

전기방사에 의한 PP/PPG 브랜드 섬유의 특성

장덕례, 오성화

한국생산기술연구원 광주연구센터 광에너지팀

Characteristics of a PP Fiber Containing PPG via Electrospinning

Duk-Rye Chang and Sung-Hwa Oh

Energy & Applied Optics Team, Korea Institute of Industrial Technology, Gwangju, Korea

1. 서론

폴리프로필렌(PP)은 결정화도가 높고 기계적·열적 성질이 우수하여 일반 생활용품에서 산업용 부품에 이르기까지 다양하게 사용되고 있다. 특히, 1990년 이후 내알카리성·내화학적이 뛰어난 폴리프로필렌으로 제조된 부직포는 니켈-수소 2차전지의 분리막(separator)으로 그 사용량이 증가하고 있다. 그러나 폴리프로필렌 부직포는 소수성으로 수용성 전해액의 함침성이 낮아 분리막으로 사용하기 위해서는 친수화 처리가 요구된다. 따라서 많은 연구가 폴리프로필렌의 친수화 처리에 집중되고 있다. 본 연구에서는 폴리프로필렌의 소수성 성질을 개선하기 위해 폴리프로필렌에 친수성물질인 폴리프로필렌 글리콜(PPG)을 첨가하여 전기방사에 의해 섬유상 부직포를 제조하였다. PPG 첨가량 변화에 따라 제조된 부직포의 형태학적 특성은 주사전자현미경으로 관찰하였고, 제조된 부직포의 물리화학적 특성인 인장강도, 전해액 보액성 그리고 흡수속도 등을 조사하여 니켈수소 이차전지의 분리막으로써 적용가능성을 탐색하였다.

2. 실험

2.1. 전기방사용액 제조

전기방사에 사용된 방사용액은 Polypropylene (Mw=150,000, 32wt% chlorine, Aldrich)을 Toluene와 DMF(N,N-dimethyl formamide, 대정화학)로 이루어진 일정부피비율의 혼합용매 (Toluene/DMF=6/4)에 녹여 12.5 wt% PP 고분자용액을 제조하였다. PP 고분자용액에 친수성물질인 PPG (Polypropylene glycol, Mn=3,500, Aldrich)를 무게비로 1wt%~3 wt% 첨가하여 완전히 분산시켜 전기방사용액으로 사용하였다. 이때 전기방사용액의 점도 및 이온전도도는 고분자용액 점도측정장치(Brookfield DV-III Programmable Rheometer)와 전도도측정장치(INOLAB cond LEVEL 2)를 이용하여 측정하였다.

2.2. 전기방사에 의한 섬유제조

제조된 전기방사용액을 실린지에 넣고 고전압 발생장치(Model NT-PS-35K, NTSEE)를 사용하여 양극은 주사기 바늘(syringe needle)에 음극은 집전체(collector)에 연결하여 사용하였다. 방사시 집전체에는 알루미늄 호일을 부착하여 방사된 섬유의 채취가 용이하게 하였다. 방사조건으로는 인가전압은 18 kV, TCD(tip to collector distance)는 18cm, 고분자용액의 주입속도 및 집속체의 회전속도는 0.2 ml/min, 300 rpm으로 일정하게 유지한 후 전기방사에 의해 부직포섬유를 제조하였다.

2.3. 전기방사에 의해 제조된 부직포 분리막의 특성평가

제조된 PPG/PP 브랜드 섬유의 형태학적 특성은 FE-SEM(S-4700 Hitachi, Japan)을 통하여 관찰하였고, 기계적 특성은 ASTM D 638방법에 따라 시편을 준비 한 후 만능시험기(5543 Instron Co., United States)을 이용하여 측정하였다. 또한 부직포의 보액성과 흡수속도는 KS K ISO 9073-6방법에 따라 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

Figure 1은 PP에 친수성 물질인 PPG를 첨가하여 첨가량 변화에 따라 전기방사에 의해 제조된 섬유 SEM사진이다. 제조된 섬유의 직경은 PP에 친수성 물질인 PPG를 첨가할 경우 섬유직경이 증가함을 볼 수 있다. 이러한 섬유직경의 증가는 전기방사에 의해 섬유제조시 사용된 전기방사 용액의 점도가 높은 경우 고분자 물질의 갈라짐의 감소로부터 기인하는 것으로 유추되며, 이는 PP에 PPG를 첨가한 전기방사용액의 점도측정결과 PPG를 첨가한 경우 방사용액의 점도가 급격히 증가함을 확인하였다.

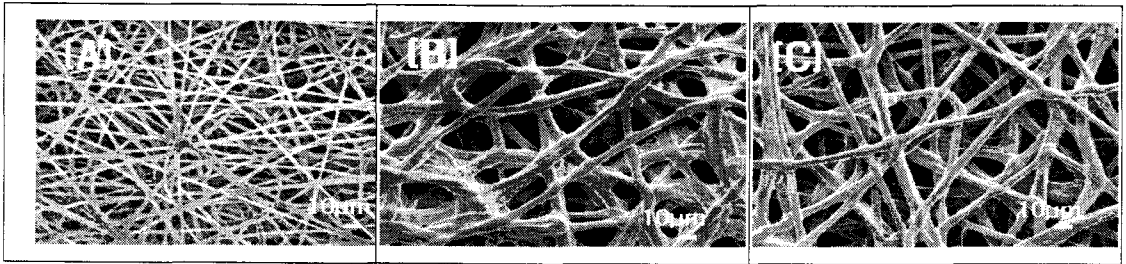


Figure 1. SEM images of PP fiber with various PPG contents
(A) PPG/PP = 0 wt%, (B) PPG/PP = 1 wt%, (C) PPG/PP = 2 wt%

전기방사에 의해 제조된 부직포의 기계적 특성 중 가장 중요한 인자인 인장강도를 알아보기 위하여 Figure 2는 PP에 PPG 첨가량에 따라 제조된 부직포의 변형대 변형량을 도시하였다. PPG 첨가량이 증가됨에 따라 부직포의 응력과 변형율은 전체적으로 감소하였다. 그러나 전해액(6M KOH)의 보액성과 흡수속도를 측정해 본 결과 Table 1에 보인바와 같이 PPG 첨가량이 증가함에 따라 보액성과 흡수속도가 증가되었다. 이는 PP에 친수성 물질인 PPG를 첨가하여 제조된 섬유상 부직포는 기존 PP만 사용하는 경우보다 섬유의 친수성이 현저하게 개선되었음을 알 수 있었고 니켈-수소 이차전지의 분리막으로 응용이 가능성을 확인할 수 있었다.

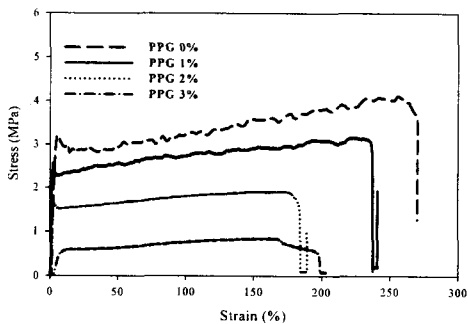


Figure 2. Mechanical Properties of PP fiber with various PPG contents.

PPG / PP contents (wt%)	Hygroscopicity (%)	Suction rate (mm)
0	0	0
1	150.1	30.5
2	248.9	42.4
3	394.8	45.5

Table 1. Hygroscopicity and Suction rate of PP fiber with various PPG contents.

참고문헌

K.H. Lee, H.Y. Kim, Y.M. La, D.R. Lee, N.H. Sung, *Polymer Science*, 40, 2259 (2002)