

OLED 디스플레이 및 조명기술 현황

조성민 (성균관대학교 화학공학과 교수)

1 서론

하나의 디스플레이 기술이 시장에서 성공을 거두기 위해서는 생산량, 가격, 디자인, 기술성 및 성능 등의 요소들이 충족되어야 한다. 현재 CRT(Cathode Ray Tube), LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), OLED(Organic Light Emitting Diode) 등 다양한 디스플레이들이 개발되어 있으며 각각 고유의 특징과 장점을 무기로 경쟁 체제에 있다고 할 수 있다. 그림 1은 다양한 디스플레이 종류를 분류해 놓은 표이다.

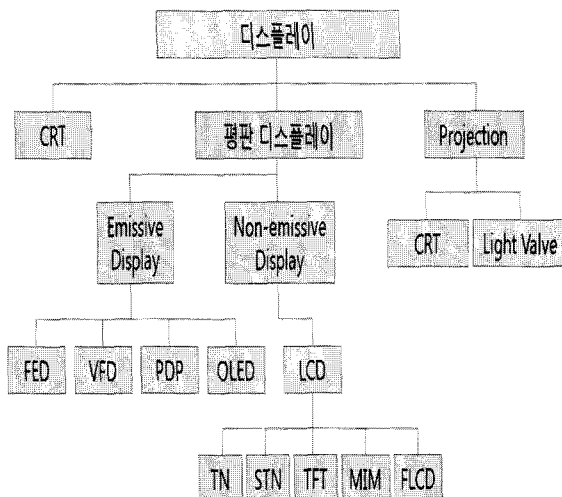


그림 1. 디스플레이의 종류

CRT는 고유의 화질과 가격 경쟁력으로 가장 먼저 시장을 선점하였으나 부피와 무게의 한계로 인하여 현재는 거의 시장에서 퇴출되고 있는 상황이 되었으며, 그 후 LCD, PDP가 대규모의 기술, 시설 투자를 바탕으로 시장을 석권하게 되었다. 특히 LCD의 경우 개발 당시에 언급되었던 응답속도, 시야각 등의 문제를 기술적으로 해결함으로써 독점적인 경쟁력을 가지게 되었다고 할 수 있다. LCD는 현재 공정이 10세대(2.85×3.05[m])에 이어 11, 12세대까지 개발이 진행될 예정으로 있으며 이러한 대형화 추세는 가격하락과 생산성 증가를 가져오게 되면서 시장지배력은 점차 커지고 있는 상황이다.

LCD는 원천적으로 배면광원, 즉 백라이트를 별도로 사용해야 하는 Non Emissive Display로서의 한계가 있기 때문에 고성능 평판디스플레이 시장에서 소비자의 요구를 완벽히 충족시킬 수는 없을 것이라 예상된다. 그렇다면 이러한 시점에서 차세대 평판디스플레이 시장은 어떠한 방향성을 가지고 진행될 것인가? 필자는 LCD를 대체할 수 있는 새로운 디스플레이 기술로서 OLED가 그 필두에 있다고 생각한다. 현재 차세대 디스플레이로서 논의되고 있는 것은 OLED와 FED 등 다양하지만 OLED가 기술적으로 가장 상용화에 접근해 있고 또한 저전력, 고품질, 친환경성에 이르기까지 여러 가지 면에서 우위의 성능을 보여 주고 있기 때문이다.

구분	CRT	LCD	PDP	FED	OLED
응답속도	상	하	중	중	상
시야각	상	중	상	상	상
소비전력	하	중	하	하	상
두께	하	중	중	중	상
부피 및 무게	하	중	중	중	상

그림 2. 디스플레이 기술 비교

또한 이런 OLED의 장점들로 인하여 OLED는 디스플레이뿐만 아니라 조명 시장에서도 미래의 새로운 광원을 위한 기술로 소개 되고 있다. 조명원으로서 OLED는 역사상 최초의 실질적인 면광원 기술이며 이것은 기존에 사용되던 백열등(9~17(lm/W)), 형광등(70~80(lm/W))를 상회하는 효율을 보여줄 뿐만 아니라 기존의 전통적인 점광원 기술의 단점을 근본적으로 극복하는 것이기 때문에 새로운 조명 시대를 여는 기술이라고 할 수 있다. 그 이외에도 OLED 조명은 다양한 색을 내거나, 투명하고 유연한 형태로도 만들 수 있기 때문에 조명 기술에 있어 혁신적인 진보를 가져 올 것이라 판단된다.

