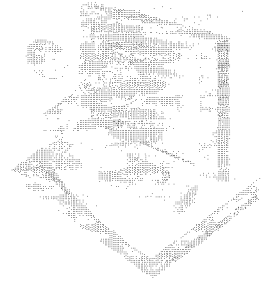


차세대 디스플레이 선두주자

- OLED



이경재 주임연구원 (동국대학교, 동산기술원) 심낙담 연구원 (Cornell Univ., U.S.A) 신선훈 센터장/수석연구원 (동부기술원 디스플레이 소재 연구센터)

1. 서론

정보와 사회의 발달과 함께 디스플레이 분야 또한 우리 생활 전반에 걸쳐 깊숙하게 보급되어 현대인의 생활을 함께하는 생활코드로 자리잡고 있다. 인터넷의 보급과 함께 UCC 동영상을 통해 정보를 교환하는 시대가 왔고 공공장소에서도 휴대폰을 통해 음악을 듣거나 디지털방송을 시청하는 사람들을 쉽게 관찰할 수 있다.

과거 CRT로 대표되었던 디스플레이는 LCD, PDP, OLED 등의 FPD (Flat Panel Display)로 급속하게 대체되었고 기술의 발전과 함께 점점 대면적, 소형화, 슬림화되는 경향에 있다.

색(色)과 언어를 통해 전달되는 정보의 양과 표현의 한계는 끝이 없다. 기술자들은 보다 생생하고 다이나믹한 화질을 구현하고자 끊임없이 노력하고 있으며 이러한 노력은 현재 디스플레이 시장을 주도하고 있는 LCD시장의 제품들로 대변되고 있다. 우리나라는 삼성전자, LG필립스LCD 필두로 디스플레이 시장의 선두역할을 하고 있으며 신속한 정보전달, 빠른 응답속도, 색깔 등 고객의 요구를 수렴하기 위해 한층 업그레이드 된 제품들을 속속 내놓고 있다. 이러한 요구에 부응할 수 있는 차세대 디스플레이의 가장 유력한 후보로 거론되는 것이 바로 OLED (Organic Light Emitting Diode)이다.

LCD의 경우는 비약적인 발전을 이루어 시장을 주도하고 있긴 하나 동영상 재생 시 잔상을 남기고

시야각의 한계가 노출되었으며 PDP 또한 대화면 TV에 많이 채용되고 있지만 휘도면에서 LCD나 OLED에 따라오지 못하고 있는 실정이다. 물론 OLED도 수명과 재료의 효율 등의 지상 과제들을 가지고 있지만 기술의 진보속도를 고려할 때 AM-OLED가 T.V.나 모니터로 시장에 출시될 날도 멀지 않음을 예상할 수 있다. OLED 기술이 발전하여 대면적 및 양산화의 안정계도에 올라온다면 완벽한 자연색 표현, 종이 두께의 휘어지는 화면 (E-paper), 사각없는 광시야각 등의 장점을 바탕으로 다른 디스플레이를 압도하여 우리 생활 전반에 침투할 것이다. 현재의 OLED 발전 속도를 고려했을 때 OLED가 곧 우리들의 생활 속에서 사용될 날도 멀지 않음을 예상할 수 있다.



그림 1. 삼성SDI OLED.

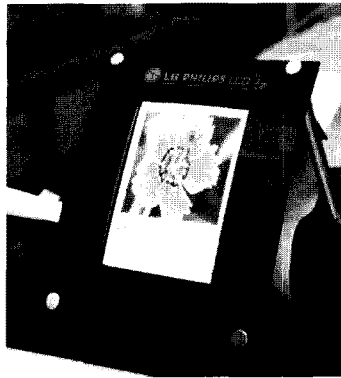


그림 2. LG필립스LCD의 Flexible OLED.

2. 본론

본 절에서는 OLED 소자의 발광원리 및 구동방식에 대해 설명하고 OLED 재료 물질의 개발과정과 소자 제작 시 재료에 따른 관련 공정에 대해서 소개하고자 한다.

