

RF플라즈마 세정을 이용한 Nylon66섬유표면의 Si제거에 미치는 O₂ 가스 영향에 관한 연구

신중욱^a, 김상식^a

^a고등기술연구원

1. 서론

나일론66는 polyamide계로서 섬유로서 타 섬유에 비해 표면이 미끄러우며 강력, 탄성률, 내마모성 등이 우수하여 다양한 용도로 사용되고 있다. 나일론 섬유 방사 시 오염되는 방사유제는 염색성을 저하시킨다. 따라서 염색 공정 전에 반드시 정련과정을 거치게 되는데 기존 습식정련공정의 경우 무기화학제제와 유기용제가 사용되므로 환경오염과 작업 환경 악화 등 여러 문제점을 지니고 있다. 본 실험에서는 방사유제성분 중 Si성분을 제거하기 위한 기존 습식정련공정을 대체할 수 있도록 RF 플라즈마 처리를 통한 섬유의 세정 실험을 하였다. RF 플라즈마의 경우 DC 플라즈마에 비해 이온화율이 높고 낮은 압력에서 플라즈마 상태를 유지할 수 있으므로[1] 시스템을 구성하는데 경제적이며 정련 시 오염물질이 배출되지 않으므로 친환경적 공정이라고 할 수 있다. 본 실험에서는 RF플라즈마 공정 시 일반적으로 Si 제거에 많이 사용되고 있는 CF₄ 가스를 사용하였으며 CF₄ 가스에 H₂ 와 O₂ 혼합한 가스를 이용 하였을 때 O₂ 및 H₂ 가스를 혼합비율에 따른 Si 제거율을 비교 분석하였다.

2. 실험방법

RF 플라즈마를 이용한 Si제거 실험을 위하여 플라즈마 정련 장치를 제작하였으며 공정 시 사용되는 플라즈마 발생 가스별 유량과 RF power, 플라즈마 처리시간을 변화하여 기존 습식정련과 RF 플라즈마 처리 후 섬유의 실리콘 제거율을 비교 분석하였다. 사용된 가스는 산업에서 Si 제거를 위해 널리 사용되는 CF₄를 이용한 플라즈마 공정 실험과 H₂/CF₄와 CF₄/O₂ 혼합가스를 사용하여 플라즈마 공정 처리를 했을 때의 정련효과를 비교 분석하였다. 분석방법은 시료인 나일론66 원단 섬유의 습식정련 전과 이후의 Si함량을 FE-SEM/EDX(Field Emission-Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive Spectroscopy)를 이용하여 섬유표면의 물리적 변화와 원소함량의 화학적 변화를 알아보고 이러한 분석 결과를 기준으로 원단 시료의 RF 플라즈마에 의한 정련공정 후 물리적 화학적 분석을 같은 방법으로 실시하여 습식정련 대비 Si 제거율 변화를 비교하였다.

3. 실험결과

시료 원단을 SEM/EDS를 이용하여 Si 함량을 분석하고 기존 습식세정과 RF 플라즈마 공정 후 Si 함량을 같은 방법으로 분석한 결과 정련 전 섬유 원단에서는 3.21wt%였던 Si함량이 습식 정련 이후 0.95wt%로 감소하였다. RF 플라즈마 처리는 RF power, 공정시간, 가스 종류 및 유량을 변화시키며 실험한 결과 CF₄ 가스만을 사용한 경우 RF power, 공정시간, 가스 유량변화에 상관없이 Si 함량변화가 없거나 오히려 늘어나는 현상을 보였다. 이로써 Si의 제거를 위해서는 CF₄만을 사용하여 처리하였을 때 효과적인 Si제거가 어렵다는 것을 알 수 있었다. CF₄ 가스에 H₂ 와 O₂ 혼합한 가스를 이용하여 플라즈마 공정 실험을 한 결과 CF₄와 H₂ 혼합 가스를 사용하였을 경우 공정조건 변화에 상관없이 CF₄ 단일

가스를 사용한 플라즈마 처리 시와 동일한 결과를 나타내어 CF_4 와 H_2 혼합 가스는 섬유 시료 원단의 Si 제거에는 효과적이지 못한 것을 알 수 있었다. CF_4 와 O_2 혼합가스를 사용한 플라즈마 공정 처리 실험은 낮은 RF power와 긴 플라즈마 처리 시간일 때 Si 함량 제거 효율이 우수하였으며 공정조건 중 CF_4/O_2 의 혼합 비율이 2:4 이고 RF power 50W, 공정시간 30분 일때 Si의 함량이 0.89wt%로 가장 낮은 결과를 보였다. 이로써 O_2 가스가 CF_4 가스보다 Si 제거에 더 중요한 인자로 작용하고 있다는 것을 알 수 있었고 Si 함량 제거율은 기존 습식 정련 공정 대비 95% 효율을 보여 RF 플라즈마 처리에 의한 정련공정 대체 가능성을 확인하였다.

참고문헌

1. Alfred Grill, Cold plasma in material fabrication, IEEE Press, 1993.
2. Legeay, G., F. Epailard and J. C. Brosse. Advances in Low-Temp. Plasma Chem. Technol. Applns., Vol. 1. H. V. Boenig, ed. Lancaster, PA:Technomic Publ. Co. (1984)
3. Parosa, R. Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 30(Plasma Proc. Synth. Mater.): 271-276 (1984).
4. Klemperer, D. F. and D. J. Williams. Vacuum, 33(5): 301-305 (1983).
5. Morgo-Campero, A., R. P. Love and R. Schubert. Proc. 5th Symp. Plasma Process. Electrochem. Soc., 85-1:362-369 (1985).
6. Weast, R. C., ed. C. R. C. Handbook of Chem. and Phys. Boca Raton, FL:C.R.C. Press, Inc., 62nd edition (1982).