Photopia를 이용한 LED 형광등 광학설계

김세훈, 어익수
호남대학교 전기공학과

LED Fluorescent Lamp Optical Design using Photopia

Sei-hun Kim, Ik-soo Eo
Honam University

Abstract - 20W급 LED 형광등 광학 설계를 위하여 1W × 20개와 2W × 10개의 두 가지 경우로 Photopia를 이용하여 시뮬레이션 하였다. 이를 통하여 배광곡선, 조도분포, 균제도를 분석하였으며, 그 결과 배광분포는 1W × 20개가 균일하며, 경제성은 2W × 10개가 우수함을 확인할 수 있었다.

1. 서 론

LED는 빛을 발하는 반도체 소자인 발광 다이오드(Light Emitting Diode)로, 전자가 일정한 파장으로 튀어나오는 현상을 이용한 p-n접합에 의한 반도체 소자이다. 장점은 낮은 전력소비량에도 불구하고 매우 효율적인 광원이 될 수 있고, 연색성이 뛰어나며, 내구성이 뛰어나고 직류전원(DC)을 사용한다[1].

LED를 조명으로 활용하기 위한 방법 중에서, 조명기구의 광학적 성능을 향상시키기 위해서는 반사판과 굴절판 그리고 투과판을 설계하여야하며, 이들 설계법에 대해서는 다양한 형태로 소개되었다[2]. Photopia는 CAD에서 설계된 파일을 모델링하여 Simulation을 한다. 그 결과 시간과 원료 절감이 가능하여 주로 조명광학에 많이 사용되며, 본 고에서도 이를 통하여 배광 예측을 하였다. LED가 지금까지는 주로 구형 형태로 개발되어 사용되어 왔으나, 본 고에서는 형광등의 형태로 설계하여 그 결과를 비교 분석하고자 한다[3]. 이를 위하여 1W급 20개 LED 형광등과 2W급 10개 LED 형광등의 배광분포를 Photopia 프로그램으로 분석해 보고 그에 따른 결과를 이 논문에서 확인하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험 방법

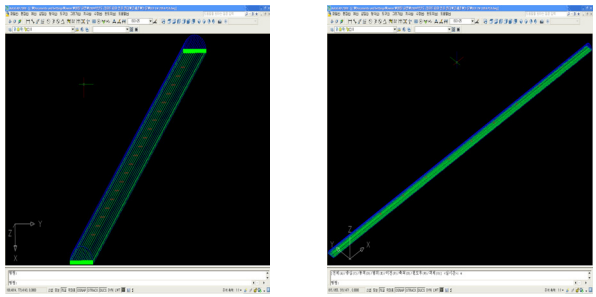
LED 형광등의 PCB를 1W급 20개로 제작한 것과 2W급 10개로 제작한 PCB를 AutoCAD로 제작하여 확장명 DXF인 파일로 저장한 후 Photopia를 이용하여 Simulation 실시하며 다음의 순서에 의한다. AutoCAD에서 1W 20개와 2W 10개의 LED형광등 도면을 작성한 후 확장명 dxf로 저장한다. 저장한 도면 파일을 Photopia에서 Insert하며, 실행 후 반사판 및 투과판, Lamp 설정을 한다. 설정 후, Lamp 배열 및 반사판, 투과판 재질을 설정하여 최종 Simulation을 실시한다.

<표 1> Simulation 조건

구 분	1W LED 형광등	2W LED 형광등
LED 모델명	CREE 1W XL7090 white(350mA)	LED 2W Z-Power P4-II Lambertian White(350mA)
반사판	Generic, 반사율 50%, 재질: PCB	
투과판	Generic, clear ploycarbonate(solid model) 90%	
Lumen	55	68

2.2 실험 분석

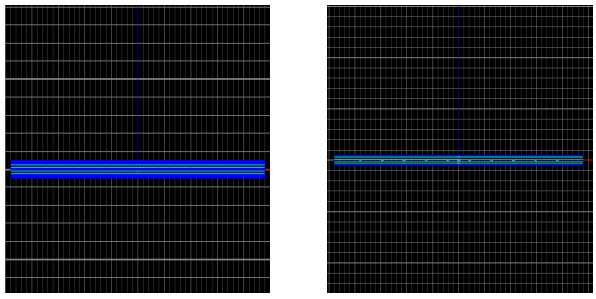
일반 형광등 40W의 광속은 약 3,000 Lm이며, LED형광등의 특성상 20W 전력이면 근사치의 Lm값을 구할 수 있다. 그러므로 1W 20개의 배광 측정과 2W 10개의 배광을 측정하여 비교 분석하였다.



