

터널 장벽의 구조적 변화에 따른 CTF 메모리 소자의 프로그램 동작 특성

김동훈¹, 유주형¹, 김태환¹

¹한양대학교 전자컴퓨터통신공학과

기존의 부유게이트를 이용한 플래시 메모리는 소자의 크기를 줄이는데 한계가 있기 때문에 이를 해결하기 위한 비휘발성 메모리 소자로 CTF가 큰 관심을 받고 있다. CTF 메모리 소자는 기존의 플래시 메모리 소자에 비해 쓰고 지우는 속도가 빠르고, 데이터의 저장 기간이 길며, 쓰고 지우는 동작에 의한 전계 스트레스에 잘 견뎌내는 장점을 가지고 있다. 최근 터널 장벽의 두께와 종류를 변화시킨 소자의 전기적 특성을 향상하기 위한 연구들은 많이 있었지만, 터널 장벽의 적층구조 변화에 대한 연구는 비교적 적다.

본 연구에서는 터널 장벽의 적층구조 변화에 따른 CTF 메모리 소자의 프로그램 동작 특성 변화에 대해 관찰하였다. 기존의 단일 산화막 (silicon oxide; O) 대신 산화막과 high-k 물질인 질화막 (silicon nitride; N)을 조합하여 ON, NON, ONO로 터널 장벽의 여러 가지 적층 구조를 가진 소자를 설계하여 각 소자의 프로그램 동작 특성을 조사하였다. CTF 메모리 소자의 프로그램 동작 특성을 거리와 시간에 따른 연속방정식, Shockley-Read-Hall 유사 트랩 포획 방정식 및 푸아송 방정식을 유한차분법을 사용하여 수치해석으로 분석하였다. WKB 근사를 이용하여 인가된 전계의 크기에 따라 터널링 현상에 의해 트랩층으로 주입하는 전자의 양을 계산하였다. 또한, 터널 장벽의 적층구조 변화에 따른 트랩층의 전도대역과 트랩층 내부에 분포하는 전자의 양을 시간에 따라 계산하였다. 계산 결과에서 터널 장벽의 적층구조 변화가 CTF 메모리 소자의 프로그램 동작 특성에 미치는 영향을 알 수 있었다. 소자의 프로그램 동작 특성을 분석함으로써 CTF 메모리 소자에 적합한 터널 장벽의 구조를 알 수 있었다. 기존의 단일 산화막보다 얇아진 산화막의 두께와 낮은 질화막의 에너지 장벽 높이로 전자의 터널링 현상이 더 쉽게 일어나기 때문에 ON 구조로 터널 장벽을 적용한 CTF 메모리 소자의 프로그램 속도가 가장 빠르게 나타났다. 이러한 결과는 터널 장벽의 구조적 변화가 전자의 터널 효과에 미치는 영향을 이해하고 프로그램 동작 속도가 빠른 CTF 메모리 소자의 최적화에 도움을 줄 수 있다.

This work was supported by the Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) grant funded by the Korea government (MEST) (No. R0A-2007-000-20044-0).