

Silicon carbide 나노입자를 이용한 SOI 구조의 비휘발성 메모리 소자의 전기적특성 연구

이태희¹, 이동욱¹, 김은규^{1*}, 신진욱², 조원주²

¹한양대학교 물리학과, ²광운대학교 전자재료공학과

나노 부유게이트 메모리 소자 (NFGM)는 기존의 플래시 메모리의 단점인 scaling down시 발생하는 누설전류 문제를 개선할 수 있다는 점에서 각광받고 있는 차세대 비휘발성 메모리이다. 또한 박막 형태의 전하 저장층(poly-Si)을 수 나노미터 크기의 나노 입자로 제조한다는 차이점을 제외하고는 기존의 플래시 메모리와의 유사한 구조를 가지고 있다. IV족 화합물 반도체인 silicon carbide (SiC)는 온도에 따라 다양한 격자구조를 가진다. 에너지 밴드 갭은 2.0~3.2 eV이고, 일함수는 4.0~4.5 eV 이기 때문에 전자소자로서의 응용가능성이 크다. 더불어 열적 안정성이 우수하므로 기존의 금속계열의 나노입자가 가지고 있던 고온공정에 의한 확산현상을 최소화 할 수 있는 이점이 있다.

본 연구는 NFGM 소자 내부에 SiC를 증착한 후 열처리 공정을 통하여 나노 입자를 형성하였다. 먼저 *p*-type의 silicon-on-insulator (SOI) 기판에 퍼니스를 이용하여 4.5 nm의 SiO₂를 성장시켰다. 다음으로 12.3 nm 두께의 SiC 박막을 radio-frequency (RF) magnetron sputtering을 이용하여 증착시켰다. 그리고 기판에 추가적으로 50 nm의 SiO₂를 증착시키고, SiC 나노 입자를 형성시키기 위하여 900 °C에서 30분 동안 질소 분위기에서 1차 열처리를 실시하였다. 이후 컨트롤 층으로 SiO₂를 30 nm 증착시키고, rapid thermal annealing (RTA) 과정을 통하여 900 °C에서 30초 동안 질소 분위기에서 2차 열처리를 실시하였다. 다음, thermal evaporator를 이용하여 150 nm의 Al을 증착한 후 포토리소그래피와 에칭 공정을 통하여 게이트 전극을 만든다. 마지막으로, 소스-드레인 영역에 도핑과정을 실시한다.

제작된 SiC NFGM의 전기적 특성을 살펴기 위해서 HP-4156A semiconductor parameter analyzer를 이용하여 문턱전압이하 영역의 전달특성 (V_G - I_D)과 출력특성 (V_D - I_D), 전압 인가에 따른 문턱전압의 이동, 그리고 retention 특성을 살펴보았다. 또한 소자 내에 SiC 나노 입자의 형태 및 분포 상태를 확인하기 위하여 전계방출투과전자현미경 (FE-TEM)을 이용하였다. 분석 결과를 기초로 NFGM에 대한 SiC 나노입자의 응용 가능성을 논의할 것이다.