

바이어스 전압과 Duty 변화에 따른 펄스 DC 마그네트론 TiN막의 결정배향성 및 미세구조 연구

Effects of substrate bias and pulse frequency on the crystalline and microstructure of TiN films deposited by pulsed DC reactive magnetron sputtering

서평섭*, 한만근, 서 현, 박원근, 전성용

*목포대학교 신소재공학과 (E-mail:wowsps@mokpo.ac.kr)

초 록 : TiN 코팅은 뛰어난 기계적 성질 및 내식성으로 산업 전반에 걸쳐 널리 이용되고 있다. 본 연구에서는 비대칭 바이폴라 펄스 DC 반응성 마그네트론 장비를 이용하여 바이어스전압, 펄스주파수 및 Duty를 변화시키면서 TiN박막을 제작하였다. 위와 같은 3가지 플라즈마 변수의 변화에 따른 TiN박막의 결정 배향성 및 미세구조에 미치는 영향에 대해 주목하였다.

1. 서론

플라즈마를 이용한 물리기상증착(PVD)기술은 표면공학기술 분야에 폭넓게 이용되고 있다. 이중 펄스 DC 스퍼터링 기술은 다양한 플라즈마 변수의 제어를 통한 박막의 물리화학적 성질의 향상을 얻을 수 있기 때문에 최근 주목 받고 있다. 펄스 플라즈마 사용의 또 다른 장점은 증착 중 기판에 도달하는 이온화율의 증가이다. 따라서 최근에는 산화물뿐만 아니라 질화물, 탄화물 박막의 제작에 펄스 플라즈마 생성 및 이용이 급증하고 있다. 이온플레이팅법을 이용한 경우 기판바이어스 전압인가에 따라 TiN박막의 기계적 성질이 향상한다는 많은 연구가 보고되고 있으나, 펄스 DC 스퍼터링법을 이용한 TiN박막의 경우 아직 확립된 이론의 정립이나 연구결과가 상반되는 결과들이 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 펄스주파수, 기판바이어스 및 Duty에 따른 TiN막의 우선성장방위, 미세구조 및 기계적 특성에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

2. 본론

본 연구에서는 비대칭 바이폴라 펄스 DC 반응성 마그네트론 장비를 이용하여 TiN 박막을 증착하였다. 성막을 위한 공정 변수와 실험조건은 표 1에 나타나 있다. FE-SEM 장치를 이용하여 시편의 표면과 단면 및 막의 두께를 측정하였다. XRD 장치를 이용하여 박막의 우선성장방위를 분석하였다. 막의 표면조도 분석은 AFM 장치를 이용하였으며 미소경도 측정은 초정밀경도시험기인 나노인덴터(Nano indenter XP)를 이용하였다.

Table 1. Process parameters of TiN coatings deposited by pulsed processing

Conditions	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Target	5kHz, 30 μ s off time, duty 84%	5kHz, 30 μ s off time, duty 84%	5kHz, 30 μ s off time, duty 84%	25kHz, 6 μ s off time, duty 84%	25kHz, 6 μ s off time, duty 84%	25kHz, 6 μ s off time, duty 84%	5kHz, 10 μ s off time, duty 95%	25kHz, 9.6 μ s off time, duty 75%	50kHz, 9.4 μ s off time, duty 50%
Substrate bias	0	-100V DC	-500V DC	0V	-100V DC	-500V DC	-100V DC	-100V DC	-100V DC
Working pressure	0.4 Pa	0.4 Pa							
Substrate temp.	300 $^{\circ}$ C	300 $^{\circ}$ C							

3. 결론

기판바이어스 전압이 0 \rightarrow -500 V, 바이폴라 펄스 DC 주파수가 0 \rightarrow 25 kHz로 증가함에 따라 증착속도는 1.36 μ m/h에서 1.16 μ m/h로 감소하였다. 결정자 크기의 경우 바이어스 전압의 증가에 따라 32 nm ~ 17 nm로 감소하였다. 반면 TiN박막의 경도는 공정변수에 관계없이 비슷하였다. 위와 같이 얻어진 바이어스 전압, 주파수 및 duty에 따른 TiN막의 결정 배향성 및 미세구조에 관한 이론적인 고찰은 금번 학회에서 자세히 발표할 예정이다.