

## 국내의 전구형 무전극 형광등 시스템의 특성 비교 분석

조미령<sup>1</sup>, 신상욱<sup>1</sup>, 이세현<sup>1</sup>, 황명근<sup>1</sup>, 김영욱<sup>1</sup>, 함중걸<sup>2</sup>  
한국 조명기술 연구소<sup>1</sup>, 산업기술시험원<sup>2</sup>

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

Mee-Ryoung Cho<sup>1</sup>, Sang-Wuk Shin<sup>1</sup>, Se-Hyun Lee<sup>1</sup>, Myung-Keun Hwang<sup>1</sup>, Jung-Koel Ham<sup>2</sup>  
Korea Institute of Lighting Technology<sup>1</sup>, Korea Testing Laboratory<sup>2</sup>

**Abstract** - In this paper, we measured the electrical and optical characteristics of an electrodeless fluorescent lamp system as product from the inside and outside of the country and compared the measured data. Output current wave of domestic 85 W is unstable than it's of QL 85 W and the former of spend time after discharging and output current value is larger than the latter. Moreover optical characteristics(brightness, flux, efficiency) value of the former is small than the latter but color rendering index is equivalent. In conclusion, if we improve a little more quality then we must secure the superiority in competition.

## 1. 서 론

조명기술의 발달과 함께 국내외에서 여러 형태의 신광원들이 개발되고 있으며 특히, 1884년 무전극 방전이 발견된 이후로 장수명, 고효율, 고연색성 등의 장점을 갖는 무전극 형광등 시스템의 개발이 활발하게 진행되고 있다.

현재 상용화되어 시판되고 있는 선진 무전극 형광등 시스템으로는 Osram의 Endura와 Philips의 QL 그리고 GE의 Genura 등이 대표적이다.

본 논문에서는 시판중인 Philips의 QL과 국내 K사에서 개발중인 전구형 무전극 형광등 시스템의 전기적·광학적 특성을 측정하여 결과를 비교, 분석하였다.

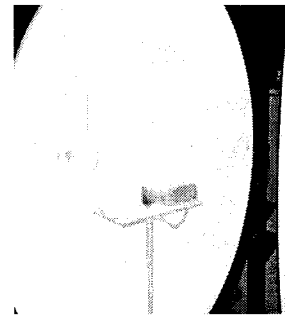
## 2. 본 론

### 2.1 측정 방법 및 장비

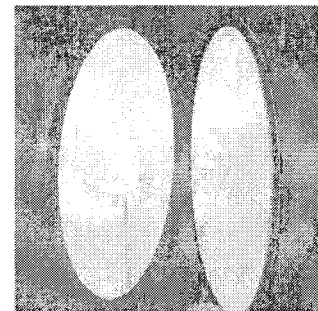
전기적·광학적 특성을 측정하기 위하여 국내 K사에서 개발한 전구형 형광등 시스템 85 W와 Philips의 QL 85 W를 사용하였으며 모든 실험은 적정 수준인 상온(25±1 ℃)에서 진행하였다. 충분한 점등시간을 거치지 않은 램프의 경우 방전 후 특성이 변할 수 있기 때문에 측정하고자 한 실험 대상 램프는 한국 표준 규격에서 정해놓은 100시간의 에이징(Aging) 시간을 거친 뒤 진행하였다.

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 K사 85 W 시작품



(b) Philips QL 85 W

그림 1. 적분구내에 설치하여 점등한 모습

### 2.2 측정 결과

#### 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 K사에서 제작한 전구형 85 W 시작품은 주파수 2.63MHz가 공급되는 램프이며 Philips의 QL 85 W는 2.65 MHz가 공급되는 램프로써, 모두 사인파형 공급의 고주파 구동이다. 그림 2의 파형은 각기 안정화 된 이후의 출력 전압 파형이며 안정화 된 이후의 주파수 변동은 국내 K사의 시작품과 Philips의 QL 85 W 모두 약 ±0.1%의 주파수 변동율을 보였다.

