

마이크로웨이브 플라즈마 화학기상증착장비를 사용한 유리기판상의 탄소나노튜브의 합성

이재형^a, 최성현, 최원석¹, 홍병유¹, 김정태¹, 임동건², 양계준^{2*}

군산대학교 전자정보공학부. ¹성균관대학교 정보통신공학부. ²충주대학교 전자공학과

GROWTH OF CARBON NANOTUBES ON GLASS BY MICROWAVE PLASMA CHEMICAL VAPOR DEPOSITION

Won Seok Choi¹, Sung-Hun Choi², Byungyou Hong¹, Dong-Gun Lim³, Kea-Joon Yang³, Jae-Hyeoung Lee^{2*}

1. Sungkyunkwan University, 2. Kunsan National University, 3. Chungju National University,

Abstract : We have grown carbon nanotubes (CNTs) with a microwave plasma chemical vapor deposition (MPECVD) method, which has been regard as one of the most promising candidates for the synthesis of CNTs due to the vertical alignment, the low temperature and the large area growth. We use methane (CH₄) and hydrogen (H₂) gas for the growth of CNTs. 60 nm thick Ni catalytic layer were deposited on the TiN coated glass substrate by RF magnetron sputtering method. In this work, we report the effects of pressure on the growth of CNTs. We have changed pressure of processing (10 ~ 20 Torr) deposition of CNTs. SEM (Scanning electron microscopy) images show diameter, length and cross section state CNTs.

Key Words : carbon nanotubes, micorwave plasma CVD. pressure

1. 서 론

탄소나노튜브(CNTs)는 1991년 발견이후로 21세기 나노기술의 핵심소재로써 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이는 CNTs의 뛰어난 기계적 강도, 전기적 성질, 물리적 성질 및 열적 안정성에서 비롯된 것이며[1-3], 이러한 특성 중에서도 저 전압에서 높은 전계방출 특성을 보임으로써 효과적인 전자방출원으로써의 가능성을 보인다. 이러한 전자방출원으로서의 활용을 위해서라면 CNTs의 밀도, 길이, 직경의 조절이 요구되면 대면적상의 성장을 위해서는 그 넓이가 제한되어 있는 실리콘 기판으로는 효율성이 떨어진다.

CNTs의 합성방법으로는 아크방전, 레이저 증착법, 열분해 합성법, 그리고 다양한 화학기상증착법이 있다 [4-6]. 이러한 합성법 중에서 화학기상증착법은 CNTs의 구조 즉 직경, 길이, 결합형태 조절에서 이점을 가지고 있다.

본 연구에서 마이크로파 플라즈마 화학기상증착 시스템을 사용하여 유리 기판위에 CNTs를 성장 시켰다. 또한 성장시의 반응로 내의 압력에 따른 효과를 관찰 하였다.

2. 실험

본 실험에서 유리 기판위에 TiN 완화층을 사용한 후 Ni 금속층을 올려서 탄소나노튜브를 성장시켰다. Ni 층의 두께는 60 nm 이며 유리기판과 Ni 금속층 사이의 완화층으로 사용된 TiN 층의 두께는 200 nm 을 사용하였다. 실험

조건은 표 1에서 나타내었다.

표 1 CNTs 합성 조건

Substrate	glass(corning 1737) Buffer layer : Ti 200 nm Catalyst layer : Ni 60 nm
Processing gas	H ₂ : 80 sccm CH ₄ : 10 sccm
Working pressure	10 ~ 20 torr
Microwave Power	800 Watt
Substrate Temperature	600 °C

CNTs의 성장 형태는 Field Emission Scanning Electronic Microscope (FE-SEM, Jeol JSM-6700F)을 이용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1에서 a)는 Si 기판위에 TiN 200 nm 위에 Ni 60

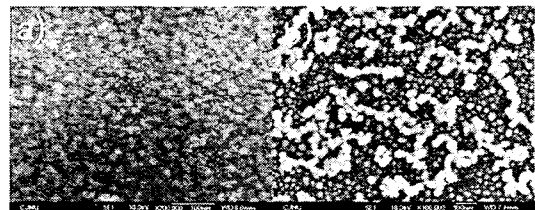


그림 1 a) Si/TiN/Ni 기판의 표면 SEM 사진. b) 600°C 열처리 후 표면 SEM 사진

nm 스퍼터로 올린 후 표면사진이며 b)는 600℃ 열처리 후 표면사진이다. 600℃ 열처리 후 표면에 Ni 금속층이 20~50 nm 크기로 CNTs가 성장 할 수 있는 도메인이 형성됨을 알 수 있다.