이렇듯 OLED는 짧은 기간 안에 기술이 급성장하여 현재 시장에서 그 가능성을 보여주는 단계에 있으며, 재료 및 공정 개발에 있어서 잠재적 가능성을 많이 가지고 있기 때문에 이 시점에서 OLED 기술의 전반에 대한 이해를 넓히는 계기를 가져보는 것이 필요하다고 생각된다. 본고에서는 OLED 개발의 역사와 분류 그리고 기본적인 동작의 원리, 더 나아가 시장 동향, 향후 발전 방향 등을 다각적으로 검토해 봄으로써 차세대 디스플레이 및 조명으로서 OLED의 위상에 대해 검토해 보고자 한다.

2. OLED의 역사적 배경

OLED는 1960년대 분자 반도체 단결정에서 전계 발광(electroluminescence) 현상이 측정되면서 최초로 관찰되었으며 1970년대에 들어 박막 증착, Langmuir막 등을 통한 박막개념의 소자가 시도되었다. 그 후 1987년 미국 Eastman Kodak사의 C. W. Tang과 S. Van Slyke에 의해서 복층 구조(double layer)의 소자가 개발되었다. 이 소자는 10V 이하의 구동 전압에서 100(cd/m²), 1.5(lm/W)의 성능을 보여주었으며, 이것은 당시로서는 안정성과 수명이 획기적으로 향상된 것이었다. 또한 1990년에는 PPV를 이용한 최초의 고분자 OLED가 개발 되었으며, 1998년 Princeton 그룹의 Baldo 등에 의해 인광(phosphorescence)을 이용하여 이론적으로 100[%] 발광효율이 가능한 OLED가 제안 되어 활용되고 있다. 그 후 재료 및 공정분야에서 꾸준한 연구개발이 진행되면서 효율 측면에서는 2005년 Novaled에서 110(lm/W) OLED가 발표되었으며 크기 면에서도 1999년 sanyo-kodak의 2[inch] OLED를 시작으로 현재 삼성전자의 40[inch]급 패널에 이르기까지 기술이 발전하고 있는 상황이다.

3. OLED의 분류

OLED 는 구동방식, 재료에 따라서 크게 몇 가지로 구분된다. 우선 구동 방식의 차이에 따라서 수동구동, 즉 PM(passive matrix) 방식과 능동구동, 즉 AM(active matrix) 방식으로 분류할 수 있다. PM 방식은 화면 표시 영역에 양극과 음극을 matrix 방식으로 교차 배열한 후 라인 전체에 대한 전압을 인가함으로써 양극과 음극이 교차하는 부분(화소)에 빛을 발생시켜 화상을 표현하는 방식이며, 이 방식은 제조 공정이 간단하기 때문에 제조 원가의 절감의 효과가 있으나 환경적으로 열악한 유기 발광 재료의 열화 속도

