

EI9

ULE(ultra low energy)를 이용하여 고조사량 B 이온 주입된
실리콘의 Deactivation 현상에 관한 연구

A Study on the Deactivation in Heavily Boron Implanted Silicon
Using Ultra Low Energy Ion Implantation

유 승 한, 노 재 상

홍익대학교 금속·재료공학과

반도체 소자의 집적도가 급격히 증가함에 따라 트랜지스터의 채널 길이로 대변되는 MOS 소자의 design rule은 deep submicron 단위로 감소하고 있으며, punch through 등의 short channel effect를 방지하기 위해서 이에 상응하는 ultra shallow junction 형성 기술이 필수적으로 해결해야 할 당면 과제로 부각되고 있는 실정이다. 최근 deep submicron 소자를 위한 ultra shallow junction 형성시 종래의 design rule에서는 큰 문제가 되지 않았던 열처리시 초기에 dopant가 급격히 확산하는 TED(transient enhanced diffusion) 현상과 접합 깊이가 줄어들어 따라 면저항 값의 증가가 중요한 문제로 대두되어 지고 있다. 본 연구에서는 최근에 개발되어진 초 저에너지 이온주입기 (Ultra Low Energy Ion Implanter)를 이용하여 고조사량의 B을 이온 주입하여 ultra shallow p+/n junction을 형성하였다. 또한, RTA로 dopants를 활성화 시킨 후 BPSG 평탄화 공정을 위한 후속 furnace annealing 시 면저항 값이 증가하는 deactivation 현상을 관찰하였다.

Czochralski법으로 성장시킨 n-Type (100) Si wafer에 1~5 keV B+ $3 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 와 20keV BF₂+ $3 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 의 조건으로 이온 주입하고 RTA 1000°C, 10초간 열처리를 통해 p+/n 저접합을 형성하였다. RTA 1000°C, 10초간 열처리한 시편들은 700~900°C 후속 furnace 열처리를 하였다.

3keV 및 5keV 에너지를 사용하여 조사량 $3 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 으로 B 이온 주입한 시편들은 450°C에서 1000°C사이에서 30분간 isochronal furnace annealing한 결과 약 700°C까지 면저항이 증가하다가 온도가 증가함에 따라 다시 감소하였다. 20keV BF₂+ $3 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 이온 주입의 경우 비슷한 거동을 보이거나 전체적인 면저항의 값은 낮은 것으로 관찰되었다. 이는 solid phase epitaxy 현상과 관계가 있는 것으로 판단된다. 저접합 형성을 위해서 1000°C-10sec. RTA처리한 시편들은 700°C에서 900°C 사이에서 후속 furnace 열처리시 850°C 까지 면저항 값이 증가하다 다시 감소하는 임계 거동을 관찰하였다. 700°C~850°C 영역에서는 deactivation rate가 diffusivity에 의해 결정되고, 그 이상의 온도에서는 과포화된 B의 concentration 양에 의해 결정된다. 후속 furnace 열처리시 초기에 deactivation 현상이 급격히 발생하는 것이 관찰 되어졌고, 1100°C 이상 RTA 열처리한 시편들은 후속 열처리시 deactivation 현상을 보이지 않았다.