

20W급 형광등 대체형 LED Tube 개발

(Development of 20W LED Tube for alternating Fluorescence Luminaires)

김 기훈* · 박 정욱 · 김 진홍 · 천 우영 · 송 상빈
(한국광기술원)

(Gi-Hoon Kim* · Joung Wook Park, Jin-Hong Kim · Woo-Young Cheon · Sang-Bin Song)

Abstract

20W 급 LED Tube의 개발을 위하여 LED Package의 광효율이 70lm/W이상을 갖는 Package를 자체 제작하고 이를 적용하여 LED Tube의 광학, 방열 및 기구 구조 설계를 하여 시제품을 제작하였다.

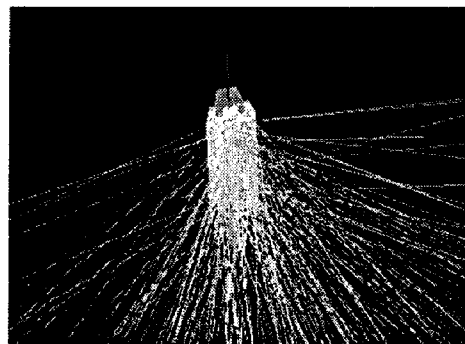
그 결과 시제품의 성능은 광속 1081 lm, 상관색온도 6818 K, Ra 79.71이 성능을 갖는 20W LED Tube를 개발하였다.

1. 서 론

LED의 광 효율의 증가와 가격 및 성능의 향상은 LED를 조명용 기구의 광원으로 그 사용을 점차 확대시키고 있다. 이에 따라 올해 LED 업계의 가정용 광원 시장을 주도하기 위한 경쟁은 그 어느 때보다 치열해질 전망이다.

유럽과 호주, 미국, 일본 등은 자국내 고효율 친환경 광원인 LED 산업을 육성하기 위하여 백열전구 판매를 금지하고 고효율 조명기구 사용 의무화를 법제화하여 시장 보급 확대에 주력하고 있다. 특히 중국은 4개 지역에 대해서는 도시조명을 위한 에너지 절약 법규 조례를 제정하여 2010년까지 LED로 50%를 교체하여 전략적인 보급 사업을 수행하고 있다[1]. 이에 따라 한국광기술원은 기존의 형광 등기구와 전자식 안정기는 그대로 사용하고 20W급 T8 직관형 형광램프 만을 교체할 수 있는 동일한 소비전력의 LED Tube를 개발하였다.

저 기존 형광등기구의 배광이 어떠한지를 알아야 한다. 개발 대상인 LED Tube를 기존의 형광등 대신 적용하였을 때 기존의 형광등기구의 배광과 동일하게 하기 위해서 이다. 그림 1은 20W 2등용 형광등기구의 배광특성을 Photopia 2.0을 활용한 시뮬레이션 결과이다. 광원으로는 18W Osram/Sylvania의 FL T8을 사용하였다. 반사판은 Alanoid 911AB 인 경면 반사형 알루미늄을 재료로 사용한 반사율은 88%이다.



2. 20W LED Tube 설계

2.1. 기구 광학설계

LED Tube에 사용된 LED Package는 한국광기술원에서 자체 개발한 Package이며 칩은 외 C사의 칩을 사용하였다. 이 칩의 Optical power는 420mW@350mA 이고 Wavelength는 455nm 이다. 형광체는 YAG(6.0wt%)를 사용하였으며, 봉지재는 산유렉스(VS9301)를 사용하였다. Package 공정상의 기술은 본 논문에서는 자세히 설명하지 않는다.

형광등 교체형 LED Tube의 광학설계를 위해서는 먼

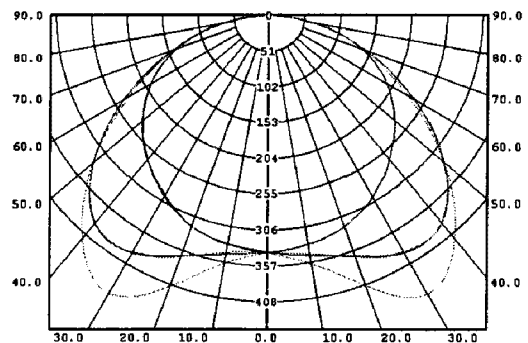


그림 1. 20W 2등용 형광등기구의 배광특성

이와 같이 형광등기구를 동일하게 적용하여 동일한 배광을 만들기 위해서는 다음과 같은 LED 배열을 U자로 하여 우측면, 좌측면, 밑면에 LED를 배치하여 상단면을 제외한 모든 방향으로 빛을 보내야 한다. 하단

면에만 LED를 배치하여 형광등기구에 적용하면 그 배광은 형광등기구 배광과 크게 달라지기 때문이다. 그림 2는 그림 1에 사용한 형광등기구에 U 자형 LED 광원 모듈을 적용하였을 때의 배광특성을 나타낸다.

