

Microcantilever beam을 이용한 마이크로 액츄에이터용 알루미늄 박막의 탄성계수 및 항복강도의 평가

(Evaluation of Young's Modulus and Yield Strength of Al Film in Micro
Actuators Using Microcantilever Beams)

서울대학교 재료공학부 손동일, 권동일

한국표준과학연구원 소재특성평가센터 한준희, 조양구

1. 서론

최근 반도체 집적회로 제조기술을 응용한 미소기계부품의 제작이 가능하게 됨에 따라 마이크로미터, 나노미터 크기의 미소부품요소와 이들의 작동에 필요한 집적회로를 하나의 칩으로 일체화시킨 미소전기기계시스템(MEMS: microelectromechanical system)이 등장하게 되었다. 이러한 MEMS에 관한 연구가 진행되면서 제품을 설계하거나 여러 환경에서 작동시킬 때의 수명이나 안정성이 중요한 관심사가 되고 있다. 특히 MEMS구조물을 구성하는 재료의 물성치에 관한 이해 없이는 어떠한 미소부품이라도 해석하거나 설계할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 실제 mirror plane 등의 micro actuator의 재료로 쓰이고 있는 Al 박막의 시편의 형태와 미세구조에 따른 탄성계수, 항복강도를 측정하였다. 시편은 microcantilever beam형태로 제작하였으며 하중은 nanoindenter를 사용하여 인가하였다.

2. 실험방법

먼저 (100) Si wafer에 D.C. magnetron sputter를 사용하여 각각 0.5, 1.0, 1.5 μm 두께의 Al(1% Si)박막 증착하였다. Photolithography와 식각 공정을 통하여 Si 표면에 cantilever beam 형상의 pattern을 제작하였다. 제작된 pattern을 mask로 사용하여 실리콘을 이방성 에칭하였다. Beam의 길이는 20 μm 부터 90 μm 까지 여러 가지 길이로 제작하였으며 전해 etching을 실시하고 SEM으로 관찰하여 결정립의 크기를 측정하였다. 완성된 cantilever beam에 nanoindenter를 이용하여 하중을 인가하고, 인가된 하중과 그에 따른 beam의 deflection을 측정하여 cantilever beam의 탄성계수와 항복강도를 측정하였다.

3. 실험결과

얻어진 하중-변위 곡선에 beam theory를 적용하여 항복강도와 탄성계수를 측정하였다. 측정된 값은 길이에 따라서는 변화를 보이지 않았으나 두께에 따라서는 변화하는 양상을 나타내었다. 이러한 변화 요인을 분석하기 위해 misfit dislocation model과 Hall-Petch relation을 실험상황에 맞게 적용하였으며 이로부터 박막의 항복강도는 두께와 미세구조에 따라 변화한다는 것을 알 수 있었다.

4. 참고문헌

1. C. W. Storum et al: J. Microelectromechanical System, Vol. 3(3), (1994), p.90.
2. L. B. Freund: J. Appl. Mech, Vol. 54, (1987), p.553.