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.

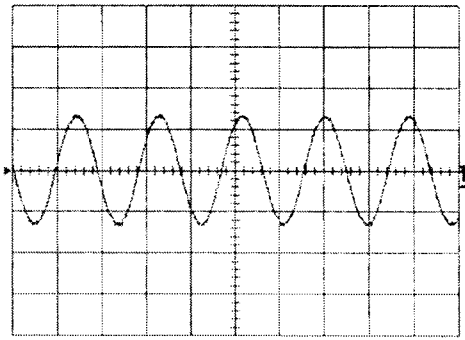
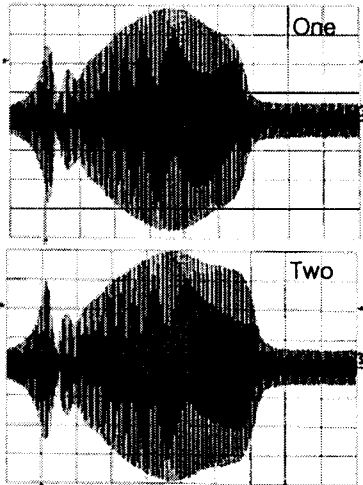
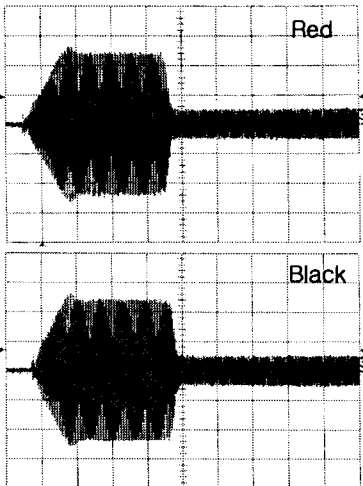


그림 2 무전극 형광등 시스템의 출력전압 파형



(a) 국내 K사 85 W 시작품(div 10 $\mu$ s/2.0A)



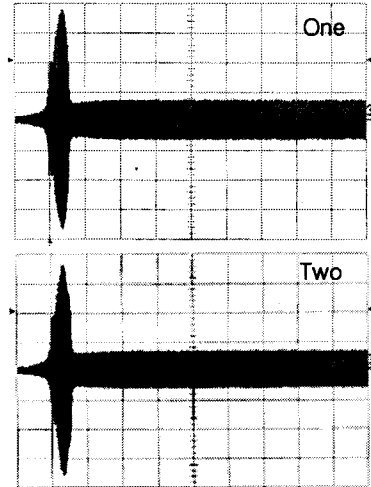
(b) Philips QL 85W(div 10 $\mu$ s/2.0A)

그림 3. 방전개시 출력 전류 파형

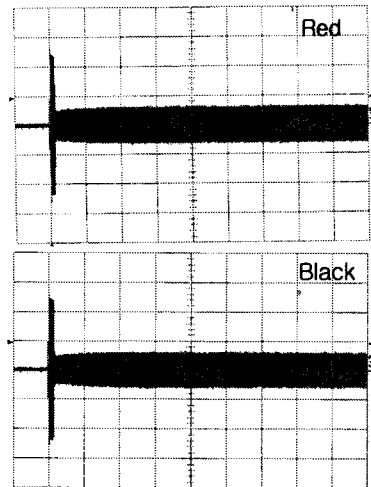
그림 3은 국내의 전구형 무전극 형광등 시스템의 방전 개시 출력 전류 파형이다. 국내 K사의 시작품은 출력단이 2선이 나오는데 이는 램프의 입력단자의 선의 수에 따라 단선(One Line)과 이중선(Two Line)으로 구분하였다. Philips의 QL 85W 램프의 출력단 또한 2선이 나오는데 램프의 입력 단자 색깔에 따라 흑색선(Black Line)과 적색선(Red Line)으로 구분하였다. 시험에 사용된 램

프의 방전 개시 전류는 초기에 약 40~75  $\mu$ s 동안 가해 주는데 이때, 동일 램프의 출력 단자의 두선의 출력 전류값과 형태는 거의 같다. 그러나 램프에 따라 가해주는 시간은 약 20  $\mu$ s 내외로 약간의 시간차가 있음을 알 수 있다. 또한 국내 K사의 시작품이 Philips의 QL 85W보다 출력 전류값이 더 높으며 불안정한 모양을 보였다.

