

Current Problems of High Energy Application in Memory Device Fabrication

민경열, 김춘곤, 김종협, 이순영
현대전자산업주식회사 메모리개발연구소

메모리 디바이스 형성 공정에서 불순물 주입은 주로 이온 주입기에 의하여 실시된다. 그러나, 이러한 이온 주입기에 의한 불순물 주입은 디바이스의 균일한 특성 확보를 위하여, Wafer 자체 내에서는 물론, Wafer to Wafer의 Uniformity가 일정하게 유지되어야 한다. 본 논문에서는, 특히 High Energy 이온 주입 공정에 있어서, 향후 이온 주입의 균일성을 확보하기 위하여 해결되어야 할 몇 가지 문제점, 즉, Channeling Effect 및 Shadowing Effect 등에 관하여 논의하고, 이의 해결 방법을 제시한다.

1) Channeling Effect

일반적으로, 메모리 디바이스에서의 이온 주입은 단결정 기판 (Wafer)을 Target으로 실시된다. 이 경우, 주입되는 이온은 단결정 기판 내부에서 축 Channeling 또는 면 Channeling을 경험하게 되어, Channeling Tail을 만들게 됨으로, 디바이스 특성에 합당한 깊이보다 더 깊게 불순물들이 분포하게 된다. 이 문제를 해결하기 위해서, 일반적인 방법으로 단결정 기판을 이온 주입기 내부에서 임의로 Tilt/Twist 시킴으로서, 주입되는 불순물 이온이 바라보는 시료면 방향 또는 축 방향을 Channeling이 최소화되는 각도로 변화시켜, 균일한 주입 깊이를 확보하고 있다. 그러나, Wafer 기판 제작 방법을 고려하여 보면, Ingot 상태에서 절단하여 Wafer를 제작하는 공정 중에 절단 방향이 일정하지 못한 경우, 기판 자체의 Tilt/Twist 방향이 불균일하게 되어, 대량 생산시의 Wafer to Wafer Variation이 야기됨으로 디바이스 특성 변화가 발생하게 된다. 본 논문에서는 각 디바이스 제작 회사에서 Spec으로 관리하는 Tilt 각도 이외에, Twist 각도 차이에 따른 문제점을 제시하고 이에 대한 실험 결과를 제시한다.

2) Shadowing Effect

상기 항목에서 언급한 바와 같이 이온 주입시 야기되는 Channeling Effect를 억제하기 위하여 이온 주입기 내부에서 기판을 Tilt/Twist시켜 불순물을 주입하지만, 원하는 지역만을 원하는 정도로 불순물 주입을 실시하기 위해서는 Mask의 적용이 필수적이다. 그러나, 이러한 Mask 사용시, 특정 지역에 주입되는 이온이 Tilt/Twist 되어 있음으로 Mask에 의한 그림자 (Shadow)가 생김으로 결국 이 그림자 부분에는 불순물 이온이 Mask에 가려 주입되지 못하는 부분이 생기게 되는데, 점차 고집적화 추세에 메모리 디바이스에서는 이러한 Shadowing Effect를 억제하여야 할 필요가 있다.

3) 개선 대책

본 논문에서는, 상기에서 지적한 문제점을 해결하기 위하여 고려되어지는 몇 가지 대책 중에서 특히, Ingot을 절단하여 (100) 면의 Wafer를 제작할 때, Ingot의 중심축인 [100] 방향에 대하여 수직 방향으로 절단하는 일반적인 0도 Tilted Wafer 이외에, Tilt된 방향으로 절단하는 Tilted Wafer에 관하여, Channeling Effect 및 Shadowing Effect 억제 관점은 물론, 이온 주입기의 서로 다른 제작사의 구조적인 문제점을 함께 해결할 수 있는 관점에서 검토된 실험 결과 및 논의 등을 소개한다.