

스퍼터링 챔버에 설치한 in-situ 타원해석기의 성능 평가

용정수, 박광범, 이순일, 김상열, 오수기

아주대학교 물리학과

1. 서론

타원해석법은 시료면에서 반사된 빛의 편광상태를 측정하여 시료표면의 특성조사가 이루어지므로 비파괴적 비간섭적이며, 초고진공 뿐만아니라 대기압 상태까지 모든 박막 성장, 식각 조건하에서 적용이 가능하다. 또한 in-situ 방법으로 사용하면 박막의 성장 및 식각과정 동안에 박막 표면의 상태를 관찰할 수 있으므로, 박막 형성 및 표면 식각 과정 단계를 이해할 수 있으며, 되먹임을 통해 박막 성장, 식각과정 등과 같은 표면처리 과정의 제어도 가능하다.

본 연구에서는 in-situ 타원해석기를 RF 스퍼터링 챔버에 설치하고 박막의 성장과정동안 실시간으로 타원해석상수를 측정하여, 장치의 성능평가 및 측정된 성장곡선으로부터 박막 성장상태의 분석 가능성등을 살펴보았다.

2. 실험 및 측정결과

RF 스퍼터링 챔버에 단색광 타원해석기를 부착하고 in-situ 타원해석기로서의 성능을 평가하였다.

시료없이 입사각 0° 로 빛을 입사하는 경우인 STO (Straight Through Operation) 측정에서 $\tan\psi = 1.0685$ ($\psi=46.897\text{deg.}$), $\cos\Delta = 0.9985$ ($\Delta=3.139\text{ deg.}$)으로 측정되었으며 이론적인 $\tan\psi = 1.0$, $\cos\Delta = 1.0$ 과 일치하지 않은 것은 기계적인 오차이다.

열적산화방법으로 성장시킨 $\text{SiO}_2/\text{c-Si}$ 를 표준시료로 사용해서 분광타원해석기(SE)로 측정한 표준시료의 SiO_2 두께와 본실험의 in-situ 타원해석기로 측정한 두께를 비교하였다.

챔버에 장착된 타원해석기의 입사각은 SE에서 측정된 SiO_2 의 두께가 정확한 값이라고 가정하고, 다음과 같이 정의되는 Error함수를 이용하여 결정했다.

$$\text{Error} = |\psi_{\text{meas.}} - \psi(\theta)|^2 + |\Delta_{\text{meas.}} - \Delta(\theta)|^2$$

여기서 $\psi_{\text{meas.}}$, $\Delta_{\text{meas.}}$ 는 실제 in-situ 측정값이고, $\psi(\theta)$, $\Delta(\theta)$ 는 입사각의 변화에 따른 이론값이다. 입사각은 $70.8 \pm 0.3^\circ$ 로 측정되었다.

그림에 RF 스퍼터링으로 Si기판 위에 ZnS 막을 성장시키면서 in-situ로 측정한 타원해석상수의 변화를 나타내었다. 3분동안 성장시키면서 측정된 $\text{ZnS}/\text{SiO}_2(490\text{ A})/\text{c-Si}$ 의 성장곡선과 광학적인 모델로 전산모의 계산된 성장곡선을 비교하여 박막의 성장이 얼마나 광학모델과 근사적으로 성장하고 있는지를 판단할 수 있었다.

측정된 ψ , Δ 를 토대로하여 inversion과정에 거쳐 계산된 성장과정동안의 굴절율과 두께의 변화를 그림에 정리하였다. 초기 성장상태에서 급격한 굴절율의 변화는, 초기 성장상태에서는 void 비율이 큰 island형 성장상태를 보이다가 점차로 void 비율이 감소하며, bluk 상태와 근사하게 성장하는 것으로 해석된다. 두께는 시간에 대해 선형적으로 증가를 보였으며, 성장곡선으로부터 ZnS의 성장속도는 9.7Å/sec. 로 계산되었다.

3. 결론

단색광 타원해석기를 RF스퍼터링 챔버에 부착하고 in-situ 성능을 평가하였다. 분광타원해석기 측정으로 두께를 미리 알고 있는 SiO₂/c-Si 표준시료를 챔버 속에 설치하고 챔버에 붙은 단색광 타원해석기로 측정된 두께를 비교하여 성능을 점검하였다.

이 장치를 사용하여 RF 스퍼터링에 의한 ZnS 박막의 성장동안 박막의 타원해석 상수를 in-situ 측정하고, 그 결과를 광학적모델에 따라 전산모의 계산된 타원해석 상수와 비교하여 박막의 성장이 얼마나 광학모델과 근사적으로 성장하는가 파악할 수 있었다.

그림 1. in-situ 타원해석기로 측정한 ZnS 박막의 성장 곡선

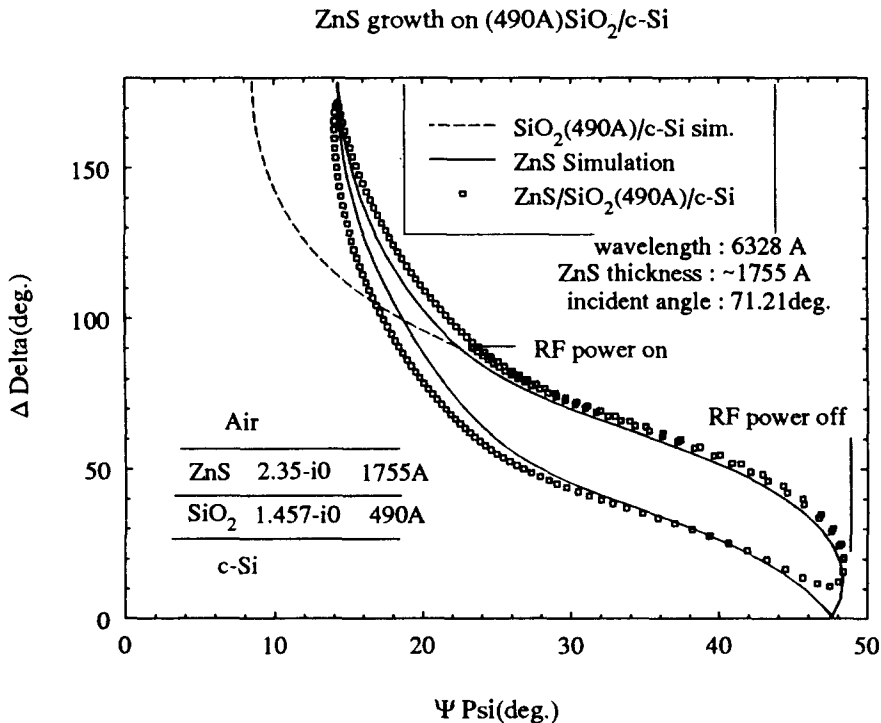


그림 2. in-situ 측정된 타원해석상수의 inversion 과정으로 얻은 굴절률 및 두께

