

열처리후 Pt/Ti bilayer 의 접착력 감소

(Adhesion Degradation of Pt/Ti Bilayer after Thermal Treatment)

한양대학교 재료공학과	이태곤, 김영호
한양대학교 무기재료공학과	최덕균
한양대학교 전자공학과	권오경

1. 서 론

PZT, BaTiO₃ 등과 같은 강유전체 재료는 반도체 메모리 칩과 각종 sensor 분야에 많은 응용이 기대되고 있다. Pt/Ti bilayer 는 강유전체의 하부전극으로 가장 유력시되고 있는 재료중의 하나이다. 강유전체의 증착도중이나 후속열처리시 사용되는 고온의 산화분위기에 다층 구조의 박막이 노출되면 계면안정성의 저하로 인해 여러 가지 특성의 저하가 발생한다고 알려졌으며 이는 강유전체의 응용에 심각한 문제들로 대두가 되었다. 이 중 하부전극과 기판과의 접착성은 가장 기본적으로 요구되는 특성이기 때문에 이의 저하는 제조 공정 전반과 신뢰성에 큰 영향을 미치나 현재는 대부분 유전특성의 연구에 집중되었을 뿐 접착성에 관한 연구는 미비한 실정이다. 본 연구에서는 하부전극과 기판과의 접착력을 정량적으로 측정할 수 있는 방법을 개발하고자 하였으며, 이를 이용하여 열처리 분위기에 따른 접착력의 변화를 측정하였다. 또한 이와 같은 접착력의 변화 원인을 계면반응 관찰을 통하여 규명하고자 하였다.

2. 실험방법

(100) 방향의 Si wafer 위에 passivation layer 로 SiN_x 또는 SiO₂를 증착시킨 기판을 사용하였다. *in-situ* Ar rf plasma 방법으로 기판을 전처리한 후 DC sputtering 으로 Ti, Pt 를 연속적으로 증착시켰다. 열처리는 실제 강유전체 후속열처리 조건을 모사하기 위하여 600 °C에서 30분간 산소, 진공열처리를 실시하였다. 접착력 측정을 위하여 전기도금으로 Cu 를 20 μm 두께로 증착한 후 기판으로부터 금속박막이 분리될 때 항상 90° 각도를 이루도록 하여 peel test 를 실시하였다. failure locus 의 분석은 α-step 과 AES 를 사용하였으며, AES depth profile, glancing angle XRD, TEM 등으로 계면반응을 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

열처리전에는 필 접착력이 100g/mm 이상으로 매우 높았으나 진공분위기에서 열처리후에는 접착력이 다소 감소하였으나 여전히 50g/mm 로 높은 접착력을 유지하였다. 그러나, 산소분위기에서 열처리후에는 필 테스트를 실시할 수 없을 정도로 접착력이 급격히 감소하였다. AES, XRD 로 관찰한 결과에 의하면 산소열처리후에는 Pt 와 Ti 이 완전히 혼합되어 접착층이 고갈되며 Ti 은 산소와 결합하여 rutile TiO₂ 상을 형성하였음을 확인할 수 있었다. 이를 평면과 단면 TEM 으로 확인한 결과 TiO₂ 상은 Pt 박막 내부에서 수십 nm 크기의 particle 형태로 존재하고 있음을 알 수 있었다.

열처리후 접착력이 감소하는 것은 시편 내부에서 일어나는 계면반응 때문인 데 산소열처리시에는 Ti 이 외부에서 확산해 들어온 산소와 결합하여 취약한 rutile TiO₂ 상을 형성하며 이로 인해 Ti 접착층이 고갈되었기 때문임을 알 수 있었다.