

## 미세탐침기반 기계-화학적 리소그래피공정을 이용한 3차원 미세 구조물 제작에 관한 기초 연구

박미석\*(연세대학교 대학원 기계공학과), 성인하(연세대학교 대학원 기계공학과),  
김대은(연세대학교 기계공학과), 장원석(한국기계연구원)

주제어 : Mechano-chemical process(기계-화학적 공정), Nanolithography(나노리소그래피), Self-assembled monolayer(자기조립분자막), Scanning Probe Microscopy(주사탐침 현미경), Nanoscale 3D structure(3차원 나노구조물)

나노 스케일의 구조물 제작에 있어서 기존의 리소그래피 공정들이 가지는 한계점을 극복하기 위해서 다양한 방식의 새로운 공정들이 개발되고 있다. 특히, 기계-화학적 가공공정을 이용한 미세탐침 기반의 나노리소그래피 기술(Mechano-Chemical Scanning Probe based Lithography; MC-SPL)은 기존의 포토리소그래피 공정의 단점을 극복하고, 보다 경제적이며 패턴 디자인 변경이 유연한 미세 패턴 제작 기술임이 확인되었다. MC-SPL 공정은 시료 표면에 화학적 가공의 보호층 역할을 할 리지스트를 형성시킨 후 1차적으로 이를 미세 팁을 이용, 팁에 힘을 가하여 이송시키므로써 팁-공작물간 상호작용에 의해 직접 시료의 형상을 변형 시키는 기계적 변형방법을 통해 제거하는 방식이다. 이때 사용되는 리지스트는 수 나노미터 두께를 가지는 자가조립 분자막(self-assembled monolayer)이다. 자가조립 분자막은 실리콘뿐만 아니라 다양한 금속표면에 저비용의 간단한 화학적 공정을 통해 증착 시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 이와 같은 MC-SPL공정을 이용하여 3차원 구조물 제작 가능성을 확인하였다. 선행된 연구들을 통해서 입증된바 있는 나노패턴 제작기술과 이를 통해서 얻어진 레지스트 제거를 위한 임계하중, 가공속도 등의 가공 변수들을 바탕으로 하여 다양한 형상의 면가공을 수행하였다. 실험 결과로부터 미세탐침에 의한 레지스트 제거가 선가공뿐만 아니라 면가공에서도 가능함을 1차적으로 확인하였다. 이는 나노소자와 같은 다양한 형상을 가지는 구조물을 제작하기 위한 레지스트의 제거가 가능함을 보여주는 결과이다. 또한 Silicon, Silver, Copper 등으로 구성된 다층 박막에 대해서 레지스트를 증착하고, 기계-화학적 가공공정을 통해서  $200\mu\text{m}^3$  크기의 micro cantilever를 제작 하였다. 이러한 결과는 MC-SPL 공정을 이용하여 나노스케일의 입체구조물을 제작할 수 있음을 확인시켜 준다.

MC-SPL 공정을 이용한 3차원 구조물을 제작하기 위한 기초 연구를 통해서 보다 정밀하고 재현성 있는 나노 구조물을 제작하기 위해서는 해결되어야 할 문제점을 확인할 수 있었다. 반복적인 화학적 에칭이 계속될 경우 가공표면과 가공된 구조물 끝단의 품질이 저하됨을 확인할 수 있었다. 또한 고 종횡비를 가지는 구조물을 제작하기 위해서는 화학적 에칭에 대해서 더욱 견고한 레지스트의 증착 공정 개발이 필요함을 확인하였다.

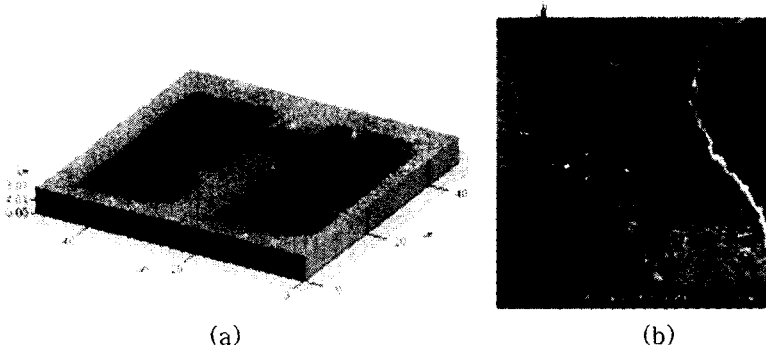


Fig. 1 Fabrication of silver micro cantilever using Mechano-Chemical Scanning Probe Lithography. (a) AFM image (b) SEM image .