

표면효과에 의한 Si 나노와이어의 전류 전압 특성

박성주¹, 고재우¹, 이선홍¹, 백인복¹, 이성재^{1*}, 장문규²

¹한양대학교, 물리학과, 서울 133-791, ²한국전자통신연구원(ETRI), 대전 305-700

최근 나노크기의 미세구조 가공기술이 발달함에 따라 다양한 응용을 위한 나노소재/구조가 활발히 연구 되고 있다[1]. 그 중에서 실리콘 나노선은 태양전지, 메모리, 트랜지스터 그리고 광 공진기에 쓰일 수 있는 소재로서 기존의 실리콘 가공기술을 바로 사용할 수 있을 뿐 아니라[2], 비용 면에서 탁월한 잇점이 있기 때문에 주목 받고 있는 소재이다. 실리콘 나노선의 물리적 특성을 연구하기 위한 많은 연구가 진행되었지만, 매우 작은 크기와 높은 표면적-부피 비율로 인해 생긴 독특한 특징을 완전히 이해하기에는 아직 부족한 점이 많다. 실리콘 나노선의 전류-전압특성에 영향을 미치는 요소는 도핑농도, 표면상태, 채널의 크기 등으로 다양한데, 이번 연구에서는 실리콘 나노선의 표면환경이 공기와 물 두 종류로 매질에 접하고 있을 경우에 대하여 각각 전류-전압을 측정하였다. 물이 공기와 다른 점은 크게 두 가지로 볼 수 있다. 첫째로 물의 경우에는 물에 용해된 수소이온과의 화학반응을 통하여 실리콘 표면전하가 유도되며 pH 값에 민감하게 변화한다. 둘째로 물의 유전율은 공기의 80배로서 표면부근에서의 전기장분포가 많이 왜곡된다. 이를 위하여 SOI를 기반으로 채널길이 $5 \mu\text{m}$, 두께 40 nm , 너비 100 nm 인 실리콘 나노선을 일반적인 반도체공정을 사용하여 제작하였다. 나노선의 전기적 특성 실험은 Semiconductor Parameter Analyzer (Agilent, 4155C)를 사용하여 전류-전압특성을 표면상태를 변화시키면서 측정하였다. 실험을 통해 실리콘 나노선은 물과 공기 두 가지 표면환경에 따라 전류-전압특성이 확연히 변화하는 것을 볼 수 있었다. 동일한 전압 바이어스에서 표면에 물이 있을 때가 공기 있을 때 보다 훨씬 증가한 전류를 얻을 수 있었고(3V에서 약 2배), 비선형적인 전류-전압특성이 나타남을 관찰하였다. 본 발표에서는 이러한 실험결과를 표면에서의 전하와 정전기적인 효과로서 정성적으로 설명하고, 전산모사결과와 비교분석 하고자 한다.

Keyword: nanowire