

탄탈륨 합금을 이용한 X-선 흡수체 물성 연구
Study on the X-Ray Mask Absorber Material
Using Tantalum Alloy

김경석, 고중규, 박성영, 이승윤, 이흥구, 임승택, 안진호
 한양대학교 공과대학 재료공학과

1. 서론

X-선 노광기술은 Giga bit급 소자제작에 적용이 기대되는 차세대 노광기술중의 하나로써 평가받고 있다. X-선 노광기술은 1:1 근접 투영방식 (1:1 proximity printing)을 이용하기 때문에 이 기술의 현실화에 필요한 여러 요소 기술들 중 안정적인 마스크의 제작은 가장 critical한 부분으로 남아 있다. X-선 마스크를 사용함에 있어서 중요한 문제는 image 구현이고 이것은 용력이 패터닝 공정후의 distortion을 야기하기 때문에 흡수체 막내의 용력에 크게 영향을 받는다. 그러므로 안정되고 낮은 흡수체 증착공정의 수립은 X-선 마스크 제작에서 핵심이 되는 기술이다. 본 연구에서는 큰 흡수계수와 우수한 건식식각 특성으로 최근 흡수체 물질로 가장 각광 받고 있는 Ta를 활성 스퍼터링인 경우와 pure Ta의 경우로 구분하여 X-선 마스크의 흡수체로서의 물성에 관하여 조사하였다.

2. 실험 방법 및 결과

본 실험에서 기판은 P-type의 (100) 4인치의 Si wafer를 사용하였으며 박막 증착은 DC magnetron sputtering장비를 사용하였다. 스퍼터링 가스로는 Ta박막의 증착시에는 Ar가스만을 이용하였고 TaN_x박막의 증착시에는 Ar과 N₂를 이용하여 반응성 스퍼터링을 실시하였다. 용력의 측정은 증착 전후 표면에서의 laser의 반사각을 이용하여 곡률 변화로부터 측정하였다.

낮은 공정 압력조건에서 증착된 박막의 경우는 스퍼터링 가스의 mean free path 증가로 인한 atomic peening effect로 압축 용력을 보이고 압력이 증가함에 따라 결정립계 사이에서 작용하는 interatomic force의 영향으로 인장 용력으로의 천이를 보이고 있다. 시간 변화에 따른 용력의 안정성을 얻기 위해 질소를 첨가하여 반응성 스퍼터링한 결과 질소가 5% 이상 첨가되면 흡수체로서는 적당하지 않은 낮은 밀도(<15.0g/cm³)를 보였다. 박막의 미세구조는 압력이 증가함에 따라서 등축상에서 주상정 구조로 변하며 산소 확산의 경로로 작용할 것으로 예상할 수 있다. 시간에 따른 용력의 변화 역시 높은 압력에서 증착한 박막의 경우가 그 변화 폭이 큼을 확인할 수 있었다. 흡수체 증착후의 고온 공정에서의 용력 안정성을 얻기 위해 열처리를 실시하였다. 그 결과 박막의 용력은 인장 용력 쪽으로 증가함을 관찰할 수 있었다. 낮은 용력과 안정된 Ta 박막을 증착 변수의 정확한 조절과 뒤이은 안정화 단계의 열처리에 의해 얻어질 수 있었다. 또한 미세한 패턴을 형성하기 위해 표면의 거칠기가 중요한데 이를 관찰하기 위해 AFM(atomic force microscopy)로 측정한 결과 우수한 표면 평활도를 가지고 있었다.