

LED를 리용한 외부빛전기효과실험장치와 그 특성연구

최운필, 김경수, 안광철

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《선진과학기술을 받아들이는데서 주체를 철저히 세워야 합니다.》(《김일성전집》 제68권 92페이지)

지금까지 외부빛전기효과실험에서는 수십W급이상의 백열등이나 방전등과 함께 빛거르개와 빛세기감쇠판과 같은것을 리용하고있다.[1-3]

우리는 1W급LED등(적색, 등색, 록색, 청색)을 리용하여 외부빛전기효과실험을 진행하기 위한 가능성을 조사한데 기초하여 LED등을 리용한 외부빛전기효과실험장치를 제작하고 그 특성을 연구하였다.

먼저 1W급LED등인 적색LED등(30~35lm, 파장구간 620~630nm), 등색LED등(35~40lm, 587~595nm), 록색LED등(65~75lm, 520~525nm), 청색LED등(18~20lm, 460~465nm)의 스펙트르특성을 조사하였다.

파장의 표준으로 리용되는 수은등의 스펙트르 특성을 그림 1에 보여주었다.[1]

그림 1에서 보는바와 같이 577.0, 579.1nm의 파장간격이 2.1nm라는것을 고려하면 수은등선스펙트르들의 반폭이 매우 작으며 따라서 단색성이 아주 좋다는것을 알수 있다.

따라서 프리즘분광실험에서 표준분산곡선을 작성하는데는 보통 수은등의 선스펙트르들(435.8, 491.6, 546.1, 577.0, 690.7nm)이 리용되고있다.

그러나 선행연구[2]에서 수은등의 선스펙트르 들은 그림 1의 결과와 많이 차이난다.(표 1)

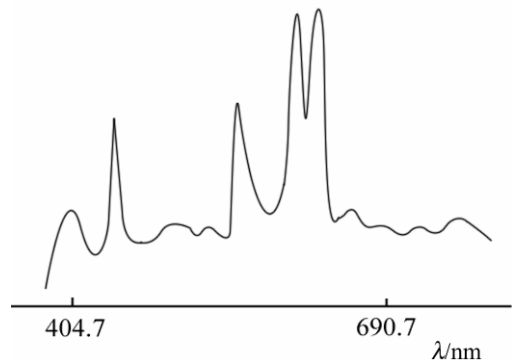


그림 1. 수은등의 스펙트르

표 1. 프리즘의 분산곡선작성에 리용되는 수은등의 선스펙트르자료

파장 /nm	색갈	밝기 정도	그림 1과 비교	파장 /nm	색갈	밝기 정도	그림 1과 비교
404.7	자색	강		491.6	청록	중	
407.8	자색	중		496.0	청록	약	없음
410.8	자색	약	없음	546.0	록색	매우 강함	
433.9	청색	약	없음	577.0	등색	매우 강함	
434.8	청색	중	없음	579.1	등색	매우 강함	
435.8	청색	강		623.4	적색	약	없음

프리즘분광기로 보면 적색LED등과 등색LED등은 하나의 밝은 선스펙트르를 주지만 청

색LED등과 녹색LED등에서는 세기가 매우 작은 다른 색깔의 선스펙트럼들도 관찰되었다.

이것은 상품화된 LED등들의 파장값들을 다시 정확히 결정할것을 요구한다.

이로부터 우리는 분광기 《CARL ZEISS JENA 248615》를 리용하여 1W급LED등들의 중심파장과 스펙트르특성을 조사하였다.(표 2)

표 2. 몇가지 LED등들의 파장구간과 중심파장측정값

LED등	적색	등색	녹색	청색
파장구간/nm	620~630	587~595	520~525	460~465
측정값/nm	625 ± 40	585 ± 40	512 ± 40	450 ± 40

것은 LED등을 리용하려면 반드시 그것의 중심파장과 반폭을 측정하여야 한다는것을 보여준다. 또한 선스펙트르들을 얻는데 리용되는 색유리로 만든 빔거르개들의 반폭은 20nm이고 간섭거르개인 경우 선스펙트르의 반폭은 2nm정도이다.

따라서 우리가 실험에 리용하려는 LED등들의 반폭은 상대적으로 크지만 상대적인 준단색성을 가지는것으로 평가할수 있다.

프리즘분광기를 리용하면 수은등의 표준분산곡선으로부터 LED등들의 파장을 보다 엄밀하게 결정할수 있다.

그림 2에 수은등에 의한 표준분산곡선(○와 △으로 표시)과 그것을 리용하여 결정한 1W급적색, 등색, 녹색, 청색LED등들의 중심파장값(+로 표시)을 함께 보여주었다.

수은등이 내보내는 적색대역의 스펙트르들에는 프리즘분광기를 조절하는데 따라 하나의 선스펙트르(623.4nm)가 나타나거나 2개의 선스펙트르(623.4, 690.7nm)가 함께 나타나는 경우가 있다.

곡선 1의 경우 적, 등, 녹, 청색LED등들의 중심파장은 각각 623.4, 604.0, 528.5, 475.0nm이고 곡선 2의 경우에는 그것이 각각 626.6, 584.0, 567.0, 493.0nm이다.

