

포스터 B-3

고에너지 B주입후 열처리한 Si에서 관찰되는 석출물에 관한 고분해능 투과전자현미경 연구

A High-Resolution Transmission Electron Microscopy Study on the Precipitates Observed in the High Energy B Implanted and Annealed Si

장 기완, 조 남훈*, 노 재상*, 이 정용
한국과학기술원 재료공학과
*홍익대학교 금속·재료공학과

1 MeV 이상의 고에너지 B주입은 soft error방지, 웨이퍼 내 여러 불순물(금속 불순물, C, O 등)제거, bipolar junction transistor의 buried layer형성 등 여러 분야에 응용할 수 있어 최근 활발히 연구가 진행되고 있다. 지금까지의 고에너지 B주입 연구에서는 주로 막 대결합과 전위 쌍극자 등의 확장된 결함들(extended defects)에 관해서만 보고되었다. 본 연구에서는 고에너지 B주입 및 열처리후, Si에서 수 nm정도의 작은 석출물들과 분해된 나선전위를 발견하고, 원자단위까지 관찰할 수 있는 고분해능 투과전자현미경(HRTEM)을 이용하여 분석하였다.

이온 주입은 CZ (001) Si 웨이퍼 표면에 B 이온을 1.5 MeV로 3×10^{14} ions/cm² 만큼 주입하였다. 이온빔에 의한 열처리 효과를 막기 위해 이온빔 전류밀도를 0.17 μ A/cm²로 하였다. 열처리는 시편을 vacuum sealing하여 로에서 1000 °C에서 1시간 하였다. 단면 TEM시편은 2-ton epoxy를 사용해서 sandwich 구조를 만든후 기계적 연마와 Ar ion milling을 통해 제작되었다.

HRTEM 관찰 결과, 고에너지 B주입 및 열처리한 Si에서 2 가지 종류의 석출물이 발견되었다. 하나는 지름이 6 nm정도의 작은 다면체 형태의 Si과 O의 화합물로, Si의 결정면을 따라 경계를 이루고 있다. 다른 하나는 Si과 B의 화합물로, Si의 {111}면을 따라 계면이 형성되어 있다. 두 석출물들은 모두 계면에너지를 최소화하는 형태로 HRTEM 이미지 상에서 육각형 형태로 관찰되었다. 이들은 이온 주입으로 인한 인장이 최대로 걸린 Rp(projected range)근처에 다른 결함들과 고립되어 존재하며, Si격자와의 격자불일치로 인한 인장 응력(tensile stress)을 완화시킨다. 석출물 주위의 Si격자는 strain free하였다. 석출물과 10여 nm정도 떨어져 {111}면상에 놓인 분해된 나선전위들도 발견되었는데, 두 개의 30° 쇼클리 부분전위사이에서 외부적층결함(extrinsic stacking fault)이 존재하였다.

이로써, 고에너지 B주입시 산소등의 불순물은 확장된 결함들에 원자단위로 gettering되는 것이 아니고, 과잉의 Si 침입형 원자들과 함께 작은 석출물을 형성하며 확장된 결함들 근처의 인장 지역(strain region)에 위치함이 밝혀졌다. 분해된 나선전위는 SiO_x석출물 형성시 방출된 Si 침입형 원자들에 기인한다.

포스터 B-3

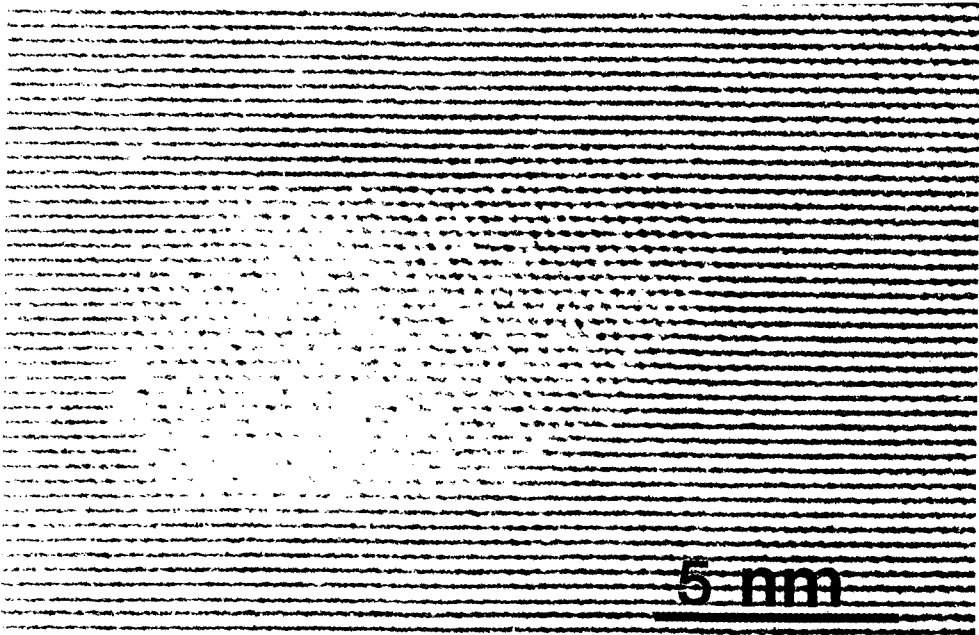


Fig. 1. SiO_x precipitate.

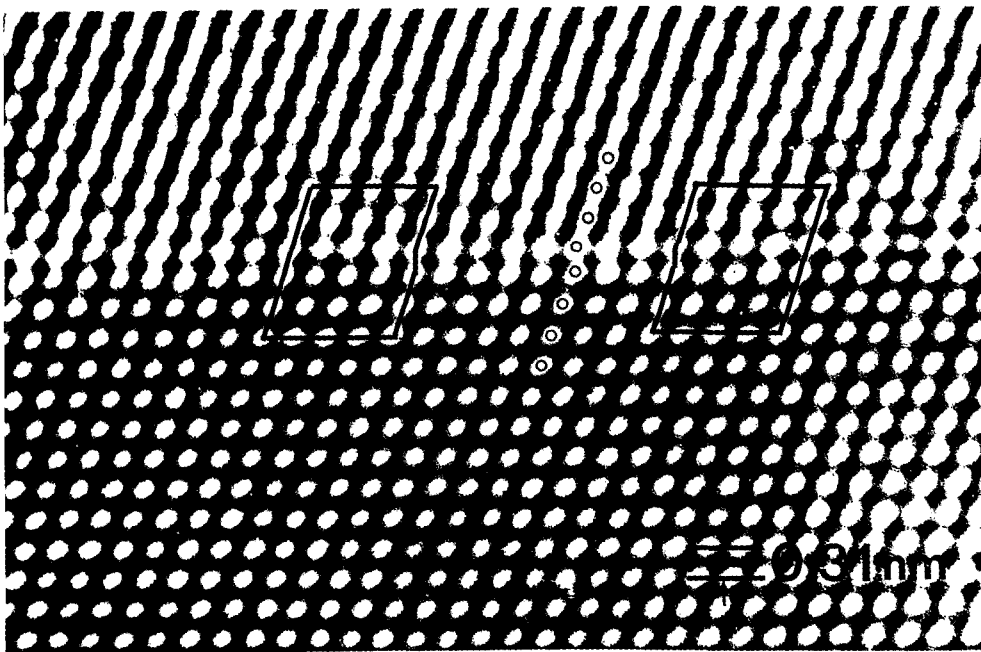


Fig. 2. Dissociated screw dislocation containing the extrinsic stacking fault.