(a) 1W 20개 (b) 2W 10개

<그림 1> LED 형광등 Front View

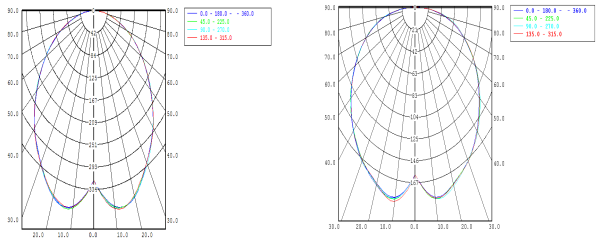
<그림 1>의 (a)와 (b)는 LED 형광등의 결과값을 분석하기 위하여 도면이 제작되었다. AutoCAD 프로그램을 이용하여 설계하였고, Photopia를 활용하여 배광곡선, 조도분포, 균제도의 결과값을 도출하였다.



(a) 1W 20개 (b) 2W 10개

<그림 2> LED 형광등 Geometric View

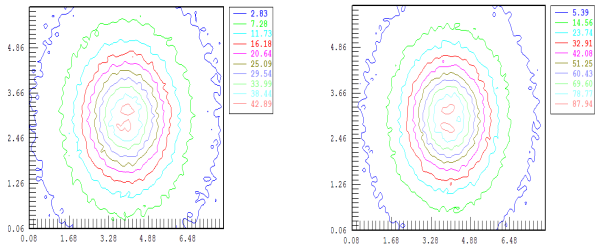
<그림 2>의 (a)와 (b)는 Photopia의 Simulation 과정이며 <그림 1>의 (a)와 (b) 파일을 각각 불러와 import model 과정에서 layer 지정 실시 및 반사판, 투과판을 설정하고, Orient Surfaces 과정에서 반사판면, 투과판 면을 결정한 후, Add Lamp 과정에서 Lamp를 선정하고, Design Properties 과정에서 Lamp 위치 배열 및 반사판 재질, 투과판 재질을 선정하여 Simulation을 실시하였다.



(a) 1W 20개 (b) 2W 10개

<그림 3> LED 형광등 Candela Polar Plot

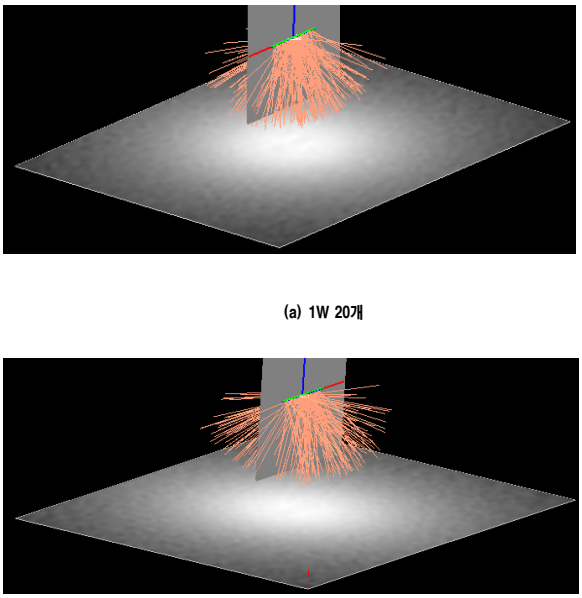
Simulation 결과로 나타난 각각의 LED 형광등 배광분포는 <그림 3>과 같다. (a)는 1W 20개 LED 형광등의 배광분포이고 (b)는 2W 10개 LED 형광등에 대한 배광 분포를 나타낸 그림이다.



(a) 1W 20개 (b) 2W 10개

<그림 4> LED 형광등 Illumination Plane Contour Plot

<그림 4>는 각각의 LED 형광등에 대한 조도 분포를 나타낸 그림이다. 피조면은 조명기구의 직하방향 2m에 설정하였으며 피조면의 가로세로 길이는 4X3 [m]이다.



(a) 1W 20개

(b) 2W 10개

<그림 5> LED 형광등 Ray Trace

<그림 5>는 Photopia에서 Ray Trace 결과를 나타낸 그림이다. 그림에서 보면 아래 부분의 shade 처리된 영역은 조도면을 음영으로 나타낸것이다.

3. 결 론

형광등 형태의 LED Lighting을 1W 20개와 2W 10개로 구분 모델링 해석 결과 다음의 결과를 얻을 수 있었다.

1. 배광분포는 2W 10개가 넓은 배광각을 얻어 광학적 측면에서는 우수함이 측정 되었다.

2. 경제적 측면에서는 1W 20개가 유리함을 알 수 있었다.

3. 결과적으로 광학적 측면과 경제적 측면을 고려하여 장소와 용도에 맞는 적합한 광원의 선택이 중요함이 확인되었다.

[참 고 문 헌]

[1] 인터넷, “http://blog.naver.com/something81?Redirect”.
[2] 김 훈, 김기훈, 김진우, “Photopia의 특징과 이용사례”, 한국조명 전기설비학회논문지, Vol. 16, No. 2, pp 47, 2002.
[3] 인터넷 “http://100.naver.com/100.nhn?docid=770837”,