

Comparison of Growth Mode between GaAs and InAs Self Assembled Nanowire on Si(111) by Molecular Beam Epitaxy

하재두^{1,2}, 박동우^{1,3}, 김영현¹, 김종수², 김진수³, 노삼규¹, 이상준¹,

¹한국표준과학연구원 나노소재평가센터, ²영남대학교 물리학과, ³전북대학교 신소재공학부

1차원구속 반도체인 nanowires (NWs)는 전기적, 광학적으로 일반 bulk구조와 다른 특성을 가지고 있어서 현재 많은 연구가 되고 있다. 일반적으로 NWs는 Au 등의 금속 촉매를 이용하여 성장을 하게 되는데 이때 촉매가 오염물로 작용을 해서 결함을 만들어서 bandgap내에 defect level을 형성하게 된다. 본 연구는 Si (111) 기판 위에 GaAs NWs 와 InAs NWs를 촉매를 이용하지 않고 성장 하였다. vapour-liquid-solid (VLS)방법으로 성장하는 GaAs NWs는 Ga의 droplet을 이용하게 되는데 Ga이 Si 기판위에 자연 산화막에 존재하는 핀홀(pinhole)로 이동하여 1차적으로 Ga droplet 형성하고 이후 공급되는 Ga과 As은 SiO₂ 보다 GaAs와 sticking coefficient 가 좋기 때문에 Ga droplet을 중심으로 빠른 선택적 성장을 하게 되면서 NWs로 성장을 하게 된다. 반면에 InAs NWs를 성장 할 시에 droplet 방법으로 성장을 하게 되면 NWs가 아닌 박막 형태로 성장을 하게 되는데 이것으로 InAs과 GaAs의 SiO₂와의 sticking coefficient 의 차이를 추측을 할 수 있다. InAs NWs는 GaAs NWs는 달리 native oxide를 이용하지 않고 InAs 과 Si 사이의 11.5%의 큰 lattice mismatch를 이용한다. 이종의 epitaxy 방법에는 크게 3종류 (Frank-van der Merwe mode, Stranski-Krastanov mode, Volmer-Weber mode)가 있는데 각기 다른 adatom 과 surface의 adhesive force로 나누어지게 된다. 이 중 Volmer-Weber mode epitaxy는 adatom 의 cohesive force가 surface와의 adhesive force보다 큰 경우 성장 되는 방식으로 InAs NWs 는 이 방식을 이용한다. 즉 droplet을 이용하지 않는 vapour-solid (VS) 방법으로 성장을 하였다. 이 때 In 의 migration을 억제하기 위해서 VLS mode 의 GaAs NWs 보다 As의 공급을 10배 이상 하였다. FE-SEM 분석 결과 GaAs NWs는 Ga droplet을 확인 할 수 있었고 InAs NWs는 droplet이 존재하지 않았다. GaAs와 InAs NW는 density와 length가 V/III가 높을수록 증가 하였다.

Keywords: InAs, GaAs, Nanowire, Catalyst-free, MBE