

## 1. 서론

급속히 정보화시대로 진입하면서 언제 어디서나 정보를 접할 수 있는 유비쿼터스(ubiquitous) 시대가 됨에 따라 정보를 문자 또는 영상으로 표시하여 눈으로 볼 수 있게 해주는 디스플레이 기술이 더욱 중요해지고 있다. 디스플레이는 정보 산업의 핵심 부품이며 반도체와 더불어 우리나라의 주력 수출 산업이다. 우리나라는 일본을 제치고 세계 1위의 디스플레이 강국이 되었고, 세계 수준의 경쟁력이 확보된 반도체, 이동통신, 인터넷, 가전 기술 등을 두루 갖추고 있어서 향후에도 지속적으로 세계 1위의 위치를 유지하며 디스플레이 기술 발전을 선도해 갈 것으로 예상되고 있다.

기존의 CRT는 부피가 크고, 무거운 단점이 있어서 사

있으나 크기의 소형화가 어렵고, 소비전력이 크고, 생산 단가가 비싸다는 단점을 가지고 있다.

OLED는 자체 발광형이므로 백라이트가 필요없고, 소비전력이 작으며, 응답속도가 10 $\mu$ s 이하로 아주 빠르고, 시야각에 문제가 없어 소형에서 대형에 이르기까지 어떠한 동화상도 실감나게 구현할 수 있다. 또한, 기본구조가 간단하여 제작이 용이하고 궁극적으로 두께 1 mm 이하의 초박형, 초경량 디스플레이 제작이 가능하므로 진정한 의미의 벽걸이형 TV의 구현이 가능하다. 더 나아가서 이와 같은 디스플레이를 유리 기판 대신에 플라스틱과 같은 유연한 기판 위에 제작하여 더 얇고, 더 가볍고, 깨지지 않는 플렉시블 디스플레이(flexible display)를 개발하는 연구가 진행되고 있다. 이렇듯 OLED는 디스플레이에 필요한 모든 요소를 갖추고 있어 가장 유력한 차

# 특집 | 디스플레이 II

## OLED 디스플레이 기술 동향

이창희\*

용하기 편리한 LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), 유기 EL 디스플레이(OLED) 등의 평판 디스플레이의 수요가 급격히 늘고 있다. 40" 이상의 대화면용으로는 PDP가, 40" 이하에서는 LCD가 가장 많이 사용되고 있다. LCD는 소형디스플레이로 출발하여 20"이하의 노트북, 모니터 시장에서 전통적인 CRT시장을 빠르게 대체해나가고 있고, 최근에는 30"급 이상의 TV시장에 진입해가고 있는 추세이다. 또한 LCD는 이동전화용 디스플레이를 비롯한 소형 디스플레이 시장의 주력제품으로 최선두를 달리고 있다. 그러나 근본적으로 자체 발광소자가 아닌 별도의 광원을 필요로 하는 수동형 소자이고, 시야각, 응답 속도, 대조비 등에서 기술적 한계를 가지고 있다. PDP는 32"급으로부터 80" 이상까지의 대형 디스플레이 시장에 적합하다. PDP는 시야각과 응답 속도에서 LCD보다도 좋은 특성을 가지고

세대 디스플레이로서 전 세계적으로 이의 실용화를 위해 노력하고 있다.

최근 이동통신단말기·개인휴대단말기(PDA) 등 휴대용 소형 정보 기기를 중심으로 OLED 시장이 형성되기 시작하면서 한국·미국·유럽·일본·대만 등의 많은 기업들이 연구 개발에 나서고 있다. 그 결과 수명이 크게 향상되고 20"급 대면적 OLED 시제품까지 발표되고 있다. OLED의 2003년 세계 시장 규모는 2억 1천 5백만 달러정도이고 2009년에는 31억 달러에 이를 것으로 예상된다. 또한 2004년은 OLED 제품의 시장 진입이 본격화되는 시기가 될 것으로 판단된다. 2001~2003년의 OLED 생산품은 주로 소형(4" 이하) 멀티 칼라 소자에 집중되었으나 중형(5~8") OLED는 2004년경에, 대형(9" 이상) OLED는 2005년경에 시장에 진입할 것으로 예측된다. 이 글에서는 차세대 디스플레이 기술로 주목

\* 인하대학교 물리학과

## OLED 디스플레이 기술 동향

받고 있는 OLED 디스플레이에 대해 간략하게 소개하고자 한다.

