

## 결정화된 PZT 박막에 행해진 이온손상처리가 강유전 특성에 미치는 영향 (The Effects of Ion Damage on the Crystallized PZT Thin Films)

서울대학교 재료공학부 윤종인, 이장식, 박정호, 주승기

강유전체의 열화현상은 피로, imprint 등의 사용 중 열화현상과 집적공정 중에 process damage에 의해 나타나는 공정 중 열화현상(line degradation)으로 나눌 수 있다. 현재까지 사용 중 열화현상에 대해서는 많은 연구가 이루어져 열화특성을 극복할 수 있는 많은 방법들이 제안되고 있으나[1]-[2] 공정 중 열화현상에 대해서는 아직까지 충분한 연구가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 이러한 공정 중 열화현상은 Si의 비활성화(passivation)를 목적으로 사용되는 FGA (Forming Gas Annealing)에 의해 강유전체 박막의 특성이 저하되는 수소열화와 소자의 식각공정 중에 나타나는 물리적 손상에 의한 열화현상으로 크게 나눌 수 있으며 수소에 의한 열화현상에 대해서는 현재 많은 연구결과가 보고되고 있으나[3] 식각공정 중에 나타나는 물리적 손상에 의한 열화현상에 대해서는 아직까지 체계적인 연구보고가 없었다. PZT 박막의 식각에 대해서는 아직까지 뚜렷한 에칭용액이나 에칭가스의 개발이 이루어지지 않은 상태이나 집적도가 높아질수록 습식식각 보다 건식식각이 보다 유리할 것으로 판단되며 일반적으로 기판 위에 남게되는 잔유물 및 Pt 전극의 일괄에칭을 위하여 에칭가스에 Ar 등이 포함된다. 특히 이 경우 박막은 Ar에 의한 물리적 손상에 노출되어 심한 특성의 열화가 발생하므로 본 연구에서는 건식식각공정 중에 나타날 수 있는 물리적 손상에 대한 연구의 일환으로 이온손상(ion damage)이 PZT 박막의 강유전 특성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

불순물 주입장치인 IMDS(Ion Mass Doping System)를 이용하여 PZT 박막에 이온손상을 인가하였다. 이온주입은 99.99%의 순수한 Ar 가스를 이용하였으며, 각 시편은 이온손상처리 후 산소분위기에서 300°C ~ 600°C로 온도를 변화시키며 회복을 위한 열처리를 실시하였다. 편광현미경과 XRD를 이용하여 미세구조의 변화 및 상형성을 확인하였고, Radiant사의 RT66A와, HP사의 HP4140B를 이용하여 분극특성 및 누설전류특성을 관찰하였다. 피로특성은 Function generator를 이용하여 1 MHz의 주파수로  $\pm 10$  V의 사각 pulse를 인가하여 측정하였으며 응답 pulse는 RT66A를 이용하여 측정하였다.

박막에 인가되는 이온손상의 가속전압이 증가함에 따라 박막내부에 유입되는 결정결함의 양이 증가하여 누설전류가 크게 증가하고 강유전특성을 상실함을 알 수 있었다. 이온손상된 PZT 박막을 열처리온도를 변화시키며 회복열처리를 실시함에 따라 400°C의 비교적 저온에서는 어느 정도 강유전 특성을 회복하나, 600°C의 온도에서 회복열처리를 행한 경우에는 오히려 스위칭분극(switching polarization) 값이 감소하는 양상을 나타내었다. 이온손상을 거친 PZT 박막은 회복열처리를 거친 후에도 이온손상을 거치지 않은 PZT 박막의 경우보다 피로에 의한 열화현상이 심화됨을 알 수 있었다. 본 연구에서는 이온 손상의 정도 및 회복 열처리 온도에 따른 PZT 박막의 유전 및 전기적 특성의 변화에 대해 상세히 고찰할 것이다.

### 참고문헌

- [1] S.D. Bernstein, T.Y. Wong, Y. Kisler, and R. W. Tustison, J. Mater. Res. 8, 12 (1992)
- [2] T. Nakamura, Y. Nakao, A. Kamisawa, and H. Takasu, Appl. Phys. Lett. 65, 1522 (1994)
- [3] Y. Shimamoto, K. Kushida-Abdelghafar, H. Miki, and Y. Fujisaki, Appl. Phys. Lett. 70, 3096 (1997)