그림 4는 국내의 전구형 무전극 형광등 시스템의 방전 개시 이후 안정된 출력 전류 파형이다. 결과 파형에서 보여지듯이 방전 개시 이후에 전류가 점점 증가하다가, 국내 K사의 시작품에서는 75  $\mu$ s 이후에 그리고 Philips의 QL 85W에서는 40  $\mu$ s 이후에 전류값이 안정되는 현상을 보였다.



(a) 국내 K사 85 W 시작품(div 0.1ms/2.0A)



(b) Philips QL 85W(div 0.2ms/2.0A)

그림 4. 방전개시 이후 출력 전류 파형

### 2.2.2 광학적 특성 측정 및 분석

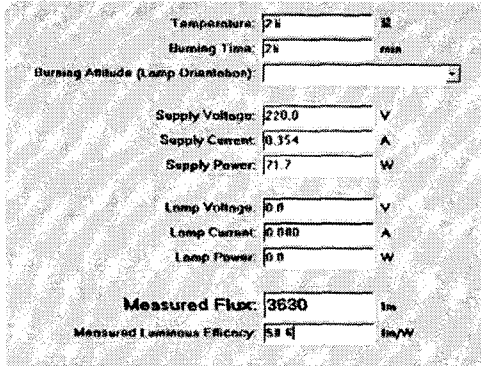
램프의 외부형상과 전극의 위치 등을 고려하여 전구형 벌브의 상하좌우에서 정 중앙 부분을 휘도계(CS-1000, MINOLTA사)로 측정하였다. 표 1은 휘도 측정값이다.

표 1. 무전극 형광등 시스템의 휘도 측정값

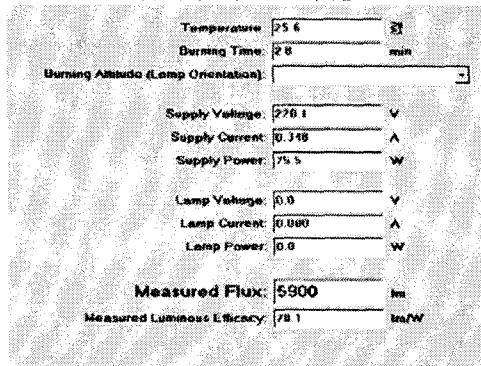
구 분	휘도 측정값 [cd/m <sup>2</sup> ]
국내 K사 85 W 시작품	50,580
Philips QL 85 W	69,450

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

무전극 형광등 시스템에서 발광되는 전체의 광량을 보기 위해 광속구(DP-2000, OPT 社)를 이용하여 램프의 총 광량값을 측정하였다. 그림 5의 측정값은 1.5m 적분구 시스템으로 램프 전면에서 나오는 광량값을 본 연구소에서 측정하는 것이다.



(a) 국내 K사 85 W 시작품



(b) Philips QL 85 W

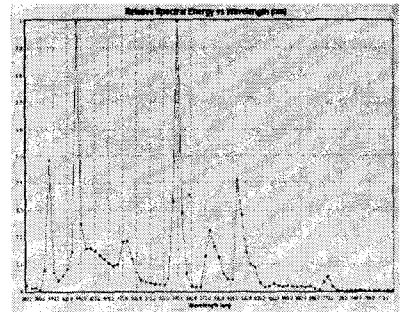
그림 5. 무전극 형광등 시스템의 광속구 측정값

표 2. 무전극 형광등 시스템의 광속 측정값

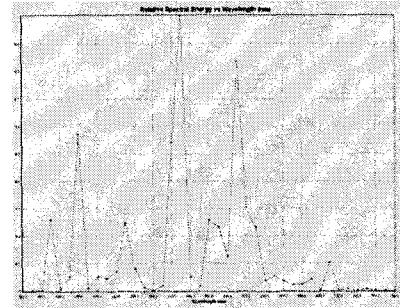
구 분	광속 측정값[lm]
국내 K사 85 W 시작품	3,630
Philips QL 85 W	5,900

