

## The verification of Luminous flux of Reference illuminant for New light source by the calculated correction factor

黃明根<sup>†</sup> · 申相旭<sup>\*</sup> · 李鎮雨<sup>\*\*</sup>  
(Myung-Keun Hwang · Sang-Wuk Shin · Chin-Woo Yi)

**Abstract** - When measuring the luminous flux of a light source at the integrating sphere photometer, it can know the luminous flux to compare the standard lamp with the specimen lamp at the same location. But in case of PLS(plasma lighting system, microwave discharged lamp), that two lamps are cannot be the same location. If the reference illuminant and specimen lamp are cannot measure identical location, we should measure the variation of the luminous flux. For the outcome we can turn out a correction factor to revise and reflect it. But the better way is calibrate the specimen lamp locate the identical location of reference illuminant measured. In this thesis, we've test to find the correction factor for consider that change the measuring location. And it turns out the correction factor. From this, it presents the result to make a select for the reference illuminant which is against the illuminant type for newly produce.

**Key Words** : Reference Illuminant, Microwave discharged lamp, Uncertainly of Measurement, Light source, Correction Factor

### 1. 서 론

최근 조명산업에서는 고유가로 인한 에너지 절약과 각종 환경문제, 자원절약 등이 크게 이슈화되면서 차세대 광원(Microwave/LED/OLED 등)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 가운데 신광원류인 無전극 마이크로파 방전램프(Microwave discharged lamp) PLS(Plasma Lighting System)의 기술개발 결과로써 신홍시장 중심의 글로벌 시장 진출 확대를 위해 새로운 수익사업으로 육성해 나갈 제품 출시가 이루어지고 있다[1]. 2008년 11월 생산 업체(LG 전자)의 "LG솔루션 및 사업 비전 선포식"에 따르면 2008년 현재 1,300억원 규모에서 오는 2010년 4,000억원으로 확대할 계획도 갖고 있다.

마이크로파 방전램프에 사용되는 주파수는 2.45[GHz]인 ISM(industrial, scientific and medical)대역으로서[2, 5]. 無전극이고, 無형광체이며, 無필라멘트, 無수은(4無)으로 기존 광원에 비해 전극이 없어 장 수명이고 수은을 사용하지 않는 환경 친화성, 높은 연색성, 광속유지율의 균일성, 일정한 광 변환 효율 등의 유리한 장점을 가지고 있어 많은 관심을 받고 있다[3].

국외에서의 kW급 고출력 마이크로파 방전램프는 프로젝션 디스플레이, HDTV, 의료 조명기기 등에 사용할 수 있는

최상의 고휘도 광원으로 실용화 단계에 있고[4], 국내에서는 이미 마이크로파 방전에 의한 2원자 증기의 분광학적 특성 연구와 더불어 광원의 평가기술과 규격에 대한 연구를 수행한 바가 있다[6, 7]. 따라서 새로운 광원의 상용화 단계에 있어서는 기술기준에 의한 성능과 신뢰성에 대한 기초 연구를 통한 공인된 검증절차를 반드시 필요로 하고 있다[7~10].

이에 본 논문에서는 일반 광원과는 달리 방향성을 갖고 있는 마이크로파 방전램프의 광속 측정시 측정위치에 따른 측정 불확도(UC, uncertainly of measurement)를 줄이기 위해 보정계수(CF, correction factor)를 찾는 실험을 실시하였고, 얻어진 실험적 데이터를 통해 보정계수를 산출하였으며, 또한 이를 근거로 표준램프(reference illuminant)로 선정하여 마이크로파 방전램프의 광속 측정시 불확도 개선을 검증하였다.

### 2. 이론 및 실험방법

#### 2.1 마이크로파 방전램프의 광속측정법 개요

그림 1과 같이 CIE 84 광속측정법에서는 2가지 광속측정법을 제시하고 있다. 광속구의 중간에 표준램프와 시료램프를 번갈아 가며 비교 측정하는 방법(백열전구, 형광램프 등의 측정방식, 이하 센터 방식)과 광속구 측(표)면에 표준램프와 시료램프를 놓고 측정하는 방법(마이크로파 방전램프, LED광원 등의 측정방식, 이하 사이드 방식)이 있다[11].

