

Buried Layer를 포함한 CMOS Retrograde Well 형성시 Threading Dislocation에 관한 연구

(A Study on the Threading Dislocations in the Fabrication of CMOS Retrograde Well Including A Buried Layer)

홍익대학교 금속·재료공학과 장윤택, 허태훈, 노재상

1. 서론 :

반도체 소자 제조시 고에너지(≥ 1 MeV) 이온주입 기술을 이용하여 well 하단부에 고농도로 doping된 buried layer를 형성시킴으로써 soft error 및 latchup 특성을 크게 향상시킬 수 있다. 그러나 buried layer 제조시 비교적 높은 조사량($\geq 1 \times 10^{14}/\text{cm}^2$)이 요구됨으로 이온주입시 R_p 부근의 격자결함뿐만 아니라 소자구동영역에도 결함(threading dislocation)이 형성되어 누설전류를 야기시킨다. 본 연구에서는 이온주입 에너지 및 열처리 조건 변화에 따른 소자구동영역에 존재하는 결함거동에 관하여 연구하였다.

2. 실험방법 :

P-type, (100) Si wafer에 1.5 ~ 2.4 MeV, $3 \times 10^{13} \sim 3 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 조건으로 이온주입하여 buried layer를 형성하였다. N_2 분위기의 관상로에서 700~1000°C 열처리를 수행하였다. 소자구동영역에 존재하는 threading dislocation의 밀도 및 분포는 Secco etching 후 광학현미경으로 관찰하였다. 열처리 후 모재내 oxygen의 농도 분포는 SIMS를 사용하여 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰 :

Defect etching에 의해 관찰된 소자구동영역내의 threading dislocation의 밀도는 buried layer 형성시 누설전류 임계거동과 같이 조사량 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 전후에서 증감하였다. Threading dislocation은 열처리 공정 중 R_p 부근으로 부터 표면까지 뻗어나온 dislocation으로 그 형성은 모재내 interstitial oxygen과 깊은 관계가 있음을 SIMS 분석을 통해 알 수 있었다. 모재내 interstitial oxygen의 농도를 낮추기 위하여 이온주입 후 two step annealing(700°C/5hrs.→900°C/1hr.)을 수행함으로써 threading dislocation의 밀도를 감소시킬 수 있었다. 700°C 조건에서 열처리 시간이 증가하여도 threading dislocation을 거의 관찰할 수 없었다. 750°C, 1시간의 열처리 조건에서 R_p 로부터 1 μm 까지 threading dislocation이 형성됨을 관찰하였다. 따라서 threading dislocation의 형성온도는 약 700~750°C 에 있다고 판단된다. 30~60분의 열처리공정 조건에서 junction에 영향을 줄 수 있는 표면으로부터 약 1 μm 미만까지 threading dislocation이 뻗기 위해서는 800°C 이상이 되어야 함을 알 수 있었다. 따라서 threading dislocation의 형성을 억제하기 위해서는 700~900°C의 구간을 빨리 지나가는 RTA공정이 필요하다고 판단된다. 이온주입 에너지를 1.5 MeV에서 2.3 MeV로 증가시킴에 따라 모든 조사량에서 etch pit 밀도의 감소를 관찰할 수 있었다. 고에너지 이온주입시 열처리 후 형성된 dislocation의 밀도나 길이는 조사량에 커다란 영향을 받는다. 동일한 조사량에서 이온주입 에너지 변화에 의해 R_p 값을 증가시키면 표면까지 뻗을 수 있는 threading dislocation의 수가 감소하기 때문이라 판단된다.

4. 참고문헌 :

- 1) J. Y. Cheng, D. J. Eaglesham, D. C. Jacobson, P. A. Stolk, J. L. Benton, and J. M. Poate, J. Appl. Phys., 80(4), (1996), p 2105
- 2) S. M. Hu and W. J. Patrick, J. Appl. Phys., Vol. 46, No. 5, (1975), p1869