

강유전체 박막의 하부전극용 Pt/Ti bilayer의 열처리에 따른 미세구조 분석

Microstructure Characterization of Pt/Ti Bilayer for Bottom Electrode of Ferroelectric Thin Films with Thermal Treatment Conditions

한양대학교 재료공학과 이태곤, 김영호
한양대학교 무기재료공학과 최덕균
한양대학교 전자공학과 권오경

1. 서 론

PZT, BaTiO₃ 등과 같은 강유전체 재료는 메모리 칩의 capacitor와 actuator 등과 같은 sensor 분야에 많은 응용이 기대되고 있다. 강유전체 재료의 하부전극으로는 현재 Pt/Ti bilayer가 많이 연구되고 있다. 강유전체 제조시 사용되는 열처리분위기에 하부전극과 강유전체가 노출되면 계면안정성의 저하로 인해 여러 가지 특성 저하가 발생한다고 보고가 되었으며 이런 특성 저하는 Pt/Ti bilayer의 미세구조 변화와 계면반응에 영향을 받는다. 따라서 본 연구에서는 열처리 분위기에 따른 Pt/Ti bilayer의 미세구조 변화와 계면반응을 TEM, AES를 이용하여 분석하였다.

2. 실험방법

(100) Si wafer 위에 passivation layer로 PECVD SiN_x를 증착한 후 스퍼터링으로 Ti, Pt 박막을 연속적으로 증착하였다. 또한 Pt(200nm)/Ti(100nm)/SiN_x/Si 기판 위에 PZT 박막을 증착하였다. 열처리는 산소, 진공분위기에서 600 °C에서 30분간 실시하였으며 열처리 분위기에 따른 미세구조 변화를 단면, 평면 TEM으로 분석하였으며 AES depth profile을 얻어 계면반응을 관찰하였다. 또한 이러한 반응이 접착성에 미치는 영향을 90° 필 테스트로 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

단면 TEM 관찰 결과에 의하면 열처리전에는 Pt, Ti 두 층이 뚜렷한 계면을 이루며 분포하였으며 Pt 박막은 주상정(columnar) 형태로 자라난 것이 관찰되나 산소분위기에서 열처리후에는 Pt, Ti 두 층이 완전히 혼합되며 이 때 Ti은 분위기에서 확산한 산소와 결합하여 rutile TiO_2 상으로 존재함을 확인하였다. TiO_2 상은 혼합층 내부에서 수십 nm 에서 100nm 정도의 크기로 분포하고 있음을 알 수 있었다. 진공열처리후에는 열처리전에 비해 Ti 층의 두께가 다소 감소하였으나 여전히 금속박막 두 층은 계면을 이루며 존재하고 있었으며 이 때 Ti은 SiN_x 에서 분리된 N과 반응하여 TiN 으로 존재함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 AES depth profile 결과와도 잘 일치하였다.

Pt/Ti bilayer는 열처리시 사용되는 조건에 따라 미세구조와 계면반응이 변화하는 것을 알 수 있었다. 또한 접착력 측정 결과에 의하면 미세구조 변화와 계면반응이 Pt/Ti bilayer와 기판과의 접착력에도 영향을 미침을 알 수 있는데 특히 산소열처리후에 관찰되는 급격한 접착력 감소는 Ti과 산소와의 강한 반응성으로 TiO_2 상이 형성되며 접착층이 고갈되는 것 때문임을 알 수 있었다.

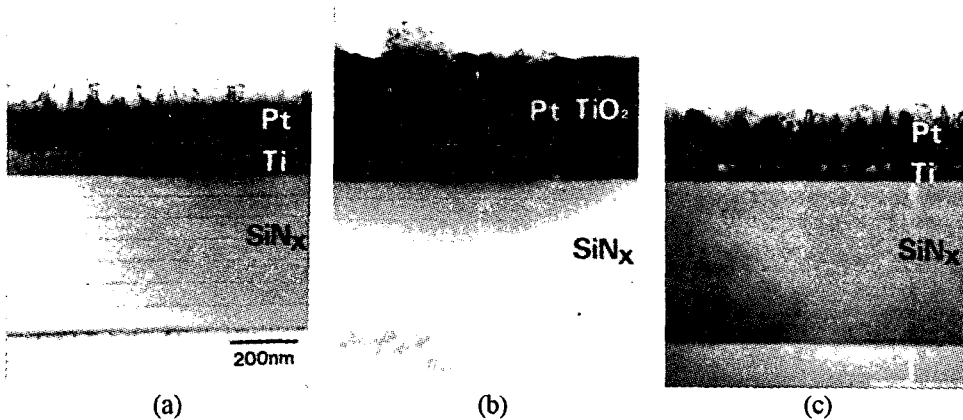


Fig. Cross sectional transmission electron micrographs of Pt(200nm)/Ti(100nm)/ SiN_x /Si samples before and after thermal treatment (a) as-deposited, (b) oxygen annealed, and (c) vacuum annealed