

하이브리드형 상보성 나노소자 논리회로 개발

양성자 빔 조사로 나노소자 논리회로의 구동전압 선택적 제어, *Advanced Materials* 저널 표지 논문으로 소개



이택희 교수

광주과학기술원(GIST, 원장 선우중호) 신소재공학과 이택희 교수팀은 양성자 빔으로 나노소자의 구동전압을 선택적으로 제어하여 “하이브리드형 상보성 나노소자 논리회로”를 개발하는데 성공하였다.

이번 연구는 양성자 빔 이용 기술이 의료, 입자물리 및 우주과학기술 분야 외에도 나노전자소자 분야에서 크게 활용될 수 있음을 보여주는 성공적인 사례로 평가된다.

이번 연구결과는 세계적인 재료공학분야 국제학술지인 ‘*Advanced Materials*, (Impact Factor: 8.191)’ 제 21권 제 21호에 2009년 6월 5일자로 게재될 예정이며, 이 저널의 표지논문(Front Cover Picture Article)으로 선정됐다.

기존 반도체 소자의 소형화·고집적화로 인해 발생하는 물리적·기술적인 한계를 극복하기 위해 나노소

재를 이용한 전자소자 및 논리회로 개발에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

특히, n형 반도체와 p형 반도체가 결합된 “상보형 금속 산화막 반도체(CMOS, Complementary metal oxide semiconductor)” 기술로서의 가능성을 타진하는 나노와이어 및 탄소나노튜브 논리회로 개발에 세계적인 관심과 연구가 활발히 이루어져 왔다. 하지만, 이러한 나노소재를 이용할 경우 기존의 실리콘(Si) 반도체소자에 비해 전기적 특성을 제어하기 어려워 디지털 논리회로를 구현하기가 기술적으로 어려웠다.

예를 들어, 논리회로를 구성하는 나노소재 트랜지스터의 구동전압(문턱전압, Threshold voltage)을 정확하게 제어하기 어려운 점으로 인해 올바른 논리소자의 작동에 큰 제약이 가져왔다. 가령, 추가적인 소자

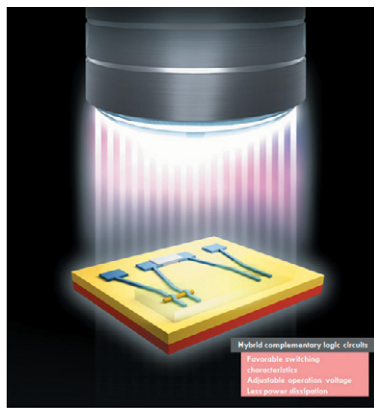
(배터리 및 레벨 쉬프팅 소자)를 장착하여 구동전압을 조절할 수 있지만, 회로의 복잡성과 전력소모의 증가를 가져오기 때문에 나노전자소자를 이용한 고밀도 집적회로(Integrated Circuit, IC) 구현에 단점으로 작용하였다.

이번 연구는 양성자 빔 기술로 논리회로를 구성하는 트랜지스터의 구동전압을 정확하게 제어하여 종래의 문제점을 해결하였다.

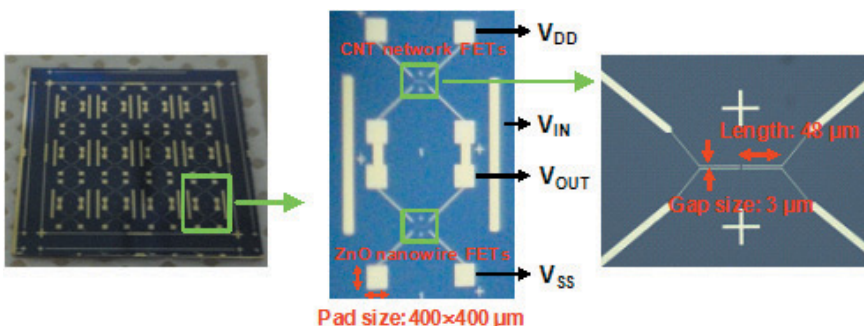
n형 반도체인 산화아연(ZnO) 나노와이어와 p형 반도체인 탄소나노튜브를 이용하여 제작한 하이브리드형 상보성 논리회로의 구동전압을 양성자 빔 조사를 통해 선택적으로 조절하여, 궁극적으로 인버터(Inverter), 노어(NOR), 낸드(NAND), 메모리(SRAM, Static random access memory) 등 고성능, 저전압 특성을 갖는 다양한 나노소자 논리회로를 개발하는데 성공하였다.

특히, 별도의 상보성 도핑 공정과 추가적인 장치 없이 올바른 회로의 동작과 성능 향상 및 소비전력 감소를 위한 논리회로를 구현한 것이어서 차세대 반도체 소자기술로의 활용에 획기적인 개가로 평가받고 있다.

본 연구는 교육과학기술부(장관 안병만) 거대과학기술개발의 일환으로 한국원자력연구원이 추진하고 있는 양성자기반공학기술개발사업의 지원을 받아 수행되었다.



하이브리드형 상보성 나노소자 논리회로에 양성자 빔을 조사하는 모식도



제작된 하이브리드형 상보성 나노소자 논리회로의 구조와 패턴 정보

* GIST 조건호 박사과정(제1저자), GIST 커트 게클러 교수 연구팀, 영국 캠브리지 대학 마크 웰런드 교수 연구팀과 공동연구로 수행

교육과학기술부 2009.06.03