

Pseudo-MOSFET을 이용한 SiGe-on-SOI 의 Ge 농도에 따른 기판의 특성 평가 및 열처리를 이용한 전기적 특성 개선 효과

박균호¹, 정종완², 조원주¹

¹광운대학교 전자재료공학과, ²세종대 나노공학과

SOI (silicon-on-insulator) 기술은 단결정 Si층 아래에 매몰 산화층을 형성하여 Si 채널층과 기판을 전기적으로 분리하는 구조로 기존의 bulk 기판이 가지지 못하는 많은 장점을 가지고 있으며, 새로운 소자로서의 응용분야도 기대되고 있다. 최근에는 이러한 SOI 기판의 특성을 더욱 향상시키기 위하여 SiGe 을 이용한 기술이 주목받고 있다. 이 기술은 Si 과 SiGe 의 격자 상수 차이를 이용해 채널에서의 캐리어 이동도를 증가시킨다. 하지만 기존의 bulk 기판과는 다르게 SOI 기판은 다수의 계면층을 포함하고 있기 때문에 상부 실리콘의 전기적 특성뿐만 아니라 실리콘과 매몰 산화층간의 계면 특성에 의해서도 소자의 특성은 달라진다. 그러므로 실리콘과 매몰 산화층의 계면 특성을 상세하게 파악할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 Pseudo-MOSFET 방법을 이용하여 Ge 농도에 따른 SiGe-on-Insulator (SGOI) 기판의 특성을 평가하였다. Pseudo-MOSFET은 두 개의 탐침을 시료의 표면에 적절한 압력으로 접촉시켜서 소스와 드레인처럼 동작하도록 하였고, 게이트 전극은 기판의 뒷면에 탐침을 접촉시킴으로서 형성시키는 매우 간단한 구조를 가진다. 이 소자의 장점은 별도의 공정 없이 간단하게 기판 특성을 분석할 수 있다는 장점을 가진다. 또한 SGOI 기판의 특성을 신뢰성 있게 평가하기 위해 active 영역을 형성하였는데 이는 매몰 산화층에 존재하는 결함 등에 의한 영향을 줄여 정확한 특성평가 하기 위함이다. SGOI 기판은 compressive-SiGe / Relaxed-Si / Buried oxide / Si-substrate 구조로 SOI 기판위에 에피택셜 성장으로 SiGe 층을 형성하였으며 compressive SiGe 층의 Ge 농도는 각각 16.2 %, 29.7 %, 34.3 %, 56.5 % 이다. 실험결과 Ge 농도가 커짐에 따라 nMOSFET의 경우 threshold voltage는 3 V 에서 7 V 로 이동하였으며 subthreshold swing도 1000 mv/decade에서 1300 mv/decade 로 열화된 특성을 나타냈다. 그리고 pMOSFET의 경우도 threshold voltage는 -7 V 에서 -6 V 로 이동하였으며 subthreshold swing도 800 mv/decade에서 2000 mv/decade 로 크게 열화된 특성을 보였다. 급속 열처리공정 (rapid thermal anneal) 후에 매몰 산화층과 기판 계면간의 스트레스에 의한 포획준위가 발생하여 소자특성이 열화되었지만, H₂/N₂ 분위기에서 후속 열처리 공정을 통하여 계면 간의 포획준위를 감소시켜 SGOI Pseudo-MOSFET의 전기적 특성이 개선되었다.