한편 외부빛전기효과검증을 위한 실험장치의 구성도는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 4개의 LED등들이 설치되어있는 광원과 빛전자관은 광학대우에 설치되어있다. 빛전자관으로는 IP39(G4b2)를 리용하였으며 4개의 LED등들은 외부빛

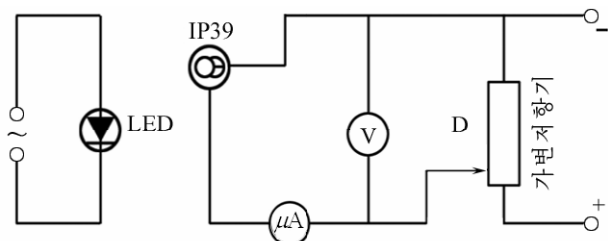


그림 3. 외부빛전기효과실험장치의 구성도

표 2에서 보는바와 같이 측정된 적색등과 등색등의 중심파장은 지적된 파장구간안에 놓이지만 녹색등과 청색등의 중심파장은 지적된 파장구간안에 놓이지 않는다. 이

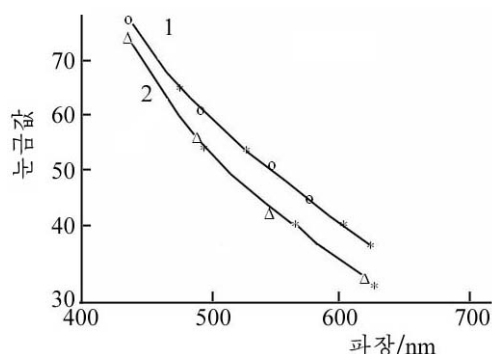


그림 2. 분산곡선을 리용한 LED등들의 중심파장값

1, 2는 적색선스펙트르가 각각 1, 2개 관측되는 경우

을 차단한 금속통안에 설치되었다.

광원과 빛전자관에 전원을 보장하기 위한 전원단은 LED등의 전력소비가 매우 작다는것을 고려하여 따로 소형화하여 제작하였는데 이때 빛전자관에 +300V~ -300V의 전압을 보장할수 있도록 회로를 구성하였다.

빛전자관의 양극과 음극에 걸리는 전압은 수자식전압계 《DT 9208A》로, 회로에 흐르는 빛전류세기는 마이크로암페어계 《HAD-2》(측정대역 $0 \sim 1\,500\,\mu\text{A}$)로 측정하였다.

광원과 빛전자관사이의 거리를 7cm로 일정하게 유지하면서 적색 및 등색LED등에 0.6W의 전력을 보장하고 빛전자관에서의 전류-전압특성을 조사하면 그림 4와 같다.

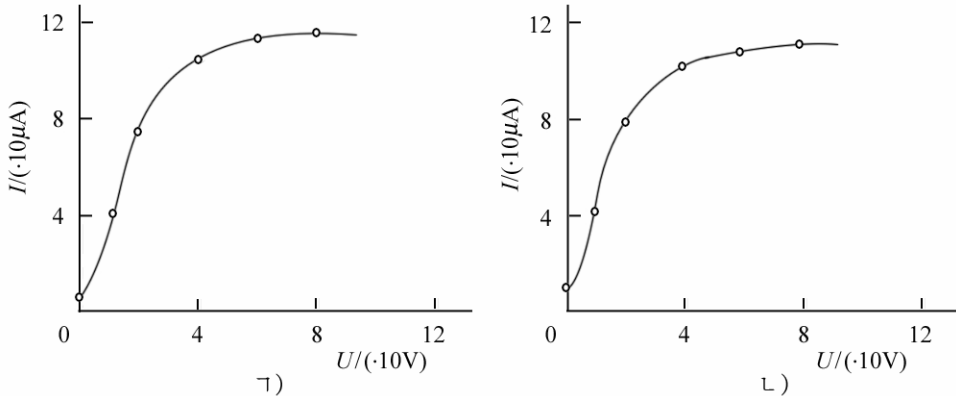


그림 4. 적색(㉠) 및 등색(㉡)LED등의 경우 전류-전압특성곡선

그림 4에서 보는바와 같이 빛전자관에 걸어준 직류전압을 증가시킬 때 빛전류의 세기는 급격히 증가하다가 약 40V이상의 전압에서는 점차 포화특성을 나타낸다.

이 실험결과는 수은등을 리용하는 외부빛전기효과실험장치에서의 전압-전류특성곡선 [1, 3]과 잘 일치한다. 또한 적색LED등과 등색LED등의 경우 령전압전류는 각각 $0.65, 0.75\,\mu\text{A}$ 이며 한계전압은 각각 0.55, 0.70V이다.

맺 는 말

1) LED등을 리용하자면 반드시 해당 복사의 중심파장과 반폭을 측정하여 그것의 단색성을 밝혀야 한다.

2) 수은등(수십W이상)대신 준단색성의 빛을 주는 1W급LED등을 리용하여 전력소비가 매우 적은 외부빛전기효과실험장치를 설계하고 제작하였다.

3) 준단색성LED등을 리용하여 외부빛전기효과의 전류-전압특성을 관찰할수 있으며 령전압전류의 세기와 한계전압을 쟈수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 강수만; 물리실험(자연과학부용), 김일성종합대학출판사, 200~264, 1992.
- [2] 안광철; 광학(물리학부용), 김일성종합대학출판사, 30~110, 주체101(2012).
- [3] 沈元花; 基礎物理學实验, 高等教育出版社, 200~264, 2005.

주체104(2015)년 7월 4일 원고접수

Manufacture and Characteristics of a Laboratory Equipment for the External Photoelectric Effect using LED

Choe Un Phil, Kim Kyong Su and An Kwang Chol

We considered the possibility for proceeding the experiment of the external photoelectric effect using commercial 1W LED. We designed and manufactured a laboratory equipment for the external photoelectric effect using LED, and measured an I - U characteristic curve which is similar to that obtained in the laboratory equipments using Hg lamp (several tens W) and also directly measured the limiting voltage.

Key words: LED, external photoelectric effect