

실시간타원해석법을 이용한 Au박막의 성장연구
(Real-time ellipsometric studies of Au thin-film growth)

홍준기, 박병훈, 이동영, 이순일, 김상렬, 오수기
아주대학교 물리학과

물리적, 화학적 경계에서 편광된 빛(polarized light)의 상대적인 변화를 측정하여 박막 및 표면분석에 사용되는 타원해석기(ellipsometer)는 많은 장점을 가지고 있다. 그 중에서도 빛을 측정의 매개로 하는 다른 분석장비에 비하여, 측정결과가 사용되는 빛의 세기에 무관하며, 표면 거칠기(surface roughness)에 대한 감지도도 뛰어나며, 시료에 대하여 비파괴, 비간섭, 비접촉적으로 측정을 수행할 수 있다. 또한 박막의 실제 성장과정이나 공정들을 in-situ, 실시간으로 측정 가능한 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 이러한 타원해석기의 장점을 이용하여 RF-Sputtering 방법으로 Au박막을 제작하면서, 632.8nm(He-Ne laser)의 파장을 가진 실시간타원해석기(in-situ real-time ellipsometer)를 사용하여 타원해석상수인 Ψ (Psi)와 Δ (Del)을 측정하고 분석을 실시하였다.

타원해석상수의 modeling 과정에 있어서는 박막의 전체성장과정(total growth process)을 몇 단계로 나누어 각각의 성장단계를 설명할 수 있는 성장모형(growth model)을 가정한 다음, 박막이 여러 혼합물(ex. void 등)들로 이루어졌을 경우의 총체적, 거시적인 광학적 반응을 다루는 유효매질이론(Effective Medium Approximation)을 각각의 단계에 적용하여, fitting을 통하여 실제 측정된 타원해석상수값들과 얼마나 부합되는가를 살펴보았다.

Fig.2/3/4은 각각 기존의 EMA이론 중에서 대표적인 Maxwell-Garnett EMA, Bruggeman EMA(3-D and 2-D)를 사용하여 핵자(nuclei)간의 거리를 변화시키면서 Fig1.에 나타나 있는 핵자형성모델(nucleation model)로 실험데이터를 전산모의 실험한 것이다. 이것으로 우리의 Au 박막은 알려져 있는 것처럼 layer by layer (핵자간 거리 0 Å)로는 성장하지 않음을 알 수 있다. Fig.5는 연합모델(coalescence model)을 사용하여 surface roughness layer를 가정하여 전산모의 실험을 한것으로 실험치와 잘 맞고 있는 것을 볼 수가 있다. 이 경우에는 surface layer를 Maxwell-Garnett EMA를 사용하여 fitting을 한 것으로 Bruggeman EMA를 사용하였을 경우에는 실험의 측정값처럼 돌아가는 모양(lobe-shape)을 관찰할 수 없었다. 이것으로 복잡한 미시적 박막형성과정을 비교적 간단한 모델로 설명할 수가 있었고 특히 금속박막의 경우에 Maxwell-Garnett EMA가 거시적인 광학적인 현상을 설명할 수 있음을 확인하였다.

이번 분석을 통하여 그 동안 단색광을 사용한 타원해석만으로는 분석이 용이하지 않았던 흡수성매질(absorbing medium)의 대표적인 예인, 금속박막 중의 하나인 Au박막의 성장과정 중의 거시적인(macroscopic) 물질변수인 유전상수(dielectric constant)의 변화를 미시적인 성장과정(microscopic growth process)에 관련지어 설명해 볼 수 있었고, 각각의 EMA를 비교할 수 있었다. 또한 이미 발표되어 있는 여러 bulk Au의 참고데이터(Reference Data)들을 가지고 분석에 사용함으로써 이번 실험의 데이터와 비교 분석을 할 수 있었다.

이번 실험과 분석을 통하여 실시간타원해석기를 실제 성장 도중의 박막 측정에 사용함으로써 기본적으로 박막성장의 메커니즘(mechanism)에 대한 이해를 도모할 수 있었고, 앞으로 기판온도(substrate temperature)나 RF Power등 박막제작조건(film preparation condition)등을 달리하여 측정을 행함으로써 그것이 타원해석상수 및 박막형성과정 그리고 종국적으로 박막의 성질에 미치는 영향을 분석하고, 본 실험에 사용된 실시간타원해석기의 가능성과 한계 등을 알아볼 것이다.

