

Si Nanowire-Channel MOSFETs의 채널 방향에 따른 양자역학적 특성과 전자의 전송 특성

현유미¹, 이영민¹, 성준제¹, 김득영¹, 임현식¹, 이세준^{2*}, Toshiro Hiramoto³

¹동국대학교 반도체과학과, ²동국대학교 양자기능반도체연구센터,

³University of Tokyo, Institute of Industrial Science

본 연구에서는 Si Nanowire-Channel로 구성된 Field-Effect Transistors(NW-FETs)에서의 양자역학적 효과가 트랜지스터의 전송 특성에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. Si NW-FETs의 제작은 SOI 기판을 사용하여 전자-빔 리소그래피법으로 제작된 Si Nanowire를 이용하여 제작하였으며, Nanowire-Channel의 방향은 [100]과 [110] 두 가지였다. Si Nanowire-Channel의 너비(W_{NW})는 약 4.25 ~ 5.75 nm였으며 Channel의 길이는 200 nm로 동일하게 제작하였다.

I-V 측정을 통해서 Si NW-FETs의 주요 전송 파라미터들인 V_{th} (Threshold Voltage), S-factor (Subthreshold Slope), g_m (Transconductance), 그리고 DIBL(Drain-Induced Barrier Lowering) factor 등을 추출해 내어 W_{NW} 의 변화에 따라 비교한 결과 위 파라미터들은 W_{NW} 의 변화에 크게 의존하는 것으로 관측되었다. [100] 방향의 Si Nanowire-Channel로 구성된 NW-FET에서, V_{th} 와 DIBL factor는 W_{NW} 가 감소할수록 증가하고 S-factor와 g_m 은 W_{NW} 가 감소할수록 감소하는 경향을 보였으며, 특히 W_{NW} 가 4.5 nm 이하일 때 그 변화가 더 뚜렷해지는 것이 관측되었다. [110] Si Nanowire-Channel로 구성된 NW-FET에서는 [100] 방향의 Si Nanowire-Channel로 구성된 NW-FET 유사한 경향성을 보였으나, Si [100] Nanowire-Channel에 비해 위 파라미터들의 값이 W_{NW} 의 변화에 심각한 변화를 보이지는 않았다. 이러한 결과들은 Si Nanowire-Channel이 [100]과 [110]일 때의 각각 다른 면 방향에 대하여 구속되어 있어 서로 다른 양자구속효과를 보이기 때문이며, 이에 따라 각각 다른 양상의 Subband 구조의 변조와 유효 질량의 변화를 보이기 때문이다.