

Ti/TiN/Ti buffer layer/TiN 구조를 갖는 TiN 박막의 충격마모특성에 관한 연구

Study on the impact wear property TiN thin film with Ti/TiN/Ti buffer layer/TiN structure

*김광석, 김범석, 이상을 : 한국항공대학교 항공재료공학과

1. 서론

TiN의 내마모코팅에서 대부분의 경우 코팅된 도구는 실사용에서 매우 큰 힘을 받게 되므로 모재와 코팅층사이의 밀착력이 도구의 수명과 밀접한 관계를 가지게 된다. 따라서 박막의 밀착력 향상시키기 위해 지금까지 많은 연구가 이루어져 왔으며, 그 중 대표적인 것이 모재위에 TiN을 증착시키기 전에 Ti 중간층을 먼저 증착시키는 방법이다. Helmersson등과 Stappen등은 모재위에 증착한 Ti 중간층이 모재위에 형성된 산화물에 대한 결합과 TiN 코팅층에 대한 결합력이 좋기 때문에 TiN의 밀착력이 증가한다고 보고하였으며, Rikerby등은 Ti 중간층의 역할을 모재/Ti 계면에서의 산화층 분해와 모재와 TiN 사이에서 전단응력을 줄여주는 완충작용으로 설명하고 있다. 이외에 모재표면의 불순물 제거와 모재와 코팅층사이의 상호결합을 위해 스퍼터에칭과 모재에 바이어스를 가하는 방법 등이 많이 이용되고 있다. 그러나 지금까지의 연구는 모두 모재와 코팅층과의 계면에 관심을 두고 행해진 연구였으며, 계면에 임계응력 이상의 고응력이 집중되면 파괴가 일어난다는 관점에서는 그 한계가 있다. 따라서 계면에 부과되는 응력을 완화시킬 수 있는 새로운 방법의 연구가 필요한 실정이며, 이에 본 연구에서는 기존의 모재/Ti/TiN 형태의 구조 대신에 TiN층 중간에 수직 및 전단응력을 완화시킬 수 있는 Ti buffer층을 삽입하는 새로운 구조의 Ti/TiN/Ti buffer층/TiN 박막을 제조하였으며, Ti buffer층의 변화에 따라 수반되는 여러 가지 특성들을 기존의 Ti/TiN 박막과 비교, 분석하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용된 모재는 SKD 61 합금강으로 기본 시편의 형상은 ϕ : 10mm, t: 5mm의 디스크 형태이며, 충격시험용 시편은 동종의 ϕ : 50mm, t: 5mm의 크기로 제작한 것을 사용하였다. 그리고 Ti/TiN/Ti buffer층/TiN 박막의 단면 촬영용 시편과 AES 성분분석용 시편은 t: 540 μ m인 P type Si(111) 웨이퍼 위에 증착시킨 것을 사용하였다. SKH 61 합금강 모재의 표면은 SiC paper 및 Al₂O₃ 분말을 이용하여 표면조도 Ra=0.1 μ m을 얻을 때까지 연마

하였으며, 연마 후 아세톤 및 알코올을 이용하여 10분간 초음파 세정하였으며 챔버에 장입하기 전 50°C 분위기 하에서 5분간 건조하였다.

Ti/TiN/Ti buffer층/TiN 박막은 Cathodic Arc Plasma Deposition법을 이용하였으며 타겟은 순도 99.95%의 Ti 타겟을 사용하였다. 타겟에 인가하는 power, 모재 bias 전압 및 타겟과의 거리, 그리고 증착압력은 기초실험을 실시한 후 적정 증착조건을 선정하였으며, 본 코팅을 행하기 전에 3.6×10^{-3} Torr의 Ar 분위기 하에서 bias 전압 -700V, Ti 타겟에 65A의 power를 인가하여 Ti ion bombardment를 2분간 실시한 후 코팅하였다.

3. 결과 요약

기존의 Ti/TiN 박막의 경우 표면경도는 약 Hk=2850(load:10gf) 정도로 나타나는 반면, Ti buffer층을 갖는 박막에서는 Ti buffer층의 두께에 따라 약 Hk=2500~2800정도로 나타나 Ti buffer층의 두께가 증가함에 따라 표면경도는 다소 떨어지는 것으로 나타났으나, Ti buffer층의 두께를 변화 시켜 증착시킨 박막의 충격마모시험 결과, Ti buffer층의 두께가 증가함에 따라 충격에 대한 완충능력이 커져 내충격특성이 증가하는 것으로 나타났으며 Ti buffer층의 두께가 약 0.62 μ m정도인 박막에서는 Ti buffer층이 없는 Ti/TiN 박막에 비해 충격마모량이 약 1/3 정도 적게 나타나 우수한 내충격마모특성을 갖는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. G.S. Kim, S.Y. Lee, E.Y. Lee : J. Kor Inst. Met. & Mater., 37 (1999) 578
2. S.Y. Lee, J.W. Chung, J.G. Han, S.S. Kim, : J. Kor. Inst. Met. & Mater., 34 (1996) 1220
3. L.Z. Zerin and S. Lunge : Thin Solid Films, 197 (1991) 117
4. A. Skerlavaj, Y. Claesson and C.G. Ribbing : Thin Solid Films, 168 (1990) 15
5. T. Araj, H. Fujita and K. Oguri : Thin Solid Films, 165 (1988) 139
6. U. Helmersson, B.O. Johansson, J.E. Sundgren and J.R. Roos : J. Vac. Sci. Technol. A3 (1985) 309
7. M. Van Stappen, B. Malliet, L. De Chepper, L.M. Stals and J.R. Roos : Surf. Eng. 4 (1989) 305
8. D.S. Rickerby, S.J. Bull, T. Robertsson and A. Henry : Surf. & Coat. Technol. 41 (1990) 63
9. J.A. Thornton : J. Vac. Sci. Technol., 11 (1974) 660
10. Hultman, J.E. Sundgren, L.C. Markert and J.E. Greene : J. Vac. Sci. Technol. A7(3) (1989) 1187-1194