

Buckling과 Freehang을 이용한 DLC 필름의 접착에너지 평가

정진원,** 문명운,** 이광렬,* 고대홍+

* 한국과학기술연구원 박막기술연구센터, + 연세대학교 세라믹공학과

** 서울대학교 재료공학과

다이아몬드상 카본(Diamond-like Carbon, DLC) 필름은 비정질 재료로서 다이아몬드와 유사한 높은 경도, 내마모성, 화학적 안정성, 그리고 광학적 특성을 가지고 있으며, 낮은 마찰계수와 높은 탄성률 등으로 인해 많은 분야에서 응용이 연구되고 있는 재료이다. 그러나 DLC 필름이 이러한 우수한 특성을 가지고 있음에도 불구하고 수 GPa에 이르는 높은 압축 잔류 응력으로 인해 응용에 제약을 받고 있다. 이러한 압축 잔류 응력이 상당한 값에 이르게 되면 기판의 구속에서 벗어나게 되어, 기판으로부터 떨어져 되고 굽힘을 받게 되는 delamination buckling 현상¹⁾이 일어나기도 한다.

본 연구에서는 높은 잔류 응력으로 인해 자연적으로 발생하는 buckling 현상과 식각 과정을 통해 인위적으로 기판의 제한으로부터 필름을 완화시키는 freehang 방법²⁾을 이용하여 필름이 기판에 접착되는데 필요한 에너지를 평가하려고 한다.

본 실험에서 rf-PACVD 장비를 이용하여 필름을 증착하였다. 이때 전극과 플라즈마 사이의 바이어스 음전압은 -100 ~ 700 V_b로 변화를 주었으며, 합성압력은 9 mTorr로 고정하였다. 사용한 반응 가스는 메탄(CH₄)이고, 아르곤(Ar)을 이용하여 모든 실험에서 동일하게 기판을 전처리 하였다. buckling 현상을 관찰하기 위해 사용된 기판은 slide glass이고, freehang을 제작하기 위해 사용된 기판은 (100) p-type Si wafer 이다. freehang 제작시 사용한 식각 용액은 KOH(5.6mol)이며 외부 요인을 제거하기 위해 70°C 항온조를 사용하였다.

Buckling 된 필름과 freehang은 광학 현미경과 전자 주사 현미경에 의해 관찰되었으며, 사인 함수 형태의 곡면을 가지고 있었다. 또한 freehang 제작시 식각액에 의한 필름의 손상은 관찰되지 않았다. 이렇게 측정된 buckling 된 부분과 freehang 각각의 주기와 진폭을 통해, 필름과 기판사이의 계면에너지와 buckling 되면서 새로 생성된 두 표면에너지 차이를 구할 수 있게 되고, 이를 통해 접착에너지를 평가할 수 있었다.

[참고문헌]

1. K.-R. Lee et al. "Stress relief behaviour of diamond-like carbon films on glasses", Dia. Rel. Mater. 2 (1993), 218-224.
2. 조성진, 이광렬, 은광용, 한준희, 고대홍, "기판 Etching 기법을 이용한 DLC 박막의 탄성특성 평가", 요업학회지, 35(8) (1998) 813-818.