2.1 기술의 원리

OLED 아름다운 색깔 구현의 이유는 바로 자체발광에 있다. 또한, LCD의 경우 빛을 내기 위해 백라이트라는 보조 유닛이 필요하지만 OLED는 빛을 내는 유기물에 전류를 흐르게 하면 하나 하나의 화소에서 직접 빛을 내기 때문에 LCD보다 더 얇고 가벼운 제품을 만들 수 있다.

발광원리는 다음과 같다. 그림 3의 OLED 소자 구조에서 보는 것처럼 OLED 양극과 음극의 전극층 사이에 각각의 역할을 하는 유기물들이 적층된 구조이다. 소자에 전류가 흐르게 되면 전극으로부터 유기층 안으로 홀(양극층, 正孔)과 전자가 발광층으로서 이동하여 짝을 이루어 결합하게 된다. 이 재결합 과정에서 유기분자는 에너지적으로 높은 상태(여기 상태)가 되어 불안정화 되고 다시 안정화 상태로 되돌아가면서 빛(형광이나 인광)을 방출하게 된다. 이러한 과정을 전기를 통해 강제하는 것이 OLED의 발광원리이다.

2.2 OLED 소자의 구동방식

OLED는 소자의 구동방식에 따라 수동형 OLED (PM OLED)와 능동형 OLED (AM OLED)로 나눌 수 있다. 이는 구동 백프레인의 형식에 따른 분류이며 PM OLED는 양극과 음극의 단순 교차 매트릭스 구조에 의해 빛이 제어 되지만 AM OLED는 픽셀 하나 하나 TFT방식으로 제어할 수 있기 때문에 응답속도, 컬러 표현력, 명암비가 PM OLED에 비해 우수하다. 현재까지 나온 제품은 모바일제품을 중심으로 PM OLED가 주류였지만 AM OLED의 기술적 문제와 초기 투자비용 등의 문제를 극복하고 2007년부터 삼성 SDI가 근래에 AM OLED 양산을 시작하여 일본에서부터 핸드폰의 디스플레이로 채택되어 상업화가 시작되었으며, 조만간 LG전자에서도 양산이 시

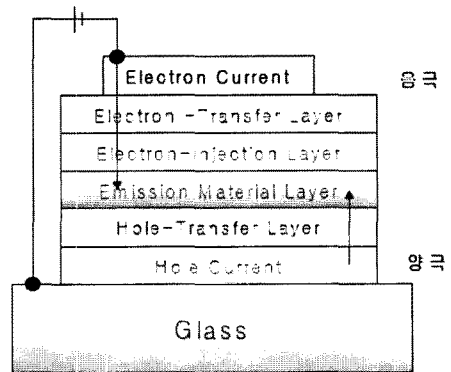


그림 3. OLED 소자구조.

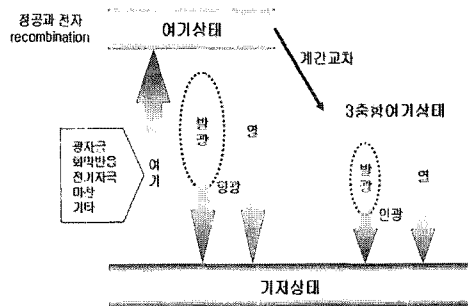


그림 4. 형광과 인광의 이해.

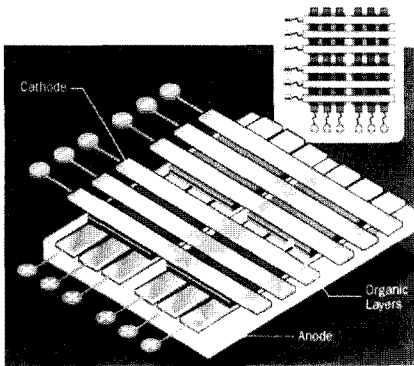


그림 5. 수동형 OLED 구조.

