

전기방사법을 이용한 CdTe-Polymer의 합성과 전기 광학적 특성

김미현, 조경아, 김상식
전기전자전파공학부, 나노과학연구소, 고려대학교

Optoelectronic characteristics of CdTe nanoparticles embedded in electrospun polymer nanofibers

Mihyun Kim, Kyoungah Cho, Sangsig Kim

Department of Electrical Engineering and Institute for Nano Science, Korea University, Seoul 136-701, Korea

Abstract - 전기방사법을 이용하여 PVK-CdTe 용액으로 하이브리드 나노파이버를 제조하였다. 하이브리드 나노파이버 형상은 광학현미경과 Scanning Electron Microscope으로 관찰되었으며, 직경은 300 nm ~ 30 μm이고, 길이는 500 μm이상 이었다. PVK-CdTe 하이브리드 나노파이버의 Photoluminescence 측정을 통하여 하이브리드 나노파이버내에 나노입자특성을 유지한 CdTe 나노입자의 존재를 확인하였으며, 대기과 진공 중에서의 I-V 측정을 통해 진공 상태에서보다 대기상태에서 약 2배 정도 전류가 증가한다는 것을 알았다.

1. 서 론

최근 유기전자소자의 발전과 함께 고분자를 전자소자, 센서, LED 등에 활용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다[1-4]. 고분자 나노파이버는 고분자 박막에 비해 큰 표면적을 가질 수 있어 고감도 센서에 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 길이가 길어 광통신용 소재로서도 응용가능하다. 전기방사방법을 이용하여 나노파이버를 제조할 경우에는 나노파이버에 다양한 무기물의 주입이 용이하기 때문에 다기능성 나노파이버 제조가 가능하리라 예상된다. 그러나 현재까지 진행된 고분자 나노파이버에 대한 연구는 산화물 나노선을 얻기 위한 중간체로써의 고분자 나노파이버의 역할[5]과 나노파이버의 큰 표면적을 이용한 가스센서에 대한 연구 [6, 7]가 주를 이루고 있고 광전자소재로써의 활용연구는 아직 미비한 수준이다. 따라서 본 연구에서는 전기방사법을 이용하여 Polyvinylcarbazole(PVK) 고분자 나노파이버에 CdTe 나노입자가 임베디드된 하이브리드 나노파이버를 제조하고, 전기-광학적 특성을 연구하여 광전자소재로써의 가능성을 알아보하고자 하였다. PVK-CdTe 나노파이버의 형상은 광학현미경을 비롯한 Scanning Electron Microscope (SEM), Transmission Electron Microscope (TEM)을 이용하여 관찰하였으며, Photoluminescence (PL)와 I-V 측정을 통하여 전기-광학적 특성을 조사하였다.