를 촉진시켜 수명이 짧아 질 수 있으며, 대면적의 디스플레이에서는 화소 간 간섭 현상, 응답 속도의 지연, 전력 소모량의 증가 등의 문제를 안고 있다. 현재 상용화 되어 있는 소형 OLED 디스플레이의 경우 이러한 PM 방식을 채용하고 있는 것들이 많으며 이는 주로 3인치 이하의 저해상도 소형 OLED에서 경쟁력이 있다고 할 수 있다. AM 방식은 PM 방식과 다르게 각 화소마다 박막트랜지스터, 즉 TFT를 배열하여 원하는 화소를 선택적으로 제어하는 방식으로 이는 현재 주로 TFT-LCD의 구동회로에 사용되고 있는 것과 마찬가지로이다. OLED는 전류구동이기 때문에 사용되는 TFT의 역할 및 구조는 LCD의 전압구동을 위한 TFT와는 다르기는 하지만 대부분의 TFT 제조 공정이 동일하기 때문에 OLED의 상용화에 있어서는 상당히 유리한 측면이 있다. AM 방식은 회로 구성이 어렵고 제조 공정이 복잡해지는 단점을 가지고 있지만 대면적화, 고해상도 디스플레이 구현에 용이하고 앞에 PM 방식의 단점으로 언급되었던(전력, 열화, 간섭속도, 응답속도 등) 많은 부분을 궁극적으로 극복할 수 있는 방안이기 때문에 앞으로 상용화 되는 중소형급 이상의 디스플레이는 이러한 방식을 채용할 것으로 판단된다.

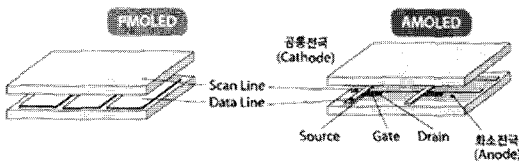


그림 3. 수동구동 및 능동구동 방식의 OLED

또한 OLED의 발광층을 형성하는 유기 재료의 특성에 따라 저분자(small molecule) OLED와 고분자(polymer) OLED로 구분된다. 우선 저분자 물질은 유기발광재료의 특성을 파악하기 용이하고 합성이 상대적으로 용이하기 때문에 수년간 많은 물질들이

합성되었으며 효율성 측면에 우위에 있다. 그러나 저분자 물질을 박막으로 형성하기 위해서 진공증착(vacuum evaporation)을 사용하여야 하기 때문에 진공 장비의 활용이 필수적이어서 생산성이 낮다는 단점이 있다. 반면 고분자 OLED의 경우 상대적으로 저분자 물질보다 기계적 강도가 우수하고, 유기 재료를 적절한 용매에 녹여 박막을 형성하는 방식이기 때문에 스펀코팅, 잉크젯 등의 상대적으로 손쉬운 공정 장비를 사용할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에 향후 대면적화와 산업화 측면에서 유리한 점이 있다고 할 수 있다. 다만 아직 재료 개발 측면에서 저분자 물질에 비해 뒤처지고 있기 때문에 현 단계에서는 저분자 OLED가 대체를 이루고 있는 상황이다.

	Small Molecule	Polymer
Process	Thermal Vacuum Deposition	Wet Process
Structure	6~7 Layer 	3~4 Layer
Characteristics	Long Life time High efficiency Long tact time Difficult process for Large Size	Short Lifetime Low efficiency Simple and easy process Suitable for Large Size Application.

그림 4. 사용재료에 따른 OLED의 분류

4. OLED 동작의 원리

OLED의 발광 메카니즘은 형광물질의 전기적 에너지에 의한 발광이라는 개념에서는 반도체 LED, 무기 EL과 유사하지만 무기 EL은 높은 전압에 의해 가속된 전자가 상호 충돌하여 발생하는 에너지가 발광

특징 : 평판 디스플레이 및 신광원 최신 기술개발 현황

의 주원인이지만 OLED와 반도체 LED는 양극과 음극사이에 전압을 인가하여 주입된 정공과 전자의 재결합에 의해 발광이 일어나게 된다는 점에서 차이가 있다. 그림 5에 OLED의 발광 메카니즘을 나타내었다.

