

[IV-8]

Freehang 방법을 이용한 DLC 필름의 탄성특성 평가

정진원,*+ 이광렬,* 은광용,* 고대홍+

*한국과학기술연구원 박막기술연구센터, + 연세대학교 세라믹공학과

박막의 탄성 특성을 평가하는 방법으로 nano-indentation, Brillouin light scattering measurement, ultrasonic surface wave measurement, bulge test, vibration membrane method 등 여러 가지가 제시되어 왔다. 이러한 방법들은 필름의 두께가 일정 두께 이상이 되어야 정확한 측정이 가능한 방법으로 매우 얇은 박막에 대해서는 적용하기가 어렵다. 최근에는 탄성특성을 평가할 수 있는 방법으로 간단한 기관 식각 기법을 이용한 freehang⁽¹⁾, bridge⁽²⁾ 방법이 제시되었으며, 이 방법은 간단한 식각 공정을 통해 매우 얇은 박막에도 적용시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서는 아주 얇은 박막에서도 탄성특성을 평가할 수 있는 freehang 방법을 이용하여 순수한Diamond-like carbon (DLC) 필름과 Si이 첨가된 DLC 필름의 탄성 특성을 평가하고자 한다.

실험에서 사용한 필름은 rf-PACVD 장비를 이용하여 증착하였다. 이때 전극과 플라즈마 사이의 바이어스 음전압은 -400 V_b로 합성압력은 10 mTorr로 고정하였다. 사용한 반응 가스는 벤젠(C₆H₆), 그리고 벤젠과 희석된 실렌(SiH₄ : H₂ = 10 : 90)이며, 희석된 실렌의 첨가량을 조절하여 필름 내에 일정량의 Si을 함유시켰다. 각각의 조건에서 증착시간을 조절하여 필름의 두께를 변화시켰으며, KOH(5.6mol) 용액을 이용하여 습식 식각을 함으로써 freehang을 제작하였다. 이때 식각액에 의한 DLC 필름의 손상은 관찰되지 않았다.

필름의 잔류 응력을 측정하기 위해 200±10 혹은 100±5 μ m 두께의 얇은 (100) Si wafer를 5×50 mm의 strip 형태로 절단하여 사용하였다. 필름의 압축 잔류 응력에 의해 발생한 필름/기관 복합체의 곡률은 laser 반사법과 α -step profiler를 이용하여 측정하였으며, 이 결과를 Brenner 등에 의해 유도된 식을 이용하여 잔류 응력을 계산하였다. 또한 제작된 freehang은 광학현미경과 전자주사현미경에 의해 관찰되었다. 이렇게 제작된 freehang을 이용하여 필름이 기관에 부착되기 위해 필요한 변형률을 측정하고, 독립적으로 측정된 필름의 잔류 응력을 박막의 응력-변형률 관계식에 적용하여 biaxial elastic modulus, $E/(1-\nu)$ 를 구할 수 있었다.

측정 결과 필름의 잔류 응력과 biaxial elastic modulus는 필름의 두께가 감소함에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며, 같은 두께의 필름인 경우, 식각 깊이에 따른 biaxial elastic modulus의 변화를 통해 최적의 식각 깊이를 알 수 있었다.

[참고문헌]

1. 조성진, 이광렬, 은광용, 한준희, 고대홍, "기관 Etching 기법을 이용한 DLC 박막의 탄성특성 평가", 요업학회지, 35(8) (1998) 813-818.
2. S.-J. Cho, K.-R. Lee, K. Y. Eun, J.-H. Jeong and D. Kwon, "A simple method to determine elastic properties of diamond-like carbon films", Dia. Rel. Mater. (1999) in press.