3. 해설기사

마린조명기술

Marine Illumination Technology

길 경 석

Gyung-Suk Kil

• 한국해양대학교 전기전자공학부 교수
한국해양대학교 산업기술연구소 소장
• E-mail: kilgs@hhu.ac.kr

장 지 호

Ji-Ho Jang

• 한국해양대학교 나노반도체공학부 조교수
• E-mail: jhjang@hhu.ac.kr

김 성 연

Sung-Yeon Kim

• 한국해양대학교 산업기술연구소 전임연구원
• E-mail:kimsy@hhu.ac.kr

오늘날 우리 생활에 편리하게 쓰이는 전등 즉, 전기에너지를 이용하여 빛을 내는 광원의 역사는 1808년 영국인 험프리 데비가 최초의 아크방전실험에 성공하여, 1844년 프랑스 파리의 콩코드 광장에 아크등이 설치됨으로써 본격적인 전력 기반 광원이 실용화시대에 진입하였다. 그러나 아크등은 급속한 전극 소모와 너무 강한 빛의 세기로 눈이 쉽게 피로해지는 단점이 있으며 이를 해결하기 위해 전등 내부를 진공 상태로 만들어 전극 산화를 방지하여 수명을 획기적으로 늘린 것이 백열등이다. 1879년 에디슨이 탄소 필라멘트 전구를 발명한 이래, 1890년에 미국의 D. 쿨리지가 텅스텐 필라멘트를 1913년에는 랭뮤어가 전구 내에 비활성 기체인 아르곤(Ar)과 질소(N_2)가스를 봉입 필라멘트의 증발을 억제시켜 전구의 수명과 광 효율을 획기적으로 늘리는데 성공하여 비로소 현재와 같은 텅스텐 백열전구가 만들어졌다.

우리나라 전기조명의 역사는 1887년 3월 6일 건청궁(지금의 경복궁)에 100W급 아크등의 점등으로 시작되었다. 그 후 지금과 비교하면 광효율이 매우 낮은 51m/W급의 백열전구가 일상생활에 사용되기 시작하여, 표 1과 같이 다양한 광원으로 발전을 거듭하여 현재에 이르게 되었다.

표 1 광원의 발달

연도	광원
1840	아크등
1879	탄소전구
1890	가스멘틀
1913	가스봉입 텅스텐전구
1920	네온관
1930	나트륨등
1933	수은등
1938	형광등
1950	EL램프
1959	할로겐등
1961	고압나트륨등, 메탈할라이드등
2000	무전극 방전등

특히, 최근에는 고출력 발광다이오드(LED : Light Emitting Diode)를 이용한 광원의 개발과 연구가 급속도로 진행되고 있다. 이는 환경 문제의 대두, 저전력 고효율의 조명 수요, 다양한 소

비자의 욕구 등과 맞물려 기존의 조명으로는 조명 시장의 다양한 요구를 만족시키는데 한계를 보임에 따라 나타난 필연적 결과이다.

1963년에 최초로 적색 LED가 개발된 이래, 1993년에는 청색, 1995년에는 녹색 등 단파장영역의 고광도(10cd급) LED가 연이어 개발되고, 1997년에는 청색 LED에 형광체를 여기시킨 백색 LED가 개발됨으로써 초기에 회로 점등, 숫자 및 문자 디스플레이 수준에 머물던 LED가 일반 조명용 광원으로서의 상용 가능성을 보여줬다. 이후에도 지속적인 연구로 보다 우수한 고휘도 LED가 속속 개발되면서 이를 응용한 조명기기 역시 빠르게 시장에 출시되고 있는 상황이다. 이와 같이 새로운 광원의 출현은 필연적으로 조명기술에도 많은 변화와 발전을 가져왔다.

조명은 어두운 장소를 밝게 비추는 것이 주된 기능이지만, 인류 문명의 발전에 따라 광원은 태양광에 근접한 스펙트럼 구현을 목표로 피조면의 특성에 적합하도록 발전되어 왔다. 즉, 적용 대상에 따라 광효율lm/W, 광스펙트럼, 연색성, 휘도, 색온도 등을 선택하는 것이 가능하게 되었다.

1. 마린조명이란 무엇인가?

마린조명은 『해양 분야에 이용되는 모든 형태의 조명』이며, 세부적으로는 해상안전, 선박운항, 해양환경, 수산양식 그리고 항만물류 분야에 적용되는 조명으로 정의할 수 있다.