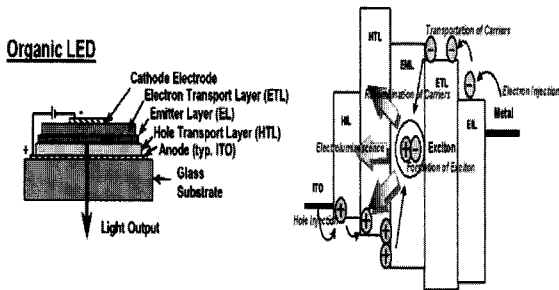


그림 5. OLED의 발광원리

그림 5에 나타낸 바와 같이 OLED는 전극으로부터 주입된 운반자(carrier)들에 의해 운반 및 재결합 과정을 통하여 빛이 방출하게 된다. 이러한 발광의 세기는 인가전압이 증가함에 따라 증가하게 되며, 발광된 빛이 소자 밖으로 흡수 없이 투과되기 위해서 기판과 접한 전극이 발광 좌장 영역에서 흡수가 거의 없는 투명한 재질을 선택한다. 투명전극으로는 일함수가 큰 ITO(Indium Tin Oxide)가 대표적이다. ITO가 증착된 유리 혹은 플라스틱 투명 기판 위에 유기물과 일함수가 낮은 금속을 각각 진공 증착하는 방법으로 소자를 제작한다.

① 전하 운반자 주입(charge carrier injection) 단계

일함수가 큰 전극을 양극으로 하고 일함수가 작은 전극을 음극으로 하여 순방향 전압(forward bias)을 소자에 가함으로써 전자와 정공을 발광층에 주입한다.

② 전하 운반자 이송(charge carrier transport) 단계

전극에서 유기물로 전자와 정공이 주입될 때 무

기물 반도체에서와 마찬가지로 전자는 음극에서 전도대(conduction band)로 주입되며, 주입된 전자와 정공이 발광 층 내에서 전자-격자 상호작용(electron-lattice interaction)으로 각각 음성 및 양성 폴라론(polaron)을 생성한다. 이때 생성된 폴라론(polaron)들은 유기물에 가해진 전기장 하에서 분자의 사슬을 따라 반대전극으로 이송된다.

③ 여기자(exciton) 생성 단계

생성된 폴라론(polaron)이 발광체 내의 어느 한 부분에서 만나 재결합하여 일중항 폴라론 여기자(single polaron exciton)를 형성하게 된다.

④ 발광단계

이들 여기자가 발광 소멸하게 되면 폴라론(polaron) 여기자의 에너지 폭에 해당하는 빛이 발생하게 된다. 과정 ①, ② 및 ③은 일중항 폴라론(polaron) 여기자의 생성 효율과 관계되며, 그것은 전기발광의 총 양자효율을 조절하는 주요 인자들 중의 하나이다. 몇몇 고분자 반도체의 경우, 전도 준위 아래에 빈 준위가 없다면 과량의 전자는 사슬 변형을 일으킬 것이다. 이러한 변형과정에서 두 준위가 에너지 갭 내에서 생성되고 그 중 낮은 준위는 가전자대로부터 생긴 두 개의 전자로 채워지게 되며 위의 준위는 부가된 전자를 포함하게 된다. 그 에너지 준위는 에너지 폭 속에 존재함에도 불구하고, 폴라론은 그 자신의 사슬 상에서 자유롭게 움직일 수 있게 된다. 높은 운반자들은 바이폴라론(bipolaron) 상태에 위치하게 된다. 주입된 운반자들은 하나의 전하를 갖는 폴라론 또는 바이폴라론으로서 수송된다. 그들의 결합은 발광적으로 에너지를 소실하며 전기발광특성을 생성하는 일중항 여기자를 형성할 것이다. 스핀 S=1/2인 전자와 정공이 발광층에서 여기자를 형성할 때 두 스핀이 대칭으로 배열하는 S=1

인 삼중항(triplet) 상태와 두 스핀이 비대칭으로 배열하는 S=0인 일중항 상태가 3:1 비율로 생성된다. 대부분 분자의 바닥 상태는 스핀 일중항(singlet) 상태이다. 따라서 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 전이하는 것은 금지된다. 그런데 Ir, Pt, Eu, Tb 계열의 화합물을 사용할 경우, 스핀-궤도 간섭(spin-orbital coupling)과 같은 섭동에 의해 삼중항 여기자도 빛을 내며 전이할 수 있는데, 이것을 인광(Phosphorescence)이라 한다. 이는 이론적으로 OLED가 효율을 100[%]로 끌어 올릴 수 있음을 의미하며 궁극적으로 소자의 효율 향상 연구에 지배적인 역할을 수행하게 된다.

