

Tera급 반도체 제조용 신소재 개발

성균관대 이재찬 교수팀, 반도체소자 및 무선통신용 부품소자 적용

성균관대학교 재료공학과 이재찬 교수 연구팀은 산화물 인공물질이라는 신개념을 도입해 세계 최초로 자연계에 존재하는 물질에서는 얻을 수 없었던 유전체 재료의 성질을 획득했다.

이재찬 교수는 과학기술부 21세기프론티어 연구개발사업을 지원받고 있는 테라급나노소자개발 사업단(단장 이조원)의 “고유전율 산화물 초격자의 제조 및 물성 연구” 책임자이다.



2010년 실현 가능할 것으로 예측되었던 테라급 나노 CMOS 소자 및 차세대 무선통신 부품소자에 적용할 수 있는 소재가 현실화될 수 있게 된 것이다.

소자 구현을 위한 3대 요소기술인 소재, 공정, 소자기술 중 인공물질이라는 신개념을 통해 소재기술 개발에 중요한 전환점을 제공함으로써 반도체 및 무선통신기술을 위한 핵심원천기술을 확보했다는 점에서 매우 의미 있는 연구 결과로 평가되고 있다.

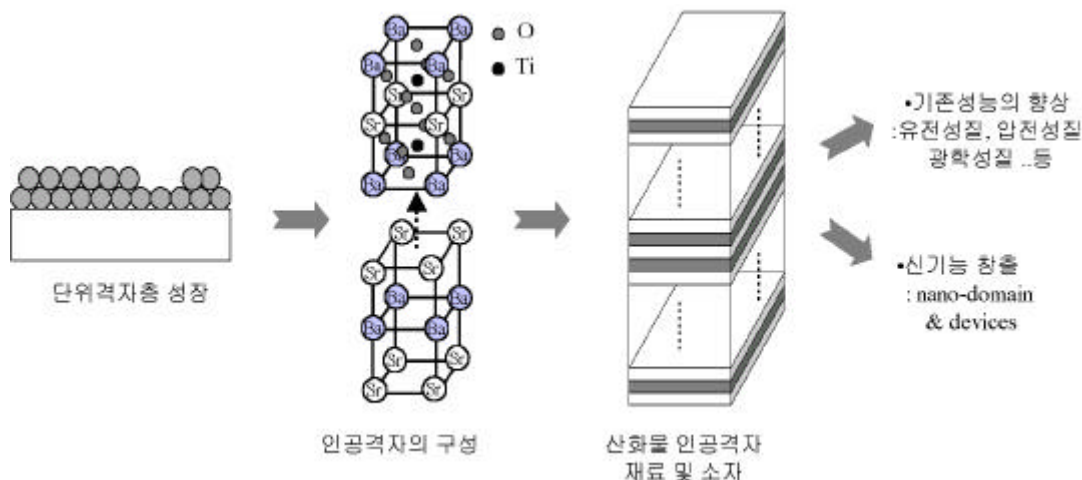
나노미터는 머리카락 굵기의 10만분의 1 크기에 해당하고 원자의 10배 정도에 해당하는 매우 작은 크기로 100nm 급 이하의 나노소자 개발을 위해서는 고유전율을 갖는 박막의 형성이 필요하다. 현재 자연계에 알려진 고유전율을 갖는 대표적인 물질은 강유전체라는 산화물로 테라급 반도체에 사용되기 위해서는 나노스케일의 두께에서도 높은 유전율을 가져야 한다.

그러나 기존 물질은 두께가 100nm 이하의 나노스케일로 줄어들면 유전율이 급격히 감소하는 한계를 가지고 있었다. 현재 고유전율 재료로 가장 주목받고 있는 산화물인 티탄산바륨스트론튬산화물의 유전율은 700 ϵ 이상으로 알려진 반면, 두께가 100nm로 줄어들면 유전율이 400 ϵ 이하로 감소한 특징이 있었다.

연구팀은 강유전체 산화물이 특정한 원자배열을 갖도록 각각의 단일 원자층 혹은 격자층을 차례로 적층 성장시켜 100nm 이하의 박막에서도 1600 ϵ 의 고(高)유전율을 나타내는 BaTiO₃/SrTiO₃ 인공격자를 제조하는데 성공했다.

이에 따라 2010년경 상용화될 것으로 예측되는 20nm급 나노 CMOS 소자의 게이트 절연막 유효등가두께(T_{ox}) 0.5-0.8nm를 충족시킬 뿐만 아니라 0.3nm 이하까지도 가능하게 되었다.

개발된 산화물 인공격자의 구성도



또 전압에 따라 유전율이 변하는 비선형성 역시 획기적으로 증가해 높은 이동성과 고품질을 갖는 무선통신 소자에 적합한 기능을 부여할 수 있게 됐다. 비선형성을 이용하려는 무선통신소자의 연구는 전세계적으로 매우 활발하며 현재 최고 수준이 74%에 달했으나 연구팀의 산화물 인공격자를 통해 이론적인 한계치에 접근하

는 세계최고의 비선형도인 94%를 얻는데 성공했다.

개발소재는 테라급의 반도체 메모리 및 로직과 차세대 무선통신 부품소자에 적용 가능하며, 이를 통해 2010년 약 1조달러로 추산되는 세계 반도체 시장과 5000억달러로 추산되는 무선통신기기 시장을 주도할 수 있는 역량을 갖추는 데 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

연구결과는 국내특허를 이미 출원했고 현재 미국, 일본, 독일 등에 국제특허 출원도 진행중이며, 연구결과는 응용물리분야의 세계적인 권위지 Applied Physics Letters 5월13일 자에 게재될 예정이다.

<Chemical Daily News 2002/ 05/ 16>