

고밀도 메모리 소자를 위한 TiAlN 박막의 산화거동과 방지막 특성

Oxidation behaviors and barrier properties of TiAlN thin films for high density memory devices

박상식, 이병택*, 정재인**
상주대학교, *공주대학교, **포항산업과학연구원

1. 서론

최근 고밀도 메모리 소자에서 강유전체(ferroelectrics) 재료를 커패시터에 사용하여 DRAM(Dynamic Random Access Memory)소자에서 필요한 대용량의 메모리를 이용할 수 있는 소자의 개발이 활발히 진행되고 있다. 그런데 현재 유망한 재료로 주목받는 대부분의 강유전체 재료들은 약 600~800℃의 고온산화분위기에서 증착 혹은 열처리(anneal)공정을 거쳐 유전특성을 향상시키는 것이 필수적으로 요구되는데 고온 산소분위기에서의 공정으로 인해 poly-Si을 산화시킨다. 이러한 현상은 전극저항의 감소, capacitance의 감소 및 표면거칠기의 증가 등을 유발시키므로 반도체 소자의 콘택 계면의 안정화를 위해서는 하부전극과 폴리실리콘 플러그 사이에 이중 물질간의 상호확산이나 화학반응을 억제하는 역할을 하는 확산 방지막(barrier)이 반드시 필요하게 된다. 종래의 대표적인 방지막인 TiN을 장벽층 물질로 사용할 경우, TiN은 450℃ 이상의 고온에서 Ti이 산화되어 rutile 구조의 TiO₂가 형성되어 접촉저항을 증가시키거나 Pt 등의 금속과 Si이 확산하여 확산 방지막으로서의 역할을 수행할 수 없다. 이러한 이유로 hard coating 재료에서 TiN의 내마모성 및 내산화성의 증대를 위해 연구되었던 (Ti,X)N의 형태를 갖는 3원계 화합물이 관심을 받고 있는데 여기서 X에는 Al, Zr, V, Si, Nb 등의 금속원자가 이에 해당될 수 있으며 이에 대한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 다양한 공정 조건하에서 TiN에 Al을 첨가하여 TiAlN 박막을 제조하였으며 이들의 산화거동과 방지막 특성이 연구되었다.

2. 실험방법

TiAlN 박막의 제조를 위한 박막 제조법으로는 반응성 마그네트론 스퍼터링법이 사용되는데 고순도의 Ti과 Al 타겟으로부터 동시스퍼터링(co-sputtering)이 진행되며 이때 기판은 poly-Si 및 Si(100)가 사용되며 자연산화막 등의 제거와 깨끗한 계면상태를 얻기 위해 HF 희석액으로 세척한 후 챔버에 장입하여 실험한다.

박막의 제조시 변수로는 기판온도 및 Ar+N₂ 혼합 가스에서 N₂ 가스 분압비, TiAlN 박막내 Al의 양 등을 선택하여 다양한 박막이 제조되었다. 박막들은 RTA(rapid thermal annealing)처리를 통해 산화거동을 분석하는데 이때 분위기의 조절(진공상태 및 산소의 유동비)을 통해 산화정도를 확인하고 확산장벽층으로 사용이 유용한 온도인 650℃에서 1000℃까지의 온도에서 열처리를 진행하였다.

3. 결과

TiAlN 박막은 기판온도 및 N₂ 가스 분압비에 따라 미세구조의 변화를 보였으며 이러한 원인이 기판온도의 산소확산에 영향을 미쳤다. 또한 Al의 양이 표면저항 특성과 방지막의 특성에 영향을 미침을 알 수 있었고 TiN에 비해 특성이 크게 향상됨을 보였다.