

### 원자층 증착기술과 템플레이트를 이용한 금속산화물 나노튜브의 제작 및 평가

점대균, 박노현, 성명모, \* 이재갑, 김지영, 신현정

국민대학교 공과대학 신소재공학부

\*국민대학교 자연과학대학 화학과

나노튜브는 나노 입자 혹은 나노 선 보다 더 높은 비표면적을 가지는 형상으로 이를 나노 기술로의 응용 연구가 전 세계적으로 많이 수행되고 있다. 하지만 기존에는 주로 탄소를 사용하여 제작, 응용되어지고 있으나 반도체 재료로서 뿐만 아니라 다른 분야로까지 다양한 응용범위를 가진 산화물로 지르코니아( $ZrO_2$ )나 타이타니아( $TiO_2$ ) 등의 나노튜브는 많이 제작되어지고 있지 못하다 따라서 다 기능성 산화물 나노튜브를 제작 공정 연구는 차세대 나노 반도체 재료에서의 고집적화를 통해 고 성능의 전자 소자 제작을 가능케 하며, 더 나아가 환경 에너지 분야로 까지 확대가 가능하다

본 연구는 원자층 증착기술(Atomic Layer Deposition)과 템플레이트 방법을 이용하여 직경이 200에서 30 nm, 길이가 10  $\mu m$ 에 이르는  $ZrO_2$ 와  $TiO_2$  산화물 나노 튜브의 제작과 평가에 관한 것이다 필터로 사용되는 Polycarbonate (PC) 템플레이트에 원자층 증착기술을 이용하여 균일한 두께를 갖는 금속 산화물 층을 성장시킨 후 템플레이트 재료의 식각을 통해 금속산화물 나노튜브를 제작하는 방법이다 ALD 공정시 원재료로는 Zr-t-butoxide와 Ti-isopropoxide를 사용하였고, 산화제로  $H_2O$ 를 사용하였다 증착이 끝난 후 PC filter를 etching 용액을 이용하여 제거해 주었다 제조된 산화물 나노 튜브는 FE-SEM, High-resolution TEM 그리고 Atomic Force Microscopy (AFM)으로 각각 관찰하였다 특히, Self-Assembled Monolayers (SAMs)의 한 종류인 OTS (Octadecyl Trichloro Silane)을 사용하여  $ZrO_2$  혹은  $TiO_2$  증착전에 filter 표면에만 접촉 공정으로 처리하여, ALD 증착시 선택적으로 OTS 처리가 안된 부분인 filter 안쪽의 hole 내부 벽에서만 증착이 이루어지게 하였다. 이러한 OTS-SAMs 표면 처리와 ALD 선택적 증착법으로 산화물 나노 튜브의 제작 공정을 단순화 할 수 있었다

템플레이트의 두께와 구멍크기를 조절하여 원하는 금속산화물 나노튜브의 길이와 지름을 조절할 수 있었으며, 한번 제작시  $10^8$ 개/ $cm^2$  이상의 튜브를 제작할 수 있었고 정렬된 상태의 산화물 나노 튜브를 얻을 수 있었다 또한 나노 튜브의 두께를-hole 크기가 50 nm 경우에는 0.6 A/cycle 그리고 200 nm인 경우는 0.5 A/cycle로서 sub-angstrom으로 조절이 가능함을 보여주었다

### PECVD를 이용한 Boron 도핑 탄소나노튜브의 합성

#### The Synthesis of Boron Doped Carbon Nanotube by PECVD

김선혜, 이중기, 심광보, \* 김창삼

한국과학기술연구원 복합기능세라믹스연구센터

\*한양대학교 세라믹공학과

탄소나노튜브는 현재 다양한 방법으로 합성되고 구조에 따라 반도체 또는 도체의 성질을 갖고 있다 응용면으로는, semiconductor devices나 FED(Field Emission Display) 등에서 뛰어난 소자 특성을 보이며 나노크기의 각종 전자소자로서도 주목받고 있다

본 연구에서는 아세틸렌과 수소를 이용하여 RF PECVD로 탄소나노튜브를 합성하였고 triethylboron를 사용하여 탄소나노튜브에 boron을 도핑 시켰다. boron 도핑이 생성되는 탄소나노튜브의 직경과 길이에 미치는 영향을 조사하였고, boron의 도핑농도가 전기이중축전기(Electric Double Layer Capacitor EDLC)의 충·방전특성에 미치는 영향을 비교하였다