

**D.C. 마그네트론 스퍼터링법으로 제조된
MoS₂ 및 MoS₂-Ti 박막의 윤활특성에 관한 연구**
Tribological behavior of MoS₂ and MoS₂-Ti composite coatings
by D. C Magnetron Sputtering

안영환, 김선규* 울산대학교 재료금속공학부
기계부품 및 소재특성평가 연구센터

1. 서론

산업의 발달에 따라 일반 윤활유의 사용이 불가능하거나 고온이나 극저온 또는 진공상태에서 장치를 작동하여야 하는 상황이 발생하고 있다. 일반적으로 기계의 작동시 마찰과 마모는 기계의 수명이나 성능에 상당한 영향을 미친다. 이러한 작동 부위의 마모를 경감시키기 위하여 오일, 그리스 혹은 고체윤활제를 예로부터 사용해 왔는데 고체윤활제는 타 윤활제에 비해 건성윤활제로써 피막수명이 길고 액상윤활제가 도달하기 힘든 부분의 윤활작용이 가능하며 먼지가 묻지않고 오염이 되지 않기 때문에 최근에 그 수요량이 급증하고 있는 실정이다.

스퍼터링 방법으로 얻어진 MoS₂ 박막은 정확성이 요구되는 인공위성의 전동 장치와 기어, 각종 제동 장치에 삽입되는 베어링과 진공 장치내에서 마모 부스러기 형성이나 회전시 부하가 걸리는 것에 민감한 곳 등에 폭 넓게 사용되어지고 있다. 이것은 MoS₂ 박막이 층상구조를 가지고 있어서 마찰시에 층간 슬립이 쉽게 발생하여 전단강도를 낮추어서, 긴 마모수명과 낮은 마찰계수를 갖기 때문이다.

본 연구에서는 DC 마그네트론 스퍼터링법에 의한 MoS₂ 박막을 제조하여 증착변수들이 박막의 기계적 성질에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 상대습도에 강하게 영향을 받아서 산화성 분위기(H₂O/O₂)의 대기 중에 노출되면 MoS₂가 MoO₃로 산화됨으로써 코팅막의 손실 및 박막의 특성 저하가 일어나면서 마모수명이 감소되는 문제를 개선하기 위하여 MoS₂와 Ti를 동시에 스퍼터링하여 화합물 형태의 MoS₂ 박막을 형성시켜서 습윤성, 산화성 분위기에서의 안정성을 높이고자 하였다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 DC마그네트론 스퍼터링 장치는 복합 코팅 공정을 위해 chamber 상부에 두개의 원형 평판 마그네트론이 부착되어 있다. 평판 마그네트론에는 Ti(99.995%)와 MoS₂(99%) 타겟을 부착하여 MoS₂-Ti 복합 코팅 공정에 사용하였다. 한편 장치의 중앙에는 회전 및 시편에의 바이어스 인가가 가능한 시편 홀더가 장착되었다. 초기 진공도를 로터리펌프와 확산펌프를 이용하여 10⁻⁶Torr까지 만든 다음 고순도 Ar(99.999%)을 주입하여 작업압력을 맞추고 타겟표면에 흡착된 오염물질을 제거하기 위해 pre-sputter를 한 다음에 SKD11 모재 위에 MoS₂와 MoS₂-Ti 박막을 증착시켰다.

3. 결론

작업압력에 따른 임계하중은 10^2 Torr에서 증착된 박막이 16N으로 가장 높게 나왔으며 증착시간이 증가할수록 임계하중은 8N에서 16N으로 증가하였으며, 바이어스 전압을 인가하였을 때 임계하중은 8N에서 3N으로 감소하였다.

sputter etching에 따른 임계하중은 에칭 시간이 5분에서 가장 높은 12N을 나타냈으며 시간이 증가할수록 임계하중은 감소하였다. 또한 중간층인 Ti의 증착시간이 증가할수록 임계하중은 7N에서 10N으로 증가하였다.

압력변화와 층의 두께에 따른 마모특성은 압력이 10^3 Torr에서 좋은 마모 특성을 나타냈으며, 층의 두께에 따른 내마모 특성은 모든 코팅층이 거의 박리되지 않은 것을 볼 수 있다. 부전압과 에칭을 하지 않았을 경우 좋은 마모특성을 얻을 수 있었으며 중간층의 형성도 마모특성의 향상에 기여하였다.

MoS₂-Ti 동시증착의 경우 Ti의 비가 증가할수록 마모 특성은 급격히 감소하였으며 임계하중은 8N~11N의 값을 나타냈다. 동시 증착되는 Ti의 양은 10%미만일 때 우수한 마모특성을 나타냈다.

임계하중 이상의 마모하중에서 마모특성은 가해진 하중에 절대적으로 의존하였다.

참고문헌

1. 김선규, 유정광, 이진환, 권식철, 한국표면공학회지, 30 3(1997)213
2. Da-Yung, Chi-Lung Chang, Zie-Yih Chen and Wei-Yu Ho, Surf. Coat. Technol., 120-121 (1999) 629