

고주파 스퍼터링법으로 증착한 ZnO 박막의 응력 형성

곽상현, 이재빈, 김형준
서울대학교 재료공학부

박막 내의 잔류 응력은 막의 기계적 전기적 물성을 변화시키는 등 박막에 많은 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다. 이러한 응력은 박막의 증착 공정 중 여러 가지 증착 조건에 의해서 변화하게 되는데, 특히 스퍼터링 시스템의 경우에는 증착 압력과 사용하는 가스, 인가되는 전력 등 기본적인 증착 조건들에 상당한 영향을 받는다. 이러한 영향은 금속 박막의 경우 상당히 잘 알려져 있다. 또한 반도체 공정에서 금속화 과정 중 금속 전극의 단락등을 막기 위해 많은 연구가 진행되어 왔다.

본 논문에서는 고주파 마그네트론 스퍼터링 시스템을 사용하여 산화 아연(ZnO)을 증착하고 여러 공정 변수들에 따른 응력의 변화를 관찰하였다. 실험에서 ZnO 타겟을 사용하였으며, 작동 가스로는 아르곤과 산소를 사용하였다. 증착한 박막들은 모두 압축 응력을 보였으며, 박막의 응력에 가장 큰 영향을 미치는 요소들은 압력, 산소와 아르곤의 비, 기판과 타겟과의 거리 등이었는데, 인가 전력에는 거의 영향을 받지 않았다. 일반적으로 스퍼터링 시스템에서의 압축 응력은 atomic peening에 의해서 형성되는데, 박막을 두드리는 높은 에너지의 아르곤이나 산소의 유량과 에너지의 1/2 승에 비례하는 것으로 알려져 있다. 그러나 본 시스템에서는 인가 전력을 높여도 응력이 증가하지 않았고, 타겟과의 거리를 줄이면 오히려 응력이 감소함을 보였다. 이는 박막의 응력이 peening하는 입자의 에너지뿐만이 아니라 증착되는 물질의 증착 속도와의 밀접한 관련이 있음을 보여준다. 즉, 증착속도가 증가하면 peening하는 입자가 끼치는 응력의 효과가 반감되기 때문으로 수식을 통해 증명할 수 있었다.