

최근의 나노섬유 기술

한국과학기술정보연구원
전문연구위원 최철림
(crchoe1124@reseat.re.kr)

섬유의 직경이 $1\mu\text{m}$ 이하인 나노섬유의 제조기술의 시작은 문헌상으로 100년을 거슬러 올라간다. 최근 전기방사라고 알려진, 고분자 용액이나 용융체의 정전기력을 이용하여 섬유를 제조하는 기술이 1914년에 처음으로 학술지에 발표되었다. 1990년대 중반까지 별다른 주목을 받지 못하였던 이 기술은 한 과학자의 노력에 의해 새로운 국면으로 접어들게 되었다.

지난 10수년 동안 전기방사기술은 과학계와 관련 산업계의 많은 관심을 집중시켰는데 그 이유는 직경이 $5\sim 500\text{nm}$ 인 나노크기의 섬유가 이 기술에 의해 속속 개발되었기 때문이다. 전기방사기술이 부직포와 직물산업계에서 혁신기술의 하나로 평가되는 것은 이 기술의 일관성뿐만 아니라 단순한 장치와 값싼 원가에 기인한다. 지금까지 알려진 공액방사(sea-island conjugated spinning) 나 용융 분출방사(melt blown spinning)에 비해 전기방사기술이 장치와 생산원가 면에서 유리한 것으로 알려져 있다.

전기방사는 고분자 용액이나 용융체에 고전압을 걸어줌으로써 정전기력에 의하여 고분자가 섬유화 되는 기술이다. 노즐에서 분출된 섬유들이 수집 장치로 무질서하게 이동하는 것이 속성이기 때문에 만들어진 섬유는 본질적으로 부직포의 형상을 띄게 된다. 이 때 형성된 부직포 기공의 크기가 매우 작기 때문에 제조된 상태 그대로 성능이 탁월한 분리막이나 필터로 응용이 가능하다.

분리막이나 필터뿐만 아니라 방호직물, 복합재료의 강화섬유, 촉매의 담체, 바이오센서, 의약전달, 조직공학의 지지체(scaffold) 등에서의 응용가능성이 확인 되면서 지난 10년 동안 전기방사의 기술발전을 주도하기 위한, 수많은 연구 활동이 경쟁적으로 이루어 졌었다. 그 결과로 관련 특허의 수가 15배 이상 증가하였다.

방사장치와 방사기법의 혁신적인 개선에 대한 연구개발, 다시 말하면 전극의 배치, 교류전기의 사용, 반응성 전기방사, 수집 장치의 특이한 형상, 독특한 형태의 노즐, 진동하는 노즐, 방사 주변 환경의 최적화 등을 통하여 다양한 형태의 나노섬유를 제조하는 것이 가능해 지고 있지만 아직도 나노섬유의 응용에는 한계가 있다. 제조된 나노섬유의 기계적인 특성이 바람직한 수준에 못 미치고, 공정의 속성 때문에 대량생산의 어려움이 여전히 상존하고 있다.

그럼에도 불구하고 최근의 기술발전은 IT, BT등의 혁신 부품에 이르기 까지 나노섬유의 응용가능성을 더 한층 높혀 주고 있다. 다음에 소개하는 세 개의 총설(review paper)을 통하여 이를 확인 할 수 있다.

총설1에서는 현재 사용되고 있는 리튬 이온 배터리에 사용되는 재료를 나노섬유로 대체할 수 있는 가능성을 제시하고 있다. 나노섬유를 이용하는 전극(음극과 양극)과 분리막의 성능이 전반적으로 우수하여 향후 그 실용적인 응용이 주목된다. <Electrospun Nanofiber-based Anodes, Cathodes, and Separators for Advanced Lithium Ion Batteries, Polymer Reviews, 51(3), 201, pp 239-264>

총설2에서는 생체공학, 청정에너지, 필터, 분리막의 진보를 위하여 최근 개발된 용융 전기방사 나노섬유에 초점을 맞추고 있다. 지난 수십 년 동안 용융 전기방사의 설계와 제조방법을 개선하기 위하여 경주되었던 시도들이 총망라되고 있다. <Melt Electrospun Fibers in Biomedical Engineering, Clean Energy, Filtration and Separation, Polymer Reviews, 51(3), pp 265-287>

총설3에서는 최근 발전되고 있는 폴리프로필렌 나노섬유의 제조기술을 소개하고 있다. 세 가지 서로 다른 제조기술, 즉 용매 전기방사, 용융 분출 전기방사, 손방사를 비교분석하고 있다. <Development of Polypropylene Nanofiber Production System, Polymer Reviews, 51(3), 2011, pp 288-308>

출처 : Byoung-Suhk Kim and Ick-Soo Kim, " Recent Nanofiber Technologies", *Polymer Reviews*, 51(3), 2011, pp 235~238

이 분석물은 **교육과학기술부 과학기술진흥기금**을 지원받아 작성하였습니다.