기술과 산업이 발전함에 따라 해당 분야에 신조어들이 생겨나 일반화 된 것처럼, 불과 3년 전 『마린조명』이라는 용어가 처음 사용될 때는 다소 어색했지만, 현재는 조명산업의 중요한 분야로 인식되고 있다. 그렇다면 근래 마린조명이 갑자기 주목을 받는 이유는 무엇인가? 이는 지구 온난화와 같은 환경 문제의 대두와 에너지 고갈 등 조명기술에 대한 패러다임이 변하고 있으며 새로운 광원인 LED를 이용한 조명의 출현이 직접적인 계기가 되었다.

조명이 전체 전력 사용량에서 차지하는 비중은 18~23%로 이를 고효율 광원으로 대체하면 전력소비를 크게 절감할 수 있고 전력 생산으로 유발되는 탄소 배출량도 크게 줄일 수 있다. 이러한 고효율 광원으로서 메탈할라이드 램프와 나트륨 램프에 이어 무전극 방전 램프와 플라즈마 램프가 사용되기 시작했고, 최근에는 고출력 고휘도 LED가 일반조명으로서의 상용화를 목표로 활발히 연구가 진행 중이며, 이에 따라 해양 분야에서도 LED를 이용한 조명과 응용 기술에 대해서 흥미를 갖기 시작했다.

본 고에서는 신성장산업으로서 주목을 받고 있는 LED 조명산업에 대한 소개와 함께 마린조명 산업의 현황과 전망에 대해서 소개한다.

2. 조명기술 환경변화

지식경제부 이윤호 장관은 "LED 산업을 반도체 산업에 버금가는 차세대 성장 사업"으로 육성할 계획이며, 2012년까지 총 3700억원의 자금을 투입하겠다고 밝혔다. 2008년 12월 22일에는 LED 산업 활성화를 위해 LED 업계와 정부의 협력 방안을 논의하는 자리에서 "극심한 경기 불황에도 불구하고 LED 산업은 매출 증대와 고용확대, 수출을 통한 무역수지 개선에 상당한 성과를 보이고 있다", "2009년을 LED산업의 원년으로 삼을 것"이라고 강조하면서 구체적으로 2009년 내수시장 활성화에 907억원, 기술개발사업에 266억원의 자금을 투입하여 LED 보급사업, 펀드조성, 원천기술 확보 등 다각적인 정부 지원책을 약속했다. 또한 삼성 전기 등 민간업체도 5,400억원 규모의 신규 투자 계획을 발표하였다(출처 : 디지털 타임스).

이러한 정부와 업계의 적극적인 LED 산업 육성 의지와 배경을 국내외 LED 산업 시장동향과 향후 전망 등과 관련지어 살펴본다.

- 국내 · 외 LED 산업 시장동향

2006년 전세계 LED 시장은 42억 달러 규모였으며, 2011년에는 90억 달러에 이를 전망이다. 이러한 시장 규모의 확대 배경에는 2001년부터 2004년까지 LED 시장이 휴대폰을 비롯한 모바일 기기의 급격한 성장을 통해 40%가 넘는 고성장을 이루어왔기 때문이다.

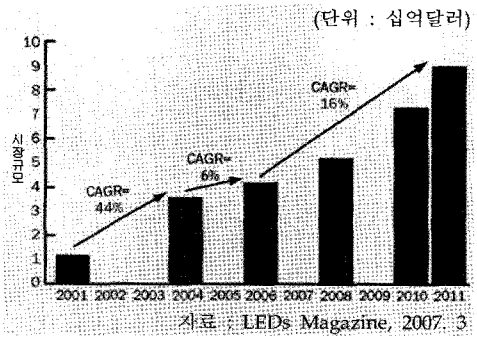

그림 1 전세계 LED 시장현황

LED 시장은 용도에 따라, 모바일, 자동차, Sign/Display, 일반조명 등으로 분류할 수 있으며, 2006년 LED 시장에서 휴대폰을 포함한 모바일용 시장이 48% 로 가장 높은 비중을 차지하고 있고, 그 외 자동차용 15%, Sign/Display 14%, 일반조명 5%, Signals 2%, 기타 분야가 16%를 차지하고 있다. 국내 LED 시장은 전년대비 17.3% 증가한 1조 5천억 원에 이를 것으로 추정되며, 세계 LED 시장이 2004년부터 2006년까지 6%의 성장률을 보인 반면, 국내 시장은 12.6%로 상대적으로 높은 성장률을 기록하였다.

