

포스터 B-5

**SiF₄⁺/BF₂⁺ 이중 이온주입법을 이용한
천이 P⁺-N junction 형성에 관한 투과전자현미경 연구**
Transmission Electron Microscopy Study on the Formation of
Shallow P⁺-N Junctions by Dual SiF₄⁺/BF₂⁺ Implantation

김진혁, 백재철*, 김형준*, 이정용

한국과학기술원 재료공학과

*홍익대학교 금속재료공학과

Metal-oxide-semiconductor 소자의 집적도가 증가됨에 따라 0.1 μm 미만의 source/drain junction 깊이를 구현하기 위한 활발한 연구가 진행되고 있다. 현재 가장 유망한 방법으로, 실리콘 기판을 Si⁺, Ge⁺ 등을 이용하여 사전 비정질화(pre-amorphization) 한 후, dopant 이온 주입을 하여 이온주입의 channeling 효과를 최소화하는 연구가 행해지고 있다. 한편 0.1 μm 미만의 junction 깊이를 얻기 위해서는 Si⁺의 이온주입 에너지를 10 keV 정도로 낮추어야 한다. 이러한 낮은 이온주입에너지는 장비의 작동 한계 치에 근접하여 안정된 장비작동에 어려움이 예상된다. 본 연구에서는 이런 문제점을 해결하기 위하여 Si⁺ 대신 SiF⁺를 사용하여 연구하였다. 이 SiF⁺의 사용가능성을 평가하기 위하여 SiF⁺의 주입시 예상되는 비정질화 및 사후열처리 공정 후에 형성되는 결함의 형성 및 분포, 특성 등을 Si⁺주입과 열처리에 경우와 비교하여 투과전자현미경을 이용하여 자세히 연구하였다.

사전 비정질화를 위하여 Si⁺을 30, 60, 100 keV, SiF⁺을 30, 50, 100 keV의 에너지, $2 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 의 양으로 주입하였고, 불순물 주입을 위하여 BF₂⁺를 30 keV의 에너지에서 $2 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 의 양으로 주입하였다. 이온 주입된 시편들을 고상에피성장을 위하여 600 °C에서 1시간 열처리 하였고, 불순물 활성화를 위하여 950 °C에서 10초간 급속열처리하였다. 열처리 전의 비정질화 정도와 열처리 후의 결함의 분포를 투과전자현미경을 이용하여 조사하였다. 사용된 투과전자현미경은 LaB₆ filament를 사용하고 200 kV에서 작동되는 JEOL사의 JEM 2000EX 모델이었다.

Si⁺, SiF⁺의 이온 주입에너지가 30 keV에서 100 keV로 증가할 때 형성되는 비정질층의 두께는 87 nm에서 240 nm, 63 nm에서 170 nm로 증가하였다. 같은 에너지에서 이온 주입하였을 때, SiF⁺ 경우의 비정질층의 두께는 Si⁺ 경우의 비정질층의 두께의 약 72 %의 값을 갖았다. 그림 1은 SiF⁺을 주입한 후 열처리한 시편내에 존재하는 결함의 종류 및 수직분포를 보여주는 단면 투과전자현미경상 사진이다. 불순물이 주입된 후 열처리된 시편에서는 초기 비정질/결정질 계면의 약간 상부에 60° 완전전위, Frank 전위환 등의 격자결합들이 존재하였다. 기판 표면부위에 적층결합, 쌍정, 부분전위 등의 격자 결함이 존재하였으며 표면에서 약 20 nm 정도의 하부에 격자결합들이 무리를 지어 존재하였다. 그림 2는 60° 완전전위를 보여주는 고분해능 투과전자현미경상 사진이다.

포스터 B-5

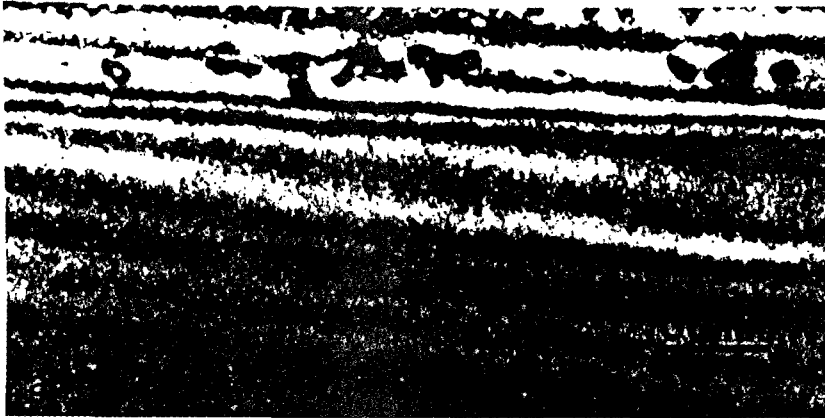


그림 1. SiF_4^+ 를 30 keV, $2 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 로 사전 비정질화 하고, BF_2^+ 를 30 keV, $2 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 로 주입한 후, 600 °C에서 1시간, 950 °C에서 10초간 급속열처리한 시편의 단면 투과전자현미경 명시야상.

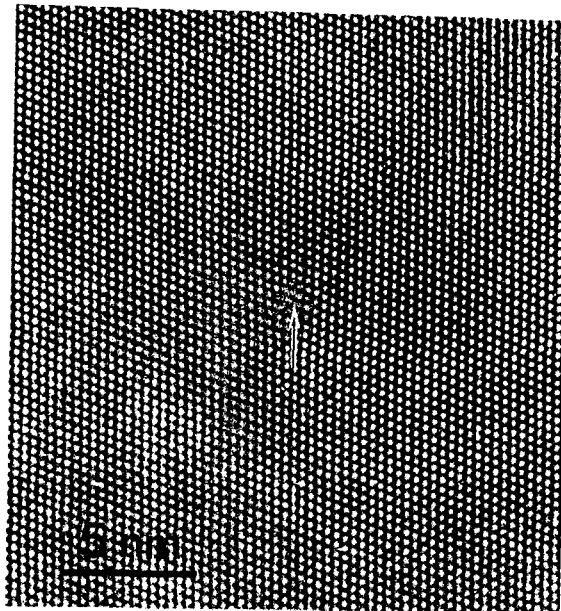


그림 2. 60° 완전전위를 보여주는 고분해능 투과전자현미경상 사진.