

H-방전을 이용한 무전극 방전 램프의 특성

김태현* 박동화
인천대학교

Properties of the Electrodeless Discharge Lamp Using H-Discharge

Tae-hyoun Kim.* Tong-wha Park.
University of Incheon

Abstract - In this study, several experiment is executed to analyze properties of Electrodeless Discharge Lamp using H-Discharge.

1. The operating frequency of this lamp is 2.45~2.65(MHz)
2. The color of light is mild-white. And, it is shifted in the direction of red in low temperature.
3. In ambient temperature under 10°C, luminous efficiency is decreased precipitously. Therefore, research for improvement discharge-characteristic in low temperature need.
4. Discharge-characteristic stable between 160~240(V). And, luminous output is inverse proportion to coil-voltage.
5. When input-voltage is decreased continuously, unstable section exist.

1. 서 론

최근에 효율이 높고 사용이 편리한 전구형 형광등이 많이 시판되고 있다. 그러나, 일반적으로 방전등의 경우 전극은 초기 전자를 방출하기 위해서 방전로 안에 위치함으로써 산화·휘발되고 시간이 지남에 따라 전자 방출 능력을 상실함으로써 수명 감소의 주된 원인이 되어 왔다. 따라서 전극이 방전로 내에 위치하지 않을 수 있다면 램프의 수명 개선의 효과를 얻을 수 있다고 생각된다.

이러한 무전극 방전은 고주파 전원을 사용한 RF 방전과 마이크로파를 이용한 마이크로파 방전이 있고, RF 방전은 다시 용량적 결합방전인 E-방전과 유도적 결합 방전인 H-방전으로 분류할 수 있다. 그 중에서도 E-방전은 RF전원을 평행판에 인가해서 전극사이에 형성된 전장에 의해서 전장 내의 방전관의 방전을 유지하는 경우로서 글로우 방전에 가까운 특성을 갖지만 H-방전은 방전관에 설치된 코일에 RF전원을 인가해서 축방향의 교번자계를 발생시키고 그 교번자계에 의해 유도된 환형의 유도 전계에 의해서 방전을 유지한다. 이것은 고밀도의 아크에 가까운 성질을 보이므로 E-방전에 비해 효율이 높아서 광원으로 사용하기에 알맞은 특성을 갖고 있다.^{(1),(2)}

이 원리는 형광등 뿐만 아니라 메탈 할라이드 램프 등 여러 방전등에 적용될 수 있다.⁽³⁾

무전극 방전의 원리는 1940년대⁽⁴⁾부터 알려져 왔으나 여러 가지 문제로 인해서 상용화되지 못하였고, 그 후로

소형, 고성능의 전자부품이 개발되면서 일본, 미국 및 유럽 등 세계 각지에서 활발한 연구가 이루어져서 시제품까지 나와 있지만 우리나라에서는 여인선⁽⁵⁾에 의해 무전극 방전의 원리의 소개만이 되어있을 뿐, 구체적인 연구가 진행되어 있지 않은 상태이다. 따라서, 본 연구는 H-방전을 이용한 무전극 방전등의 특성을 분석함으로써 무전극 방전등에 대한 기초적인 연구가 될 것이며, 신광원의 국산화를 위한 발판이 되리라 생각된다.

2. 실험 및 결과

2.1 실험

2.1.1 실험 장치

그림1은 본 논문의 실험을 위한 장치의 개요이다.

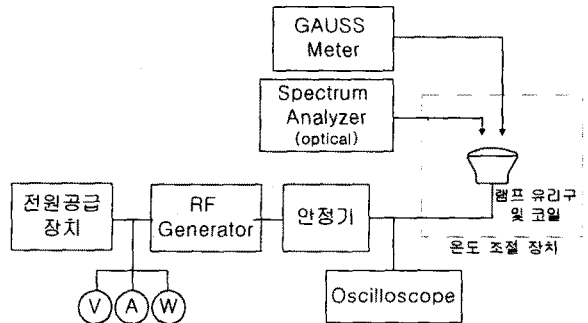


그림 1 실험장치 개요

2.1.2 실험 방법

무전극 방전 램프의 특성을 알기 위해 다음과 같은 실험을 실행하였다.

1. 주파수 측정
 - 램프의 동작 주파수를 알기 위해서 오실로스코프를 사용하여 램프 코일의 주파수를 측정한다.
2. 광 스펙트럼 측정
 - Spectrum Analyzer를 사용하여 출력 광의 스펙트럼을 측정하고 색좌표를 도시한다.
3. 주위 온도 특성 측정
 - 램프를 항온조(온도 조절 장치)내에 설치하여 주위 온도에 따른 램프의 시동전압 및 발생광속의 변화를 측정한다.
4. 입력전압 특성 측정
 - 전압 변화에 따른 광출력 및 입력전류와 전력의 변화를 측정한다.

