

구리확산방지막으로서 Molybdenum Nitride 박막의 열적안정성 연구

(Thermal Stability of Molybdenum Nitride Thin Film
as a Copper Diffusion Barrier)

한양대학교 금속공학과 이정엽, 이재석, 박종완
국립공업기술원 종합분석부 오경희

1. 서론

ULSI 소자의 집적도로 인하여 design rule이 0.15~0.1 μ m로 감소되어질 전망이다. 이에 RC time delay가 고속 회로를 수행하는데 중요한 issue가 되었다. 그러므로 비저항이 비교적 낮은 구리가 알루미늄 배선재료를 대체할 유력한 물질로 예상되고 있다. 그러나 구리는 낮은 온도에서도 Si과 반응을 하여 소자작동의 열화를 가져오게 된다. 따라서 구리확산방지막이 필수적이다. 금속질화물은 그 전기전도도가 높고 열적안정성이 우수하며 foreign atom의 확산에 대한 저항성이 좋아 구리 확산방지막으로서 유력하다. 그 중 molybdenum nitride 박막 역시 우수한 열적안정성과 전기적 전도도를 가지고 있어 내마모 코팅(hard coating), 초전도체(superconductor), 알루미늄 확산방지막, gate metal, 고유전 전극물질로 연구되고 있지만 아직 구리 확산방지막에 대한 연구는 실시된 바가 없었다. 따라서 본 실험에서는 구리확산방지막으로서 molybdenum nitride 박막의 열적안정성과 신뢰성에 대하여 연구하였다.

2. 실험방법

P-type (100) Si기판위에 N₂ 반응성 가스와 Mo target을 사용하여 reactive d.c. magnetron sputtering법에 의해 molybdenum nitride 박막을 증착하였다. 이 후 N₂ 분위기에서 600~850 $^{\circ}$ C까지 50 $^{\circ}$ C 간격으로 30분간 열처리하여 molybdenum nitride 박막의 전기적·물리적 특성을 조사하였다. 또한 molybdenum nitride 박막의 구리확산방지막으로서의 거동을 관찰하기 위하여 증착된 molybdenum nitride 박막위에 evaporation법으로 구리를 증착한 후 N₂ 분위기에서 600~850 $^{\circ}$ C까지 50 $^{\circ}$ C 간격으로 30분간 열처리하여 molybdenum nitride 박막의 구조와 확산방지막의 특성간의 관계를 조사하였다. 이는 RBS(Rutherford backscattering spectrometry), XPS(X-ray photoelectron spectroscopy) 그리고 Nomarski microscope 등에 의해 분석되었다.

3. 실험결과

γ -Mo₂N/Si 박막을 열처리했을 경우 650 $^{\circ}$ C까지는 안정한 상을 보였으나 700 $^{\circ}$ C 열처리시 molybdenum silicide가 형성되었으며 열처리온도가 증가할수록 또 다른 상의 molybdenum silicide가 형성됨을 알 수 있었다. Cu/ γ -Mo₂N/Si 박막을 열처리했을 경우 600 $^{\circ}$ C까지는 안정하였으나 650 $^{\circ}$ C 열처리부터 확산방지막의 파괴가 시작되어 열처리온도가 증가할수록 Cu와 Si 사이의 계면반응이 증가하여 서로 intermixing됨을 알 수 있었다.

4. 참고문헌

- [1] A. Kaloyeros, in Advanced Metallization for ULSI Applications in 1993, edited by D. P. Favreau, Y. Shacham diamand and Y. Horiike (Materials Research Society, Pittsburgh, PA, 1994) p.569
- [2] M. A. Nicolet, Thin Solid Films, 52, 1978, p.415
- [3] D. Gupta and P. S. Ho, Diffusion Phenomena in Thin Films and Microelectronic Materials, Noyes Publications, p.432
- [4] S. Wolf, " Silicon Processing for the VLSI Era ", Vol. 2, Process Integration, Lattice Press, p.121