### 2. OLED 디스플레이 구조

일반적으로 OLED 구조는 양극(ITO), 유기 박막, 음극 전극의 구조를 가지고 있다. 유기 박막층은 단일 물질로 제작할 수 있으나, 일반적으로 정공수송층(Hole Transport Layer, HTL), 발광층, 전자 수송층(Electron Transport Layer, ETL) 등의 다층으로 구성되어 있다(그림 1). 그 이유는 유기 물질의 경우 정공과 전자의 이동도가 크게 차이가 나므로, 정공수송층과 전자수송층을 각각 양극과 음극 계면에 사용하면 정공과 전자가 발광층으로 효과적으로 전달되고, 주입된 전하가 각 계면에 존재하는 에너지 장벽에 의해 유기 발광층에 갇히게 되어 전자-정공 결합 효율이 향상된다. 또한 발광 효율을 증가시키거나 발광색을 조절하기 위해 발광층에 형광 색소 또는 인광 색소를 도핑 한다. 그리고 양극과 정공전달층 사이에 전도성 고분자(PEDOT:PSS, Polyaniline, polypyrrole 등) 또는 Cu-PC 등과 같은 정공주입층을 추가하여 정공 주입의 에너지 장벽을 낮추고, 음극과 전자전달층 사이에는 약 0.5~1 나노미터 정도의 LiF, Li<sub>2</sub>O, CsF 등과 같은 전자주입층을 삽입하여 전자 주입을 향상시켜 발광 효율을 증가시키고 구동 전압을 낮추게 한다.

OLED 소자에 순방향의 전압을 가하면 양극에서는 유기층의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위로 정공이 주입이 되고, 음극에서는 유기층의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital)로 전자가 주입된다. 주입된 전자-정공의 재결합 에너지에 의해 발광층의 유기분자가 여기되어 엑시톤(exciton)이 생성된다. 여기된 엑시톤은 여러가지 경로를 거쳐 바닥상태로 천이하는데, 이 과정에서 빛을 방출하는 경우를 전기 발광(electroluminescence, EL)이라고 한다. OLED 소자의 전류-전압 특성은 다이오드와 유사한 정류 특성을 나타내는데 문턱 전압 이상(순방향으로 수 볼트 정도)에서부터 전류가 급격히 흐르기 시작한다. OLED 소자의 발광 휘도는 전류밀도에 선형적으로 비례하고, 문턱 전압 이하 또는 역방향 전압을 인가하면 유기 EL 소자는 소등된다.

OLED 디스플레이는 소자의 구동 방식에 따라 크게 수동형(Passive Matrix, PM)과 능동형(Active Matrix, AM)으로 분류된다. PMOLED는 양극과 음극의 교차되는 부분이 유기 EL 화소를 형성하는 단순한 구조로 되어 있고, AMOLED는 각 화소에 TFT가 있는 구조로 되어 있다. PMOLED는 짧은 시간 동안 선택된 유기 EL 화소를 높은 휘도로 발광하도록 하므로 해상도가 높아지면 순간 발광 휘도가 더욱 높아져야 한다. 따라서 소자의 열화 및 전력 소모 등의 단점 때문에 대면적으로는 부적합하다. 이에 반해 AMOLED 방식의 경우에는 낮은 전류로 구동이 가능하여 소비전력 및 표시 해상도 측면에서 유리하다. 그러나 AMOLED의 경우 폴리실리콘 TFT의 불균일성에 의한 휘도 불균일성의 문제가 있다. 따라서 현재 회로적으로 이러한 문제를 해결하고 있으나 앞으로 균일한 대면적 폴리실리콘 박막을 형성하는 공정을 개발해야 한다.

AMOLED는 빛이 외부로 방출되는 구조에 따라 하부 발광(bottom emission) 구조와 상부 발광(top emission) 구조로 나눌 수 있다(그림 2). 하부 발광 구조는 화소 내의 TFT 회로에 의해 빛의 일부가 가려지는 구조로 되어 있으므로 개구율이 낮아진다. 그런데 상부 발광 구조는 화소의 TFT 회로에 의해 방출되는 빛이 가려지지 않으므로 높은 휘도를 얻을 수 있는 장점이 있다.

### 3. OLED 재료

OLED의 발광재료에는 저분자 계열과 고분자 계열의 유기재료가 있다. 저분자 재료는 일본의 Idemitsu-Kosan, Mitsubishi Chemical, TDK, Pioneer, Kyushu 대학, Yamagata 대학 등과 미국의 Kodak 등에서 활발히 연구되고 있다. 전기인광 재료는 미국의 USC와 Princeton 대학, 벤처기업인 UDC 등을 중심으로 연구개발이 이루어지고 있다. 발광 고분자는 크게 Covion사를 중심으로 한 유럽업체에서 개발된 PPV[poly(p-phenylenevinylene)] 유도체와 Dow Chemical을 중심으로 한 미국업체에서 개발된 PF(polyfluorene) 유도체 등이 있다.

