

트라이볼로지 코팅을 위한 플라즈마 젯의 응용

Application of Plasma Jet for Tribological Coatings

*알렉스 펜코브¹, 김해진¹, 강경희¹, #김대은¹,

*Oleskiy V. Penkov¹, Hae-Jin Kim¹, Kyung-Hee Kang¹ and #Dae-Eun Kim (kimde@yonsei.ac.kr)¹

¹연세대학교 기계공학과

Key words : Friction, Wear, Coating, Plasma Jet

나노 기술의 발전에 따라, 고밀도 정보 저장 시스템, MEMS, NEMS 등의 나노 시스템이 다양한 과학 기술 분야에 널리 활용되고 있다 [1]. 이러한 나노 시스템 구성 요소의 크기가 점차 작아짐에 따라 요소의 표면의 특성 및 신뢰성 또한 매우 중요하게 부각되고 있다. 이는 부피대비 표면적의 비율이 급격하게 증가하는 나노 시스템에서 피할 수 없는 현상으로서 시스템의 신뢰성, 수명 및 성능을 확보하기 위해서는 표면에서 일어나는 현상에 대한 다양한 연구가 요구된다. 이를 해결하기 위하여 널리 사용되는 박막은 표면의 특성을 개선시키거나, 보호층으로 사용되는 등 그 활용도가 매우 높다고 할 수 있다. 최근에는 금, 은, 또는 알루미늄과 같은 상대적으로 무른 금속 코팅 박막 [2], 자기 조립 분자막 (Self-assembled monolayer, SAM) 과 같은 유기 박막 [3], 또는 다이아몬드 코팅 [4] 등이 사용되고 있다. 그러나 이러한 코팅들을 적용하기 위해서는 대부분 코팅의 활용 분야를 제한하는 고진공 또는 고온 등의 실험적 환경이 요구된다. 이러한 코팅 조건의 한계를 극복하기 위하여, 상온과 대기압과 같은 상대적으로 덜 복잡한 조건에서도 코팅할 수 있는 코팅 기법이 요구된다.

대기압 플라즈마 젯 (Atmospheric pressure plasma jet, APJ) 코팅 방법은 다른 여러 가지 코팅 방법에 비하여 그 공정이 비교적 간단할 뿐만 아니라 저가인 장점을 가지고 있다. 이러한 APJ 방법의 장점들을 고려해 볼 때, APJ 방법으로 형성된 코팅의 특성을 파악하는 것은 매우 중요하다고 볼 수 있다 [6,7].

본 연구에서는 APJ 코팅 방법을 이용하여 Si wafer (110) 위에 nano-composite Carbon-ZnO

와 DLC 코팅을 형성하고, 두 가지 코팅에 대하여 화학적으로 분석하고, 트라이볼로지적 특성을 파악하고자 하였다 [8]. 이를 위하여 불활성 기체인 아르곤 (Ar) 가스를 이용한 axial-type DC 플라즈마 젯이 사용되었다.

코팅 시 주입되는 가스의 질량 흐름률 (Mass flow rate), precursor 의 농도와 질량 흐름률, 모재에 가해지는 온도 등과 같은 다양한 코팅 조건이 코팅의 결정 구조, 화학적 성분 그리고 표면 형태에 미치는 영향에 대하여 조사하고자 하였다. 또한, 코팅의 트라이볼로지적 특성을 파악하고 코팅의 형태와 트라이볼로지적 특성과의 관계에 대하여 분석하고자 하였다.

이를 위하여 Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS), Atomic Force Microscopy (AFM), 그리고 X-Ray diffraction (XRD) 등이 사용되었다. 코팅의 마찰 계수와 내마모성 등과 같은 트라이볼로지적 특성에 관한 분석을 위하여 reciprocating 타입의 ball-on-plate 트라이보 테스터를 이용하였다.

실험 결과, 코팅의 구조가 그 조건에 따라 매우 다양해 질 수 있으며, 이는 트라이볼로지적 특성에 지대한 영향을 끼친다는 것을 알 수 있었다. 이에 따라 APJ 의 코팅 방법으로 다양한 형태와 구조를 가지는 박막을 형성할 수 있으며, 이를 통해 저마찰 및 내마모 특성을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의

재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2012-0001232).

References

1. Miyake S., Kaneko R., "Microtribological properties and potential applications of hard, lubricating coatings," *Thin Solid Films*, 212, 256-261, 1992
2. Woo Y., Kim S.-H., "Sensitivity analysis of plating conditions on mechanical properties of thin film for MEMS applications," *J. Mech. Sci. Technol.*, 25, 1017-1022, 2011
3. Sung I.-H., Kim D.-E., "Surface Damage Characteristics of Self-Assembled Monolayers of Alkanethiols on Metal Surfaces," *Trib. Lett.*, 17, 835-844, 2004
4. Donnet C., Erdemir A., "Solid Lubricant Coatings: Recent Developments and Future Trends," *Trib. Lett.*, 17, 389-397, 2004
5. Liu W.-J., Guo X.-J., Chang C.-L., Lu J.-H., "Diamond-like carbon thin films synthesis by low temperature atmospheric pressure plasma method," *Thin Solid Films*, 517, 4229-4232, 2009
6. Peng X., Liu H., Gan Z., Li H., Li H., "Characterization and adhesion strength of diamond films deposited on silicon nitride inserts by d.c. plasma jet chemical vapour deposition," *Diamond Rel. Mater.*, 4, 1260-1266, 1995
7. Liu E., Blanpain B., Celis J., Roos J., Alvarez-Vervén G., Priem T., "Tribological behaviour and internal stress of diamond coating deposited with a stationary d.c. plasma jet," *Surf. Coat. Tech.*, 80, 264-270, 1996
8. Penkov O.V., Lee H.-J., Plaksin V.Y., Mansur R., Kim J.H., "Deposition of the ZnO transparent electrodes at atmospheric pressure using a DC Arc Plasmatron," *Thin Solid Films*, 518, 6160-6162, 2010