

## 둥근형 무전극 형광등 시스템의 특성 비교 분석

(Comparative Analysis on Characteristics of the Circular type Electrodeless Fluorescent Lamp System)

조미령\*<sup>1</sup> · 신상욱<sup>1</sup> · 이세현<sup>1</sup> · 황명근<sup>1</sup> · 김영욱<sup>1</sup> · 함중걸<sup>2</sup>

(Mee-Ryoung Cho · Sang-Wuk Shin · Se-Hyun Lee · Myung-Keun Hwang · Young-Wook Kim · Jung-Koel Ham)

(한국조명기술연구소<sup>1</sup>, 산업기술시험원<sup>2</sup>)

### Abstract

In this paper, we measured the electrical and optical characteristics of an electrodeless fluorescent lamp system as product of the inside and outside of the country and compared the measured data. Output current wave of domestic 150 W is unstable than it's of Endura 150 W. But the former of spend time after discharging and output current value is small than the latter. And optical characteristics(brightness, flux, color rendering index, efficiency) value of the former is a little small than the latter. In conclusion, if we improve a little more quality then we must secure the superiority in competition.

### 1. 서 론

최근 급속한 경제 성장과 더불어 광원 기술의 발달로 다양한 종류의 신광원이 개발되고 있으며 특히, 고유가 시대에 접어들면서 국내외에서 고효도, 고효율 및 장수명의 특징을 갖는 무전극 형광등 시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 국내에서 개발 중인 둥근형 무전극 형광등 시스템의 전기적·광학적 특성을 측정하여 해외 선진 무전극 형광등 시스템의 측정치와 비교 분석하였다.

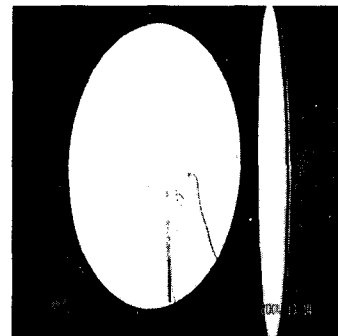
### 2. 본 론

#### 2.1 측정조건 및 장비

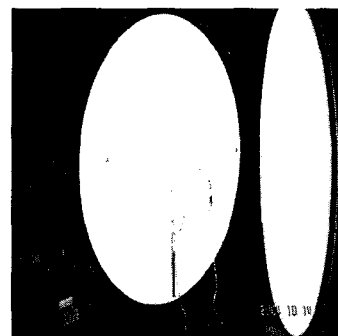
전기적·광학적 특성을 측정하기 위하여 국내 E사에서 개발한 둥근형 형광램프 시스템 150 W와 오스람사의 ENDURA 150 W를 사용하였으며 모든 실험은 적정 수준인 상온(25±1 °C)에서 진행하였다. 충분한 점등시간을 거치지 않은 램프의 경우 방전 후 특성이 변할 수 있기 때문에 측정하고자 한 실험 대상 램프는 한국 표준 규격에서 정해놓은 100시간의 에이징(Aging) 시간을 거친 뒤 진행하였다.

먼저 전기적 특성을 알아보기 위해 입력 220V/60Hz의 AC 전원을 인가하였으며 오실로스코프(LC584AM : Lecroy사)를 사용하여 각각의 전압과 전류를 측정하였다.

또한 광학적 특성을 보기 위하여 광속구(DP-2000, OPT사)를 사용하였다. 그림 1은 무전극 형광등 시스템에서 발광되는 전체의 광량을 보기 위해 광속구를 이용하여 램프의 총 광량값을 측정하는 모습이다.



(a) 국내 E사 150 W 제품



(b) ENDURA 150 W 제품

그림 1. 적분구내에 점등한 무전극 형광등 측정모습

## 2.2 측정결과

### 2.2.1 전기적 특성 측정 및 분석

실험 시 유도방전의 경우 회로 구성의 특성은 와이어의 길이나 결선 방식 등에 따라 크게 달라지기 때문에 측정 시 많은 주의를 요한다.

국내 E사에서 제작한 등근형 150 W 시작품은 주파수 225kHz가 공급되는 램프이며 오스람사의 ENDURA 150 W는 250 kHz가 공급되는 램프로써, 모두 사인파형 공급의 고주파 구동이다. 그림 2의 파형은 각기 안정화된 이후의 출력 전압 파형이며 안정화 된 이후의 주파수 변동은 국내 E사의 시작품과 오스람사의 ENDURA 150 W 모두 약  $\pm 0.2\%$ 의 주파수 변동율을 보였다.

