

Cu의 확산방지막으로서 Nb-Si-N의 열적안정성

The Thermal Stability of Nb-Si-N as Diffusion Barrier

배형진, 신영훈, 이종무
인하대학교 금속공학과

1. 서론

Cu는 Al보다 비저항이 더 낮고, electromigration과 stressmigration에 대한 내성이 더 강하기 때문에 Al을 대신할 상부배선 재료로 널리 연구되어지고 있다. 그러나 Cu는 SiO₂ 층내를 확산하여 Si 기판과 반응을 하므로 이러한 열적 불안정성을 제거하기 위하여 Cu와 SiO₂ 사이에 확산방지막을 함께 사용하여야한다. 지금까지 Cu 배선용 barrier재료로 수많은 천이금속 및 그 화합물들이 연구되었다. 그 중 TiN과 같은 이원계 화합물들이 주로 연구되고 고온 안정성이 우수한 것으로 보고된 삼원계 화합물에 관해서는 거의 연구되지 못하였다.

본 연구에서는 반응성 스퍼터링법으로 결정화 온도가 매우 높은 비정질의 삼원계 화합물인 Nb-Si-N을 Si wafer 위에 증착한 후, 그 위에 구리막을 증착하고 여러 온도에서 열처리를 하여 barrier의 특성을 잃게되는 온도를 조사하였다.

2. 실험 방법

실험에 사용한 기판은 비저항이 5Ωcm인 n-type Si(100) wafer였으며 실리콘 자연산화막을 제거하기 위하여 HF용액(HF:dilluted water =1:20)에서 2분간 처리한 후, DI water 내에서 충분히 세척하였다. Nb-Si-N 막은 각각 Nb₂Si 타겟을 Ar+N₂ 분위기하에서 reactive sputtering법으로 증착하였다. 이때의 기본 진공은 Turbo molecular pump를 이용하여 1×10⁻⁶ Torr이하로 유지하였고, DC plasma 전력밀도는 2.2W/cm², 증착압력은 10mTorr로 고정시켰다. N₂/Ar의 비율은 5%, 10%, 15%, 20%, 30%로 하였다. 이렇게 준비된 Nb-Si-N/Si 시편 위에 이들의 열처리 온도에 따른 diffusion barrier특성을 관찰하기 위하여 스퍼터링법으로 Cu를 약1000Å 증착한 후 7×10⁻⁷Torr이하에서 50℃간격으로 600℃ ~ 750℃까지 30분간 진공열처리를 하였다. 각각의 완성된 시편들은 four point probe와, XRD(X-ray diffractometer, Cu Kα), AES(Auger Electron Spectroscopy)를 이용하여 분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

Nb-Si-N막의 특성은 XRD와 AES depth profiling을 이용하여 질소 유량의 변화에 따른 최적 유량비를 도출한 후, 여러 온도에서 열처리를 하여 확산 방지막으로서의 특성을 규명하였다. Nb-Si-N막은 N₂/Ar비를 5%로 할 때 가장 우수한 barrier 특성을 나타낸다. Nb-Si-N은 700℃에서 불량이 발생하는데, 이것은 Cu 원자들이 Nb-Si-N층을 통과한 다음 Nb-Si-N/Si 계면에서 Si 기판내의 Si 원자들과 반응하여 Cu₃Si를 생성함으로써 불량이 발생하게 된다. XRD 분석을 통하여 알 수 있듯이 700℃에서 Cu/Nb-Si-N/Si계면에 Nb-Si-N의 결정화가 일어나지 않았음을 알 수 있다. 그러므로 Nb-Si-N의 불량은 결정화와는 직접적인 관계가 없다고 할 수 있다.