

Solution treatment를 통한 탄소나노튜브 전계방출원의 구조 및 밀도 조절방법

이승엽, 양청환, 최원철, 박종윤*

BK21 물리연구단, 나노튜브 및 나노복합구조센터, 성균관대학교

탄소나노튜브(CNT)는 큰 종횡비, 낮은 일함수, 높은 전기 및 열적 전도도, 높은 화학적 안정성을 가진 물질로서 차세대 전계방출소자로의 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 특히 본 연구와 관련이 있는 Field Emission Display(FED)와 electron-beam source로의 연구에서는 성장된 CNT가 전계방출원으로 작용할 때, 적절한 밀도를 가지고 배열되어 있어야 그 효율이 가장 우수해진다고 알려져 있다. 현재까지 연구되어온 방법 중 대표적으로 CNT의 밀도를 조절하는 방법으로는 성장 전에 촉매금속을 patterning하는 방법, catalyst solution의 농도를 조절하는 방법, template를 이용하여 성장시키는 방법, 성장 후에 plasma로 etching을 하는 방법 등이 있다. 촉매금속을 patterning하는 것과 catalyst solution의 농도를 조절하는 것은 CNT성장에 seed가 되는 촉매금속의 숫자를 낮추어 줌으로써 성장 후에 CNT의 밀도를 줄여주는 방법이다. 하지만 두 방법에는 문제점이 있어서 촉매 금속을 patterning하는 방법은 복잡한 과정과 많은 비용이 필요하고, catalyst solution을 이용한 방법은 성장된 CNT와 기판과의 접착력이 약해서 높은 인가전압 하에서의 전계방출에서는 CNT가 기판에서 떨어져 나오는 현상이 발생한다. template를 이용하는 방법에서는 주로 Anodic Aluminium Oxide(AAO) template가 많이 사용되고 있으며, 이 방법에서는 pore의 크기와 pore간의 간격을 조절해 줄 수 있는 장점이 있지만 복잡한 과정을 필요로 한다. 성장 후에 plasma로 etching하는 방법은 CNTs를 성장시킨 후에 plasma를 이용하여 나노튜브의 숫자를 줄여주는 방법으로, 위에 나열한 방법에 비하여 비교적 간단한 과정을 갖지만 plasma의 재현성 문제로 인하여 소자로의 응용에는 어려움이 있다.

본 연구에서는 CNT가 전계방출원으로 작용할 때 emission이 CNT의 tip부분에서 발생하므로, CNT의 밀도를 조절하는 것과 tip의 밀도를 조절하는 것이 같은 의미를 갖는다는 점에 착안하였다. 또한 tip을 모아주게 되면 1개의 tip에 전자를 공급해주는 CNT의 숫자가 증가하게 되므로 전자의 방출이 좀 더 안정적으로 이루어질 것이라 생각하였다. 실험을 통하여 전계방출원으로 사용되는 CNT를 점성이 있는 용액에 담그는 과정을 통하여 tip부분을 모이게 하였고, 이를 통하여 전계방출원 사이의 밀도조절정도와 그에 따른 전계방출특성의 변화를 연구하였다.