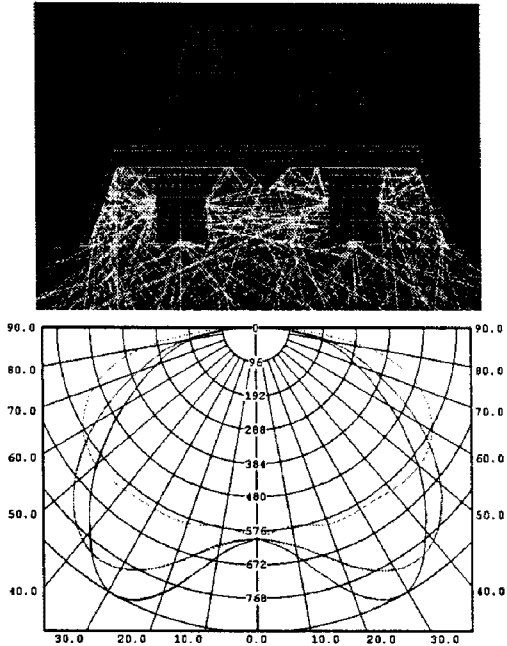
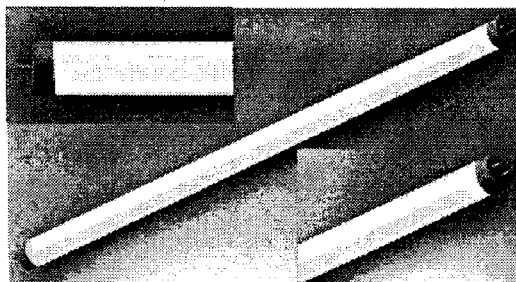


그림 2. 20W LED Tube 적용시 형광등기구의 배광특성

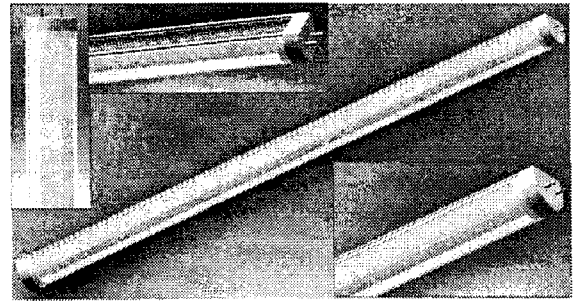
그림 1, 2의 배광특성을 비교하면 완전히 그 배광이 일치하지는 않지만 어느 정도는 비슷하다는 것을 알 수 있다. 따라서 LED 광원모듈의 LED 배치는 U자로 하고, 확산 glove을 부착하여 될 수 있는 한 형광램프의 배광과 동일하게 하기로 하였다. LED 간격은 하면에 34.1mm LED 16 EA를 사용하였고, 양측면은 LED 간격 30.52mm의 LED 32EA를 사용하였다.

2.2. 기구 구조 및 방열설계

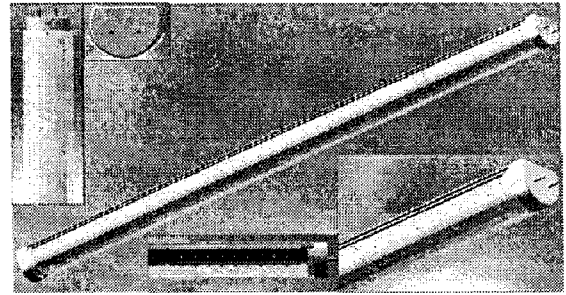
20W LED Tube의 기구구조는 그림 3과 같이 3가지 Type을 가지고 그 특징 및 문제점을 분석 하였다. 그림 3은 각 Type에 대한 구조를 그림으로 나타내고 있고, 표 1은 이들 3가지 Type의 분석결과를 나타내고 있다.