발광재료에게 요구되는 몇 가지 특성으로는 고체상태에서의 형광 효율이 커야 하고, 전자와 정공의 이동도가

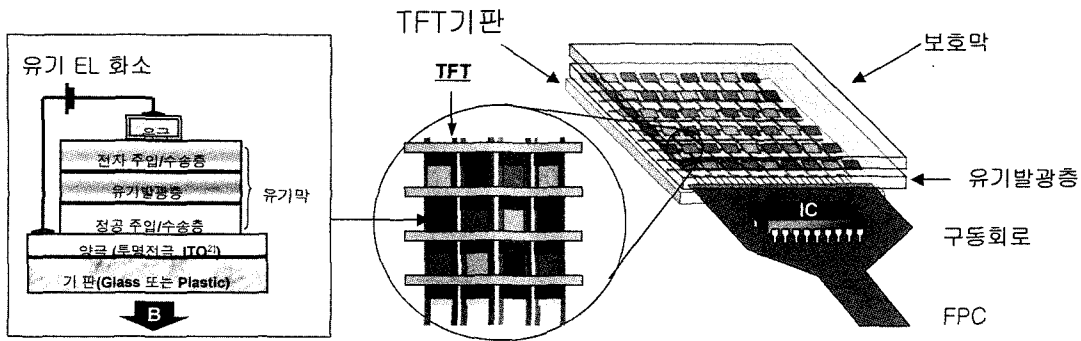


그림 1. OLED 및 AMOLED 디스플레이의 구조

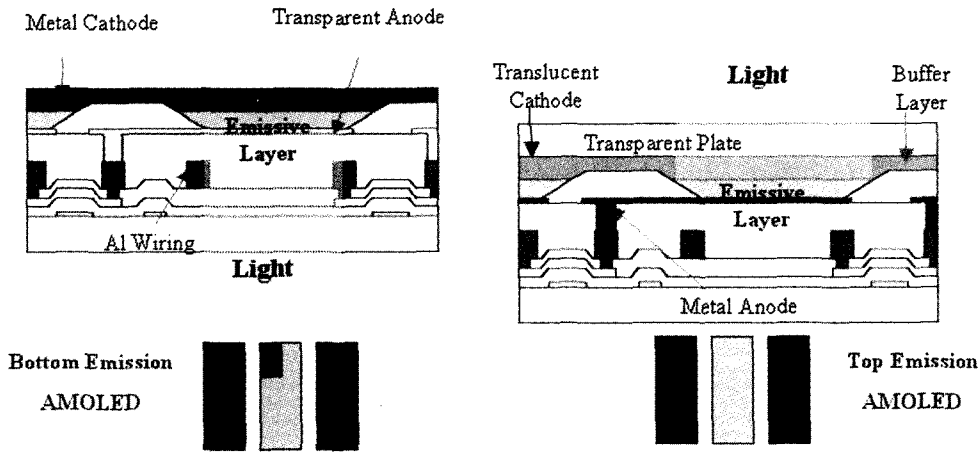


그림 2. 하부 발광(bottom emission) 구조와 상부 발광(top emission) 구조의 AMOLED 비교

높아야 하고, 진공증착을 할 때 분해되지 않아야 하며, 균 일한 박막을 형성하고 박막의 구조가 안정해야 한다. 대 표적인 발광재료는  $Alq_3$  (tris-8-hydroxyquinolino aluminum)인데, 전자수송 특성을 가진 녹색 발광 물질 로서 진공 증착한 박막 표면에 결함이 없는 특성을 가지 고 있다. 청색 발광 재료로는 일본 Idemitsu-Kosan 사에 서 개발한 DPVBi(4,4'-bis(2,2-diphenyl-ethen-1-yl)- diphenyl)가 대표적이다. 이 회사는 최근 개최된 FPD International 2003에서 순청색의 유기 발광 재료의 수 명(1000  $cd/m^2$ 로부터의 반감 수명)을 종래의 1900시간 에서 7000시간으로, 청록색의 재료는 8600시간에서 2 만 1000시간으로, 녹색 재료는 5000시간에서 2만 6000 시간으로 각각 수명을 늘렸다고 발표했다. 적색 형광 재

료는 Kodak의 DCJTb과 Mitsubishi의 ABTX 등이 있 는데 높은 농도에서 분자간 상호작용에 의한 발광감쇄 (quenching) 효과가 커서, 단독으로 사용되기보다는 호 스트 물질에 소량(수 % 이하)을 도핑하여 호스트에서부 터 도판트인 적색 발광 물질로의 에너지전이가 일어나도 록 하여 효율을 높이는 방법을 사용하여 왔다. 그러나 이 방법도 host에 의한 발광 등의 문제점이 있어서 최근에는 rubrene를 추가로 도핑하여 에너지 전이가 더욱 효과적 으로 일어나도록 하는 방법 등이 발표되고 있다.

정공 수송 재료로는 일반적으로 방향족 amine 계열의 유도체가 사용되는데 대표적으로 TPD, a-NPD 등이 사 용되고 있다. 이 물질들의 정공 이동도는 약  $10^3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  정도로 높으나 유리 전이 온도가 낮아서 높은 온도에서

## OLED 디스플레이 기술 동향

의 안정성이 떨어지기 때문에 열안정성이 높은 물질을 개발하려고 노력하고 있다. 전자 수송 재료로는 Alq<sub>3</sub>가 전자 친화성과 전자를 주입하는 음극 전극과의 접착성도 우수해 가장 널리 사용되고 있으나 전자 이동도는 약 10<sup>5</sup> cm<sup>2</sup>/Vs 정도로 정공 이동도에 비해 낮기 때문에 전자 이동도가 향상된 물질의 개발이 필요하다.

