

Growth and Characterization of Catalyst-Free InAs Nanowires on Si (111) by MBE

황정우¹, 박동우¹, 하재두¹, 안홍배¹, 김진수², 김종수³, 노삼규¹, 김영현¹, 이상준^{1*}

¹한국표준과학연구원 나노소재평가센터, ²전북대학교 신소재공학부, ³영남대학교 물리학과

InAs nanowires (NWs)는 나노소자스케일의 전자소자나 광전자소자를 위한 기본 단위(building block)로 사용될 수 있고, 1차원적 나노구조를 가지면서 나타나는 특별한 전기적, 광학적 특성으로 인해 전계효과 트랜지스터, 레이저, 광발광 다이오드, 가스 검출 센서 등의 많은 응용소자로 활용을 위한 연구가 진행되고 있으며 주로 실리콘, 갈륨비소 기판 위에 금속유기기상 증착(MOCVD) 또는 분자선 증착(MBE)을 이용하여 선택적 수직배열 성장 조절을 위한 연구와 특성 평가 연구가 주로 이뤄지고 있다.

본 연구에서는 InAs NWs를 MBE 장치를 이용하여 Si(111) 기판 위에 Au와 같은 촉매를 사용하지 않고 Si과 InAs의 큰 격자 불일치로 인하여 성장되는 Volmer-weber 성장 모드를 이용하였다.

InAs NW 성장모드는 Si (5.4309Å)과 InAs (6.0584Å) 사이에 큰 격자상수 차이를 이용하게 되는데 촉매를 사용하여 성장하는 일반적인 이중 화합물 반도체 성장 모드와 달리 액상상태가 존재하지 않고 바로 In과 As이 Si 기판 위를 이동하여 수직방향으로 성장이 이루어지는 vapor-solid(VS) 모드이다.

InAs NW V-S 성장 모드는 Si 기판과의 격자 상수차에 의한 스트레스를 이용해야 하므로 Si 기판 위에 존재하는 native oxide는 완벽히 제거되어야 한다. InAs NW 최적 성장 조건을 찾기 위해 V/III ratio, 성장 온도, 기판표면처리 등의 성장 변수를 변화 시켜가며 실험을 수행하였다.

Native oxide를 제거하기 위하여 HF와 buffered oxide etchant (BOE)를 사용하였다. InAs NWs 성장조건은 Indium flux를 고정 시키고 V/III ratio는 50~400까지 변화를 주었다. V/III ratio를 200으로 고정을 시키고 성장온도를 375~470°C에서 성장 하였다.

이 때 InAs NWs는 430°C에서 가장 높은 밀도와 aspect ratio를 얻을 수 있었다. Arsenic flux에 대해서는 많을 수록 좋은 aspect ratio를 얻을 수 있었다.

하지만 InAs 구조의 절대 부피는 거의 같다는 것을 확인 할 수 있었고 이는 온도와 V/III ratio가 Indium adatom의 surface migration length에 대하여 중요한 요소로 작용되는 것을 알 수 있었다.

Keywords: InAs nanowire, molecular beam epitaxy, Volmer-weber mode