5. 시장동향 및 향후 발전 방향

5.1 OLED 디스플레이

현재의 평판디스플레이 시장은 그림 6에 나타낸바와 같이 1990년대 후반 도입기를 시작으로 시장이 성장하기 시작하여 2000년대 초반 LCD의 보급으로 인하여 급속한 성장기를 이루다가 최근 들어서 그 성장률이 안정적 성장단계에 이르고 있다. 이는 다른 말로 시장의 총량 증가가 없는 상태에서 앞서 언급한 LCD, PDP, OLED, FED 등 다양한 디스플레이 기술들이 각자의 장점을 기반으로 점유율을 높여가면서 경쟁할 것이라는 전망이 가능하게 하는 부분이다. 이러한 상황 속에서 어떠한 방식의 디스플레이가 유리한 고지를 선점할 수 있을 것인가 하는 문제는 순전히 기술 개발 속도와 소비자의 선택에 놓여있다고 판단할 수 있을 것이다.

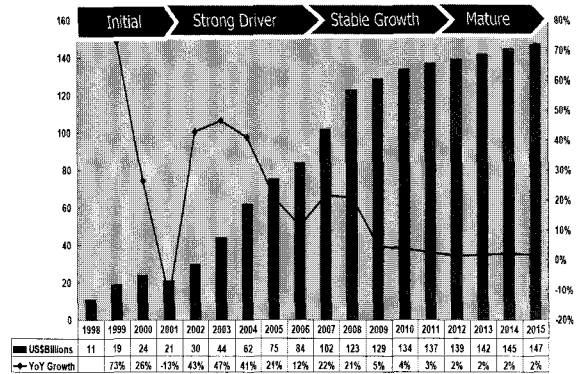


그림 6. 평판디스플레이 시장 성장전망

그렇다면 이러한 경쟁 체계 속에서 주요 국가들은 어떠한 전략을 가지고 있는지 확인할 필요가 있다. LCD, PDP, OLED의 3파전이라 예상되는 가운데 우선 중국은 선진국과의 기술제휴를 통해 LCD 생산에 본격적으로 참여하고 있는 상황이고 그 추세는 가격 경쟁력을 기반으로 계속 가속화 될 것이라 전망된다. 한국은 대만과 LCD 시장에서 치열한 선두 자리 다툼을 할 것이라 예상되며, LCD 이외의 돌파구 마련을 위하여 OLED와 flexible 디스플레이에 관한 투자가 활성화 될 것이라 판단된다. 일본은 고급화 전략으로 제품 생산에 임할 것이라고 예상되고 있다. 세부적인 각 국가별 핵심 전략을 그림 7에 나타내었다.

OLED의 경우 일본은 소니와 TMD(Toshiba Matsushita Display)가 시장에서 두각을 나타내고 있으며 이미 11인치급 OLED 양산을 시작하였고, 그 결과 새로운 시장형성과 타 업체의 TV 시장 진입 속도를 가속화 시켰다고 할 수 있다. 또한 TMD는 고분자 재료를 사용하여 30인치급의 패널을 양산하겠다고 발표한 바 있다. 대만은 CMEL과 Rit Display가 대표적인 업체이며 2.2/2.4인치 패널 등 모바일 어플리케이션 시장을 목표로 제품을 생산하고 있다. 한국은 삼성전자와 삼성SDI가 2009년 1월 1일자로 각각 7,982억원 규모의 현물·현금 출자 형식으로 삼성모바일디스플레이에 유상증자를 단행, 차세대 능

특집 : 평판 디스플레이 및 신광원 최신 기술개발 현황

동형(AM) 유기발광다이오드(OLED)를 위한 전문 합작법인을 공식 출범시켰다. 삼성모바일 디스플레이를 필두로 LPL(LG Philips LCD), 네오뷰 코롱, 오리온 전자 등이 AMOLED 양산을 목표로 경쟁하고 있다. 2008년 10월 세계 최대 크기인 40인치 AMOLED 대형 TV를 선보인 삼성SDI는 OLED TV 시장에서 소니와 치열한 경쟁을 할 것으로 예상된다. 또한 2009년 Displaysearch의 보고서에 따르면 2007년 16억 8,740만 US\$ 정도의 시장 규모를 유지하던 OLED 시장 규모는 2009년 시장 규모가 51억 US\$에 다다를 것이라는 전망하고 있는 점은 매우 급속한 추세로 OLED 시장이 성장하고 있음을 보여주는 예라고 할 수 있을 것이다.