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 15 nm, 20 nm 간격으로 각각 표시하였다.

스펙트럼 분포도에서 삼파장(440 nm, 550 nm, 610 nm) 형태의 파장 분포를 뚜렷이 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 삼파장 형광램프의 분광분포가 국내 K사의 시작품은 녹색과 청색 파장대가 높게 나타났으며, Philips의 QL 85W는 적색과 녹색 파장대가 높게 나타났다.

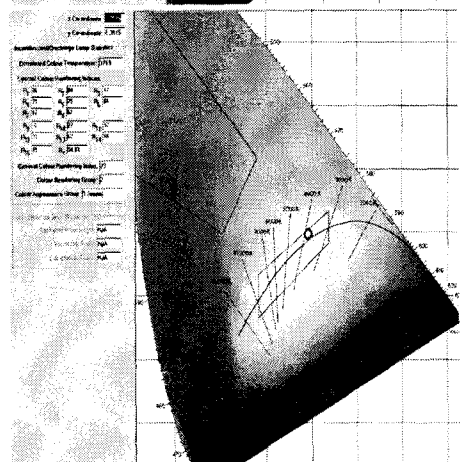
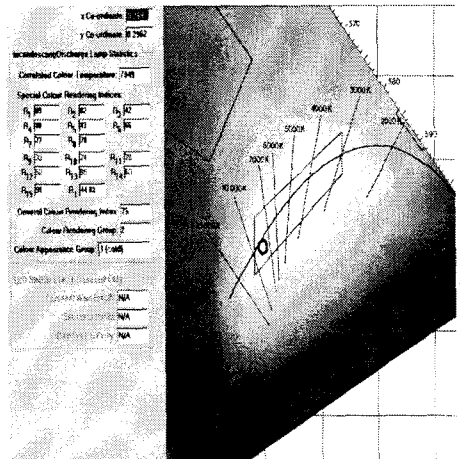


(a) 국내 K사 85 W 시작품



(b) Philips QL 85 W

그림 6. 무전극 형광등 시스템의 상대 스펙트럼 분포



(b) Philips QL 85 W

그림 7. 무전극 형광등 시스템의 Chromaticity

표 3은 각 램프들의 연색성과 색온도 그리고 색좌표에 대한 측정값이다.

표 3. 무전극 형광등 시스템의 연색성, 색온도, 효율 및 색좌표

구 분	연색성 [Ra]	색온도 [K]	효율 [lm/W]	색좌표 (x, y)
국내 K사 85 W 시작품	75	7,849	50.6	(0.299, 0.296)
Philips QL 85 W	73	3,969	78.1	(0.395, 0.394)

### 3. 결 론

본 논문에서는 국내 K사에서 개발 중인 전구형 무전극 형광등 시스템과 Philips의 QL 85 W의 전기적·광학적 특성을 측정하여 비교 분석하였다.

전기적 특성의 측정 결과 국내 K사의 85 W 시작품의 출력 전류 파형이 Philips의 QL 85 W 시스템 보다 다소 불안정하였으며 방전 후 안정화에 걸리는 시간과 출력 전류의 값도 더 큰 특성을 보였다.

또한 광학적 특성의 측정 결과로는 국내 K사의 85 W 시작품의 휘도, 광속, 효율 등이 Philips의 QL 85 W 시스템 보다 측정값이 작았으나 연색성에서는 큰 차이가 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. Mikoshiha, " 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.