

세라믹 메탈할라이드 램프의 컨덕턴스 특성 분석

박종연*, 신동석*
강원대학교*, 강원대학교**

An analysis of Conductance for Ceramic Metal-Halide Lamps

Chong-Yeon Park*, Dong-Seok Shin*

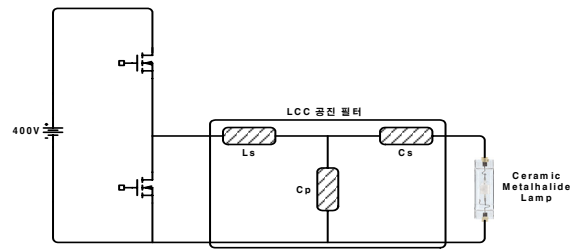
Dept. electrical and electronic engineering, Kangwon National University

Abstract - 최근 메탈할라이드 램프의 아크튜브에 석영관을 대신하여 세라믹(Ceramic)을 이용한 세라믹 메탈할라이드 램프가 개발되어 상용화되고 있다. 이 세라믹 메탈할라이드 램프는 탁월한 내열성 및 내식성으로 메탈할라이드 램프로 하여금 우수한 색온도 및 연색성 유지특성을 갖는다. 본 논문에서는 PHILIPS, OSRAM, GE 3사의 150W 세라믹 메탈할라이드 램프의 구동 주파수 따른 컨덕턴스 성분을 분석하였다. 또한 저주파 구동일 때와 고주파 구동일 때, 컨덕턴스 변화특성을 비교하였다.

후, Half Bridge LCC 공진 인버터로 400V DC 전원을 AC 고주파 전원으로 변환하여 램프에 인가하였다.

1. 서 론

세라믹 메탈할라이드 램프는 메탈할라이드 램프의 아크튜브에 석영관을 대신하여 세라믹(Ceramic)을 사용한 램프이다. 세라믹 메탈 램프는 탁월한 내열성 및 내식성으로 메탈할라이드 램프로 하여금 우수한 색온도 및 연색성 유지특성을 가진다. 기존의 석영관을 사용한 메탈할라이드 램프에 보다 수명 내내 거의 동일한 연색성, 색온도, 광 효율을 유지하는 특성을 갖기 때문에 세라믹 메탈 램프는 메탈할라이드 램프를 대체할 광원으로 부각되고 있다.[1]



〈그림 2〉 고주파수 구동 시 측정회로

이 구조로 램프 구동 주파수를 20kHz, 56kHz, 80kHz, 100kHz로 하여 150W의 정격전력을 공급하기 위해서는 서로 다른 LCC 공진 필터가 필요하다. 실험에 사용한 LCC 공진 필터의 값은 표 1과 같다.

〈표 1〉 Ls, Cp, Cs

구동주파수	Ls	Cp	Cs
22 [kHz]	1.17 [mH]	0.6 [nF]	94 [nF]
56 [kHz]	781 [uH]	1.0 [nF]	15 [nF]
80 [kHz]	355 [uH]	2.2 [nF]	22 [nF]
96 [kHz]	525 [uH]	1.5 [nF]	5.5 [nF]

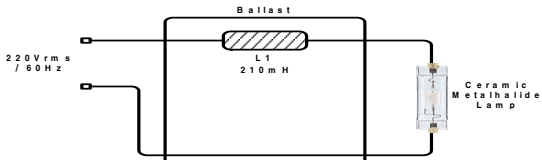
2. 본 론

본 논문에서는 PHILIPS CDM-TD 150W, OSRAM HCI-TS 150W, GE CMH-TD 150W의 세라믹 메탈 할라이드 램프를 60Hz ~ 100kHz에서 컨덕턴스 특성을 측정하여 주파수에 따른 컨덕턴스 크기 변화를 분석하였으며, 60Hz와 20kHz에서의 램프의 관 전압, 관 전류, 컨덕턴스를 측정하여 비교하였다.

2.2 세라믹 메탈할라이드 램프의 측정

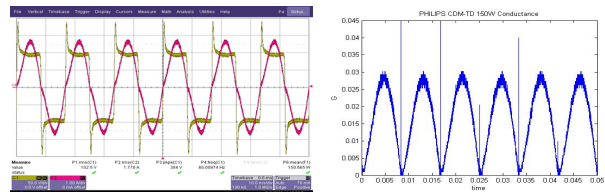
2.1 세라믹 메탈할라이드 램프의 특성 실험

세라믹 메탈할라이드 램프의 특성을 알아보기 위해서 그림 1과 같은 실험 세트를 제작하였다. 일반적으로 안정기는 방전 램프의 전류를 제한하기 위한 장치로서 램프에 직렬 인덕터를 연결하여 구성한다.

