

## PZT 박막의 결정립 크기 포화 현상에 관한 연구 (A Study on the Grain Size Saturation of PZT Thin Films)

이장식, 박응철, 박정호, 이훈\*, 이병일\*, 주승기  
서울대학교 재료공학부, 서울대학교 신소재공동연구소\*

### 1. 서론

PZT 박막의 경우 결정화 도중 로젯(rosette) 구조의 페로브스카이트(perovskite) 상이 pyrochlore 상의 matrix에서 성장하게 되며, 이러한 성장 과정이 완료되는 시점이 페로브스카이트 구조로 결정화가 완료되는 상태이다. 이러한 PZT 박막의 경우 Zr/Ti ratio에 따라 결정립 크기가 변화하게 되며, Zr/Ti ratio가 증가할수록 결정립 크기가 증가하게 된다. 이러한 PZT 박막의 결정화 과정에서 열처리 온도에 따라 성장할 수 있는 최대의 결정립 크기가 존재한다는 새로운 현상이 발견되었다. 결정립 크기의 제한 원인을 페로브스카이트 상과 pyrochlore 상 계면의 계면에너지, PZT 박막과 Pt 기판과의 계면에너지 측면에서 분석하였다.

### 2. 실험방법

5000Å 두께의 열산화 SiO<sub>2</sub>가 형성된 Si(100) 기판 위에 Pt 박막을 350°C에서 sputtering으로 형성하였다. 3-gun magnetron co-sputter 장치에 Pb, [Zr,Ta], Ti 금속 타겟을 이용하여 Ar/O<sub>2</sub>(1/9) 분위기에서 스퍼터링으로 PZT 박막을 형성하였다. 열처리 온도에 따른 상변화는 X-선 회절분석기(XRD)로 관찰하였으며, 제조된 시편의 결정화 과정은 광학현미경 및 SEM으로 관찰하였다. 페로브스카이트 상과 pyrochlore 상간의 계면 에너지 상태를 조절하기 위하여 IMDS 장비를 이용하여 PZT 박막에 Ar ion damage를 가했으며, PZT/Pt 사이의 계면 에너지 상태 조절을 위하여 PZT/Pt 사이에 얇은 PZT 박막 형성과 PZT/Pt 구조에서의 Pt 박막 두께를 변화시켜 PZT 박막의 결정화 과정을 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

PZT(65/35) 박막의 경우 일정한 열처리 온도에서 성장 가능한 최대 결정립 크기가 정해짐이 관찰되었다. 즉, 결정립 크기를 좌우하는 요인은 시간이 아닌 열처리 온도임이 발견되었다. 이러한 결정립 크기 포화 현상의 경우 PZT 박막의 결정화 도중 나타나는 여러 계면 에너지에 의해 나타나는 현상으로 생각되어지며, 이를 분석하기 위하여 다양한 방법으로 계면 에너지 상태를 조절하였다. 페로브스카이트 상과 pyrochlore 상간의 계면 에너지 상태를 조절하기 위하여 IMDS 장비를 이용하여 일정한 열처리 온도에서 결정립 크기가 포화된 PZT 박막의 경우 Ar damage를 인가한 경우 다시 성장하는 것이 관찰되었다. PZT 박막과 기판과의 계면에너지를 조절하기 위하여 얇게 증착된 PZT 박막을 PZT/Pt 사이에 증착하여 결정립 크기의 변화를 관찰하였으며, Pt 두께를 달리하여 증착된 PZT 박막의 결정화 과정을 조사하였다. Pt 두께가 얇은 경우 (500Å 이하) 핵생성은 용이한 반면 성장은 잘 일어나지 않았으며, Pt 두께가 두꺼워질수록 PZT 박막의 로젯 크기가 증가함이 관찰되었다.