마이크로파 방전램프의 경우도 방향성이 있어 사이드 방식으로 광속을 측정하고 있으나, 표준램프는 중앙에서 측정하고, 시료램프는 측면에서 측정하여 상호간 측정위치가 달라 측정 불확도가 높아지는 현상이 발생, 측정위치에 따른

<sup>†</sup> 교신저자, 正會員 : 韓國照明技術研究所 首席研究員·工博  
E-mail : keunhwang@korea.com

<sup>\*</sup> 正會員 : 韓國照明技術研究所 前任研究員  
湖西大學校 電氣工學科 博士課程

<sup>\*\*</sup> 正會員 : 湖西大學校 電氣工學科 教授·工博  
接受日字 : 2008年 12月 2日  
最終完了 : 2008年 12月 16日

보정계수를 산출하기 위한 실험이 요구되고 있다.

3. 결과 및 검토

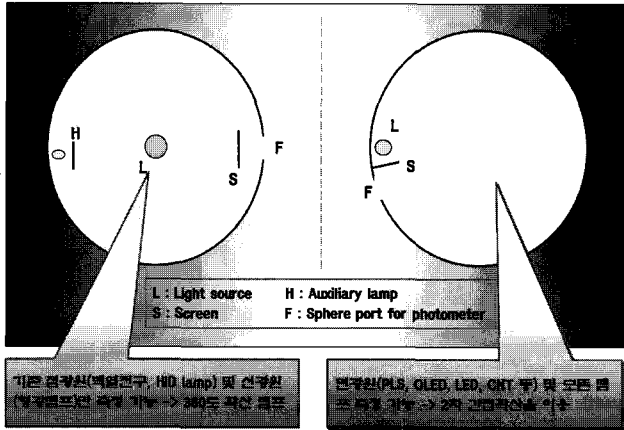


그림 1 CIE 84의 광속측정법(좌: 센터 방식, 우: 사이드 방식)  
Fig. 1 Method of luminous flux by CIE 84  
(Left: Center Method, Right: Side Method)

2.2 광속 표준화의 실험대상

광속구의 센터 및 사이드 방식에 광속 측정값의 차이를 정확히 알아보기 위해 표 1과 같이 표준광원인 Tungsten-Halogen 1[kW](이하 TH 1000), MH 400[W] 부 표준광원(이하 MH 400), 마이크로파 방전램프 700[W](이하 PLS 700)로 각각 실험을 진행하였다[2~4].

표 1 실험에 사용된 광원의 사양  
Table 1 The specifications of light source

시료광원	광속[lm]	제조사	Certified
TH 1000	23,500	Optronics	NMI
MH 400	36,200	GE	KILT
PLS 700	-	LG	-

2.3 측정방법

각 광원의 측정방법은 다음과 같은 절차에 의해 진행되었다[8].

- 1) 광속 23,500을 갖는 TH 1000으로 광속구 시스템의 교정
- 2) 측정시료의 센터 및 사이드 방식에서 광속측정
- 3) 광속비교 및 보정계수 산출, 평균값 이용
- 4) 광속 값의 교정에 적용

각각의 측정조건(온도, 습도, 측정방법 등)은 CIE 84 지침 [8]을 따랐으며 반복성과 재현성 확인을 위해 5회의 반복적인 실험으로 진행하였으며 측정방법은 위와 같이 동일시키고, 보유하고 있는 표준광원을 사용하여 교정된 광속구 시스템을 이용하여 실험하였다[11].

각각의 광원의 센터와 사이드 방식에 의한 광속값들의 측정 결과를 표 2에 정리하였다.

표 2 센터 및 사이드 측정시의 평균 광속값  
Table 2 Average luminous flux of center and side measuring

시료광원	광속[lm]	전류 [A]	전압 [V]	Aging time[m]
TH 1000 센터	23,500	8.0	115.9	15
TH 1000 사이드	20,800			
MH 400 센터	36,200	1.97	218.0	15
MH 400 사이드	31,600			
PLS 700 센터	60,200	3.5	220	5
PLS 700 사이드	55,200			

각각의 시료광원은 예상했던 것과 같이 센터 및 사이드 방식간의 광속 값의 차이가 나타났으며, 그 측정값의 비율(C/S)은 시료광원의 종류에 따라 약간의 측정값 차이를 보였다. 마이크로파 방전램프인 PLS의 경우 다 광원 에이징 시간 15분에 비해 측정시 광속구내의 온도가 급격히 상승하는 문제로 에이징 시간을 5분으로 하여 실험하였다.