양극 전극으로는 일반적으로 투명하고, 일함수가 높은 ITO 전극을 사용한다. OLED는 전하 주입형 발광소자이기 때문에 각 계면간 전하 주입 효율이 소자의 성능에 가장 큰 영향을 주는 요인이다. 정공 주입 효율을 향상시키기 위해서는 ITO의 저저항화와 ITO/유기박막 접합계면의 일함수 값의 적절한 균형이 중요하다. ITO 기판 표면의 오염과 수분 흡착에 따라 ITO 표면의 일함수는 0.5~1.0 eV의 큰 변화가 나타나게 되는데, 이에 따라 ITO와 정공 수송층의 일함수 차이가 발생하게 되고, 소자의 발광 시작 전압이 높아지게 된다. ITO의 표면 전위를 정공 수송층의 표면전위에 적합한 수준으로 유지하기 위한 전처리 기술로는 UV 자외선을 이용하여 생성된 오존을 통해 ITO 표면을 산화하는 방법과 플라즈마에 의해 생성된 산소 라디칼을 이용하여 ITO 표면을 산화하는 방법 등이 사용되고 있다.

음극 전극으로는 일반적으로 일함수가 낮은 Mg, Ag, MgAg, LiAl, LiF-Al 등이 주로 사용되고 있으며, 두 종류의 재료를 동시에 증착하거나 다른 종류의 재료를 이

층으로 증착하는 방식을 이용한다. 금속재료는 고온에서 증발되므로 증발원의 복사열에 이미 형성된 유기박막이 손상을 입을 가능성이 존재하기 때문에 기판의 온도 상승을 억제해 주어야 한다.

## 4. OLED 화소 형성 방법

저분자 유기 박막 층과 음극 전극은 shadow mask를 이용하여 증착하며, shadow mask는 각각의 층에 따라 다른 종류를 사용할 수도 있다. 증착공정은 10<sup>-7</sup> torr 이하의 진공 상태에서 진행된다. 증착한 유기 박막은 유기 용매에 녹는 경우가 많으므로 R, G, B 화소 형성 및 전극 패턴의 형성에 포토리소그래피 방법을 쓸 수 없다. 따라서 음극 전극 패턴을 형성하기 위해 그림 3에 보인 바와 같이 ITO 전극 패턴을 형성한 후 음극 분리 격벽을 포토리소그래피 방법을 사용하여 제작한 후, shadow mask를 이용하여 저분자와 음극전극을 진공 증착하는 방법을 사용한다. 음극 분리벽 때문에 음극이 분리된다. 진공증착법의 경우는 새도우 마스크 정렬의 정밀도와 양산성 등의 과제가 남아 있다.

고분자 계열 물질은 유기 용매에 녹인 용액을 스핀 코팅 또는 잉크젯 프린팅 방식에 의해 처리하여 기판 위에 박막을 형성하게 된다. 그림 4에는 잉크젯 프린팅 방법을

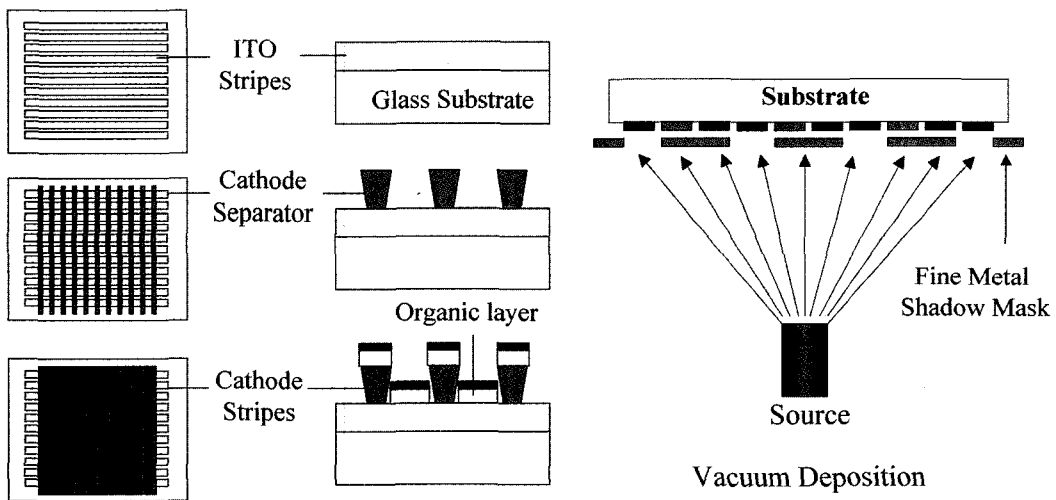


그림 3. 진공 증착법을 이용한 유기 EL 디스플레이 제작 방법

보였다. 각 화소에 격벽을 만들고, 잉크젯 방법으로 RGB 각각의 고분자를 프린팅한다. 잉크젯 방법의 경우는 인쇄된 유기 박막 두께의 균일도 등의 과제가 해결되어야 한다. 따라서 노즐에서 분사되는 잉크의 양, 속도, 분사 각도의 균일도 등을 정밀하게 조절할 수 있어야 한다. 잉크젯 프린팅 방법 외에도 최근에는 레이저 전사법