2.2 실험 결과

2.2.1 무전극 방전등의 동작 주파수

무전극 방전등의 동작 주파수는 온도변화 또는 입력전압의 변동에 따라 조금씩 차이는 있지만 2.45~2.65(MHz)의 범위에 있었다.

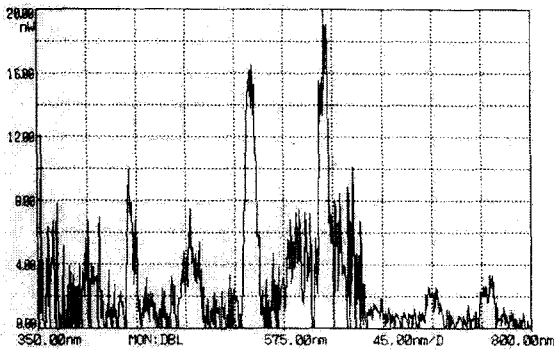
H-방전의 원리가 고주파 전원을 이용하여 방전로에 코일을 통한 유도 전계를 형성하여 그것으로 방전에 이르게 하는 것이므로 주파수와 H-방전의 연관관계는 가장 중요하다고 할 수 있다. 따라서 다음 번 실험을 통하여 안정한 방전을 유지하고 높은 효율의 광출력을 얻을 수 있는 무전극 방전램프의 동작 주파수를 찾기 위하여, 주파수 특성 실험을 하도록 하겠다.

2.2.2 광색 및 스펙트럼

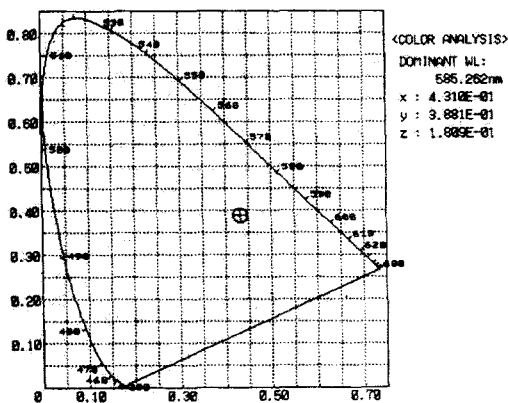
램프의 광색은 온백색이었으며 온도가 영하 15℃ 이하로 저하하면 초기 점등시에는 적색쪽으로 이동하여 분홍빛을 띠고 있다.

그림 2의 (a)는 주위온도 30℃에서의 스펙트럼, (b)는 색좌표이고 그림 3의 (a)는 영하 20℃에서의 스펙트럼, (b)는 색좌표이다.

그림에서 보면 형광재료는 회도류 3과장 형광체를 사용하고 있음을 알 수 있다. 그리고 수은 아말감을 사용하고 있는데, 램프의 점등시 램프의 온도가 크게 상승하기 때문에 높은 관벽부하에 견디고 수은증기압이 상승하여 광출력이 저하하고 방전전압이 상승하는 것을 방지하고 있는 목적으로서 진구형 형광등의 경우와 같다.

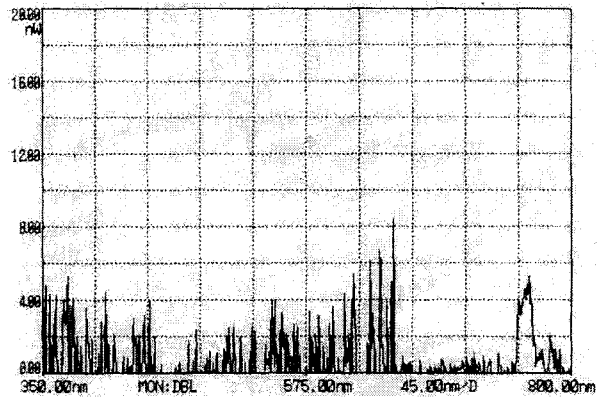


(a) 스펙트럼

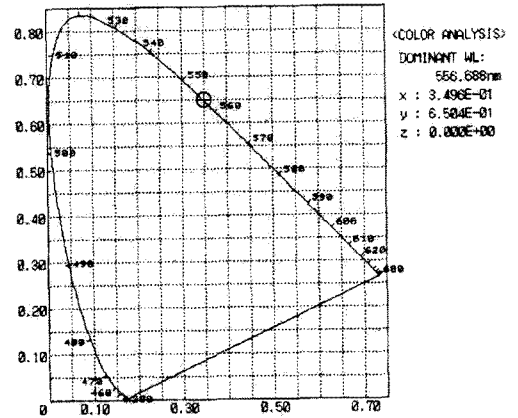


(b) 색좌표

그림 2 30℃에서의 스펙트럼 및 색좌표



(a) 스펙트럼



(b) 색좌표

그림 3 -20℃에서의 스펙트럼 및 색좌표

2.2.3 온도 특성

그림 4은 정격전압에서 온도변화에 따른 광출력의 변화를 나타내었다. 30℃에서 광출력이 최대가 되고 있으며 10℃부근에서 급격히 저하하고 있다. 또한 저온에서는 전압변동에 따른 광출력의 변화도 크다. 이것은 상술한 바와 같이 온도가 저하하면 발광관 내의 수은 증기압도 저하하여 상온에서와 같이 안정한 방전을 유지할 수 없기 때문으로서 저온에서의 방전특성을 개선하기 위한 노력이 필요하다.