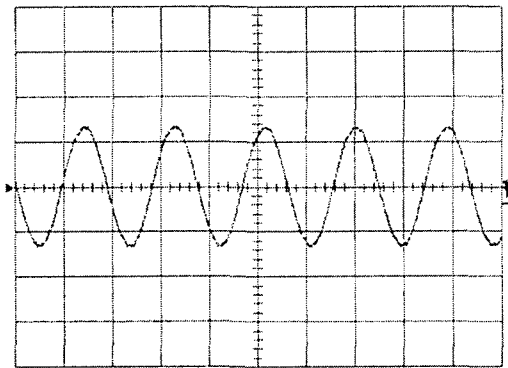


그림 2 무전극 형광등 시스템의 출력전압 파형

출력 전류는 출력단에 전류 프루브를 연결하여 측정하였으며 전류 프루브는 유도회로에 영향을 주지 않기 위해 직접 연결 방식이 아닌 집게형 전류 프루브를 이용하였다. 초기 방전을 위해서는 처음부터 유도 방전의 구성이 아닌 높은 개시 전압을 준 뒤 고주파를 이용한 유도 방식으로 안정된 사인파형을 가해 주는 형태를 취했다. 이는 고전압 및 고주파 특성으로 전압의 파형을 잡기가 쉽지 않아 전류 파형으로 확인하였다. 국내의 등근형 무전극 형광등의 경우 출력 단자가 3선으로 나오는데 이는 Blue Line, Yellow Line, Red Line으로 구분하였다.

그림 3은 국내 E사의 등근형 무전극 형광등의 방전 개시 출력 전류 파형이며 각기 다른 출력 파형이 나타났다. 출력 전류의 값도 많은 차이가 나타났으며 특히 Yellow Line과 Blue Line은 양의 피크값과 음의 피크값이 반대의 형태를 보였다. 방전 개시 전원 인가 후 약 0.2 ms의 시간이 지나서 방전이 일어나고 전류값은 약 1.6 ~ 15.3 A 정도 나왔으며 순간적인 전류 피크값이 나타남을 뚜렷이 알 수 있다.

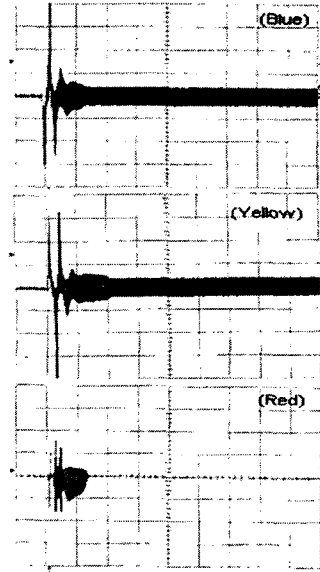


그림 3 국내 E사 150 W의 출력 전류 파형

그림 4는 오스람사 ENDURA 150 W의 방전 개시 전류 파형이다. 각 출력단 마다 각기 다른 출력 파형이 나타났으며 출력 전류의 값도 많은 차이가 있었다. 방전 개시 전원 인가 후 약 0.35 ~ 0.4 ms의 시간에 방전이 일어나고 전류값은 약 20 ~ 80 A 정도 이었으며 순간적인 전류 피크값이 나타남을 뚜렷이 알 수 있다.

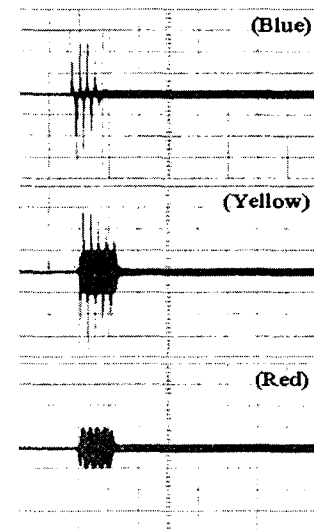


그림 4 오스람 ENDURA 150 W의 출력 전류 파형

국내 E사의 시작품과 오스람사의 ENDURA 150 W 모두에서 방전 개시 이후 전류가 점점 증가하다가 0.22 ms 이후에 전류값이 안정되는 현상을 보였다.

