

# 150W 세라믹 메탈할라이드램프의 특성 데이터

(Characterization Data of 150W Ceramic Metal Halide Lamps)

노재엽\* · 서정진 · 이정근 · 최석준 · 이세현 · 신상욱 · 황명근  
 (J Y Rho\* · J J Seo · J G Lee · S J Choi · S H Lee · S W Shin · M K Hwang)

한국조명기술연구소  
 Korea Institute of Lighting Technology

## Abstract

고휘도 방전(High Intensity Discharge ; HID)램프는 고압기체 또는 증기 중의 방전에 의한 발광을 이용한 램프로서 고압수은램프, 메탈할라이드램프 및 고압나트륨램프를 총칭한다. 이들 HID램프는 작은 발광관에서 고출력의 광속을 발산시킬 수 있기 때문에 주로 많은 광속을 필요로 하는 장소에 폭넓게 사용되어지고 있다. 특히, 메탈할라이드램프의 경우 금속 고유의 여기파장을 이용하여 기존 수은방전에서 결핍된 스펙트럼을 보충할 수 있기 때문에 보다 높은 발광효율과 연색성을 향상시킬 수 있어 HID램프 중 가장 이상적인 광원으로 평가받고 있다. 근래에는 기존 발광관 재료로 사용해 오던 석영(Quartz)을 내열성 및 내식성 등이 우수한 alumina ceramic으로 교체한 세라믹 메탈할라이드(Ceramic Metal Halide ; CMH) 램프가 개발되어 램프의 소형화를 통해 옥내 상업용 조명시설에 급속히 보급이 이루어지고 있다.

본 논문에서는 이러한 CMH램프의 우수한 특성을 살펴보기 위하여 국의 선진제품에 대한 전기적, 광학적 특성을 살펴보았다.

## 1. 서론

1960년대 메탈할라이드램프가 처음 개발된 이래 메탈할라이드램프는 각각의 용도별 성능향상을 위하여 다양한 기술개발이 진행되어져 왔다. 메탈할라이드램프는 고압수은램프의 발광특성을 개선하기 위하여 발광관 내에 금속할로겐화합물을 첨가한 것으로 첨가된 화합물의 종류와 조성비에 따라 다양한 특성변화를 낼 수 있는 장점이 있다.

초기에는 주로 Na, Tl, In 등의 화합물이 이용되었으나 지속적인 연구개발의 결과로 새로운 메탈할라이드계열의 Sc, Dy, Sn 등의 다양한 조합에 의해 광 특성이 크게 개선되어지고 있다. 현재 개발되고 있는 메탈할라이드램프는 금속화합물의 조성에 따라 그 종류가 무수히 많으며 효율 및 연색성, 색온도 등 광학적 특성의 개선을 목적으로 특수하게 제조되어 도로 및 옥외조명, 상점의 accent 조명은 물론 자동차 전조등에 이르기까지 용도에 따라 다양하게 사용되어지고 있다.

표 1. 메탈할라이드 첨가물의 종류에 따른 특성 비교

Factor	Na Tl In	Na Sc Th	Dy Ho Tm Cs Tl	Dy Ho Tm Na Tl	Na Sn Tl In Li
Power[W]	250	175	250	150	150
CCT[K]	4,800	3,900	5,200	4,300	3,000
CRI	60	70	93	85	76
Efficacy [lm/W]	75	90	72	75	67

근래에는 기존 메탈할라이드램프의 발광관 재질로 사용되어 오던 석영(Quartz)을 내열성 및 내halide성이 높은 투광성의 세라믹 재질로 하여 고효율, 고연색성 및 장수명 등 우수한 특성을 갖도록 개선시킨 세라믹 메탈할라이드램프가 개발되어 급속하게 널리 보급되어지고 있다.

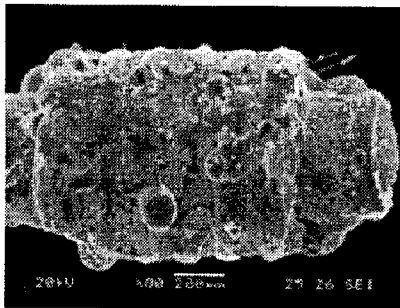
이는 기존 석영 발광관을 사용할 때 석영의 고유특성으로 인해 나타나는 메탈할라이드 화합물과의 재반응 현상과 지속적인 점등시 나트륨 화합물의 소진으로 인해 램프전압이 상승하고 불안정하게 램프가 동작하는 것을 개선한 것으로 세라믹

발광관을 사용할 경우 기존 석영 발광관보다 높은 온도와 압력에 견딜 수 있기 때문에 높은 증기압으로 램프를 동작시켜 수명 내내 거의 동일한 연색성, 색온도, 광효율 특성을 유지할 수 있다.

