

나노/마이크로 구조물의 기계적 특성 평가 기술

이학주* (한국기계연구원), 최병익, 오충석, 김재현

주제어 : 나노 공정 (Nano Process), MEMS, 미소인장시험 (Micro Tensile Test), 나노압입시험 (Nanoindentation), AFM (Atomic Force Microscope), 기계적 특성 평가 (Mechanical Characterization)

전자 공학 분야의 발전으로 인해 작은 구조물을 제작할 수 있는 리소그라피 (lithography) 기술이 급속하게 발전하고 있으며, 보다 작은 구조물에 대한 수요도 빠르게 증가하고 있다. 지난 수십 년간 반도체 분야에 적용되어 온 Moore's law에 의하면, 수년 내에 수십 나노 미터 크기의 특성길이 (Critical Dimension)를 지닌 구조물을 이용하여 소자가 제작될 것이 예견되고 있다. 반도체 공정을 응용하여 작은 구조물을 제작하는 기술은, 전자 공학 분야뿐만 아니라 광전자공학(optoelectronics) 분야, 양자 계산(quantum computing) 분야, MEMS/NEMS, 바이오 센서(biosensor) 분야 등에 다양한 응용성을 가질 것으로 예상된다. 이러한 기술을 이용하여 제품을 상용화하기 위해서는, 기본적으로 그 제품의 기계적인 (구조적) 신뢰성이 확보되어야 한다. 수백에서 수십 나노 미터 수준의 특성 길이를 가지는 나노/마이크로 구조물에 대한 신뢰성 설계 기술을 위해서는, 기계적인 물성을 측정하는 기술이 기본적으로 요구된다. 나노/마이크로 구조물의 기계적인 물성은 거대 구조물 (bulk structure)의 물성과는 다르다는 점이 알려져 있고, 따라서 구조물의 크기 효과 (size effect)를 고려한 기계적 물성 측정 기술이 요구된다.

수백에서 수십 나노 미터 수준의 특성 길이를 가지는 구조물의 기계적 물성 측정 기술은 아직까지 표준화가 되지 못한 상황이다. 본 강연에서는 한국기계연구원 마이크로응용역학그룹에서 개발되고 있는 나노/마이크로 구조물에 대한 기계적 물성 측정 기술을 중심으로 미소 구조물에 대한 기계적인 특성 평가 기술을 소개한다. 먼저, 기본적인 물성 평가 방법으로 자주 사용되는 미소인장시험 (Micro Tensile Test) 기술에 대하여 소개하고, 그 구현시의 여러 가지 난제들에 대하여 토의한다. 그 다음, 현재 미소 재료의 기계적 특성 평가에 있어서 가장 널리 사용되고 있는 나노압입시험 (Nanoindentation)에 대하여 소개하고, 그 한계와 장점에 대하여 토의한다. 나노압입시험기를 이용한 응용시험으로써, 띠굽힘시험 (Strip Bending Test)을 소개하고, 그 장단점 및 구현상의 문제점을 토의한다. 마지막으로 가장 높은 하중 분해능을 얻을 수 있는 AFM (Atomic Force Microscope)을 이용한 물성 측정 기술을 소개하고 그 장단점 및 하중 보정 (force calibration) 이슈에 관하여 토의한다. 예로서, AFM-based indentation, 나노인장시험 등에 대하여 소개한다. 마지막으로 나노/마이크로 구조물에 대한 기계연구원 마이크로응용역학그룹의 연구 계획에 대하여 소개한다.

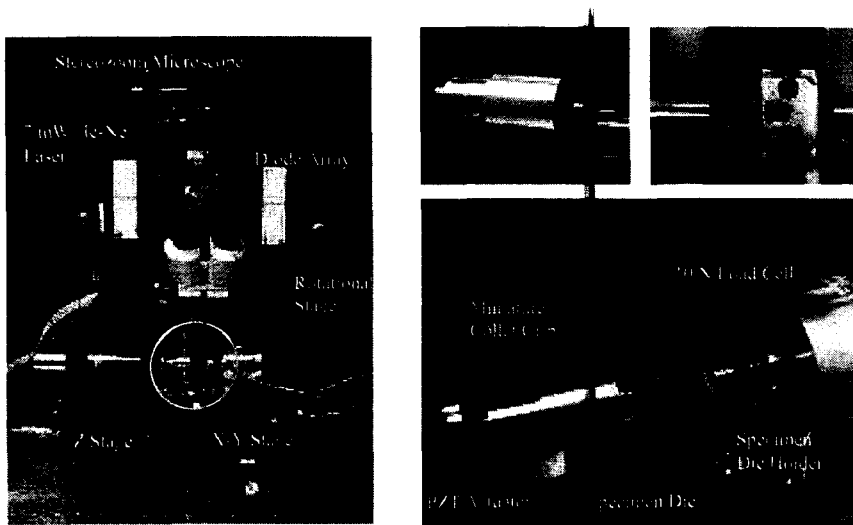


Fig. 1 한국기계연구원 마이크로응용역학 그룹에 구축된 미소인장시험기와 ISDG 시스템