

**Czochralski 법으로 성장시킨 Silicon 단결정의
Internal Gettering에 관한 연구**
(Internal Gettering in a Czochralski-Grown Silicon Crystal)

홍익대학교 *허 태 훈 노 재 상

최근 고집적 회로의 집적도가 증가함에 따라 우수한 silicon 단결정을 제조하는 것이 회로의 성능, 신뢰도, 그리고 수율을 향상시키기 위한 핵심적인 기술로 부각되고 있다. Silicon 단결정 내부에 존재하는 불순물이나 격자결함들은 소자의 전기적 특성을 크게 저하시키기 때문에 이의 생성을 단결정 성장 단계부터 억제하거나, 공정중 완전히 제거하기 위해 새로운 기술들이 끊임없이 발전하여 왔다. 특히 격자결함을 소자구동영역(active device region) 보다 깊은 영역에만 형성시키고, 그 결함을 이용하여 원하지 않는 금속 불순물들을 포획하는 gettering 기술이 1 Giga급 이상의 초고집적도를 갖는 차세대 소자 제조의 핵심적인 기술중의 하나로 인식되고 있다. Gettering 기술 중 internal gettering 방법은 silicon 단결정 내부에 과포화된 oxygen을 석출시키고 그 석출물을 gettering site로 이용하는 기술이다. Internal gettering을 통하여 silicon 단결정은 고온에서 안정한 gettering site를 얻을 수 있고, 소자구동영역과 gettering site까지의 거리가 기타 다른 gettering 기술보다 매우 짧아 좋은 gettering 효과를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 internal gettering시 단결정 silicon wafer 내부에 존재하는 oxygen의 거동과 gettering site(oxide 석출물)의 형성 및 성장기구에 관한 연구를 수행하였다.

Internal gettering 실험은 three step annealing을 통하여 실시하였고, 1st step annealing과 3rd step annealing의 온도와 시간을 변수로 하여 석출물의 분포와 크기를 비교 분석하였다. 단결정 silicon wafer는 Czochralski법으로 성장시킨 p-type (100) Si wafer를 사용하였고 초기 oxygen 농도는 FT-IR 측정결과 15~16 ppma 였다. 열처리 는 관찰로에서 N₂ 분위기를 유지하였으며 1st step annealing은 900~1100°C, 30~240분, 2nd step annealing은 700°C, 600분으로 실시하였으며, 3rd step annealing은 850°C와 950°C에서 60~480분 실시하였다. 내부에 과포화된 oxygen의 농도변화는 FT-IR로 측정하였으며, 내부 석출물의 분포는 defect etching(Wright etching) 후 광학현미경과 SEM으로 관찰하였다. 1st step annealing에 의하여 silicon 모재내에 과포화된 oxygen은 out diffusion 하였고, 이에 따라 형성된 denuded zone width는 온도와 시간을 증가시킴에 따라 함께 증가하였다. 2nd step annealing 시 denuded zone 하단부에서 oxide 석출물이 형성되었고, 이중 3rd step annealing 온도에서의 임계값을 넘는 크기의 것들은 3rd step annealing에 의해 점점 크게 성장하였다. 1st step annealing에 의하여 모재 내부에 과포화된 oxygen은 out diffusion하며 이에 따른 oxygen의 농도 분포는 error function type의 확산 거동을 따른다. Oxygen의 농도 분포 계산을 토대로 2nd step 및 3rd step 후 형성되는 denuded zone width를 계산하였다. 계산치는 실험치와 매우 유사하였으며, denuded zone width는 denudation time의 제곱근에 비례하였다. 3rd step annealing의 온도와 시간을 증가시킴에 따라 그 크기가 점점 증가하여 석출물과 그 형태가 다른 2차 결함을 형성하였다. 2차결함은 3rd step annealing의 온도와 시간을 900°C-2hr. 이상 실시 후 광학현미경으로 관찰되었다.