

텅스텐 스퍼터링시 박막의 응력조절 (Stress control of sputtered W film)

이태호, 이규한, 박철근*, 안진호

한양대학교 재료공학과

* LG전자기술원

현재 이용되고있는 optical lithography는 Gb급 이상의 반도체 소자 제조시 공정여유도의 한계를 보이고 있으며 이를 대체할 lithography공정으로써 x-ray lithography가 관심의 대상이 되고 있다. X-ray lithography의 구성요소들 중 x-ray mask가 가장 중요한 것 중의 하나이며 x-ray mask를 구성하고 있는 인자들중 mask 흡수체의 제작이 큰 관건이라 할 수 있다. 특히, x-ray lithography용 mask제작에 가장 중요한 인자는 흡수체 박막의 정확한 응력조절($\leq 5 \times 10^7 \text{ dyne/cm}^2$ 인장응력)이라 할 수 있으며 그 이유는 이런 응력으로 인하여 membrane위의 흡수체 패턴이 이동할 수 있기 때문이다. X-ray mask의 흡수체로 다양한 재료들이 연구되었으며 그 중 텅스텐은 높은 밀도로 인한 x-ray 흡수가 크고 SiC와 같은 membrane 재료의 열팽창계수와 비슷하기 때문에 가장 많이 이용되고 있으나 텅스텐 스퍼터링시 잔류응력조절이 어렵다는 단점이 지적되고 있다.

본 연구에서는 스퍼터링 gas로 Ar/N₂비를 변화 시켜가며 텅스텐을 증착시킨후 stress measurement system, XRD, AES/XPS, SEM, AFM을 이용하여 잔류응력, 결정구조, 화학분석, 미세구조, 표면평활도를 측정하였다. 기본적으로 모든 증착조건에서 스퍼터링 압력이 증가함에 따라 잔류응력은 압축응력에서 인장응력으로 증가하였으며 계속해서 압력이 증가할수록 최대의 인장잔류응력을 나타내고 다시 인장응력에서 압축응력으로 감소를 나타내었다. 이로써 적정잔류응력($\leq 5 \times 10^7 \text{ dyne/cm}^2$ 인장응력)을 나타내는 스퍼터링 압력이 두 곳에서 존재함을 알 수 있었으며 시간에 따른 응력의 안정성은 낮은 압력에서 증착시킨 박막의 경우 안정한 경향을 나타내었지만 높은 압력에서 증착시킨 박막의 경우 매우 불안정한 거동이 관찰되었다. 스퍼터링 gas로 Ar에 N₂를 첨가했을 경우 최대인장 잔류응력이 감소하는 경향을 나타내었다. 압력에 따른 박막의 밀도는 점차 감소함을 보였으며 N₂양이 증가함에 따라 박막의 밀도는 더욱 감소하는 경향을 나타내었다.

따라서, 스퍼터링 gas로 Ar을 이용하였을때와 Ar에 N₂를 첨가시켰을때의 잔류응력조절가능성과 다른 물리적 특성과의 관계성에 대하여 논의 할 것이다.