

구동특성에 따른 세라믹 메탈 할라이드 램프의 전기적 특성 및 방전현상에 관한 연구

장혁진*, 김남곤**, 양종경*, 김우영*, 박형준*, 박대희*
원광대학교*, (주) 이텍**

Electrical Characteristics and Discharge Condition of Ceramic Metal Halide Lamp with Operating Property

Hyeok-jin Jang*, Nam-Gon Kim**, Jong-Kyung Yang*, Woo-Young Kim*, Hyung-Jun Park and Dae-Hee Park*
Wonkwang University*, E-tech CO. LTP**

Abstract : The use of arc tubes made of ceramic material further enhanced some of the metal halide lamp's properties. These properties translate into higher efficacy with better color rendering, stable color through lamp long life. Recently, due to an increase in the application of the ceramic metal-halide lamp, the study for the property etc. according to Ballast's driving scheme and the study for arc tube material, optimization of gas and so on are being proceeded to improve the property of the lamp. Especially, to control ceramic metal-halide lamp, the vigorous study and practical use with respect to Electronic Ballast, which has been improved in the disadvantages of the conventional Magnetic Ballast are made. In this paper, Electrical characteristics and gas insulation destroy time are analyzed by comparing magnetic ballast with electronic ballast.

Key Words : Ceramic Metal Halide Lamp, Magnetic Ballast, Electronic Ballast, Discharge, gas insulation destroy

1. 서 론

최근 특수조명으로써 세라믹 메탈할라이드 램프의 적용이 증가함에 따라 수명과 효율개선을 위하여 램프의 방전관재료, 가스 및 메탈할라이드의 최적화 등의 연구와 더불어 안정기의 구동주파수에 따른 특성 등 다양한 요소에서 연구가 진행되고 있다[1-3]. 특히 램프의 제어를 위하여 종래의 상용주파수를 가지는 자기식 안정기(Magnetic Ballast)의 단점을 개선한 수~수십[kHz]의 구동주파수를 지닌 전자식 안정기(Electronic Ballast)에 대한 활발한 연구와 실용화가 이루어지고 있다. 기존의 자기식 안정기는 대부분 전류를 제한해 주는 직렬 인덕터와 무효전력을 보상해주는 커패시터를 사용한 수동소자와 별도의 이그나이터로 구성되어 있고, 저주파에서 구동하므로 발광효율이 낮고, 부피와 중량이 큰 단점이 있다. 반면 전자식 안정기는 자기식 안정기에 비해 짧은 글로우 구간으로 인해 램프의 수명이 연장되고, 제품의 소형, 경량화와 플리커 및 험 잡음이 제거되었으며, 효율 및 역률 개선을 통한 에너지 절감효과를 가지고 있다. 하지만 현재 고주파 제어에 의한 음향공명 현상이 중요한 개선 사항으로 요구되어지고 있다[4-5].

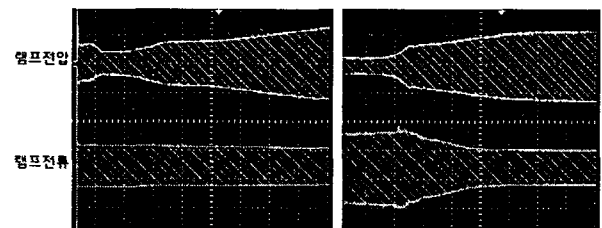
본 논문은 세라믹 방전관 개발에 따른 세라믹 메탈할라이드 램프의 시스템 특성 개선을 위하여 전자식 안정기 구동 시 음향공명 대역에 따른 전기적 특성과 방전 현상을 기존의 자기식 안정기와 비교분석하였다.

2. 실험

2.1 실험방법

본 실험에서는 세라믹 메탈할라이드 램프의 구동주파수 변화에 따른 이러한 초기 특성을 알아보기 위하여 60[Hz]의 자기식 안정기와 21[kHz]의 전자식 안정기 각각 사용하여 램프를 구동 시켰다. 이때의 전기적, 방전 현상을 알아보기 위하여 다음 그림 1과 같이 실험 장치를 구성하였다. 전기적 특성은 Tektronix사의 오실로스코프를 사용하여 시간에 따른 전압, 전류파형 및 전력분석을 통하여 측정하였고, 방전현상은 Phantom 초고속 카메라를 이용하여 방전관내의 방전현상을 전자식 및 자기식 안정기로 각각 구동하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰



(a) 전자식 안정기 (b) 자기식 안정기
그림 1 안정기 구동특성에 따른 램프전압/전류

자기식 안정기를 사용하여 구동하였을 경우 초기 이그

니션 전압 352 [V], 전류는 5.2 [A] 값을 나타내었고, 전자식 안정기를 사용하여 구동하였을 경우 초기 이그니션 전압은 688 [V], 전류는 6.1 [A] 값을 나타내었다. 이런 초기 이그니션 전압 전류의 차이로 인해 세라믹 방전관내의 기체에 대한 절연파괴 시간이 달라지게 된다. 곧 충분한 이그니션 전압, 전류가 공급되지 않는다면 방전관내의 전자가 기체 분자와 충돌하는 기회가 적고, 전자사태가 성장하기 어렵게 되어 글로우 방전상태의 지속시간이 길어지게 된다. 이에 따라, 자기식 안정기를 구동하였을 경우 아크 방전으로 넘어가기 위해 300초 시간이 필요하고 그 이후 안정화 상태에 이르렀다. 전자식 안정기를 사용하여 구동시켰을 경우 방전관내의 기체에 대한 충분한 절연파괴전압과 전류가 공급되어 자기식 안정기에 비해 약 200 초 후 아크 방전상태에 이르게 되고, 그 이후 안정화 상태에 이르렀다.

