

Process Characteristics and Applications of High Density Plasma Assisted Sputtering System (HiPASS)

양원균, 김기택, 이승훈, 김도근, 김종국

한국기계연구원 부설 재료연구소 표면기술연구본부 플라즈마코팅연구실

박막 공정 기술은 반도체 및 디스플레이뿐만 아니라 대부분의 전자소자에 적용되는 매우 중요한 기술이다. 그 중, 마그네트론 스퍼터링 공정은 플라즈마를 이용하여 금속 및 세라믹 등의 벌크 물질을 박막으로 증착 가능한 가장 널리 사용되는 방법 중의 하나이다. 하지만, Fe, Co, Ni 같은 강자성체 재료는 공정이 불가능하며, 스퍼터링 타겟 효율이 40% 이하이고, 제한적인 방전압력 범위 및 전류 상승에 의한 높은 전압 인가 제한이 있다는 단점이 있다. 본 연구에서 사용된 고밀도 플라즈마 소스를 적용한 고효율 스퍼터링 시스템은 할로우 음극을 이용한 원거리에서 고밀도 플라즈마를 생성하여 전자석 코일을 통해 자석이 없는 음극으로 이온을 수송시켜 스퍼터링을 일으킨다. 따라서 강자성체 재료의 스퍼터링이 가능하며, 90% 이상의 타겟 사용 효율 구현 및 기존 마그네트론 스퍼터링 대비 고속 증착이 가능하다. 또한, 10^{-4} Torr 압력 영역에서 방전 및 스퍼터링이 가능하다. 타겟 이온 전류를 타겟 인가 전압과 관계없이 0~4 A 까지, 타겟 이온 전류와 상관없이 타겟 인가 전압을 70~1,000 V 이상까지 독립적으로 제어 가능하다. 또한 TiN과 같은 질소 반응성 공정에서 반응성 가스인 질소를 40%까지 넣어도 타겟에 수송되는 이온의 양에 영향이 없다. 할로우 음극 방전 전류 40 A에서 발생된 플라즈마의 이온에너지 분포는 55 eV에서 가우시안 분포를 보였으며, 플라즈마 포텐셜인 sheath drop은 74 V 였다. OES를 통한 광학적 진단 결과, 전자석에 의한 이온빔 초점에 따라 플라즈마 이온화율을 1.8배까지 증가시킬 수 있으며, 할로우 음극 방전 전류가 60~100 A로 증가하면서 플라즈마 이온화율을 6배까지 증가 가능하다. 또한, 타겟 이온 전류와 관계없이 타겟 인가 전압을 300~800 V로 증가시킴에 따라 Ar 이온 밀도의 경우 1.4배 증가, Ti 이온 밀도의 경우 2.2배 증가시킬 수 있었으며, TiN의 경우 증착 속도도 16~44 nm/min으로 제어가 가능하다.

Keywords: HiPASS, Sputtering, OES