### 2.2.2 광학적 특성 측정 및 분석

램프의 외부 형상과 전극의 위치 등을 고려하여 등근형 벌브의 상하좌우에서 정중앙 부분을 휘도계(CS-1000, MINOLTA사)로 측정하였다. 표 1은 국내의 무전극 형광등의 휘도 측정값이다.

휘도는 측정 포인트 부분만 인지하기 때문에 램프의 완전한 광량이라고 할 수는 없다. 무전극 형광등에 대해 좀 더 구체적인 특성을 보기 위해 광속과 스펙트럼 등을 측정하였다.

표 1. 무전극 형광등 시스템의 휘도 측정값

구 분	휘도 측정값 [cd/m <sup>2</sup> ]
국내 E사 시작품	52,700
오스람 ENDURA 150 W	52,480

무전극 형광등 시스템에서 발광되는 전체의 광량을 보기 위해 광속구를 이용하여 램프의 총 광량값을 측정하였다.

Temperature:  °C  
 Burning Time:  min  
 Burning Attitude (Lamp Orientation):

Supply Voltage:  V  
 Supply Current:  A  
 Supply Power:  W

Lamp Voltage:  V  
 Lamp Current:  A  
 Lamp Power:  W

Measured Flux:  lm  
 Measured Luminous Efficacy:  lm/W

(a) 국내 E사 150 W 램프

Temperature:  °C  
 Burning Time:  min  
 Burning Attitude (Lamp Orientation):

Supply Voltage:  V  
 Supply Current:  A  
 Supply Power:  W

Lamp Voltage:  V  
 Lamp Current:  A  
 Lamp Power:  W

Measured Flux:  lm  
 Measured Luminous Efficacy:  lm/W

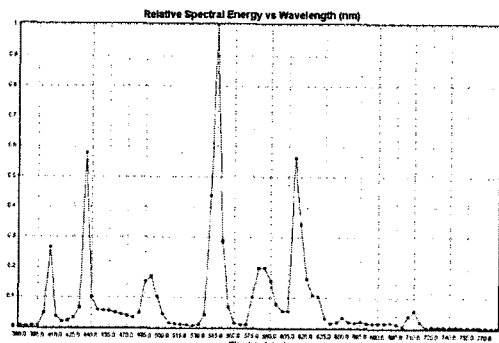
(b) ENDURA 150 W 램프

그림 5. 무전극 형광등 시스템의 광속구 측정값

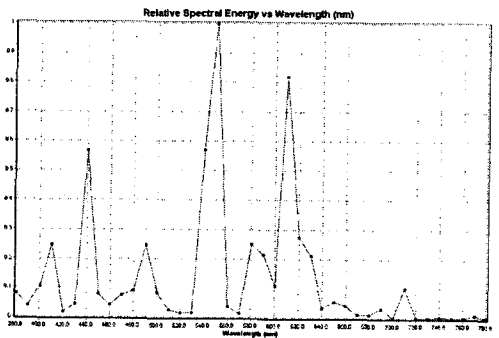
표 2. 무전극 형광등 시스템의 광속 측정값

구 분	광속 측정값[lm]
국내 E사 시작품	10,900
오스람 ENDURA 150 W	12,200

현재 무전극 형광등 시스템의 발광은 수은을 이용한 발광체로 수은에 반응하는 삼파장 형광체이다. 그림 6은 상대 스펙트럼 분포도이며 각각의 값은 가시광 영역(380~780 nm)을 40 nm, 20 nm 간격으로 각각 표시하였다.