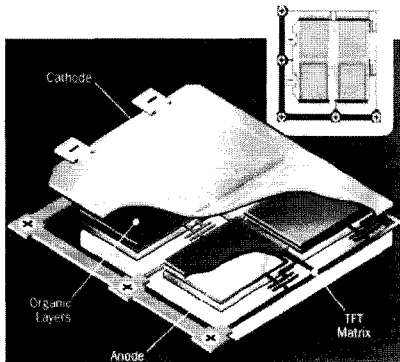


그림 6. 능동형 OLED 구조.

도성 고분자의 전기적 발광현상이 영국의 케임브리지 대학에서 보고된 후로 연구가 본격화 되었다. 고분자 재료는 저분자에 비해 기계적 강도가 높고 열안정성이 높으며 전색발광 가능물질을 합성할 수 있는 장점이 있다. 대표적으로 PPV 유도체, PPP 유도체, PT 유도체 등이 알려져 있으며 현재는 플루오렌계, 인광계열 고분자 등으로 물질 개발이 확대되고 있다.

저분자 물질의 경우는 소자 제작 시 진공증착의 방법을 쓰고 있다. 유기물의 오염은 제품의 성능에 직결되므로 Shadow Mask법에 의한 증착 시 오염에 대한 안정성이 확보되어야 하며 성막의 균일성을 유지하는 것이 기술의 핵심이다. 또한 열전도성이 낮은 유기물을 취급하기 때문에 물질 자체에도 주의를

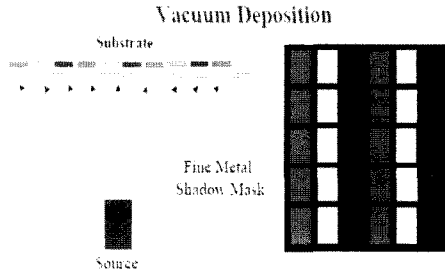


그림 7. Shadow Mask 증착.

작되면서 시장이 급성장할 것으로 전망되고 있다.

2.3 OLED 재료별 개발 현황

OLED 재료는 유기물 종류는 분자량에 따라 단분자 물질과 고분자 물질로 분류하는 것이 일반적이다. OLED 재료의 개발은 저분자 물질부터 시작되었다. 1987년 코닥社의 Tang 등이 발광층과 전하 수송층으로 쓰일 수 있는 Alq₃ 물질을 발견한 이후로 OLED재료의 연구개발이 활발하게 진행되었다. 다양한 물질들이 보고되면서 OLED의 휘도와 내부양자효율을 높이는 노력이 이어졌고 현재는 인광재료가 개발되어 효율에 대한 개선과 수명의 문제를 동시에 극복하려는 노력이 진행되고 있다.

고분자 물질에 대한 연구는 1990년도 들어서 전

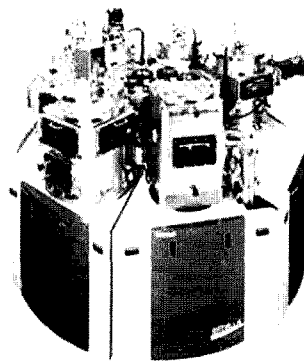
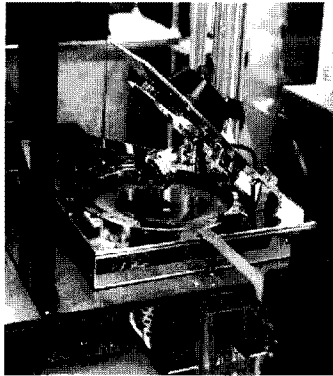
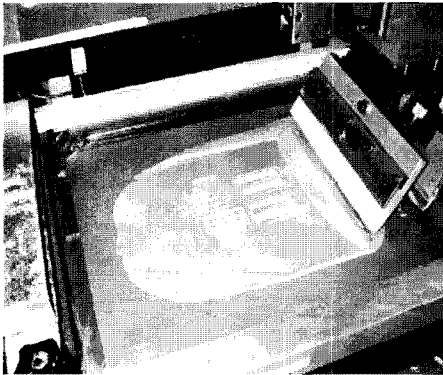


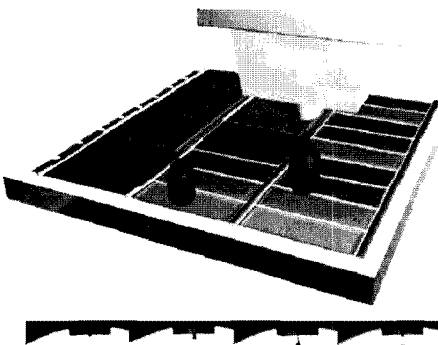
그림 8. CVD Deposition System.



