

양자선 조사한 Si의 결함연구.
(Defect study of proton-irradiated Si)

한국표준과학연구원 : 조양구, 김창수, 김용일
일본 쓰쿠바대학 : 다나가와 쇼이찌로, 우에도노 아끼라

1. 서론

초클랄스키 성장시킨 Si에서 제일 중요한 불순물은 산소 원소이다. 이 것은 결정성장시의 석영관의 일부가 용해되어 들어오는 경우나 소자 제작중의 여러가지 형태로 섞여들어오는 경우를 들 수 있겠다. 산소원소는 불순물에 대해 gettering 효과가 있으므로 산소와 관련된 결함의 제어는 LSI 공정에서 중요한 기술인 것이다.

2. 실험

사용한 Si 시편은 C_2 성장시킨 Si으로서 (P형, $10\Omega\text{cm}$) 산소농도는 침입형 위치에 있는 것으로 가정하여 $2.2 \times 10^{17} \text{ O/cm}^2$ 와 $8.8 \times 10^{17} \text{ O/cm}^2$ 이었으며 산소농도는 FT-IR법으로 측정하였으며, Conversion factor는 $3.14 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^2$ 이다. 이 두 시편을 65 MeV의 $2.28 \times 10^{17} \text{ P}^+/\text{cm}^2$ 양자선에 노출시켜 조사시켰으며, 조사중 시편의 온도는 실온을 유지하였다.

조사후 양전자 소멸 실험법을 Isochronal annealing을 행함으로써 실온부터 1000°C 부근까지 가열시킨 후 결함의 회복거동을 관찰하였다.

3. 결과

산소농도가 각각 $2.2 \times 10^{17} \text{ O/cm}^2$ 와 $8.8 \times 10^{17} \text{ O/cm}^2$ 인 C_2 -Si 시편에 65 MeV proton 조사한 후의 Si의 열처리 회복에 대한 S 측정값을 관찰하면 실온부근에서 S 값의 커다란 변화가 나타나는데 이는 Vacancy-type의 결함에 의한 값임을 알 수 있다. 또한 S값이 200°C 근처에서 약간 변하고 500°C 부근에서 급격하게 감소하는 것을 볼 수 있다. 이 감소는 Vacancy-type의 결함의 열처리에 의한 회복임을 암시한다. 여기서 산소농도 $2.2 \times 10^{17} \text{ O/cm}^2$ 인 시편의 S값의 변화가 $8.8 \times 10^{17} \text{ O/cm}^2$ 인 시편보다 실온에서부터 300°C 부근 까지에서는 더 큰 것을 알 수 있다. 참고로 이 두 시편의 $60 \sim 1000^\circ\text{C}$ 부근 S값은 거의 비슷하다.

4. 결론

65 MeV proton 조사시킨 C_2 -Si 시편에서 결함연구에 대해 보고하였다. 양전자 도플러 퍼짐현상 오도를 변화시켜 가며 측정하였다. 산소농도 $2.2 \times 10^{17} \text{ O/cm}^2$ 인 시편이 산소농도 $8.8 \times 10^{17} \text{ O/cm}^2$ 인 시편에 비해 실온서 부터 300°C 사이에서 S 값의 변화가 더 컸다. 이 결과는 vacancy-Oxygen 복합물이 C_2 -Si의 산소농도가 높을 수록 생겼음을 보여준다. 이러한 결과들로 부터 200°C 이사에서 di-vacancy가 이동을 하며 vacancy-Oxygen 화합물을 생성한다는 것을 알았다.