



## 저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

2013년 8월  
석사학위 논문

# 기하 광학적 광선 추적법을 이용한 LED 전구의 무지향성 배광설계

조선대학교 대학원

광 기술 공 학 과

배 호 준

기하 광학적 광선 추적법을 이용한  
LED 전구의 무지향성 배광설계

Omnidirectional light distribution design of LED Bulb  
based on geometrical ray tracing method

2013년 8월 23일

조선대학교 대학원

광 기 술 공 학 과

배 호 준

# 기하 광학적 광선 추적법을 이용한 LED 전구의 무지향성 배광설계

지도교수 권 민 기

이 논문을 공학석사학위신청 논문으로 제출함

2013년 4월

조선대학교 대학원

광 기 술 공 학 과

배 호 준

# 배 호 준의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 박 종 락 인

위 원 조선대학교 교수 권 민 기 인

위 원 한국광기술원 선임연구원 김 유 신 인

2013년 5월

조선대학교 대학원

# 목 차

## ABSTRACT

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구 배경 및 필요성	1
1. 연구 배경	1
2. 연구 필요성	4
제 2 장 이론 고찰	7
제 1 절 조명기술의 기초	7
1. 빛이란	7
2. 빛의 성질	8
3. 광 측정과 단위	9
제 2 절 조명	13
1. 조명의 정의	13
2. 조명기구의 분류	13
제 3 절 무지향성 배광의 DOE 기준	20
제 3 장 광학 설계 및 측정 방법	23
제 1 절 광학 설계	23

제 2 절 방열 설계 .....	24
제 3 절 측정 장비 .....	25
제 4 장 선행 기술 및 상용화 제품 분석 .....	26
제 1 절 선행 연구(논문) 및 관련특허 .....	26
제 2 절 국내외 별브시장 동향 및 상용화 제품 조사 .....	28
제 3 절 무지향성 LED 조명 광학 설계 .....	32
1. 무지향성 LED 조명 광학 설계 개요 .....	32
2. 글로브 형상 설계 .....	33
3. 삽입형 내부 확산체 광학 설계 .....	35
4. 일체형 내부 확산체 광학 설계 .....	36
5. 기구 설계 및 방열 설계 .....	38
제 4 절 시제품 제작 및 분석 .....	40
1. 시제품 제작 및 배광 특성 .....	40
2. 적용성 평가 .....	42
제 5 장 결론 .....	44

참고문헌

감사의 말씀

# 그림 목 차

그림 1.1	국가별 전통 조명 규제 방침 .....	4
그림 1.2	백열전구가 갖는 무지향성 배광 형태 .....	5
그림 1.3	LED 조명기구가 갖는 Lambertian 배광 형태 .....	5
그림 1.4	다양한 형태의 전구형 LED 램프 .....	6
그림 2.1	비시감도 곡선 .....	8
그림 2.2	연직 배광곡선 .....	12
그림 2.3	백열램프의 구조 .....	14
그림 2.4	LED의 발광 개념도 .....	16
그림 2.5	직접조명방식 .....	17
그림 2.6	간접조명방식 .....	18
그림 2.7	반직접/반간접조명방식 .....	19
그림 2.8	전반확산조명방식 .....	19
그림 2.9	Diagram of omnidirectional lamp zones .....	22
그림 3.1	SolidWorks를 이용한 Flow simulation 예시 이미지 .....	24
그림 3.2	광학 및 전기적 특성 측정 장비 .....	25
그림 4.1	입체적 LED 소자 배치 구조를 지닌 특허 .....	27
그림 4.2	2차 광학부품을 이용한 특허 .....	27
그림 4.3	선정된 상용화 LED 전구 .....	28
그림 4.4	omnidirectional 배광 규격을 만족한 “D” 샘플의 외관 및 내관사진 .....	31
그림 4.5	실제 측정한 소자의 배광과 라이브러리에서 지원하는 소자의 시뮬레이션 배광을 비교한 모습 .....	33
그림 4.6	반구에서부터 점차 원형으로 증가 .....	34
그림 4.7	내부 확산체 적용에 따른 광학설계 결과 .....	35
그림 4.8	내부 확산체 일체구조의 높이변경 .....	37
그림 4.9	최종 광학설계 결과 배광형태 .....	38
그림 4.10	방열 시뮬레이션 모델링 이미지 .....	39



그림 4.11 방열 시뮬레이션 결과 .....	39
그림 4.12 시제품 제작 이미지 .....	40
그림 4.13 시제품 배광측정 결과 .....	41
그림 4.14 조명설계 시뮬레이션 및 실제 환경에 적용 .....	43

# 표 목 차

표 1.1 다양한 형태의 LED 조명 .....	3
표 2.1 전통 조명과 LED 조명 비교 .....	16
표 2.2 Energy star에서 요구하는 백열램프 대체용 모든 LED 램프 및 omnidirectional lamp의 광학적인 항목 .....	21
표 4.1 상용화제품 전기적 광학적 측정결과 .....	29
표 4.2 상용화 제품 배광특성 측정 결과 .....	30
표 4.3 내부 확산체가 적용된 배광 형태와 무지향성 기준적용 비교 .....	36
표 4.4 투과율 변화에 따른 일체형 내부 확산체 배광 형태와 무지향성 기준적용 비교 .....	38
표 4.5 시제품 배광 형태와 무지향성 기준적용 비교 .....	41

# ABSTRACT

## Omnidirectional light distribution design of LED Bulb based on geometrical ray tracing method

Bae Ho June

Advisor : Prof. Kwon Min-Ki, Ph.D.

Department of Photonic Engineering

Graduate School of Chosun University

LEDs (Light Emitting Diodes) present many advantages over incandescent light sources including lower energy consumption, longer lifetime, improved physical robustness, smaller size, and faster switching. As LED materials technology grew more advanced, light output rose, while maintaining efficiency and reliability at acceptable levels. Recently, with the prohibition of the sale of incandescent light bulbs, thus encouraging the use of more energy-efficient lighting alternatives, LEDs were commonly used as replacements for incandescent. Although LED has many advantages, it is difficult to directly replace the incandescent light bulbs with LED bulbs because of difference of light distribution pattern between LED and incandescent light bulbs. LED bulbs

naturally distribute light in a directional manner out the top and side of the lens while incandescent light bulbs emit light in all directions as omnidirectional sources. So, simply replacement from incandescent light bulbs to LED bulbs in existing lighting system is resulted in decrease of uniformity ratio of illumination. Therefore, it is required to develop LED bulbs with omnidirectional light distribution pattern to replace incandescent light bulbs without extra cost such as purchase of additional diffuser and reflector. There are few commercialized LED bulbs with omnidirectional light distribution pattern with complicated design.

In this work, we designed the LED bulbs with omnidirectional light distribution pattern by optical design which is sufficient with regulation from Energy Star. Especially, we simply modified the shape and transmittance/reflectance of globe to optimize the omnidirectional light distribution pattern. Then, we fabricated the prototype of LED bulbs. Finally, we found that our LED bulbs can meet the regulation for omnidirectional light distribution pattern defined by Energy Star. This work shows that it is possible to fabricate the low-cost LED bulbs with omnidirectional light distribution pattern without extra cost such as complicated design.

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구 배경 및 필요성

### 1. 연구 배경

조명은 인간이 삶을 영위해 나가는데 있어서 반드시 필요한 도구로 그 시대의 기술 수준과 시대적 요구에 따라 발전해왔다. 과거 등화시대에 단순히 불을 밝히는 수단에서부터 인간의 건강하고 쾌적한 삶과 아름다움을 창조하는 수단으로 발전하였다. 그리고 오늘날 고효율 및 친환경적 조명까지 조명에 대한 시대적 요구는 다양하고 광범위하게 변화하고 있으며, 이를 충족시킬 수 있는 새로운 조명기술과 신조명 광원에 대한 관심도 크게 높아지고 있다.

인류에게 있어서 문명을 가져다 준 가장 중요한 원동력은 불이라고 말 할 수 있으며, 인류가 불을 이용하면서부터 문명은 급속도로 발전해 왔다. 어둠을 밝히는 조명으로서의 불과 추위를 막아주는 난방으로서의 불에서 시작하여 점차 음식과 기물을 만드는 등 그 쓰임새가 다양하게 발전하여 왔다. 그리고 조명의 역사는 목재를 연소시키거나 기름을 이용한 등잔의 등장 이후 전기를 이용한 최초의 인공 광원은 1802년 탄소아크 가로등을 점등한 것이며, 1879년 면사를 탄화시켜 만든 진공전구가 오늘날 백열전구의 시초로 전기를 이용한 최초의 인공 광원이다. 그리고 그 후 1931년 고압수은램프와 저압나트륨램프가 출현하였고, 1938년에는 형광램프가 출현하여 현재에도 조명용 광원으로 가장 널리 사용되어지고 있다. 1961년에는 메탈헬라이드램프가 개발되었으며, 현재 이를 응용한 세라믹 메탈헬라이드램프가 개발되어 광색의 안정과 수명 등의 광학적 개선을 이루어졌다.

전 세계적으로 천연자원의 고갈과 환경오염과 같은 문제로 인해 에너지 절감 정책을 펴고 있으며, 그에 따라 에너지 소비가 큰 기존 일반 조명용 광원을 대체할 수 있

는 고출력, 고효율의 새로운 광원인 LED에 대한 연구와 관련 제품 개발이 활발하게 진행되고 있다. 특히 반도체 기술의 발전으로 전자회로의 부품이나 정보 전달을 위한 디스플레이 소자에 주로 사용되었던 LED가 백색 빛이 구현됨으로서 신조명 광원으로 크게 주목 받고 있다. 이처럼 인공 조명의 역사는 백열전구로부터 LED 조명까지 발전되어지면서 높은 효율과 장수명, 좋은 광색의 우수한 광원으로 이어지고 있다.

LED는 광산업을 새롭게 이끄는 트렌드이며, IT기술과 반도체 기술이 융합된 그린 콘텐츠의 핵심 산업으로서 높은 에너지 효율과 장수명으로 인해 ‘저탄소 녹색성장’ 산업의 중요한 한 축으로 자리 잡고 있으며, 전기/전자/조명 등 다양한 응용분야로 폭넓게 확대되고 있는 추세이다. 특히 LED 조명은 에너지 절감 효과가 크고, 환경 친화적일 뿐 아니라 산업 생산성 측면에 있어서 기대효과가 매우 크다. 다음 표 1.1은 다양한 형태의 실내 및 실외용 LED 조명을 나타낸 것이다. 이처럼 LED는 경관 조명과 산업 조명을 넘어, 최근에는 백열램프와 형광램프, 고압/저압 방전램프와 같은 기존의 일반 조명을 대체 가능한 기술적 수준이 이르고 있다. 또한 현재 LED를 광원으로 한 조명 시장은 보급화가 막 시작되는 단계이지만, LED 산업의 급속한 성장 및 각국의 지원책을 바탕으로 조명시장에서 빠르게 성장할 것으로 예상되고 있다.

표 1.1 다양한 형태의 LED 조명

종류		특징	형태
실내용	전구 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LED전구를 백열전구모양으로 유리 또는 아크릴 캡을 씌운 제품</li> <li>- LED 빛의 직진성을 캡안의 렌즈를 통해 넓은 방향으로 빛을 분사시켜 백열전구와 같은 효과를 냄</li> </ul>	
	MR 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 할로겐 대체용</li> <li>- 2핀형 구조 후면에 반사경을 부착</li> </ul>	
	PAR 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 램프내면에 반사면을 도포한 반사막을 이용하여 빛을 집중시켜 광속의 이용도를 대폭 높인 램프</li> </ul>	
	형광등 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 백열전구에 비해 효율이 좋고, 소비전력 또한 1/3정도로 빛이 부드러우며 열이 수반되지 않음</li> </ul>	
	다운라이트 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 천정에 타공을 한 뒤 등 기구를 매입하여 고정</li> <li>- 제품 적용폭이 넓고 제품시공 후 깔끔하여 상업시설에 많이 설치됨</li> </ul>	
실외용	가로등 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 어두운 도로나 길에서 시야 확보를 위해 길 가장자리 높게 설치</li> <li>- 용도와 높이, 조도에 따라 표지등, 도로등, 보안등으로 구분</li> <li>- 하이웨이형, 브래킷형, 주두형의 전주 형식으로 구성</li> </ul>	
	터널등 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도로의 터널에 설치</li> <li>- 기존의 오렌지색 빛과 다른 백색계열의 빛을 많이 사용</li> <li>- 24시간 사용하기에 LED조명 사용시 효과가 큼</li> </ul>	
	고천장등 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공장이나 산업 현장과 같은 천장이 높은 곳에 설치</li> </ul>	
	투광등 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 빛을 모아 일정한 방향으로 비추는 조명등</li> <li>- 실내에선 천정 높은곳에 설치, 실외에선 경관조명으로 많이 사용</li> </ul>	
	지중등 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바닥에 매입</li> <li>- 실내 인테리어 조명으로 사용되기도 함</li> <li>- 전구의 종류나 밝기에 따라 다양한 용도로 사용</li> </ul>	

## 2. 연구 필요성

현재 우리나라를 비롯하여 미국과 유럽, 일본 등 전 세계적으로 백열램프의 판매 규제를 강화하고 있으며, 더불어 LED 조명의 대중화가 시작되면서 기존 조명으로 LED 조명으로 교체하는 작업이 활발하게 벌어지고 있다. 다음 그림 1.1은 전 세계의 국가별 조명 규제 방침을 나타낸 것이다. 그러나 현재 LED 조명으로 백열램프나 형광램프 등 기존의 일반 조명을 완벽하게 대체하기에는 다소 무리가 있다. 이는 LED의 배광 특성이 기존 조명과 상당히 다르며, LED 램프를 일반 조명 광원으로 사용할 경우의 가장 균제도 저하 등의 큰 문제점으로 지적되고 있는 부분이다.

특히, 기존의 백열램프와 수은램프나 메탈할라이드램프와 같은 방전램프의 경우 다음 그림 1.2와 같이 전방향으로 빛을 발산하는 무지향성 (omnidirectional) 배광형태를 지니고 있다. 반면에 LED 조명의 경우, LED 소자의 집속성이 강한 광학적 특징 때문에 그림 1.3과 같이 편방향으로 향하는 형태의 배광형태를 보이며 후배광(수직각 90°~180°)이 없는 Lambertian 배광형태를 지닌다. 그렇기 때문에 상대적으로 빛의 발산각이 작아 넓은 조사영역으로 빛을 방사하는데 어려움이 있다.

