

Electrospinning을 통한 광투과 전도성 박막의 제조

이귀영, 김한성
부산대학교

Preparation of thin films with light transmission conductive by electrospinning

Kui-young Lee, Han-seong Kim
Pusan national Univ.

Abstract : SnO₂ oxides are considerable interest for the development of transparent electrode, thin film resistor and gas sensors. Electrospinning is a class of nanofiber forming processes by which electrostatic forces are employed to control the production of nanofibers. In this study, antimony doped tin oxide thin films were prepared by electrospinning process. Effects of ATO doping concentration and applied voltage on electrical and light transmission properties were investigated.

Key Words : ATO films, light transmission, conductive films.

1. 서론

일반적으로 나노입자의 전도성은, 나노입자의 정착력을 이용하여 대상체 표면위에 분산 증착시키거나 필름 형태로 나노입자와 복합화된 형태를 통해 발현된다. 이 경우 입자간 전자전달은 입자간의 거리에 반비례함으로 효율적인 전자전달을 위해 나노입자의 농도 증가는 필연적이다. 이는 광투과 특성을 동시에 요하는 응용에는 장애요인으로 작용한다. 따라서 본 연구에서는 나노섬유 네트워크 구조체를 개발하고 이를 전자전달 매체로 활용하고 동시에 전달 매체의 국소적 나노화를 통하여 효율적인 광투과 특성의 장점을 살리기 위한 기초적 연구를 수행하였다.

SnO₂계 박막은 투명 전도막으로 광범위하게 사용되고 있는 물질로서 SnO₂ 단독 또는 Antimony(Sb)를 첨가하여 유리 기판 등에 투명 전도성 산화막을 형성하여 태양전지, LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel) 등의 투명전극물질, 정밀박막저항기, 가스 센서등 여러 분야에 사용되고 있다.[1]

SnO₂계 박막의 경우 제조원가가 광전자분야에서 가장 널리 사용되고 있는 ITO 박막과 비교하여 저렴하고 내화특성과 내마모성이 우수하며, 광투과성이 우수하다.[2] SnO₂계 박막이 높은 비저항 값을 가지는 문제점을 해결하기 위하여 Sb등의 원소를 첨가하여 비저항을 낮추려는 연구가 활발히 진행 중이다.[3]

전기방사는 정전기적 인력에 의해 나노섬유를 생산하는 공정 중의 하나이다. 전기방사를 통해 제조되는 나노섬유 멤브레인은 전기장, 용액의 공급 속도, 용매의 증발 속도, 용액의 점도 등과 같은 다양한 공정 파라미터, 제조 시스템 파라미터의 변화에 따른 특정한 구조와 성질을 지닌다.[4-5]

용액 전기방사법은 전기분사법의 범주에 속하며, 액체 분사를 형성하기 위하여 고전압을 필요로 한다. 전기방사에서 나노섬유의 형성은 가해진 고 전하에 의해 유발되는 표면전하 사이의 정전기적 반발, 전기장에 의해 하전된 젯의 연산 및 용매의 휘발로 인해 형성된다. 이렇게 형성된 나노섬유의 micro/macro 구조를 변화시키기 위한 방사과정의 조절 및 전기장의 설계 등의 여러 가지 전기방사 프로세스에 관한 연구가 활발히 진행되어 오고 있다.[6-8]

2. 실험

2.1 Materials

에탄올에 분산 되어 있는 ATO sol (AAS-E030, MIJTECH, Korea)을 구입하여 사용하였다.

Electrospinning에 필요한 용액의 점도를 부여하기 위하여 Polyvinyl Alcohol(PVA, Mw: 65000, Hydrolysis: 85.5~86.5, dongyang Chem., Korea)을 증류수에 교반시켜 6wt%의 PVA 수용액을 제조하여 ATO sol을 표 1과 같은 비율로 첨가하였다.

ATO가 첨가된 방사 용액의 표면장력, 전기전도도를 측정하고 신장정도특성을 분석하였다.

표 1. 방사 용액 조성 비율.

	PVA 수용액	ATO sol
Sample 1	100 ml	0 ml
Sample 2	95 ml	5 ml
Sample 3	90 ml	10 ml
Sample 4	85 ml	15 ml

2.2 실험장치

금속 노즐은 19Gage로 고정하고 직류 고전압 발생기(TVI-60, Taelim, Korea)를 이용하여 10~30kV의 인가전압을 5단계로 상승시켜 실험을 수행하였다. 금속노즐의 팁에서 컬렉터까지의 거리(TCD)는 15cm로 고정하였다. 금속 노즐에 +극을 연결하고, 지름 20cm 두께 5mm의 원형 stainless steel제 plate를 접지시켜 사용하였다. 각 조건에 따른 실험은 실온에서 5분 동안 방사하였다. 실험 장치의 모식도는 그림 1과 같다.