(a) Spin Coating



(b) Screen Printing



(c) Ink Jet Printing

그림 9. 고분자 물질의 OLED 소자제작 공정.

기울여야 하며 증착 환경에 따른 장비의 열팽창도 고려하여 정밀성을 높여야 한다. 이에 반해 고분자 계는 상온에서 공정이 가능하기 때문에 상업적인 부분에서 유리하며 현재 잉크젯(Ink-jet), Roll to Roll 등의 기술이 개발되고 있다.

3. 개발동향과 향후 전망

최근 신문기사의 보도자료를 보면 AM OLED시대의 도래가 임박해 있음을 알려주는 내용들이 보고되고 있다. OLED 시장의 선두에 서있는 삼성SDI가 AM OLED 양산을 시작했으며 기술우위를 확보하고 있다고 발표했다. 현재 시장에서 채용되고 있는 PM OLED 휴대폰과 MP3, 카 오디오 제품들의 시장 점유가 확대되고 AM OLED가 휴대폰과 DMB, PMP, 게임기, T.V. 등으로 시장을 함께 형성해 나간다면 유비쿼터스 시대에 OLED의 영향력은 점차 커질 것으로 기대된다.

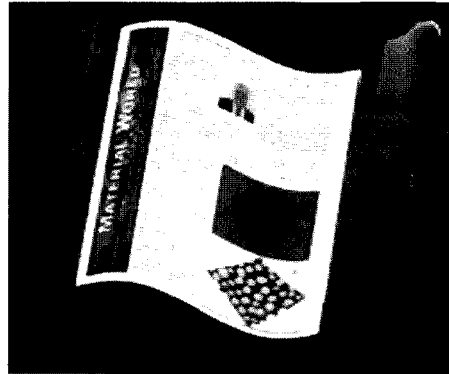
삼성SDI는 2인치 모바일을 중심으로 사업화를 실시하여 3.0-7.0인치 PMP, 노트북, TV용 AM OLED 보급의 로드맵을 설정하여 생산을 확대해 갈 방침이다. LG그룹은 LG전자에서 이미 PM OLED를 양산하고 있으며 AM OLED는 LG전자와 LG필립스LCD가 시제품 공개 등을 통하여 사업화에 박차를 기하고 있다.

패널업체의 성장과 함께 OLED의 재료공급업체의 개발노력도 동시에 이루어지고 있다. 아직까진 OLED 관련 부품소재가 95% 이상 수입에 의존해오고 있는 상황이기 때문에 무역수지 개선을 위해서는 부품소재의 국산화 노력도 간과할 수 없는 부분이라 할 수 있다. 시장 자체의 성장률을 보더라도 65% 이상으로 고성장이 예측되고 있다. 이에 따라 LG화학이나 제일모직 등의 대기업을 비롯하여 루디스, ELM, 그라셀 등의 전자재료 업체들이 정공주입 및 전달재료, 발광재료를 개발, 양산하기에 이르렀다.

시장조사 기관들의 OLED 시장의 고성장 예측에도 불구하고 OLED가 가진 문제들이 아직까지 완벽하게 해결되었다고 할 수 없다. 대표적인 것이 수명의 문제이다. OLED가 TV에 까지 상용화되기 위해

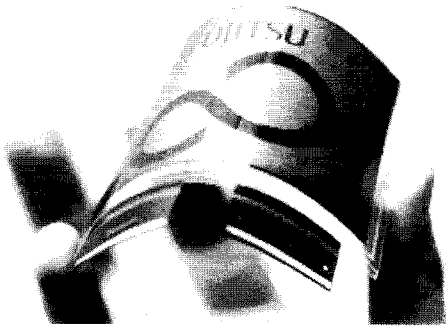


(a)



(d)

그림 10. Flexible Display의 구현.



