

PE03

실시간 분광 엘립소미터를 이용한 금속박막의 초기성장연구 Early Growth Stages of Metal Thin Films Studied by Real-Time Spectroscopic Ellipsometry

안일신

한양대학교 물리학과

실시간 측정을 위한 초고속 분광 ellipsometer를 자체 제작하였다. 다중채널 검출기를 이용하여 512개의 데이터로 구성된 1.5~4.5 eV의 (Δ , Ψ) 스펙트럼을 최고 속도 20 ms 이내로 측정이 가능하도록 하였다. 이 장비를 진공증착시스템 (sputtering)에 부착한 뒤 fused silica로 제작된 strain이 없는 광학창을 통하여 금속 박막의 성장과정을 실시간으로 측정하였다. 박막의 초기 성장이 최종 박막의 성질에 직접적인 연관이 되기 때문에 수십 Å 이하의 초기 성장에 연구의 초점을 두었다.

금속으로는 크롬과 알루미늄을 사용하고 sputtering gas로는 아르곤을 사용하였으며, 사용한 아르곤의 압력과 rf power 등의 실험 조건을 변화시켰다. 증착조건의 변화에 따른 성장 결과의 차이를 확인하고 또한 금속간의 차이도 비교하였다. 특히 sputtering gas로 사용한 아르곤의 압력에 따른 차이는 sputter된 금속입자의 평균 자유행로가 박막의 성질에 중요한 영향을 끼침을 보여 주었다. 즉, 압력이 높을수록 박막이 지닌 void 양이 증가함을 effective medium 이론을 통하여 정량적으로 산출하였다. 크롬의 경우는 bulk의 광학적 성질과 초기 성장시의 박막의 광학적 성질에 큰 차이를 보이지 않은 반면 알루미늄은 두 경우에 있어 큰 차이를 보였다. 이는 초기 성장시 금속입자들의 상호 연결성에 관련된 것으로 알루미늄의 경우에는 입자 내부에 상당한 결함이 있는 것으로 추정되었다. 즉, Drude의 자유전자이론에 따른 광학적 특성이 bulk의 경우에는 잘 반영이 되어 있는 반면 초기 박막의 경우에는 오히려 절연체적인 특성을 보여 주었다.

크롬의 초기 박막은 여전히 bulk의 성질을 보였는데 이는 알루미늄과는 달리 성장초기부터 입자간의 연결성이 유지되는 것으로 판단이 된다. 이를 확인하기 위해 8 개의 기판을 chamber 속에 넣고 증착 조건을 고정한 뒤, 내부 셔터와 기판의 회전을 통해 증착시간을 1초씩 증가시키고 그 결과를 atomic force microscope(AFM)로 관찰하였다. 성장초기부터 기판에 고르게 덮는 것이 보이고 사용한 아르곤의 압력에 따라 그 정도의 차이를 보여 주었다.

박막의 초기 성장과정을 실시간으로 관찰함으로써 현재 수행되고 있는 증착과정을 잘 이해할 수 있으며, 또한 실시간 광학적 측정은 일반적인 측정에서 관측하기 힘든 물리적 특성을 잘 보여주고 있는데 대기노출에 따른 금속 박막의 오염 정도를 그 예로써 몇 가지의 경우에 대해 보여 주고자 한다.