

양극산화 알루미늄 템플레이트를 이용한 탄소나노튜브의 성장

최 성현, 이 재형, 홍 병유*, 최 원석*

군산대학교 전자정보공학부, 성균관대학교 정보통신공학부*

Growth of carbon nanotubes on AAO nanotemplate

Choi Sung-hun, Lee Jaehyeung, Won Seok Choi*, Byungyou Hong*

Kunsan National Univ, Sungkyunkwan Univ*.

Abstract : 본 논문에서 탄소나노튜브의 성장 제어를 위해 양극산화 알루미늄 템플레이트를 사용하였다. Si 기판위에 TiN 과 Ni 층을 순서대로 증착하였으며 알루미늄을 그 위에 증착하였다. 또한 양극산화 과정은 수산법을 이용하였고 탄소나노튜브의 성장은 마이크로웨이브 플라즈마 화학기상증착법을 이용하여 성장하였다. 양극산화 알루미늄 층 과 탄소나노튜브의 관찰을 위해서 FE-SEM 을 사용하였으며 성장된 탄소나노튜브의 직경은 40 nm 이고 길이는 약 1 μ m 내외로 확인 되었다.

Key Words : Carbon nanotubes, AAO nanotemplate, MPECVD

1. 서 론

1991년 S. Iijima 박사에 의해 탄소나노튜브가 발견된 이후로 탄소나노튜브가 가지는 뛰어난 물리적, 전기적, 화학적, 기계적 특성에 의해 현재에 많은 연구가 이루어지고 있다.[1~3] 이렇게 유용한 특성은 전계방출 소자, 2차 전지, 초고집적도 캐패시터, 트랜지스터 등의 다양한 분야의 응용을 위한 대안으로 연구되어 지고 있다.

특히 전계방출 소자로서의 응용에서는 기존의 Mo, Si 등의 금속 팁보다 효율 및 안정성이 뛰어나며 차세대 디스플레이의 소자로서 연구되어지고 있다. 이러한 전계방출소자로서의 응용을 위해서는 탄소나노튜브의 성장 시 밀도 및 직경 조절이 필수적이다. 밀도조절을 위한 방법으로 다공성 알루미늄 층을 이용한 방법이 가능하며 다른 방법에 비해 만드는 과정이 복잡하지 않으며 구조제어가 용의하다는 장점이 있다.

따라서 본 논문에서는 Si 기판위에 촉매층과 알루미늄 층을 증착한 뒤 양극산화 과정을 통하여 다공성 알루미늄 나노템플레이트를 형성하였으며 탄소나노튜브의 성장을 관찰하였다.

2. 실험

본 실험에 사용된 기판은 Si 기판위에 먼저 TiN과 Ni 층은 r.f 스퍼터링 방식으로 증착한 뒤 그 위에 알루미늄을 약 2 μ m 두께로 증착하였다. TiN 층은 Si 기판과 Ni 층의 완화층으로 사용되었고 Ni 층은 탄소나노튜브를 성장시키기 위한 촉매층으로 사용하였다.

양극산화공정은 통하여 알루미늄 층을 다공성 알루미늄 층으로 바꾸어 주었으며 이 때 실험조건은 표 1에 나타내었다.

실험과정	용액	시간	전압
1차 양극산화	(COOH) ₂ , 0.3 M	10 min	40 V
Etching	H ₂ CrO ₄ , 1.8 wt% H ₃ PO ₄ , 6 wt%	40 min	
2차 양극산화	(COOH) ₂ , 0.3 M	10 min	40V
widening	H ₃ PO ₄ , 5 %	40 min	

표 1 양극산화 공정 조건

만들어진 기판은 마이크로웨이브 플라즈마 화학기상증착법을 이용하여 탄소나노튜브를 성장 시켰으며 FE-SEM 을 이용하여 그 구조를 관찰하였다

3. 결과 및 고찰

그림 1은 양극산화 과정에 따른 다공성 알루미늄 층의 생성 과정을 관찰한 FE-SEM 사진이다. 그림 1의 a는 1차 양극산화 후의 표면과 단면을 관찰하였다. 1차 양극산화만을 거쳤을 경우 기공의 크기가 매우 작고 또한 기공사이의 간격이 일정치 않는 모습을 보여주고 있다. 그림 1의 b는 Etching 과정후의 표면사진이며 표면에 육각형 또는 오각형 형태의 알루미늄이 남아 있는 것이 확인된다. c는 2차 양극산화 후의 표면과 단면사진이다. 1차 양극산화에 비해 기공사이의 간격이 일정하게 나타나는 것이 확인된다. 그림 1의 d는 widening 공정 후의 관찰한 사진이며 기공의 직경이 약 60~70 nm 에 이른 것을 확인할 수 있다.