실험에서 확인된 광속 값의 차이는 측정광원의 위치변화가 가장 큰 요인으로 판단되는데 그림 2는 실험광원의 위치변화에 따른 baffle 그림자의 크기 변화를 실제 측정된 사진이다. 따라서 아래와 같은 몇 가지 요인에 의해 Photometer로 입사하는 광량이 변화하는 것으로 사료되었다.

- 1) 광원과 Photometer 간의 거리 변화
- 2) Baffle 그림자와 Photometer의 상호위치 변동(그림 2)
- 3) Inner diffuse reflection의 상태 변화

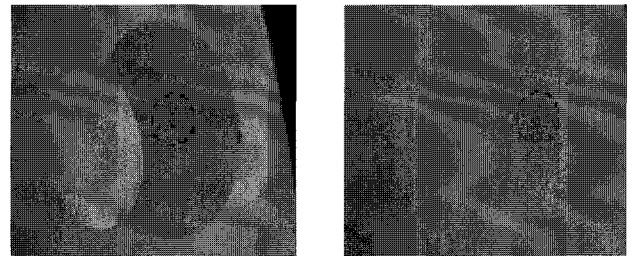


그림 2 센터 및 사이드 측정방식의 Baffle 그림자 비교  
Fig. 2 Baffle shadow comparison of center and side measuring

따라서 PLS와 같은 방향성이 있는 광원을 사이드 방식으로 측정할 경우, 측정값의 불확도를 줄이기 위해 센터와 사이드 방식에서의 보정계수를 표 3과 같이 산출하였다.

표 3 실험을 통해 산출된 각 광원의 보정계수

Table 3 Correction factor of each light sources

광원	센터방식 광속[lm]	사이드방식 광속[lm]	보정계수 [C/S]
TH 1000	23,500	20,800	1.129
MH 400	36,200	31,600	1.145
PLS 700	60,200	55,200	1.090

광원에서의 광속 값을 측정하기 위해서는 광속 표준램프를 필요로 하는데, 세계적으로 유명한 공인 표준기관(NIST, PTB, NMI 등)의 제작 기간, 사용시간 수명에 대한 엄격한 관리 등의 번거로움과 표준램프가 고가이므로 일반적으로 새롭게 개발되는 신광원류를 측정하기 위해서는 부 표준램프를 선정, 보정계수를 적용하여 사용된다. 표 3은 실험을 통해 산출된 보정계수로서 PLS 700은 다른 광원인 TH 1000, MH 400의 보정계수인 1.129, 1.145에 비해 보정계수 1.090로서 가장 적게 실험되었다.

보정계수 산출 값을 표 4와 같이 메탈헬라이드 램프(모델명 : MH 400/C/BU) 5개를 구입, 에이징 600시간을 거쳐 가장 안정화 된 2개의 램프에 대해 표준램프와의 비교로 광속 측정을 통해 부 표준램프로 선정하였다. 측정조건은 220V/60Hz의 입력측 전원에 온도는 23± 5°C, 교정은 같은 동종제품 표준램프인 메탈헬라이드 램프 250W를 사용하였다.

표 4 부 표준램프 광속측정 결과(에 MH 400/C/BU)

Table 4 Luminous flux results of standard light sources

시료 회수	S-1 (입력 전류: 1,970mA)			S-2 (입력 전류: 1,912mA)		
	센터	사이드	△	센터	사이드	△
1회	36,400	30,900	5,500	33,900	28,600	5,300
2회	36,200	30,700	5,500	33,700	28,400	5,300
3회	36,100	30,700	5,400	33,500	28,100	5,400
4회	36,100	30,600	5,500	33,600	28,200	5,400
5회	36,200	30,600	5,600	33,800	28,200	5,600
평균	36,200	30,700	5,500	33,700	28,300	5,400

표 4에서와 같이 실험에 의한 시료 1번의 사이드 방식의 광속 평균값은 30,700[lm]에서 산출된 보정계수 1.145를 적용하면 센터방식의 36,200[lm]보다 35,152[lm]으로써 1,048[lm]의 근소한 차이 값으로 2.9%오차를 나타내고 있고, 또한 시료 2번에서 평균값에 보정계수를 적용하면 32,403[lm]으로써 1,297[lm]으로 3.8%의 오차를 나타내고 있다. 이는 일반적인 조명용 광원에서 광속의 불확도 ±5%의 범위로서 앞으로 새로운 광원개발(LED/OLED/CNT 등)에 따른 표준램프로 응용될 수 있음을 검증한 것으로써 해당 기관 및 산업계에서 저렴한 가격으로 공급·적용 될 것으로 기대가 된다.