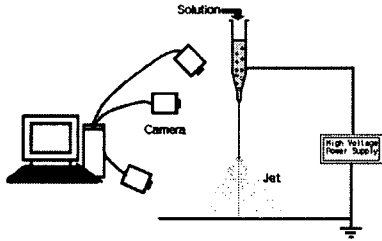


그림 1. 실험 장치의 모식도.

CCD카메라와 디지털 캡처 보드를 이용하여 노즐 선단에서의 드롭의 거동을 관찰하고, 이를 화상처리 및 수치해석적 기법을 Visual C++로 프로그램화하여 분석하였다. 포집된 웨의 포집 정도와 균제도를 평가하기 위한 화상 분석 시스템 프로그램을 작성하여 분석하였다. 또한 주사전자 현미경(HITACHI S3500)을 사용하여 박막의 표면특성을 관찰하였다. 또한 실험을 통해 얻어진 박막 시료의 전기전도도 및 광투과성을 측정하였다.

3. 결과 및 검토

상기의 실험 조건에 따라 실험한 결과, 노즐 선단의 용액의 동적인 거동관찰 및 이를 통한 이미지 분석 결과는 그림 2와 같다.

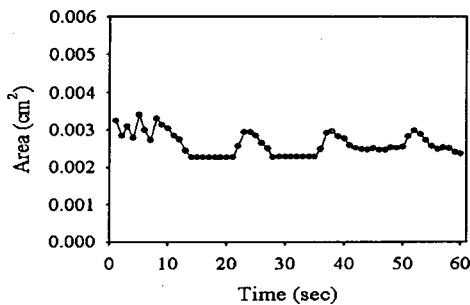


그림 2(a). 시간의 변화에 따른 방사 드롭 면적 (Sample 3, 인가전압: 20kV)

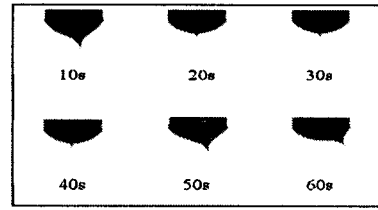


그림 2(b). 시간의 변화에 따른 방사 드롭 이미지 (Sample 3, 인가전압: 20kV)

ATO sol의 첨가 유무에 따른 박막의 Gray-Scale 강도분포 변화를 분석하여 그림 3에 나타내었다. 이것으로 포집된 박막의 균제도 분석을 통하여 집적도 및 분포도를 비교 할 수 있다(그림 4).

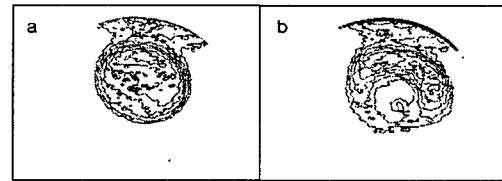


그림 3. 포집 박막의 형상 분석 이미지 (인가전압: 20 kV, a: sample 1, b: sample 4)

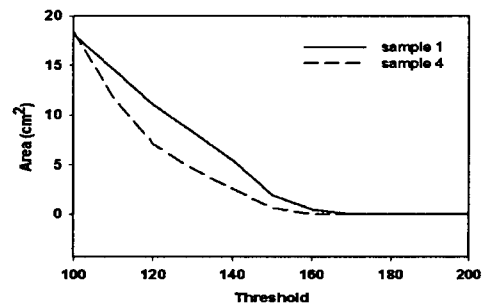


그림 4. 포집된 박막의 분포도

참고 문헌

- [1] C.Y.Koo, K.J.Kim, K.H.Kim, H.Y.Lee, Journal of the Korean Ceramin Society. Vol.37, No.11, p.1025, 2000.
- [2] C.Yoon, H.Y.Lee, Y.J.Chung, K.H.Lee, Journal of the Korean Ceramin Society. Vol.33, No.5, p.514, 1996
- [3] C.A.Vincent, J. Electrochem. Soc., 119, 515, 1972.
- [4] Gregory C. Rutledge and Sergey V. Fridrikh, Advanced Drug Delivery Reviews. 2007.
- [5] D. Li, Y. Xia, Advanced Materials, Vol.16, No.14, p.1151, 2004.
- [6] A. G. Bailey, Wiley, New York, 1988.
- [7] J. B. Fenn, M. Mann, C. K. Meng, S. F. Wong, C. M. Whithouse, Science, 64, 246, 1989.
- [8] J. -S. Kim, D. H. Reneker, Polym. Eng. Sci, 1999, 39, 849