

PCVD법에 의해 제작한 실리콘 및 질소 함유 DLC 박막의 물성 평가
Physical Properties of Silicon and Nitrogen Contained DLC Coatings Prepared by PCVD

이경황*, 양지훈, 정재인

포항산업과학연구원 (E-mail:k-hwanglee@rist.re.kr)

초 록: DLC 박막은 고경도 및 저마찰의 우수한 물리적 특성을 갖는 것으로 널리 알려져 다양한 산업분야에 적용이 되고 있다. 또한, 그 응용 분야 확대를 위해 DLC 박막의 후막화, 대면적 균일처리, 경제성 확보 등의 연구 노력이 지속되고 있다. 특히, DLC 박막은 높은 내부응력에 의해 후막화가 어렵고, 탄소와 수소의 화학적 결합에 의한 고형 물질로 내열성이 다른 경질코팅 물질 보다 취약하다는 단점을 갖고 있다. 본 연구는 DLC 박막의 내부응력 완화를 위해 실리콘 및 질소 원소를 함유하여 박막을 제작하고, 제작 공정 조건이 박막의 물성에 미치는 영향을 연구하였다.

1. 서론

DLC 박막은 높은 경도와 낮은 마찰특성, 화학적 안정성을 갖고 있어 자동차, 기계 산업을 비롯해 전자 및 바이오산업 분야에 이르는 다양한 산업분야에 그 응용 연구가 진행 중에 있다. 반면, DLC 박막은 높은 내부응력에 의해 밀착력이 취약하여 후막 형성이 곤란하다는 문제점과 비교적 온도가 높은 (200도 이상) 분위기에서는 사용이 어렵다는 단점을 가지고 있다. 이에, 탄소계 박막에 금속 원소 및 제3의 원소를 첨가하여 내부응력을 제어하여 밀착력을 개선하고, 화학적 결합구조 제어를 통해 내열성을 개선하고자 하는 연구가 진행되어 왔다¹⁻⁵⁾. 본 연구는 플라즈마 화학기상증착법 (Plasma Chemical Vapor Deposition)법을 이용하여 DLC 박막의 밀착력과 내열성 개선을 위해 실리콘과 질소 원소를 첨가하여 DLC 박막을 제작하고, 또한 모재의 플라즈마 질화 전처리와 실리콘 중간층 형성, 박막 형성 온도의 변화 등의 제어 변수를 통해 박막을 제작하고 우선적으로 상온에서의 밀착력 및 물리적 특성에 대한 연구 결과를 보고한다.

2. 본론

DLC 박막은 아르곤과 메탄가스를 이용하여 각각 1:1 비율로 공급하고 진공도 0.06 ~ 0.07torr에서 바이어스 전압을 -650V 인가하였으며, 실리콘 함유 DLC 박막은 아르곤, TMS (tetramethylsilane), 메탄, 수소 가스를 혼합 공급하고, 질소 함유 DLC 박막은 아르곤 대신 질소 가스를 이용하여 박막을 제작하였다. 실리콘 중간층 코팅은 아르곤과 TMS 가스를 공급하여 0.03 ~ 0.05torr의 진공도에서 -650V의 바이어스 전압을 인가하여 증착하였다. 모재의 플라즈마 질화는 진공도 1torr, 온도 400℃, 질소와 수소 가스를 각각 2:1로 공급하고 바이어스 전압을 700V 인가하여 120분간 처리하였다. 코팅막은 FIB를 이용하여 단면을 가공하고, SEM 관찰하여 코팅 두께를 확인하였으며, 표면은 AFM을 이용하여 관찰하였다. DLC 코팅막의 물성은 나노인덴터를 이용하여 박막의 경도를 측정하고, 마찰계수는 상대재(Ball)을 SUJ2를 이용하여 하중 5N로 인가하여 100mm/sec.로 300m를 측정하였으며, 밀착력은 scratch tester를 이용하여 측정하였다.

3. 결론

DLC 박막의 밀착력과 경도는 질소를 첨가하는 것 보다 실리콘을 첨가하는 경우가 우수한 특성을 나타내었다. 박막의 밀착력은 Interlayer 형성과 모재의 질화처리를 병행하는 경우 가장 우수한 밀착력을 나타내었다. 밀착력 향상에 미치는 중간층 효과는 모재를 질화처리하지 않는 경우 Si, SiN, SiCN Layers 중에 Si Layer가 가장 효과적 이었으며, 모재의 경도가 높은 소재의 경우는 SiCN Layer가 효과적이었다. 대기 중에서 측정된 마찰계수는 실리콘이 첨가된 박막이 0.05 이하의 가장 낮은 마찰계수를 나타내었으며, 박막에 첨가된 실리콘 함량이 마찰계수를 낮추기 위해서는 임계 함량이 있음을 확인하였다.

Acknowledgement

본 연구는 지식경제부 소재원천기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. H. Nakazawa, H. Sugia, Y. Enta et. al., *Diamond Relat. Mater.*, 18 (2009), p. 831
2. S.S. Camargo Jr., A.L. Baia Neto, R.A. et. al., *Diamond Relat. Mater.*, 7 (1998), p. 1155
3. K. Oguri, T. Arai, *Surf. Coat. Technol.*, 47 (1991), p. 710
4. T. Hioki, Y. Itoh, A. Itoh, S. Hibi, J. Kawamoto, *Surf. Coat. Technol.*, 46 (1991), p. 233
5. T. Ohana, T. Nakamura, M. Suzuki, A. Tanaka, Y. Koga, *Diamond Relat. Mater.*, 13 (2004), p. 1500