

유도 결합 플라즈마를 이용한 마그네트론 스퍼터링법에 의한
(Ti,Cr)N 박막의 제조 및 특성 평가

The Study on the (Ti,Cr)N coatings deposited by inductively coupled
plasma assisted direct current magnetron sputtering

정동하* (서울대학교)

박홍식 (서울대학교)

나형돈 (서울대학교)

이정중 (서울대학교)

1. 서론

유도결합플라즈마(inductively coupled plasma ; ICP)를 이용한 물리적 기상 증착법은 반도체 공정에 도입하고 있는 방법으로 증발원에서 발생하는 플라즈마와는 별도로 독립적인 보조 장치를 이용하여 플라즈마를 활성화시키는 방법으로 매우 높은 이온 밀도를 얻는 것을 특징으로 하고 있다[1-4]. 이러한 높은 이온의 밀도는 이온 충돌 효과에 의해 코팅층을 충전시켜 치밀하고 높은 경도와 내부식 특성 그리고 우수한 코팅층을 얻을 수 있다는 것을 의미한다.

본 연구에서는 내부 삽입형 유도 결합 플라즈마를 사용한 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 (Ti,Cr)N 박막을 제조하였다. 내부 삽입형 유도 결합 플라즈마란 일반 마그네트론 스퍼터링 용기 내부에 구리로 만든 R.F.I. 안테나를 삽입한 후, R.F. 전압을 인가하여 유도 결합 플라즈마를 발생시킴으로써 내부의 전자 밀도를 극대화 시켜서 이온의 밀도를 크게 향상시켜주는 방법이다. 기관에 바이어스를 인가할 경우에 고밀도의 이온이 막의 표면에서 충돌함에 따라 표면의 첨원자(adatom)의 이동도를 크게하여 박막의 조직을 치밀하게 할 수 있다. 본 실험에서는 기관의 바이어스 변화에 따른 (Ti,Cr)N 박막의 특성에 대해서 분석하였다.

2. 실험방법

TiCr 합금타겟(순도=99.9%, 지름=2인치, Ti:Cr = 25:75 at%)을 사용하였으며 아르곤(Ar)과 질소(N₂)의 혼합 기체 분위기에서 증착하였다. 타겟과 기관과의 거리는 10cm이다. RFI 코일의 지름은 23cm이며 타겟에서 4cm 위에 그리고 기관에서 3cm 아래에 위치하였으며 구리관을 두 번 감아서 증착 용기 내에 삽입하였고 증착 중 코일 내부로 냉각수를 흘려주게 되어 있다. 타겟에는 직류 전원 공급장치를 이용하여 직류 전원을 500W로 일정한 전력을 공급하였다. ICP는 스퍼터링 타겟과 기관 사이에서 RFI 코일을 통해서 형성되며 13.56MHz의 고주파 전압을 임피던스 조절 상자를 통하여 RFI 코일에 인가하여 얻어진다. 잔류가스의 영향을 최소화하기 위하여 증착용기 내의 압력을 1×10^{-6} Torr 이하로 한 후, 아르곤과 질소가스를 공급하였다.

ICP를 이용하여 (Ti,Cr)N 박막(이후 ICP (Ti,Cr)N으로 명명)을 제조하는 경우 질소 유량은 1.2sccm으로 하였으며 DC만을 이용(이후 DC (Ti,Cr)N으로 명명)하는 경우 3sccm을 흘려주었다. 이때 각 조건에서 아르곤(Ar)의 유량은 5sccm으로 하였다. 기판은 M2 고속도강판을 사용하였으며 증착시 기판의 온도는 300℃이며 증착막의 두께는 2 μ m 정도를 유지하였다.

3. 결과 요약

XRD 회절 패턴을 측정하여 분석한 결과 이 합금 타겟으로 제조된 박막은 CrN 격자내에 25at%의 Ti가 치환되어 고용된 NaCl 구조의 (Ti,Cr)N을 형성되는 것을 알 수 있었다. 유도 결합 플라즈마를 사용하여 제조하였을 경우와 유도 결합 플라즈마를 사용하지 않고 DC 마그네트론 스퍼터링만을 사용하여 제조하였을 경우 모두가 Ti가 완전 고용된 (Ti,Cr)N 이 형성됨을 관찰할 수 있었다.

두 박막의 미소경도를 측정해본 결과 DC만을 이용하여 제조한 박막의 경우 3200HK_{0.01}를 나타내었으며 유도 결합 플라즈마(ICP)를 사용한 제조법의 경우 5000HK_{0.01}이상의 매우 높은 경도값을 나타내었다. 이는 일반적인 DC 마그네트론 스퍼터링법이나 다른 제조방법으로 증착한 (Ti,Cr)N 박막에 비해서 훨씬 높은 경도값이다.

ICP 를 이용하여 (Ti,Cr)N 박막을 제조할 경우에는 박막내에 생성되는 높은 압축잔류응력과 매우 치밀해지는 미세조직에 의해서 일반적인 DC 마그네트론을 이용하여 제조한 (Ti,Cr)N 박막에 비해서 경도 및 마모특성등의 기계적 성질이 우수해지는 것을 알 수 있었으며 이것은 증착 중 플라즈마내에 높아진 이온 밀도에 의한 것이라고 생각된다.

참고문헌

- [1]. S. M. Rossnagel and J. Hopwood, Appl. Phys. Lett. 63, 3285 (1993).
- [2]. S. M. Rossnagel and J. Hopwood, J. Vac. Sci. Technol. B 12, 449 (1994).
- [3]. F. Cerio, J. Drewery, E. Huang, and G. Reynolds, J. Vac. Sci. Technol. A16, 1863 (1998).
- [4]. J. Hopwood, Phys. Plasmas 5, 1624 (1998).