그림 2은 성장 압력별에 따른 CNTs 의 성장 단면을 관찰한 SEM 사진이다. 실험 압력은 10 Torr에서 20 Torr 까지 2 Torr 간격으로 진행하였다. 압력이 16 Torr까지 증가 할수록 CNTs의 수직성장이 높게 이루어지고 CNT의 길이가 증가함으로써 CNTs 층의 두께가 증가함이 관찰된다. 18 Torr 부터는 CNTs 층의 두께는 증가하지 않고 비정질 탄소의 양이 증가하였다..

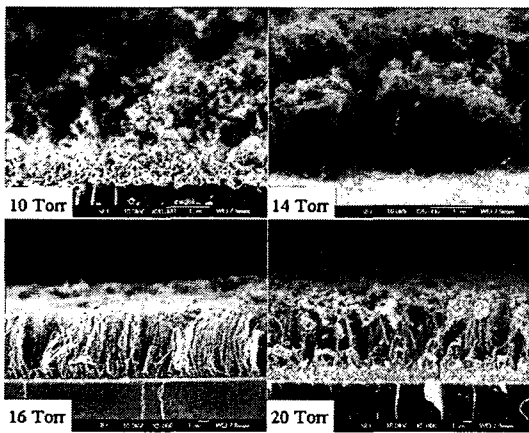


그림 2 성장압력의 변화에 따라 성장된 CNTs의 SEM 이미지

그림 3는 성장압력의 변화에 합성된 CNTs의 직경과 길이를 정리한 그래프이다. 전반적으로 성장 압력이 증가함에 따라 CNTs의 길이는 증가하게 되는데 16 torr 에서 5분 성장 시 약 7.2μm 까지 성장하였다. CNTs의 직경은 10에서 16 Torr의 경우 약 20~30 nm 직경을 가지고 18 Torr 부터는 50 nm 이상의 직경을 보여준다. 이는 압력이 증가할수록 탄소이온의 개수가 증가하고 그에 따라 성장이 활발해지는 것을 알 수 있다. 일정 압력이상(18 Torr)부터는 직경이 커지는 것을 보여준다.

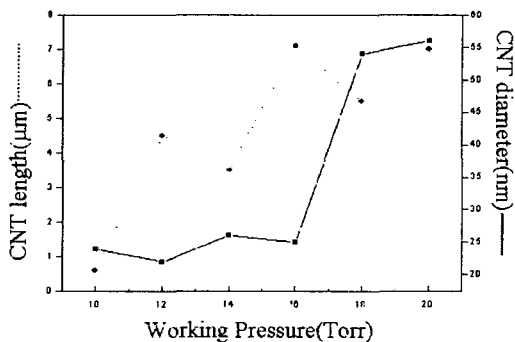


그림 3 성장 압력에 따른 CNTs의 직경과 길이

4. 결론

본 연구에서는 MPECVD를 사용하여 유리기판상에서 CNTs 를 합성하였다. 그리고 성장압력에 따른 효과를 관찰 하였는데 압력이 높아짐으로써 CNTs의 직경과 길이가 증가하는 것을 확인하였고 16 Torr 조건에서 수직성장 및 높은 수율의 CNTs를 합성할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] S. Fan, M.G. Chapline, N.R. Franklin, T.W. Tombler, A.M. Cassell, H. Dai, Science 283 (1999) 512.
- [2] P.G. Collins, A. Zettl, Phys. Rev. B 55 (1997) 9391.
- [3] J.-M. Bonard, F.Maier, T. Stöckli, A. Châtelain, W.A. de Heer, J.-P. Salvetat, L. Forró, Ultramicroscopy 73 (1998) 7.
- [4] C. Journet, W.K. Maser, P. Bernier, A. Loiseau, M.L. de la Chapelle, S. Lefrant, P. Deniard, R. Lee, J.E. Fischer, Nature 388 (1997) 756.
- [5] M.S. Dresselhaus, G. Dresselhaus, P.C. Eklund, Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes, Academic Press, New York, 1996 (Chapter 19).
- [6] M. Terrones, N. Grobert, J. Olivares, J.P. Zhang, H. Terrones, K. Kordatos, W.K. Hsu, J.P. Hare, P.D. Townsend, K. Prassides, A.K. Cheetham, H.W. Kroto, D.R.M. Walton, Nature 388 (1997) 195.