

LED 조명산업을 통한 융복합기술의 활성화 방안에 관한 연구

(A Study on the activation of fusion technology through LED lighting industry)

허만일* · 유왕진**

(Man-Il Heo · Wang-Jin Yoo)

Abstract

By using LED optical devices and improving the efficiency of optical devices as well as lighting apparatus for humans, LED lighting industry puts the purpose of manufacturing the main products related with information, electric, large-sized LCD BLU, automobile, shipbuilding, agriculture, medical treatment, environment, and telecommunications, etc. Moreover, the main products and the industrial lighting products are manufactured with fusion, as the result, LED lighting industry provides various effects as well as sources of technology based on practical use of LED technology in order to develop the industry from the perspective of the lower price, the higher efficiency, the higher function, the deeper reliance.

In the future, not only the development of new LED technology but also the fusion and combination of digital IT technologies using wire-wireless communication, sensor, controller, and artificial intelligence will be expected to create new industrial fields.

Key Words : LED Lighting Industry, LED Optical Devices, Technology-Wireless Communication

1. 서 론

1.1 연구의 배경

LED(Light Emitting Diode : 발광다이오드) 조명은 P-N 접합된 반도체에 전기에너지를 가하여 반도체 밴드 갭에 해당하는 파장의 빛을 방출하는 광 에너지

로 전환하는 반도체 발광소자로 디지털 제어하여 고효율, 장 수명, 친환경 등의 장점으로 인하여 기존광원을 대체할 차세대 조명으로 각광받고 있다. 최근 인간 친화적 감성조명을 연출할 수 있다는 점과 통신에 의한 네트워크 등의 IT 기술을 활용하여 디지털 제어가 불가능했던 기존의 조명에서 탈피하여 새로운 가치가 창출되어지고 있다[1].

LED 조명산업은 향상된 LED 광소자를 이용하여 인간을 대상으로 하는 조명제품을 제조하는 산업으로서 생활필수품(주거, 사무공간의 실내조명)분야, 환경조명(건축, 경관, 도로조명)분야에 사용되고 있는 백열전구, 할로겐전구를 대체하여 경제성을 확보하고 있으

* 주저자 : (주)한국전설엔지니어링 대표이사

** 교신저자 : 건국대학교 평생교육원 원장

Tel : 02-2202-4457, Fax : 02-2202-4469

E-mail : CEO@keeng.co.kr

접수일자 : 2012년 3월 16일

1차심사 : 2012년 3월 20일, 2차심사 : 2012년 4월 3일

심사완료 : 2012년 4월 13일

며, 멀지 않아 형광등을 대체할 수 있을 것으로 예상된다[2-4].

최근 LED를 이용하여 정보가전제품, 대형 LCD BLU, 자동차, 조선, 해양 수산업, 농업, 의료, 환경, 정보통신 등의 주력 제품과 융합된 조명제품을 제조하는 산업으로 다양한 효과를 제공할 것이다.

본 연구는 LED 조명산업을 통한 융복합기술의 활성화 방안을 연구하고자 한다. 이를 위해 LED의 조명 산업과 융복합기술을 위한 가이드라인을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 목적 및 방법

국·내외 LED 조명산업의 시장과 기술, 경영 현황 등의 데이터를 수집하여 파악하고, 현재 국내 LED 조명산업의 현실과 한계성 및 문제점 등을 파악하여 대치방안을 모색하면서 LED 조명산업의 성장전략 방법을 연구하고자 한다. 이에 따라 대중매체에서 조사되었던 자료와 각 LED 조명 관련업체에서 수집한 자료, 인터넷 자료, 학위논문, 학술지 등의 참조 인용 자료와 각 연구실에서 발표한 LED 조명자료를 토대로 경쟁력을 모색하여 향후 LED 조명산업을 통한 융복합기술의 활성화 방안에 관하여 연구하고자 한다.

2. LED 조명산업의 기술동향

2.1 LED 조명산업의 현황

LED 조명산업은 시장 경제성, 친환경성, 친소비자 산업으로서 효과가 전문가들에게 인정되어 차세대 신성장 동력산업으로 지정(2008.5 지식경제부)되어 에너지절감을 위해 2015년까지 일반 조명제품의 30% 이상을 대체할 것으로 예상된다.

표 1은 LED 조명기기 30% 보급 시 에너지 절약량 및 절감액을 나타낸 것이다[3].

LED 조명산업은 2015년 세계시장 1,000억\$, 년 평균성장률 41%의 고성장이 예견되는 산업이므로 국내시장은 2015년 15조원으로 시장 점유율 15%(년

평균 성장률 53%) 전망되고, LED 광소자산업은 2015년 세계시장 200억\$, LED 조명산업은 380억\$, LED 융합 산업은 420억\$ 도달할 전망이다.

