

산화아연 셀룰로오스 나노복합재의 제조 및 특성평가

Fabrication of ZnO cellulose hybrid materials and characterizations

*고현우¹, #김재환¹, 김동구¹, Amalraj John¹

*H. Ko¹, #J. Kim(jaehwankim@inha.edu)¹, D. G. Kim¹, Amalraj John¹

¹인하대학교 기계공학과

Key words : ZnO-cellulose hybrid materials, regeneration cellulose, ZnO

1. 서론

셀룰로오스는 우리 주변에서 자연적으로 발생하는 가장 흔한 생체 고분자 유기물 중 하나이다. 셀룰로오스는 자연 상태에서 생분해가 가능하여 친환경적이면서도 목재나 목화 등의 식물에서 다량 생성되기 때문에 그 비유적인 면에서 큰 이점을 갖는 소재로, 전통적으로 섬유산업에 많이 사용되었으며 의약품이나 식품, 분리용 박막 등으로도 널리 사용되었다[1]. 최근에는 그 전기적 성질을 이용하여 전자 소재, 작동기, 센서, 트랜지스터, 에너지 저장 소자도 연구되고 있다 [2, 3].

산화 아연은 3.37eV 의 wide band gap 을 가지고 있는 대표적인 II-VI족 직접천이형 화합물 반도체 물질로, 전기소자의 재료 중 하나로써 연구되고 있다. 또한 결정학적 특성이 광학소자로 상용화된 GaN 와 유사하여 LED 소자, 광 센서로서의 활용이 기대되며 낮은 비저항값 ($10^{-3} \sim 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$)과 적외선 및 가시광선에 대하여 뛰어난 광 투과성을 가지고 있어 투명전극, 투명박막전자소자, 압전 소재로도 연구되고 있다 [4,5]. 이와 같은 활용을 위해서 나노 단위의 산화아연 입자의 성장이 가능한 유연성을 가진 기판을 찾고 그 기판 위에서 산화아연을 성장시키는 것이 매우 중요하다. 그에 대하여 최근 셀룰로오스 섬유 위에 산화아연을 성장시키는 것에 대한 연구가 몇몇 논문을 통하여 발표되었다. 본 논문에서는 저온에서 간단한 화학 반응에 의하여 산화 아연의 성장이 가능한 용액 성장 기술을 이용하여 산화아연을 셀룰로오스 필름 표면에서 성장시켜 산화아연 셀룰로오스 복합재를 제조하고 그 특성에 대하여 평가하였다.

2. 실험 방법

실험에 사용된 셀룰로오스 기판은 목화 펄프에서 DMAc/LiCl 를 이용한 방법을 사용하여 추출하였으며 이를 젖은 필름의 형태로 고형화시켜 준비했다 [3]. 산화 아연을 이 셀룰로오스 필름 위에서 성장시키기 위하여 0.005mole 의 질화 아연과 trietanolamine(TEA)을 500ml 의 탈이온증류수에 녹였다 [6]. 이 용액에 셀룰로오스 필름을 넣고 90°C에서 6 시간 동안 반응시켜 산화 아연 코팅을 위한 결정핵을 생성시켰다. 이후 표면에 결합되지 않은 산화 아연 입자를 증류수로 씻어내고 다시 6 시간 동안 같은 몰농도를 갖는 용액에서 반응시켜 표면에 균일하게 형성된 산화아연 셀룰로오스 복합재를 만들었다. 이와 같이 만들어진 산화아연 셀룰로오스 복합재료는 자외선-가시광선 스펙트럼, X 선 회절분석(XRD), 전계 방사형 주사현미경(SEM)을 통하여 일반적인 재생 셀룰로오스와 비교, 분석되었다.

3. 결과 및 논의

산화아연-셀룰로오스 제조에는 매우 간단한 화학반응이 사용되었다. 이 화학반응은 셀룰로오스의 친수성 표면에 아연의 가수분해를 통한 산화아연의 불균질한 결정핵 생성을 유도하고 성장시키는 것이다. 그림 1 은 표면(a) 및 단면(b)의 SEM 사진이다. 단면의 형상을 보면 산화아연입자가 단순히 표면에만 형성되지 않고 필름 내부에도 형성이 된다는 것을 알 수 있다. 표면 형상을 통해서도 산화 아연 입자의 크기가 약 250nm 의 작은 크기를 보임을 알 수 있었는데 (a)에서처럼 산화아연이 셀룰로오스 섬유의 방향과 평행한 점은 흥미로운 부분이다.

