



유기발광소자(OLED) 시대의 도래

기술표준총괄과 전문위원 홍귀현
02) 509-7396, parpeh@ats.go.kr

수년간의 개발의 결과로, 반도체 대신 플라스틱으로 제조된 유기발광소자(OLED)는 전통적인 액정 화면과 경쟁하게 될 것이다.

이 분야의 기술적 진보에도 불구하고, 노트북, 이동 전화 및 다른 포켓용 기기의 화면의 내용은 여전히 선명하지 않다. 또 다른 단점으로 대부분 훨씬 많은 전력을 소비하지만 환한 대낮에는 사용이 불가능하며, 엔지니어들이 고려하고 있는 다양한 애플리케이션에 사용하기에는 부피가 너무 크다. 그러나 올 여름 후반에는 소위 "유기발광소자"에 기초한 전혀 새로운 종류의 화면 기술이 가능할 것이다. 이는 현재 화면의 많은 단점들을 해결하고, 아직 상상하지 못하는 애플리케이션을 창출할 것으로 기대된다.

독창적인 설계로 인하여, OLED 화면은 더 밝고 선명하며, 궁극적으로 현재 휴대용 기기에 널리 사용되고 있는 액정 화면(LCD)보다 더 저렴한 가격에 생산될 것이다. OLED의 장점은 유연한 종이 두께 정도의 표면에 장착이 가능하다는 것이다. 올해 출시되는 최초의 OLED는 코닥의 디지털 카메라에 장착될 것이다. 산요(Sanyo Electric)는 2003년 후반기에 OLED 화면을 장착한 모바일폰 시리즈를 소개할 예

정이다. 장기적으로 엔지니어들은 OLED를 평면 TV, 노트북, 자동차 계기판부터 전자종이 및 비디오 업서 까지 모든 제품에 적용이 가능한 디스플레이로 간주하고 있다.

OLED 선도 기업인 Eastman Kodak에서 마이크로디스플레이 기업인 eMagin 및 DuPont에 이르기 까지 70개 이상의 기업들이 OLED 디스플레이의 출시를 예정하고 있다. 최초의 OLED 디스플레이의 수입은 올해 약 2억1천5백만 달러에 이를 것으로 기대된다. 그러나 캘리포니아주의 기술연구 기업인 iSuppli/Stanford Resources에 따르면 2009년에 OLED 디스플레이의 수요는 31억 달러에 달할 것으로 추정된다. 이러한 예측이 현실화된다면, 1960년대 LCD의 개발 이래로 OLED는 디스플레이 기술에서 가장 획기적인 진보가 될 것이다.

액정화면은 이들을 통한 광 스트리밍의 분극을 위해 특정 방향으로 정렬된 임시결정들 내부로 충전된 긴 분자열을 유도함으로써 화소("픽셀")를 창출한다. 사실상 LCD는 어두운 지점에서 빛을 차단하거나 밝은 지점에서 빛을 통과시키는 현미경의 셔터와 같은 역할을 한다. 그러나 LCD를 이처럼 간단한 아이디어

로 만든 내용들이 또한 LCD의 단점이 된다. 렌즈, 액정 매체, 화소를 켜고 끄는 박막 트랜지스터 매트릭스 이미지를 부여하는 컬러 필터 등에서의 손실을 극복하기 위하여 충분히 밝은 빛을 화면 뒤에서 비추어 주어야 한다.

이는 전력 소모형 백라이트 복잡한 조립부품 및 부피가 큰 디자인을 의미한다. 전체적으로 LCD는 에너지를 전원으로부터 해독가능한 이미지로 전환하는 경우에 10-15% 정도만 효율적이다. 노트북에서 화면은 배터리 전원의 대부분을 소비한다.

이러한 사실은 OLED를 명백하게 유리하게 만든다. 빛을 차단하기 위해 수백만개의 크리스탈 셔터들을 사용하는 대신, OLED 디스플레이는 개별 화소를 구성하는 수백만개의 작은 광원들을 가진다. 이들이 스스로 빛을 발산하므로, OLED는 백라이트가 필요 없으며 이는 소비 전력량을 현저하게 감소시키고, 제조 과정을 단순화한다. 이들은 또한 상당히 낮은 전압을 요구하므로, 모바일폰과 같은 기기에 더 적합하다. 이론상으로 화면에 필요한 부품 수가 훨씬 적어지므로, 결국 LCD 화면보다 생산 단가도 더 저렴해진다.

사실 발광소자는 새로운 것이 아니다. 이는 1970년대 초기에 계산기와 디지털 시계에 사용되었으며, 가전 제품의 지시등으로 널리 사용되어 왔다. 문제는 소자(diode)가 갈륨 아사나이드 및 갈륨 나이트라이드와 같은 값비싼 반도체로 제작되므로, 고장도 잦았고 고해상 디스플레이에 사용하기에 비용이 많이 들었다.

대조적으로 OLED 디스플레이는 '복합 폴리머'라는 새로운 종류의 반도체 복합체를 사용한다. 이들은 음·양 전극 사이에 놓이면 효율적인 가시광을 생성해낸다. 특정 색상 및 효과의 전달을 위해 본질적으

로 다양한 복합체의 합성이 가능하다. 한편 화면 제작은 비교적 단순하게 될 것이다. 이들은 화면 인쇄(screen-printed), 접촉 인쇄(contact-printed), 잉크젯 인쇄가 가능하며, 유리 또는 플라스틱 기판에 스핀코팅을 할 수 있다. 이는 밝은 백열광의 생성을 위하여 유기 반도체를 통해 충분한 전류를 보내는데 약 5-10볼트만 소요되므로 배치 설계를 상당히 용이하게 한다.

대부분의 OLED 개발자들은 코닥의 초기 선례를 따랐으며, 분진이 없는 진공 상태로 저장된 작은 유기 분자들을 사용하는 화면을 설계하였다. 또한 최근 수 년동안에 저장이 더 용이하며 훨씬 낮은 전압으로 작업이 가능한 폴리머 기반의 OLED에 많은 노력이 기울여졌다.

그러나 OLED가 LCD를 대체하기까지는 아직도 가야할 길이 멀다. 낮은 전력 소비가 큰 장점이지만, 초기 OLED는 아직 30% 정도만 효율적이다. 이는 LCD보다는 훨씬 낮지만 대체를 정당화할 만큼 충분하지는 않다. 선명하고 명확한 색상의 유혹에도 불구하고, 컬러 OLED 개발에서 중요한 문제는 길고 안정된 수명을 보장하는 적색, 녹색 및 청색의 적절한 합성을 찾아내는 것이다.

2002년 12월에, 메사추세츠 공과대학(MIT)의 연구원들은 고성능 비유기 나노 결정과 유기 소재를 합성한 발광소자를 생산하였다. 이 복합 광전자 기기는 일반 OLED 밝기의 25배이며, 부팅시에 훨씬 높은 채도를 생성한다. 복합 소자는 그 크기에 따라서 무지개 색중의 한 색상을 내기 위해 "조절"이 가능하다. 이러한 MIT의 혁신적 결과는 전반적으로 OLED 디스플레이 기술을 상당히 진전시킬 것이다.