	Large Size TFT LCD	S/M Size TFT LCD	PDP	OLED	Flexible Display
China	Growing Slowly, But Potentials (6% W/W)	Emerging (9%W/W)	Under Construction	PMOLED tech.	Not yet
Japan	Focus on LCD TV. (7%W/W)	Global Leading and Tech.(LTPS) (52%W/W)	Only the leader is Growing. Others struggling (47%W/W)	Some give up. Some go into AMOLED (34%W/W)	Global Leading in research activities
Taiwan	Global Leading Competing (43% W/W)	Fast Growing, Taking the share from Japan (22%W/W)	No	Almost all retreat except CMEL & RiiDisplay (34%W/W)	R&D activities in TFT, DTC, PViBSiPix are MP
Korea	Global Leading Competing (42% W/W)	Fast Growing, Taking the share from Japan (17%W/W)	Big scale but profit is bad. Business struggling (53%W/W)	Focus on AMOLED, slowly growing (31%W/W)	Aggressive in developing full color and large size

그림 7. 아시아 국가별 평판디스플레이 시장 전략

그림 8에 보인바와 같이 OLED는 매우 다양한 분야에서의 활용 가능성이 기대되고 있으며 이미 출시되어 있는 카오디오, MP3, 모바일 디스플레이 이외에도 PDA와 같은 정보 통신 단말기 등과 같은 소형 디스플레이에서부터 경쟁력을 확보하기 시작하여 점차 대면적화 될 것으로 예상되며 최종적으로는 대형 TV에 이르기까지 산업 전 부분에서 응용 범위가 증가할 것으로 판단된다. 또한 가격 경쟁력 확보를 위한 공정 개발측면에서는 기판크기(substrate generation)는 2009년까지 4세대 급으로 발전할 것으로 예

상된다. 재료개발 속도도 역시 가속화 하고 있으며 저 전력 고효율의 OLED 제작이 가능해 질 것이라 예상되고 있다.

Attribute	2005	2007	2009	2012
Life Time	>15,000	>30,000	>50,000	>70,000
Substrate Gen	2	4	4	>4
Drive type	Passive	Active	Active	Active
AM Technology	LTPS	LTPS	p-Si	a-Si
Material	Small Molecule	Small Molecule	Small Molecule & Polymer	Small Molecule & Polymer
Organic Process	Evaporation	Evaporation	Evaporation	Evaporation & Printing
Cathode	Reflective	Transparent	Transparent	Transparent
Efficiency	5 to 30 cd/A	8 to 50 cd/A	10 to 60 cd/A	10 to 100 cd/A
Product	Sub-Display, MP3, Automotive	Main Display, Sub-Display, MP3, Automotive	Camera, MP3, Sub-Display, Automotive TVs	Camera, Note PC, Main Display, Sub-Display, MP3, Automotive TVs

그림 8. OLED 시장 전망

5.2 OLED 조명

OLED는 에너지 효율이 높은 친환경 고체조명으로서 인간에게 친숙한 빛을 만들어 내기 때문에 소위 “조명공해”가 없는 세상을 만들어 나갈 수 있는 차세대 조명으로 인식되고 있다. 이미 그 효율 면에서는 기존에 사용되고 있는 백열등, 형광등의 전력효율을 넘어서고 있으며 2020년까지 200(lm/W)까지 전력 효율이 향상될 것이라고 전망되고 있다. 또한 시장상황에 있어서도 2030년에는 조명 램프의 약 23(%)가 OLED로 대체될 것이라는 예측이 보고되고 있다. 이러한 전망에 따라 GE, Philips, Osram 등의 세계 3대 조명업체 모두 조명용 OLED 개발에 사활을 걸고 있다.

