

**Ion Channeling, TEM 그리고 TW를 이용한 Ar⁺ 이온주입된
실리콘에서의 열처리과정연구**
**A Study on Annealing Process of Ar⁺ Implanted Silicon
Using Ion Channeling, TEM and TW**

한국전자통신연구소 이상환, 조 경익, 권 오준
산업과학기술연구소 김 광 일

MeV의 He⁺ 이온빔을 사용하는 Ion channeling 분석은 격자결함(disordered atoms)의 정량분석, 단결정의 결정성 평가, 그리고 격자 변위의 측정 등에 유용한 분석기술이다. Ion channeling 분석으로부터 결정결함에 대한 정보를 얻기 위해서는 channeling 스펙트럼의 수치적 해석이 필요하다. 최근에 반도체 제조공정에서 많이 사용되고 있는 Thermal wave (TW) modulated reflectance 분석은 이온주입 도즈의 모니터링, 결정내 결정결함의 측정, 그리고 박막내 공공과 같은 결함의 관찰^{1,2)}에 많이 이용되고 있으나 결함의 형태 차이와 TW 강도의 상관관계는 아직 잘 알려지지 않았다. 본 연구에서는 Ar⁺ 이온주입된 실리콘의 재결정화 과정에서 나타나는 여러가지 형태의 결정결함에 대하여, TEM으로 결함의 종류를 분석하였고, Ion channeling 분석과 스펙트럼의 수치적 해석을 통하여 disorder된 원자의 밀도, 결함에 의한 dechanneling 확률을 계산하였다. 그리고 Therna Wave 장치를 이용하여 각각의 열처리 온도에서의 TW 강도를 측정하였다.

(100) 실리콘 웨이퍼에 $1 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 의 Ar⁺을 각각 100 keV 및 1MeV로 이온주입하여 표면 및 매몰 비정질층을 형성한 다음 500 °C에서 1100 °C의 온도 구간에서 각각 10초간 N₂분위기에서 급속 열처리하였다.

표면 비정질층은 625 °C에서부터 재결정화되기 시작하여 750 °C에서 완료되었다. 재결정화된 층은 1100 °C까지의 열처리 온도에서 높은 결함 밀도를 가진 결정상태로 남아 있었다. 매몰 비정질층은 500 °C부터 재결정화되기 시작하여 650 °C에서 완료 되었으며, 재결정화된 영역에는 전위 환과 같은 잔류결함이 형성되었다. Ion channeling 스펙트럼으로부터 얻어진 disorder 원자의 깊이 분포는 TEM으로 관찰된 비정질층의 두께 감소 및 확장결함(extended defects)의 형성과 잘 일치하였고, dechanneling 단면적은 비정질층과 확장결함에 대해 각기 다른 값을 보였다. TW 강도는 비정질층의 두께 감소와 대체로 잘 일치하였으나, 이온주입시에 형성된 공공과 표면 비정질층의 재결정화 과정에서 형성되는 Ar bubble³⁾ 등에 특히 민감하였고 확장결함의 변화에 대해서는 큰 변화를 보이지 않았다.

참고문헌

1. S. Wurm, et al., Appl. Phys. A87, (1988) 147.
2. W. L. Smith, et el., Solid State Tech. Jan. (1986) 851.
3. P. Revesz, M. Wittmer, J. Roth, and J. W. Mayer, Appl. Phys. 49 (1978) 5199