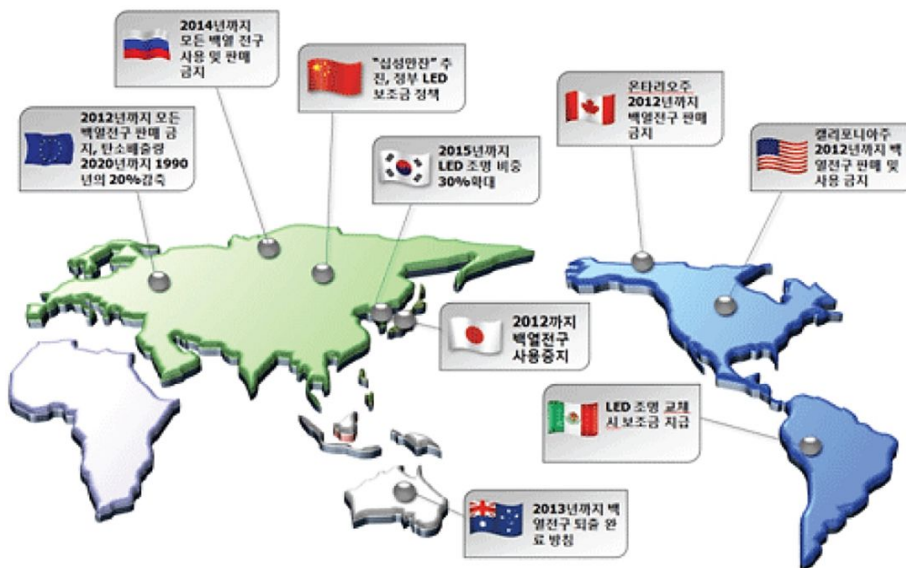


그림 1.1 국가별 전통 조명 규제 방침



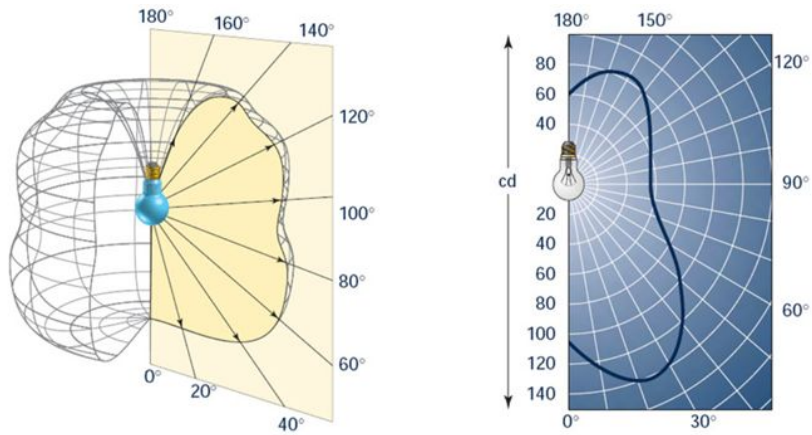


그림 1.2 백열전구가 갖는 무지향성 배광 형태

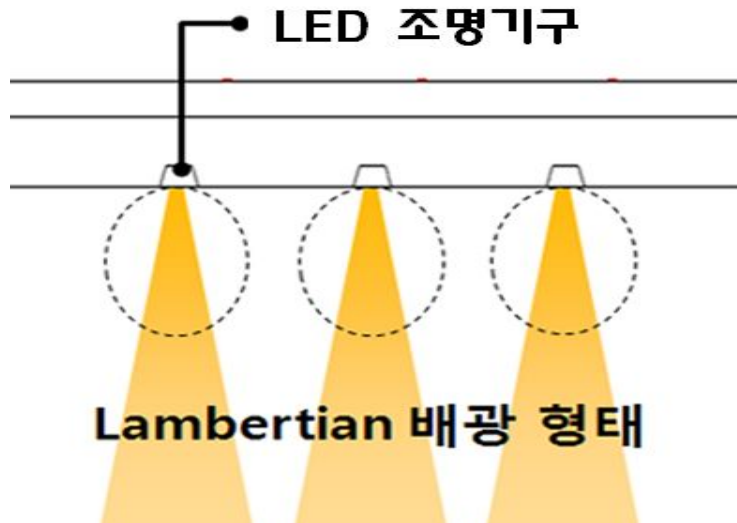


그림 1.3 LED 조명기구가 갖는 Lambertian 배광 형태

따라서 기존의 백열램프를 LED 광원으로 단순히 교체할 경우, 균제도가 낮아져 빛 환경의 변화가 크게 발생하게 된다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 LED 조명기구에 확산판이나 반사판, 렌즈와 같은 2차 광학 부품을 부가적으로 이용하는 방법이 제안

되고 있으며, 그에 따른 효율 저하나 방열 문제 및 가격이 상승하는 단점이 부가적으로 발생되고 있다.

다른 방법으로는 LED 조명의 배광을 무지향성 배광으로 설계 하는 것이다. 이를 위해서 그림 1.4와 같이 글로브 겉면에 LED 소자를 배열하거나 전구 내부에서 LED 소자를 수직방향으로 세우고, 그 위치 또한 글로브 중심에 위치하도록 한 후 반사판이나 렌즈와 같은 광학부품을 이용해 후배광을 갖도록 제어한다. 이와 같은 방법과 같이 무지향성 배광을 갖기 위해서는 복잡한 광학적 구조를 지니게 되며, 배광형태는 기존 백열램프의 무지향성 배광과 차이를 보인다. 또한 방열 특성 제어가 어렵고, 기존 LED 조명들에 비해 효율이 낮은 문제점이 발생한다.

따라서 본 연구에서는 광학적 구조 설계를 통해 기존 백열램프와 비슷한 배광형태인 무지향성 배광 형태를 지니며 가격의 상승 및 효율 저하를 최소화 할 수 있는 LED 전구를 개발하고자 한다. 이에 본 연구는 백열램프가 갖는 무지향성 배광 형태를 구현하기 위해 만들어진 상용화된 LED 전구 제품을 Energy Star가 제시한 ‘무지향성 조명(omnidirectional lamp)’의 성능 기준에 부합하는지 검증하고, 선행연구에서 진행했던 방법의 단점을 파악하였으며, 이를 토대로 무지향성 배광형태를 가지는 LED 전구의 새로운 광학적 디자인을 제안하였다. 또한 이를 위하여 기하 광학적 광선 추적법에 기반으로 한 Photopia 광학 설계 프로그램을 활용하였고, 본 연구에서는 무지향성 배광을 설계하기 위해 글로브의 재질 및 투과율, 반사율, 구조를 기존 LED 조명의 구조 안에서 최적화를 수행하였다.



그림 1.4 다양한 형태의 전구형 LED 램프

## 제 2 장 이론 고찰

### 제 1 절 조명기술의 기초

#### 1. 빛이란

빛은 가시적인 방사 에너지로서 전자기파의 일종이다. 빛은 방사 에너지라는 특성에 의해 빛이 전파되는 데에는 중간 개입 물질(매질)이 필요 없다. 또한 빛은 전자파로서 주파수나 파장에 관계없이 속도가 일정하며, 진공 중에서 약 초속 30만km가 되는 것으로 알려져 있다. 그리고 파장과 주파수는 반비례 관계를 가지고 있으며, 이에 파장이 길면 주파수가 낮고, 파장이 짧으면 주파수가 높다. 또한 전자파가 가지는 에너지는 주파수에 비례한다. 이와 같은 사실을 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{전자파의 속도} = \text{파장} \times \text{주파수}$$

$$c = \lambda \times \nu = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{전자파의 에너지} \propto \text{주파수}$$

$$E = h\nu \quad (h : \text{plank constant})$$

빛의 파장에 따라 인간의 눈으로 느껴지는 색상으로 표현하면 보라, 파랑, 초록, 노랑, 주황, 빨강의 무지개 색상이 된다. 만약, 전자파의 파장이 380nm보다 짧으면 인간의 눈에 보이지 않고, 살균 효과나 화학작용을 일으키는 자외선 영역이 되고, 전자파의 파장이 760nm보다 길면 인간의 눈에는 보이지 않으면서 온열감을 주는 적외선 영역이 된다.

이와 같이 전자파는 파장에 따라 눈에 밝음의 느낌을 주거나 주지 않을 수 있으며, 이것은 파장에 따라 보이거나 보이지 않을 수 있음을 의미한다. 눈에 보이는 파장이라도 파장에 따라서 눈에 밝음의 느낌을 주는 자극의 정도는 각기 다르며, 555nm의 파장이 눈에 가장 밝은 느낌을 준다. 이것을 정량적으로 표현하면 555nm의 전자파 1W를 눈에 쬐이면 인간의 눈은 이것을 683 lm의 밝기로 인식한다.

다시 표현하면 555nm의 가시광선은 683 lm/W의 효율(efficacy)을 가지며, 이것이 이론상의 최대 효율이다. 555nm보다 파장이 길거나 짧으면 밝기의 감각이 상대적으로 약해지며 이것을 555nm 파장과 비교하여 상대적으로 표현한 것을 비시감도 곡선이라 하며 그림 2.1과 같다.

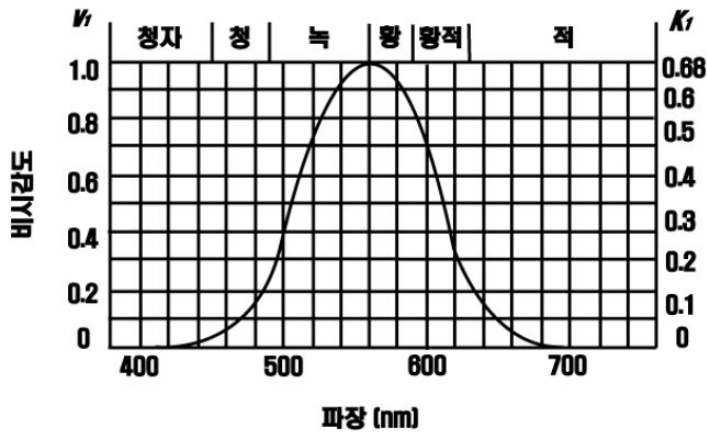


그림 2.1 비시감도 곡선

## 2. 빛의 성질

### 가. 반사

빛은 진행하다가 다른 매질을 만나면 그 경계면에서 그 일부가 되돌아오게 되는데, 이러한 현상을 빛의 반사라고 한다. 다시 말해 파동 또는 입자가 성질이 다른 매질의

경계면에 입사하여 그 일부가 원래의 매질로 되돌아오는 현상으로, 경계면의 요철이 파동의 파장에 비해 충분히 작을 경우의 반사를 정반사 또는 거울 반사라 하고, 파장과 같은 정도 또는 그 이상의 경우의 반사를 난반사 또는 확산 반사라고 한다. 빛이 반사될 때 입사각과 반사각은 항상 같다.

## 나. 굴절

한 물질을 통과하던 빛이 다른 물질을 만나게 되면 반사만 일어나는 것이 아니라 뚫고 들어가기도 한다. 이 때 빛의 속도가 달라지면서 빛의 진행 방향이 바뀌게 되는데, 이를 빛의 굴절이라 한다. 빛의 굴절은 Snell의 굴절 법칙 ( $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ )에 의해 결정된다. 빛의 굴절은 빛의 속도가 빛이 통과하는 물질의 종류에 따라 다르기 때문에 나타나는 현상이다.

## 3. 광 측정과 단위

### 가. 복사속(단위: W)과 광속(단위: lm)

어떤 면을 통과하는 복사 에너지(전자파)의 시간에 대한 비율을 복사속(radiant flux)이라고 하고, 단위는 W이다. 복사속 중 눈에 보이는 것을 광속(luminous flux)이라고 하며, 기호는 F, 단위는 lm(lumen)이다. 광속의 측정은 구형광속계를 이용하여 측정한다.

### 나. 광도(단위: cd)

점광원(point source)이 어떤 방향으로 발산하는 광속의 입체각 밀도를 그 방향의 광도(luminous intensity)라고 한다. 기호는 I, 단위는 cd(candela)이다. 1 cd는 점광원을 중심으로 하여 반지름 1m의 구면을 생각하여, 그 구 표면상의 1m<sup>2</sup>의 면적을 뚫고 나오는 광속이 1 lm일 때 그 방향의 광도를 1 cd라고 한다. 입체각  $\omega$ 내에 광속 F가

균일하게 발산되고 있다면 광도  $I$ 는 다음 식과 같다. 광도의 측정은 광원으로부터 1m의 거리에 조도계를 설치하여 측정할 수 있다.

$$I = \frac{F}{w} \quad [\text{cd}]$$

#### 다. 조도(단위: lx)

어떤 면에 대한 입사광속의 면적당 밀도를 그 면의 조도(illuminance)라고 한다. 조도의 기호는  $E$ , 단위는 lx(lux)이다. 면적  $S$ 에 광속  $F$ 가 균일하게 입사하면, 조도  $E$ 는 다음 식과 같이 계산된다.

$$E = \frac{F}{S} \quad [\text{lx}]$$

#### 라. 휘도(단위: nt, cd/m<sup>2</sup>)

광원에서 어떤 방향으로 나가는 단위 투영면적 당 광도를 휘도(luminance)라고 한다. 기호는  $L$ , 단위는 nt이다. 즉 물체 표면의 휘도는 다음 식과 같으며, 이때,  $S$ 는 물체의 면적,  $\theta$ 는 이 면을 비스듬하게 바라보는 경우의 각도이다.

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos\theta} \quad [\text{nt}]$$

#### 마. 광효율(단위: lm/W, LPW)

실제 광원에서는 발산되는 전방사속보다 많은 에너지를 공급하여야 한다. 즉, 전발산광속 외에 대류, 전도 등에 의한 손실을 포함한 전소비전력을 고려하여야 한다. 전소

비전력 P에 대한 전발산광속 F의 비율을 광효율(luminous efficacy)이라 한다. 기호는  $\eta$ , 단위는 lm/W이다.

$$\eta = \frac{F}{P} \quad [\text{lm/W}]$$

광원에서 생산된 빛은 등기구를 통하여 외부로 적절히 비춰지게 되며 이 과정에서 등기구에 의한 흡수, 광원으로 되돌아가는 빛의 경로 등에 의하여 빛의 손실이 생기게 된다. 즉, 최종적으로 사용되는 빛은 광원에서 생산된 광속보다 적고 이 비율을 기구효율(luminaire efficiency)이라 한다. 기호는  $\epsilon$ , 단위는 % 또는 비율을 사용한다.

$$\epsilon = \frac{F_{\text{(등기구에서 나오는 광속)}}}{F_{L\text{(광원에서 나오는 광속)}}} \quad [\%]$$

#### 바. 색온도(단위: K)

흑체의 어느 온도에서의 광색과 어떤 광원의 광색이 동일할 때, 그 흑체의 온도를 가지고 그 광원의 광색을 나타내고 있으며, 이를 색온도라 한다. 색온도는 절대온도 K(Kelvin)으로 표시하고 있으며 절대온도  $K = ^\circ\text{C} + 273$  이다. 일반적으로 색온도가 낮으면 따스함을 느끼게 되는 붉은 빛을 띠고, 색온도가 높아짐에 따라서 낮의 태양광과 같이 백색 빛을 띠게 되고, 더욱 높아지면 푸른빛을 띤 시원한 색을 띠게 된다.

#### 사. 연색성

연색성(color rendition)이란 광원에 의하여 비추일 때, 그 물체의 색의 보임을 정하는 광원의 성질을 말한다. 태양광선 아래에서 본 것보다 색의 보임이 떨어질수록 연색성은 떨어진다. 또한 연색성이 나쁜 광원으로 조명하면 물체의 색은 본연의 색과 다르게 보인다. 이러한 연색성을 수치로 표시한 것이 연색평가수라고 하며, 평균연색평가수

(Ra)란 많은 물체의 대표색으로서 8종류 또는 14종류의 시험색을 사용하여 그의 평균값으로부터 구한 것이다. 평균연색 평가수가 100이란 그 광원의 연색성이 기준광과 동일하다는 것을 의미한다. 일반적으로 실내에서는 Ra가 70 이상이 되는 것이 바람직하다.

## 아. 배광

조명기구의 가장 큰 기능은 램프에서 나오는 빛의 방향을 조절하는 것이다. 조명기구를 통해 빛이 모아진 정도는 배광곡선(Distribution curve of luminous intensity)을 통해 알 수 있다. 평면상에서 한 점의 위치를 표시하기 위한 좌표계에는 원점에서부터의 거리  $x, y$ 로 표시하는 직교좌표계와 거리( $r$ )와 각도( $\theta$ )로 표시하는 극좌표계가 있다. 배광곡선은 대개 극좌표를 이용한다(그림 2.2). 조명기구의 수직하향선(Nadir)을 기준으로 하여 이에 대한 각 방향의 광도를 표시한다. 광원은 광축에 회전대칭이 되는 것이 많고, 하향점등이 보통이기 때문에 연직면에 대한 배광곡선이 많다. 연직 배광곡선에서 하향광속·전광속이 산출된다.

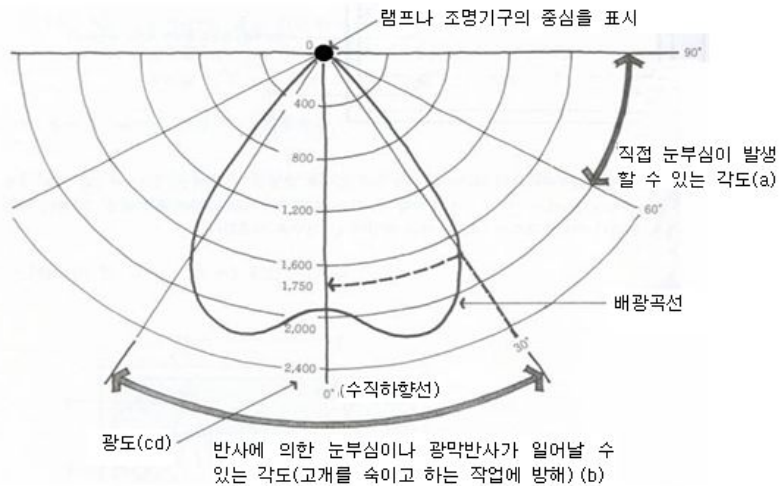


그림 2.2 연직 배광곡선



## 제 2 절 조명

### 1. 조명의 정의

조명은 공간에 빛이라는 매개 수단을 통해 양적 또는 질적으로 효과적인 배분을 하기 위한 조명 방식 또는 조명 기구를 사용하여 공간을 연출하는 것이다. 이러한 조명의 기본적인 역할은 피사체가 제대로 표현될 수 있도록 적당한 광량을 제공하는 것이다. 또한, 조명은 물체와 그 주변이 보이도록 빛을 비추는 것 뿐 아니라 좋은 조명의 조건에는 쾌적성이나 분위기를 고려한 조명, 시설의 용도와 환경에 맞는 조명이 있다.

