

습식방사법에 의한 탄소나노튜브/고분자 복합체 섬유의 방사

권명현, 박성호, 원종열, 백두현
충남대학교 유기소재·섬유시스템 공학과

Spinning CNT/polymer Composite Fibers by Wet Spinning

Myung-Hyun Kwon, Sung-Ho Park, Jong-Yeol Won, and Doo-Hyun Baik
Department of Organic Materials and Textile System, Chungnam National University, Dea-jeon, Korea

1. 서론

CNT는 그 가능성과 응용성으로 인해 많은 연구의 대상이 되고 있다[1]. 그 중 CNT 섬유에 관한 연구 또한 활발하게 이루어지고 있는데, 많은 연구 그룹이 섬유의 기계적 물성의 향상을 목적으로 고분자 binder로 사용하고 있다[2]. 하지만 binder 고분자의 존재는 방사성이나 섬유의 기계적 성질에는 도움이 되지만, CNT 섬유의 전기전도도를 낮추는 역할을 한다. 고분자가 없는 순수한 탄소나노튜브 섬유는 Rice University에서의 super-acid를 이용하여 제조한 섬유 외에는 기계적인 물성이 현저히 낮은 수준이다[3]. 본 연구에서는 CNT와 이온성 고분자를 복합하여 CNT/고분자 복합체 섬유를 제조하고 그 성질을 평가하였다.

2. 실험

2.1. Materials

본 연구에서는 Carbon Nanotechnologies, Inc.(CNI, USA)사에서 high-pressure carbon monoxide (HiPco) 방식으로 합성한 as-synthesized SWNT와 Iljin Nanotech(korea)에서 chemical vapor deposition(CVD) 방식을 이용하여 제조한 as-synthesized MWNT, 그리고 SEMES(Korea)사에서 CVD 방식을 이용하여 제조한 as-synthesized MWNT, thin-MWNT를 사용하였다. 분산을 위해 사용한 surfactant는 Aldrich(USA)사에서 구입한 lithium dodecyl sulfate(LDS)를 사용하였다.

2.2. Experimental

0.5-1.5 wt%의 탄소나노튜브와 0.5-1.5 wt%의 이온성 고분자와 1.2 wt%의 LDS를 혼합하여 CNT/고분자 복합체 섬유를 제조하였다. Dispersion은 horn type sonicator(Fisher Scientific, Model 500)를 이용하여 60-70분간 처리하여 제조하였다. 이렇게 얻어진 dispersion은 45 rpm으로 회전하는 HCl(37%) bath에 방사되었다. 방사된 섬유는 methanol에 수세 후, 상온에서 건조하였고, argon 분위기 하에서 최고 1000°C까지 열처리 하였다.

FE-SEM(JEOL, JSM-700F)을 이용하여 탄소나노튜브 섬유의 표면 특성을 관찰하였고, Thermal Gravimetric Analyzer(PerkinElmer, TGA 7)을 이용하여 고분자의 제거 여부를 확인하였다. Instron 5848 Microtester와 Instron 4467을 이용하여 섬유의 기계적 물성을 측정하였고, KEITHLEY 2425C와 Yokogawa 2553 DC Voltage Current Standard/Fluke 45 Dual Multimeter를 이용하여 섬유의 전기전도도를 측정하였다.

3. 결과 및 토론

그림 1은 1.5 wt%의 SWNT와 0.5 wt%의 고분자를 함유한 SWNT/고분자 복합체 섬유의 FE-SEM사진이다. (a)에서 볼 수 있듯이, 방사된 섬유는 약 120 μ m의 직경을 가진다. 섬유에 포함된 고분자는 개개의 CNT나 CNT bundle을 덮은 채 존재하고 있고, CNT 및 그 bundle은 배향도가 낮음을 확인 할

수 있었다.

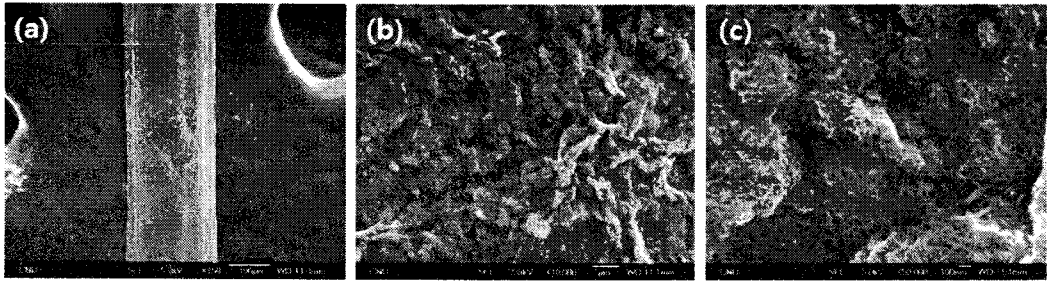


Figure 1. FE-SEM images of HiPco SWNT/ion-containing polymer fiber; (a) $\times 150$, (b) $\times 10,000$, and (c) $\times 50,000$

건조된 섬유에서 고분자를 제거하고 전기전도도를 높이기 위하여 argon 분위기 하에서 800°C , 1시간 동안 열처리하였다. As-produced MWNT, 이것의 고분자 복합체 섬유와 그리고 열처리한 섬유를 각각 TGA로 분석하였다. 그림 2 (b)에서 300°C 부근의 중량 감소는 고분자의 분해에 의한 것이며 열처리한 시료(c)에서는 중량 감소가 보이지 않은 것으로 보아, argon 하에서의 열처리를 통해 고분자가 모두 제거되었음을 확인 할 수 있었다.

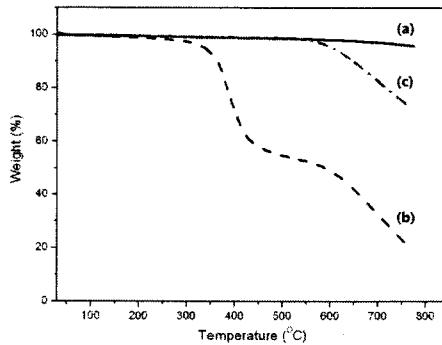


Figure 2. TGA data of MWNT/polymer fibers with a 1.5/1.0 (wt/wt) of ratio; (a) as-produced CVD MWNT, (b) spun MWNT/ion-containing polymer fiber, and (c) annealed MWNT/ion-containing polymer fiber; $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ in the flowing of Nitrogen gas.

4. 참고문헌

1. R. H. Baughman, A.A. Zakhidov, and W. A. der Heer, *Science*, **297**, 787 (2002).
2. B. Vigolo, A. Pénicaud, C. Coulon, C. Sauder, R. Ailler, C. Journet, P. Bernier, and P. Poulin, *Science*, **290**, 1331 (2000)
3. L. M. Ericson, H. Fan, H. Peng, V. A. Davis, W. Zhou, J. Sulpizio, Y. Wang, R. Booker, J. Vavro, C. Guthy, A. N. G. Parra-Vasquez, M. J. Kim, S. Ramesh, R. K. Saini, C. Kittrell, G. Lavin, H. Schmidt, W. W. Adams, W. E. Billups, M. Pasquali, W. F. Hwang, R. H. Hauge, J. E. Fischer, R. E. Smalley, *Science*, **305**, 1447 (2004)