

Ta₂O₅ 커패시터의 전극에 관한 연구

장영돈 김종진 신인철* 박용현** 김홍배*

*청주대학교 반도체공학과

** 공군사관학교 물리학과

1. 서론

유전체로서 탄탈륨 산화물은 고유전 상수(ϵ_r : 20-25)를 갖는다는 장점으로 인하여 VLSI의 유전물질로 사용될수 있으나, 누설전류 특성에 문제가 있어서 이를 개선하기 위해 많은 연구가 집중되고 있다. 자외선 방사를 이용한 오존(O₃) 어닐링과 건식산화물 순차적으로 시행하거나, 반응성 스퍼터링과 양극산화를 병행하거나, 구조적 측면에서 실리콘 산화막과 조합한 다층 유전 박막, 또는 다결정 실리콘과 조합한 다층 유전 박막을 사용하여 누설전류를 감소시킬 수 있다. 그러나, 탄탈륨 산화막을 고밀도 DRAM의 유전체로 사용하려면 이에 알맞은 전극물질의 연구가 뒤따라야 된다.

이러한 전극물질은 Al, Barrier Metal, Silicide 와 고용점 금속으로 크게 나눌 수 있으며, 1960년대 후반에 전극 물질로 알루미늄을 다결정 실리콘으로 대체된 것처럼 고용점 금속들이 VLSI의 새로운 전극 대체 물질로 대두되었다.

한편 대표적인 고용점 금속으로 텅스텐등을 들 수 있다. 텅스텐은 저항율이 다결정 실리콘보다 적은 $5.3\mu\Omega\text{cm}$ 정도이고, n+와 p+ 실리콘 사이의 일함수는 4.6 eV 이며, 또한 미세한 패턴이 가능하고, 알루미늄의 단점인 electromigration 특성의 극복으로 인해 높은 동작온도 또는 높은 전류밀도를 요구하는 경우에 적합하다.

소자의 안정도는 매우 중요한데, 이는 전극물질과 유전체 사이의 계면에 따라 큰영향을 받는 것으로 그동안 연구되어왔다. 본연구에서는 누설전류를 통하여 텅스텐과 탄탈륨 산화물사이의 안정성을 연구하려한다.

2. 실험방법

MOS 커패시터는 Ta₂O₅/Poly-Si/Si 구조를 갖고있는 웨이퍼위에 유전체와 접착성이 우수하고, 텅스텐 산화방지와 유전체 손상을 제거하기 위해 순도 99.95%의 텅스텐 타겟을 DC 스퍼터로 증착시켰다. 텅스텐은 -300V, 0.2A의 바이어스와 3mTorr의 Ar 분위기에서 증착시키며, 타겟 표면으로부터 불순물을 제거하기 위해 presputter를 15분 행한후 15분동안 sputter를 행했다.

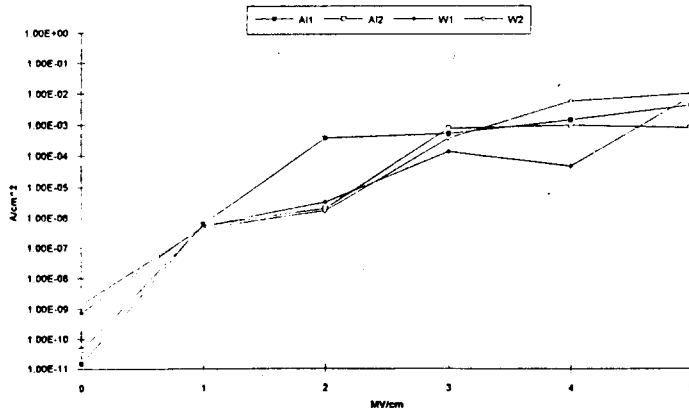
500℃에서 30분간 열처리를 하였으며, 열처리시 불순물, 특히 산소의 영향을 줄이기 위해 다음과 같은 방법을 이용하였다. 박막이 증착된 커패시터를 진공조안에 넣고 진공을 30mTorr 이하로 낮춘 후 N₂ 기체를 채웠으며, 이러한 방법으로 초기 진공조내에 존재하는 불순물및 잔여가스를 최대한 제거하였다.

유전체와 전극의 안정성을 측정하기 위한 가장 유용한 방법인 누설전류는 pA meter/DC voltage source (HP4140B)로 측정하였다.

3. 결과 및 결론

텅스텐의 일함수는 4.6eV로 알려져 있고, 저항율은 1960년대 후반 전극물질로 사용된 다결정 실리콘의 저항율 보다 작은 $5.3 \mu\Omega\text{cm}$ 정도로 VLSI의 전극물질로 고려될수있다. 그러나, 전극으로 사용하기에 적당한 박막은 단지 실리콘과의 적당한 일함수, 낮은 저항율 만으로 선택되어서는 안되며, 유전체와의 안정성을 반드시 고려하여야한다.

유전체와 전극물질사이의 안정성을 측정하기 위한 가장 유용한 방법은 누설전류를 축적영역에서 측정하는것이며, 실험결과 안정된 누설전류특성을 갖는다.



앞으로 멀지 않은 장래에 실리콘 산화막의 유전상수 한계에 의하여 고유전상수를 갖는 탄탈륨 산화막으로 교체될것이며, 이때 텅스텐은 적당한 일함수, 낮은 저항율에 부가해서 탄탈륨 산화물과의 안정적 특성을 갖으므로, 전극으로 사용될 물질이라는 것을 결론으로 할수있다.