

고집적 · 고성능

3차원 나노 CMOS 소자 개발

경북대학교 전자전기 및 컴퓨터공학부 이종호 교수

과 학기술부와 한국과학재단은 실용적인 고집적 · 고성능 3차원 나노 CMOS 소자를 세계 최초로 개발한 공로로 경북대학교 이종호 교수를 이달의 과학기술자상 수상자로 선정하였다고 밝혔다.

3차원 나노 CMOS 소자는 실리콘 반도체를 기반으로 한 나노 크기 전자소자로 소자의 핵심 부분이 3차원 구조로 되어 있는 차세대 소자다. 나노 CMOS 소자는 반도체 산업의 핵심이며, 차세대 반도체 기술에서도 필수적인 소자다. 현재 우리가 사용하고 있는 각종 정보기기 핵심 부품으로서, 미래에 요구되는 높은 사양을 만족시키기 위해 패턴의 최소 크기가 이미 100nm 이하로 축소되어 있다.

그러나 거듭된 축소화로 인해 기존의 CMOS 소자는 응용분야에 따라 이미 물리적으로 축소화에 한계를 드러냈다. 이를 해결하기 위해 미국 캘리포니아 버클리대학을 중심으로 우수 기업에서 SOI 기판에 물고기 지느러미 형태를 닮은 FinFET이란 3차원 구조의 소자(이하 SOI FinFET)를 집적도가 우수한 소자로 발표하였으나, SOI 기판이 갖는 높은 가격, 높은 결함 밀도, 낮은 열전도 특성 등이 문제가 되었다.

이 교수는 기존에 개발된 실리콘 집적공정과 쉽게 양립할 수 있고, 값싼 벌크 실리콘 기판에 제작되는 40nm 크기의 Fin 채널 구조의 FET를 2003년에 개발하고 벌크 FinFET이라 명명하였다. 40nm는 머리카락 단면(0.01cm)의 2천500분의 1 크기이다. 메모리 용량으로 환산하면 수십 Gb에 해당한다. 이 소자는 최소 선폭의 크기가 10nm 급도 가능하기 때문에 현재 1Gb 메모리 스틱 용량에 비해 1천배인 테라비트급의 메모리 용량도 가능하다.

벌크 FinFET의 실용화를 위해서는 소자 제조기술 뿐만 아니라 소자에 대한 이론적 모델이 있어야 가능하다. 이 교수는 3차원 구조의 FinFET에 대한 독창적인 접근으로 3차원 구조의 특이성과



물리를 고려한 모델링을 20nm 급 소자까지 수행하여 정확도가 90% 이상인 결과를 발표하였으며, 또한 고주파에 대한 창의적 모델링을 수행하여 발표하였다. 기존의 모델과 유사한 부분에서는 기존의 모델

보다 정확도가 개선됐으며, 이론적 모델을 통해 3차원 소자의 핵심 부분의 모양이나 설계에 대한 올바른 방향을 제시하였다. 이 소자에 대한 내구성 분석까지 수행하여 실용화될 수 있는 토대를 마련하였다.

이 교수는 벌크 FinFET을 다양한 관점에서 세계 최초로 특허를 출원했고, 해당 연구결과를 전자소자 분야에서 세계 최정상 학회인 IEDM과 Symposium on VLSI Technology에 발표하였다. 또한 세계 정상급 학회 및 저널에 다수의 논문을 발표하여 이 분야의 선두 그룹을 형성하고 있으며, 관련 기업에서 세미나를 통해 관련 기술을 전수하였다.

3차원 나노소자인 벌크 FinFET의 개발은 실용성, 진보성 및 독창성에서 기존의 기술을 한 단계 발전시킨 것으로 평가되고 있다. 현재 관련 기업에서 많은 연구를 수행하고 있으며, 로직 및 각종 메모리 기술에 적용이 가능해 그 연구가 점차 증가하고 있다. ④

글 | 편집실