

[IV~24]

Sol-gel법으로 제조한 SBT 강유전체 박막의 구조적, 전기적 특성 연구 (Structural and Electrical Properties of SBT Ferroelectric Thin Films Prepared by Sol-Gel Process)

홍익대학교 금속·재료공학과 연대중, 박주동, 오태성
화학공학과 김영관

1. 서론

반도체 소자의 고집적화와 정보의 대용량화에 대한 요구가 증가함에 따라 자발 분극과 스위칭 특성을 지닌 강유전체 박막을 비휘발성 기억 소자에 응용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. PZT계 강유전체 박막은 높은 잔류 분극으로 가장 널리 연구되어 왔지만 스위칭 회수의 증가에 따른 분극 피로와 imprint 등의 특성 열화가 실용화의 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 분극 피로와 imprint 등의 특성 열화가 없는 새로운 강유전체 재료의 개발에 관심이 집중되고 있다. 본 연구에서는 Bi계 층상 페로브스카이트 구조의 $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ (SBT) 강유전체 박막을 sol-gel법을 이용하여 제조하였으며, precursor의 조성과 열처리 등의 공정 변수에 따른 박막의 구조적, 전기적 특성을 분석하였다.

2. 실험 방법

Sr, Bi, Ta alkoxide를 butyl acetate로 희석하여 stock solution을 제조하였으며, 산과 염기를 이용하여 가수분해 속도를 조절하였다. 결정된 조성의 stock solution을 건조시켜 제조한 gel 분말을 중량-시차 열분석하여 온도에 따른 열분해 및 결정화 거동을 관찰하였다. 코팅 용액을 2 cm × 2 cm 크기의 Si 및 Pt/Ti/SiO₂/Si 기판상에 적하시킨 다음 3000 rpm으로 30초간 스핀 코팅하였다. 스핀 코팅된 박막을 공기 중에서 250℃의 온도로 10분 동안 건조시켜 성막하였다. 박막의 두께가 원하는 두께가 되도록 위의 과정을 반복 후, 산소 분위기 중에서 700℃ ~ 900℃의 온도 범위에서 1시간 유지시켜 열처리하였다. 박막의 두께는 stylus profiler와 주사전자현미경을 사용하여 측정하였으며, X-선 회절 분석을 이용하여 열처리한 박막의 결정성을 분석하였다. 열처리한 박막의 미세구조를 주사전자현미경과 투과전자현미경으로 관찰하였으며, 열처리 온도에 따른 박막의 조성 변화와 계면 상태를 EDS와 AES를 이용하여 각각 분석하였다. impedance analyzer를 이용하여 박막의 유전 특성을 측정하였으며, Sawyer-Tower circuit을 이용하여 P-E 이력을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

H₂O와 원료 alkoxide의 mole비 1 : 1의 용액을 사용하여 200 nm 두께로 스핀 코팅한 박막의 열처리 시 750℃ 까지의 온도에서 pyrochlore 상이 주로 존재하였으나, 800℃ 이상의 온도에서 열처리시 SBT의 결정상이 관찰되었다. 850℃ 이상의 열처리 온도에서 SBT/Pt 계면의 열화가 관찰되었고, 열처리 온도의 증가에 따라 Bi의 휘발이 관찰되어, 비화학양론의 박막이 형성되었다. excess Bi의 조성에서 층상 페로브스카이트의 결정상이 증가하였으며, SBT 박막의 유전 특성과 분극 특성은 박막내 Bi의 함량에 의존함이 관찰되었다.

감사의 글

본 연구는 한국전자통신연구소의 차세대반도체 선행기초기술연구사업의 지원으로 수행하였습니다.