

환경신뢰성이 확보된 투명전도성 필름을 위한 비공유 결합에 의한 단일벽 탄소나노튜브의 TiO₂ 코팅

Noncovalent Titania Wrapping of Single-Walled Carbon Nanotubes for Environmentally Stable Transparent Conductive Thin Films

한중탁, 김준석, 정희진, 정승열, 이건웅*

Joong Tark Han, Jun Suk Kim, Hae Deuk Jeong, Hee Jin Jeong, Seung Yol Jeong, and Geon-Woong Lee

한국전기연구원 혁신소재연구센터

Abstract : We present a simple process for the fabrication of high performance transparent conducting films that contain single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) noncovalently coated with an ultrathin titania layer. The hydrophobic interactions between nanotube surfaces and the acetylacetone (acac) ligands used to stabilize the TiO₂ precursor provide an interesting alternative method for noncovalently coating the SWCNTs with a titania layer. The ultrathin titania layer on SWCNTs prevented the oxidation of functionalized SWCNTs at high temperatures, and protected against water molecule absorption.

Key Words : Single-walled carbon nanotubes, TiO₂, non-covalent interaction, thin film, environmental stability

1. 서 론

탄소나노튜브를 이용한 전도성 코팅기술은 기존 디스플레이의 전극물질로 사용되어지는 인듐산화주석 (ITO)를 대체할 뿐만 아니라 정전분산, 전자파차폐, 투명발열히팅 등 그 응용분야가 매우 다양하여 과학 기술적 관심이 집중되고 있다. 탄소나노튜브 전도성 필름의 전도성은 높은 온도에서의 산화와 고온고습에서의 수분에 의한 디도핑에 의해 저하될 수 있다. 이러한 현상을 방지하기 위해 바인더 물질을 이용한 전도성 필름의 보호막이 필요하다. 최근에 유기물이나 산화물을 이용한 탄소나노튜브의 안정화 연구가 진행되고 있다.

2. 결과 및 토의

본 연구에서는 단일벽 탄소나노튜브를 산처리와 같은 기능화 과정을 거치지 않고 산화티타늄을 코팅함으로써 전도성 필름의 환경신뢰성을 확보하는 방법을 개발하였다. 본 연구에서 사용된 CNT는 아크방전에 의해 합성된 단일벽 CNT (SWCNT, from Carbon Solution Inc. 상품명: P3)를 사용하였다. SWNT/에탄올 분산액은 Bath sonicator에서 1시간 처리하여 제조하였다. 산화티타늄 코팅은 산화물 전구체(티타늄이소프로폭사이드, titanium isopropoxide)의 안정제로 사용되는 아세틸아세톤 (acetylacetone)과 소수성인 탄소나노튜브의 소수성 결합에 의해 이루어졌다. 산화티타늄 코팅은 티타늄이소프로폭사이드(TIP)와 아세틸아세톤을 1:2 몰비로 SWCNT 분산액에 첨가하였으며, TIP의 양을 SWCNT 대비 10에서 90 wt%로 조절하였다. 제조된 코팅액을 스프레이 코팅법을 이용하여 유리기판에 도포하고, 150도에서 350도까지 단계적으로 가열하여 잔류하는 용매와 유기물을 제거하였다. TIP 양이 증가함에 따라 코팅층이 두꺼워짐을 확인하였다. TiO₂ 코팅층은 투과전자현미경으로 확인할 수 있었다. SWCNT/TiO₂ 코팅막의 면저항을 열처리 온도에 따라 측정한 결과 300도까지 가열시 면저항이 크게 감소하는 것을 알 수 있었다. 이 결과의 원인은 산화티타늄 코팅을 통해 열처리에 의해 탄소나노튜브의 열산화 없이 불순물인 무정형 탄소를 선택적으로 제거함으로써 SWCNT 자체의 전도도가 향상됨에 기인한다. 아울러, TiO₂ 코팅에 의해 80도, 80%상대습도에서의 전도도 안정성이 향상되었다.

참고 문헌

- [1] Z. C. Wu, Z. Chen, X. Du, J. M. Logan, J. Sippel, M. Nikolou, K. Kamaras, J. R. Reynolds, D. B. Tanner, A. F. Hebard, A. G. Rinzler, Science Vol. 305, p. 1273, 2004.
- [2] J. T. Han, S. Y. Kim, H. J. Jeong, S. Y. Jeong, G. -W. Lee, J. Phys. Chem. C Vol. 113, p. 16915, 2009.
- [3] J. T. Han, S. Y. Kim, J. S. Woo, G. -W. Lee, Adv. Mater. Vol. 20, p. 3724, 2008.

* 교신저자) 이건웅, e-mail: gwleephd@keri.re.kr, Tel:055-280-1677
주소: 경남 창원시 불모산길 70, 한국전기연구원