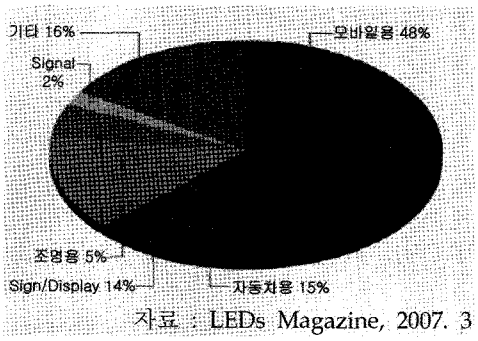

그림 2 용도별 LED시장 현황(2006)

국내 LED 시장은 현재와 같이 견실한 성장을 이어간다면 2010년경에는 일반 조명시장에 진입하고 2015년에는 15조원 규모로 성장할 전망이다.

하지만 이러한 발전을 이뤄내기 위해서는 해결해야 할 많은 문제점을 안고 있는 것도 사실이다. 현재 지적되고 있는 국내 LED산업의 주요한 문제점으로는 산업분야의 편중과 기술력 부족을 들 수 있다. 상당수의 국내 LED 기업들이 패키징과 칩 제조 등 특정 분야에 편중되어 있다. 삼성전기, LG이노텍과 같은 일부 대기업에서만 웨이퍼에서 패키징까지 전공정을 자체적으로 수행하는 정도이다. 또한 외국의 특허 공세에 대응하기 위한 원천기술 확보와 전문 연구 인력 부족 문제도 해결해야 할 과제이다.

LED 기술개발은 발광성능 및 신뢰도 향상과 저가격화의 방향으로 추진되어 왔으며, 이를 위하여 LED chip의 구조, 재료, 제조공법, 패키징 및 구동회로 등의 분야에서 기술개발이 진행되어, 지금까지는 10년마다 성능은 20배씩 향상 되고, 가격은 1/10로 하락하는 놀라운 발전 속도를 보이고 있다. 현재 국내 LED 기술의 분야별 수준은 광변환 효율은 60 lm/W 수준으로 해외 선발업체 대비 75% 수준으로 평가되어 해외 업체와 다소 기술격차를 보이고 있으며, 웨이퍼 관련 기술은 자체적으로 에피 성장기술을 보유하고 있으나 생산능력이나, 기술력 등에서 일본, 대만 등 경쟁국에 비해서는 뒤쳐지는 실정이다.

- 새로운 조명으로서의 LED의 부상

우리나라는 2015년까지 LED 조명의 비중을 30%까지 높이는 것을 목표로 하는 "1530 프로젝트"와 LED 조명시장 발전을 위한 "LED/반도체 조명산업발전전략"을 함께 추진하고 있다.

표 2 주요국가의 LED 조명 개발 및 보급계획

국 가	LED 조명 개발 · 보급 계획
한 국	○ "LED/반도체조명산업 발전전략" - 2010년까지 120lm/W급(선진국 수준), 2012년까지 140lm/W급 LED 기술 개발 추진 ○ "LED조명 15/30 보급프로젝트" - 2015년까지 LED조명비중 30% 달성, 에너지 4백만 TOE만절감
일 본	○ "Light for the 21st Century" 프로젝트 - 백색LED를 이용한 반도체 조명계획 수립(최종목표 120㏐/W) - 2010년까지 조명에너지 20% 절감
미 국	○ "Next Generation Lighting Initiative(Vision 2020)" - 2020년까지 200㏐/W 개발, 조명시장 50% 점유
중 국	○ 중국 5개 지역에 "국가 반도체조명 산업화기지" 지정 육성 ○ 제13차 국가경제개발계획에 LED 및 반도체 조명산업 육성 포함('05년 7월)

자료 : LED 조명 보급 추진 계획, 2006. 11, 산업자원부

지식경제부에서는 2015년까지 국내에 LED 조명의 비중을 30%까지 확대할 경우, 1조 6천억원을 절감할 수 있을 것으로 추산하고 있다. 이러한

추정치의 근거는 LED 광원의 지속적인 효율 향상과 기존 광원 대비 긴 수명이 밑바탕이 되었기 때문이다.