조명기구는 램프의 빛을 제어하여 효과적인 배광을 만들고 램프의 휘도 및 눈부심을 감소, 그리고 램프를 보호하는 역할을 한다. 더불어 시각대상으로 조형성을 배제할 수 없다. 조명의 요건에는 조도와 조도균제도, 글레어, 광원색과 연색성, 경제성 등이 있다. 조명학은 빛을 인간생활의 모든 방면에 이바지하도록 하는 것을 목적으로 하는 기술이다.

이러한 조명은 자연 조명과 인공적인 인공 조명으로 구분한다. 자연에서 나오는 빛이 태양빛이나 달빛, 별빛, 반딧불이 같은 생물발광 등을 모두 자연 광원이라 한다. 자연 광원 중 태양광은 인간이 활동하는 낮 시간의 유일한 자연 광원이기에 가장 중요하다. 맑은 날씨 일 때 태양에서 직접 지표에 도달하는 빛인 직사일광과 직사일광 이외에 푸른 하늘이나 구름 등으로부터의 빛인 천공광, 그리고 직사일광과 천공광이 합쳐진 빛을 태양광 또는 주광이라 한다. 인공 광원은 에디슨의 백열전구 발명 이후 백열 램프와 형광램프, 방전램프, LED 등 다양한 종류의 인공 광원들이 등장하였다.

### 2. 조명기구의 분류

인공 광원에 의한 조명(인공 조명)의 분류에는 배광, 설치, 광원별, 소재에 의한 분류로 구분된다.

## 가. 발광 원리에 따른 분류

일반적으로 광원의 분류는 발광원리에 따라 열방사와 방전발광에 의하여 그 종류를 구분한다. 일반적으로 열방사에 의한 조명기구에는 백열램프와 할로젠램프가 있고, 방전발광을 원리로 한 조명기구는 형광램프, CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp), 고압방전램프 등이 대표적이다. 이 두 분류의 조명기구는 빛을 발하는 원리가 전혀 다르고 그 구조에도 차이가 있다. 대표적으로 백열램프와 형광램프, 고압방전램프, 그리고 신광원이 있다.

### (1) 백열램프(Incandescent lamp)

백열램프는 열방사의 발광원리를 이용한 조명기구이다. 백열램프의 구조는 유리구 안에 텅스텐 필라멘트를 넣고 텅스텐 코일의 산화방지를 위해 아르곤과 질소가스를 봉입한 것으로, 전류가 흐르면 텅스텐 필라멘트가 가열되면 빛을 발하게 된다. 고온에서는 필라멘트가 가늘어져 증발하게 되므로 유리구 안에 아르곤과 질소의 혼합 가스를 넣어 증발 작용을 억제시켜 전구의 수명을 연장하고 있다. 전형적인 백열램프의 구조는 그림 2.3과 같다.

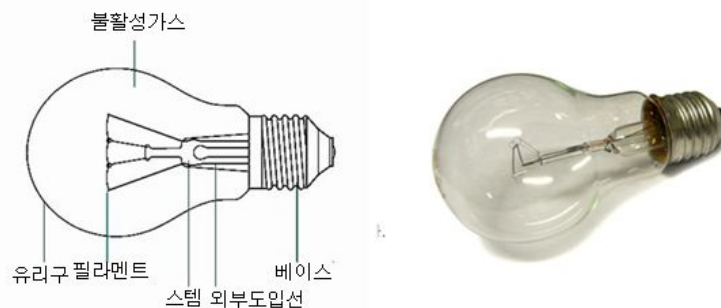


그림 2.3 백열램프의 구조

백열램프는 자연광에 가까운 빛을 발하여 눈의 피로감을 덜어줄 수 있고, 소켓에 용이하게 착탈 가능하여 형광램프와 함께 오랜 시간 동안 널리 사용되고 있는 조명램프들 중 하나이다. 형광램프에 비해 가격이 저렴하고, 작고 가벼우며 점광원에 가깝기

때문에 배광의 억제가 용이하다. 또한 설치가 간편해서 현재에도 많은 곳에서 사용되고 있다.

그러나 흑화현상에 의한 빛의 투과를 감소와 광속의 저하가 발생하고 이로 인해 백열램프의 수명은 비교적 짧다. 또한 효율이 낮아서 유지비가 많이 든다. 또한 소비전력의 약 90%가 열로 방출되는데, 그 열의 대부분은 복사열이다. 백열램프의 색온도는 일반 백열램프는 2850K이고, 할로겐은 2900K이상이다.

## (2) 형광램프(Fluorescent lamp)

형광램프는 양쪽 전극(Electrode)사이에는 높은 전압을 걸면 필라멘트에서 전자가 방출되어 두 전극 사이에는 방전이 일어난다. 이때 방전관 내부에는 저압 수은증기에 의한 방전으로부터 자외선(UV, 254nm)이 발생되고, 이 자외선은 유리관 내벽에 칠해진 형광물질(Phosphor powder)을 자극하여 가시광선의 빛을 발산한다. 형광램프의 종류로는 일반 형광램프와 램프 내부에 전극이 없는 대신 외부 코일의 초주파 방전으로 램프 안의 형광 물질을 발광시키는 무전극 형광램프, 가열 과정 없이 전극으로부터 고압전류를 이용하여 형광 물질을 발광시키는 콜드캐소드램프가 있다.

## (3) 고압방전램프(High Intensity Discharge, HID)

수은, 나트륨 가스 등을 고압으로 채워 기존 형광 램프 보다 광속, 효율, 수명 등을 개선한 조명이다. 현재 국내에서 유통되고 있는 고압방전 램프에는 수은램프, 고압나트륨램프, 저압나트륨램프, 메탈헬라이드램프, 크세논램프 등이 있다.

## (4) LED(Light Emitting Diode)

일반적인 백열램프와 형광램프, 고압방전램프, 할로겐램프, 무전극램프 등은 모두 필라멘트를 광원(light source)으로 사용해 빛을 내는 구조이지만, LED에는 필라멘트가 없다. 이것은 일반적인 램프들이 필라멘트에 전류가 흐르도록 하고 여기서 나오는 빛을 광원으로 사용하는 발광원리와 달리 LED는 pn 접합 구조에 광 반도체에 전기에

너지를 주입하면 p형 반도체 쪽의 다수 양전하 전공이 n 반도체 쪽으로 이동하고 n형 반도체 쪽의 다수 전자가 p형 반도체 쪽으로 이동하여 접합면에서 결합하여 밴드갭 에너지 만큼의 빛 에너지로 바뀌는 원리를 이용한다(그림 2.4). 따라서 백열 램프와 같이 필라멘트가 2,000℃까지 달궈지면 열을 내며 빛을 내어 에너지의 90%가 열로 발산되며 10%만 빛을 이용하는 기존 조명과 달리 이론적으로 전기에너지를 100% 빛 에너지로 전환 시킬 수 있다.

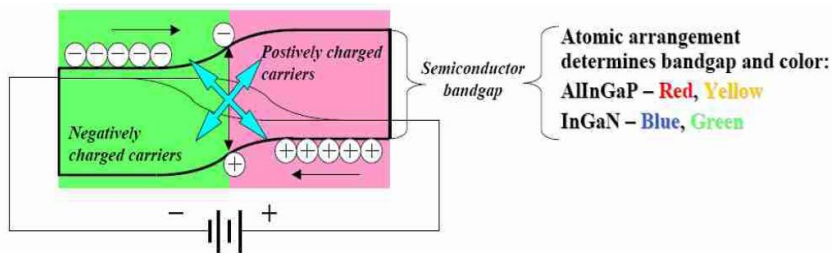


그림 2.4 LED의 발광 개념도

기존 조명과 비교하여 LED는 표 2.1과 같은 장점을 가지고 있다.

표 2.1 전통 조명과 LED 조명 비교

	기존 조명	LED 조명	
장점	On/Off 제어	다색 및 다단계 밝기 제어	⇒ 지능·감성 조명
	느린 응답속도 (형광등: 1~3 초)	빠른 응답속도 (~10나노초)	
	소형화 한계	소형·슬림화	⇒ 휴대폰·LCD·BLU
	광전환 효율 낮음	광전환 효율높음	⇒ 고효율, CO2 저감
	수은 사용(기체광원)	무수은(고체광원)	⇒ 친환경
	발광대역 집중 불가	발광대역 집중화	⇒ 특수조명 활용 (가전, 의료, 농수산)
	짧은 수명 (3천~7천 시간)	긴 수명(5만~10만 시간)	⇒ 유지관리 용이
단점	내열 성능 우수	열에 취약	⇒ 별도 방열 설계
	가격 저렴 (형광등: 약 3천원)	높은 가격 (3만원~30만원)	⇒ 보급 애로

## 나. 배광에 의한 분류

조명기구를 분류하는 방법은 형태, 용도, 구조 및 성능에 따라 다양하지만, 대표적인 분류 방법은 국제조명위원회에서 정한 직접조명형, 반직접조명형, 전반확산조명형, 반간접조명형 및 간접조명형 등의 5가지가 대표적이다.

### (1) 직접조명(Direct lighting)

직접조명은 그림 2.5와 같이 등기구의 광원에서 나오는 빛(광속)의 90~100% 정도가 직접 하향하는 방법으로 어떤 물체(작업면)에 직접 비추어 투사시키는 방식. 전력소모가 적으며 조명기구도 간단하다. 직접조명의 기구는 전등의 상부에 불투명한 반사갓을 씌우고, 갓의 반사면에는 알루미늄 반사판이나 범랑 등을 칠하여 대부분의 빛이 아래로 비추도록 만든다. 하향 출광이 많으므로 벽이나 천장색의 영향을 비교적 적게 주지만 기구의 구조에 따라서는 직접광 때문에 주위와의 심한 휘도 차이로 눈이 부시고 실내에 균일한 조도 분포를 얻기가 어려우며, 밝고 어두운 부분이 강한 대비를 이루어 물체에 강한 그림자를 만드는 것이 단점이다.

그러므로 기구를 설치할 때는 고휘도 광원이나 광원과 배경과의 심한 휘도 차이 등의 눈부심이 작업자의 눈에 들어오지 않도록 적극 피하여야 하며 직사광이 직접 눈에 들어오는 것을 막기 위하여 15~25° 정도의 차광각이 필요하다. 이것은 조명방법 중 가장 경제적이고 효율이 좋아서 작업실, 사무실, 공장, 교실 등에 많이 쓰인다.

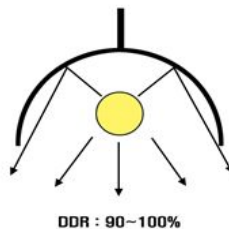


그림 2.5 직접조명방식

\*DDR(조명기구에서 하향으로 방출된 빛의 양 / 광원에서 방출된 빛의 양)

## (2) 간접조명(Indirect lighting)

간접조명은 그림 2.6과 같이 하향 출광률이 0~10%(즉 발광체가 90~100%의 빛을 위쪽으로 비추고 있을 때)로 광원을 어떤 물체에 비추어 그 반사광으로 조명하는 방식이다. 간접조명의 기구는 전등의 하부에 불투명한 반사갓을 씌우고, 반사갓에는 연마한 금속재를 사용하여 빛이 대부분(광원의 90~100%) 천장이나 벽에 투사하여 반사되도록 만든다.

따라서 간접조명은 천장이나 벽의 재질, 색조의 영향을 많이 받는다. 효율이 떨어지고 기구의 설치가 복잡하다. 먼지가 앉기 쉬우므로 보수가 힘들어 비경제적이지만 확산된 빛을 이용하기에 눈부심이 없고, 조도가 균일하며 그림자가 없는 부드러운 빛을 낸다. 또한 조도가 너무 균일하여 입체감이 적어져 실내에 활기를 감소시킬 수 있다. 천장과 윗벽부분은 밝은 색이어야 하며 빛이 잘 확산되도록 광택이 없는 마감이어야 한다. 침실이나 병실, 대합실, 회의실 같이 휴식을 위한 공간에 적합하다.

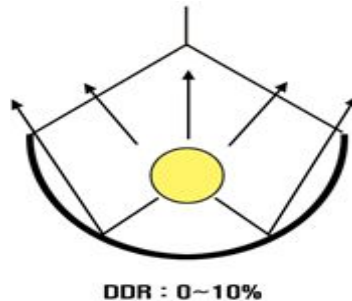


그림 2.6 간접조명방식

## (3) 반직접·간접조명(Semi-direct·Semi-indirect lighting)

반직접조명과 반간접조명은 서로 비슷한 방법이나, 하향 출광률에 있어서 차이가 있다(그림 2.7). 반직접조명은 광원을 감싸는 조명 기구에 의해 상하 모든 방향으로 빛이 확산된다. 60~90%의 하향 출광률이 직접 표면(작업면)을 향해 아래로 비추고, 10~40%의 빛은 천장면으로 반사되어 내려와 작업면의 조도를 높인다. 반직접조명의 기구는 전등 상부에 반투명의 반사갓을 씌워 일부의 빛이 천장면에 비추는데 그 효과는 직접조명과 비슷하나 눈부심이 덜하고 효율은 떨어지며, 주로 일반 사무실이나 주택의 조명으로 사용된다.

반간접조명은 그림 2.7과 같이 하향 출광률이 10~40%이고, 60~90%는 천장에 반사되어 내려오는 반사광이다. 반간접조명의 기구는 전등의 하부에 반투명의 반사갓을

씩우며, 효과는 간접조명과 비슷하다. 조도의 균일성이 있고 그늘짐이 부드러우며 눈부심도 적다. 이 방식은 정밀한 작업을 오랫동안 이루어지는 곳에 적당하다.

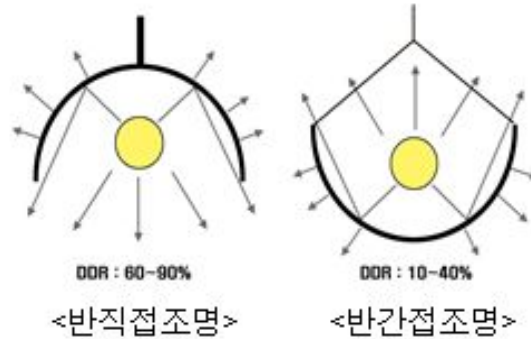


그림 2.7 반직접/반간접조명방식

#### (4) 전반확산조명(General diffusion lighting)

전반확산조명은 그림 2.8과 같이 하향 출광률과 상향 출광률이 40~60%로 서로 비슷하고, 전방향으로 빛을 비추는 방식이다. 조명기구는 반사각 대신에 직접 눈부심을 조절하기 위해서 확산성 덮개가 있어야 한다. 이러한 종류의 조명기구의 대부분은 유백색 유리나 플라스틱 및 아크릴의 외구형이다. 예를 들어 전구에 글로브(Globe)를 씌워 빛이 전체적으로 고루 퍼지게 하는 방식과 같다.

전반확산 조명기구는 공원이나 아파트 단지 내 가로등으로 많이 사용되었으나 이 경우 천공으로 새어나가는 빛에 의하여 조명의 효율이 떨어지고, 주변에 광피해를 끼칠 우려가 있어 현재는 사용이 적어지고 있다. 따라서 전반확산 조명기구를 사용할 때는 주변공간의 상황과 공간의 목적에 적합하게 사용해야 한다.

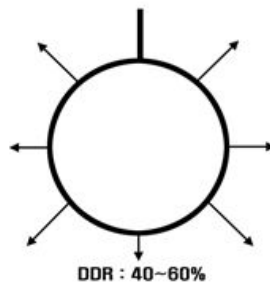


그림 2.8 전반확산조명방식

### 제 3 절 무지향성 배광의 DOE 기준

DOE(Department of Energy)는 미국 정부행정기관으로 에너지와 환경에 관한 업무를 관장하는 미국 에너지부로 주요 업무는 에너지보존과 에너지관련 연구, 미국 내 에너지 생산에 관한 업무 관장, 미국 에너지국 연구소의 기초 및 응용 과학 분야 지원 등이 있다. DOE는 여러 가지 에너지 절약 프로그램을 시행하고 있는데, 그 중에 Energy Star는 EPA(Environmental Protection Agency)와 DOE가 공동 도입한 에너지 효율 인증 프로그램으로 에너지의 비효율적인 사용으로 인한 이산화탄소 배출과 오염 물질을 줄이기 위한 프로그램이다. 여기서 무지향성 조명 (Omnidirectional lamp)는 Energy Star의 “Qualifying Criteria for Integral LED Lamps”에서 요구하는 품목 중 하나이며, 전기적·광학적 특성의 요구 조건을 제시하였다.

표 2.2는 Energy star에서 요구하는 백열램프 대체용 모든 LED 램프와 omnidirectional lamp의 광학적인 항목이다. 광학적 특성 측정은 총광속과 광원 효율, 상관색온도(CCT: correlated color temperature), 연색지수(CRI: color rendering index), 배광 분포이고, 전기적 특성 측정은 전압, 전류, 소비 전력, 역률(PF: power factor)이다.

