

OLED조명 기술동향과 전기적, 광학적 특성

황명근 · 조성민 · 서승우(한국조명연구원 본부장 · 성균관대학교 화학공학부 교수 · 성균관대학교 화학공학부)

1. 서 론

조명은 융·복합공학(전기, 전자, 재료, 기계, 물리, 화학 등)기술로서 인간이 삶을 영위해 나아가는데 필요한 환경 조성이다. 쾌적하고 안락한 분위기 즉, 감성 및 심미적 효과 등의 연출을 통해 조명은 일의 능률 향상을 위한 환경을 제공한다.

조명은 약 60년 주기의 조명기술 혁신으로 이루어져 왔다. 1879년 T. 에디슨이 백열전구 발명과 1938년 형광램프 발명, 1993년 S. 나카무라상의 Blue LED(Light Emitting Diode)의 개발 이후, 기존의 Red 및 Green LED와 함께 마침내 1996년 백색 LED 구현으로 이어져 왔다.

이처럼 인류와 밀접한 관련이 있는 조명원은 백열등, 형광등, LED와 같은 기술들이 개발되면서 많은 발전을 이루었으며, 기술이 발전함에 따라 기능적인 요소뿐만 아니라 에너지 효율이나 사용자 중심의 심미적 요인과 같은 다각적인 요소들까지도 요구되고 있는 현실이다. 현재 가장 보편적으로 사용되었던 백열등은 낮은 효율의 문제로 사용 규제에 관한 얘기가 많이 나오고 있으며, 형광등의 경우 백열등에 비해 높은 에너지 효율을 보이고 있지만 제조 과정에서 발생하는 환경오염 문제와 수명 및 편익성 등에서 많은 문제점들이 지적되고 있다. 현재 많은 학자들이 차세대 조명기술 개발에 대한 다양한 사회적 요구들을 충족시키기 위한 많은 연구를 진행중에 있다. 이러한 요구들을 충족시키기 위해 연구한 결과에

너지 효율이 우수하며, 친환경적인 소재를 사용하는 조명원의 개발이 필수적이라 판단되며, 본고에서는 이러한 요구들을 충족시키며, 최근 차세대 조명 기술로 각광을 받고 있는 OLED(Organic Light-Emitting Diode) 조명 기술에 대해 설명하고자 한다.

2. OLED 조명 기술과 시장동향

OLED(유기발광다이오드)는 1950년대 초 프랑스에서 최초로 개발되어 1963년 Pope 등이 유기물 중 하나인 안트라센 단결정을 이용한 전기형광 물질을 개발하였고, 1987년 Eastman-Kodak의 Chin Tan, van Slyke 등이 발광층과 전하 수송층으로 각각 분리된 이중층 저분자 유기박막을 형성하여 효율, 안정성이 개선된 녹색 발광 소자를 제작하였다. 1990년에는 영국 캠브리지 대학에서 OLED PPV(Poly p-phenylene Vinylene)라는 고분자 물질을 발광체로 사용한 박막 소자로부터 EL 특성을 발견하였다.

OLED(Organic Light Emitting Diode)는 유기발광다이오드로 유기 재료에 전계를 가하여 전기 에너지를 광 에너지로 바꿔주는 소자를 말하며, 유기물 박막(저분자 혹은 고분자)에서 양극과 음극을 통해 주입된 전자와 정공이 재결합될 때 생성되는 여기자가 바닥상태로 되돌아가면서 특정파장의 빛을 발광하는 원리이다.

OLED 조명은 선광원이거나 점 뿐만 아니라 면광원, 대면적의 패널조명도 구현이 가능하며, 수 밀리미터의

초슬림 제품의 제작이 가능하고 눈이 부시는 현상도 거의 없는 은은한 빛이 필요한 실내조명에 적합하다. 또한 유기물질의 사용으로 구부림이 가능한 유연성을 가지는 제품의 제작이 가능하다. 이러한 특성으로 인해 다양한 디자인이 가능하며, 중금속을 사용하지 않고 친환경 유기소재를 이용한 발광다이오드로 차세대 환경친화적인 조명으로 각광받고 있다. 이 외에도 에너지 절감효과가 우수한 고효율 특성으로 인해 기존 조명을 대체할 차세대 광원으로 주목받고 있다.

세계 조명시장은 1,130조 원 규모로 연 5.4%씩 지속 성장중이며, 오스람, 필립스, GE 등 빅 3가 조명시장의 50% 이상을 점유하고 있다. 현재 글로벌 OLED 조명시장은 LED에 밀려 전체 광원시장의 0.1%에 불과한 상태이다. 하지만 OLED 전문조사기관인 유비산업리서치는 OLED 광원이 차차 개화되기 시작하여 시장규모가 폭발적으로 성장할 것으로 전망하고 있으며, 백열등과 같은 조명의 점유율은 감소하는데 비해 OLED 조명은 점차 증가하는 추세를 보일 것으로 전망하고 있다.

