

바이오센서로의 응용을 위한 수직 배열된 탄소나노튜브의 식각처리

정승호, 최은창, 박용섭, 최원석*, 홍병유
 성균관대학교 정보통신공학부, 한밭대학교 전기공학과*

Etching treatment of vertically aligned carbon nanotubes for the application to biosensor

Seoung Ho Jung, Eun Chang Choi, Yong Seob Park, Won Seok Choi*, Byungyou Hong
 School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University
 Department of Electrical Engineering, Hanbat University*

Abstract : 탄소나노튜브(CNT)의 tip 부분에 존재하는 금속 촉매 입자들은 불순물로서 나노전자소자에 응용 하는데 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다. 또한, 바이오센서에서 target 바이오 물질과 반응하는 물질을 CNT에 고정시키기 위해서는 CNT-tip을 개방 시키는 것이 중요하다. 본 연구에서는 성장된 CNT의 tip부분에 존재하는 금속 촉매 입자의 제거와 CNT-tip을 개방하기 위해 HNO₃의 농도 (20, 40, 60)와 etching 시간 (5, 10, 15, 20, 25 min)에 따라 최적의 조건을 찾는 실험을 하였다.

Key words : wet etching, HF-PECVD, CNT-tip opening

1. 서론

탄소나노튜브(CNTs)는 1991년 일본 전기회사의 Iijima 박사에 의해 최초로 발표한 이후[1], CNT의 독특한 구조와 우수한 물리적, 화학적 그리고 전기적 특성[2]으로 인하여 CNT는 field emission display(FED) emitter[3], semiconductor device[4], electrochemical capacitor[5], 등으로 활발히 연구가 진행되고 있다. 그러나 성장되어진 CNT 내에는 비정질 탄소나 탄소 입자 같은 탄소질 불순물과 잔류하는 촉매 금속 입자 등이 있는데 이러한 불순물들은 CNT를 이용한 나노전자소자에 나쁜 영향을 미치기 때문에 불필요한 물질로서 제거할 필요가 있다. CNT의 정제 및 CNT tip 개방하는 다양한 방법들이 있는데, 크게 두 가지로 수소와 산소 Plasma를 이용하는 Dry Etching 방법과 산을 이용하는 Wet Etching 방법이 있다[8]. 본 연구에서는 HF-PECVD를 이용하여 수직 배열된 CNT를 Wet Etching 법으로서 HNO₃ 처리시간과 농도에 따라 CNT tip 개방하고 정제 하였다. 고분해능 투과전자현미경(HR-TEM)과 전계 방출 주사전자현미경을 통해 CNT-tip 부분이 개방되었음을 확인하였으며, Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)를 이용해 CNT 성장시 존재했었던 Ni 촉매 입자가 제거되었음을 확인하였다.

2. 실험방법

본 실험에서는 먼저 Si wafer를 TCE, acetone, methanol, D.I(deionized) water를 사용하여 각 용액에서 10분씩 초음파 세척을 한 후, 마지막으로 HF 처리를 45초 동안 하여 웨이퍼 세척을 하였다. 세척이 끝난 Si wafer(p-type)위에 촉매로 Ni를 마크네트론 스퍼터링 시스템을 이용하여 40 nm의 두께로 증착하였다. 그리고 Ni와 기판 사이의 adhesion을 좋게 하기 위해서 웨이퍼와 Ni층 사이에 Ti를 20 nm로 증착하였고, 촉매 층 증착이 끝난 후에 hot-filament plasma enhanced chemical vapor deposition(HFPECVD) 방법을 이용하여 600°C에서의 CNT를 성장시켰다. 600°C에서 성장시킨 CNT를 HNO₃ 수용액의 농도와 처리시간에 따라서 CNT tip에 존재하는 Ni 촉매 입자의 제거와 CNT tip을 개방하는 실험을 하였다.

표 1. 탄소나노튜브의 성장 조건

Parameter	Condition
Base pressure	6 mTorr
Work pressure	1.25 Torr
Pre-treatment	NH ₃ (126 sccm) 10 min
CNT Growth	NH ₃ (126 sccm), C ₂ H ₂ (47 sccm) 20 min
Growth Temperature	600°C
DC bias	700 V