

MeV B⁺ 이온주입에 의한 Self-Gettering 효과(The Effect of Self-Gettering by MeV B⁺ Ion Implantation)홍익대학교 금속·재료공학과 조남훈, 허태훈, 노재상

차세대 CMOS 소자 제조를 위한 retrograde well 및 buried layer 형성 기술로 MeV 이온주입(≥ 1 MeV)기술의 응용이 최근 주목받고 있다. MeV 이온주입 기술은 doping 분야 이외에도 소자 내부에 잔존하는 microdefect 및 불순물들을 gettering하는 기술등에 최근 응용되고 있다. MeV 이온주입 기술을 사용하여 retrograde well 제조시 사용되는 조사량은 약 $10^{13}/\text{cm}^2$ 이하의 낮은 수준이므로 격자결함에 의한 누설전류의 증가 등의 side effect가 적은 것으로 보고되고 있다. 반면 buried layer 형성 공정은 $10^{14}/\text{cm}^2$ 이상의 비교적 높은 조사량이 요구되므로 격자결함에 의한 누설전류를 증가시키는 요인이 될 수 있다. 특히 buried layer 형성시 조사량의 증가에 따라 누설전류의 변화가 특이한 거동을 보이는 것이 보고되고 있다. B 이온주입을 사용하여 buried layer 형성시 조사량 증가시 이에 따른 누설전류는 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 의 조사량까지는 증가하나 이후 급격히 감소하게 되는데 이러한 현상을 self-gettering이라 한다. 그리고 누설전류가 급격히 감소하는 조사량 $3 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 을 magic dose라 지칭한다. 그러나 self-gettering의 원자적 기구에 대한 명확한 이해가 확립되지 않은 실정이다.

본 연구에서는 1.5 MeV B⁺의 조건에서 조사량을 변화시켜 발생하는 이차결합의 생성 및 열처리 거동을 관찰하였다. 또한 열처리 조건을 변화시켜 이차결합의 형성거동을 관찰하였으며 diode를 제작하여 누설전류 밀도의 변화를 관찰하였다. Si 자기이온주입의 경우 as-implanted 상태에서 XTEM 상으로 dark band가 관찰될 경우에만 열처리에 의해 이차결합이 관찰되지만 B의 경우는 조사량 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 혹은 $3 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 의 조건에서 이온주입시 as-implanted 상태에서 XTEM상에서 dark band가 관찰되지 않더라도 열처리에 의해 이차결합이 관찰되었다. R_p 근처에 형성된 이차결합을 생성하는 요체는 Si self-interstitial인데 self-interstitial의 유동도는 이온종류에 민감한 것으로 본실험의 결과로부터 유추할 수 있다. SIMS 분석결과 oxygen의 농도가 R_p 부근에서 높아지는 것을 관찰할 수 있었고 R_p 부근에 형성된 이차결합이 oxygen을 gettering한 결과라 판단된다. 조사량에 따른 누설전류는 역전압 3V를 사용하여 측정하였으며 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 에서 최대치를 나타냈다. 조사량을 $3 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 이상으로 증가시키면 누설전류는 급격히 감소하여 이후 조사량을 $5 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 으로 증가시켜도 그 증가량은 미미하였다. Kuroi등은 이러한 self-gettering 현상을 이차결합이 불순물들이나 microdefect등을 gettering한 것으로 해석하고 있다. 그러나 DLTS 분석결과 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 과 $3 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 의 조사량으로 이온주입한 두 시편 모두 deep level peak을 보이는 것을 관찰하였다. MeV 이온주입시 모재 표면에 vacancy type의 격자결합이 우세하게 존재하는데 조사량 증가에 따라 형성되는 vacancy type의 격자결합은 그 형상을 (divacancy, vacancy cluster...) 달리할 수 있고 그것에 따라 변화되는 에너지 준위는 누설전류에 영향을 미친다고 판단된다.