

## 저압 플라즈마 처리에 의한 filter media 특성에 관한 연구

김연상, 변성원, 임대영, 김민선, 김현진  
한국생산기술연구원 산업용 섬유팀

### The Study of Characteristics by Low Pressure Plasma for Filter Media

Yeon-Sang Kim, Sung-Weon Byun, Dae-young Lim, Min-Sun Kim, Hyun-Jin Kim  
Korea Institute of Industrial Technology, Technical Textile Department, Cheonan, Korea

#### 1. 서 론

오염 입자 물질을 제거하기 위한 섬유상 필터는 polypropylene(이하 PP라 함) film을 fibrillate 하거나 melt blown micro fiber를 이용하여 제조할 수 있다. 특히 melt blown micro fiber web은 마스크 필터, 공기정화용 필터, 수처리용 필터 등에 폭넓게 사용되고 있다. 이러한 melt blown micro web은 electret 처리에 의해 그 기능이 더욱 강화되는데, 사용 현장의 oil aerosol에 노출되면 정전 특성을 빠르게 잃어버리는 경향이 있다. 따라서 정전 특성의 장기적인 효율 유지를 위해 web의 다층화, 불소계 화합물 첨가 등이 고려되었으나, 이는 필터 호흡저항 상승, 중량, 부피, 가격 상승과 공정의 까다로움 등 처리의 문제점이 지적되었다. 본 연구에서는 저압 플라즈마를 이용하여 fluorine계 라디칼을 섬유 표면에 반응시킴으로써 oil aerosol에 대한 저항성과 외부환경에 대한 내구성이 있으며, 적정 차압 및 여과효율을 갖는 filter media에 대해 연구하고자 한다.

#### 2. 실 험

##### 2.1. 시료 및 시약

본 연구를 위하여 PP melt blown(40, 60, 80g/m<sup>2</sup>)을 사용하였으며, 플라즈마 표면 개질에는 C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> 가스(Daikin Industries, Ltd)를 사용하였다.

##### 2.2. 실 험

PP melt blown filter media의 발유평 특성 부여를 위하여 13.56MHz RF generator의 저온·저압 plasma system을 사용하여 30mTorr의 저압에서 반응을 진행하였다. Electric power 0~350watt, total gas flow 0~150sccm, treatment time 0~5min으로 parameter를 조정하였으며, 그에 따른 발유평 등급(KS K 0526), 여과효율 및 차압 측정, 외부환경 변화에 따른 내구특성 등을 관찰하였다.

플라즈마 표면처리에 의한 화학조성 변화를 알아보기 위하여 VG Microtech ESCA 2000을 사용하였으며, SEM에 의한 표면형태, Instron에 의한 인장강도 변화를 관찰하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

##### 3.1. 플라즈마 처리에 따른 발유평 특성 및 여과특성

저온·저압 플라즈마 발생밀도 및 표면처리 공정조건 최적화를 위하여 가스공급량, 방전출력, 처리 시간 등을 변화시켜 실험한 결과, 40sccm, 300watt, 5min의 처리조건에서 발유평등급 3 이상의 우수한 발유평특성이 확인되었다[Figure 1]. Electric power가 적정 조건보다 높은 경우는 오히려 발유평등급 저하가 관찰되었는데, 이는 CAP mechanism과 일치하는 결과로써, polymer formation보다 ablation이 우세하기 때문으로 생각된다. 플라즈마 처리된 filter media의 여과특성 측정 결과, corona charging된 PP melt blown(여과효율 98%)에 비해 여과효율은 다소 낮지만 우수한 발유평특성으로 oil 대기진에 대한 저항성이 큰 것으로 평가되었다[Figure 2]. 따라서 이를 corona charging PP melt blown과 복합화하면, oil aerosol에 대한 저항성과 동시에 여과효율이 우수한 filter media의 개발이 가능하다.

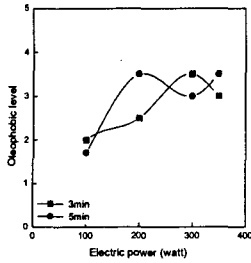


Figure 1. Oleophobic level on electric power

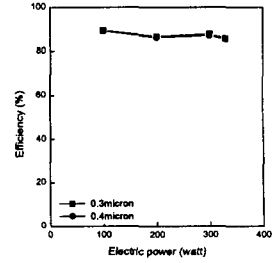


Figure 2. Efficiency on electric power

### 3.2. 플라즈마 처리 표면의 ESCA 분석

플라즈마 처리에 의한 섬유 표면의 화학조성 변화를 관찰한 결과[Figure 3], 294.0eV에서  $CF_3$ , 292.0eV ( $CF_2$ ), 289.5eV ( $CF-CF_n$ ), 287.0eV ( $CF$ ,  $C-CF_n$ ) 관능기가 확인되어 fluorocarbon 박막이 효과적으로 형성되었음을 확인할 수 있었다.

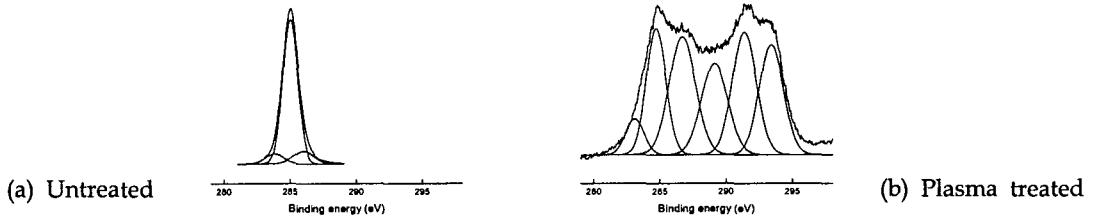


Figure 3. Deconvoluted ESCA C1s spectrum of surfaces

### 3.3. 플라즈마 처리 샘플의 내구특성

$C_2F_6$  플라즈마 처리된 PP melt blown의 외부환경 변화에 대한 여과효율을 관찰한 결과, corona charging 단독 처리된 PP melt blown은 외부 환경에 의해 여과효율이 저하되는 반면, 플라즈마와 corona charging multi-step으로 처리된 PP melt blown은 초기의 여과효율을 그대로 유지하여 플라즈마에 의해 내구특성이 부여되었음을 확인하였다.

## 4. 결론

1. PP melt blown에 저온·저압 플라즈마 표면처리시, 가스공급량 40sccm, 방전출력 300watt, 처리시간 5분에서 발유등급 3 이상의 우수한 발유특성이 나타났다.
2. 플라즈마 후 corona charging을 거친 PP melt blown은 corona charging 단독 처리에 비하여 여과효율은 약간 저하되었으나, oil에 대한 저항성이 뛰어난 것으로 평가되어 이들을 복합화하여 사용하면 발유특성과 여과효율을 동시에 만족할 수 있으며, 외부 환경에 대한 내구성이 우수한 것으로 나타났다.

## 5. 참고문헌

1. Mark Strobel, Stewart Corn, Christopher S. Lyons and Gary A. Korba, Polym. Sci., Part A, Polym. Chem., 27, 1295 (1987)
2. U.S. Patent No. 6,409, 806 B1 (2002)
3. European Patent No. 0 096 573 A2 (1996)
4. T. Yasuda, T. Okuno, M. Miyama, and H. Yasuda, Polym. Sci., Part A, Polym. Chem., 32, 1829 (1994)