무지향성 램프의 배광 형태에는 두 가지 조건이 주어진다. 그림 2.9와 같이 한 가지 조건은 수직각  $0^{\circ} \sim 135^{\circ}$ 사이의 평균 광도값과 수직각  $0^{\circ} \sim 135^{\circ}$ 사이에서 임의의 각도의 광도값의 차이가 20% 이내이어야 한다는 조건이며, 다른 한 가지 조건은 램프의 총광속과 수직각  $135^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 의 광속 비율이 5%이상이어야 한다는 조건이다. 이에 본 연구에서는 기존 백열전구를 대체하기 위한 무지향성 LED 조명을 설계하기 위해서 Energy Star의 배광 분포 요구 조건을 만족하는 배광을 설계하도록 하였다.



표 2.2 Energy star에서 요구하는 백열램프 대체용 모든 LED 램프 및 omnidirectional lamp의 광학적인 항목

All Lamps			
Criteria Item	ENERGY STAR Requirements		
Correlated Color Temperature (CCT) and Duv	Lamp must have one of the following designated CCTs (per ANSI C78.377-2008) consistent with the 7-step chromaticity quadrangles and Duv tolerances listed below (see Appendix A for more information).		
	Nominal CCT	Target CCT(K) and tolerance	Target Duv and tolerance
	2700 K	2725 ± 145	0.000 ± 0.006
	3000 K	3045 ± 175	0.000 ± 0.006
	3500 K	3465 ± 245	0.000 ± 0.006
	4000 K	3985 ± 275	0.001 ± 0.006
Color Rendering Index (CRI)	Minimum CRI (Ra) of 80. In addition, the R9 value must be greater than 0.		
Power Factor	For lamp power ≤5W and for low voltage lamps, no minimum power factor is required. For lamp power >5W, power factor must be ≥ 0.70. Note: Power factor must be measured at rated voltage.		
Omnidirectional Lamps			
Criteria Item	ENERGY STAR Requirements		
Minimum Luminous Efficacy - LED lamp power <10W - LED lamp power ≥10W	50 lm/W		
	55 lm/W		
Luminous Intensity Distribution	Products shall have an even distribution of luminous intensity (candelas) within the 0° to 135° zone (vertically axially symmetrical). Luminous intensity at any angle within this zone shall not differ from the mean luminous intensity for the entire 0° to 135° zone by more than 20%. At least 5% of total flux (lumens) must be emitted in the 135°~180° zone. Distribution shall be vertically symmetrical as measured in three vertical planes at 0°, 45°, and 90°.		

### Omnidirectional lamp in base-up position

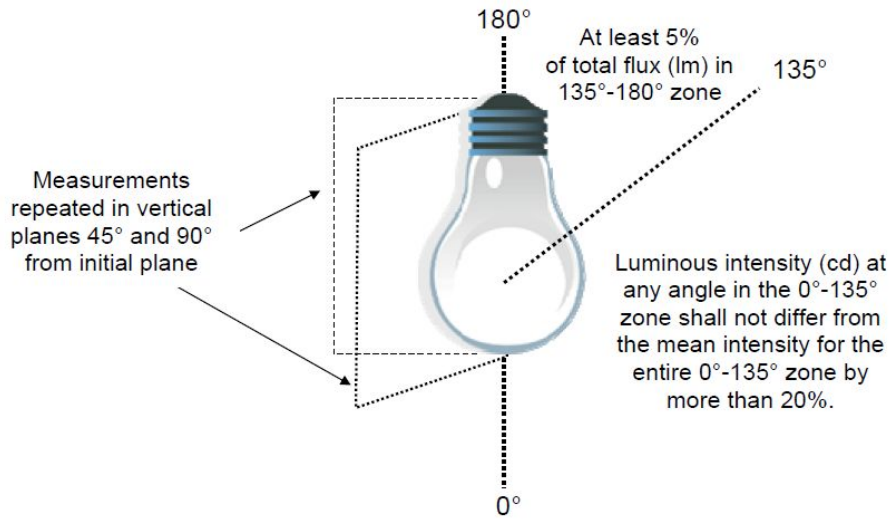


그림 2.9 Diagram of omnidirectional lamp zones

## 제 3 장 광학 설계 및 측정 방법

### 제 1 절 광학 설계

광학설계란 설치환경에 맞는 목표배광에 이르도록 조명기구의 광원이나 반사판 혹은 프리즘 등의 형태를 디자인하는 것을 말한다. 일반적으로 조명기구의 제작에 앞서 광학설계를 통한 조명기구의 배광변화를 확인하고, 배광에 불리한 조건을 찾아내서 최적화하기 위해 광학설계 소프트웨어가 사용된다. 즉, 조명기구의 광원을 선정하고 목표 배광에 맞게 반사판, 렌즈등과 같은 광학부품을 설계한 뒤 기구의 전체적인 모델링과 재질을 선정하여 배광을 예측한다. 이를 통해 조명기구의 광학적 성능을 보완하고 제작 시 발생하는 오차를 최소한으로 줄일 수 있다. 그러므로 광학설계에 사용되는 소프트웨어의 적절한 사용이 중요하다.

소프트웨어를 사용한 광학설계 데이터와 실제 측정값의 비교 및 분석을 통해 조명기구의 제작 전 신뢰성을 높일 수 있다. 공간에 적합한 배광을 갖도록 광학설계를 한다면 조명률이 높아지고, 전체적인 조명시스템의 효율이 높아져 적은수의 조명기구로도 좋은 조명환경을 제공할 수 있기 때문이다. 공간에 적합한 조명 설계를 위한 조명기구의 광학설계가 필요하다.

본 연구에서 만들고자하는 무지향성 배광을 위해 조명기구 광학설계에 사용되는 소프트웨어 중 광원에서 방출된 광속의 분포를 공간적으로 제어하도록 설계된 시스템으로서 공간 내에서의 빛의 분포를 만드는 기하학적 광선추적 시스템에 기반을 둔 Photopia를 사용하여 LED전구의 시뮬레이션 결과와 실제 시제품의 측정값을 비교 하여 분석하였다. 또한 개발된 제품을 실내에 적용하였을 때 방의 구조 및 특성에 따라 천정, 벽면, 바닥면의 조도 특성을 기존 조명과 비교 분석하기 위하여 분석하기 위하여 배광 모양을 이용하여 각각 면의 조도를 계산하는 프로그램인 Relux 광학 설계를 진행하였다.

## 제 2 절 방열 설계

LED는 전기 에너지를 빛에너지로 변환하여 발광하기 때문에 빛에너지로 변환하지 못한 만큼 열에너지로 손실이 발생한다. 이때 발생된 열은 LED의 효율 저하, 수명 저하, 전기적 특성 변화, 연색성 변화 등의 문제점을 야기시킨다. 따라서 발생된 열을 효과적으로 제거할 수 있는 방열 구조의 제작이 필수적이다.

본 연구에서는 전산 유체 역학(CFD) 방법을 이용하여 유체 이동과 열 전달 등을 시뮬레이션 할 수 있는 SolidWorks의 Flow simulation 방법을 이용하여 LED 조명기구 내의 각각 층의 열저항, Solder point 등의 특성을 고려하여 Heat sink의 크기 및 형태를 디자인하였다. 그림 3.1은 조명기구와 그 외 방열이 필요한 기구의 Flow simulation 예시 이미지이다.

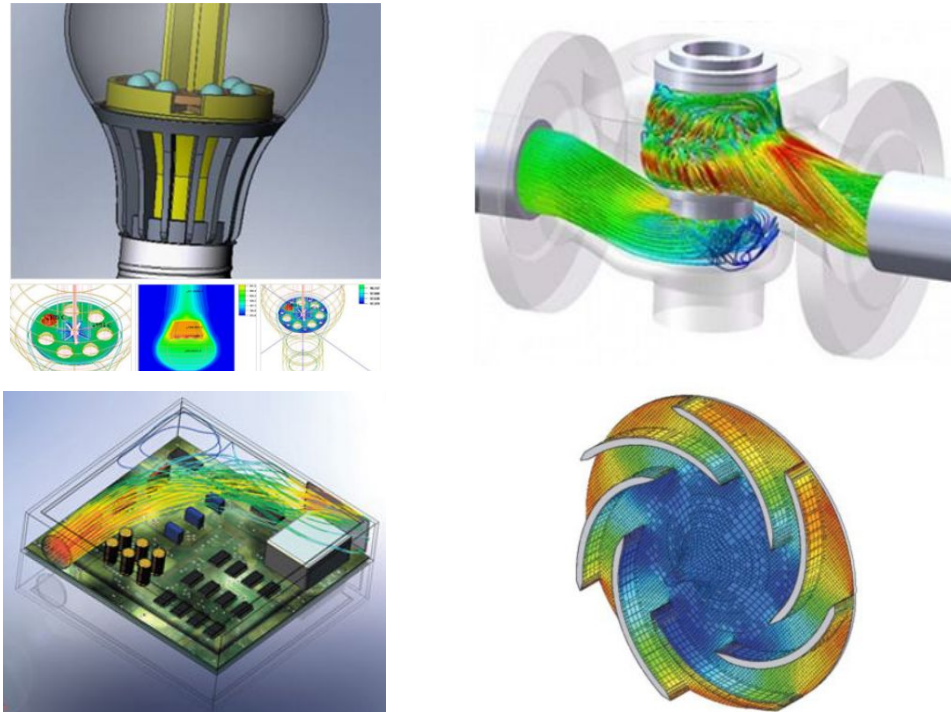


그림 3.1 SolidWorks를 이용한 Flow simulation 예시 이미지

### 제 3 절 측정 장비

LED램프의 광학적, 전기적 특성은 IESNA LM-79-08 매뉴얼 기준에 의거하여 측정하였다. 또한 측정이 이루어지는 동안 주변 온도를  $25 \pm 1$  °C로 유지하였으며, 본 연구에서는 30분에서 60분 정도 후 LED 전구가 안정화가 된 후에 측정하였다.

그리고 광학적 특성 측정 장비로는 그림 3.1과 같이 Goniophotometer와 Integration sphere를 사용하였다. Goniophotometer는 C type 램프의 배광 특성을 측정하는 장비이며, Integration sphere는 총광속과 조명의 색상 특성을 측정하는 장비이다. 그리고 Power analyzer는 전압과 전류, power factor와 같은 전기적 특성을 측정하는데 사용되었다. 광학적 특성으로는 총광속, 광효율, 색온도, 연색성, 배광분포를 측정하였으며 전기적 특성으로는 전압, 전류, 소비전력 그리고 역률을 측정하였다.

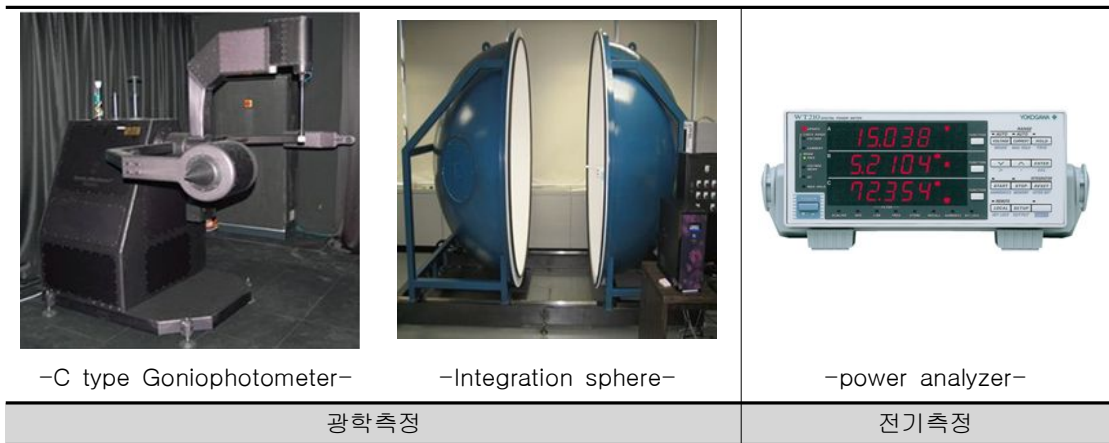


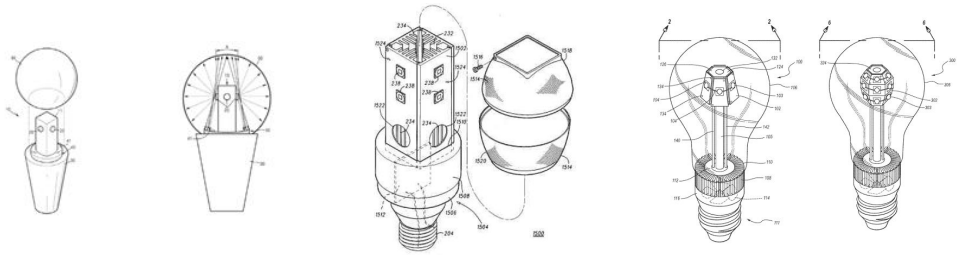
그림 3.2 광학 및 전기적 특성 측정 장비

## 제 4 장 선행 기술 및 상용화 제품 분석

### 제 1 절 선행 연구(논문) 및 관련특허

쓰임새와 공간에 맞는 조명기구를 만들기 위하여 LED 조명의 광학설계에 대한 연구가 지속적으로 진행되어 왔다. 본 연구에서는 백열전구를 대체하기 위한 LED 전구의 문제점으로 거론된 편방향의 집속성이 강한 배광을 보완하기 위하여 광학설계를 수행하기에 앞서 기존의 무지향성 LED 전구와 관련된 특허를 조사 하였다.

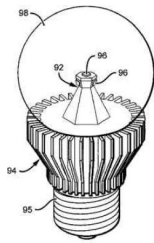
무지향성 배광 구현을 가능하게하기 위한 대부분의 특허는 그림 4.1과 같이 LED 소자를 입체적인 구조로 배치를 하거나 또는 그림 4.2와 같이 외부 글로브 외의 반사판과 같은 광학부품을 이용하였다. 하지만 이와 같은 아이디어들은 LED 조명의 방열 특성 제어의 어려움과 가격의 상승으로 기존 백열전구 제품을 대체하기에는 부족할 것으로 판단된다.



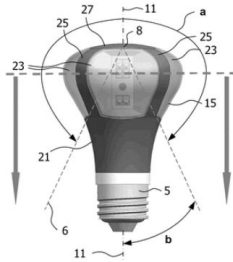
<특허 출원 Type 1>

<특허 출원 Type 2>

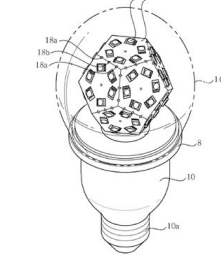
<특허 출원 Type 3>



<특허 출원 Type 4>

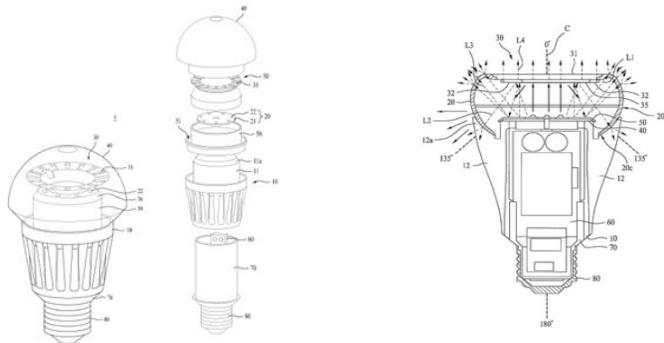


<특허 출원 Type 5>



<특허 출원 Type 6>

그림 4.1 입체적 LED 소자 배치 구조를 지닌 특허



<특허 출원 Type 7>

<특허 출원 Type 8>

그림 4.2 2차 광학부품을 이용한 특허

## 제 2 절 국내의 별브시장 동향 및 상용화 제품 조사

Energy star에서 발표한 omnidirectional lamp의 성능 기준을 토대로 현재 개발되고 있는 국내·외 전구형 LED 램프 제품들의 전기적·광학적 특성을 분석하였다. 그림 4.3과 같이 현재 시판되고 있는 6가지 타입의 LED 전구를 선정된 후 조명기구의 광학적 성능과 전기적 성능을 IESNA LM-79-08 매뉴얼 기준에 따라 측정을 수행하였다. 각 LED 전구는 특성에 맞는 전압, 전류, 주파수를 공급하였고, 측정 시 주위 온도는  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였으며, 전원·전압 변화 후 10~60분 후에 특성이 안정된 이후에 측정을 시작하였다. 광학적 성능의 측정에 사용된 장비로는 위에서 언급한 C-type 램프의 배광 측정 장비인 goniophotometer와 광속과 색 특성의 측정 장비인 integrating sphere가 사용되었다. 그리고 전기적 성능의 측정에는 power analyzer가 사용되었다.