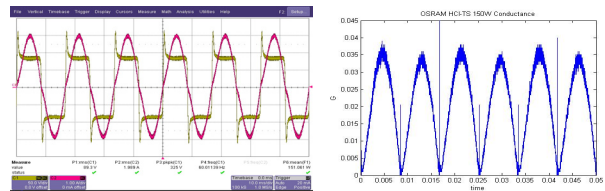


〈그림 1〉 저주파수 구동 시 측정회로

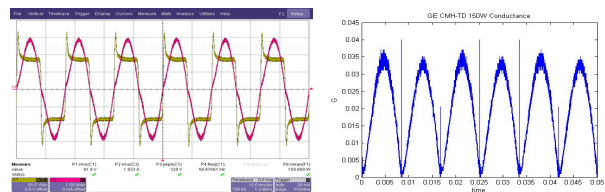
그림 1은 램프의 낮은 주파수 특성을 알아보기 위한 측정회로이다. 상용전원(220Vrms/60Hz)에 램프와 인덕터를 직렬 연결하여 램프를 구동시킨다. 그림 2는 램프의 높은 주파수 특성을 알아보기 위한 측정회로이다. 이 측정회로는 부스트 컨버터 및 Half Bridge LCC 공진 인버터로 구성되어 있다. 먼저, 상용전원을 부스트컨버터로 400V DC 전압을 만든



(a) PHILIPS CDM-TD 150W



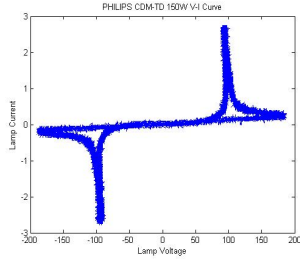
(b) OSRAM HCI-TS 150W



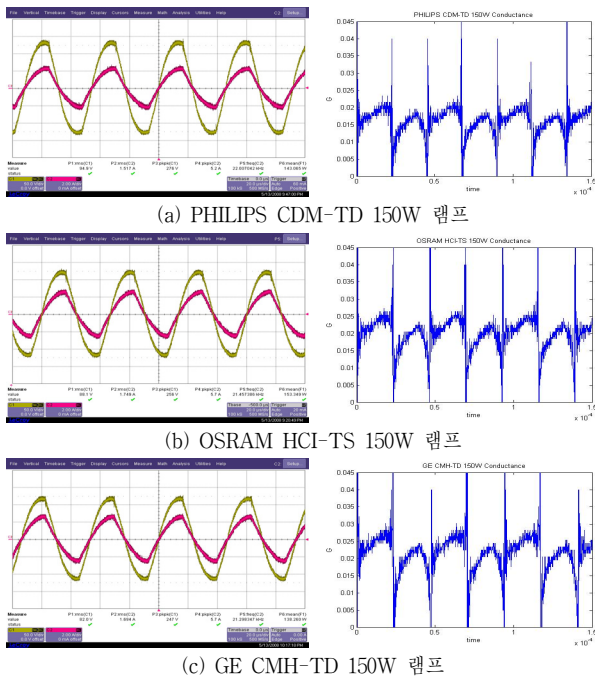
(c) GE CMH-TD 150W

〈그림 3〉 60Hz 구동 시 관전압/전류 파형 (좌)전압/전류 (우)컨덕턴스

그림 3은 저주파(60Hz)로 램프를 구동하였을 시 램프의 전압과 전류를 측정한 파형이다. 램프의 전류는 정현파로 공급되지만 전압은 그림 3.(좌)에서 보이는 것과 같이 구형파에 가까운 전압이 걸리는 것을 확인할 수 있다. 이 전압 파형에서 피크 전압은 램프를 재 점등 시 필요한 최소한의 전압이다. 즉, 이 피크 전압보다 큰 전압을 램프 양단에 인가해야 램프가 점등된다. 이런 램프 전압이 발생하는 이유는 그림3.(우)와 같이 램프의 컨덕턴스가 시간에 따라서 크게 변하기 때문이다. 그림 4는 저주파 구동 시 램프의 V-I 곡선이다. 이 그래프를 통해서 램프가 비선형적인 특성을 갖게 됨을 알 수 있다.

