

Pt/Ti/SiN_x층의 미세구조변화에 미치는 어닐링분위기의 영향
 The Effect of Annealing Ambient
 on the Microstructure Change in Pt/Ti/SiN_x Layer

한양대학교 재료공학과 김동찬, 이태곤, 김영호

1. 서론

메모리 반도체 칩 및 각종 반도체 소자가 고집적화되어 소형화되는 경향에 따라 강유전체의 사용이 요구되고 있으며, Pt/Ti bilayer는 강유전체의 하부전극으로 사용이 유력한 재료이다. 그러나 강유전체의 증착이나 후속열처리과정시 고온의 산소분위기가 요구되어, 접착층으로 사용된 Ti가 스퍼터 증착된 Pt의 grain boundaries를 따라 확산된 산소와 결합하여 소모되므로써 접착력의 감소를 가져오는 심각한 문제가 발생하게 된다. 이런 현상은 열처리에 따른 미세구조를 분석함으로써 쉽게 해석할 수 있다. 여기서는 증착된 Pt/Ti bilayer를 산소분위기와 진공의 고온분위기에서 각각 열처리한 후, Pt/Ti 박막의 상변화와 분포를 비교하여 어닐링분위기에 따른 미세구조의 변화를 관찰하였다.

2. 실험방법

본 실험에서는 (100)방향의 silicon wafer 위에 SiN_x를 PECVD법으로 410 nm 증착하고 20분간 in-situ Ar rf plasma 처리를 한 후, DC magnetron sputtering 장치로 Ti를 20 nm 또는 100 nm로 증착하고 연속적으로 Pt를 200 nm 증착하였다. 증착전 챔버의 기본진공은 $1.0-1.5 \times 10^{-6}$ torr이었으며 금속 박막의 증착시 Ar 압력은 5 mtorr를 유지하였다. 후속열처리는 산소와 진공분위기에서 각각 30분간 600°C를 유지하였다. 열처리전후에 미세구조관찰에 사용한 TEM장비는 가속전압 200 kV의 JEOL사의 JEM 2000EX II model과 PHILIP사의 CM20 STEM이었다.

3. 실험 결과 및 고찰

Ti 100 nm의 시편에서는 열처리 전의 순수 Pt는 50 nm의 주상정이었으나 산소열처리후에는 산소가 확산하여 박막내부에 100 nm정도의 rutile TiO₂가 형성되어 접착층으로 사용한 Ti가 고갈되었음을 볼 수 있었다. 20 nm의 Ti의 시편은 Pt의 주상정아래에 수십 nm의 TiO₂를 관찰할 수 있었다.

한편, 진공열처리한 시편들은 Pt(200 nm)/Ti(100 nm)/SiN_x의 경우 박막의 윗부분에 50 nm의 주상정 Pt가 존재하고 Pt와 SiN_x사이에서는 TiN이 형성되었음을 볼 수 있었으며, 많은 경우 TiN은 쌍정형태로 구성되어 있음을 전자현미경 회절패턴으로 확인하였다. Pt(200 nm)/Ti(20 nm)/SiN_x 시편은 전위 등의 결합소멸에 의해 결정립들이 더욱 뚜렷하게 관찰되었으며, Pt grains이 열처리전에 비하여 다소 증가하였음이 관찰되었다.

즉, 산소열처리시에는 Ti가 산소와 반응하여 TiO₂상을 형성하는 반면, 진공의 분위기에서 열처리한 경우에는 barrier로 쓰인 silicon nitride의 N과 반응하여 TiN상을 형성함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 한국전자통신연구소의 차세대 반도체 선행기초기술연구산업의 지원으로 수행하였습니다.