

단결정 실리콘의 나노스크래치 공정에서 수직하중 조건이 식각 특성에 미치는 영향

윤성원*(부산대 정밀기계공학과), 신용래, 강충길(부산대 기계공학부)

주제어 : 나노스크래치, 식각 마스크 특성, 수직하중, 이방성 식각

크로마토그래피칩, 랩온어칩, 시스템온칩, 저장매체, 광학렌즈, 필터등과 같은 MEMS/NEMS 부품의 발달과 함께 IT/NT/BT분야에서 초미세 유로 및 패턴의 필요성이 증대되고 있다. 현재 상업적으로 가장 널리 사용되는 광 리소그래피 기술의 경우 빛의 회절한계에 의하여 100nm이하의 가공이 어렵고, 공정특성상 다단계의 마스크 공정을 필요로 하며, 패턴 변경 등 디자인 변화를 위해서는 새로 마스크를 제작해야 하는 문제가 있다. 고정밀도의 광리소그래피 공정을 위해서는 고가의 크롬 및 백금 도금 마스크와 같은 경질마스크가 이용 된다. 마스크를 만드는데 필요한 시간과 비용은 광 리소그래피 뿐만 아니라 소프트 리소그래피를 포함한 많은 MEMS/NEMS분야에서 초미소 제작기술이 응용되는 데 있어 걸림돌이 되고 있다. 반도체 공정을 대체할 수 있는 마스크리스 나노가공 기술의 한 예로 나노프로브 기반 리소그래피 기술을 들 수 있다. 초미세 프로브 기반 나노가공 기술이 유용하게 사용되는 이유는 10nm이하 정밀도의 구조체의 제작이 가능하고, 공정이 간단하며 설계변경이 용이하고, 초기장비 설치 및 장비가동에 드는 비용이 매우 저렴하기 때문이다. 또한, 인가전류 및 수직하중의 조절에 의하여 구조체의 높이 및 치수를 변화시킬 수 있기 때문에 3차원 가공이 가능하며 마스크가 필요 없다는 장점이 있다. 나노프로브 기반 리소그래피 기술의 예로는 나노양극산화기술 (nano-oxidation)과 정적/동적나노스크래치 (static/dynamic plowing)기술 등을 들 수 있다. 또한, 최근에는 나노스크래치에 의하여 시편 표면에 형성된 산화수산화물 용기층이나 가공변질층을 이용한 마스크리스 나노가공기술도 소개된 바가 있다. 단결정 실리콘을 다이아몬드 팁을 이용하여 가공하는 경우 가공표면에는 크게 두 가지 형태의 결장 및 화학적 변화가 발생한다. 그 중 하나는 가공 팁과 표면의 마찰에 의한 실리콘 결합의 파괴에 의하여 발생하는 수산화물/산화물 용기층의 생성이다. 또, 한가지는, 스크래치 된 표면에 비정질 산화층과 전위밀집층으로 구성된 가공변질층이 형성된다는 것이다.

본 연구는 나노인텐터의 일정하중스크래치 (constant load scratch, 이하 CLS로 표기) 와 습식식각 기술을 병용한 대면적 극미세 패턴의 마스크리스 제작기술의 개발을 위한 연구의 일환으로, 나노스크래치된 실리콘 표면의 식각 마스크효과에 대한 연구를 수행하였다. 소재표면에 가공변질층을 형성시키기 위하여 CLS를 이용한 연성영역 나노 패턴 가공을 수행 하였으며, KOH 용액에서의 식각실험을 통해 가공변질층의 식각마스크 효과를 조사하였다. 또한, 스크래치 실험 시 소재표면에 부하되는 수직하중의 조절에 의하여 식각공정 후에 얻어지는 구조체 크기 및 형상을 제어하였다.

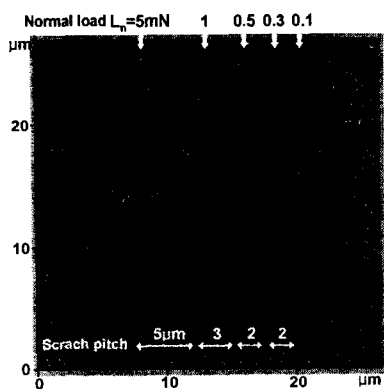


Fig. 1 Five grooves machined by the constant load scratch under normal loads of 0.1, 0.3, 0.5, 1, 5mN.

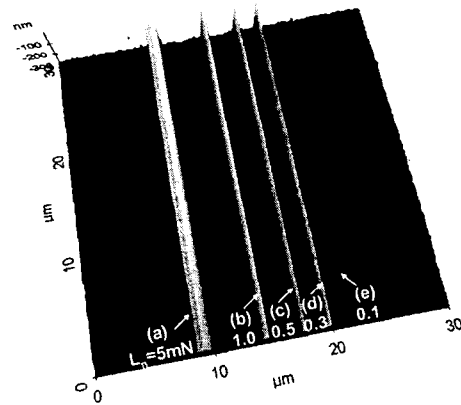


Fig. 2 The AFM image of the scratch tracks after wet etching in the 20 wt.% KOH solution for 15 mins.