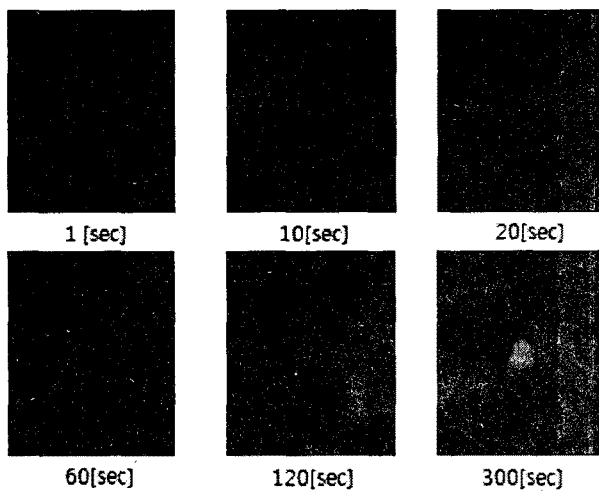


그림 2(a) 자기식 안정기에 의한 방전현상

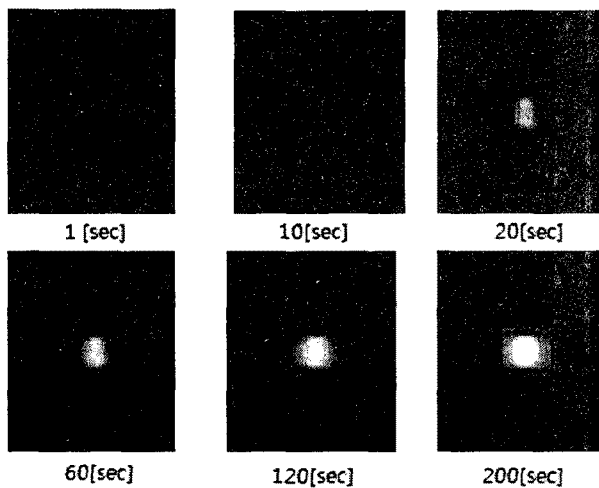


그림 2(b) 전자식 안정기에 의한 방전현상

그림 2은 자기식 안정기와 전자식 안정기로 세라믹 메탈 할라이드 램프를 구동시켰을 경우 방전관내의 방전현상을 220초 동안 측정된 것이다. 자기식 안정기의 경우

60 [Hz]의 사용주파수와 초기 이그니션 전압, 전류가 방전관내의 기체를 절연파괴하기에 충분하지 않기 때문에 글로우 방전 영역으로 넘어가는 시간과 글로우 방전상태의 지속시간이 길고 플라즈마 밴드 부피자체가 축소되어 안정화 상태에 이르는 시간이 지속된다는 것을 알 수 있다. 하지만 21 [kHz]의 전자식 안정기로 구동하였을 경우 글로우 방전영역으로 넘어가는 시간과 글로우 영역에서 아크영역으로 넘어가는 시간이 자기식 안정기에 비해 짧고, 플라즈마 밴드 부피가 자기식 안정기에 비해 크기에 안정화 상태에 이르는 시간이 빨라진다는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

본 논문은 세라믹 방전관 개발에 따른 세라믹 메탈 할라이드 램프의 전자식 안정기 구동 시 나타나는 전기적 특성과 방전상태를 기존의 자기식 안정기와 비교분석하였다. 초기 방전현상을 전압, 전류의 파형의 변화와 비교 분석한 결과 전자식 안정기의 경우 글로우에서 아크 방전 영역으로 변화하는 초기특성의 시간을 줄임으로서 전극의 손상을 줄이고, 전기적인 특성과 방전 안정화 상태에 빠른 시간 내에 도달하게 된다. 이러한 초기 안정화 시간을 줄임으로서 지속적인 점등 시 램프의 수명특성을 개선할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 논문은 에너지 관리 공단에서 시행한 에너지-자원기술개발 사업인 “고효율 콤팩트 메탈 할라이드 Single-ended type 광원 시스템 개발”과 “고압방전 램프용 전자식 안정기 기초 설계 및 특성 분석”의 지원을 받아 이루어진 논문입니다.

참고 문헌

- [1] J.J. de Groot and J.A.J.M. van Vliet, “The high - pressure sodium discharge lamp”, Philips Technical Library, 1986.
- [2] Mucklejohn. S.A, Preston. B, “Low Wattage metal halide lamps with ceramic arctubes 1980 to 2000” Electrical Discharges for Lighting, IEEE Seminar, 1999.
- [3] U.S. Department of Energy, “High Intensity Discharge Lighting Technology”, High Intensity Discharge Lighting Technology Workshop Report, 2005.
- [4] Redl. R, Paul. J.D, “A new high-frequency and high-efficiency electronic ballast for HID lamps: topology, analysis, design, and experimental results” Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC 99, Vol.1, pp.486-492, 1999.
- [5] Wei Yan and S.Y.R Hui, “ Ageing Effects on the Stability Performance of Small Wattage Metal-Halide(MH) Lamps”, Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC '04, Nineteenth Annual IEEE, 2004.