Type A



Type B



Type C

그림 3. 기구구조 설계 Type

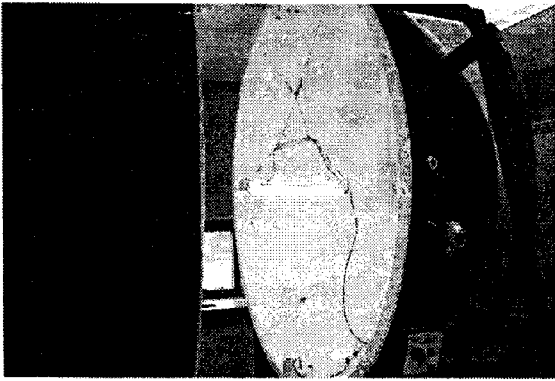
표 1. 기구구조 분석

TY PE	A	B	C
설 명	일반 형광램프 모양의 사각 타입의 LED 패키지	방열 및 배광 조절을 고려한 변형 구조	완전 열린 구조
특 징	기존 램프와 호환성 우수	방열 용이	방열 용이 확산 glove 탈부착 용이
문 제 점	방열 패키지 소형화	구조복잡 무게증가	외부 노출에 의한 먼지 누적, 내부구조 노출 (미관상 문제)

분석결과 기구 구조는 설계 타입은 A 타입과 B 타입을 절충하여 기존 램프와 호환성이 우수하고 방열이 용이한 구조로 하기로 하였다.

설계 요소는

- 전체 크기 $\Phi 25 \times 580\text{mm}$
- 모듈 사이즈 : 480mm
- 튜브사이즈 : 500mm
- 베이스 사이즈 : 40mm
- LED 모듈 프레임 사이즈 : $\square 20 \times 20\text{mm}$
- 전원회로 : 베이스 내장형
- 회로 사이즈 : $\square 24 \times 24\text{mm}$
- 방열 구조 : 방열 핀 없이 자체 면적을 활용한 방열 구조
- 주요 특징 : 상면 오픈형 구조로 열방출 용이.

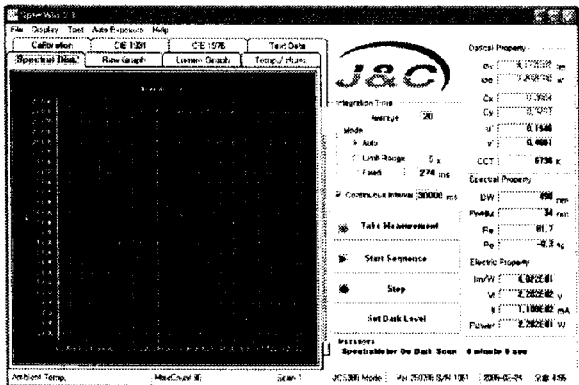


(a) LED Tube 광속구 내 설치

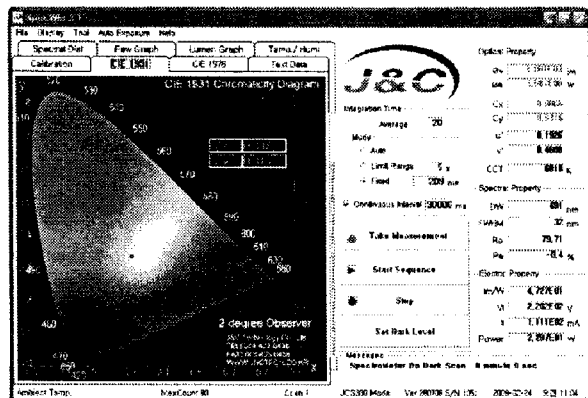
의 성능은 광속 1081 lm, 상관색온도 6818 K, Ra 79.71 이 성능을 갖는 20W LED Tube를 개발하였다.

참 고 문 헌

- (1) 日本照明學會, "LED 照明ハンドブック", 2006, pp.28~41



(b) LED Tube 분광분포 측정결과



(c) LED Tube 색 측정결과

그림 8. LED Tube 광속 측정 결과

그림 8은 20W LED Tube의 광속 측정결과를 나타내고 있다. 그림 (a)와 같이 광속구 내에 LED Tube를 위치시키고 측정된 결과 광속은 1081 lm, 광효율은 47.3 lm/W, 상관색온도는 6818 K, CIE 1931 색좌표 x=0.3069, y=0.3316, Ra는 79.71로 측정되었다.

4. 결 론

20W 급 LED Tube의 개발을 위하여 LED Package의 광효율이 70lm/W이상을 갖는 Package를 자체 제작하고 이를 적용하여 LED Tube의 광학, 방열 및 기구 구조 설계를 하여 시제품을 제작하였다. 그 결과 시제품