

차세대 OLED 조명기술 및 현황

조성민 <성균관대학교 화학공학부 교수>

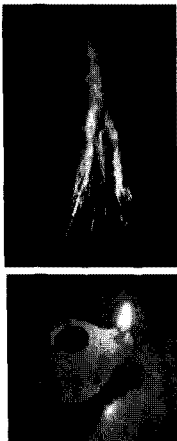
1 서론

조명기술은 인류의 역사와 함께 꾸준히 발전해 왔다. 최초 원시 인류가 불을 사용하여 어둠으로부터 자신의 위험을 지키기 위하여 시작된 조명의 사용은 그 후 안전하고 소형화된 조명원이 속속 개발되면서 인간의 삶에 있어 활동 영역을 넓혀 주었으며 야간시간을 활용할 수 있게 해주었다. 즉 인류 문명의 발전에 있어 조명이 미친 영향은 지대하다고 할 수 있을 것이

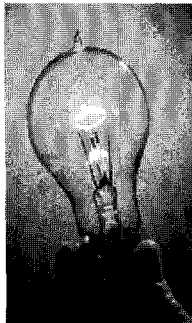
다. 이러한 조명원의 급속한 발전은 최근들어 사용자 중심의 심미적 요소뿐만 아니라 녹색 성장과 맞물려 에너지 절감, 친환경 기술 개발의 필요성까지 그 요구 사항이 점차 많아지고 있는 실정이다.

이러한 시점에서 우리는 모든 사회적 요구를 만족시킬 수 있는 기술개발이 필요하며 이는 근본적으로 효율이 높고 친환경적인 소재를 사용하는 조명원의 개발이 필수적인 요소임을 알 수 있다. 본 글에서는 최근 부각되고 있는 OLED(Organic Light-Emitting

1. Generation



2. Generation



3. Generation



4. Generation

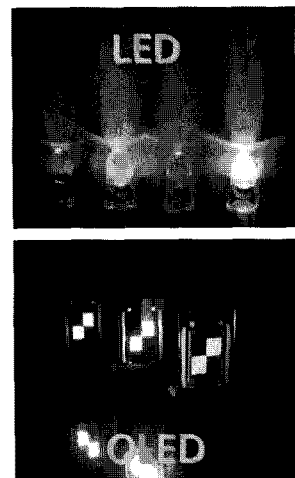


그림 1. 조명 기술의 발전과 미래

Diode) 기술의 장점과 그 응용가능성에 대해 설명하고자 한다. OLED 는 그 이름에서 알 수 있는 것처럼 근본적으로 박막 형태의 유기물질을 이용한 기술이기 때문에 그 공정 과정에서 환경 친화적일 수 있으며 최근 많은 연구를 통하여 재료와 공정 기술 개발이 진행됨에 따라서 고효율 광원으로서의 가능성을 보여주고 있다. 또한 대표적인 면광원 기술로서 다양한 형태로 제작이 가능하고 색상 구현에 있어 유리한 측면을 가지고 있다.

2. OLED의 기본구조 및 동작 원리

OLED의 기본 원리는 양극과 음극사이에 전압을 인가하여 주입된 정공과 전자의 재결합에 의해 발광이 일어나는 현상을 이용하는 것으로서 전극으로부터 주입된 운반자(Carrier)들에 의해 운반 및 재결합과정을 통하여 빛이 방출하게 된다. 이러한 발광의 세기는 인가전압이 증가함에 따라 증가하게 되며, 사용되는 물질에 따라 그 효율의 차이를 가지게 된다. 예를 들어 양자역학적 선택률(Selection rule)에 의하면 일중항 여기자는 바닥상태로 발광전이(Radiation transition)가 허용되는데 이것을 형광(Fluorescence)이라고 한다. 하지만 삼중항 여기자가 일중항인 바닥상태로 빛을 내며 천이하는 것은 금지된다.

그러나 인광(Phosphorescent) 물질로 잘 알려져 있는 Ir, Pt, Eu, Tb 계열의 화합물을 사용할 경우 스핀-궤도 결합(Spin-Orbital coupling)과 같은 섭동에 의해 삼중항 여기자도 빛을 내며 천이할 수 있기 때문에 이론적으로 효율을 100[%]로 끌어 올릴 수 있고 소자의 효율 향상연구에 지배적인 역할을 수행하고 있다.