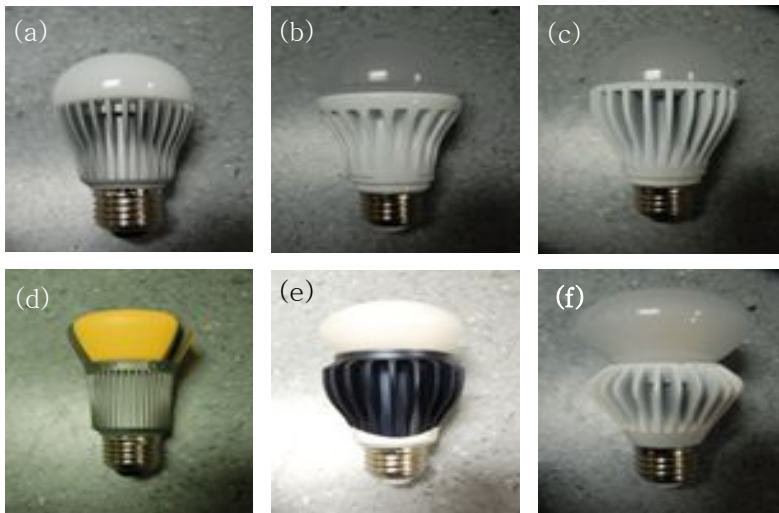


그림 4.3 선정된 상용화 LED 전구

표 4.1과 같이 선정된 LED 조명의 역률을 측정한 결과 모든 램프의 역률이 energy star에서는 요구하는 최소 기준 값인 0.7(소비전력 5W 이상의 제품 기준)을 만족하는 것으로 나타났다. 이는 전기적 특성의 요구 조건은 모두 만족하는 결과이다. Energy



star에서는 제품을 소비 전력 10W를 기준으로 요구하는 광원 효율은 50 lm/W와 55 lm/W로 구분된다.

본 연구에서 측정한 광원 효율의 결과, 10W 미만의 제품인 A와 B, C 램프에서 A 램프의 광원 효율이 31.3 lm/W로 최소 기준 값인 50 lm/W에 미치지 못하였고, B와 C 램프의 광원 효율은 70.1 lm/W와 86.5 lm/W로 최소 기준 값에 만족하였다. 그리고 10W 이상인 D와 E, F 램프의 광원 효율 측정 결과에서는 모두가 55 lm/W 이상의 광원 효율을 나타냈다.

측정된 상관색온도와 그에 따른 nominal CCT를 나타냈다. 이때 Energy star의 nominal CCT값의 기준이 4,000K까지만 규정되었기 때문에 C 제품의 CCT 측정값이 제시한 기준 범위를 벗어난 5000K 보다 높게 측정되었기 때문에 nominal CCT값을 none으로 분류하였다. 연색성 측정 결과, A와 C 램프의 연색성 측정값이 68과 77로 energy star에서 요구하는 연색성의 최소 기준 값인 80을 만족하지 못하였고, 그 외의 다른 램프들은 모두 만족하는 것으로 나타났다.

표 4.1 상용화제품 전기적 광학적 측정결과

Lamp	Electrical Properties				Optical Properties				
	Power Consumption[W]	Voltage [V]	Current [A]	Power Factor [%]	Total Flux [lm]	Luminous Efficacy [lm/W]	CCT [K]		CRI
							Measurement	Nominal	
A	6.7	229.93	0.05	0.83	209.9	31.3	4,093	4,000	68
B	6.0	99.96	0.06	0.99	421.0	70.1	2,919	3,000	83
C	9.2	219.98	0.04	0.98	796.0	86.5	5,077	None	77
D	12.5	219.91	0.06	0.99	915.7	73.2	2,612	2,700	80
E	12.7	119.96	0.11	0.99	845.0	66.8	2,672	2,700	80
F	10.9	219.99	0.05	0.97	743.4	68.2	2,629	2,700	82

본 연구에서는 측정 램프의 배광 분포 특성을 energy star의 배광 분포 요구 조건과 비교하기 위하여 먼저, 측정 램프의 수직각 0°~135°의 평균 광도값과 수직각 0°~135° 사이의 광도값 중 최소 광도값과 최대 광도값과의 비교를 통해 편차를 계산하였

다. 그리고 전체 광속 대비 수직각 135°~180°의 광속 비율을 계산하였다.

표 4.2는 본 연구에서 측정한 각 전구형 LED 램프의 배광 분포를 나타낸 결과이다. 그 결과, 수직각 0°~135°의 평균 광도값 대비 편차에 있어서 10W 미만인 A와 B, C 램프에서 모두 20% 이상의 차이를 보이며 energy star의 요구 조건을 만족하지 못하는 것으로 나타났으며, 10W 이상의 램프인 D와 E, F는 모두 20% 미만의 편차를 보이며 요구 조건에 만족하는 것으로 나타났다. 그리고 전체 광속대비 135°~180°의 광속 비율의 분석 결과 10W 이상 램프인 D, E, F에서만 만족하는 것으로 나타났다. 이와 같이 상용화 제품 측정 분석에서 선정한 6개의 전구형 LED 램프 중에서 energy star에서 요구하는 omnidirectional lamp의 요구 조건을 만족하는 램프는 10W 이상의 램프인 D와 E, F로 나타났다.

표 4.2 상용화 제품 배광특성 측정 결과

Lamp	the deviation[%](between the average luminous intensity vale of vertical angle of from 0° to 135° zone)		the rate of total flux in from 135° to 180° zone
	Min/Avg	Max/Avg	
A	74.35	48.49	3.70
B	93.15	91.67	1.07
C	92.77	86.56	0.94
D	15.26	13.42	11.58
E	19.23	11.52	10.00
F	16.82	18.33	9.74

무지향성 배광이 가능한 제품을 분석하여 그렇지 않은 제품들과의 차이점을 유추해 본 결과 무지향성 배광이 불가능한 제품의 경우는 제품의 글로브가 반구의 형태를 보이고 있다. 그에 반면 무지향성 배광이 가능한 제품의 경우는 반사에 의해 후배광이 발생되도록 전구에 반사재질의 광학설계가 이루어졌으며, 베이스 부분의 방열구조와 연계되어 상향광 구현이 가능하도록 그림 4.4 와 같이 형상 설계가 이루어져 있다. 하지만 LED 배열의 변화를 이용한 형상 설계 의 경우 PCB 기판의 증가에 의한 가격 상승 및 방열 특성 저하에 의한 효율 감소로 인하여 제품의 성능 저하 및 이런 개

선하기 위한 반사판의 크기 증가에 의한 제조 단가가 증가되는 문제점이 있다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 기존 LED 가 수평으로 배열되는 A-C 와 같은 형태의 일반적인 LED 조명의 배광 특성을 Energy star에서 지정한 omnidirectional 배광 규격의 제품을 제작하고자 한다. 이러한 기술은 추후 백열전구 대체용 LED 조명은 물론, 가로등, 보안등, 투광등 등 기존 조명 기구를 이용한 모든 조명기구에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.



그림 4.4 omnidirectional 배광 규격을 만족한 “D” 샘플의 외관 및 내관 사진

## 제 3 절 무지향성 LED 조명 광학 설계

### 1. 무지향성 LED 조명 광학 설계 개요

본 연구의 제작에서는 LED 소자의 광효율 및 배광 특성을 고려하여 LG Innotek사의 1W LEMWH51W80LZ00를 이용하였고 이와 동일한 배광 특성을 갖는 Photopia의 라이브러리에서 지원되는 0.99W Chip Type Warm white(300mA) LED 소자인 MX6AWT-A1 이용하여 광학 설계를 진행하였다. 실제 측정된 값과 라이브러리에서 지원되는 특성을 비교했을 때 동일한 전류값인 300mA으로 구동했을 시 실측값이 광속은 1.1W 기준 93.7lm, 라이브러리가 0.99W 기준 93.9lm으로 오차가 있지만 그 수치는 무시할 수 있을 만큼 작았고 배광은 동일했다.

본 연구에서는 백열전구를 대체하기 위하여 충분한 광량을 확보하기 위해 상용 램프와 동일하게 1W LED chip 8개를 array 한 구조로 디자인하였다. 그림 4.5는 설계된 LED 조명과 제작된 LED 조명 기구를 보여주고 그림 4.4는 글로브 없이 측정된 LED 조명 제품의 시뮬레이션 및 실제 측정 배광 분포를 보여준다. 글로브가 없이 평판형으로 LED를 array 한 경우 선행 연구 결과들과 비슷하게 후배광이 없이 빛이 rambertian 배광 특성을 보였고, omnidirectional 배광의 모습은 보이지 않았다.

본 연구에서는 우선 글로브의 형상 설계를 통하여 LED 조명의 배광특성이 달라지는지를 확인하였다. 광학 설계를 위해서는 우선 광학 부품들의 재질, 반사율, 굴절률, 면의 거칠기 등의 특성을 알아야 한다. 본 연구에서는 조명기구의 광학부품의 광학적 특성 정보를 조명회사의 웹사이트나 카탈로그를 통해 선정하였다. 그리고 판매되고 있는 글로브의 재질을 분석하여 P.C 즉 POLY CARBONATE가 가장 많이 쓰이는 것을 확인하였고, Photopia 3.2 광학 설계 소프트웨어의 라이브러리에 있는 광학부품 Material의 재질 특성을 실제와 유사한 Material인 POLY CARBONATE DIFFUSER로 선택하여 시뮬레이션 하였다. 그리고 PCB 및 히트싱크의 재질은 SPECULAR ALUM으로 선정하였다.

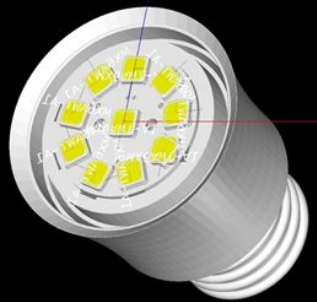
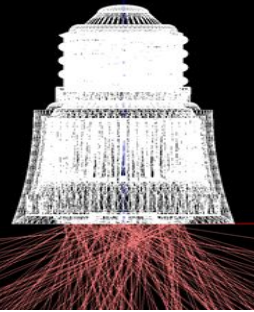
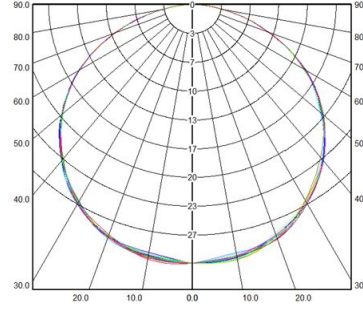


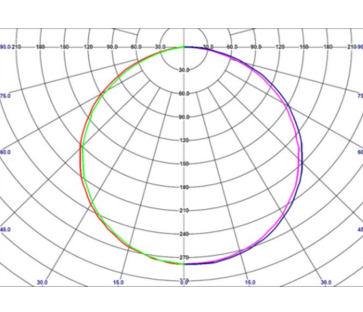
설계			
시제품			
	PCB 배열	시뮬레이션 및 배광 측정 이미지	시뮬레이션 결과 및 배광 측정 결과

그림 4-5 실제 측정된 소자의 배광과 라이브러리에서 지원하는 소자의 시뮬레이션 배광을 비교한 모습

## 2. 글로브 형상 설계

기존 상용화 제품들의 배광 형태를 측정·분석하였을 때 무지향성 배광이 불가능한 제품들 대부분은 글로브가 반구 형태를 지닌다. 광원으로부터 나오는 빛이 글로브에서 확산되어 광원 뒤쪽을 향해가지만 히트싱크와 PCB에 반사 또는 흡수되어 후배광을 형성하기에는 제약이 있기 때문이다. 그리고 무지향성 기준을 만족하는 제품들은 글로브 형태의 광학설계를 통하여 후배광이 가능하도록 제작되었다. 즉, LED 소자를 평면으로 배열한 구조에서 무지향성 배광을 만들기 위해서는 글로브 형상에 의한 영향을 고려하여 제작하여야한다.

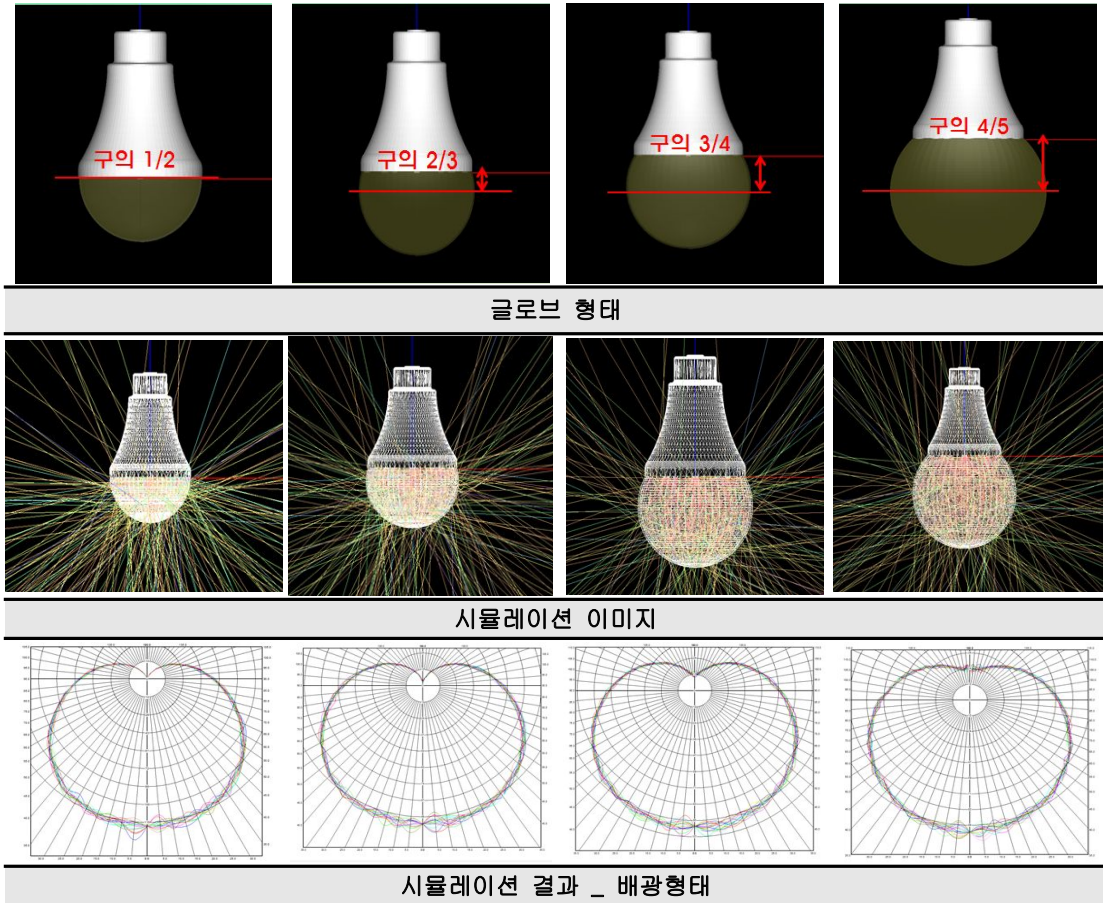


그림 4.6 반구에서부터 점차 원형으로 증가

이에 본 연구에서는 그림 4.6와 같이 글로브 형상을 반구에서부터 시작하여 점차 구의 형상으로 증가시키며 광학설계를 진행하였으며, 시뮬레이션 결과를 통해 글로브의 형상에 따른 배광 형태 변화의 경향성을 파악하였다. 그 결과 글로브 형태가 구에 가까울수록 후배광에 유리함을 파악했다. 이것은 글로브가 구의 형상이 됨에 따라 위쪽 글로브에서 반사된 빛이 하면 글로브 아래쪽으로 추출되기 때문이다.

### 3. 삼입형 내부 확산체 광학 설계

글로브 형태에 따른 광학 설계 결과 글로브 형태가 구에 가까울수록 후배광에 유리함을 파악되었다. 그러나 글로브의 형태 변화에 따른 광학 설계를 통해서 Energy Star의 무지향성 배광 형태 기준에 못 미치는 것을 확인할 수 있다.

이에 본 연구에서는 앞서 진행한 글로브 형상설계 시뮬레이션을 토대로 광원에서 방사한 빛이 글로브에서 반사되어 글로브 아래쪽으로 추출됨으로서 후배광이 향상되는 현상을 확인하였다. 이에 흡수가 적으면서 반사 특성을 낼 수 있는 글로브와 동일한 재질의 내부 확산체를 삼입하여 광학 설계를 진행하였다. 본 연구에서 제안하는 내부 확산체는 지지대를 이용하여 PCB에 설치되며는 구조로 LED 광원을 기준으로 convex(볼록) 구조와 concave(오목) 구조 두 가지로 광학설계를 수행하였다. 시뮬레이션 결과, 그림 4.7과 같이 내부 확산체를 적용하기 이전에 비해 후배광이 월등히 개선됨을 알 수 있었다.