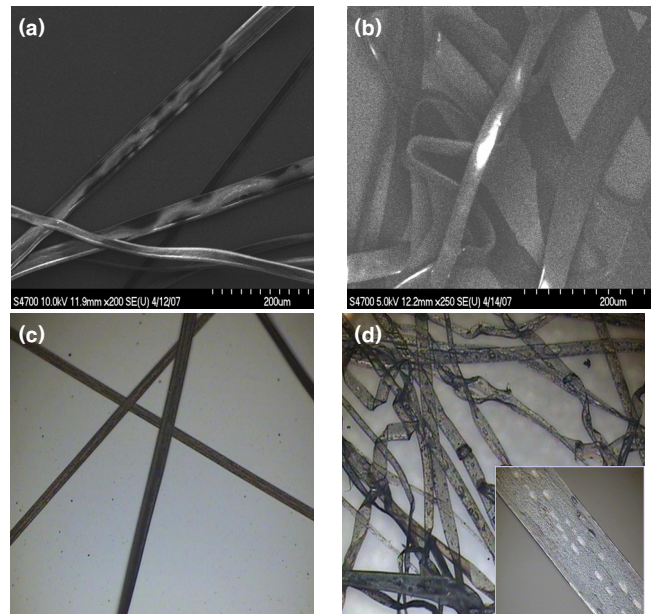
2. 본 론

2.1 실험

고분자 나노파이버를 전기방사법으로 제조하기 위해서 7wt%의 PVK 용액을 이용하였다. PVK 7wt%용액은 PVK($M_w=1,100,000$, Aldrich)를 Dichloromethane(Aldrich)에 용해시킨 후 상온에서 약 2 ~ 3시간 동안 stirring하여 얻었다. PVK-CdTe 하이브리드 나노파이버를 제조하기 위하여 먼저, 수용액에서 합성된 CdTe 나노입자를 아세톤에 분산시킨 뒤 아세톤에 분산된 CdTe 나노입자를 PVK 7wt% 용액에 부피비로 1:7 (CdTe:PVK)의 비율로 혼합하였다. PVK-CdTe 용액의 나노파이버 제조 조건은 다음과 같다. 실린지와 기관 사이의 거리는 6 cm, 노즐 직경은 0.1 mm, 주입속도는 1 ml/hr였으며, 13 ~ 15 kV의 전압을 주어 ITO glass, Quartz, SiO₂ 기관 위에 전기방사 하였다. 전기방사 방법으로 기관에 올라간 PVK-CdTe 하이브리드 나노파이버의 형상은 광학현미경 (Nikon社 100L), SEM(Hitachi社 S-4700) 및 TEM(FEI社 Technai 300)으로 관찰하였다. 광학특성 분석을 위해 Shimadzu社 RF-5301PC Spectro fluorometer 를 이용하여 PL을 측정하였으며, 여기 시킨 빛의 파장은 325 nm였다. 나노파이버의 전기적 특성은 glass 기관위에 나노파이버를 방사시킨 후에, 전극으로 thermal evaporator를 이용하여 Au 100 nm를 증착한 후 Agilent 4255c semiconductor parameter analyzer 를 이용해 I-V 측정을 통하여 알아보았다. I-V 측정은 대기 중과 진공 상태에서 행해졌다.

2.2 결과

그림 1은 PVK 나노파이버와 PVK-CdTe 하이브리드 나노파이버의 SEM, Optical microscope 이미지이다. 나노 파이버의 직경은 대략 300 nm ~ 30 μm 이었으며, 길이는 500 μm이상 이었다. 그림 1 (a)와 (b)는 FE-SEM으로 파이버의 표면을 본 것으로 (a) PVK nanofibers는 대체로 곧고 길며 매끈한 표면 상태를 보였고, (b) PVK-CdTe nanofibers는 electron charging이 심하여 관찰이 어려워 나노파이버 형태가 리본 모양이라는 정도만 알 수 있었다. 폴리머계통은 전자빔에 의한 charging이 심하여 이미지를 얻기가 힘든 단점이 있어, Optical microscope로도 나노파이버의 형상을 관찰한 결과(그림 1 (c), (d)), 순수한 PVK 나노파이버(그림 1(c))는 직선형인 와이어형태였으나 PVK와 CdTe의 하이브리드 나노파이버(그림 1(d))는 판상의 리본 형태를 가지는 것이 관찰되었다. 또한, 그림 1(d)에 삽입된 사진은 고배율의 광학현미경사진으로 PVK-CdTe 하이브리드 나노파이버의 경우에는 그 표면에 porous하고 가는 섬유들이 배열된 모양을 볼 수가 있다.



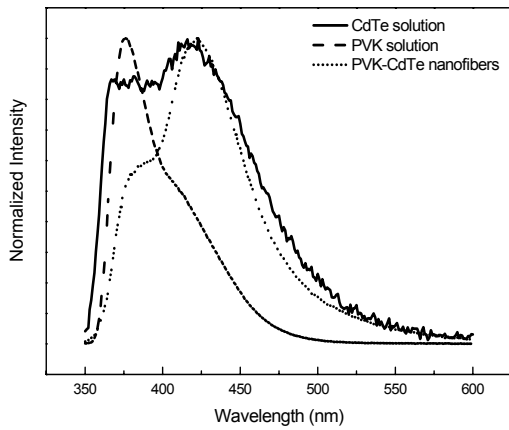
〈그림 1〉 SEM images (a) PVK nanofibers, (b) PVK-CdTe nanofibers, Optical Microscope images (c) PVK nanofibers, (d) PVK-CdTe nanofibers

TEM으로 전자를 나노파이버에 투과시켜 CdTe 나노입자가 나노파이버의 어느 위치에 분포되었는지 확인하고자 하였으나, 전자빔에 약한 고분자 특성으로 인하여 관찰할 수가 없었다.

