

대기중에서 어닐링한 불화유기 박막의 나노트라이볼러지 특성 평가 (Nanotribological Characterization of Annealed Fluorocarbon Thin Film in Air)

김태곤, 김남균, 박진구, 신형재*
한양대학교 금속재료공학과
* 삼성전자 중앙연구소

1. 서론

마이크로, 나노 구조물에서 발생하는 점착현상 방지를 위한 박막과 microfluidic을 이용한 lab on a chip(LOC)에서 선택적인 surface modification을 위한 박막과 silicon mold로부터 plastic chip을 분리하기 위한 박막으로 높은 소수성 특성을 가지는 fluorocarbon (FC)이 사용되어진다. 이러한 박막은 self assembled monolayer (SAM)와 chemical vapor deposition (CVD)을 방법을 이용하여 형성된다. 일반적으로 SAM 방식은 간단하고 평평한 표면을 개질시키기 적당하나 마이크로, 나노 구조물에 사용할 경우 구조물을 파괴하므로 적당하지 못하다. 그러나 CVD는 복잡한 구조물에도 충분히 표면을 개질시킬 수 있다. 또한 박막의 두께를 쉽게 조절할 수 있는 장점을 가지고 있다.

나노 시스템의 안정적인 구동을 위해서는 얇은 유기 박막의 재연성이 매우 중요하다. 박막의 트라이볼러지 특성과 van der Waals 인력과 열적 안정성은 매우 중요한 성질이다. 이번 연구에서는 열적 안정성이 van der Waals 인력에 끼치는 영향을 이해하는데 목적이 있다.

2. 실험방법

알루미늄을 sputter 시킨 (300 nm) 웨이퍼를 13 × 15 mm 사각형으로 준비하였다. 자체 제작한 plasma enhanced CVD (PECVD)로 200 W의 RF power를 3 min 동안 O₂ 플라즈마를 이용하여 건식세정 시킨 후 200 W, 3 min 동안 Ar 플라즈마를 이용하여 시편에 활성화 에너지를 가해 성장될 유기박막의 adhesion 특성을 보다 좋게 가지도록 하였다. 유기 박막은 C₄F₈에 Ar을 2:3의 비율로 혼합하여 chamber에 공급하였다. 성장된 박막을 공기 중에서 온도에 따라 어닐링을 해주었다. 이 때 변형된 박막의 두께를 측정하기 위해 variable angle spectroscopy ellipsometer (VASE)를 이용하였으며 박막의 소수성 정도와 표면에너지를 살펴보기 위해 static contact angle analyser (SCA)를 사용하였다. 또한 박막의 van der Waals adhesion force를 측정하기 위하여 atomic force microscopy (AFM)의 force vs. distance mode를 이용하였다.

3. 실험결과

C₄F₈과 Ar이 혼합된 플라즈마를 이용해 성장된 유기박막을 대기중에서 20, 100, 200℃에서 각각 시간에 따라 어닐링을 수행한 결과 시간이 지남에 따라 박막의 두께가 감소함을 알 수 있었다. 20℃에서의 어닐링한 시편을 제외한 모든 시편은 정접촉각과 표면에너지와 hysteresis의 변화가 거의 없었다. 또한 20℃에서 어닐링한 시편의 경우에는 3 시간 이후에 정접촉각의 증가와 표면에너지 증가를 보였으며 hysteresis의 급격한 변화를 보여주었다. AFM을 이용하여 박막의 adhesion force를 측정하여 보면 성장된 직후에 40 nN의 값을 가지던 유기 박막이 시간이 경과함에 따라 증가하다 3시간 이후에 급격히 감소함을 보여주었다. 이 결과는 표면에너지와 비슷한 경향을 보였으며 이를 통해 표면에너지와 adhesion force와 관련이 있음을 알 수 있었다.