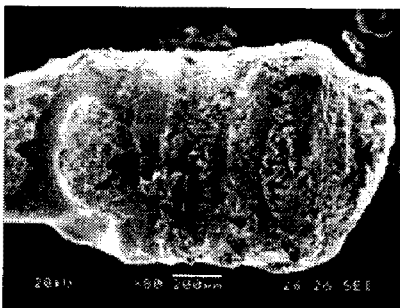
## 2. 본 론

본 논문에서는 현재 시중에서 판매되고 있는 국외 150W급 세라믹 메탈헬라이드램프를 각각 5개씩 시료로 하여 초특성부터 5,000시간까지 시간대별로 램프의 특성 변화를 살펴보고 발광관 내 전극의 노화가 램프의 특성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 주사전자현미경 SEM(Scanning Electron Microscope)과 EDS(Energy X-ray Spectroscope)를 이용하여 초기전극, 2,000시간 및 4,000시간 에이징 후의 전극형상을 비교 관찰해 보았다.

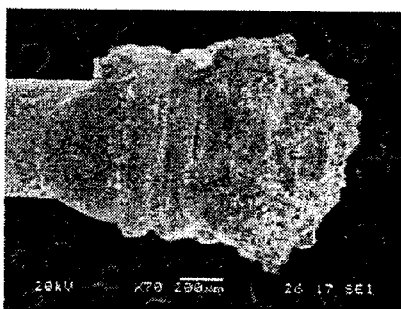
### 2.1 전극의 노화현상



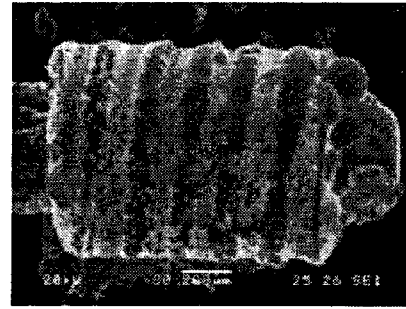
(a) 점등초기(P사)



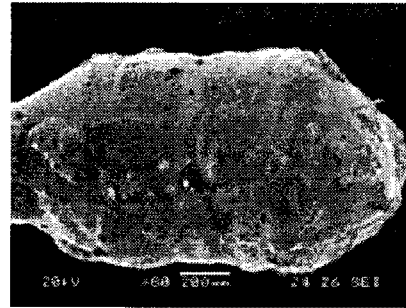
(b) 2,000시간 점등 후(P사)



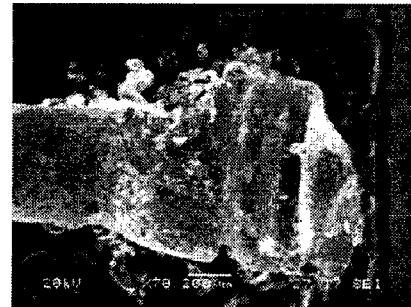
(c) 4,000시간 점등 후(P사)



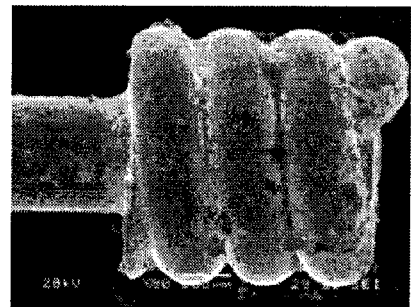
(d) 점등초기(O사)



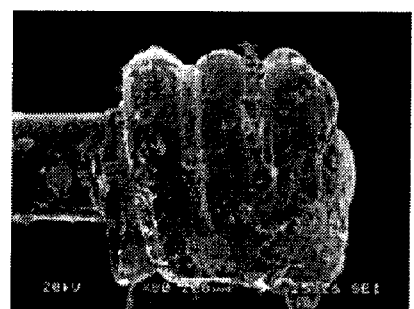
(e) 2,000시간 점등 후(O사)



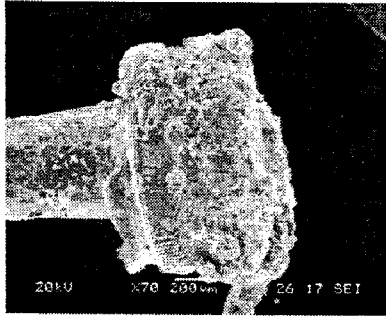
(f) 4,000시간 점등 후(O사)



(g) 점등초기(G사)



(h) 2,000시간 점등 후(G사)



(i) 4,000시간 점등 후(G사)

그림 1. 시료의 전극 노화 SEM 측정 이미지 (점등 초기, 2,000Hr, 4,000Hr)

그림 1은 각각 시료로 사용되어진 3개사의 전극을 시간대별로 주사전자현미경을 이용하여 80배율로 확대시켰을 때의 측정 이미지로 초기에는 전극 코일과 봉의 구분이 확실히 나타나고 있으나 2,000 시간에는 전극 말단부의 봉 부분이 방전으로 인하여 손모되어진 것을 볼 수 있었다. 특히 4,000시간 점등 후에 측정한 전극의 경우 전극의 초기상태와 비교할 때 램프 방전으로 인해 약 3분의 1 정도의 길이가 줄어든 것을 확인할 수 있었다.

