

고온합성 Si-DLC에서의 표면물성연구

Structure changes in Si-containing Diamond-like Carbon (DLC) film at high-temperature

김상권^{1,2*}, 김성완¹, S. Nagahiro², O. Takai²
 (1*) 한국생산기술연구원 플라즈마응용팀
 (2) 나고야대학교 재료공학부

초 록: 고온에서 안정적인 DLC막을 성막하기 위해 PECVD공정에서 실리콘을 첨가하여 제조하였다. 기존의 실리콘 첨가 DLC막과는 다르게 고온에서 생성됨으로 마이크로 클러스터 형태의 DLC구조로서 disordered 영역이 넓게 존재하고 있어 I(D)/I(G)비에서의 변화가 있는 것이 관찰되었다. 실리콘 양이 증가할수록 값이 낮아지는 것이 관찰되는데 이는 실리콘량이 증가하면서 수소의 위치에 실리콘이 결합하면서 sp³ 단일구조형태의 코팅 막을 만드는 것이 관찰된다. 고온 어닐링효과로 내부구조에서 다량의 sp²구조가 관찰되는 것으로서 DLC막이 어느 정도 흑연화되지만, 실리콘이 SiC에서 SiO_x로 SiO₂와 SiOH막으로 바뀌는 면서 마찰계수가 낮은 DLC막을 유지할 것으로 기대되지만, XPS와 FT-IR분석에 의해 이러한 상들의 존재를 관찰할 수 있었다. 특히 공정상 TMS이 증가하면 첨가된 Si에 의해 형성되는 막이 초기부터 OH기를 다량 포함하고 있는 것을 알 수 있었고, 온도 상승에 의해서 실리콘표층에 더욱 많은 SiO_x계열의 물질이 생성되는 것이 명확하게 발견되었다.

1. 서론

최근 자동차 부품 기계부품 등에서 내열 내마모성 향상의 요구가 커지고 있다 DLC코팅의 경우 우수한 내식성 및 저마찰계수로 인해 다양한 적용이 기대되지만 500°C 이상의 온도에서 수소원자의 파손으로 인해 사용할 수 없어 실리콘이 함유된 DLC가 유망하게 적용되고 있다 그러나 여전히 DLC의 물성을 고온에서도 가지면서 내열성을 유지해야 하므로 500°C 이상의 온도에서 흑연화로 인해 마모성능이 떨어지는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 실리콘의 함유를 위해 고온PECVD 공정을 활용하여 DLC를 제조함으로써 수소의 함량을 원천적으로 줄여 고온에서도 막의 파손을 막고 DLC의 물성역시 고온에서 유지 시키고자 하였다

2. 본론

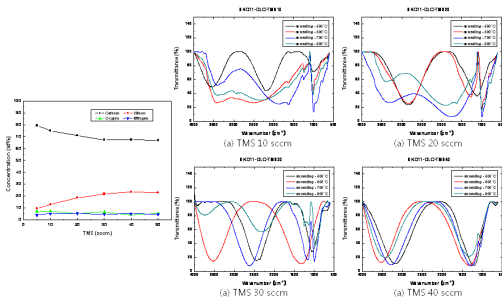


Figure 1. The results of Raman analysis after wear test on wear track (A) and as-deposited position (B) in various TMS flow rate at 30% humidity

그림 1에서 관찰되듯이 TMS량이 증가함에 따라서 DLC내부의 실리콘양이 비례적으로 증가함을 알 수 있었다 다만 어느 정도 이상의 실리콘이 들어가면 본래의 DLC구조보다는 OH기가 다량 함유되면서 SiO₂, SiO, SiO-(H)기가 생성되는 구조로 바뀌고 온도에 따라서도 그 구조가 변화하는 것을 관찰할 수 있었다. Si DLC를 고온에서 수소량이 적게 함유된 고온에서 안정한 실리콘 DLC를 합성하였다. 온도에 따라 FT-IR 및 XPS분석결과 친수성기인 SiO_x(H)가 많아지는 것으로 관찰되었다. 특히 실리콘 양이 20%이상인 경우에는 온도 상승에도 불구하고 DLC구조가 유지되는 것을 라만스펙트럼 분석결과 알 수 있었다. 20%이상의 실리콘 함유에서 온도가 상승할 때 탄소는 sp²구조로 실리콘은 SiC에서 SiO_x계열로 바뀌었고, 라만분광분석결과 당초 Sp³구조 위주였던 DLC구조가 annealing효과로 인해 sp²의 혼합구조

로 본래 DLC구조로 돌아오는 것을 알 수 있었다. 실리콘 양이 증가함에 따라서 500도 이상의 고온에서도 마찰계수가 낮은 막을 유지할 수 있었다.

3. 결론

DLC막의 우수한 특성을 활용한 시장형성을 위해 가격이 싼 PECVD공정은 매우 쉽게 실리콘 DLC막을 생성할 수 있다. 그러나 막 자체의 안정된 성막조건과 각종 특성향상, 특히 고온에서 DLC 막의 구조는 유지하고, 마찰계수 및 화학적으로 안정한 구조에 대한 연구가 보다 진행되어야 한다.

참고문헌

[1] M. Saraiva, C. Louro, A. Cavaleiro and N. J. M. Carvalho: Traitement Thermique, **386** (2008), 45.
 [2] J. C. Damasceno and S. S. Camargo Jr.: Thin Solid Films **516** (2008), 1890.
 [3] R. L. DeRosa, P. A. Schader and J. E. Shelby: J. of Non-Cry. Sol. **331** (2003), 32.