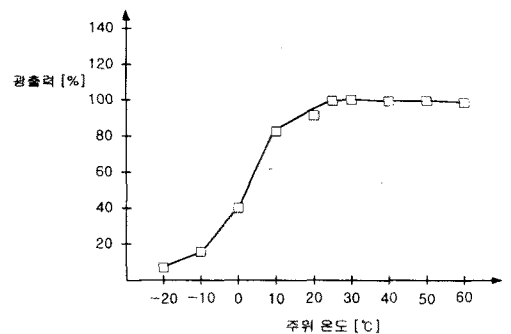


그림 4 온도 특성 곡선

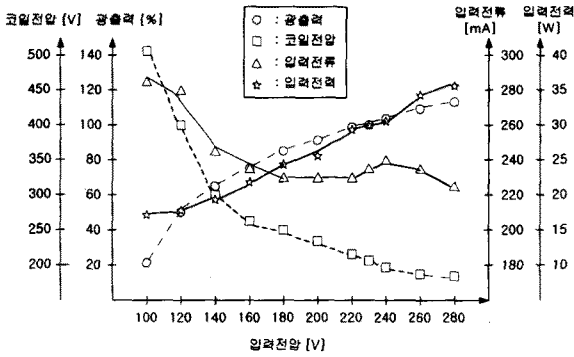


그림 5 입력 전압 특성 곡선

2.2.4 입력전압 특성

그림 5는 주위온도 25℃에서, 입력전압에 따른 입력전류, 입력전력, 램프 코일의 전압 및 광출력의 변화를 나타낸 것이다.

전류는 160~240V 구간에서 안정한 특성을 보이고 있다. 광출력과 코일 전압은 반비례의 관계를 보이고 있는데 이것은 램프의 광출력이 램프의 방전 전류와 비례하며 방전전류가 증가함에 따라 코일의 자속을 감소시키기 때문으로 보여진다.

입력전압을 서서히 증가시켰을 경우에는 적정 전압 이상이 되면 램프가 순시 점등된다. 반대로 입력전압을 서서히 감소시켰을 때는 즉시 소등되지 않고 완전 소등으로부터 약 10~15V 정도의 불안정 구간을 지나서 소등된다. 이때 램프의 발생 광속은 정격전압시의 5% 미만이고 이 구간에서는 램프의 입력전류와 전력이 급격하게 증가한다. 또한, 램프 코일의 전압 역시 증가하고 파형도 심하게 왜곡된다. 따라서 이 구간의 전압에서 램프를 방치하면 소손의 위험이 있다.

3. 결 론

이번 연구에서는 무전극 방전등에 대한 여러 실험을 행한 결과 다음과 같은 특성을 보였다.

1. 무전극 방전등의 동작 주파수는 2.45~2.65 (MHz) 이었다.
2. 램프의 광색은 은백색 이었으며 낮은 온도에서는 적색 쪽으로 이동한다.
3. 주위온도가 10℃ 이하로 저하하면 광효율이 급격히 저하하므로 저온에서의 방전특성 개선을 위한 연구가 필요하다.
4. 입력전압 160~240V 구간에서 안정한 방전특성을 보이며 광출력과 코일 전압은 반비례의 관계를 보인다.
5. 입력전압을 저하시키면 입력전류와 전력이 급격히 증가하는 불안정 구간이 존재한다.

(참 고 문 헌)

- (1) 井上 昭浩, "無電極ランプとその応用", J. Illum. Engng. Inst. Jpn. Vol. 81 No. 7 1997
- (2) M. Shinomiya, et al., "Development of the electrodeless fluorescent lamp", J. of Illum. Engng. Soc. Vol. 20 NO. 1, 1991.
- (3) 井上 昭浩, "次世代の新型ランプ", J. IEE Japan, Vol. 117, No. 3, 1997
- (4) BaBat, C. I., "Electrodeless Discharges and Some Allied Problems." J. of I. E. E. Part 3, 94, pp.27-37, 1942
- (5) 여인선, "무전극 방전의 원리와 방전등에의 응용", 조명전기·설비학회지 제6권 제3호 1992