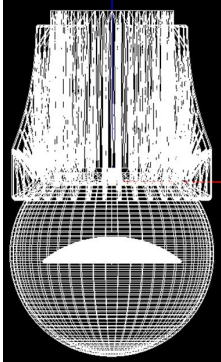
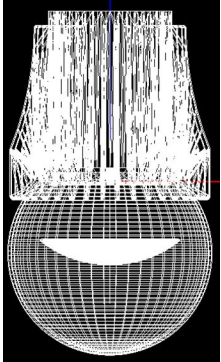
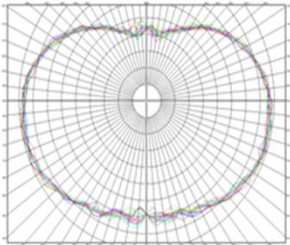
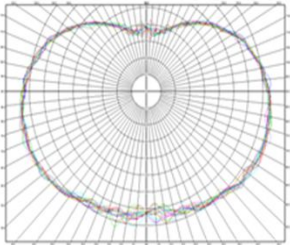
모델링 이미지		
광학설계 시뮬레이션 결과		
	Convex 구조	Concave 구조

그림 4.7 내부 확산체 적용에 따른 광학설계 결과

그리고 본 연구에서는 삼입형 내부 확산체에 의한 배광 형태의 정확한 결과를 알아보기 위해 다음 표 4.3과 같이 동일한 조건에서 두 가지 내부 확산체 구조에 따른 배광 형태를 Energy Star의 “Qualifying Criteria for Integral LED Lamps”에서 요구하는 품목 중 하나인 광학적 특성의 요구 조건과 비교·분석하였다. 이때, 수직각 0°~135°의 평균 광도값과 수직각 0°~135° 사이의 광도값 중 최소 광도값과 최대 광도값과의 비교를 통해 편차를 계산하고 전체 광속 대비 수직각 135°~180°의 광속 비율을 계산하였다. 계산결과 다른 조건은 만족하지만 수직각 0°~135°의 평균 광도값과 수직각 0°~135° 사이의 광도값 중 최소 광도값 20%가 초과되는 것을 알 수 있었다.

표 4.3 내부 확산체가 적용된 배광 형태와 무지향성 기준적용 비교

구조	Polycarbonate 투과율		총광속과 수직각 135~180°의 광속 비율	수직각 0~135°의 평균 광도값과 차이	
	내부 확산체	외부 글로브		max/avg	min/avg
Concave	86 %	82 %	21.2	14.9	22.2
Convex	86 %	82 %	19.7	12.7	24.6

#### 4. 일체형 내부 확산체 광학 설계

본 연구에서 수행한 삼입형 내부 확산체 구조의 광학설계 시뮬레이션 결과, Energy Star의 무지향성 배광 형태 기준과의 차이가 발생하였으며, 이를 개선하기 위한 내부 확산체 구조 형상 설계를 재 수행하였다. 또한, 상기의 내부 확산체의 구조적인 모습이 글로브 내부에 띄어져 있어서 시제품을 제작했을 시 지지대와 같은 부품 삼입으로 제조 단가가 오르고 지지대에 의한 빛의 산란 및 흡수가 배광특성에 영향을 줄 것으로 판단되어 글로브와 일체화 시킬 수 있는 convex구조를 개선하여 시뮬레이션을 진행하였다.

일체형 내부 확산체 convex구조의 최적화를 위해 내부 확산체의 높이를 변경하고, 투과율을 변경하여 시뮬레이션을 진행하였다. 우선 높이를 조절할 때 확산체의 높이가 글로브의 중앙에 있거나 멀리 위치한 구조보다 광원에서 가까운 높이에 위치한 구조를



삽입할 때 좀 더 후배광 특성이 향상됨을 알 수 있었다.

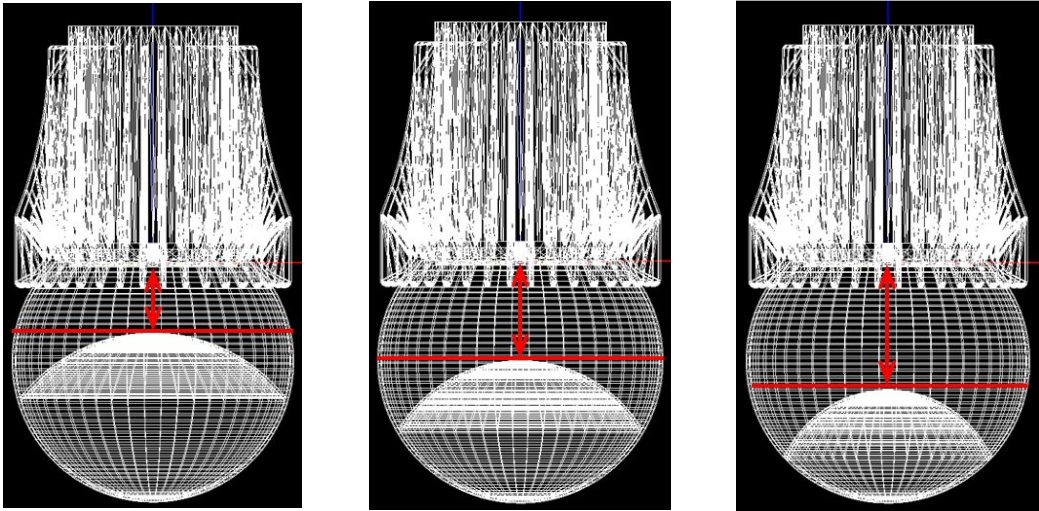


그림 4.8 내부 확산체 일체구조의 높이변경

따라서 글로브 중앙에 위치한 구조에서 내부 및 외부 글로브의 투과율을 75~86% 까지 조절해 가며 배광 특성을 최적화 하고 Energy star에서 제공하는 기준에 적합한 조건을 찾기 위하여 노력하였다. 표 4.4 는 내부 및 외부 글로브의 투과율을 75~86% 까지 조절해 가며 진행한 시뮬레이션 결과를 Energy star에서 제공하는 기준에 비교한 값을 보여준다. 이때 내부 확산체의 투과율이 86%, 외부 글로브의 투과율이 82% 일 때 최적의 조건을 확립하였다. 그리고 그림 4.9은 설계된 최적 구조의 배광 분포를 보여준다.

표 4.4 투과율 변화에 따른 일체형 내부 확산체 배광 형태와 무지향성 기준적용 비교

Polycarbonate 투과율		총광속과 수직각 135~180°의 광속 비율	수직각 0~135°의 평균 광도값과 차이	
내부 확산체	외부 글로브		max/avg	min/avg
75 %	75 %	21.1	16.5	26.3
75 %	82 %	22.1	16.2	29.9
75 %	86 %	16.4	17.8	36.2
82 %	75 %	19.2	14	33.4
82 %	82 %	20.3	14.3	27.1
82 %	86 %	14.5	16.9	42.2
86 %	75 %	20	13.9	29.6
86 %	82 %	<b>21.2</b>	<b>14.9</b>	<b>17.8</b>
86 %	86 %	15.1	16.3	40.2

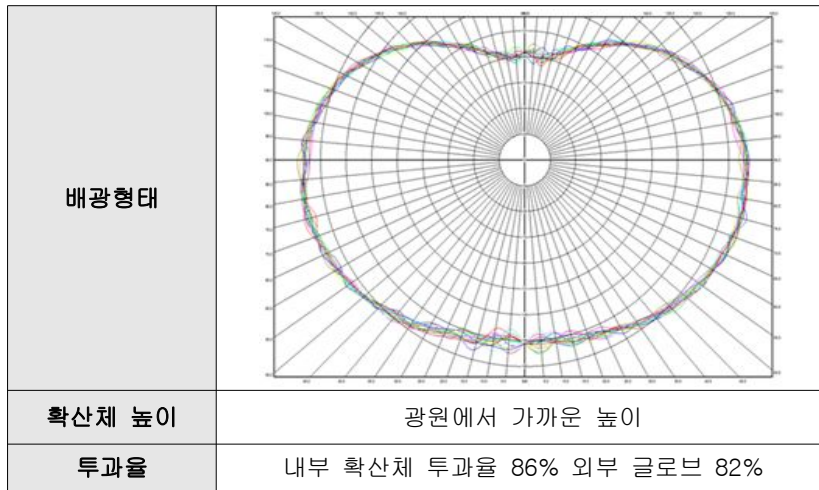


그림 4.9 최종 광학설계 결과 배광형태

## 5. 기구 설계 및 방열 설계

LED 조명기구 개발함에 있어서 광학설계와 더불어 열에 취약한 LED 특성상 방열 설계도 함께 고려되어야 한다. 이에 본 연구에서는 전방향 배광형태 구현을 위해서 PCB와 히트싱크에 반사 혹은 흡수되는 빛을 고려하여 후배광에 영향을 주는 부분을

최소화하며, 열적인 문제가 발생하지 않도록 방열 구조를 설계·검토하였다.

우선 적용된 LED는 1W LED 소자 8개를 배치한 구조를 활용하였고, 상용화시 제조 단가를 고려하여 가장 단순한 구조로 방열 구조 설계하였다(그림 4.10). 또한 내부에는 방열 기능을 향상하기 위해서 요철 구조로 제작하였고, 외부는 기존 백열전구를 대체하기 위하여 평편한 면의 외부 형상을 제작하였다.

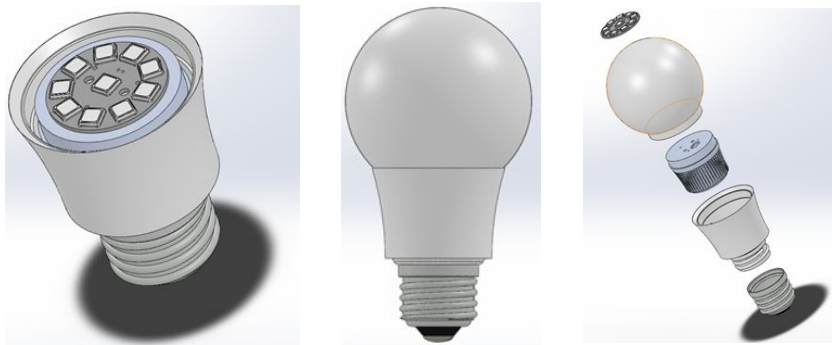


그림 4.10 방열 시뮬레이션 모델링 이미지

기구 설계 후, Solidwork 사의 Flow simulation을 이용하여 방열 구조를 해석하였다. 이때 글로브 내부에서 대류 현상 및 반사판으로 전도에 의한 열전달에 의해 열이 방출 되는 것을 확인하였다. 하지만 단순화된 구조에서는 LED 소자에 발열이 약 64.46 도로 상당히 높은 것을 알 수 있었고 이것은 추후 외부 반사판 구조에 요철을 형성하거나 방열판의 재질을 변경함으로 해결 할 수 있을 것으로 판단된다.

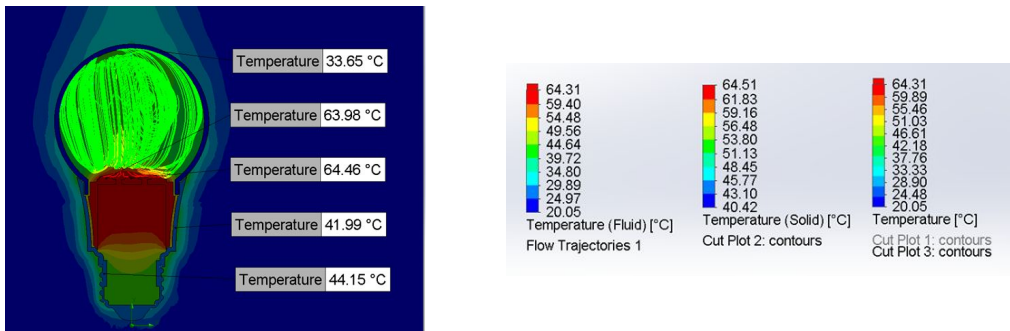


그림 4.11 방열 시뮬레이션 결과

## 제 4 절 시제품 제작 및 분석

### 1. 시제품 제작 및 배광 특성

본 연구에서 수행한 기하 광학적 광선추적기법을 이용한 LED 전구의 무지향성 배광설계의 정확한 검증을 위하여 광학시뮬레이션 결과로 도출된 조명기구를 실제 제작하여 비교를 하였다. 앞에서 수행한 광학설계를 통해 최적화된 조건을 바탕으로 적층형 복합재료 3D모형 조형 원리를 이용한 장비인 “복합재료 쾌속 조형장비(Objet500 Connex)” 사용하여 확산체 일체형 글로브를 그림4.12 (a)와 같이 제작하였다. 그림4.12 (b)는 LED소자 8개가 평면 구조로 array 된 시제품을 (a)에 체결한 모습이고 그림 4.12 (c)는 완성된 시제품을 정격전압 220V(60Hz)으로 구동한 모습이다.



(a) 일체형 내부 확산체 글로브



(b) 시제품 이미지



(c) 시제품 구동 이미지

그림 4.12 시제품 제작 이미지

본 연구에서 수행한 광학설계 결과와 설계를 통해 제작된 시제품의 광학특성을 비교하여 성능 및 검증 작업을 수행하였다. 그림 4.13에서 볼 수 있듯이 기존 상용화제품이 가지고 있는 반구형상의 글로브와 비교했을 때 후배광이 많이 개선 되었음을 알 수 있다. 또한 시뮬레이션 결과와 동일하게 후면 배광이 크게 향상된 결과를 얻었고

Energy Star의 무지향성 배광형태 기준에 만족하는 특성을 얻을 수 있었다(표 4.5).

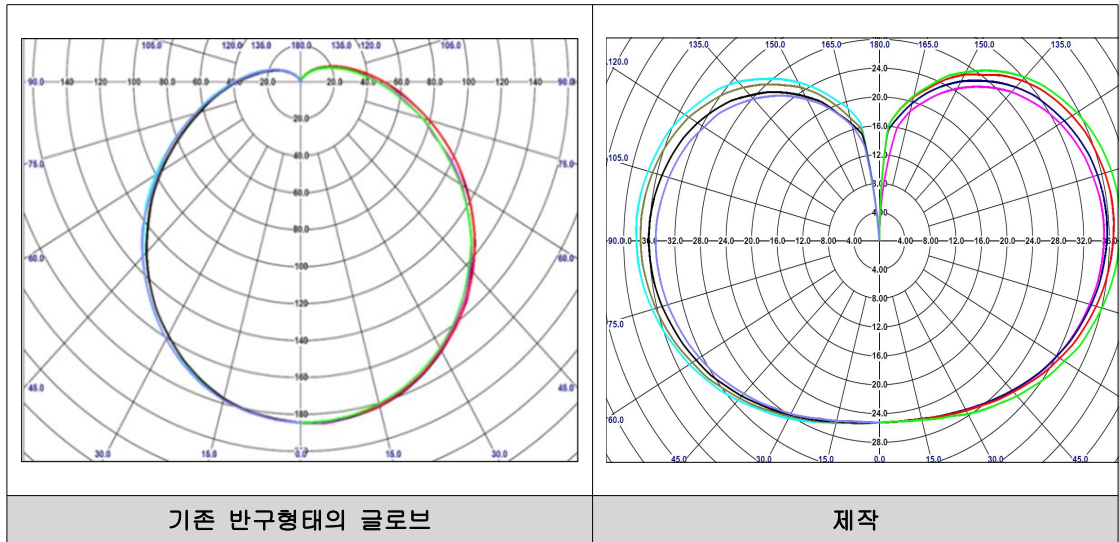


그림 4.13 시제품 배광측정 결과

표 4.5 시제품 배광 형태와 무지향성 기준적용 비교

	Polycarbonate 투과율		총광속과 수직각 135~180°의 광속 비율	수직각 0~135°의 평균 광도값과 차이	
	내부 확산체	외부 글로브		max/avg	min/avg
시뮬레이션	86 %	82 %	21.2	14.9	17.8
시제품	86 %	82 %	23.1	13.6	19.1

## 2. 적용성 평가

본 연구에서 수행한 광학설계의 시제품 성능 적합성을 판단하기 위해서 다음 그림 4.14와 같이 조명설계 시뮬레이션 소프트웨어인 Relux Pro를 사용하여 공간에 적용하여 비교·분석을 수행하였다. 그림 4.14 (a)와 같이 동일한 공간에 기존 LED 백열전구의 배광형태와 본 연구에서 수행한 시제품의 배광형태를 적용하여 조명설계 시뮬레이션을 수행하였다. 그 결과, 그림 4.14 (b)에서 보는 것과 같이 기존 LED 조명의 경우 지향성 광원으로 조명기구 설치 밑의 바닥면에서만 높은 조도 특성을 보였으며, 본 연구에서 개발된 Omidirectional 한 LED 조명기구의 경우 방 전체에 걸쳐 균일한 조도 분포를 갖는 것을 확인 할 수 있다.

