

(100)Si에서 Co/Ta bilayer metal을 이용한 CoSi₂ 에피층 성장에 관한 연구

서울대학교 공과대학 무기재료공학과
변정수, 김형준

A Study on the Formation of CoSi₂ Epitaxial Layer on (100) Si in Co/Ta bilayer

Jeong Soo Byun, and Hyeong Joon Kim
Department of Inorganic Materials Engineering, Seoul National University,
151-742, Korea

반도체소자 제조기술의 발달에 따라서 source/drain 접촉의 기생저항과 접촉저항을 감소시키기 위하여 CoSi₂(1) 등의 실리사이드 형성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 실리사이드 형성시 기판의 실리콘이 많이 소모되고 CoSi₂-Si계면의 굴곡을 심하다는 문제가 있다. 그런데 CoSi₂는 격자상수가 Si와 거의 같기 때문에 에피층 성장이 가능하고 MBE(2) 와 ion beam beam mixing(3) 등의 기술을 이용한 에피층 성장 결과가 보고되고있다. 본 연구에서는 Co monolayer의 실리사이드 형성과 Co층과 Si 기판 사이에 Ta 박막이 삽입된 형태의 Co/Ta bilayer 를 이용한 실리사이드를 비교하였으며, Co/Ta bilayer의 실리사이드의 결과로서 CoSi₂ 에피층이 성장되는 것을 확인하였다.

실험방법

(100) 실리콘 웨이퍼를 H₂SO₄/H₂O₂ 와 10:1 HF 용액을 이용하여 세척한 후 99.9% 순도의 Co와 Ta이 장착된 e-gun 에 장착하였다. Sublimation pump와 getter pump를 이용하여 5×10⁻⁷ torr 이하로 진공을 유지한 후 실리콘 기판에 25nm 두께의 Co monolayer를 증착하였다. 또한 3.5nm 두께의 Ta과 25nm 두께의 Co 박막을 연속적으로 증착하여 bilayer 박막을 형성하였다. RTP(A.G. Associate Heatpulse)를 이용하여 500°C-1000°C의 온도범위에서 N₂ 또는 NH₃ 분위기에서 20 초 동안 열처리를 하였다. 열처리가 끝난 시편의 조성과 구조는 XRD(Rigaku), TEM(Phillips CM-20), 4-point probe를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

Co monolayer를 이용하여 형성된 실리사이드는 500°C 열처리 후에는 CoSi 상이 생성

되었고 700°C 이상의 열처리 후에는 CoSi₂ 상이 생성되었으며 일반적으로 보고되는 바와 같이 CoSi₂-Si 계면이 불균일한 실리사이드 층을 형성하였다. 한편 Co/Ta bilayer는 600°C에서 CoSi₂, CoSi, Co₂Si 층이 형성되었으며, 600-800°C 온도 범위에서 Co-excessed metastable Co_{0.745}Ta_{0.255} alloy가 형성되었고, 800°C에서는 Co excessed ternary G-phase인 Co₁₆Ta₆Si₇이 그리고 900°C 이상에서는 TaSi₂ 와 E-phase인 TaCoSi 가 생성되었다. XRD 분석 결과에 의하면 Co monolayer인 경우 CoSi₂ 상의 peak intensity가 (111) > (220) > (311) 이었으나 NH₃ 분위기에서 열처리 한 Co/Ta bilayer에서는 열처리 온도가 증가하면서 glancing-angle XRD에서는 Si 기판과 평행한 (311) peak가 conventional wide-angle XRD에서는 (200) peak 만 관측되었다. 이것은 (100) Si 기판 위에 CoSi₂ 에 피층이 성장하였음을 의미하며 cross-sectional TEM 의 CDF(centered dark field) image 와 SADP(selected area diffraction pattern)을 이용하여 CoSi₂ 와 Si 기판 결정의 모든 면과 방향이 일치하는 정합계면(coherent interface)을 갖는 에피 층이 성장하였음을 확인하였다.

결 론

Co의 oxidation potential이 Si 보다 작기 때문에 Co monolayer를 이용한 실리사이드 형성시 Si 기판위에 생성된 native oxide의 영향을 크게 받는다. 한편 Co/Ta bilayer에서는 Ta 층이 native oxide를 제거하여 atomically clean surface를 생성하며, Co, Ta, 그리고 Si 원자들 간에 형성된 alloy층을 통하여 물질전달제어(mass transfer controlled) 상태에서 전달되는 Co 원자가 표면의 Si원자와 반응하여 영역학적 조건을 만족하는 CoSi₂ 가 생성되며 정합계면을 CoSi₂ 에피층이 성장된다.

1. J.B. Lasky, J.S. Nakos, D.J. Cain, and P.J. Geiss, IEEE Trans. Electron Devices, ED-38, 262 (1991)
2. S.M. Yalisove, R.T. Tung, and D. Loretto, J. Vac. Sci. Technol., A7, 1472 (1989)
3. A. de Veirman, J.Van Landuyt, K.J. Reeson, R. Gwilliam, C. Jeynes, and B.J. Sealy, J. Appl. Phys., 68, 3792 (1990)