TW-P011

Effect of low temperature microwave irradiation on tunnel layer of charge trap flash memory cell

홍은기[1], 김소연[2], 조원주*

광운대학교 전자재료공학과 semiconductor laboratory

플래시 메모리 (flash memory)는 DRAM(dynamic racdom access memory)이나 SRAM(static random access memory)에 비해 소자의 구조가 매우 단순하기 때문에 집적도가 높아서 기기의 소형화가 가능하다는 점과 제조비용이 낮다는 장점을 가지고 있다. 또한, 전원을 차단하면 정보가 사라지는 DRAM이나 SRAM과 달리 전원이 꺼지더라도 저장된 정보가 지워지지 않는다는 특징을 가지고 있어서 ROM(read only memory)과 정보의 입출력이 자유로운 RAM의 장점을 동시에 가지기 때문에 활용도가 크다. 또한, 속도가 빠르고 소비전력이 작아서 USB 드라이브, 디지털 TV, 디지털 캠코더, 디지털 카메라, 휴대전화, 개인용 휴대단말기, 게임기 및 MP3 플레이어 등에 널리 사용되고 있다. 특히, 낸드(NAND)형의 플래시 메모리는 고집적이 가능하며 하드디스크를 대체할 수 있어 고집적 음성이나 화상 등의 저장용으로 많이 쓰이며 일정량의 정보를 저장해두고 작업해야 하는 휴대형 기기에도 적합하며 가격도 노어(NOR)형에 비해 저렴하다는 장점을 가진다. 최근에는 smart watch, wearable device 등과 같은 차세대 디스플레이 소자에 대한 관심이 증가함에 따라 투명하고 유연한 메모리 소자에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있으며 유리나 플라스틱과 같은 기판 위에서 투명한 플래시 메모리를 형성하는 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 전하트랩형 (charge trap type) 플래시 메모리는 플로팅 게이트형 플래시 메모리와는 다르게 정보를 절연막 층에 저장하므로 인접 셀간의 간섭이나 소자의 크기를 줄일 수 있기 때문에 투명하고 유연한 메모리 소자에 적용이 가능한 차세대 플래시 메모리로 기대되고 있다. 전하트랩형 플래시메모리는 정보를 저장하기 위하여 tunneling layer, trap layer, blocking layer의 3층으로 이루어진 게이트 절연막을 가진다. 전하트랩 플래시 메모리는 게이트 전압에 따라서 채널의 전자가 tunnel layer를 통해 trap layer에 주입되어 정보를 기억하게 되는데, trap layer에 주입된 전자가 다시 채널로 빠져나가는 charge loss 현상이 큰 문제점으로 지적된다. 따라서 tunnel layer의 막질향상을 위한 다양한 열처리 방법들이 제시되고 있으며, 기존의 CTA (conventional thermal annealing) 방식은 상대적으로 높은 온도와 긴 열처리 시간을 가지고, RTA (rapid thermal annealing) 방식은 매우 높은 열처리 온도를 필요로 하기 때문에 플라스틱, 유리와 같은 다양한 기판에 적용이 어렵다.

따라서 본 연구에서는 기존의 열처리 방식보다 에너지 전달 효율이 높고, 저온공정 및 열처리 시간을 단축시킬 수 있는 마이크로웨이브 열처리(microwave irradiation, MWI)를 도입하였다. Tunneling layer, trap layer, blocking layer를 가지는 MOS capacitor 구조의 전하트랩형 플래시 메모리를 제작하여 CTA, RTA, MWI 처리를 실시한 다음, 전기적 특성을 평가하였다. 그 결과, 마이크로웨이브 열처리를 실시한 메모리 소자는 CTA 처리한 소자와 거의 동등한 정도의 우수한 전기적인 특성을 나타내는 것을 확인하였다. 따라서, MWI를 이용하면 tunnel layer의 막질을 향상시킬 뿐만 아니라, thermal budget을 크게 줄일 수 있어 차세대 투명하고 유연한 메모리 소자 제작에 큰 기여를 할 것으로 예상한다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2013R1A1A2A10011202).

Keywords: charge trapping flash memory, tunnel layer, microwave irradiation