표 1. LED 조명기기 30% 보급 시 에너지 절약량 및 절감액

Table 1, Savings amount of energy and money in supplying 30% of LED lighting equipment

LED Lamp 효율(lm/W)	70(lm/W)	90(lm/W)	120(lm/W)	150(lm/W)	180(lm/W)
한국 LED조명 보급률(%)	30	30	30	30	30
LED조명 보급에 따른 일반조명 전기절감량 (GWh)	3,368	4,245	5,036	5,510	5,827
LED조명 보급에 따른 일반조명 전기절감액 (백만원)	306,502	386,252	458,233	501,422	530,241
교통신호등, 유도등, 문자형 간판 전기절감량 (백만원)	1,795	12,775	17,790	25,770	31,500
교통신호등, 유도등, 문자형 간판 보급에 따른 전기절감액 (백만원)	163,245	1,162,525	1,618,890	2,345,070	2,866,500
총 전기절감량 (GWh)	5,163	17,020	22,826	31,280	37,327
총 전기절감액 (백만원)	469,647	1,548,777	2,077,123	2,646,492	3,396,714
CO ₂ 배출 절감 (전통)탄소배출계수 0.39(kg CO ₂ /kWh)	2,014	6,838	8,902	12,199	14,557
나무심기 효과 (백만그루)나무 한그루 당 연간 14(kg CO ₂ 흡수)	144	474	636	871	1040

LED 조명산업은 LED 100% 보급시 에너지절감 2조원/년, CO₂ 절감 836억원/년, 무 수은 친환경 조명으로 국가적인 공익성이 큰 산업이며, Post Kyoto 기후협약 저탄소사회 구축에 기여할 수 있는 산업이다[3].

LED 조명산업은 국민의 생활필수품으로써 국민들에게 안(安)·강(康)·미(美)·락(樂)의 조명환경을 제공하는 친 소비자의 밀접한 산업이다.

조명연출을 제공하기 위해서는 인지 과학적 접근법에 의한 인간의 감성, 심리 및 생리영향에 대한 연구가 필요하며, 앞으로의 RGB LED의 색온도에 따른 인지 과학 및 신경생리학적 접근을 통한 행동 및 심리적 변화에 대한 자료는 인지 및 감성적 특성을 높인 LED 조명제품 개발에 활용될 것으로 전망된다.

조명용 광원모듈의 성능향상 원천기술의 핵심은 광 LED 광소자 성능향상에 따라 응용시장이 기하급수적으로 확대되므로 LED 광소자 효율향상을 위한 원천기술이 매우 중요하다.

현재 사용기준 100[lm/W]이고 2020년 200[lm/W]가 목표이므로 현재의 기술적 한계를 돌파하여 성능을 비약적으로 향상시킬 수 있는 원천기술이 시급하다. 이를 위해 세계 각국에서 심혈을 기울인 노력과 투자 효율, 외부양자효율, 광 추출 기술 등 발광효율의 향상과 Fab Level PKG 등 광 손실 감소기술, 발열기술 등

많은 대안기술들이 연구되고 있다[2].

LED 조명산업은 LED 원천기술을 기반으로 실용화 기술이 융합되어 발전하는 산업이므로 핵심부품소재의 저가화, 고 효율화, 고 기능화, 고 신뢰화가 핵심이다. 또한, LED 광소자의 성능을 최대한 활용하면서 요구되는 광량과 광의 분해, 빛과 열의 제어, 소비자를 감동시킬 수 있는 가능성을 가진 Intelligent 조명시스템, 고장분석을 통한 제품의 장 수명화, 실용화기술의 고도화는 LED 광소자의 성능에 기본적으로 큰 영향을 받으므로 LED의 특성을 최적화하여 활용하기 위한 융복합화 기술이 필요하다.

2.2 기술적인 혁신의 요건

개발제품이 세계적인 일류 성능의 Luminaire Efficacy를 갖도록 기술혁신으로 개발제품이 세계일류 수준의 기술을 확보할 수 있도록 한다.

개발하고자 하는 기술은 Luminaire Efficacy의 국제일류 성능 확보 이외에도 저가화를 통한 가격경쟁력, 기술력이 높은 광원모듈의 국제일류 수준 성능향상 및 국산 칩의 조명제품 채용 등으로 국내 LED 산업 활성화가 요구된다. 그리고, 감성과 심리 및 생리조명을 구현한 고급조명 콘텐츠, 외부환경 변화를 스스로 적응하는 Intelligent 조명화, 고장 없는 장 수명을 보장하는 고 신뢰성 제품 기술이어야 할 것이다.

