

06 VR·AR용 디스플레이 1,867 PPI 해상도 구현

미래 먹거리 산업 중 하나로 손꼽히는 VR·AR 시장이 급속도로 팽창하고 있다. 시장조사업체 IDC에 따르면 2020년 세계 증강현실(AR) 및 가상현실(VR) 시장수요는 약 22조원 규모에 달할 전망이다. 이 중 하드웨어 시장이 3분의 2로 가장 높은 비중을 차지할 것으로 예상하고 있다.

반면에 현재 VR·AR 기기의 디스플레이는 TV, 스마트폰보다 어둡고 선명도가 낮아 기술적인 개선이 요구되는 상황이다. 생생한 화질 구현을 위해서는 인간의 시력으로 단위 화소를 구분할 수 없을 만큼 화소의 집적도, 즉 PPI(Pixels Per Inch)를 높여야 하며 디스플레이가 눈에 가까워질수록 그에 비례해 향상되어야 한다. 일반적으로 4K UHD TV가 100~200 PPI, 스마트폰이 500 PPI를 요구한다면, 눈에 밀착 착용되는 VR·AR 기기의 경우 최소 1,800 PPI를 충족해야 한다.

이를 실현할 VR·AR용 고해상도 디스플레이 화소 소재로는 유기발광다이오드(OLED)가 꼽힌다. 스스로 빛을 내는 특성으로 인해 화소 크기를 줄여도 광 효율에 영향이 적고 색상 표현도 뛰어나기 때문이다. OLED 화소는 기판 위에 유기물질을 일정 간격으로 증착시켜 제조하며, 크게 RGB 방식과 WOLED 방식으로 구분된다.

적·녹·청 유기물질을 순서대로 증착하는 RGB 방식은 백색 OLED에 컬러필터를 적용하는 WOLED 방식보다 화소 집적도를 높이는 공정 개발이 어려우나, 밝기와 전력효율이 우수하다는 장점이 있다.

화소 소재와 더불어 기판 소재의 경우에는 유리나 실리콘 웨이퍼로 나뉘는데, 유리 기판은 실리콘 웨이퍼 기판에 비해 고해상도 구현에 불리하지만, 생산단가가 낮아 대형 디스플레이 제작에 유리하다.

이에 마이크로노공정그룹 조관현 박사가 이끄는 연구팀은 유리 기판 위에 RGB 방식으로 제조해 VR·AR용에 적합한

1,867 PPI의 고해상도 OLED 디스플레이 제조공정을 독자기술로 개발하는데 성공했다.

이번 원천 기술의 핵심은 OLED 용액을 13.6 μ m 간격으로 담을 수 있도록 여러 개의 마이크로 채널로 구성된 특수 용기와 채널 속에만 용액이 달라붙게 만든 선택적 표면처리 기법, 그리고 빛을 흡수해 열로 전환해주는 ‘광열변환층’에 있다.

특수용기 위에 유리 기판을 놓은 다음, 그 아래에서 순간적으로 강한 빛을 내는 ‘제논 플래시 램프(Xenon flash lamp)’를 작동하면 특수용기 속 광열변환층이 300 $^{\circ}$ C 이상의 열로 OLED 용액을 빠르게 기화시켜 정해진 간격대로 기판에 증착시키는 원리다.

“유리 기판에 RGB 방식의 OLED 증착, 단가 낮추고 효율 높여”



마이크로노공정그룹 조관현 박사가 1,867 PPI급의 OLED 소자를 광학현미경으로 확대해 모니터로 보여주고 있다.

개발된 기술의 가장 큰 장점은 대형화가 가능한 유리 기판에 VR·AR용 고해상도 OLED 디스플레이를 저렴하게 제작할 수 있다는 것이다. 이로 인해 대량 생산이 용이해지는 한편, 기기 이용자 입장에서는 화면 시야각이 넓어져 몰입감이 높아지고 VR·AR 대중화에 최대 걸림돌이었던 어지럼증도 해소된다.

또한 유기물질을 기판에 증착할 때 광열변환층을 활용하기 때문에 기존 RGB 방식 증착공정의 필수 소재인 ‘파인 메탈마스크(FMM)’를 사용할 필요가 없다. FMM은 미세한 구멍들이 촘촘히 뚫린 얇은 철판으로, 유기물이 기판 위 특정 위치에 증착할 수 있도록 도와주는 역할을 하는데 현재 100% 일본에서 독점 생산하고 있다.

조 박사는 “기존에 수행했던 광열변환 연구 경험과 노하우를 살려 유리 기판에 RGB 방식의 OLED를 최적 조건으로 증착시킬 수 있었다”고 전하며, “향후 수 μ m 크기의 소자를 만들 수 있는 미세전자기계시스템(MEMS) 공정을 활용해 2,000~3,000 PPI까지 해상도를 높일 계획”이라고 밝혔다.