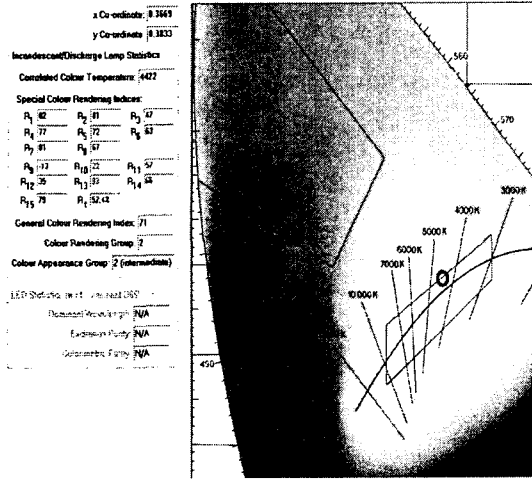
(a) 국내 E사 150 W 램프



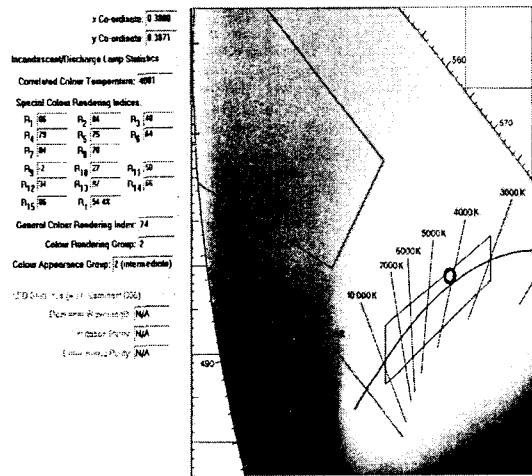
(b) ENDURA 150 W 램프

그림 6. 무전극 형광등 시스템의 상대 스펙트럼 분포

스펙트럼 분포도에서 삼파장(440 nm, 550 nm, 610 nm) 형태의 파장 분포를 뚜렷이 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 삼파장 형광등의 분광 분포가 국내 E사 시작품은 녹색 파장대가 높게 나타났으며, 오스람사의 ENDURA 150 W는 적색과 녹색 파장대가 높게 나타났다. 표 3은 각 램프들의 연색성과 색온도 그리고 색좌표에 대한 측정값이다.



(a) 국내 E사 150 W 램프



(b) ENDURA 150 W 램프

그림 7. 무전극 형광등 시스템의 CIE Chromaticity

표 3. 무전극 형광등 시스템의 연색성, 색온도, 효율 및 색좌표

구 분	연색성 [Ra]	색온도 [K]	효율 [lm/W]	색좌표 (x, y)
국내 E사 시작품	71	4,422	71.3	(0.3669, 0.3833)
ENDURA 150 W	74	4,081	78.4	(0.3800, 0.3871)

### 3. 결 론

본 논문에서는 국내 E사에서 개발 중인 등근형 무전극 형광등 시스템과 오스람사의 ENDURA 150 W의 전기적·광학적 특성을 측정하여 비교 분석하였다.

전기적 특성의 측정 결과 국내 E사의 150 W 시스템의 출력 전류 파형이 오스람사의 ENDURA 150 W 시스템 보다 불안정하였으나 방전 후 안정화에 걸리는 시간과 출력 전류의 값은 더 작은 특성을 보였다.

또한 광학적 특성의 측정 결과로는 국내 E사의 150 W 시스템의 휘도, 광속, 연색성, 효율 등이 오스람사의 ENDURA 150 W 시스템 보다 측정값이 다소 작았으나 큰 차이는 없어 조금만 더 품질의 개선이 이루어진다면 해외 선진 무전극 형광등 시스템과의 경쟁에서 우위를 선점할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구를 위한 산업자원부 에너지관리공단 “무전극 형광등 시스템의 전기적, 광학적 특성 성능 평가 및 분석 연구”의 지원에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- [1] D. O. Warmby, "Electrodeless lamps for lighting : a review", IEE Proceedings A, Vol 140, No 6, Nov.,1993.
- [2] Philips QL lamp systems, Product Information, 2001.
- [3] 황명근, 박대회, "무전극 램프의 기술동향과 전망" 한국조명전기설비학회 학술대회 논문집, pp. 23-26, 2001. 11.
- [4] Randall Blanchard, "Optimized LCD Backlight for Outdoor and High Brightness Applications", SID 01 Digest, pp.295-297, 2001.
- [5] Y. Baba, M. Izuka, T. Shiga, S. Mikoshiba, " A 100,000-cd/m<sup>2</sup>, Capacity coupled Electrodeless Discharge Backlight with High Efficacy for LC TVs", SID 01 Digest, pp.290-293, 2001.
- [6] 한수빈, 박석인, 정봉만, 정학근, 김규덕, 유승원, "무전극 등 시스템의 모델 및 시뮬레이션 연구", 한국조명전기설비학회, 학술대회 논문집, p237, 2003.