## 2.2 세라믹 메탈헬라이드램프 특성

기존 메탈헬라이드램프에 사용하던 석영 발광관을 대신하여 고압나트륨램프에 사용되는 PCA재질의 세라믹 발광관을 사용한 세라믹 메탈헬라이드램프는 전자식 안정기와 결합하여 약 10~20%의 효율향상과 200K 이내의 색온도 유지특성, 80이상의 연색특성을 갖는 것으로 알려져 있다. 본 논문에서는 이러한 세라믹 메탈헬라이드램프의 특성을 실제로 비교하기 위하여 시중에 판매되고 있는 국외 3사 제품에 대한 램프특성을 측정해 보았다.

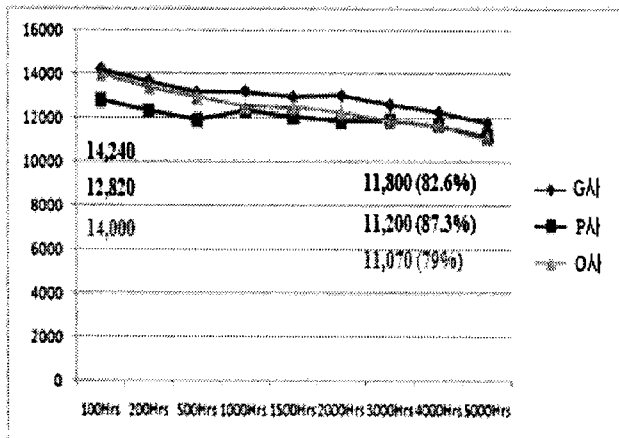


그림 2. 시간별 CMH램프의 광속 특성곡선

그림 2는 5,000시간까지 시간에 따른 CMH램프의 광속특성을 보여주고 있다. 초기 광속은 G사 제품이 14,240[lm]으로 가장 높은 것을 알 수 있으며 P사의 경우 초기 광속은 12,820[lm]으로 가장 낮았으나 5,000시간까지 약 87.3[%]의 광속을 유지하고 있음을 알 수 있다.

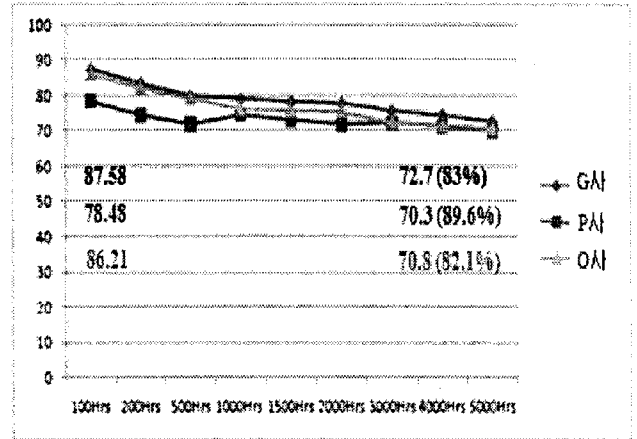


그림 3. 시간별 CMH램프의 효율 특성곡선

그림 3은 시간별 CMH램프의 효율변화곡선을 나타낸 것으로 시료별로 초기 78~87[lm/W]의 효율 분포를 나타냈으며 효율 역시 G사의 제품이 87.58[lm/W]로 가장 높은 것으로 나타났다.

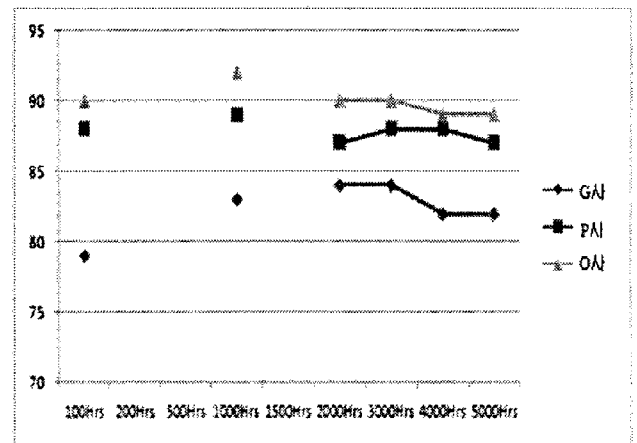


그림 4. 시간별 CMH램프의 연색성 특성곡선

그림 4는 시간에 따른 CMH 램프의 CRI 특성곡선을 나타낸 그림으로 점등초기에 비해 시간이 지남에 따라 점차 CRI값이 상승하다가 일정시간 이후에는 거의 일정한 값을 유지하는 것을 볼 수 있다. 특히, G사의 경우 광속 및 효율은 가장 우수한 특성을 보인 반면 CRI값은 반대로 가장 낮은 값으로 상반된 특성을 보이는 것을 확인할 수 있었다.

