

타노스를 닮은 중국, 사라질 수도 있는 왕좌의 자리

요즘 물리학이 전성기다. 최근 논란의 중심에 있던 수능 국어 31번의 지문은 고전 물리학의 대표적 개념인 만유인력을 다룬 내용이었다. 뿐만 아니다. 이제 기본적인 물리학 지식 없이는 영화조차 보기 힘들어졌다. 몇 해 전 상영한 <인터스텔라>는 상대성 이론을 배경으로 한다.

최근에는 양자역학까지 등장했다. 올해 개봉한 영화 <앤트맨과 와스프>, <어벤저스 : 인피니티워>에 숨겨진 비밀은 양자역학이다. 어벤저스의 팬들이라면 충격적인 마지막 장면을 기억할 것이다. 타노스에 의해 우주 생명체의 절반이 사라졌고 우리가 사랑했던 영웅들 절반도 원자로 분해돼 사라졌다. 하지만 실망하기엔 이르다. 앤트맨과 와스프에서 양자역학을 연구한 헝크 피름 박사의 아내는 수십 년간 양자의 세계에 갇혀 있다가 가족과 재회를 했다. 이게 비밀의 열쇠다. 닥터 스트레인지가 예측한 1,400만 605개의 경우의 수 중 하나가 양자역학을 기초한 시간여행으로 충격적 결말을 되돌릴 것이다.

비단 영화뿐일까. 웅장한 자연을 그대로 옮긴 듯한 선명한 TV 영상을 보던 한 남자의 눈시울이 붉어진다. 바로 QLED TV 광고의 한 장면이다. 여기에도 ‘양자(Quantum)’가 들어간다. 양자는 물리학에서 입자의 상호작용과 관련한 근본적 바탕이고 물리적인 최소의 단위로 미시세계에서 나타나는 특성을 설명하고 이해하는 역학의 기본이다. 그래도 이해가 안 된다. 그런 양자가 대체 TV와 무슨 관련이란 말인가? 디스플레이 시장을 살펴보면 이해가 좀 쉬울지 모르겠다.

OLED와 QLED의 차이는?

얼마 전까지만 해도 우리는 OLED가 디스플레이 기술의 최고인 것으로 알았다. 그런데 몇 해 전부터 양자의 영어 이름인 퀀텀이란 용어가 심심치 않게 등장했다. 디스플레이 분야에서 어벤저스급인 국내 제조사가 QLED라는 명칭을 꺼낸 것이다. 그런데 시장에서는 혼선이 시작됐다. 디스플레이 학계와 업계에서 QLED는 양자점 유기발광다이오드(Quantum dot Light Emitting Diodes)를 말한다. QLED와 OLED는 구조가 유사하다. 차이점은 발광층이 유기물과 양자점밖에 없다.

그런데 그들이 말하는 QLED-TV는 액정표시장치(LCD)가 탑재된 제품에 퀀텀닷을 균일하게 분산한 양자점 성능향상 필름(QDEF)을 컬러필터로 부착한 것이다. 물론 기존의 컬러필터에서 표현하지 못하는 다양한 색을 표현한다. 하지만 진정한 QLED는 아니고 정확히 말하면 QD-LCD라는 이름이 맞다. 말 그대로 발광다이오드(LED)는 스스로 빛을 내야 한다. LCD에는 빛을 내는 기능이 없어서 패널 후면에 백라이트유닛(BLU)이라는 조명이 있어야 한다. 과거에는 램프를 사용하다가 최근에 LED를 사용하며 LED-TV가 나왔지만, 여기에도 패널은 LCD였다. 그러니까 현재 출시되는 QD-LCD도 BLU가 필요하다. BLU에서 빛에너지를 받아 컬러필터를 통해 다른 빛을 내는 PL(Photo Luminescence) 방식이다. 항상 기술보다 마케팅이 앞서다 보니 언어가 발 빠른 움직임을 보이고 시장에 혼선을 준다. 진정한 의미



글_김병민 | 과학칼럼니스트 vincent.bm.kim@gmail.com

연세대학교에서 화학공학 석사학위를 받았다. 삼성SDS, LG디스플레이 연구원을 거쳐 현재 나노베이스 기술연구소 소장으로 재직하고 있다. <아시아경제>를 비롯한 다양한 매체에서 과학 관련 칼럼을 게재하고 있으며, 저서로 <사이언스 빌리지>가 있다.

의 QLED-TV는 EL(Electro Luminescence) 방식이다. OLED의 유기EL층을 대신해 퀀텀닷 소자층에서 빛과 색을 내는 방식이어야 한다.