(Laser induced thermal image, LITI) 방법, 실크스크린 인쇄, roll-to-roll 코팅 등의 다양한 제조 기술이 시도되고 있다. 특히 삼성 SDI와 미국의 3M사가 공동으로 개발한 레이저 전사법은 저온 폴리 실리콘 기판 위에 화면을 구성하는 RGB 고분자 유기화합물을 레이저 빔을 이용해 순서대로 입히는 기술이다. 이 방법은 잉크젯 프

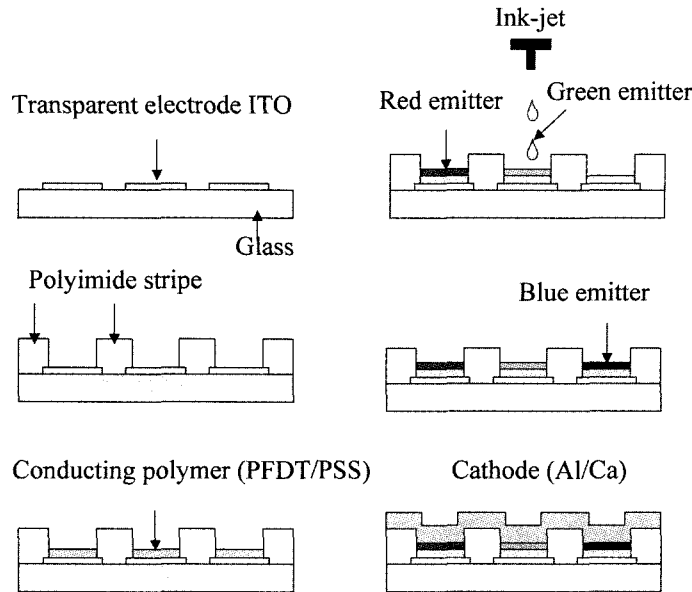


그림 4. 잉크젯 프린팅을 이용한 유기 EL 디스플레이 제작 방법

표 1. 천연색 유기 EL 디스플레이를 만드는 방법

Color Technology	 Blue, Green, Red EL	 White EL + C/F for LCD	 Blue EL + Color Changing Material
Company	Pioneer, NEC	TDK	Idemitsu Kosan
장 점	높은 발광 효율 고해상도	LCD용 Color Filter 사용가능	유기층 패턴 불필요
과 제	고효율 R, B 발광재료 미세 가공	백색 EL 효율향상 White balance	높은 변환효율 CCM 개발

## OLED 디스플레이 기술 동향

린팅 기술보다 유기화합물을 정확하고 균일하게 입힐 수 있기 때문에 화질이 선명해지고 유기화합물의 수명을 향상시킬 수 있다. 스크린 인쇄법은 겨우 그 가능성만을 보인 정도이므로 앞으로 많은 연구가 필요하다.

천연색 OLED를 만드는 방법은 표 1에 정리한 것과 같이 세 가지가 있다. 첫째는 가장 많이 사용하는 방법으로 RGB 화소를 각각 형성하는 방식이다. 화소를 RGB로 나누어 patterning해야 하므로 저분자 재료의 경우 shadow mask를 기판에 밀착하여, R 화소를 증착한 후 shadow mask를 순차적으로 이동하여 G, B 화소를 증착한다. 고분자 재료는 잉크젯 프린팅, 레이저 전사법을 사용하여 RGB 화소를 각각 형성한다. 둘째는 백색 유기 EL과 컬러 필터(color filter)를 조합시키는 것이다. 이 방식의 장점은 RGB 각각을 진공 증착하는 것보다 증착 회수가 적고, 이미 LCD에서 이용되고 있는 컬러 필터 기술을 이용할 수 있다는 점이다. 그러나 RGB 3파장으로 이루어지는 spectrum 형상이 요구되고, 컬러 필터에 의한 휘도 감소의 단점이 있다. 셋째는 청색 유기 EL을 형성하고, 그것을 청색, 녹색, 적색으로 변환하는 형광체를 붙이는 방식인데 아직 청색의 발광효율이 낮다는 문제점이 있다.