조명원으로서의 OLED는 디스플레이와는 다르게 대면적화, 저가격화 문제가 선결되어야 한다. 대 면적 저가격화 문제에 있어 OLED 조명 기술의 가장 큰 걸림돌로 지적받고 있는 부분은 장치비라고 할 수 있

다. 디스플레이와 마찬가지로 대 면적 기판을 사용하는 것이 생산 효율성을 높이는 방안이기 때문에 장치 또한 대형화가 불가피하며 결국 이러한 비용은 생산 원가의 상승을 야기하게 된다. 현재 반도체 LED를 사용하는 조명이 친환경과 맞물려 크게 발전하고 있으나 가장 큰 문제로 지적되고 있는 것은 바로 가격이 비싸다는 점이며 OLED 조명 또한 이러한 문제에서 자유롭지 못하다. 그렇기 때문에 조명원으로서의 OLED 기술은 장치비가 많이 드는 진공공정을 배제하고 가능한 한 습식인쇄를 사용하는 roll-to-roll 공정으로 발전될 것으로 예상된다. 이러한 공정의 활용은 궁극적으로 제조 원가의 대폭적인 절감을 가능하게 할 것이며, 기업 입장에서 시장 진입에 있어서 시설 및 설비 투자 비용을 획기적으로 줄여주기 때문에 진입 장벽을 낮추는 효과를 줄 것으로 생각된다. 하지만 인쇄 기술을 이용한 박막 형성 기술 등 생산기술의 확보가 중요한 요소로 작용하기 때문에 현재는 이를 위한 연구 투자 개발에 박차를 가해야 할 것으로 판단된다. 그림 9는 미래 조명원으로서 기대되는 반도체 LED와 OLED를 기존 조명과의 효율비교를 보여주는 자료이다. 반도체 LED는 미래 조명 시장에서 OLED와 치열한 경쟁을 벌일 것으로 예상되며 어떠한 기술이 저가격화를 실현할 수 있는가에 따라 승패가 결정될 것으로 예상된다.

또한 조명원으로서 OLED가 가져야 하는 가장 필수적인 기술은 백색 발광 재료의 개발이며 미국의 DOE(Department of Energy)에 따르면 백색 OLED의 효율을 높이는 가장 중요한 기술로 인광 물질의 사용과 외광 효율 향상 기술의 응용을 들고 있다. 더불어 기술의 산업화에 있어서 가장 중요한 요소로 지적되는 것은 저가격 제조 기술의 확보이다. 이를 위해서 디스플레이와는 차별되는 OLED 조명 공정 기술이 개발되어야 하며 대면적화를 위한 패턴 형성, 유기재료 코팅 기술 확보, 박막 봉지기술 등이 그 예라고 할 수 있다. 이와 더불어 기판의 재료, 유기 소재

기술에 있어서도 저가 재료 개발이 병행되어야 한다.

