

전기방사 메커니즘과 웹의 균제도 상관성에 관한 연구

이성훈, 김한성

부산대학교 유기소재시스템공학과

Studies on Correlation between Mechanism of Electrospinning and Uniformity of Web

Sung-Hoon Lee and Han-Seong Kim

Department of Organic Material Science and Engineering, Pusan National University, Pusan, Korea

1. 서론

1990년대 초, 전기방사가 도입된 이후[1] 전기방사에 관한 관심은 미미하였으나, 최근, 전기방사는 많은 사람들의 관심을 끌고 있다. 이는 전기방사된 나노섬유가 가지는 높은 비표면적과 나노 레벨의 기공 제어에의 수월성 및 낮은 굽힘 강성 등에서 기인한다.[3,4] 전기방사는 가해진 고전압에 의해 유발되는 정전 charging을 통한 전기적 인력과 전자 반발력을 전기방사 및 나노화의 기본메커니즘으로 한다. 강한 전기력이 노즐 선단의 고분자 용액 혹은 고분자 blend에 가해지면, 드랍이 charging되면서 발생하는 tangential stress에 의해 반대 전극방향으로 유도되어 지는 젯을 방출하게 되며, 전자 반발 과정을 통하여 나노화되어진다.[2]

노즐의 크기, 방사 용액의 점도, 유전율, 표면장력, 방사시의 온도, 습도, 인가전압, 팁과 컬렉터 간의 거리 등이 전기방사 공정에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 전기방사에 영향을 미치는 공정 인자에 대한 몇몇 연구가 행해졌다. 전기방사 공정 중에 형성되는 비드에 대한 연구,[8] 전기장 하에서의 다양한 드롭 형태에 관한 연구,[2] 동축 노즐을 이용한 복합 고분자의 전기방사에 관한 연구,[7] 스프레이 과정에서의 젯의 분류 등에 관한 연구가 보고되어졌다.[9] 그러나, 아직까지 전기방사 공정에 관한 명확한 제어방법이나, 메커니즘 규명에 대한 이론적 근거는 정립되지 않았다[5, 6].

본 논문에서는 전기방사 공정 중의 젯과 드랍의 거동이 컬렉터에 포집되는 웹의 형상에 미치는 영향을 연구하여 나노웹의 균제도와 전기방사 메커니즘과의 상관성에 관한 연구를 수행하였다.

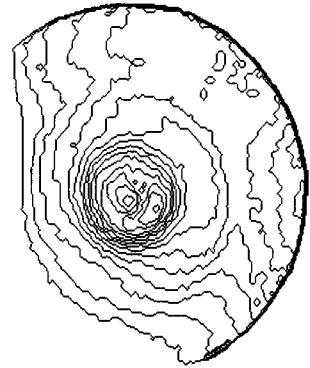
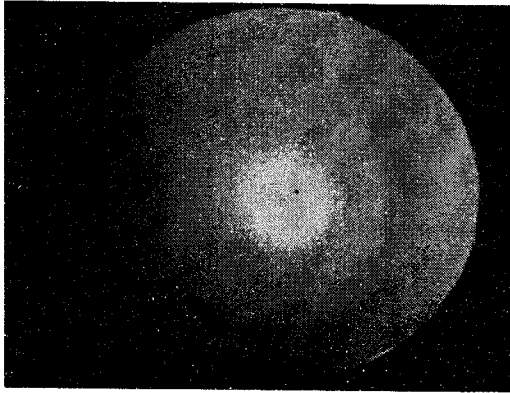
2. 실험

본 실험에 사용된 용액은 각각 7, 8, 9 wt%의 Polyvinyl Alcohol(PVA, Mw: 65000, Hydrolysis: 85.5-86.5, dongyang Chem., Korea)수용액이다. 20G의 Stainless steel노즐을 사용하였으며, 직류 고전압 발생기(TVI-60, Taelim, Korea)를 이용하여 DC +60kv 까지 전압을 생성할 수 있었다. CCD카메라와 디지털 캡처 보드를 이용하여 노즐선단에서의 드랍의 거동과 컬렉터에 포집되어지는 나노웹의 형상을 관찰하였다. 팁에서 컬렉터의 거리(TCD)는 15cm 로 고정하였고, 용액을 공급한 Syringe를 +극으로 연결하였다. 유체의 토출은 hydrostatic pressure에 의해 이루어 졌으며, 지름 20cm 두께 5mm 의 원형 stainless steel plate를 접지시켜 사용하였다. 포집되는 웹의 집적도 평가를 위하여 컬렉터에 검정 색 색지를 background로 사용하였다.

3. 결과 및 토론

Hydrostatic pressure를 제어하기 위하여 주입되는 용액의 부피를 10ml로 일정하게 유지하였다. 전

기방사가 진행됨에 따라 토출되어지는 양을 고려하여 syringe내의 용액의 부피를 10ml로 유지하도록 syringe pump를 이용하여 용액의 부족분만큼 공급하였다. 인가전압은 10kv에서 30kv로 5kv씩 5단계로 설정하여 1분간 방사시켜 웹의 형태 변화와 젯의 거동을 관찰하였다. 젯의 거동이 웹의 포집형태에 미치는 영향을 파악하기 위하여 실험 중에 컬렉터와 노즐을 동시 촬영하여 상관관계를 규명하였으며, 웹을 포집하면서 촬영한 이미지(Fig. 1a)를 나노웹의 집적도 분석을 통하여 포집형태를 시간의 함수로 분석하였다.(Fig. 1b) 포집된 웹의 형태는 몇 가지의 전형적인 패턴으로 구분되어졌다. 또한, 공정 중의 드랍의 fluctuation을 연속적으로 분석하고, SEM이미지 분석을 통하여 포집된 섬유의 직경을 분석하였다.



<Figure 1a. Image of deposited web at 60sec.> <Figure 1b. Image of contour analysis at 60sec.>

4. 참고문헌

1. A. Formhals, "Process and Apparatus for Preparing Artificial Threads", U. S. Patent, 1,975,504 (1934)
2. G. I. Taylor, "Electrically Driven Jets", *Proc. R. Soc. Lond. Ser. A, Meth. and Phys. Sci.*, **313**, 453-475 (1969)
3. P. K. Baumgarten. *J. Coll. Interf. Sci.*, **36**, 71 (1971)
4. L. Larronada and R. S. John Manley, *J. polymer Sci. Part B*, **19**, 909 (1981)
5. H. Fong, I. Chun, and D. H. Reneker, *J. App. Phys.*, **90**, 4836-4846 (2001)
6. J. M. Deitzel, W. Kosik, S. H. Mcknight, N. C. Beck Tan, J. M. Desimone, and S. Crette, *Polymer*, **43**, 1025-1029 (2002)
7. D. Li, Y. Wang and Y. Xia, *Adv. mater.*, **4**, 16 (2004)
8. H. Fong, I. Chun and D. H. Reneker, *Polymer*, **40**, 4585 (1999)
9. M. Cloupeau and B. Prunet-Foch, *J. Electrostatics*, **25**, 165 (1990)