

## Cu diffusion barrier로서의 Ta-Si-N 화합물의 특성에 관한 연구

## Studies on the Ta-Si-N alloy as a Cu diffusion barrier

신영훈, 김종철\*, 이종무  
 인하대학교 금속공학과  
 \*현대전자 메모리 연구소

## 1. 서론

Cu는 Al보다 비저항이 더 낮고 electromigration에 대한 내성이 더 강하기 때문에<sup>1)</sup> 앞으로 Al을 대신할 집적회로의 새로운 상부배선 재료로 널리 연구되고 있다. Cu배선을 실제로 생산에 적용하기 위해서는 해결해야 할 문제점들이 많은데, Cu의 열적안정성 문제가 그 중 하나이다. Cu는 Si substrate와 직접 contact하고 있을 경우는 물론, SiO<sub>2</sub>등의 절연층과 접촉하고 있을 경우에도 절연막을 통과하여 active region내로 확산 침투할 수 있다. 따라서 이러한 열적 불안정성을 제거하기 위하여 Cu배선은 diffusion barrier와 함께 사용되어야 한다. 지난 수년간 세계 각국에서 Cu배선용 barrier재료로 수많은 금속 및 화합물들이 연구되었다.

본 연구에서는 Si wafer위에 reactive sputtering법으로 TaN과 TaSi<sub>x</sub>N<sub>y</sub>를 증착한 후 구리를 입혀 여러 온도에서 열처리하여 barrier가 fail하는 온도를 알아냈다.

## 2. 실험 방법

기판으로는 비저항이 5 μΩ cm인 n-type Si(100) wafer를 사용하였고, HF용액(HF : DI water = 4 : 1) 에칭과 DI water rinse, N<sub>2</sub> blowing을 실시하여 자연산화막을 제거하였다. TaN과 TaSi<sub>x</sub>N<sub>y</sub>막은 각각 Ta와 Ta<sub>2</sub>Si<sub>3</sub> 타겟을 사용하여 Ar+N<sub>2</sub> 분위기하에서 reactive sputtering법으로 증착하였다. 기본진공은 Rotary pump와 Turbo molecular pump를 이용하여 1×10<sup>-6</sup>Torr이하로 유지하였고, DC plasma power는 100W, 증착압력은 10mTorr로 고정시켰다. TaN의 경우 분위기 중의 N<sub>2</sub>/Ar의 비율은 1/3이고, TaSi<sub>x</sub>N<sub>y</sub>의 경우에는 5%, 7.5%, 10%, 15%, 20%로 하였다. 이렇게 준비된 시편들의 열처리 온도에 따른 barrier특성을 관찰하기 위해 sputtering법으로 Cu를 약 100nm 증착한 후 9×10<sup>-7</sup>Torr이하에서 50℃ 간격으로 30분간 진공열처리를 행하였다. 분석방법으로는 four point probe, XRD, TEM, AES등을 사용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

TaN을 barrier로 한 경우 XRD 분석결과 650℃에서 Cu<sub>3</sub>Si 피크가 미세하게 나타나기 시작하였고 800℃에서는 피크의 세기가 매우 커졌고, Cu<sub>4</sub>Si피크도 나타났으며, sheet resistance도 800℃에서 크게 증가하였다.

한편, TaSi<sub>x</sub>N<sub>y</sub>를 barrier로 한 경우에는 N<sub>2</sub>/Ar의 비가 15%일 때 가장 좋은 열적안정성을 보였고, 이 경우 900℃에서 미세한 Cu<sub>3</sub>Si 피크가 처음 나타나기 시작하였고, sheet resistance도 이 온도에서 증가하였으며, AES depth profile을 분석한 결과 구리가 TaSi<sub>x</sub>N<sub>y</sub>를 통과하여 Si substrate로 확산하여 들어갔음이 확인되었다. 이상으로부터 Cu diffusion barrier로서의 TaN과 TaSi<sub>x</sub>N<sub>y</sub>의 failure 온도는 각각 650℃와 900℃임을 알 수 있었다.

## 4. 참고문헌

- 1) J. D. McBrayer, R. M. Swanson, T. W. Sigmon, J. Electrochem. Soc., 133(6), pp. 1242 (1986).