LED 조명 요건에 의한 인간 심리, 생리적 영향 분석에 따른 제품 개발에 있어 계절, 온도, 시간 용도에 맞는 LED 조명제품의 영향 분석에 의한 최적 색온도 제어가 실현가능하여야 하며, LED 혼합 색과 기존 광원에 의한 영향 분석에 의한 LED Array 설계 및 모듈 구성에 따른 눈부심 영향 분석에 의한 LED 광학계 설계와 기존 광원 대비 개발품에 대한 우수성 부각 측정 기술이 개발되어야 할 것이다.

색온도 제어 알고리즘은 색온도 5,000[K] 이하는 흑체의 색온도 변화별 분광스펙트럼 분포로, 5,000[K] 이상은 CIE(Commission Internationale de l'Éclairage) 합성주광의 파장별 분광 스펙트럼 분포를 이용하여 광색혼합 및 색온도 제어에 사용되는 R, G, B, A 혹은 W LED의 Peak 파장을 측정하여 목표 색

온도에 맞도록 각각의 LED에서 복사되는 상대적 분광분포 에너지의 조정이 필요하며, 색온도 제어 알고리즘은 매우 복잡한 구조를 통해 조명환경 개선이 필요하다[4].

그러므로 광색 및 색온도를 제어하여 실내외 장식조명, 터널조명, 박물관 조명 및 경관조명, 엘리베이터 조명, 실내 감성조명, 병원의료조명 등의 응용분야에 이용되어야 할 것이다.

3. 융복합기술의 활성화 방안

LED 조명산업을 통한 융복합기술의 활성화 방안을 다음과 같이 모색할 필요가 있다.

3.1 LED 응용기술 분야

3.1.1 LED BLU 기술

LED BLU 기술로서 컴퓨터나 TV의 초 슬립형으로 발전되었고, 자동차 전장조명 분야에서는 LED 특성에 따른 부품 및 Design에서 Multichip LED Package, Reflector, lens, Bezel Design 변경, Housing의 LED 방열 시스템에 적합한 구조, Ballast의 제거, ESD (Electrostatic Discharge) 및 Power 제어회로 추가 등 많은 변화가 이루어지고 있다.

3.1.2 USN 기술

USN(Ubiquitous Sensor Network)을 이용한 조명 제어 시스템에서는 설치 주변의 온도, 습도, 조명장치 의 밝기와 전력의 소비를 수집하여야 하고, 시간대별 또는 이벤트, 환경별 일정에 따른 전력의 비교가 가능하여야 하며, 전력소비의 양을 데이터베이스화하여 기간별 소비 전력을 모니터링할 수 있어야 한다. 그리고 정확한 데이터를 수집하기 위해서는 무선통신주파수, IP Routing 방식, 통신 거리등을 고려하여야 한다.

3.1.3 의료 기술

의료 LED 응용분야는 병실 회복실 조명 환경 및 가시광 통신을 통하여 인체의 생체리듬에 부합된 편안한 조명환경을 제공하고, 수술조명 및 내시경조명은

천연색에 가까운 색체를 갖는 조명을 확보하여 수술 실수 방지 및 신속한 수술환경을 제공하여야 한다. 그리고, 수술 내비게이션, 광 치료기, 혈류병 진단, 동맥 경화진단, 당뇨진단기기, 세포·정보 분석시스템, 치과용 UV Curing 기기, 피부과용 피부노화, 착색, 황달 치료기, 물, 공기의 소독, 살균, 탈취기기 등에도 이용될 수 있도록 해야 할 것이다.

특히, LED를 이용한 카메라 내시경도 기존의 조명 광원을 LED로 대체함으로써 연색성의 향상으로 인한 조명 역할과 전원부의 콤팩트 화, 소지와 이동이 용이하며, 저 전력에 의한 구동이 가능하게 되고 있다.

또한, Video Capsule Endoscopy 에도 백색 LED 조명이 중요한 역할을 하고 있다.

3.1.4 기타 조명 기술

선박용 조명에서도 일반조명과 Navigation 역할을 하는 선두, 선측, 선미 등에 이용되고 Signal로 정박 위험 화물 상태표시까지 이르고 있다.

그밖에 양식용 조명, 집어등, 식물성장용 조명으로 이용되고 있다.

3.2 융합 광기술 분야

3.2.1 나노포토닉스 기술

융합 광기술으로는 나노포토닉스 기술은 기존 기술의 한계를 극복하기 위한 대안으로 전망되고 있으며, 앞으로의 과제는 양자점이나 선을 이용한 고성능 반도체 레이저 및 LED, 광 증폭기, 효율 50[%] 이상의 고 효율 태양전지, 광 결정 소자 회로, 플라즈모닉 기술을 기반으로 하는 고효율 광원 및 고감도 센서가 개발될 것으로 전망된다.

