

Co/Ti 이중막을 이용한 CoSi_2 의 형성 (Formation of CoSi_2 on Si(100) using Co/Ti Bilayer)

한양대학교 홍성수, 송진태

단국대학교 임우용, 장호정, 장지근

실리사이드를 256M DRAM이상의 초고집적 소자에 사용되는 Ultra Shallow Junction ($X_j < 0.15\mu\text{m}$)에 적용하기 위해서는 500\AA 이하의 두께의 평탄한 계면이 요구된다. 기존의 코발트막을 증착하고 열처리하는 방법으로 형성시킨 실리사이드는 계면거칠기가 심하여 고온 후속공정시의 계면구조의 안정성의 문제로 Ultra Shallow Junction에의 적용이 의문시되고 있다. 이에 대한 대안으로 코발트와 실리콘 사이에 타이타늄을 증착하여 열처리하여 실리사이드를 형성하는 방법이 제시되었다. 이중막을 열처리할 경우 실리콘 타이타늄계면에서는 실리콘이 주 확산 물질이고 실리콘 코발트계면에서는 코발트가 주확산물질이기 때문에 열처리 진행시 코발트막과 타이타늄막이 역전되어 평탄한 계면과 실리콘과 정합관계의 코발트 실리사이드를 형성시키게 된다.

이것은 다음의 두 가지의 가설로 설명이 가능한데 첫째로, 코발트보다 산소와의 반응성이 큰 타이타늄을 사이에 증착시킴으로써 실리콘 기판위에 존재하는 자연산화막(native oxide)을 환원시켜 전 계면에 걸쳐 코발트가 더욱 깨끗한 실리콘과 반응할 수 있는 조건을 제공해 준다. 둘째로, 코발트 실리사이드는 형성시 최종상인 CoSi_2 가 형성되기 전에 두 개의 중간상을 갖는데 Co_2Si 와 CoSi 가 이들 중간상이다. 최종상인 CoSi_2 는 실리콘과 격자 부정합(lattice mismatch)이 1.2%밖에 되지 않는 CaF_2 구조를 갖지만 이들 중간상은 각각 orthorhombic, B-20 type cubic(lattice mismatch~20%)의 구조를 갖는다. 따라서 기존의 단일막으로 형성시킬 경우 확인된 $\text{Co}_2\text{Si} \rightarrow \text{CoSi} \rightarrow \text{CoSi}_2$ 의 상형성 과정으로는 최종상이 실리콘과의 격자 부정합이 적은 우수한 특성을 가지고 있더라도 실리콘과 정합관계로 형성시키기는 어려운 것이다. 하지만 코발트와 타이타늄의 이중막구조로부터 실리사이드를 형성시킬 경우에는 타이타늄막이 반응에 참여하여 중간상형성온도에서 중간상의 형성을 억제하는 역할을 함으로써 정합관계인 실리사이드형성이 가능하다는 가설이다.

(100)실리콘웨이퍼에 전자선 증발법으로 증착한 코발트/타이타늄 이중막을 이용하여 코발트 실리사이드를 형성시키는 연구를 수행하였다. 코발트층의 두께는 200\AA 으로 고정하였고 타이타늄층의 두께를 150, 200, 250\AA 으로 변화시켰고 급속열처리 분위기를 타이타늄과 반응성이 있는 질소분위기와 반응성이 없는 아르곤분위기로 나누어서 실험하였다. 각각의 조건에서 대부분 표면거칠기가 거의 없고 실리콘 (100)과 정합관계를 갖는 실리사이드가 형성되었다. 각 조건에서 형성된 실리사이드를 열처리온도에 따른 면저항값 변화, XRD에 의한 상변화분석, 단면 TEM에 의한 계면 형상과 막형성 정도, EDX에 의한 각 막의 성분분석, SEM에 의한 표면 상태분석, AES에 의한 각 성분의 Depth profile등의 분석을 행하였다. 분석 결과 열처리초기 타이타늄에 의한 산소환원이 생기는 것으로 확인되었고, 코발트, 타이타늄, 실리콘의 삼원계 중간상이 형성됨을 확인할 수 있었다.