

광대역 작업압력 상태에서 작동되는 진공박막 증착장비
Thin Film Vacuum Deposition Equipment Operable in Wide Range of
Working Gas Pressure

김창조*, 리의재(한국 생산기술연구원), 김재홍(진공과학)

1. 서론

생산성과 작업효율을 높이기 위하여 전광호/전리체(arc/plasma) 전리자 도금(ion plating) 장비를 제작하였다. 음극체는 자석체(magnetron), 증발원, 증발원 덮개(target holder), 증발원 보호구(target shield)로 구성하였다. 자석체는 N 극을 중심으로 S 극이 주위를 둘러싼 형태로 되어있고, 증발원은 직경 약 100 mm, 높이 15 mm의 원기둥 형태의 것을 사용하였다. 증발원 보호구는 열변형과 열충격에 강한 재질(예 : 스테인레스 강)로 되어있으며, 전기적으로 고립되어 있어 증착공정시 전리화된 작업기체와의 충돌을 피할 수 있도록 하였다.

전광호 방전을 위하여 50 KW의 전력 공급기(power supply)와 환형 양극체를 설치하였으며, 이 양극체의 가운데에는 일정한 크기의 구멍이 뚫려있다. 또한 환형 양극체는 증발원 표면과 거리 조절이 가능하도록 설계되었다.

기판 지지대(holder)는 높이 조절장치(adapter)를 이용하여 증발원 표면으로부터 최소 45 mm에서 최대 120 mm까지 조절이 가능하도록 설계되어 있으며, 기판 재질에 따라 2 KW의 직류부하 또는 1.4 KW의 교류부하를 인가할 수 있도록 설계하였다.

증착시 내부에서 발생하는 열로부터 증착조(chamber)를 보호하기 위하여 증착조는 2중벽으로 되어있고, 벽 사이에 냉각수가 유통되도록 설계하였다. 고진공기(high vacuum pump)로는 기름 확산 방식(oil diffusion type)을 사용하였고, 저진공기(low vacuum pump)는 기름 회전 방식(oil rotary type)을 사용하였다.

기본적으로 작업압력을 변수로 하고, 증발원, 증발원과 환형 양극체 사이의 거리, 환형 양극체의 내경, 기판 지지대의 높이, 기판에 인가한 부하 등을 조절하면서 최적 공정조건을 설정하였다.

2. 실험방법

장비의 특성을 알아보기 위해서 증착율, 균일성, 재현성 그리고 증착막과 기판 사이의 부착력을 조사하였다. 증착율은 증발원의 종류, 환형 양극체의 내경, 증발원 표면과 환형 양극체 사이의 거리, 증발원 표면과 기판 지지대 사이의 거리, 작업압력 등을

변수로 하여 조사하였다. 또한 균일성과 재현성은 작업압력과 기판 지지대에 인가된 교류부하를 변수로 하여 조사하였으며, 부착력은 끈끈이(tape) 시험과 긁기(scratch) 시험을 통하여 조사하였다.

장비의 응용범위를 알아보기 위하여 기판으로 깔개유리(slide glass)와 중합체(예 : acryl, polycarbonate)를 사용하였고, 유해전자파(EMI) 차폐와 외장용 목적에 사용할 수 있도록 금속(예 : Cu, Ti, Al)과 금속화합물(예 : TiN)을 증착시켰다.

3. 결과 요약

작업시 형성된 방전이 방전의 전압-전류 특성에서 휘광 방전(glow discharge)과 전광호 방전의 혼합영역이어서 증착율이 높고, 증착막의 평활도가 우수한 특성이 있다. 또한 기판 지지대(holder)에 교류 부하와 직류 부하를 인가할 수 있도록 설계되어 있어 증착막과 기판 사이의 부착력도 매우 우수하며, 높은 증착율을 바탕으로 200 mTorr의 높은 작업압력에서도 증착이 가능하다. 증착막의 증착율, 균일성, 재현성 그리고 부착력을 통하여 그리고 다양한 기판을 이용하여 본 장비의 특성과 응용범위를 평가한 결과는 다음과 같다.

증착율 : 증발원과 환형양극체의 거리가 가까울수록, 환형양극체의 내경이 증발원 표면직경과 유사할수록, 증발원과 기판 지지대의 거리가 가까울수록, 작업압력이 낮을수록, 기판에 인가된 부하가 작을수록 증착율이 높아진다. 단, 증발원의 종류에 따라 동일 조건에서 증착율이 다르다.

균일성 및 재현성 : 증착율이 높은 조건에서는 균일성과 재현성도 우수한 값을 보인다.

부착력 : 기판 지지대에 부하를 인가한 경우, 인가된 부하의 크기에 관계없이 끈끈이 시험에서는 모두 양호한 결과를 보였다. 긁힘 시험에서는 전반적으로 양호한 값을 보이나, 증착 두께에 따라 각기 다른 양상을 보인다.

본 장비에서 발생한 방전의 전압-전류 특성은 약 240 ~ 380 V 내외, 6 ~ 9 A 내외로 휘광 방전과 전광호 방전이 혼합된 영역에서 나타났다. 따라서 휘광 방전에 의한 증착막의 평활도가 우수한 특성과 전광호 방전에 의한 빠른 증착율의 장점이 나타나고 있다. 긁힘 시험에서도 대부분 30 N 정도의 하중을 견디므로 부착력에서도 우수한 특성을 보인다.

참고문헌

P. J. Martin, "Cathodic Arc Deposition", Handbook of Thin Film Process Technology, A1. 4, IOP Publishing Ltd, 1995.

M. Ohring, "The Materials Science of Thin Films", ACADEMIC PRESS, 1992.