표 3 광원별 효율 비교

광원	LED	백열등	할로겐 램프	컴팩트 형광등	형광등
실물					
광원효율(lm/W)	59	10	20	50	75
전기장치 효율(%)	80~90	100	100	80~90	80~90
조명기구 효율(%)	80~90	30~50	30~50	50~60	50~70
총 효율(lm/W)	42	4	8	23	38
수명(시간)	10,000 ~50,000	1,000	3,000	10,000	15,000

자료 : LEDs Magazine, 2007. 5

기존에 개발된 LED의 광원효율이 60lm/W 수준으로 형광등의 광원효율 75lm/W에 비해 낮은 수준에 머물렀으나, 최근에 100lm/W의 고휘도 LED가 개발됨으로써 기존 재래식 광원과 비교하여 성능면에서도 손색이 없다. 총 효율면에서는 백열등에 비해 10배 이상을, 형광등과 비교해도 전혀 뒤지지 않는 성능을 보여주고 있다. 제품 수명의 경우에는 LED는 백열등에 비해 무려 10배 이상을 자랑한다.

2006년 세계 LED 조명 시장규모는 전체 LED 시장의 5%에 불과한 2억5백만 달러 규모였으나, 2011년에는 10억 달러까지 성장이 전망되며 특수조명 위주로 초기시장이 형성되고 있다.

- 향후 전망

LED 조명이 활성화될 경우 현재와 같이 전구를 수시로 교환하여 사용하는 조명산업 구조에 큰 변화를 가져올 가능성이 있다. 현재 조명제품은 전구업체, 조명 설치 업체를 통해 각각 소비자에게 유통되는 구조로, 수명이 반영구적인 LED 조명이 활성화될 경우 전구 교체 과정이 필요 없게 될 것이다. 한편, LED 조명은 정부의 강력한 육성의지 LED 자체의 성능 향상, 에너지 문제와 기후 협약 등 주변 여건이 성숙함에 따라 늦어도 2009~2010년경부터 일반조명시장으로 진입을 낙관하고 있다. 하지만 LED 조명 산업의 미래에 대한 낙관적 전망은 역설적으로 GE, 오스람, 필립스 등 중국에 생산 거점을 두는 거대한 다국적 조명 기업에게 국내 시장을 선점 당할 수 있는 위기 상황으로 얼마든지 반전될 수 있다. 따라서 특수 조명 분야에 차별화된 기술개발 전략과 시장 개척 노력을 통해 LED 산업 체질 향상을 꾀해야만 LED 조명 산업이 명실상부한 국가 신성장 동력산업으로 위상을 공고히 할 수 있다.

3. 마린조명산업

국내 해양관련산업은 부가가치총액이 2004년 32조원에서 2030년 260조원, 같은 기간 국민총생산 기여율은 7.3% 에서 11.5% 로 증가할 것으로 전망하고 있다. 특히, 선박건조량 세계 1위, 컨테이너처리량 세계 7위, 수산물 생산량 세계 11위로 조선/해양강국인 우리나라는 마린조명산업 발전을 위한 토대가 매우 탄탄하다. 더구나 마린조명산업이 활성화될 경우 자동차, 전기·전자, 철강 등 관련산업을 활성화시키는 등 시너지 효과를 기대할 수 있을 것으로 전망된다. 따라서 정부차원에서 해양분야의 신성장 동력산업으로 적극 지원하고 육성할 필요가 있다.

마린조명은 그림 3과 같이 적용대상에 따라 선박조명, 수산양식, 해양환경 그리고 항만물류 분야로 크게 분류할 수 있으며 특히, 선박조명은 조선기자재로 조선산업과도 밀접한 관계를 가진다.