### 5. 보호막의 형성

OLED 디스플레이의 수명을 떨어뜨리는 가장 중요한 원인은 수분과 산소에 의한 소자의 열화 현상이다. 따라서 모든 공정을 산소 및 수분에 노출되지 않도록 엄격하게 제어해야 하며, 최종적으로 OLED 소자를 수분 및 산소 침투에 대해 봉지해야 한다. 이를 위해 그림 5에 보인

것과 같이 건조 질소 분위기에서 BaO와 같은 흡습제를 넣고, UV 경화제를 사용하여 금속 또는 유리 캔으로 소자를 봉지하는 것이 일반적이다. 이 방법은 소자의 부피를 크게 할 뿐만 아니라 양산성을 크게 떨어뜨리기 때문에 새로운 봉지 방법을 개발하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그리고 차세대를 겨냥한 플렉서블 OLED에는 기존의 금속 또는 유리 캔으로 봉지하는 방법을 사용할 수 없기 때문에 투습을 방지할 수 있는 막을 형성하는 기술의 개발이 필수적이다. 현재 미국 Vitex 사 등에서 개발이 진행되고 있는 봉지용 박막은 무기 및 고분자 박막이 번갈아 적층된 구조를 사용하고 있다.

### 6. OLED 개발의 현황

1987년 Kodak사의 Tang 등이 정공 수송층과 전자 수송층으로 구성된 이층구조의 박막형 OLED 소자를 제작하여 10 V 이하에서 휘도가 1000 cd/m<sup>2</sup> 이상으로 향상되는 획기적인 결과를 얻었다. 그 이후로 화학적으로 안정되고 적·녹·청색의 색순도가 좋은 유기 물질을 개발하려는 연구와 OLED 소자의 구조를 개선하여 휘도와 효율을 향상시키려는 연구가 활발하게 진행되었다. 그리고 1990년에 영국 캠브리지대학에서 PPV라는 고분자를 이용한 발광 소자를 개발하여 고분자를 이용한 유기 EL 디스플레이 연구도 활발히 진행되고 있다. 유기 발광 재료 및 종합적인 소자 제작 기술의 향상에 의하여 OLED는 낮은 전압에서 빛의 삼원색인 빨강, 초록, 파랑색 뿐만 아니라 백색에 이르기까지 높은 발광 효율을 나타내고 있다. 녹색 인광 색소를 도핑한 OLED의 최대 발광 효율

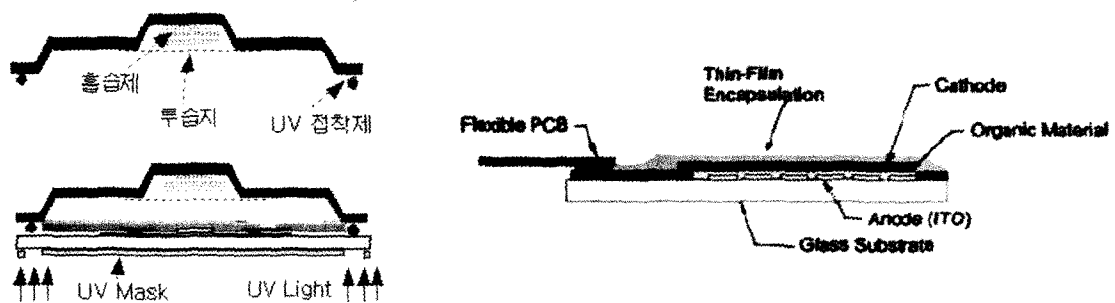


그림 5. OLED 봉지 방법. 스테인레스 또는 유리를 이용한 봉지(좌) 방법과 박막 봉지 방법(우)

은 약 70 lm/W 이상으로 형광등과 비슷한 수준까지 향상되었다. 앞으로 더욱 발광 효율을 높이면 고효율 광원으로 응용할 수 있다. 그림 6은 OLED 발광 효율의 발전 과정을 전통적인 무기 반도체 LED와 비교한 것이다.

유기 발광 재료 및 중요 원천 특허 부분에 있어서 미국 Kodak 사가 가장 앞서 나가고 있다. 영국 Cambridge Display Technology(CDT) 사는 고분자 OLED에 관한 많은 특허를 가지고 있고, 유기 인광 재료 개발에 있어서는 미국 Universal Display Cooperation(UDC) 사가 앞서 있다. 현재 저분자 OLED의 경우 일본, 한국, 대만을 중심으로 상용화 연구가 진행되어 소형 OLED(차량 탑재용 오디오, 핸드폰 및 디지털 카메라용 디스플레이)의 양산화에 성공했다. 그러나 아직 고해상도를 갖는 OLED의 경우 기술적인 문제점으로 인하여 개발단계에 머물러 있는 실정이기 때문에 양산화를 위한 치열한 경쟁이 진행되고 있다. 일본 소니사는 2001년 SID 학회에서 기존의 하부 발광 방식의 AMOLED와 달리 상부 발광 방식의 13" AMOLED를 발표했다. 국내 삼성SDI에서는 2001년 10월에는 15.1" 풀컬러 AMOLED를 발표했고, 2003년에는 양면 발광 AMOLED를 발표했다. 그리고 IDTECH 사는 2003년 SID 학회에서 대면적 저가격화의 장점이 있는 비결정질 Si-TFT를 사용한 20" AMOLED를 발표했다. 고분자 OLED의 경우 미국과 유럽을 중심으로 연구가 진행되고 있지만 아직 양산화 단계에는 이르

