전극의 틀어짐을 유발하였다. 또 내부에 봉입된 희토류 금속 요소드화물이 고온에서 PCA 관벽과 반응을 일으켜 아크튜브를 부식시킴을 확인할 수 있었다.

Key Words : Ceramic Metal Halide Lamp, Arc Tube, PCA, Electrode

1. 서 론

최근에 순도 99% 이상의 Polycrystalline Alumina(PCA)를 아크튜브로 사용한 세라믹 메탈할라이드 램프가 개발되었다. 세라믹 아크튜브는 높은 온도에서 동작 할 수 있는 새로운 혼합물을 사용할 수 있고 램프 수명 동안 나트륨과의 반응에 내성이 있어 나트륨 손실을 줄일 수 있어 기존의 석영관 램프에 비해 높은 연색성과 색 안정성, 개선된 광속유지율과 장수명 특성을 보였다. 이러한 개선된 특성으로 인해 기존의 사용 범위를 넘어 거리의 가로등 및 보안등, 종합운동장, 공장, 체육관, 간판, TV, 무대조명, 프로젝터 그리고 자동차 헤드라이트 등의 분야에 까지 범위가 확대되고 있다[1]. 이렇게 사용범위가 확대됨에 따라 램프의 신뢰성 또한 중요한 요소로 여겨지게 됨으로 본 논문에서는 세라믹 메탈할라이드 램프의 신뢰성의 일부인 열화특성을 알아보기 위해 램프를 가속열화 시킨 후 아크튜브의 구조적 특성 변화를 분석하였다.

2. 결과 및 토의

PCA 아크튜브는 Cool-down시 가장 큰 Stress를 받는다. 가속열화로 인한 이 같은 Stress의 반복은 세라믹 아크튜브의 Cracking과 봉지부의 금속 할로겐화물의 간격에의 침입을 유발하게 되었다. 아크튜브의 모세관 내 Moly winding과 세라믹 아크튜브의 열팽창계수 차이로 인해 간격이 벌어지고 그 사이로 원소들이 침입하게 되었다. 이는 아크튜브와 전극의 열화를 촉진하며 전극의 틀어짐을 유발하는 결과를 가져왔다.

또한 희토류 금속 요소드화물(Rare earth iodides)은 고온에서 PCA 관벽과 $REI_3 + Al_2O_3 \leftrightarrow REAlO_3 + AlI_3$ 의 반응을 일으켜 아크튜브를 부식시키게 되었는데, 여기서 RE는 Dy, Ho, Tm 등의 희토류 금속을 나타낸다. 이러한 아크튜브의 열화는 leak에 도달하게 하는데 이는 내부 증기압 변화의 원인이 되었다. 또, 램프 내에 존재하는 냉점(Cold-spot)에 방전 시 증발하지 않은 salt가 쌓이게 되고 전극에도 증착되게 되는데 이 또한 방전관 내부 온도 변화 및 증기압 변화의 원인이 되었다. 이러한 아크튜브의 열화로 인한 봉입가스 손실과 이로 인한 내부 증기압과 동작온도의 상승은 램프의 동작전압을 상승시키는 결과로 작용하여 램프 수명 감소의 원인으로 작용했다.

감사의 글

본 연구는 전북지방중소기업청 “태양광 조명구동 시스템 개발”의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] Honda Jiro, “Technical Review on the Ceramic Metal Halide Lamps”, J. Illum. Engng. Inst. Jpn. Vol. 90 No. 1, pp. 10-12, 2006.

[†] 교신저자) 박대희, e-mail: parkdh@wku.ac.kr, Tel: 063-850-6349
주소: 익산시 신원동 원광대학교 정보통신공학과