

나노임프린트와 플라즈마 화학기상증착법을 이용한 패턴화된 대면적 카본나노튜브 템플레이트 제작기술

장원석, 최대근, 허갑수, 정준호

한국기계연구원 나노기계연구본부

카본나노튜브의 성장방법은 많은 연구자들에 의하여 연구되어 왔으며 그중 화학기상증착법(Chemical vapor deposition, CVD)을 이용한 연구가 가장 활발히 연구되어 왔다. 화학기상증착법을 이용한 방법은 니켈, 철 등의 촉매 금속을 이용하는 것으로 단일벽 나노튜브에서 다중벽 나노튜브에 이르기 까지 다양하게 활용되어 왔다. 이러한 카본나노튜브 합성의 방법으로 성장의 방향성을 제어하면서 주로 다중벽 나노튜브를 합성하는 방법으로 플라즈마를 이용한 플라즈마 화학기상증착법(Plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD) 방법이 그 응용성에 의하여 활용되기 시작했다.

본 연구에서는 플라즈마 화학기상 증착법을 이용하여 개별 나노튜브가 표면에 대해 수직 성장한 패턴을 구현하였다. 카본나노튜브의 패턴화는 촉매금속을 나노스케일의 점(dot)으로 패턴화를 함으로써 가능한데 이것은 기존에 전자빔패터닝, 광학 리소그래피, 탐침형주사현미경을 이용한 패터닝 등을 이용하여 시도된 바 있다. 그러나 이러한 방법은 매우 적은 면적에 패턴을 만들 수 있는 것으로 그 응용성에 있어서는 한계를 가지고 있다. 본 연구에서 이용한 방법은 이것을 극복하기 위하여 나노임프린트 패턴을 이용한 촉매금속의 lift-off 방법을 도입하였다.

나노임프린트로 100nm 스케일이 점 패턴을 가진 패턴을 실리콘 웨이퍼 위에 전사하고 패턴된 레진을 이용하여 드라이에칭을 수행하였다. 여기에 전자빔 증착을 이용하여 철을 20nm 증착하고 레진을 제거하여 점 패턴 어레이를 30mm × 30mm 면적에 생성하였다. 이 기판을 이용하여 플라즈마 화학기상 증착법으로 아세톤과 아세틸렌 가스를 주입하여 개별적으로 수직성장한 카본나노튜브 패턴 어레이를 생성하였다. 이렇게 제작된 카본나노튜브 기판은 바이오 센서, 나노전극 등에 활용될 수 있다.