

플라즈마 MOCVD로 증착한 PbTiO₃ 박막의 RTA 효과에 관한 연구
(The Effect of RTA Treatment on PbTiO₃ Thin Film
Prepared by Plasma Enhanced MOCVD)

전북대학교 반도체학과 김 중화
 전북대학교 화학공학과 한 윤봉

서 론

메모리 소자인 DRAM은 지금까지 급격한 발전을 이루어왔다. 많은 정보를 저장하기 위한 DRAM의 고집적화에 대한 연구는 capacitor구조의 입체화, 얇은 박막의 형성, 유전물질의 대체등의 방법으로 진행되어 왔다. 그러나 1Gbit이상의 고집적 메모리에 대한 연구에 있어서는 공간적·구조적인 방법의 해결 방법은 물리적 한계 및 공정상의 한계에 이르게 되었다. 따라서 1Gbit이상의 차세대 DRAM의 개발은 고유전물질을 필요로 하게 되었다. 대표적인 고유전물질은 PTO, PZT, STO, BST등이 있다. 그 중에서 PTO 및 PZT는 고유전을 뿐만 아니라 강유전성 및 초전성을 나타내는 물질이다. 이러한 물질은 DRAM 뿐만 아니라 FRAM등의 기억소자에 응용할 수 있다. 본 연구에서는 PECVD법을 사용하여 Si기판위에 PbTiO₃ 박막을 증착하였으며, 급속열처리(RTA) 방법이 PbTiO₃박막의 구조적, 전기적 특성에 미치는 영향을 검토하였다.

실 험

기판은 비저항 5Ω·cm, p-type(100) Si wafer이며, 유기금속 source로는 TTIP(5N), Pb(tmhd)₂(4N)을 사용하였다. 산화물질로 산소(5N)과 운반기체로는 Ar(5N)을 사용하였고, 원료공급 line의 온도는 heating tape를 사용하여 230℃로 유지하였다. 증착된 박막은 α -step, ellipsometer, AES, SEM, TEM, XRD, Raman Spectroscopy를 이용하여 구조적·화학적 특성을 조사하였고 I-V와 C-V는 HP 4145B와 HP 4275A, DLTS를 사용하여 조사하였다.

결과 및 토론

PbTiO₃ 박막을 제조하기 위하여 TTIP와 Pb(tmhd)₂의 운반기체인 Ar의 유속, 기판의 온도, 반응기의 압력 및 plasma power등을 변화시키면서 실험하였다.

기판온도에 의한 PbTiO₃박막의 증착속도의 변화를 알아보기 위해서 온도를 200℃에서 500℃까지 변화시키면서 박막을 증착하였다. 온도가 증가할 수록 기판 표면에서의 확산 및 반응속도가 증가하여 증착속도가 증가하였다.

Plasma power에 의한 PbTiO₃박막의 증착속도의 변화를 알아보기 위해서 plasma power를 30W에서 120W까지 변화시키면서 박막을 증착하였다. Plasma power가 높아짐에 따라서 증착속도가 증가하였는데, 이는 plasma power가 증가함에 따라서 TTIP와 Pb(tmhd)₂의 분해가 촉진되어 radical의 농도가 증가함으로써 증착속도가 증가한 것으로 보인다.

급속열처리에 의한 영향을 보기 위하여 시간을 1분으로 고정하고 온도를 500℃, 600℃, 700℃, 800℃에서 열처리를 하였다. XRD분석결과 열처리 온도가 증가할 수록 PbTiO₃박막의 peak가 증가하였으나 박막의 두께가 감소하고 morphology가 거칠어졌다. As-deposited PbTiO₃ 박막의 유전율은 35, 누설전류는 1×10⁻⁶(A/cm²)로 측정되었고, 800℃에서 RTA한 후에는 유전율은 73, 누설전류는 10⁻⁴(A/cm²)로 증가하였다. 이러한 결과는 RTA처리 동안 비정질의 PbTiO₃가 결정질로 변화되면서 유전율이 증가하였으나, Pb의 휘발에 의한 defect가 많이 생성되어서 누설전류가 증가한 것으로 생각된다.