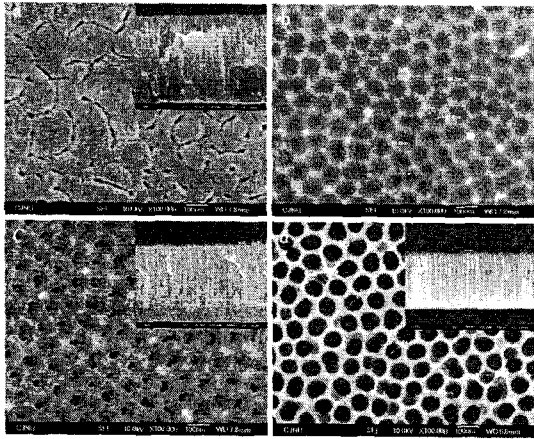


그림 1 양극산화 과정에 따른 표면 및 단면 FE-SEM 사진
a) 1차 양극산화, b) Etching, c) 2차 양극산화, d) widening

그림 2는 만들어진 다공성 알루미늄 층에 탄소나노튜브를 성장시킨 후 관찰한 FE-SEM 사진이다. 가공의 직경은 탄소나노튜브의 직경을 조절하기 위해 약 40 nm 로 공정을 조절하였으며 성장 시 마이크로웨이브 플라즈마 화학기상 증착법의 조건은 650 °C, 800 W, 5분 동안 성장 시켰다. 성장된 나노튜브의 직경은 다공성 알루미늄층의 기공의 직경과 동일하게 약 40 nm 직경으로 성장되었다.

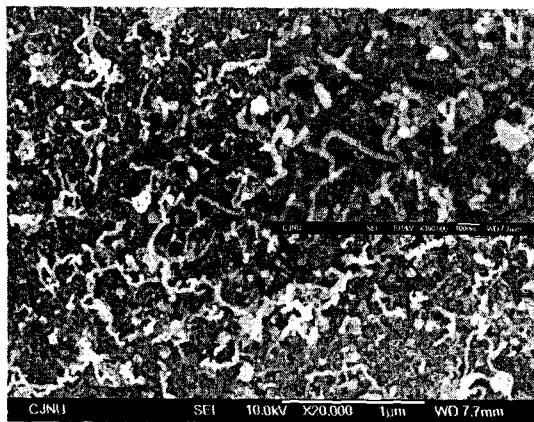


그림 2. 양극산화 알루미늄 템플레이트 위에 성장된 탄소나노튜브의 FE-SEM 사진

4. 결 론

탄소나노튜브의 밀도 제어를 위해 양극산화 알루미늄 템플레이트를 사용하였다. 알루미늄 층은 r.f 스퍼터링 방법으로 증착하였으며 양극산화 알루미늄 층은 수산화법을 이용하여 두 번에 걸쳐 양극산화 공정을 실시하였다. 생성된 기공의 크기는 약 40 nm에서 80 nm 까지 조절하였고 기공의 길이는 300 nm에서 1 μm 까지 조절하여 성장시켰다. 탄소나노튜브는 마이크로웨이브 플라즈마 화학기상증착법을 이용하여 성장시켰고 탄소나노튜브의 직경

은 40 nm 이고 길이는 약 1 μm 내외로 성장하였으며 탄소나노튜브의 밀도가 감소하였다는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임” (KRF-2006-003-D00113)

참고 문헌

- [1] S. Fan, M.G. Chapline, N.R. Franklin, T.W. Tomblor, A.M. Cassell, H. Dai, “Nanotube Molecular Wires as Chemical Sensors”, Science Vol. 283, p. 512, 1999.
- [2] P.G. Collins, A. Zettl, “Unique characteristics of cold cathode carbon-nanotube-matrix field emitters”, Phys. Rev. B Vol. 55, p.9391, 1997.
- [3] J.-M. Bonard, F.Maier, T. Stöckli, A. Châtelain, W.A. de Heer, J.-P. Salvetat, L. Forró, “Field emission properties of multiwalled carbon nanotubes”, Ultramicroscopy Vol. 73, p. 7, 1998.