

Planer Diode 타입과 Inductively Coupled Plasma 타입에 따른 RF 플라즈마 처리에 의한 나일론섬유 표면의 Si 제거 효과

신중욱^{a*}, 정탁^a, 김상식^a

^a고등기술연구원

1. 서론

섬유 방사 시 오염되는 방사유제는 염색가공시 염색성 저하의 원인이 되므로 반드시 정련 공정을 거쳐 오염물질을 제거하게 된다. 방사유제의 주 성분인 Si제거를 위해 현재 사용되고 있는 화학용액을 사용한 습식 정련 공정을 대체할 플라즈마 표면 세정 공정을 실험하였다. 본 실험에서는 나일론섬유 표면에 오염되어 있는 Si 제거를 위해 RF 플라즈마 장비로 Planer Diode 타입과 Inductively Coupled Plasma 방식을 사용하여 CF₄와 O₂ 혼합가스로써 플라즈마 표면처리를 하였다. Planer Diode 타입의 경우 일반적으로 사용되고 있는 RF 플라즈마 발생 장치로 진공 챔버는 접지 상태에서 평판형 전극에 RF power를 인가하여 챔버 내부에 주입된 가스 분위기로 플라즈마를 발생시킨다. Inductively Coupled Plasma 방식의 경우, 챔버 외부의 고밀도 유도코일에 의해 플라즈마가 형성되고 planer diode 타입의 챔버와는 달리, 전자의 손실을 줄여 플라즈마 밀도를 높일 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 발생된 반응성 이온들을 효과적으로 제어하여 기판 표면 쪽으로 가속시켜 표면에서의 물리/화학적 반응 효과를 증대시키는 장점을 가진다. 각각의 플라즈마 처리 방식에 따른 섬유 표면의 Si 제거 효과를 FE-SEM/EDS(Field Emission-Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive Spectroscopy)와 XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy)로서 섬유표면의 물리, 화학적 변화를 비교 분석하였다.

2. 본론

실험에 사용된 섬유 원단 모재는 나일론 66이 81%, 스판텍스 19%인 혼방으로 원단모재 표면과 기존 습식 정련 이후 섬유표면의 Si 함량을 확인하기 위하여 EDS(Energy Dispersive Spectroscopy)분석 장비로 측정하였다. 원단모재 플라즈마 표면 처리를 위하여 Planer Diode 타입과 Inductively Coupled Plasma 방식을 사용하여 플라즈마 표면 처리를 하였다. 사용 가스는 CF₄/O₂ 혼합가스였으며 공정변수는 RF power, 가스유량, 공정시간을 변화시키며 이후 Si 함량 변화를 FE-SEM/EDS, XPS 분석 장비를 사용하여 섬유표면의 물리적 변화와 원소함량의 화학적 변화를 알아보고 Si제거율을 비교분석 하였다.

3. 결과

원단모재와 기존 습식정련 공정 처리된 섬유의 Si 함량분석을 위해 SEM/EDS를 이용하여 분석한 결과 정련 전 섬유 원단에서는 4.52wt%였고 습식 정련 이후 섬유 표면에서는 1.68wt%를 나타내었다. Planer Diode 타입의 플라즈마 장비의 경우, RF power, 공정시간 및 가스 유량을 변화시키며 실험을 진행하였고 각각 50W, 30분, CF₄/O₂유량 100/200 sccm일 때 Si함량이 4.5wt% 로 가장 낮게 나왔으며 공정시간을 증가시킬수록 Si함량이 오히려 높게 나오는 현상이 나타났다. XPS분석 결과도 마찬가지로, 원단모재의 Si 함량비는 23.55At%인데 반해, 플라즈마 처리한 샘플의 경우 26.28At% 로서 Si 함량비가 원단모재와 비교하여 증가되는 현상이 나타났다. 이는, 표면에서의 Si이 제거되는 것보다 섬유원단의 구성성분인 탄소 및 산소 원소가 더 많이 제거됨으로써 표면에서의 Si 함량이 높게 나타나 보이는 것으로 추정된다.

Inductively Coupled Plasma 방식으로 같은 원단 모재를 플라즈마 표면처리 하였을 경우, 공정조건을 변화시켜

실험한 결과 ICP power 100W, Chuck power 15W (DC self bias -90V), CF₄/O₂유량 20/20 sccm, 공정시간 10분, 공정압력 5mTorr 일 때 EDX 분석 결과 1.64wt% 로 Si 함량이 가장 낮은 결과를 보였으며 XPS 분석 결과 도 마찬가지로 18.75At%를 나타내어 Planer Diode 방식으로 처리한 결과 보다 효과적으로 Si을 제거할 수 있었다.

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).
7. J. L. Droulas, Y. Jugnet, T. M. Due, Metallized Plastic, K. L. Mittal, J. R. Susko(Ed.), Plwnum Press, New York,(1989) 303-318
8. D. W. Fakes, J. M. Newton, J. F. Watts, M. J. Edgell, Surface and Interface Analysis, 10(1987) 416.
9. J. S. Logan, IBM J. Res. Develop., 14 (1970) 172.