3. 기술 개발 동향

이미 지난 수년간 선진 각국에서는 이미 조명원으로서의 OLED 기술 개발의 중요성을 인식하고 시장에서의 선점을 위한 전략적인 투자를 아끼지 않고 있다. 대표적으로 유럽은 Philips, Seimens, Osram-OS, Novald, Merck등 8개국 24개 협력 기관이 참가하는 OLLA(Organic Light emitting diodes of ICT & Lighting Applications) 프로젝트를 진행하였으며 이는 고효율, 저가격화를 위한 Roll-to-Roll 공정 및 소재 기술 개발을 위한 연구로서 2008년 8월 종료시까지 15×15(cm²) 면적에 50(lm/W)의 효율과 10,000시간의 수명 특성을 갖는 백색 OLED 조명개발을 성공적으로 수행 하였다. 이의 후속으로 현재는 OLED100.eu 프로젝트가 2008년 9월부터 진행되고 있으며 1×1(m)의 면적으

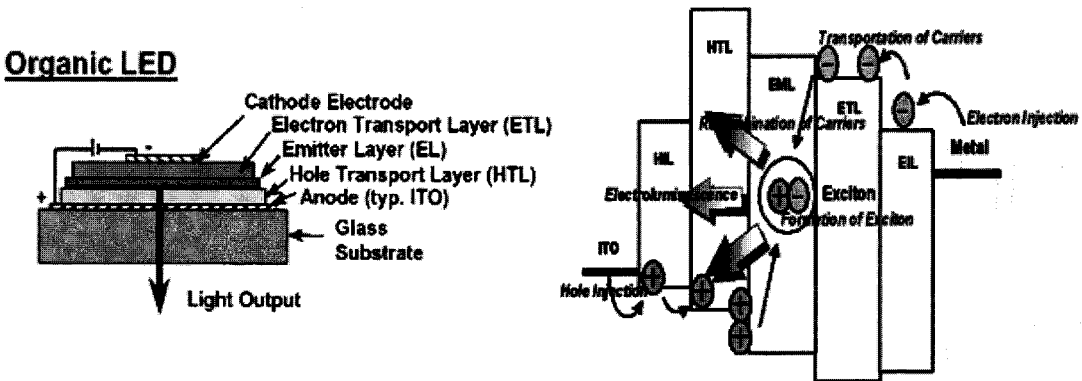



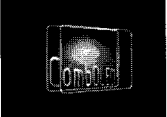




그림 2. OLED 소자의 발광원리

표 1. 각 국가별 OLED 조명 기술 프로젝트

	OLLA: Organic Light emitting diodes of ICT & Lighting Applications : Power efficiency : 50 lm/W, Lifetime : 100,000 hour Size : 15cm x 15cm, Roll-to-Roll process : 4 years from 2004. 10.
	NEDO Project: New Energy and Industrial Technology Development Organization : 7 years from 2004. (4.3 billion Yen)
	DOE Project: Next Generation lighting : Depart Of Energy in USA 100 lm/W, 10\$/klm : 1999. - 2015. (36.9 million \$(OLED), 37.8 million \$(LED))
	CombOLED: Combined OLED technology for large area and low cost lightings applications : a European funded research and development project within the 7 th Framework Programme : 3 years from 2008. 1. 1. (7 million euro)
	OLED100. eu funded under 7th Framework Programme : Power efficiency : 100 lm/W, Lifetime : 100,000 hour Size : 100cm x 100cm, Costs : 100 euro/m ² : 3 years from 2008. 9. 1. (12.5 million euro)
	Fast2Light : Cost-effective, high-throughput, roll-to-roll, large area deposition processes for fabricating light-emitting polymer-OLED for lighting applications : a European funded research and development project within the 7 th Framework Programme : 3 years from 2008. 1. 1.

로 100(lm/W)의 효율과 100(euro/m²)의 가격 경쟁력을 확보하는 OLED 조명 개발 연구가 진행되고 있다. 또한 미국 역시 Depart of Energy의 지원하에 'Next Generation Light' 프로젝트가 진행되고 있으며 2015년 까지 100(lm/W)의 효율과 10(\$/klm)을 목표로 Philips, GE, OSRAM Opto Semiconductors, Universal Display Co., Dow Corning Co.,와 Princeton Univ. 등이 참여하는 프로젝트가 진행중이며 일본은 NEDO 주관의 미쓰비시중공업과 IMES등의 OLED 조명 관련 업체들이 참여하는 BLU 및 일반 조명용 OLED 광원 개발 연구가 지난 2004년부터 진행되고 있다. 그 외에도 CombOLED, Fast2light, TOPLESS 등의 프로젝트가 진행되고 있으며 이는 OLED 조명의 중요성을 선진국들에서 얼마나 중요하게 인식하고 있는지를 보여주는 사례들이라고 할 수 있을 것이다.