지 못한 실정이다. Toshiba-Matsushita Display사는 잉크젯 프린팅 방식으로 제작한 17" 고분자 AMOLED를 2002년에 발표했다. 그러나 다른 평판 디스플레이가 가지고 있지 못한 OLED만의 장점을 극대화할 수 있는 양방향 디스플레이나 플렉서블 디스플레이의 경우 아직도 연구 및 개발 단계에 있다. 그림 7은 OLED 개발 연구에서 중요한 기술적인 발전 현황을 연도별로 간단하게 정리한 것이다.

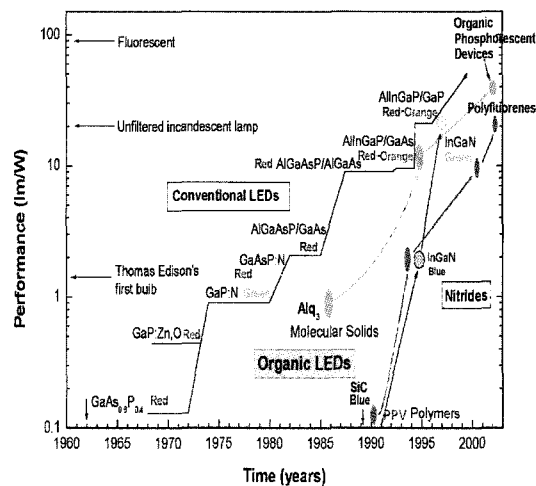


그림 6. OLED 발광 효율의 발전과정(J. R. Sheats et al., Science 273, 884 (1996)의 자료에 최근 OLED 소자의 성능을 추가함).

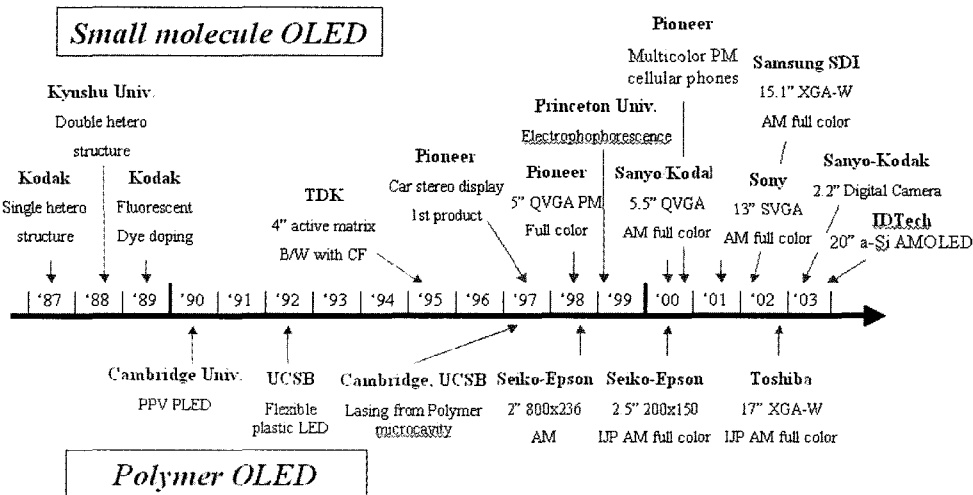


그림 7. OLED 디스플레이 기술 발전 현황

## OLED 디스플레이 기술 동향

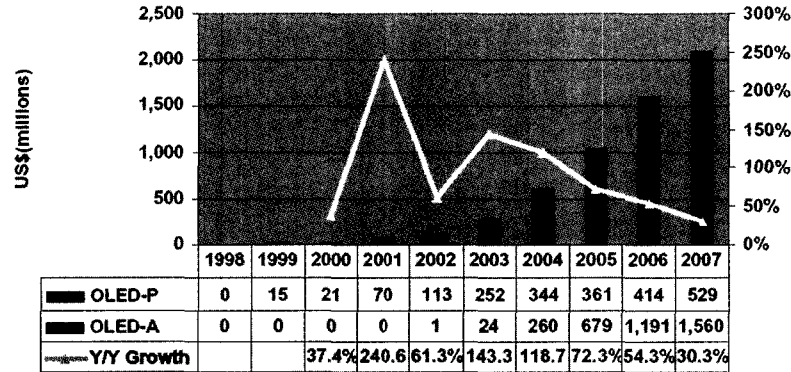


그림 8. 연도별 유기 EL 디스플레이 시장 규모 예측(Display Search, 2003. 3)