4. 결 론

본 논문에서는 광원의 광속측정에서 센터 및 사이드 방식에 따른 보정계수를 산출하였고 표준램프의 광속 값에 대한 측정 불확도 검증을 실험하였다.

즉, 광원의 측정 불확도를 줄이기 위해 센터 및 사이드 방식으로 반복적인 실험을 통해 광속변화를 데이터화하여 표준램프를 보정하기 위한 계수를 산출하였으며 광속의 측정 불확도가 결과 값이 2.9%, 3.8%로서 일반적인 측정 불확도 ±5%의 범위로서 표준램프로 사용 될 수 있음을 검증하였다.

앞으로 신성장동력 녹색산업으로의 LED조명과 OLED램프와 같은 면(Flat)광원 램프류의 광속측정에서도 절대광속 측정기(absolute goniometer)를 사용, 보정계수를 산출·데이터화하여 표준램프 선정에 대한 기초자료로 활용될 것으로 본다.

참 고 문 헌

- [1] 한국조명기술연구소, “초고주파 방전 신광원 시스템 개발 연구 논문집 101편”, 2004. 11.
- [2] G.I. Babat, “Eletrodeless Discharge and Some Applied Problems”, J. IEE, Vol. 94, pt3, pp. 27-37, 1947.
- [3] Donald, A.M., Turner, B.P., Dolan, J.T., Kirkpatrick, D.A. and Leng, Y. 1999: “High frequency inductive lamp and power oscillator”, U. S. Patent, 6,137,237.
- [4] Kirkpatrick, D.A. and Leng, Y. 1999: “High frequency inductive lamp and power oscillator”, U. S. Patent, 6,137,237.
- [5] S. Offermanns, “Electrodeless High-Pressure Microwave Discharges”, J. Appl. Phys, Vol. 37, pp. 115, 1990.
- [6] 김진중 외 4, “마이크로파 방전에 의한 고압 2원자 황 증기의 분광학적 특성 연구”, 한국광학회, 2002년도 논문집, pp. 114-115, 2002. 7.
- [7] 박대회, 이종찬 외2, “초고주파 방전 광원의 평가기술과 규격”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 34-36, 2002. 7.
- [8] CIE 84, “Measurement of Luminous Flux”, 1989.
- [9] KSC 8109, “메탈헬라이드 램프용 안정기”, 2001.
- [10] KSC 7607, “메탈헬라이드 램프”, 2001.
- [11] 황명근 외 2, “적분구를 이용한 대형광원의 측정방법”, 대한전기학회, pp. 585-587, Vol. 54C. No. 12, 2005. 12.

저 자 소 개



**황 명 근 (黃 明 根)**

1961년 4월 3일생, 1988년 서울산업대 졸업. 1991년 한양대학교 산업대학원 전자공학과 졸업(석사). 2004년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 2003~2006년 세종대학교 겸임교수.

현재 한국산업기술대학교 겸임교수. 1998~현재 한국조명기술연구소 수석연구원/LED조명센터장. 현재 본 학회 편집위원. 관심분야: Lamp & Lighting 광 계측 및 분석 등

Tel : 032-670-8888

Fax : 032-670-8889

E-mail : keunhwang@korea.com



**신 상 옥 (申 相 旭)**

1969년 8월 5일생, 1996년 호서대 전기공학과 졸업. 1998년 호서대 전기공학과 졸업(석사). 2008년 현재 호서대학교 전기공학과 박사과정. 1999~현재 한국조명기술연구소 선임연구원/LED신조명융합팀장. 현재 본 학회 정회원. 관심분야 :

LED/OLED 광원 평가, 분석 등

Tel : 032-670-8888

Fax : 032-670-8889

E-mail : swshin@kilt.re.kr



**이 진 우 (李 鎭 雨)**

1961년 2월 4일생. 1984년 서울공대 전기공학과 졸업. 1984년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 1990년 동대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1990~1994년 세명백트론(주) 연구실장.

1994년~현재 호서대학교 전기정보통신공학교수. 현재 본 학회 정회원. 관심분야: LED 및 신광원 설계 및 분석 등

Tel : 041-540-5655

Fax : 041-540-5693

E-mail : leeju@office.hoseo.ac.kr