그리고 그림 4.14 (c)는 실제 외부의 간섭광이 전혀 없는 암실에서 기존 제품과 본 연구에서 개발한 시제품을 설치한 빛 분포 결과를 나타낸 것이다. Relux Pro 의 시뮬레이션 결과와 비슷하게 Omidirectional 한 LED 조명이 기존 지향성을 갖은 기존 LED 조명에 비해 전체적으로 균일한 밝기를 얻을 수 있음을 보여준다. 이에 본 연구에서 개발된 제품은 실제로 기존 백열전구가 설치되어 있는 조명 제품에 반사판 또는 확산판 등의 추가 광학 장치 없이 바로 적용 가능하여 제품의 완성과 함께 상용화가 가능할 것으로 판단된다.

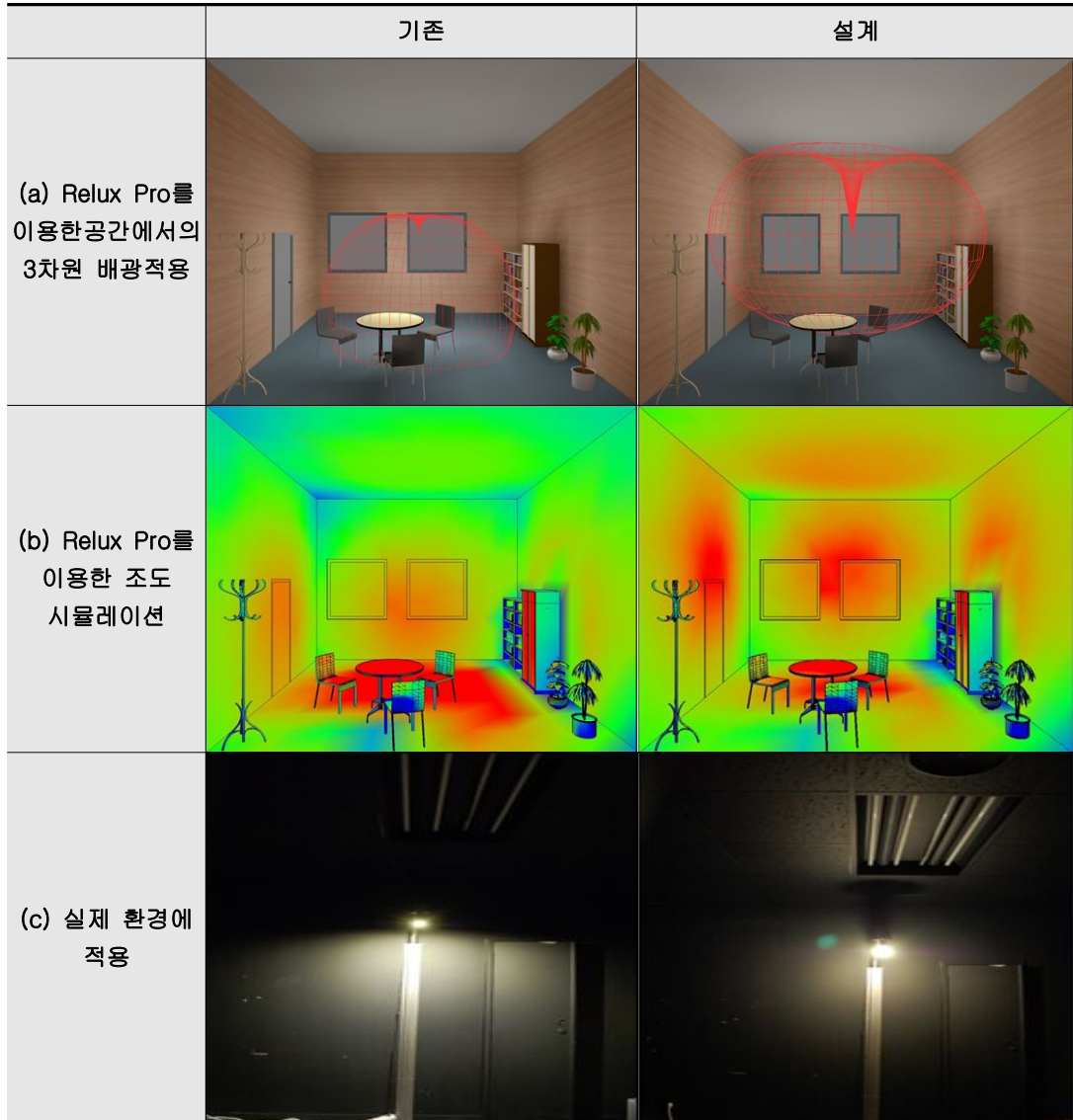


그림 4.14 조명설계 시뮬레이션 및 실제 환경에 적용

## 제 5 장 결론

본 연구에서는 기존 백열전구를 대체하기 위해 백열등과 유사한 배광 패턴을 형성하는 무지향성 배광 형태를 갖은 LED 조명에 대해 연구를 진행하였다. 그와 관련하여 우선 사용화된 LED 전구 제품 측정 및 분석을 수행하였고, 관련 특허를 분석하였다. 그 결과 대부분 무지향성 배광 형태의 LED 전구를 제작하기 위하여 LED의 배열의 구조적 변형을 이용하는 것을 확인하였다. 이것은 LED의 방열 면적을 작게하는 결과를 초래하여 방열효과가 낮아 광효율 저하가 발생되고, 또한 제조상의 어려움으로 가격의 상승이 예상된다.

본 연구에서 진행한 무지향성 배광을 갖는 LED전구 조명기구의 광학설계는 기존에 있는 선행연구들과 다르게 LED 소자가 위치하는 구조를 수직으로 세우거나 반사판이나 렌즈등과 같은 광학부품을 이용하는 방법을 사용하지 않는 범위에서 진행하였다. 그리고 광학 설계 툴인 Photopia를 이용하여 백열전구 대체를 위해 1W LED 8개가 배열되는 구조로 설계하였다.

그 다음 단계로 무지향성 배광을 설계하기 위하여 글로브의 디자인을 변형하였고, 또한 같은 재질의 삼입형 내부 확산체를 convex 및 concave 형태로 설계하였다. 이때 글로브의 상면에서 반사된 빛이 하부 글로브를 통해서 방출되고 이를 제어하는 것이 중요함을 확인 하였다. 다음 단계로 삼입형 내부 확산체의 광학설계 결과를 개선하기 위해 일체형 내부 확산체 구조의 글로브 광학설계를 수행하였다. 그리고 외부 글로브와 내부 확산체의 투과율을 조절함으로 최적의 무지향형 배광형태 구현이 가능한 LED 조명 광학설계를 수행하였다.

최종적으로 본 연구에서 도출한 일체형 내부 확산체 LED 조명의 시제품 제작을 통해 광학설계시뮬레이션 결과와 비교 수행하였고, 그 결과, 시제품의 광학특성과 광학설계 시뮬레이션 결과와 일치함을 확인하였다. 또한 조명설계 시뮬레이션을 통해 기존 LED 전구와 본 연구 결과의 LED 조명의 적용에 따른 빛 환경 변화를 비교·분석하였으며, 기존 LED 전구에 비해 본 연구 결과의 LED 조명의 광학 특성이 좋음을 확인



하였다.

본 연구는 광학부품을 사용하지 않고 글로브와 같은 재질의 확산제한 방법으로 무지향성 배광 특성을 얻었다. 이는 종래의 백열등과 같은 사용의 편리함과 광원으로부터 조사된 빛을 조명장치의 전방위 영역으로 방사시킬 수 있고, 넓은 조사 영역으로 균일한 조도를 유지할 수 있는 장점을 가진다. 이에 본 연구 결과는 향후 백열등이 갖는 무지향성 배광을 대체하는 고효율, 고출력 LED 조명 제품에 쉽게 적용 가능할 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 장우진, 황명근, 박승욱, 이성남, 노재엽, 조현민, “LED 조명기술개론”, 한국조명기술연구소, introduction, pp. 6 - 7 (2009).
- [2] Displaybank, “LED 조명 산업 분석 및 시장 전망”, pp. 9, 36 -40 (2012).
- [3] (주)두부칼스 <http://blog.naver.com/kw9953>, “LED 조명의 종류” (2012)
- [4] Displaybank, “전세계 LED 조명 표준/인증 현황 및 국가별 진출 전략” (2011).
- [5] Kim Yu-Sin, “Development of a Numerical Model for Luminous Intensity Distribution of Planar Prism LED Luminaire and Optimization Algorithm using Genetic Algorithm”, Sejong University, pp. 5 (2011).
- [6] indalux lighting, “Lighting engineering 2002 ”, Lighting Handbook INDAL Guide 2002 by lightonline, pp. 52 - 53 (2002).
- [7] 황명근, “조명공학개론”, 경미기획 (2003).
- [8] IES LM-79-08, Approved Method: Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products
- [6] 정봉만, 한수빈, 정학근, 박석인, “LED 조명 용도별 성능 판정 및설치기준 개발”, 한국에너지기술연구원, 서울특별시 맑은환경본부 (2010).
- [7] Program Requirements for Integral LED Lamps Eligibility Criteria-Version 1.1, ENERGY STAR, (2010).
- [8] Program Requirements for Solid-State Lighting Luminaires Eligibility Criteria-Version 1.1, ENERGY STAR, (2008).
- [9] Draft ENERGY STAR Criteria for Outdoor SSL Luminaires, US.DOE, (2009).
- [10] 정봉만, “LED 조명기술 특성과 응용성”, 한국에너지기술연구원, pp. 199 - 206, (2010).
- [11] Pacific Northwest National Laboratory, “Performance of Incandescent A-Type and Decorative Lamps and LED Replacements”, US.DOE, (2008)
- [12] Kelly Gordon , Robert Lingard, LC” LED Replacement Lamps: Current Performance and the Latest on ENERGY STAR” Pacific Northwest National Laboratory, DOE, (2009)

- [13] Alex Ryer, "Light Measurement Handbook", International Light (1998).
- [14] 김훈, 김기훈, 김진우, "photopia의 특징과 이용사례" 강원대학교 (2002).
- [15] Yu-Sin Kim, JMin-Jeong You, An-Seop Choi, "A Study on the Comparison of the Optical Design of LED Prism Luminaires from Lighting Optical Design Softwares", KIIEE, (2009).
- [16] 황명근, 박승옥, 박상준, 서현배, "LED 조명설계 및 시뮬레이션", 차세대LED 조명 기술인력양성센터, 아진 (2010)
- [17] Greg Ward Larson, Rob Shakespeare "Rendering with Radiance", Morgan Kaufmann Publishers (1998)
- [18] Yu-Sin Kim, Seul-Ki Won, Byoung-Chul Park, An-Seop Choi, "AFundamental Study for Proper Application of Lighting Simulation Software", KIIEE (2011).
- [19] 최안섭, "실내 조명계산에서의 Form Factor 계산메카니즘의 효율성과 정확성에 관한 연구", 대학건축학회논문지, (2002).
- [20] Joseph B. Murdoch, "Illumination engineering: from Edison's lamp to the laser", University of New Hampshire, Visions Communications, (1994)
- [21] "Photopia ver.2 User's Guide", Lighting Technologies
- [22] E.Fred Schubert, "Light-Emitting Diodes Second Edition", Cambridge University Press, (2006).
- [23] Joseph Murdoch, "Illuminating Engineering from Edison's Lamp to the LED 2nd Edition", (2003)
- [24] Ralph Remsburg, "Thermal Design of Electronic Equipment", CRC Press, (2001)
- [25] W. Sun, G. Videen, B. Lin, Y. Hu, Q. Fu, "Beyond Snell's law: Refraction of a nano-beam of light", Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, pp. 174-176, (2011)

## 감 사 의 글

2011년 8월 대학원 생활을 시작한 이후, 지난 2년여의 노력으로 이렇게 소중한 결실을 보게 되었습니다. 많은 분들의 은혜 덕분에 대학원 생활과 연구소 생활을 같이 병행 할 수 있었습니다. 쉽지만은 않았지만 좋은 기회로 받아들였고 배움의 자세로 임했기 때문에 다행히 지금의 성과를 얻을 수 있었습니다. 그 모든 시간들은 제 인생에서 정말 소중한 값진 자산이 될 것입니다. 저도 누군가에게 도움을 줄 수 있는 지식과 마인드를 가진 가치 있는 사람이 되어야겠다는 생각을 해봅니다. 그리고 감사의 글을 통해 제게 은혜를 주신 모든 분들께 감사의 마음을 전하고자 합니다. 가장 먼저 권민기 교수님께 진심으로 감사의 말씀을 드립니다. 저를 LED라는 분야에 이끌어 주시고, 이에 대한 성과를 논문으로 담을 수 있게 지도해주셔서 감사합니다. 그리고 항상 연구소 생활을 하는 저를 생각해주시고, 저의 잦은 질문과 지지부진한 성과에도 꼼꼼하게 지도해주시고 또 발전할 수 있게 공부시켜주셔서 정말 감사합니다. 교수님과 함께했기에 이 모든 과정을 잘 마무리 할 수 있었습니다. 다음으로 논문 심사 부탁을 흔쾌히 승낙 해주신 박종락 교수님과 광기술 공학과의 많은 교수님들에게 감사의 마음을 전합니다. 교수님들의 수업을 통해서 큰 가르침을 얻었고 광학이라는 넓고 깊은 학문에 대해 다양한 통찰력을 얻었습니다. 교수님들께서 논문심사 때 해주신 지적과 격려의 말씀은 학문적으로 더 발전하는 의미로 받아들이고 더욱 발전하고 겸손한 연구원의 자세로 보답하겠습니다. 또한 제 논문의 부족함을 정확히 지적해주셔서 감사합니다. 덕분에 제가 놓치고 있었던 많은 부족함을 수정할 수 있었습니다. 더불어 대학원 생활과 연구소생활을 모두 잘할 수 있게 도와주신 한국광기술원 신조명기술팀 구성원 분들에게 감사의 말씀을 드립니다. 우선 미래의 리더가 되는 꿈을 꾸게 해주신 송상빈 단장님을 비롯해 함께 일하지 못하지만 다른 곳에서 새롭게 시작하신 김기훈 박사님, 좋은 엔지니어의 자질을 본받고 싶은 김현식 선임님, 바쁘신 와중에도 제 논문이 발전할 수 있게 함께 고민해주시고 지도해주신 김유신 박사님, 밤낮을 가리지 않는 일에도 열정적으로 임하시는 신경호 선임님, 남자들만 있는 사무실에 항상 유쾌함을 주는 정윤희씨, 일적으로 놓치는 부분 챙겨주시는 김지명씨, 귀찮은 질문에도 싫은 내색 없이 자기 일 처럼 도와주는 고마운 큰형 성중이형, 항상 열심히 하는 친구 기원이, 그리고 곁은

일 다하는 막내 창현이, 또한 한국광기술원 신광원조명사업단 구성원 분들에게도 감사의 말씀을 드립니다. 그리고 서로 힘든 부분 감싸주고 웃게 해주는 연구원들 보현이형, 진우형, 선오형, 홍현이형, 동환이, 종석이 정말 고맙습니다. 아무것도 없었던 랩실을 지금의 모습으로 만들기까지, 서로 의지하고 공부했던 용진이, 승종이, 판주, 유민이, 많은 시간 함께하지 못해서 미안한 종현이, 두형이, 일이, 선율이 고맙습니다. 아울러 오랜 시간 옆에서 든든하게 함께해준 고영득, 김광범, 최일현, 박종일, 김상현에게는 더 특별한 고마운 마음을 전합니다. 그리고 혹시 빠질까 미안한 마음에, 일일이 거론하지 못하지만 언제나 제게 힘이 되어주는 친구들을 비롯한 선후배님들, 지인분들 모두 고맙습니다. 마지막으로 늘 곁에서 믿어주시는 존경하는 아버지, 말로 표현 못할 헌신으로 응원해주시고 이름만 불러도 애뜻한 어머니, 많은 부분 챙겨주시는 할머니, 동생으로서 해준게 없어 항상 미안하고 고마운 누나, 친형과도 같은 매형, 귀여운 조카 동건이에게 진심으로 감사하는 마음과 사랑하는 마음을 전합니다.

2013년 06월

배호준 드림

## 부 록

### 논문 발표

본 연구에서 수행한 연구 결과를 토대로 국내 논문 3건(학술 발표 2건, 논문지 게재 1건), 해외 논문 1건(학술 발표)을 발표함.

