

광전자 종이 개발

해수어의 일종인 댐셀피쉬(damselfish)와 같이 환경에 반응하여 자신의 색을 변화하는 전자종이가 개발되었다. 그 종이는 콜로이드 결정체를 원료로 한다.

오팔과 같은 콜로이드 결정체는 장거리 질서를 갖는 구형 콜로이드의 결정들(예; 고분자 라텍스 혹은 실리카)이며 아름다운 무지개빛깔을 가진다. 어떠한 안료를 사용하지 않아도, 이러한 총천연색 빛깔은 결정격자의 브래그 회절(Bragg diffraction)에 의해서 일어난다.

그 효과는 곤충과 물고기에서 발견되며 광학 센서를 만드는데 사용된다. 워싱턴 대학의 히로시 후도우지와 유난 치아는 이러한 콜로이드 결정체의 새로운 용도를 발견했다. 그들은 유사한 메커니즘을 이용하여 '광전자 종이(photonic paper)'를 만들었다. 여기서 콜로이드 결정의 색은 용매에 의해 부풀려 짐으로써 조절된다.

그 종이는 실리콘 유체와 같은 유기용매 잉크와 폴리(디메틸실록산)[Poly(dimethyl siloxane); PDMS]과 같은 탄성체 매트릭스, 그리고 콜로이드 결정인 고분자 구슬로 구성된다. 잉크는 탄성체 매트릭스를 부풀리고 브래그 회절이 변하여 색이 변화한다.

색깔 있는 문자나 문양은 이러한 방법으로 쓰여지고 표시될 수 있으며 용매가 날라가고 매트릭스가 본래의 크기가 될 때 사라진다.

치아와 후도우지는 광전자 종이를 4인치 실리콘 웨이퍼와 최고 75cm²의 마일라(Mylar)시트에 제조했다. 스크린 프린팅, 고무 인장, 혹은 마이크로 컨택 프린팅 기술이 글자나 문양을 넣는데 사용될 수 있다.

문양은 몇 일간 지속될 수도 있고, 휘발성 용매에 담그거나 공기 중에서 건조 시켜 지울 수도 있다. 여러 가지 용매를 잉크로 사용하면, 문양이 몇 달간 지속될 수 있으며 PDMS 주쇄에 잉크 분자를 열적으로 결합시켜 영구히 고정시킬 수도 있을 것이다.

연구원들은 표시된 색깔의 품질이 악화되는지 관찰하기 위해 쓰고 지우는 과정을 20회 이상 반복했다. 색 그 자체는 콜로이드 구체의 크기를 변화 시키거나 부풀어진 매트릭스와 구체 사이를 분리 함으로써 바꿀 수 있다. 이것은 모든 색을 구현 뿐 아니라 무색의 구현이 가능함을 의미한다.

치아와 후도우지는 이것이 센서에서부터 환경에 반응하는 알림판에 이르기까지 그 응용범위가 넓을 것으로 전망한다. "나는 새로운 형태의 벽지를 상상한다. 벽지의 색깔은 거주자의 기분에 따라 변할 수 있다."라고 치아는 말했다. 연구원들은 이제 대면적, 박막 콜로이드 결정체를 제조하기 위해 연구하고 있다.