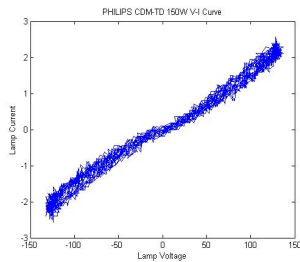


〈그림 4〉 60Hz 구동 시 CDM-TD 150W 램프의 V-I 곡선

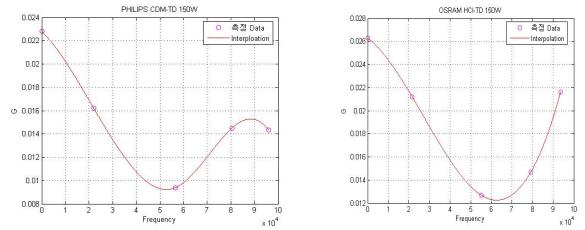


〈그림 5〉 20kHz구동 시 관전압/전류 파형 (좌)전압/전류 (우)컨덕턴스

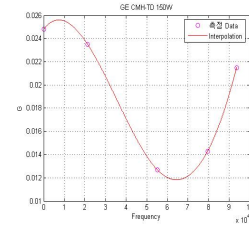
그림 5.(좌)는 고주파(20kHz)로 램프를 구동 시 램프의 전압과 전류를 측정한 파형이다. 램프의 전압과 전류의 파형은 정현파가 되는 것을 확인할 수 있다. 또한 램프의 컨덕턴스는 크기의 변화가 거의 없고 일정함을 그림 5.(우) 파형을 통해서 알 수 있다. 고주파 구동 시에는 세라믹 메탈라이드 램프를 구동 주파수에 해당하는 일정한 임피던스로 등가할 수 있다. 그림 6은 고주파 구동 시 램프의 V-I 곡선이다. 램프의 특성이 저항성임을 추측할 수 있다.



〈그림 6〉 20kHz 구동 시 램프의 V-I 곡선



(a) PHILIPS CDM-TD 150W (b) OSRAM HCI-TS 150W



(c) GE CMH-TD 150W

〈그림 7〉 주파수에 따른 컨덕턴스의 변화

그림 7은 3사의 세라믹 메탈라이드 램프의 컨덕턴스의 크기를 주파수에 따라서 측정된 결과이다. 모든 램프가 주파수에 따라서 컨덕턴스의 크기가 변화함을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 세라믹 메탈라이드 램프용 안정기의 LCC 공진 필터를 설계할 때, 고정된 등가 임피던스로 설계 하는 것은 설계 오차를 발생할 수 있음을 의미한다. 따라서, 안정기 LCC 공진 필터를 설계 할 때, 구동 주파수에 따른 컨덕턴스를 계산하여 LCC 공진 필터를 설계해야 할 것이다.

3. 결 론

본 논문에서는 PHILIPS, OSRAM, GE 3사에서 개발한 150W 세라믹 메탈라이드 램프의 컨덕턴스 특성을 구동 주파수에 따라서 비교, 분석하였다. 측정결과 세라믹 메탈라이드 램프는 저주파로 구동할 때는 비선형적인 특성을 갖고, 고주파로 구동할 때는 저항성 부하의 특성을 갖는다. 또한, 램프는 주파수에 따라서 일정한 임피던스를 갖지 않고, 컨덕턴스의 크기가 변화하는 특성을 갖는다. 따라서 향후 컨덕턴스 특성을 고려한 Half Bridge Inverter LCC 공진 필터의 설계에 이런 램프의 컨덕턴스 특성을 고려한다면, 기존의 고정된 램프의 등가 임피던스를 고려한 LCC 공진 필터 설계 방법보다 설계 오차를 줄일 수 있을 것이다. 또, 주파수에 따른 램프의 컨덕턴스 특성에 대한 Data는 [3]의 논문에서 제안한 램프의 모델링에 적용하여 컨덕턴스 모델링을 구현하여 제어회로의 설계에 도움을 줄 수 있을 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 신상욱, 이세현, 조미령, 황명근, 이도영, 양승용, 신현정, 김진모, "세라믹 메탈라이드 램프의 광학적 특성에 대한 분석", 한국조명.전기설비학회, 2006추계학술대회 논문집, pp. 3-7, 2006.11
- [2] J. Marcos Alonso, Cecilio Blance, Emilio Lopez, Antonio J Calleja, Manuel RICO, "Analysis Design and Optimization of the LCC resonant Inverter as a High-Intensity Discharge Lamp Ballast", IEEE Transac., on Power Electronics, Vol. 13, No. 3, May, 1998
- [3] 임병노, 장복순, 박종연 "HID 램프를 위한 전자식 안정기용 LCC 공진 인버터의 최적 설계", 대한전기학회, 56권, 3호, pp.531-537 2007.03
- [4] Christian Branas, Francisco J.Azcondo, Salvador Bracho, "Design of LCpCs Resonant Inverters as a Power Source for HID Lamp Ballast Applications" IEEE, IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL. 41, NO.6, NOVEMBER/DECEMBER, 2005
- [5] Cecilio Blanco, Juan C. Antón, Arturo Robles, Francisco J. Ferrero, Juan C. Campo, Manuela González, Georges Zissis. "A Discharge Lamp Model Based on Lamp Dynamic Conductance" IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 22, NO. 3, pp.727-734 MAY 2007