논문명	저널명	일시	논문게재 / 학회발표	구분 (국내/국외)
ANALYSIS OF THE ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF OMNIDIRECTIONAL LED BULBS BASED ON DOE STANDARD	2012 CJK Lighting Conference (Tokyo)	2012. 8. 24	학술발표	국외
LED Bulb 상용화 제품의 광학 성능 측정 및 분석	한국조명전기설비 학회 2013 춘계학술발표대회	2013. 5. 30-31	학술발표	국내
LED PKG 평면배열을 통한 후배광을 갖는 LED Bulb 광학설계에 관한 연구	한국조명전기설비 학회 2013 춘계학술발표대회	2013. 5. 30-31	학술발표	국내
Energy Star 기준에 따른 Omnidirectional LED 별브의 전기적 광학적 특성 분석	한국전기전자재료 학회	2012. 9	논문게재	국내

LED Bulb 상용화 제품의 광학 성능 측정 및 분석

(Measurement and Analysis of the Optical Properties for the Commercial LED Bulbs)

김유신\*, 배호준\*, 김기훈\*, 김현식\*, 송상범\*, 김기호\*\*, 권민기\*\*\*

(Yu-Sin Kim - Ho-June Bae - Kyung-Ho Shin - Hyun-Sik Kim - Sang-Bin Song - Gi-Hoon Kim - Min-Ki Kwon)

Abstract

Recently, the high efficient LED lighting has been developed, an LED has been extended its market rapidly every year and is expected to replace the general incandescent lamp and fluorescent lamp within near future. In this study were measured optical properties for 16 types of the commercial LED bulbs which are to replace the general incandescent lamps, and were analysed under the standard of the omnidirectional lamp required by the Energy Star.

1. 서론

반도체 기술의 발전에 힘입어 보급 받은 빛을 내는 고출력, 고효율의 LED의 광학 특성이 개발되면서 최근에는 기존 조명용 광원을 대체할 수 있는 새로운 광원으로 크게 주목되고 있다. 특히, 기존 백열등과 형광등류를 대체하기 위한 LED 램프의 개발이 많이 이루어지고 있다.

현재 개발되고 있는 백열등과 대체용 LED bulb의 경우 광학특성과 발광구조에 의해 크기나 형태 측면에서 기존 백열등과 차이를 보이고 있다. 이러한 차이점에 의해 기존의 백열등과는 전방향으로 광을 발산하는 Omnidirectional 형태의 광원 형태를 가지게 된 반면에 개발되고 있는 LED bulb는 상방향(수직각 90°~180°)이 적은 경우가 많다.

이러한 연구에서는 기존 백열등과 대체용 LED bulb의 LED bulb 제품의 광학적 특성을 알아내기 위해 측정 및 분석을 수행하였다. 특히, Energy Star에서 발표한 Omnidirectional 램프의 기준 기준을 충족시켜 현재 상용화된 국내의 LED bulb 제품들의 광학적 특성을 분석하였다.

2. Omnidirectional lamp

Omnidirectional은 360°의 전 범위각에 걸쳐 균일하게 광을 방출하는 램프를 의미한다. 직각형이 없는 무지향성인 경우를 말한다. 그러므로 Omnidirectional 램프는 기존의 백열등과 가지는 방사적인 무지향성을 가지므로

백열등으로 대체할 수 있는 램프이다. 이러한 Omnidirectional 램프는 Energy Star의 "Qualifying Criteria for Integral LED Lamps"에서 요구하는 표준 중 하나이며, 전기적광학적 특성의 요구 조건을 제시하고 있다. 다음 표 1은 Energy Star에서 요구하는 백열등과 대체용 LED 램프와 omnidirectional 램프의 광학적 특성이며,

표 1. Optical properties of all lamps and omnidirectional lamps by Energy Star requirements

Table with 3 columns: Criteria Item, Energy Star Requirements, All Lamps. Rows include Lamp must have one of the following designated CCTs, Color Rendering Index, and Minimum CRI.

ANALYSIS OF THE ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF OMNIDIRECTIONAL LED BULBS BASED ON DOE STANDARD

Yu-Sin Kim, Ho-June Bae, Gi-Hoon Kim, Hyun-Sik Kim, Sang-Bin Song

Korea Photonics Technology Institute (KOPTI)

ABSTRACT

An LED (Light Emitting Diode) has the advantages of lower power consumption, energy saving, high efficiency, long life, and environmental friendliness so that it has been getting the spotlight as a next-generation light source. Thus, the application range of an LED has been extended to various fields including indoor and outdoor lighting. Recently, the high efficient LED lighting has been developed, an LED has been extended its market rapidly every year and is expected to replace the general light source within near future. In this study were measured electrical and optical properties for 16 types of LED bulbs which are being developed to replace the general incandescent lamps, and were analysed under the standard of the omnidirectional lamp required by the Energy Star.

Keywords: omnidirectional LED bulb (ODLB), DOE, Energy Star, optical properties, electrical properties

1. INTRODUCTION

An LED (Light Emitting Diode) has the advantages of lower power consumption, energy saving, high efficiency, long life, and environmental friendliness so that it has been getting the spotlight as a next-generation light source. Thus, the application range of an LED has been extended to various fields including indoor and outdoor lighting. Recently, the high efficient LED lighting has been developed, an LED has been extended its market rapidly every year and is expected to replace the general light source within near future.

In this study, the electrical and optical performance of the high efficient LED bulbs which are able to replace the general incandescent lamp was measured and analysed. Especially, this study measured and analysed the electrical and optical properties of LED bulbs in domestic and foreign markets based on the performance standard of the omnidirectional lamp published by DOE (U.S. Department of Energy).

2. DOE STANDARD AND OMNIDIRECTIONAL LAMP

DOE is the US administrative agency which handles services in respects of Energy and Environment. Major services of DOE shall include preservation of energy, energy related research, services related to energy production in U.S. and the support basic and application science of energy related institutes under DOE. And DOE conducts various energy saving programs.

Energy Star is the energy efficiency certifying program which EPA (US Environmental Protection Agency) and DOE jointly adopted, and is a program to reduce the CO2 discharge and pollution due to inefficient use of energy. In addition, Energy Star is a system to promote the use of energy saving products by helping consumers that they pursue the performance, functions or convenience while easily identify the energy efficiency of the products and buy them.

The omnidirectional lamps defined by Energy Star include LED bulbs which are able to replace the general incandescent lamps, but has excluded those are directional lamps or decorative lamps. And the 6 types of the omnidirectional lamps are A, BT, P, PS, S and T type. Table 1 shows optical requirement items of all LED lamps and omnidirectional lamps to replace the general incandescent bulbs required by Energy Star.

Regular Paper

J. LEBEDEL Vol. 57, No. 5, pp. 139-154, September 2012 DOI: http://dx.doi.org/10.4315/JLEBE.2012.57.5.139

Energy Star 기준에 따른 Omnidirectional LED 램프의 전기적 광학적 특성 분석

김유신\*, 배호준\*, 김기훈\*, 김현식\*, 송상범\*

\* 한국광기술원 산업형조명사업단

Analysis of the Electrical and Optical Properties in Omnidirectional LED Bulbs by Energy Star

Yu-Sin Kim, Ho-June Bae, Gi-Hoon Kim, Hyun-Sik Kim, and Sang-Bin Song

Department of New Lighting Solution R&D Sector, Korea Photonics Technology Institute(KOPTI), Gangneung 200-778, Korea

(Received July 30, 2012; Revised August 12, 2012; Accepted August 17, 2012)

Abstract: An LED (light emitting diode) has the advantages of lower power consumption, energy saving, high efficiency, long lifetime, and environmental friendliness so that it has been getting the spotlight as a next-generation light source. Thus, the application range of an LED has been extended to various fields including indoor and outdoor lighting. Recently, the high efficient LED lighting has been developed, an LED has been extended its market rapidly every year and is expected to replace the general light source within near future. In this study were measured electrical and optical properties for 6 types of LED bulbs which are being developed to replace the general incandescent lamps, and were analysed under the standard of the omnidirectional lamp required by the Energy Star.

Keywords: Omnidirectional LED bulb, Energy star, Optical properties, Electrical properties, DOE

1. 서론

LED (light emitting diode)는 기존의 광원에 비해 수명이 거의 무한구간으로 에너지 절감 효과가 뛰어나서, 고효율, 긴 수명, 환경친화적이라는 장점이 있다. 그리고 직각형의 녹색광을 내는 LED의 광학적 특성이 각자 빛과 빛 조합구조의 소용돌이 광원화가 가능하여, 다양한 파장의 LED를 이용한 색온도의 제어가 용이하며 다양한 조명에서 광원을 가지고 있다. 현재 LED는 실내와 조명을 비롯하여 다양한 형태로 광원을 제공하고 있다. 이와 같이 LED는 차세대 광원으로써 그 시장이 매년 큰 폭으로 성장하고 있으며, 최근에는 고효율의 LED 조명으로

이 개발되어 여러 새로운 디자인 형태의 광원을 대체할 것으로 예상된다. 특히, 기존 백열등과 형광등류를 대체하기 위한 LED 램프의 개발이 많이 이루어지고 있다. 현재 개발되고 있는 기존의 백열등과 대체용 LED bulb의 경우 광학 특성과 발광구조에 의해 크기나 형태 측면에서 기존 백열등과 차이를 보이고 있다. 이러한 차이점에 의해 기존의 백열등과는 전방향으로 광을 발산하는 Omnidirectional 형태의 광원 형태를 가지게 된 반면에 개발되고 있는 LED bulb는 상방향(수직각 90°~180°)이 적은 경우가 많다. 이러한 연구에서는 기존 백열등과 대체용 LED bulb의 LED bulb 제품의 광학적 특성을 알아내기 위해 측정 및 분석을 수행하였다. 특히, Energy Star에서 발표한 Omnidirectional 램프의 기준 기준을 충족시켜 현재 상용화된 국내의 LED bulb 제품들의 광학적 특성을 분석하였다.

\* Corresponding author: yusinkim@kopti.or.kr

LED PKG 광면배열을 통한 후방광을 갖는 LED Bulb 광학설계에 관한 연구

(A Study of Optical design of LED Bulb for Upper hemispherical intensity distribution from LED PKG on Flat PCB)

김기호\*\*, 김상준\*\*, 김유신\*, 김기훈\*, 김현식\*, 송상범\*\*, 권민기\*\*\*

(Gi-Hoon Kim - Sang-Joong Kim - Yu-Sin Kim - Kyung-Ho Shin - Hyun-Sik Kim - Sang-Bin Song - Min-Ki Kwon)

Abstract

The last in the field of lighting are trying to replace the incandescent lamp, LED lamp. However, the light distribution of LED lamp is different from the conventional lamp. When the light distribution similar to the LED lamp, the LED lamp has a special optical structure. For example, the LED P505 from the best side to the vertical position or Gove is the structure of the secondary and tertiary optics. These structures are difficult to make. In this study, LED PKG was positioned horizontally. Then the designed bulb globe are simulated. These results can be developed through future high-capacity LED bulb.

1. 서론

LED 램프는 고효율, 저전력의 녹색광원으로서 에너지 절감효과가 뛰어나고, 다양한 파장을 갖기 때문에 최근 가정용으로 많이 적용되고 있는 추세이다. 또한 광원의 크기가 작아 용이하게 용이하여 시선 간섭적으로 사용되는 일반 조명 대체용으로 개발되고 있다. 그러나 LED 광원은 기존 일반 조광에 비해 전 방향으로 광을 발산하기 때문에 아래에서 후방광을 갖는 구조가 개발된다. 이는 기존 백열등과 가지는 방사적인 무지향성이 아니다. 이 연구에서는 LED를 P505를 개발하며 LED bulb 구조의 수직방향으로 세워서 개발한다 2 차방광을 설계용 2-3중 구조로 포함하는 경우가 많다. 본 연구에서는 고출력용에 사용되는 일반 백열등이 갖는 광원을 유사하게 구현하기 위해 LED PKG 구조를 수평방향에 배열하여 후방광을 갖도록 bulb 광원을 설계하고, Photo 스톱퍼레이터를 이용하여 bulb의 광장 및 구의 면 배치를 시뮬레이션 수행하였다.



Fig. 1. Image of LED bulb (ODLB) and Omnidirectional 램프

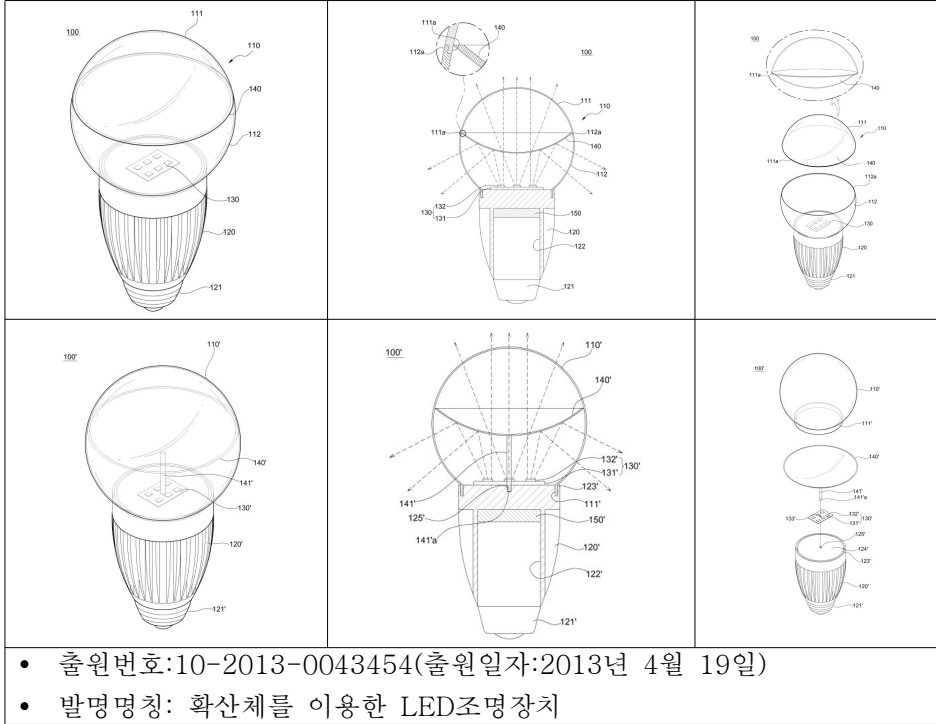
2. Omnidirectional 램프 광원을 지니는 LED bulb 광대 및 구조 광원

Omnidirectional 램프는 Energy Star의 "Qualifying Criteria for Integral LED Lamps"에서 요구하는 표준 중 하나이며, 전기적광학적 특성의 요구 조건을 제시하고 있다. Omnidirectional 램프의 광원 형태는 두 가지 조건이 주어진다. 한 가지 조건은 수직각 90°~135°이며 광원 광도값과 수직각 0°~135°이며

3. Bulb 형상 설계 및 광학 설계시뮬레이션 결과

본 연구에서 LED PKG를 평면 배열을 한 후, 다음 가지 조건이 주어진다. 한 가지 조건은 수직각 90°~135°이며 광원 광도값과 수직각 0°~135°이며

# 특허 출원



- 출원번호: 10-2013-0043454 (출원일자: 2013년 4월 19일)
- 발명명칭: 확산체를 이용한 LED 조명장치

**출원번호 통지서**

관인생략

**출원번호 통지서**

출원 일자 2013.04.19  
 특 기 사 항 심사청구(국) 공개신청(무)  
 출 원 번 호 10-2013-0043454 (출원번호 1-1-2013-0343800-51)  
 출원인 명칭 한국광기술원(2004-013698-4)  
 대리인 성명 유영재(9-2000-0001174-3)  
 발명자 성명 김우신 김성웅 박호은 박진우 김현서 신경호 송상민 김기훈 김지영  
 발명의 명칭 확산체를 이용한 LED 조명장치

**특 허 청 장**

<< 안내 >>

1. 위첨의 출원인 복원 길이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원이 미흡 수수료는 접수일로부터 2달을 넘기지 못하면 납입일수중에 정영, 납부지연료 등을 기지하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.  
 ※ 납부방법은 이33(이우포도) - 통수번호
3. 위첨의 주소, 연락처 등의 변경 사항이 있을 경우, 즉시 (출원인코드 정보보정(명칭), 정정 신고서)를 제출하여 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허청(patent.go.kr) 검색 - 민원서비스(우우포도) - 특허청 서비스 메뉴 - 공지 정보 서비스
4. 특허(실용신안특)출원은 영세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록신청 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 첨부된 영세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 출원신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정하고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.  
 ※ 제도 안내 <http://www.kipo.go.kr> - 특허청(국) PCT 제도  
 ※ 우선권 요건기간: 특허 출원일로부터 12개월, 상용 디자인으로부터 6개월 이내  
 ※ 국제특허상표의 상용권을 기초로 우선권주장을 한 시, 상용권이 미공개상태이면, 우선권보유 14개월 이내의 미공개상표의 [전자표준화기서(P-TOSB)]를 제출하거나 우선권일에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.  
 ※ 특허출원 10-2013-0000000, 실용특허출원 40-2013-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 통보된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

발급일자 : 20130410 1/3