Fig 1. Film formation model

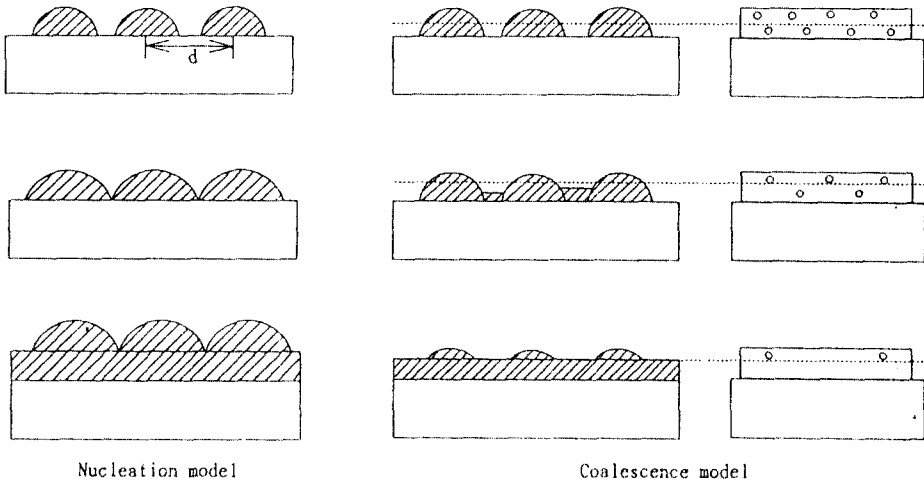


Fig 2. Simulation for Maxwell-Garnett EMA varying internuclei distance

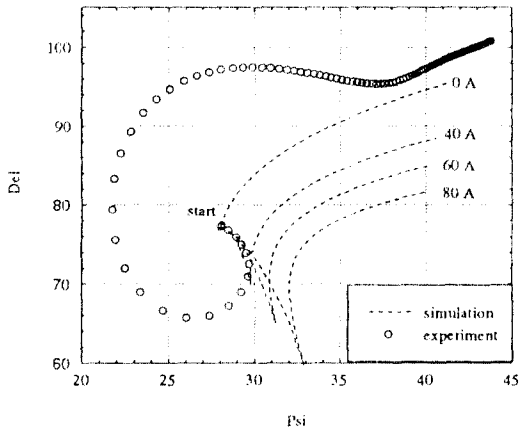


Fig3. Simulation for Bruggeman EMA varying internuclei distance

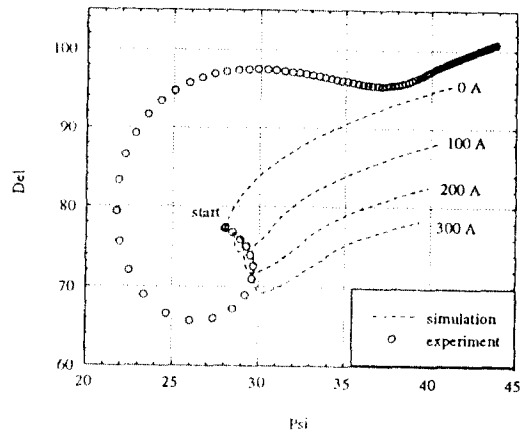


Fig 4. Simulation for Bruggeman EMA(2-D) varying internuclei distance

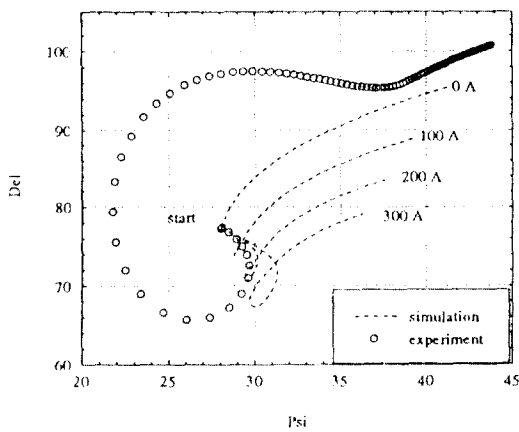


Fig 5. Simulation for Coalescence model

