

다층 Si-DLC/DLC 박막의 습도 환경하에서의 트라이볼로지 특성

이진우, 김종국*, 김석삼

경북대학교 기계공학과, *한국기계연구원(KIMM)

Diamond-like Carbon(DLC) 박막은 다이아몬드와 유사한 높은 경도, smooth한 합성 표면, 낮은 마찰계수 및 내마모성 등 매우 우수한 기계적 특성을 갖고 있는 박막재료이다. 그러나 DLC 박막의 마찰계수는 상대습도에 크게 의존한다는 것이 잘 알려져 있다. 진공 중에서 DLC 박막은 0.05의 낮은 마찰계수를 보이지만, 상대습도가 증가함에 따라 마찰계수는 0.2~0.3까지 크게 증가한다. 따라서 DLC 박막에 금속이나 Si 등 제 3의 물질을 첨가하여 마찰계수의 주위환경 의존성을 감소시키려는 연구가 많이 이루어졌다.

특히, DLC 박막에 Si를 첨가하여 상대습도에 영향을 받지 않으며 진공 중에서도 유사한 마찰계수를 보이는 실험 결과들이 보고되고 있다. 그러나, Si 함유 DLC(Si-DLC) 박막의 내마모 특성은 DLC 박막에 비해 크게 저하된다는 단점을 가지고 있다. 따라서, Si-DLC/DLC 다층막의 조성이나 두께 등을 변화시켜 0.1이하의 마찰계수와 DLC 박막에 버금가는 내마모 특성을 갖는 연구 결과가 보고되고 있지만, 다층 Si-DLC/DLC 박막의 트라이볼로지 특성에 대한 깊이 있는 연구는 이루어져 있지 않은 상태이다.

본 연구에서는 Hybrid coating system (Ion-gun and magnetron sputter)을 사용하여 다층 Si-DLC/DLC 박막을 성장시켰다. 다층막은 초경합금강(WC/Co)에 Si를 코팅하고, 순수 DLC와 Si-DLC 순으로 다층막을 성장시켰다. 박막 합성에 사용된 가스는 아세틸렌(C_2H_2)을 사용하였고, Si-DLC 박막의 Si의 함량은 sputter의 전류값으로 조절하였다.

다층 Si-DLC/DLC 박막의 마찰계수는 ball-on-disk type의 항온항습 tribometer를 사용하여 습도 환경(상대습도 5-90%)하에서 측정하였다. Si-DLC 다층막의 윤활 특성을 평가하기 위한 상대재료로는 ruby ball을 사용하였다. 마모실험 후의 ruby ball의 wear scar 표면을 조사하였으며, 이들의 모양은 SEM을 이용하여 관찰하였다. 다층막의 마모량을 산출하기 위하여 표면에 생성된 트랙의 단면을 α -step으로 측정하였고, 산출된 마모량을 회전수로 나눠 다층 박막의 마모율(wear rate/rev)로 나타내어 마모량 평가의 기준으로 사용하였다.