우리나라는 기름 한 방울 나지 않는 공업국가로서 에너지절약과 고효율화 정책으로 이어져 왔고 정부의 정책

은 LED조명 15/30 보급 프로젝트와 20/60 보급 프로젝트가 이어져 가고 있다. 이와 함께 차세대 조명이라는 OLED(Organic Light Emitting Diode)조명으로의 발전도 LED조명과 함께 기술개발이 진전되어 가고 있다.

OLED의 장점으로는 친환경 광원으로서 EU에서 발효된 RoHS(유해물질사용제한지침)발표 (2006년 7월)에 의거, Hg, Pb 등 유해물질의 사용이 없다는 점과 우수한 光효율과 형상과 색상의 자유도가 넓다는 점이다. 또한 초경량, 초박형의 평면 광원으로서, 대면적 조명에서 새로운 응용 분야를 개척할 것으로 기대된다. OLED를 구성하는 재료의 특성상 유연성을 가지는 조명의 제작도 가능하며 조명의 분위기 변화나 자유로운 디자인 변화를 요구하는 분야에서도 적용이 가능할 것으로 전망된다. 2013년 현재 OLED의 광효율은 약 80 lm/W(Ra 81)에서 2016년 경에는 100 lm/W 이상의 광효율 향상이 예상된다. 이러한 OLED 조명은 구성 재료의 가격이 고비용이라는 단점이 있지만 지속적인 기술개발의 가속화로 지금보다 월등한 성능 향상과 가격의 하락이 예상되기도 한다.

OLED조명은 면광원이라는 점에서 차별화한 경쟁력을 지니고 있다. 전면이나 후면 등 표면에서 빛을 내기

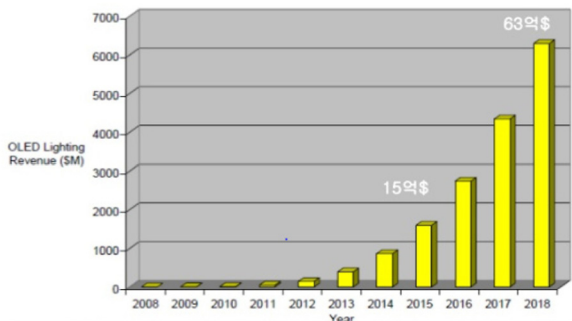


그림 1. 세계 OLED 조명 시장 현황



그림 3. OLED 면조명(Novaled)



그림 2. 연도별 유가의 변화

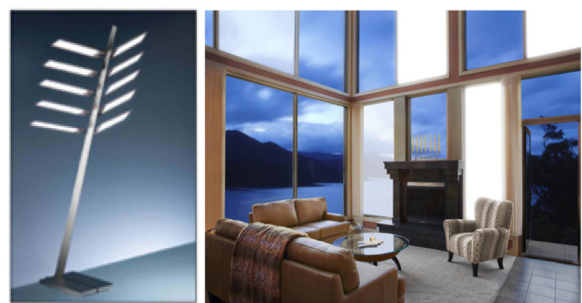


그림 4. OLED조명 시제품(Osram) 및 차세대 면조명(Philips)

때문에 거울이나 유리창, 벽면 등을 조명으로 꾸밀 수 있으며, 건물의 외벽 또는 유리창이 조명이 되는 시대가 가능해질 수 있다. 현재 OLED 조명은 기존 조명들을 대체할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 조명 응용 분야를 만드는 신시장 개척이 가능한 기술로 부각되면서 많은 주목을 받고 있는 현실이다.

해외에서는 일본, 유럽, 미국 등에서 이미 2000년대 초부터 OLED 조명의 가능성을 미리 인식하여 정부가 대대적인 투자를 지원해 원천 기술을 개발한 실정이다. 독일 Osram, 네덜란드의 Philips, 미국의 GE사, 파나소닉전공, NEC라이팅, 지멘스 등 조명업체들은 OLED 조명을 차세대 조명으로 선정하여 시작품을 출시하여 상품화 중에 있다.

국내에서는 삼성디스플레이, LG화학, 네오뷰코롱 등이 OLED 면광원에 대한 연구개발을 수행하고 있으며, 금호전기, 필룩스 등은 등기구 개발을 추진하고 있다. 또한 선익시스템, SNU 프리시전 등이 대면적, 높은 생산성, 유기소재 소비효율을 갖는 장비를 개발하고 있다. 차세대 OLED 조명에 관한 선행연구는 생산기술연구원, 한국전자통신연구원, 성균관대학교 등에서 샘플형식으로 시연을 가진바가 있다. 한편 엘지화학에서는 시작품 모듈을 고효율로 개발하여 조명용도로의 상품화를 기술 개발하고 있다.

현재 국내 OLED 패널 기술수준은 세계 1위이나, 관련 생산장비와 등기구 등 조명 제품화 기술은 선진국 대비 70% 수준에 불과하다. 하지만 많은 연구와 다양한 기술지원이 이루어지고 LG화학 등 대기업이 대량생산이 가능하게 될 경우 가격경쟁력 등 국제경쟁력을 갖출 것으로 예상된다.



그림 5. OLED조명 기술개발 기관

앞으로 OLED 조명은 LED조명과 함께 실내/외 일반 및 감성조명, 농수산업 응용, 자동차 및 조선산업 등에 폭넓게 사용될 것으로 예상된다.