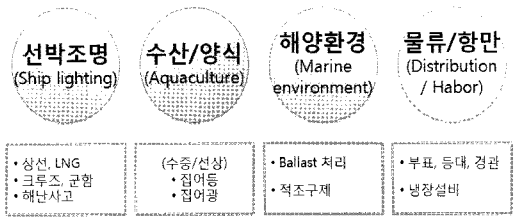

그림 3 마린조명산업 분류

이와 같이 마린조명산업은 해양이라는 공간적 특수성으로 육상조명보다 더욱 높은 수준의 기술과 엄격한 기준이 적용되며 기본적인 광원, 조명기술 외에도 재료, 환경, 해양수산 등 이른바 기술의 융복합화가 필요함으로써 육상조명과 비교하여

기술적 진입 장벽이 높은 특징을 갖고 있다. 그러나 이러한 진입 장벽은 역설적으로 기술 개발이 성공적으로 이뤄질 경우에 장기간 기술선점 효과를 누릴 수 있으며 또한, 선행기술 개발로 신산업 창출을 유도할 수 있고 조명산업의 고도화도 꾀할 수 있는 등 잠재적 기술 파급 효과가 상당하여 각국에서 이 분야에 대한 투자와 연구를 활발히 진행하고 있다.

앞서 기술한 바와 같이 지구 온난화와 같은 환경 문제의 대두와 에너지 고갈 등 조명기술에서의 패러다임 변화와 LED 광원의 지속적 발전에 힘입어 마린조명은 해양산업분야에서 근래 가장 주목받는 분야로 입지를 굳혀가고 있으며 신규 아이템 발굴과 응용분야의 확대 등으로 해양산업분야를 선도할 수 있는 파일럿 모델로 제시될 수 있다.

- 향후 전망

지구촌의 기후변화와 에너지 자원의 고갈 등 환경문제로 인한 규제 강화는 산업 전 분야에 해당되어 마린조명산업도 비켜갈 수가 없으며 이를 극복하기 위한 신기술의 개발과 상용화에 대한 연구가 현재 활발히 진행 중이다. 규제 강화의 실례로 지난 2005년 해양수산부(현 국토해양부)가 어선의 면세유 절감대책으로 집어등 전력 소비를 215kW로 제한하였고, 국제 해사기구(IMO)에서는 2012년부터 선박평형수 살균처리장치의 설치를 의무화하였다. 국내외적 규제강화 움직임에 가장 적극적인 대응을 보이는 마린조명으로서 일본의 경우, 해양수산분야(카가와대학)와 양식분야(이와테현 수산기술센터)등에서 LED조명기술을 접목하려는 시도가 활발하다. 이러한 국내외적 마린조명시장의 여건 변화와 기술 발전 속도로 보아 국내 마린조명시장은 선박분야 1,000억원/년, 해양환경조명 3,640억원('10년), 수산 양식조명 450억원/년, 항로표지 및 경관조명 150억원/년의 시장이 형성될 것으로 예상된다. 이외에도 크루즈선의 실내조명과 웰빙 수요에 따른 청정 · 수산물 양식, 운하, 교량 등의 경관조명도 성장이 기대되는 분야로 향후 마린조명시장 규모는 비약적으로 확대될 전망이다.

4. 맺음말

조명은 인간이 생활하는데 없어서는 안 될 주요한 생활도구이자 인류 최고의 발명품으로 인류 문명을 발전시켜 온 원동력이다. 증기 기관의 발명이 근대 산업혁명을 이끌었다면 신광원인 LED는 조명기술 뿐만 아니라 21세기 인류의 생활 전반에 혁신적인 변화를 주도할 것이다.

LED광원을 이용한 해양산업의 첨단화 · 고도화는 조선(조선기자재)산업 발전을 가속시켜줄 촉매제 역할뿐만 아니라, 현재 일반조명으로의 도약을 꾀하는 LED 조명이 해결해야 할 많은 과제를 마린조명 분야에서의 앞선 기술개발로 해결이 가능할 것으로 기대된다.

향후 국내 해양산업분야의 하나로서 LED산업을 신성장동력으로 육성하기 위해서는 지속적인 원천 기술개발 뿐 만 아니라, LED 응용분야 확대, 유기적인 산학연 협력체계 구축 그리고 이를 달성하기 위한 정부의 정책적 지원이 필요하다.

참고문헌

1. PennWell Corporation, LEDs Magazines, 2007.3
2. 산업자원부, LED조명 보급 추진계획, 2006.11
3. (재)부산테크노파크, 부산지역 조선기자재산업 기술로드맵 최종보고서, 2006
4. 한국광산업진흥회, 광융복합산업 신기술세미나 자료집, 2008.8
5. LED 반도체조명학회, LED융합 조명산업 발전포럼 자료집, 2008.9
6. LED산업 동향 및 주요 이슈, 산은 경제연구소, 산업분석 2팀, 2007.7