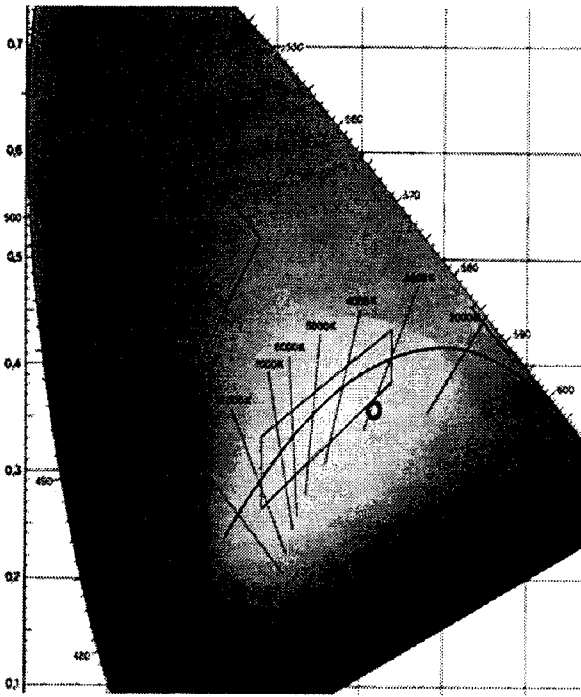


그림 5. CMH램프 CIE 색도 다이어그램

그림 5는 측정된 세라믹 메탈할라이드램프의 CIE 다이어그램을 나타낸 것으로  $x=0.440$ ,  $y=0.400$  으로 색온도는 약 3,000[K]를 보여주고 있다.

### 3. 결 언

본 논문은 현재 국내에서 판매되고 있는 국의 3개사의 세라믹 메탈할라이드램프 시료를 시간대별로 전기적, 광학적 특성을 측정하여 기존 석영관 메탈할라이드램프와의 특성을 비교 분석하기 위한 것이다. 이를 위해 초특성부터 5,000시간까지 150W 세라믹 메탈할라이드램프의 광속, 광효율, 연색성 등 전기적, 광학적 특성을 측정하고 발광관 내 전극의 손모가 램프의 광 특성에 어떠한 영향을 미치는 지 살펴보기 위하여 점등 시간별 전극의 형상을 관찰하였다.

실험 결과 세라믹 메탈할라이드램프의 초기광속은 석영관 메탈할라이드램프와 큰 차이가 없으므로 측정되었으나 점등 후 시간의 경과에 따라 광속유지 특성은 세라믹 메탈할라이드램프가 더 우수한 것으로 나타났다.

발광관 내 전극의 경우 점등 초기 전극코일과 봉의 구분이 확실히 나타나는 것을 확인할 수 있으나 4,000시간 점등 후에는 전극코일과 봉의 구분이 없는 것은 물론 전극의 길이가 약 3분의 1가량 줄어든 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과로서 전극코일과 봉의 재질 및 형상의 변화에 따른 램프특

성 관계를 분석 가능할 것으로 예상되어지며 향후 세라믹 메탈할라이드램프에 대한 다양한 특성 DB 구축을 통하여 국내 세라믹 메탈할라이드램프 개발에 필요한 기초 분석 자료로 활용하고자 한다.

본 연구는 에너지절약 중대형기술개발사업의 “고효율 세라믹 메탈할라이드램프 개발 사업”의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- [1] 지철근, “조명원론”, 문운당, 1998.
- [2] MHA van de Weijer, J. Fitzgerald, C.A.J. Jacobs, High pressure discharge lamps, USpatent4.475.061(1981)
- [3] S. Taniguchi, Y. Takeji, J. Honda, S. Mori, K. Nakano, "Development of GS-ceramic-metal-halide-lamps "ECO- CERA"", Japan storage battery Company, 2001.
- [4] Yoshiharu Nishiura, Nanu Brates, David Goodman, Jakob Maya, Nobuyoshi Takeuchi, Salt-Frit Reactions in Ceramic Metal Halide Lamps, Light Sources, Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia(2004)
- [5] Theo G.M.M. Kappen, Ceramic Metal Halide Lamps: a World of Lighting, Light Sources, Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia(2004)
- [6] Stefan Jungst, Dieter Lang, Miguel Galvez, Improved Arc Tubes Ceramic Metal Halide Lamps, Light Sources, Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia (2004)