(b)



(c)

서는 유기물을 근간으로 하는 재료의 오염을 완벽히 차단하고 효율을 극대화 할 수 있는 재료 개발이 요구된다. 또한 대면적 양산 기술이 개발되어야 본격적으로 LCD와 경쟁할 수 있는 시장환경이 조성될 것이라 할 수 있다. 원가 측면에서도 가격경쟁력이 있는 부품이 OLED 소자 내에서 사용될 수 있어야 디스플레이 시장에서 경쟁력을 가질 수 있다.

OLED의 발전과 함께 미래의 디스플레이를 예상해 볼 수 있다. LCD와 OLED TFT에 쓰이는 물질이 OLED 재료물질과 마찬가지로 유기물로 대체되고 현재 쓰이는 기판 또한 플라스틱으로 대체가 가능해 진다면 All Organic Flexible Display 세계가 열릴 것이다. 이것은 지금의 2차원의 디스플레이가 3차원으로 확장되는 것을 의미하며 영화에서나 봤던 사이버 세계가 우리의 실생활에서 연출되는 것이다.

4. 결론

지금까지 살펴본 것처럼 OLED는 아직 해결해야 할 숙제를 많이 가지고 있다. 하지만 연구가 가속화되면서 초기의 문제들이 하나씩 해결되고 있는 상황이다. 수명과 효율에 관련된 문제만 해결된다면 OLED는 현재의 대표적인 FPD인 LCD보다 우수한

장점들을 가지고 디스플레이로서 새로운 영역을 구축해 나아갈 것이며 미래에 전개될 유비쿼터스의 세계에 적합한 디스플레이로서의 저 전력소모, 우수한 색 재현성 등의 장점을 가지고 우리들의 생활 속에 더 가깝게 나타나게 될 것이다.

참고 문헌

- [1] 키도 준지, '유기EL', 광문각.
- [2] 유영준, '유기 EL 기술의 현황과 전망', 전자정보센터, 2006.
- [3] 장대석 외 1명, '차세대 디스플레이 중에서 OLED 및 3D 디스플레이 기술', 한국과학기술정보연구원, 2005.
- [4] 김지욱, 'OLED Current Analysis', 전자정보센터, 2007.
- [5] 홍성화 외 3명, '기술사업기회 분석연구 시리즈-OLED', 한국과학기술정보연구원, 2005.
- [6] 화학저널, 2007년 10월 10일.
- [7] 전자신문, www.etnews.co.kr
- [8] OLEDnet, www.olednet.co.kr

저자|약력



성 명 : 이경재

- ◆ 학 력
- 2003년 한양대 화학과 이학사
- 2005년 한양대 대학원 응용화학과 이학석사

- ◆ 경 력
- 2005년 - 현재

(주)동부하이텍 동부기술원
디스플레이소재연구센터
주임연구원



성 명 : 심나영

- ◆ 학 력
- 1991년 서강대 화학과 이학사
- 1994년 포항공대 화학과 이학석사
- 2005년 서강대 화학과 이학박사

- ◆ 경 력
- 현재

Researcher
Lab. for Organic Electro.
Dept. Material Science &
Engineering.
Cornell Univ., U.S.A.



성 명 : 신선호

- ◆ 학 력
- 1990년 서강대 화학과 이학사
- 1993년 Stevens Institute of Technology, NJ, U.S.A 이학석사
- 2000년 충남대 대학원 공업화학과 공학박사

- ◆ 경 력
- 1993년 - 2000년 LG화학 기술연구원 선임연구원
- 2000년 - 2002년 (주)엘리아텍 기술연구소장
- 2003년 - 2005년 (주)신성이엔지 광재료팀 이사
- 2005년 - 2006년 (주)루디스 전자재료사업본부장 상무
- 2006년 (주)동부한농 전자재료연구팀장
- 2007년 - 현재 (주)동부하이텍 디스플레이소재 연구센터장 / 동부정밀화학(주) 접착제테크센터장

