

## 화학적으로 형성된 금속 산화물 나노 입자를 이용한 3차원 SOI 구조의 비휘발성 메모리 소자의 전기적 특성 연구

이동욱<sup>1</sup>, 김선필<sup>1</sup>, 이태희<sup>1</sup>, 김은규<sup>1\*</sup>, 구현모<sup>2</sup>, 조원주<sup>2</sup>, 김영호<sup>3</sup>

<sup>1</sup>한양대학교 물리학과, <sup>2</sup>광운대학교 전자재료 공학과, <sup>3</sup>한양대학교 신소재공학과

나노 부유 게이트 메모리 소자 (nano-floating-gate memory)는 부유 게이트에 다양한 종류의 나노 입자를 사용하여 소자의 크기를 획기적으로 소형화 시켜 대용량의 정보 저장이 가능하고 동시에 저 전력 작동을 가능하게 하며, 기록 및 읽기 시간을 단축시킬 수 있다.

본 연구에서는 폴리 이미드와 금속과의 화학적 반응을 이용하여 균일한 크기의 금속 산화물 나노 입자를 제작하여 SOI (silicon-on-insulator) 기판의 상부 실리콘에 3차원 구조의 부유 게이트가 형성된 나노 부유 게이트 메모리 단위 소자의 전기적 특성을 연구 하였다. 단위 소자를 제작하기 위하여 상부 실리콘과 성장된 Poly-Si 층을 RIE (reactive ion etching) 공정을 사용하여 소스와 드레인을 형성하기 위한 active layer를 형성하였다. 나노 부유 게이트를 형성하기 위한 게이트 영역을 확보하기 위하여 PR (photo resistor)를 코팅하고 게이트 부분만을 RIE 공정을 통하여 확보한 후 Poly-Si 을 100 nm, 상부 실리콘 층을 50 nm 식각 처리한다. 나노 부유 게이트를 형성하기 위하여 터널 절연막은 thermal oxidation 방법으로 4.5 nm 형성 후 금속을 thermal evaporator 와 sputtering 방법을 사용하여 3~5 nm 증착을 하였으며 증착된 금속 박막상부에 BPDA-PDA (biphenyl dianhydrid-paraphenylene diamine) 전구체인 폴리아믹산을 spin coating 방법으로 50 nm 두께로 형성한다. BPDA-PDA 폴리아믹산과 금속 박막과의 화학반응이 충분히 일어나도록 24 시간동안 데시게이터에 보관한 후 금속 산화물 나노 입자를 형성하기 위하여 soft baking 을 135 °C 30 분후 curing 을 400 °C 1~2 시간동안 실시하여 금속 산화물 나노 입자를 형성하였다. 열처리 이후 Al을 thermal evaporator를 사용하여 150 nm 증착한다. 최종적으로 RIE 공정을 실시하여 금속 산화물 나노 입자 나노 부유게이트 메모리 단위 소자를 제조하였다. 그림 1(a)는 제작된 소자의 단면도 그림이며 10  $\mu\text{m}$ 의 채널길이를 가진 깊이 150 nm 의 3차원 구조의  $\text{In}_2\text{O}_3$  나노 입자를 사용하여 부유 게이트를 형성 하였다. 그림 1(b)는 제작된 소자를 3 % 의 수소가 포함된 질소 분위기에서 400 °C 30분간 후 열처리 공정 이후 측정된 retention 결과로 1000 초 이후 대략 1 V의 메모리 창이 유지되는 것을 확인 할 수 있었다.

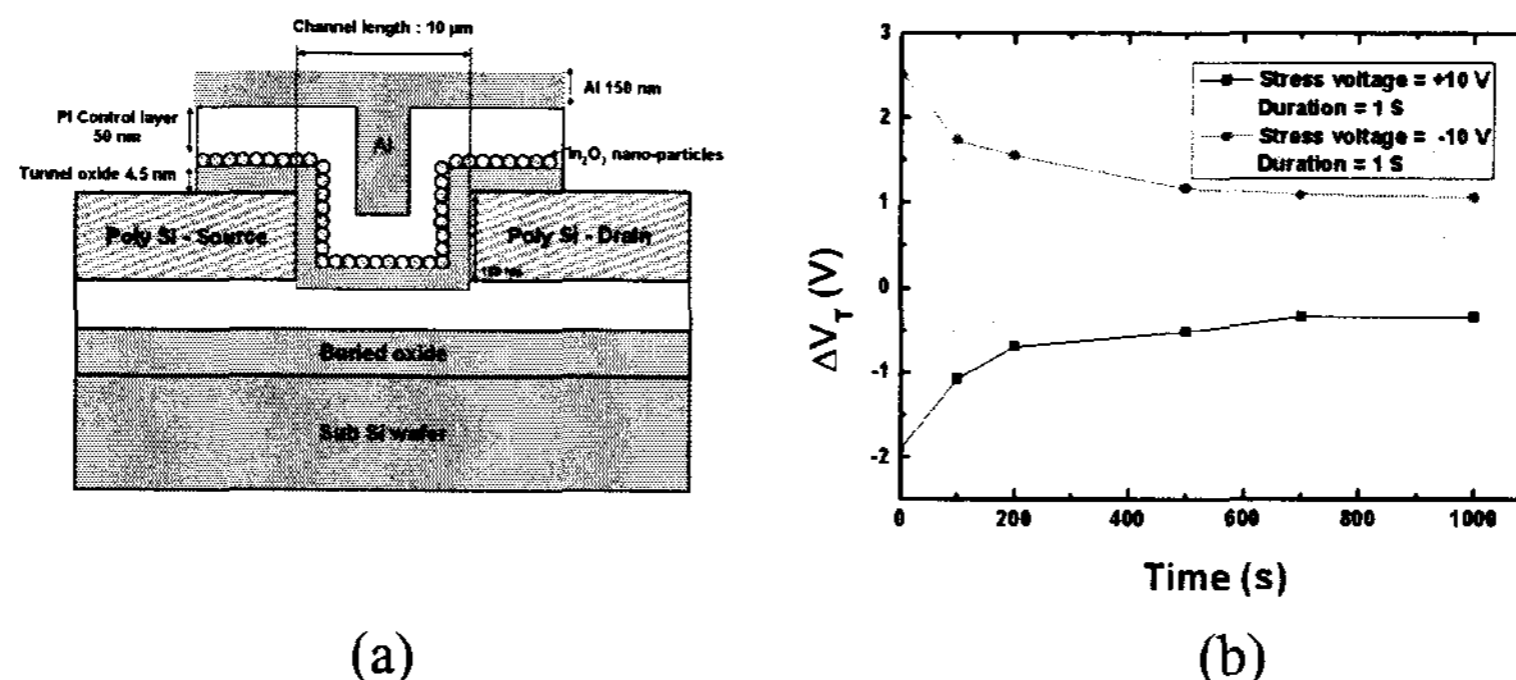


그림 1. 3차원 구조를 가지는 금속 산화물 나노 입자를 이용한 나노 부유게이트 메모리 소자의 단면도 (a) 와 후 열처리 이후의 retention 특성 (b).