

Reactive Sputtering 법으로 제조된 Tungsten Nitride 박막의 열적 안정성 및 전기저항 Thermal Stability and Electrical Resistivity of Reactively Sputtered Amorphous Tungsten Nitride Film

이기선, 이병학*, 손동균*
공주대학교 공과대학 신소재공학부
*LG반도체(주) 기반기술연구소

1. 서론

초대규모 집적회로(ULSI Circuits)의 집적도 증가는 Gate의 RC-delay를 증가시킨다. 이를 개선하기 위해 W/poly-Si gate 구조가 대안으로 제시되고 있으나, 약 600°C 이상의 온도에 노출될 때에 W와 Si의 계면에서 생성되는 침상(spike)의 tungsten silicide(WSix)는 gate line의 단락 및 저항을 증가시켜 MOS 특성의 열화를 초래한다고 보고되고 있다. 확산 장벽층(diffusion barrier layer)이 필요하며, tungsten nitride, tungsten silicon nitride, TiN 등의 재료가 보고되고 있다. 이 연구에서는 공정을 단순화하고 추가적인 확산 장벽층이 없는 새로운 개념의 W/poly-Si gate 구조를 제시하고자 한다.

2. 실험방법

기판은 결정면이 (100)인 n-type silicon wafer상에 SiO₂ 를 약 70Å 형성시켜 사용하였다. WN_x film은 Ar+N₂ gas 분위기에서 W target의 sputtering에 의해 reactive sputtering 법으로 제조되었다. 박막내의 질소 농도는 유입 가스의 질소 비율 N₂/(N₂+Ar)에 의해 조절되었고, 증착 속도를 고려하여 박막의 두께는 1000Å으로 일정하게 유지하였다. 박막의 열처리에는 급속열처리(RTP: Rapid Thermal Processing)장치를 이용하여 온도 873~1273K, 시간 1min의 조건으로 실시되었다. 박막의 결정구조 및 계면 반응은 X-ray diffraction법과 TEM으로 조사되었고, 전기저항은 Prometrix(Omnimap R55 model) 장비에 의해 4 단자법(four point probe method)으로 평가되었다.

3. 결과 및 고찰

제조된 tungsten nitride(WN_x) film의 질소 조성은 10~40% 범위이었다. W₆₇N₃₃ 비정질 박막은 고온에서 RTP법으로 열처리함으로써 amorphous WN_x→crystalline W₂N→α-W 단계로 상변태되며, 이를 통해서 파잉의 질소가 방출되었다. 비정질상태에서는 175μΩ-cm의 높은 저항을 나타냈으나, 열처리 온도의 증가에 따라 급격히 감소하였고, 1273K에서 1분 열처리하였을 때 약 12μΩ-cm로 감소되었다.

열처리된 tungsten nitride와 Si의 계면에는 spike형의 tungsten silicide는 관찰되지 않았다. 오히려, 열처리로 인해서 방출된 질소의 일부가 W/poly-Si 계면에 편석되어 자발적으로 얇고 균일한 Si₃N₄ 결정 층의 형성을 유도하였다. 이러한 Si₃N₄ 결정 층이 silicidation을 억제하는 확산 장벽(diffusion barrier)의 역할을 하는 것으로 보였다.

4. 결론

Reactive Sputtering 법으로 비정질 tungsten nitride(WN_x) film은 고온에서 급속 열처리함으로써 결정화될 수 있다. 이러한 결정화 과정을 통해서 전기저항이 낮은 결정질의 순수한 α-tungsten 박막을 얻을 수 있으며, 방출된 질소의 일부가 W/poly-Si 계면에 편석되어 자발적으로 얇고 균일한 Si₃N₄ 결정 층을 형성한다. 이러한 Si₃N₄ 결정 층은 silicidation을 억제하는 확산 장벽(diffusion barrier)의 역할을 하였다.

참고문헌

1. K. Kasai, Y. Akasaka, *IEDM* (1993) 497
2. Wittner, *J. Vac. Sci. Technol.*, A3 (1985) 1797