

Staggered Tunnel Barrier engineered Memory

손정우, 박군호, 조원주

광운대학교 전자재료공학과

전하 트랩형 비휘발성 메모리는 10년 이상의 데이터 보존 능력과 빠른 쓰기/지우기 속도가 요구 된다. 그러나 두 가지 특성은 터널 산화막의 두께에 따라 서로 trade off 관계를 갖는다. 즉, 두 가지 특성을 모두 만족 시키면서 scaling down 하기는 매우 힘들다. 이것의 해결책으로 적층된 유전막을 터널 산화막으로 사용하여 쓰기/지우기 속도와 데이터 보존 특성을 만족하는 Tunnel Barrier engineered Memory (TBM)이 있다. TBM은 가운데 장벽은 높고 기판과 전극쪽의 장벽이 낮은 crested barrier type이 있으며, 이와 반대로 가운데 장벽은 낮고 기판과 전극쪽의 장벽이 높은 VARIOT barrier type이 있다. 일반적으로 유전율과 밴드갭(band gap)의 관계는 유전율이 클수록 밴드갭이 작은 특성을 갖는다. 이러한 관계로 인해 일반적으로 crested type의 터널 산화막층은 high-k/low-k/high-k의 물질로 적층되며, VARIOT type은 low-k/high-k/low-k의 물질로 적층된다. 이 형태는 밴드갭이 다른 물질을 적층했을 때 전계에 따라 터널 장벽의 변화가 민감하여 전자의 장벽 투과율이 매우 빠르게 변화하는 특징을 갖는다. 결국 전계에 민감도 향상으로 쓰기/지우기 속도가 향상되며 적층된 유전막의 물리적 두께의 증가로 인해 데이터 보존 특성 또한 향상되는 장점을 갖는다.

본 연구에서는 기존의 TBM과 다른 형태의 staggered tunnel barrier를 제안한다. staggered tunnel barrier는 heterostructure의 에너지 밴드 구조 중 하나로 밴드 line up은 두 밴드들이 같은 방향으로 shift된 형태이다. 즉, 가전자대 에너지 장벽의 minimum이 한 쪽에 생기면 전도대 에너지 장벽의 maximum은 반대쪽에 생기는 형태를 갖는다. 이러한 밴드구조를 갖는 물질을 터널 산화막층으로 하게 되면 쓰기/지우기 속도를 증가시킬 수 있으며, 데이터 보존 능력 모두 만족할 수 있어 TBM의 터널 산화막으로의 사용이 기대된다. 본 연구에서 제작한 staggered TBM소자의 터널 산화막으로는 $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{HfAlO}$ (Hf:Al=1:3)을 사용하여 I-V(current-voltage), Retention, Endurance를 측정하여 메모리 소자로서의 특성을 분석하였으며, 터널 산화막의 제 1층인 Si_3N_4 의 두께를 1.5 nm, 3 nm일 때의 특성을 비교 분석하였다.