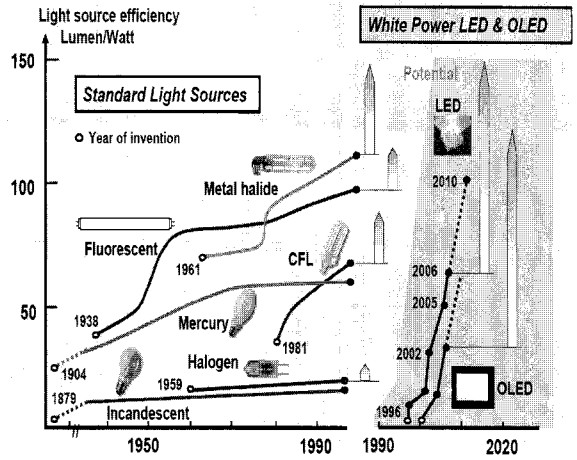


그림 9. 조명원의 효율 향상 추이

	Status & short-term (2007-2010)	Mid-term (2010-2015)	Long-term (2015-2020)
Applications	Decorative lighting	General Lighting (Replacement of low efficient light sources with high CRI)	General Lighting (Replacement of highly efficient light sources with high CRI)
	Small Displays in mobile applications	Full Color Flat Display (medium size)	Full Color Flat Display (big size)
		Transparent and color variable devices	Novel concepts via emergence of light source and display
		Flexible devices	
Technology	Efficacy (R&D) (lm/W)	75..120 lm/W	> 150 lm/W
	Efficacy (commercial) (lm/W)	30..60 lm/W	> 100 lm/W
	Lamp life (1000cdm ⁻²)	10,000	50,000
	OEM lamp price (\$/m ²)	150..80	30
	Alternatives to ITO	Improved organic materials Flexible substrates	
		Integration of (reliable) organic electronic	
	Large-area processing, novel manufacturing techniques (e.g. roll-to-roll)		

그림 10. OLED 조명기술의 발전예측

세계 각국의 기업 및 정부는 OLED 조명 개발에 상당한 투자를 하고 있으며 미국의 DOE는 OLED 조명 시장 석권을 목표로 1999년부터 2020년까지 OLED 조명 개발을 위해 총 63(M\$/Y)를 지원하고 있다. DOE OLED Lighting project에는 GE, Osram 등 세계 유수의 조명 업체들이 모두 참가하고 있다. 유럽연합 또한 OLED 조명 개발을 위해 2004

년부터 2008년까지 25.5(M\$/Y)을 투자하고 있으며, 2008년 이후에는 OLED 100.EU라는 이름으로 2011까지 30(M\$/Y)을 투자하여 1×1(m)의 대형 조명 개발을 지원할 예정이다. 그림 10은 이러한 투자에 따른 기술 개발 예측들을 도표로 정리한 것이다.

6. 결 론

OLED 기술은 앞서 언급한 바와 같이 응답속도, 자발광, 초박형, 저전력, 광시야각 등 많은 장점을 가지고 있기 때문에 현재 디스플레이 시장을 주도하고 있는 LCD, PDP를 대체할 수 있는 기술로 인식되고 있으며 또한 궁극적으로 유연성 기판을 사용하여 미래형 디스플레이로 제작이 가능하기 때문에 국내외에서 주목 받고 있다. 산업적인 측면에서도 재료 및 공정에 있어서 아직 연구 개발에 의한 시장 선점의 요소가 많기 때문에 매력적인 기술이라고 할 수 있다. 여전히 대형화 양산화에 있어서 선결되어야 하는 요소들이 많고 연구개발 노력이 이루어져야 하지만 점차적으로 소형 휴대기기를 시작으로 중대형 응용에 이르기 까지 시장이 확대될 것으로 판단된다. 이러한 OLED의 시장성으로 인하여 이미 선진국에서는 디스플레이 및 조명에 이르기 까지 전폭적인 지원을 아끼지 않고 있으며 국내에서도 연구가 진행되고 있지만 체계적인 지원 시스템이 미비한 상황임으로 조속히 체계적인 지원시스템이 확충되어 선진국과의 기술 격차를 줄여야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] OLED Market Outlook - DisplaySearch, Kevin Liao.
- [2] Technical Report_AMOLED - 최종찬, 김영목, 성만영, 주병권.
- [3] 유기 EL 디스플레이 - 한국과학기술정보연구원, 김재우, 김강희, 박창걸.
- [4] 유기 EL - 정보통신산업동향, 권지인.
- [5] OLED Lighting - Fraunhofer, Jorg Amelung & Michael Scholles.
- [6] Flat Panel Display Market - Stanford Resources.

◇ 저 자 소 개 ◇



조성민(趙成珉)

1961년 10월 28일생. 1999년~현재 성균관대학교 화학공학과 교수. 현재 한국조명·전기설비학회 편수위원, 한국화학공학회 이사, 에너지관리공단 지원유기조명 시스템 개발과제 수행 중.