Nano-undulated DLC 필름의습도변화에따른 마찰마모특성

이진우*
현대하이스코 기술연구소

경질박막재료로 많은 연구가 이루어 지고 있는 DLC 필름의 마찰 마모특성이 주위 환경, 특히 습도에 매우 민감하게 변한다는 단점을 가지고 있다. 최근 Park등은 nano-size의 undulated 표면을 가진 DLC필름이 상대재와 DLC필름의 tribo-chemical reaction이 감소시켜 DLC필름의 마찰마모특성의 습도 의존성을 감소할 가능성에 대하여 발표하였다.[1] 따라서 본 연구에서는 nano-undulated DLC필름의 마찰마모특성을 다양한 습도 환경하에서 관찰하고, nano-undulated surface가 습도에 따른 DLC필름의 마찰마모 거동에 어떤 영향을 주는지를 tribo-chemical reacion관점에서 살펴보고자 한다.

Nano-undulated DLC 필름을 증착하기 위하여, 먼저 DC magnetron sputtering 법을 이용하여 (100) Si-wafer 위에 Ni-thin film을 증착한 후에 800℃, 10 분간 열처리를 하여 Ni-dot을 형성하였다. 이 후 r.f. -PACVD법을 이용하여 Ni-dot이 형성된 기판위에 DLC 필름을 증착하였다. 초기 Ni film의 두께를 조절하여 DLC필름의 표면 거칠기를 0.1 nm에서 11.8 nm로 조절하였다. DLC 필름과 스틸 볼 간의 마찰계수는 습도 조절 장치가 부착된 ball-on-disc type의 마모 시험기를 이용하여 얻었다. 상대습도에 따른 필름의 마찰특성을 관찰하기 위하여 상압에서 마모 시험기에 부착된 습도 조절 장치를 이용하여 상대 습도를 0%에서 90%로 조절하면서 관찰하였다.

표면 거칠기가 0.1nm의 매우 평탄한 DLC 필름의 평균 마찰 계수는 습도가 증가함에 따라서 증가하는 높은 습도의존성을 보여주고 있다. 그러나 DLC 필름의 표면 거칠기가 증가함에 따라 마찰계수는 불안정한 초기구간이 존재하지만, 전체적으로 습도가 증가하여도 마찰계수의 변화는 작아지는 낮은 습도의존성을 보여주고 있다. 이러한 표면에 거칠기가 증가함에 따라 마찰계수의 습도의존성이 감소하는 이유를 관찰하기 위하여, DLC 필름의 wear track 주변에 형성된 wear debris와 스틸 볼의 표면에 형성된 전이층의 조성과 결합구조를 각각 AES와 Raman 분광법을 이용하여 분석하였다. 표면 거칠기가 증가함에 따라 습도의 증가에 따른 wear debris 내에 Fe 함량의 변화는 감소하였으며, 전이층의 탄소의 결합구조는 graphite-like phase에서 diamond-like phase로 변화하였다. 따라서 nano-undulated DLC필름의 마찰마모특성의 낮은 습도의존성은 DLC와 스틸 볼 사이의 tribochemical reaction이 억제되어 발생하는 diamond-like phase의 전이층 때문임을 알 수 있었다.

[참고문헌]

1. Se Jun Park, Kwang-Ryeol Lee, Dae-Hong Ko, "Tribological behavior of nano-undulated surface of diamond-like carbon film", Diamond Relat. Mater., 14, 1291-1296 (2005).