

이온 손상 처리가 PZT 박막의 강유전 특성에 미치는 영향
 (Effect of ion damage process on the ferroelectric properties
 of PZT thin films)

박응철, 이장식, 박정호, 이병일, 이훈, 주승기
 서울대학교 재료공학부

1. 서론 : 최근 강유전체 PZT 박막의 높은 잔류분극값을 이용한 비휘발성 기억소자에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 이를 실제 소자에 적용하기 위해서는 피로 등의 신뢰도 문제가 먼저 해결되어야 한다. 피로현상의 원인으로서는 산소공공과 같은 전하를 띤 결정결함이 결정립계와 계면등에 고착되어 발생한다고 알려져 있으며 특히 PZT 박막의 경우 rosette의 형태로 핵생성되어 성장하는 perovskite상의 미세구조가 열화현상과 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 PZT 박막의 미세구조 변화를 통하여 Pt 금속 전극 위에서도 피로현상을 현저히 감소시킬 수 있는 열화현상의 새로운 개선방법을 제시하고자 하였으며 이러한 공정의 실제 소자 적용가능성을 살펴보고자 하였다

2. 실험방법 : Pb, Zr, Ti 금속타겟을 사용하여 산소와 알곤의 반응성 스퍼터링법으로 PZT 박막을 증착하였다. 하부전극은 sputtering법으로 제작된 Pt(2000Å)을 사용하였고, 증착중 기판온도는 350°C로 유지하였다. 반도체 공정에서 사용되는 불순물 주입장치인 IMDS(Ion Mass Doping System)를 이용하여 PZT 박막에 이온손상을 인가하였으며, 이온손상은 99.99%의 순수한 Ar 가스를 이용하였고, 각 시편은 이온손상처리 후 산소분위기에서 500°C~600°C로 온도에서 후열처리를 실시하였다. 편광현미경과 XRD를 이용하여 미세구조의 변화 및 상형성을 확인하였고, Radiant사의 RT66A와, HP사의 HP4140B를 이용하여 분극특성 및 누설전류특성을 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰 : Sputtering에 의해 제작된 PZT 박막은 증착직 후 pyrochlore 상을 나타내며 600°C 이상의 후열처리 공정을 통하여 perovskite 상으로 변태된다. 본 연구에서는 pyrochlore 상의 박막에 Ar ion damage를 인가하여 박막내에 내부 에너지의 증가와 그에 따른 결정화온도의 감소 및 핵생성속도의 증가를 유도하였다. Ar 이온손상 처리시 인가된 가속전압이 15kV로 증가함에 따라 결정화온도는 550°C로 감소하였으며 perovskite상의 결정립크기는 ~50nm 이하로 급격히 감소하여 rosette이 없는 미세구조를 나타내었다. 이온손상 처리에 의해 미세한 결정구조를 갖는 PZT 박막은 전형적인 rosette의 미세구조를 갖는 PZT 박막에 비해 우수한 분극특성($Pr \sim 30 \mu C/cm^2$)과 피로특성($\sim 10^{11}$ cycle)을 나타내었다.

4. 결론 : 본 연구에서는 ion damage process 라는 새로운 공정에 의해 PZT 박막의 결정화온도를 크게 감소시켜 저온결정화가 가능하였으며 이렇게 제작된 PZT 박막은 우수한 분극특성 및 피로특성을 나타내었다.