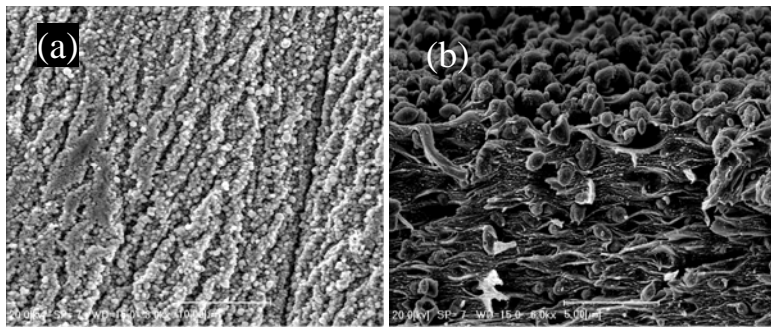


Fig.1 (a) Surface and (b) Cross sectional SEM images of Cellulose-ZnO hybrid material

그림 2 는 산화아연 셀룰로오스 복합재의 자외선-가시광선 스펙트럼이다. 350nm 대의 자외선 흡수 영역은 산화아연 입자가 셀룰로오스 표면에 형성되었음을 확인시켜준다.

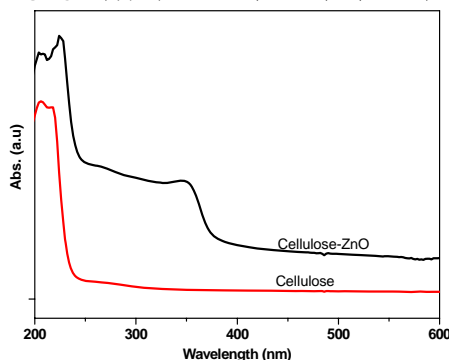


Fig.2 UV-visible spectrum of ZnO-cellulose hybrid material

그림 3 의 XRD 에서는 21°의 셀룰로오스 회절 패턴에 비해 31.7°(100), 34.4°(002), 47.5°(102), 56.6°(110), 62.8°(103), 67.9°(112), 69.1° (110)에서 관찰되는 날카로운 산화아연의 회절 패턴을 통하여 산화아연의 결정화가 잘 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

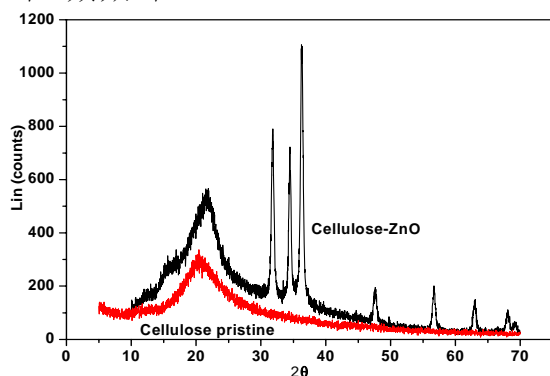


Fig.3 XRD pattern of ZnO-cellulose hybrid material

4. 결론

본 연구에서는 간단한 화학적 반응을 이용한 산화아연-셀룰로오스 복합재의 제작과

그 특성에 대한 평가를 진행하였다. 자외선-가시광선 스펙트럼에서 나타난 350nm 에서 검출된 자외선 흡수와 XRD 의 회절 패턴을 통하여 산화아연의 형성을 확인하였다. 또한 SEM 이미지를 통하여 산화아연 입자가 표면에 균일하게 형성되었을 뿐만 아니라 필름의 내부에도 형성되었음을 관찰 할 수 있었다. 산화아연 셀룰로오스 복합재는 변위센서나 생체 의학 센서, 그리고 유연 디스플레이 등 다양한 분야에서 활용 가능성을 갖는다.

후기

이 연구는 연구재단 창의연구과제진흥사업 (EAPap Actuator)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Klemm, D, Heublein, B, Fink, H-P, Bohn, A "Cellulose: fascinating biopolymer and sustainable raw material," *Angew Chem Int Ed*, 44, 3358-3393, 2005
2. Pushparaj, VL, Shaijumon, MM, Kumar, A, Murugesan, S, Ci, L, Vajtai, R, Linhardt, RJ, Nalamasu, O, Ajayan, PM, "Flexible energy storage devices based on nanocomposite paper," *PNAS*, 104, 13574-13577, 2007.
3. Kim, J, Yun, S, Ounaies, Z, "Discovery of cellulose as a smart material," *Macromolecules*, 39, 4202-4206, 2006.
4. Pan, C.T, Liu, Z.H, chen, Y.C, liu, C.F, " Design and fabrication of flexible piezo-microgenerator by depositing ZnO thin films on PET substrates," *Sens & Actu A: Phy*", 159(1) 96-104, 2010.
5. Wenga, Wei, Wang, Haowei, Ma, Naiheng, "New type of piezo-damping aluminum matrix composites with ZnO:Al-coated LiNbO₃ particles," *Mate Let*, 64(15), 1657-1659, 2010.
6. Goncalves, G, Marques, P, Neto, CP, Trindade, T, Peres, M, Monteiro, T, "Growth, structure, and optical characterization of ZnO-coated cellulosic fibers," *Cryst Growth Des*, 9, 386-390, 2009.
7. Spantel, L, Anderson, MA, " Semiconductor clusters in the sol-gel process: quantized aggregation, gelation, and crystal growth in concentrated zinc oxide colloids," *J Am Chem Soc* 113,2826-2833, 1991