이러한 국가적 프로젝트 이외에도 조명 사업을 주도 하고 있는 기업들 역시 차세대 조명원으로서의

OLED 기술 개발을 위해 다각적으로 노력하고 있다. 각 업체들은 그간의 기술 개발을 기반으로 하여 2010년부터 본격적으로 시장에 시제품들을 내어놓고 있으며 본격적으로는 2012년 이후 시장이 형성될 것으로 예측하고 있다. 그림 3과 4는 각 업체별 시제품과 상용화 전략을 보여주고 있다.

대한민국 역시 지난 2006년 이후 OLED 조명의 중요성을 인식하고 생기원, ETRI, 성균관대학교 등에서 각종 프로젝트를 진행하고 있으나 그 시발점이 선진국에 비해 늦고 지원 규모가 여전히 작기 때문에 실질적인 산업화를 위해서는 정부와 기업의 전폭적인 지원이 필요할 것으로 생각된다. 이는 현재 삼성 SMD와 LG디스플레이를 중심으로 진행되고 있는 OLED 디스플레이 시장에서의 생산 점유율을 기반으로 하여 조명원 사업으로까지의 확장을 의미하며 이를 통하여 최종적으로 시장에서의 선도적인 입지에 설 수 있는 기회가 될 것이다.

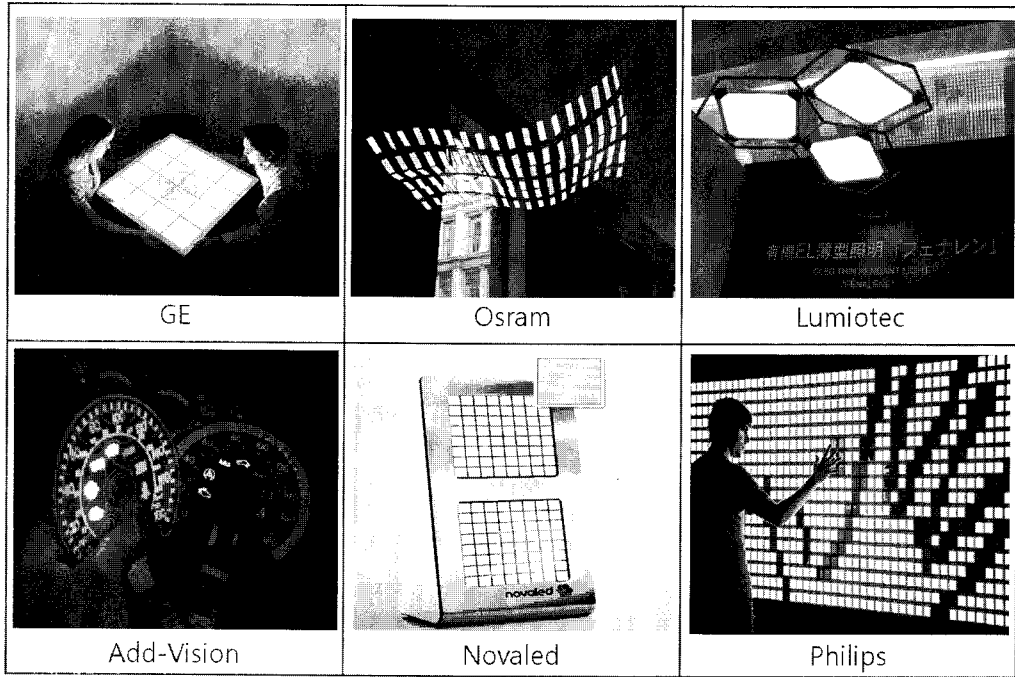


그림 3. OLED 조명 시제품

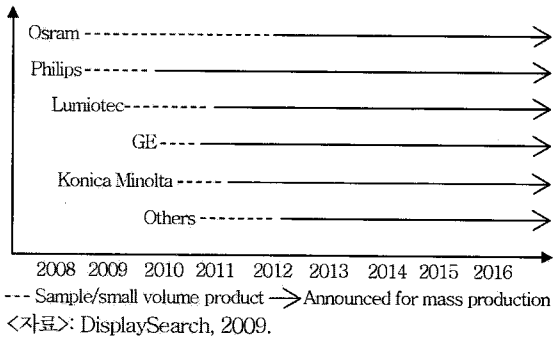


그림 4. 조명 업체의 사업화 전략

◇ 저자 소개 ◇



조성민

1961년 10월 28일생. 1985년 서울대학교 화학공학과 졸업. 1987년 서울대학교 대학원 화학공학과 졸업(석사). 1992년 플로리다 주립대학교 졸업(박사).

본 학회 평의원 및 조명분야 편수위원. 현재 성균관대학교 화학공학부 교수.