그림 2는 PVK 용액과 CdTe 용액, 그리고 PVK-CdTe 나노파이버의 PL 스펙트럼이다. CdTe 나노입자 용액에서는 424 nm에서, PVK 용액에서는 378 nm에서 PL peak이 관찰되었으며, PVK-CdTe 나노파이버에서는 386 nm와 424 nm 두 군데에서 PL peak이 관찰되었다. PVK-CdTe 하이브리드 나노파이버에서 관찰된 424 nm에서의 PL peak은 CdTe 입자에 의한 것으로, 하이브리드 나노파이버에 CdTe 나노입자가 그 물성의 변화없이 고분자 파이버내에 존재한다는 것을 알 수 있다.

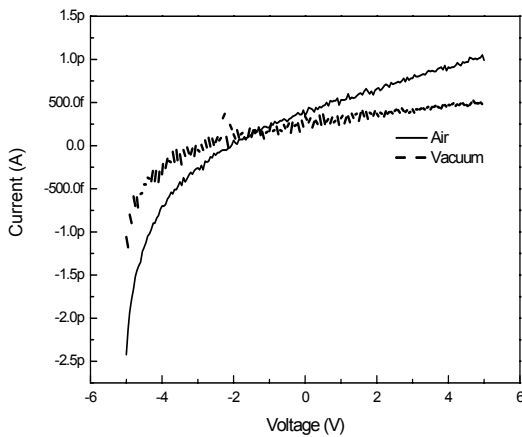
[참 고 문 헌]

[1] G.E.Johnson, "Emission properties of vinylcarbazole polymers", The journal of chemical physics, Vol. 62, 4697-4709, 1975.
 [2] Kaushik Roy Choudhury, "Charge carrier mobility in an organic-inorganic hybrid nanocomposite", Applied physics letters, Vol. 82, 406-408, 2003.
 [3] Peng Wu, "Efficient energy transfer from poly(N-vinyl-carbazole) to tetra-methylester of perylene-3,4,9,10-tetracarboxylicacid", Journal of materials science 39, 5837-5840, 2004.
 [4] Suhua Wang, "Poly(N-vinylcarbazole) (PVK) photoconductivity enhancement induced by doping with CdS nanocrystals through chemical hybridization", J. Phys. Chem. B, 104, 11853-11858, 2000.
 [5] Zheng-Ming Huang, "A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites", Composites science and technology, 63, 2223-2253, 2003.
 [6] Basudam Adhikari, "Polymers in sensor applications", Prog.Polym.Sci., 29, 699-766, 2004.
 [7] Hua Bai, "Gas sensor based on conducting polymers", Sensors, 7, 267-307, 2007.



<그림 2> PL spectra of PVK, CdTe solution and nanofibers
 CdTe solution (—), PVK solution (---), PVK-CdTe nanofibers (···)

그림 3은 PVK-CdTe 나노파이버의 I-V 곡선이다. 전압을 -5 ~ 5 V로 가했을 때 전류는 진공상태에서는 -1.0 ~ 5.1 fA, 대기 중에서 -2.4 ~ 9.9 pA 로 진공상태일 때보다 대기 중에서 약 2배 전류값이 증가하였다. 이러한 대기에서와 진공상태에서 전류변화는 가스센서 소재로 활용이 가능함을 보여주었다.



<그림 3> I-V curves of PVK-CdTe nanofibers in air and vacuum

3. 결 론

전기방사법을 이용하여 PVK-CdTe 용액으로 직경이 300 nm ~ 30 μm 인 PVK-CdTe 하이브리드 나노파이버를 제조하였다. PVK-CdTe 하이브리드 나노파이버는 순수한 PVK 나노파이버와는 달리 판상의 리본형태와 다공성의 표면을 가진다는 것을 알았다. PVK-CdTe 하이브리드 나노파이버의 PL 스펙트럼에서 관찰된 424 nm의 PL peak는 CdTe 나노입자용액의 PL peak와 일치하는 것으로 하이브리드 나노파이버에 존재하는 CdTe 나노입자가 그 물성의 변화 없이 고분자 파이버내에 분산되었다는 것을 알 수 있었다. 또한, 대기중과 진공중에서의 PVK-CdTe 나노파이버의 전기적 특성측정을 통해 하이브리드 나노파이버가 가스센서 소재로서의 활용가능성을 확인하였다.

[감사의 글]

본 연구는 2006년도 과학기술부 국가지정연구실사업(M1050000004506J 000004510), 한국학술진흥재단 중점연구과제(KRF-2006-J03601), 산업자원부 나노기반사업(10022916-2006-22), 비휘발성 차세대메모리소자기술 개발사업(10022965-2006-13)에 의하여 수행되었습니다.