3.2.2 정보통신 단말용 광소자 기술

정보통신 단말용 광소자기술은 차세대 휴대단말기의 진화과정에서 필수적인 대안으로는 기존 LCD나 LED를 이용한 정보단말 표시소자가 가지는 정보전달 용량의 한계, 소비전력 및 모듈크기의 한계를 극복할 저소비전력의 고속 변조 특성을 가지는 반도체 RGB 광원 기술이 필수적으로 대두될 것으로 예측된다.

광 인터커넥션은 시스템 간 보드 간 칩간 칩내로 점차 초 단거리화, 고집적화와 더불어 초고속화 및 다기능화로 진화하여 광 인터커넥션은 현재 시스템 간에 일부 사용되고 있는 실정이며 향후 보드 간 칩간 광 인터커넥션에 대한 연구와 점차 고집적화 및 다기능화로 인해 나노 수준의 광 인터커넥션 기술이 개발될 것으로 전망된다.

3.2.3 LED기반 가시광 통신기술

LED 기반 가시광 통신은 LED와 통신의 단순 통합이 아닌 융합기술로 발전되어 LED 가시광 통신은 융합 기술로써 LED/PD 기술(응답속도, 색상, Dimming, 고감도), LED 드라이버 기술, 표준 기술(통신 PHY, MAC, 응용 프로토콜) 및 관련 활용 기술(LED 전광판, 디스플레이 통신 서비스, 정밀 측위 기술, 자동차 응용, 광 ID 기술 등)로 발전할 것으로 전망된다[2].

3.2.4 레이저 영상 기술

레이저 영상 신산업 창출은 편광, 간섭성 등의 레이저 고유 특성으로 인해 차별화되면서도 경쟁력있는 신제품 개발이 가능하게 함으로써 새로운 개념의 레이저 TV 및 레이저 LCD BLU, 3D 영상기, 대 화면 2D/3D 홈시어터 등의 신 시장 창출과 디스플레이의 최종 궁극적 목표인 홀로 그래픽 영상을 가능하게 하는 광원인 동시에, 타 파장으로서의 응용을 통해 의료 산업, 반도체 전자 산업, 자동차 조선 산업 그리고 국방 산업으로까지의 파급을 유발하는 기술이 될 것입니다.

4. 결 론

LED 조명산업은 LED 광소자를 이용하여 인간을 대상으로 하는 조명제품을 넘어 광소자의 효율 향상으로 정보가전제품, 대형 LCD BLU, 자동차 조선, 해양 수산업, 농업, 의료, 환경, 정보통신 등의 주력 제품과 융합된 조명 제품을 제조하는 산업으로 다양한 효과를 제공 할 뿐만 아니라, LED 원천기술을 기반으로 실용화 기술이 융합되어 발전하는 산업이므로 저가화, 고 효율화, 고 기능화, 고 신뢰화의 핵심 문제가 해결되어야 한다.

그러나, 기술의 발전에 따라 LED는 컴퓨터와 TV의 초 슬립형, 자동차 전장조명, 의료 응용분야의 조명과 카메라의 내시경 검사, Video Capsule Endoscopy, 반도체 레이저, 고감도 센서, 레이저 영상 등 새로운 특성이 있고 차별화되면서도 경쟁력 있는 제품이 개발 될 것으로 기대된다.

향후에는 LED의 새로운 개발 뿐만 아니라, 융복합 기술의 유·무선통신, 센서, 컨트롤러, 인공지능을 이용한 디지털 IT 기술이 접목되어 제어되는 새로운 분야가 지속적으로 창출될 것으로 기대된다.

References

- [1] 박두일 외 1 IT융합기술을 활용한 LED 지능제어 네트워크, 한국 조명·전기설비학회지, 제23권, 제45호, p12~17, 2009.08.
- [2] 송상빈, 'LED 조명/응용 동향 및 차세대 전망' 한국광기술원, 2009.11.
- [3] 유은형, "친환경·에너지절감형 LED조명기술 개발에 관한기술/제품 개발" 한국광기술원, 2008.09.
- [4] 주대영, 발광다이오드(LED)산업 경쟁력에 관한 조사·연구" 산업연구원, 2005.10.

◇ 저자소개 ◇



허만일(許萬一)

1955년 2월 19일생. 조선대학교 전기공학과 졸업. 서울시립대학교 방재공학과 졸업(석사). 건국대학교 벤처전문기술학과 박사과정 수료. (주)한국전설엔지니어링 대표이사.



유왕진(柳旺辰)

1961년 8월 29일생. 웨인주립대 산업공학 졸업(석사 및 박사). 건국대학교 산업공학과, 벤처전문기술학과 교수. 건국대학교 벤처창업지원센터소장. 건국대학교 평생교육원 원장.