

집속이온빔(Focused Ion Beam)을 이용한 3차원 나노가공

박철우* (한국산업기술대학교) , 이종항 (한국산업기술대학교)

주제어 : 집속이온빔(FIB), 이온주입(ion implantation), 디포지션(deposition), 스퍼터링(sputtering)

나노기술은 크게 2가지 접근방법을 가진다. 하나는 위에서 아래로(Top-Down)라는 관점으로 벌크물질로부터 이온빔 등을 이용해 이를 작게 잘라가는 방식이며, 다른 하나는 아래에서 위로(Bottom-Up) 방식으로 재질을 구성하는 분자를 재구성해 원하는 물질 및 특성을 가지도록 만드는 방법이다. 이 두 가지 접근 방법은 원하는 결과를 얻기 위해 상호 보완적으로 사용되기도 한다. Top-Down 방식의 대표적인 기기로는 집속이온빔 장치(FIB, Focused Ion Beam)를 들 수 있으며, Bottom-Up 방식의 대표적인 기기로는 SPM(Scanning Probe Microscope)을 들 수 있다. 이온빔 관련 장비는 초기에 이온주입을 목적으로 제작되었다. 점차 다양한 이온원을 사용하여 시료에 대한 여러 처리 공정이 가능해지면서 적용 분야에 따른 많은 연구가 이루어 졌다. 그 결과 현재 산업 및 첨단 연구분야에서 표면분석, IC의 수정, 마스크의 교정, 잘못된 부분의 분석 등 광범위한 분야에서 사용되고 있으며, 계속적인 계량 및 발전이 이루어지고 있다. 나노기술이 발전함에 따라 더욱 정밀한 가공 및 계측기기에 대한 요구가 증대되고 있다. 현재 시판되고 있는 집속이온빔 장비의 제조, 판매국은 미국의 FEI사와 일본의 SEICO 사, HITACHI 사 등이 거의 독점기술을 보유하고 있다. 그리고, 현재의 집속이온빔 장치는 주로 반도체 분야에 응용되고 있으나, 나노가공 분야도 지속적으로 적용되고 있는 추세이다. 현재 집속이온빔 장치를 사용하여 수행할 수 있는 분야는 이온주입, 디포지션, 스퍼터링 등 크게 3가지로 구분된다. 이온주입(Ion Implantation)은 30~100 keV의 이온빔을 시료에 주입시켜 시료내부에 이온도핑(Ion Dopping)하여 새로운 전기적 특성을 만들어내며, 주 응용분야는 단전자트랜지스터(Single Electron Transistor : SET), HEMT(High Electron Moblity Transistor)등의 차세대 반도체 소자개발에 응용되고 있다. 집속이온빔 장치를 이용한 이온주입의 특징은 마스크(Mask) 없이 선택적으로 국소적인 부분에 이온을 주입하는 방법으로 매우 유용하게 사용되고 있다. 디포지션(Deposition)은 금속(W)이나 절연 산화물(SiO₂)을 임의의 형태로 퇴적시키는 기술로서 마스크의 단선 등을 연결하거나 3차원 나노구조물을 제작하는데 사용하고 있다. 기계분야에서 관심을 많이 갖고 있는 스퍼터링(Sputtering)은 고에너지 이온빔(30keV)을 시료에 주사시켜 시료표면을 가공하는 방법으로 현재에는 TEM(Transmission Electron Microscope) 시편의 이온밀링에 주로 이용되고 있으나, 최근, Fig. 1 및 Fig. 2와 같이 나노가공기술을 이용한 마이크로 금형 및 등의 제작연구가 진행되고 있다.

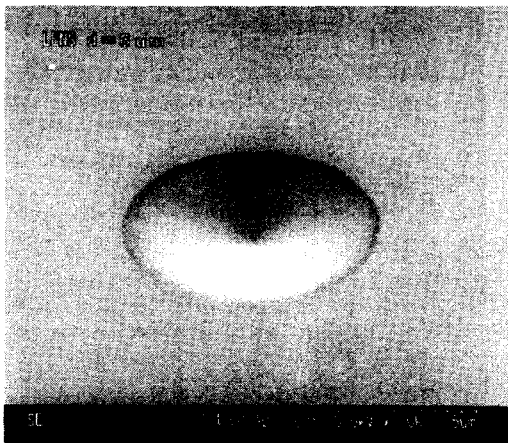


Fig.1 Micro lens sputtered by FIB- Silicon Material

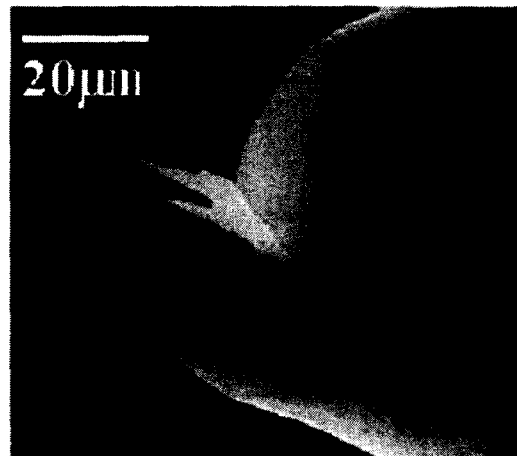


Fig.2 Micro machine tool sputtered by FIB- Sandia Lab