3. OLED 광원의 특성

OLED광원에 대하여 정사각형, 직사각형 그리고 육각형과 원형 모양에 대하여 각각의 모양과 크기에 따른 광학적 특성을 광속구 50cm를 사용하여 전기적, 광학적 특성을 측정하였다.

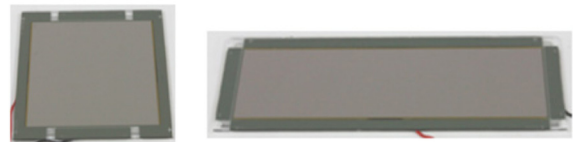


그림 6. 정사각형과 직사각형 모양의 OLED광원

표 1. 정사각형 모양의 전기적, 광학적 특성

구분	특성
Voltage [V]	4.58
Current [mA]	123
Power consumption [W]	0.56
Flux [lm]	6.8
Efficiency [lm/W]	12.0
CCT [K]	3,950
CRI [Ra]	90

표 2. 직사각형 모양의 전기적, 광학적 특성

구분	특성
Voltage [V]	4.43
Current [mA]	121
Power consumption [W]	0.54
Flux [lm]	5.95
Efficiency [lm/W]	11.1
CCT [K]	2,887
CRI [Ra]	79

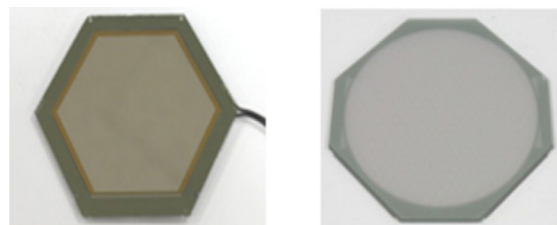


그림 7. 육각형과 원형 모양의 OLED광원

표 3. 육각형 모양의 전기적, 광학적 특성

구분	특성
Voltage [V]	5.31
Current [mA]	212
Power consumption [W]	1.13
Flux [lm]	10.80
Efficiency [lm/W]	9.6
CCT [K]	5,246
CRI [Ra]	85

표 4. 원형 모양의 전기적, 광학적 특성

구분	특성
Voltage [V]	3.38
Current [mA]	186
Power consumption [W]	0.62
Flux [lm]	12.53
Efficiency [lm/W]	19.9
CCT [K]	2,747
CRI [Ra]	75

4. 결론

OLED조명은 빠른 응답시간과 환경보호, 그리고 디자인의 자유도, 높은 색 선명도, 저 소비전력과 단순한 공정 및 초경량 초박형의 특징들이 최대의 장점일 것입니다. 그러나 짧은 수명과 가격이 비싸다 라는 단점을 극복해야 할 것입니다. 추후 OLED조명의 생산기술과 표준화 생산품을 양산하기 위한 노력이 필요해 보이며 가격 또한 저가격화 시키는 노력이 병행 추진되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 추혜용, 이정익, 유병곤, 전자통신동향분석 제24권 제6호 2009년 12월, pp 22~31.
- [2] 황치선, 박상희, 조경익, 전자통신동향분석 제25권 제5호 2010년 10월, pp 20~32.
- [3] 유병곤, 이정익, 추혜용, 전자통신동향분석 제26권 제6호 2011년 12월, pp 189~198.
- [4] 김태원, 허기석, 박종운, 이종호, 전기전자재료 제23권 제4호(2010년 4월), pp 3~12.

- [5] 진병두, 고분자과학과 기술 제 18권 6호 2007년 12월, pp 554~555.
- [6] 송풍근, 한국광학회 2008년도 하계학술발표회 논문집 (2008. 7. 10~11).
- [7] 황명근, "OLED 조명기술 동향과 광학특성", 한국정보디스플레이학회 2013년도 광원연구회 워크샵, 2013. 10.

저 자 약 력

황 명 근



- 1988년 : 서울과학기술대 졸업(학사)
- 1991년 : 한양대학교 졸업(석사)
- 2004년 : 인하대학교 졸업(박사)
- 2003년~2006년 : 세종대학교 겸임교수
- 2008년~2010년 : 한국산업기술대학교 겸임교수
- 1998년~현재 : 한국조명연구원본부장/수석연구원

- 국제조명위원회(CIE)한국위원회 부회장
- 한국조명전기설비학회 이사 및 LED/OLED조명기술연구회 위원장
- 한국정보디스플레이학회 광원연구회 회장
- 관심분야 : LED/OLED 부품 및 광원

조 성 민



- 1985년 : 서울대학교 화학공학과 졸업(학사)
- 1987년 : 서울대학교 화학공학과 졸업(석사)
- 1992년 : 미국 플로리다주립대학교 졸업(박사)
- 1994년~현재 : 성균관대학교 화학공학부 교수
- 관심분야 : 유기발광소자, 유기조명

서 승 우



- 2008년 : 공주대학교 화학공학과 졸업(학사)
- 2010년 : 성균관대학교 화학공학과 졸업(석사)
- 2010년~현재 : 성균관대학교 화학공학부 박사과정
- 관심분야 : 유기발광소자, 유기조명