### 7. 유기 EL 디스플레이 시장 전망

OLED 디스플레이는 10여년의 짧은 연구 기간에도 불구하고 단기간 내 R&D 수준에서 실용화 수준까지 도달하였으며 가장 활발한 연구가 진행되고 있는 디스플레이 분야로 자리잡고 있다. 기술예측에 따르면 2010년도에는 휴대전화 9억대 중 1억 5천 만대 이상이 OLED를 채용할 것으로 기대되며 그 수요가 급격히 확산될 것으로 알려져 있다. 또한 PDA의 경우 2010년에 전체의 20% 이상인 695만대 이상이 OLED 디스플레이를 채택하고, 자동차용 Car Navigation System(CNS) 등의 30% 이상인 4,230만대 이상이 OLED 디스플레이를 채택할 것으로 예상된다. 현재는 대부분 PMOLED 제품이 나오고 있으나 2005년부터는 AMOLED 제품의 비중이 더 커지기 시작해서 2007년 경에는 전체의 약 75% 정도를 차지할 것으로 예측된다. 그림 8에 보인 Display Search 사가 발표한 자료에 따르면 2003년 OLED 매출액은 2.76억 달러로서 본격적으로 OLED 시장이 열리기 시작했다는 것을 알 수 있다. 내년에는 휴대용 소형 TV, DVD player 등이 시판되고, 2007년경에는 본격적으로 OLED TV가 시판될 것으로 예측되고 있다. 이에 따라 OLED 시장도 향후 2-3년간 연 100% 이상의 고속 성장을 해서 2007년에는 약 21억 달러 규모가 되고, 전체 디스플레이 시장에서 유기 EL 디스플레이가 차지하는 비중도 빠르게 확대될 전망이다. 그러나 OLED는 앞으로 적어도 몇 년간은 TFT-LCD와 힘겨운 경쟁을 벌여야한다. 그러나 OLED

기술의 발전 속도로 볼 때 OLED 패널가격은 수 년 내에 LCD와 경쟁할 수 있는 정도로 낮아질 것으로 예측된다. 이와 같은 가격 경쟁력을 확보하면 디스플레이 품질 면에서 우위에 있으므로 OLED가 소형 모바일 디스플레이뿐만 아니라 TV 시장에도 빠르게 진입할 수 있을 것이다.

### 8. 맺음말

OLED 기술은 기술 개발 역사가 짧음에도 불구하고, 현재 가장 유력한 차세대 평판 디스플레이 기술의 하나로 부각되고 있으며 매년 100% 이상의 고속 성장이 예측된다. OLED는 고화질의 동영상 표현할 수 있고, 다른 디스플레이 기술과 비교할 때 가격경쟁력이 우수하다. 그러나 OLED의 본격적인 상업화를 위해서는 아직도 해결해야 할 많은 과제가 있다. 예를 들면, 발광 재료의 수명 연장 및 안정성 향상, 특히 청색과 적색 유기 EL 재료의 동작시간 향상, 봉지 기술 개발(특히 플라스틱 기판을 이용했을 경우의 수분 및 산소 침투 방지 방법), 균일한 유기 박막 제조 및 패턴 형성, 능동 구동용 저온 poly-Si TFT의 소자 균일성 문제, 전류 구동용 구동회로 설계 등 해결해야 할 과제가 많이 있다. 그러나 OLED 기술의 발전 속도로 볼 때 수 년 내에 수명이 수 만 시간 이상으로 증가하고, 모든 특성에서 LCD와 경쟁할 수 있는 정도로 발전할 것으로 예측된다. 이와 같은 품질 및 가격 경쟁력을 확보하면 OLED는 소형 모바일 디스플레이뿐만 아니라



TV 시장에도 빠르게 진입할 수 있을 것이다. Display Search 사가 발표한 자료에 따르면 2003년 OLED 매출액은 2.76억 달러였고, 2007년경에는 약 21억 달러 규모가 되고, 전체 디스플레이 시장에서 OLED가 차지하는 비중도 빠르게 확대될 전망이다. 이에 따라 전 세계적으로 OLED 개발에 대한 경쟁이 치열해 지고 있으며, 특히 일본, 대만, 한국의 세 나라가 OLED 시장을 두고 치열한 각축을 벌일 것으로 예상된다. 따라서 정부의 적극적인 지원과 산업계, 학계, 연구소의 체계적인 협동 연구를 수행하면 TFT-LCD에서와 같이 OLED 분야에서 한국이 주도적인 위치를 차지할 수 있을 것이다.

**약 령**



**이창희**

서울대학교 물리학과 학사 ('87. 2)  
 서울대학교 물리학과 석사 ('89. 2)  
 University of California at Santa Barbara, Ph. D.(물리학)  
 (1994. 12)  
 1994. 12-1997. 2 : LG화학기술연구원 선임연구원.  
 1997. 3-2004. 1 : 인하대학교 물리학과 부교수  
 2004. 2. 1 - 현재 : 서울대학교 전기공학부 부교수  
 주 소 : 인천시 남구 용현동 253번지  
 전 화 : 032-860-7666  
 팩 스 : 032-872-7562  
 E-mail: chlee7@inha.ac.kr