빛을 내려면 에너지 간격인 밴드갭 있어야

퀀텀닷은 어떻게 원하는 빛을 낼까? 이것을 알기 전에 에너지 간격이라는 밴드갭(Band Gap)을 먼저 알아야 한다. 쉽게 말해 밴드갭이 없는 물질은 빛을 낼 수 없기 때문이다. 물질의 원자부터 보자. 한 개의 원자에서 전자들은 원자핵에서 가까운 오비탈에 머문다. 원자가 결합하며 분자가 되면서 오비탈이 겹치고 결합에 참여한 전자들은 둘 이상의 원자핵 주위에 존재한다. 이제 원자가 증가하며 분자 오비탈이 만들어지고 촘촘해지면서 오비탈 사이의 에너지 간격이 줄어든다. 수많은 원자로 이뤄진 분자의 에너지 준위는 분리되지 않고 에너지띠를 이룬다. 3차원 공간에서는 에너지띠가 여러 개 생긴다. 이런 띠에 있는 전자들은 띠 사이를 이동할 수 없다. 금지된 에너지 간격이 생기는 것이다. 띠에 속한 전자에 의해 물질은 도체와 부도체로 결정된다.

도체와 부도체 사이에는 반도체라는 신기한 물질이 있는데 무척 쓸모가 있다. 가장 잘 알려진 반도체인 실리콘은 전자가 딱 찬 띠와 텅 빈 띠가 에너지 간격으로 나뉘어 있다. 그 에너지 간격은 상온에서 열에너지 크기와 비슷해서 외부에서 에너지만 줘도 전자가 가득한 띠의 윗부분에 있던 전자가 비어 있는 띠로 옮겨갈 수 있다. 이런 띠 사이의 에너지 간격을 건너뛸 수 있는 전자의 수가 반도체의 전도도를 결정한다. 이런 것을 밴드갭을 가진 물질이라고 한다. 결국, 전자가 밴드갭을 이동하며 방출하는 에너지가 전자기파인 빛으로 나온다. 밴드갭이 크면 큰 에너지가 나오는데 진동수가 큰 푸른빛이 나온다. 반대로 밴드갭이 작으면 진동수가 낮은 붉은 빛이 나오게 된다.

퀀텀닷도 일종의 반도체이다. 모양은 이름에 걸맞게 둥근 작은 점처럼 작은 구형의 형태다. 크기가 작아지면서 양자구속 효과로 에너지 레벨이 양자화되며 밴드갭이 커진다. OLED에 사용하는 유기물은 반도체는 아니지만 밴드갭을 가진 커다란 유기 화합물 분자다. 밴드갭

은 물질의 분자 구성으로 결정된다. 결론적으로 분자 구조나 물질 종류마다 색이 다르다는 말이 된다. 하지만 퀀텀닷은 분자 구조나 물질을 바꾸는 게 아니라 퀀텀닷의 크기를 조절해서 밴드갭을 조절한다. 코어 반지름이 7nm이면 푸른색, 2nm이면 붉은색이 나온다. 게다가 물질이 작아지면서 에너지가 불연속적으로 양자화되어 색의 재현성이 월등하다.

타노스를 닮은 중국이 OLED 기술장벽 넘는다면

지금까지 디스플레이는 대한민국이 왕좌의 자리를 차지하고 있다. 그런데 시장에 변화가 찾아왔다. LCD패널 시장은 이미 중국에 넘어갔다. 2013년부터 OLED에 막대한 자금을 투자한 중국업체가 기술장벽에 균열을 만들더니 이제는 패널을 양산하며 자금 회수에 들어갔다. 조만간 OLED에서 한국의 명성은 전설이 될지도 모르겠다. 가장 대표적인 업체가 BOE이고 화웨이도 바짝 추격하고 있다. 그뿐만 아니다. 차이나스타, 텐마, 트롤리, 에버디스플레이등 정부의 지원을 등에 업은 중국 로컬업체들의 행보는 거침없다. 애플이 프리미엄폰에 중국 업체의 OLED 탑재를 고려하고 있다는 것만 봐도 그들의 기술력이 상당 수준에 달했다는 것이다. 더는 OLED 기술장벽에 안심하고 있을 수만은 없는 이유다. 그래서 해결의 열쇠로 양자가 선택됐을까? 타노스에 의해 사라진 어벤저스를 양자역학이 살릴지 모른다는 예측처럼 우리는 타노스를 닮은 중국이 우리나라 제조 어벤저스를 사라지게 하려는 시도를 퀀텀닷이 막아낸다고 생각할지도 모르겠다.

지난해 세계적인 디스플레이 학회인 SID Display week에서 BOE는 다소 미흡했지만 진정한 EL 방식의 QLED를 최초로 공개했다. 섬뜩하다. BOE는 삼성디스플레이를 벤치마킹하며 증착장비마저 같은 제품을 사용한다. 게다가 유독 한국디스플레이 업체 출신이 많다. 중국 정부의 지원도 폭격 수준이다. 그뿐만 아니라 과학계 기초 연구도 산업계와 연계해 활발히 진행된다. 시장선점을 위해 워딩으로 포장된 실익은 기술을 가지고 왕좌의 명맥을 유지하는 우리와 대조적이다. 현실은 영화가 아니다. 우리의 어벤저스들이 정말 사라질지도 모른다. 