

## 나노웹의 플라즈마 처리를 통한 표면 개질 및 그 응용

이창환, 김주용

승실대학교 유기신소재·파이버공학과

### Preparation of Modified PVC Nano-woven Fabric Using Plasma Polymerization

Chang-Hwan Lee, Jooyong Kim

Department of Organic Material & Fiber Engineering, Soongsil University, Seoul, Korea

#### 1. 서론

플라즈마를 이용한 대부분의 표면개질은 진공상태에서 차가운(cold) 플라즈마를 발생하여 이용하는 데, 이러한 진공상태를 유지하기 위해서는 여러 가지 고가의 복잡한 진공장비와 진공 측정 장비를 필요로 하기 때문에 가공비용이 비쌀 뿐만 아니라 처리속도가 느리며 섬유를 손상시킨다. 이러한 단점을 보완하고자 구성 섬유를 손상시키지 않으며, 구조가 간단하고, 작동이 간편하며 실시간으로 처리가 가능한 상압플라즈마에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 또한 Oxygen 상압플라즈마를 이용한 기질의 친수성으로의 개질은 그 효과의 수명이 짧은 단점이 있어, 최근 플라즈마를 이용한 표면중합에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 대부분의 플라즈마 중합은 모노머를 기화시켜, 플라즈마 상으로 공급시킴으로써, 모노머에 라디칼을 형성시켜 개시반응을 일으켜 기질에서 중합을 이루는 연구들이 대부분인 실정이나[1], 연속 생산 공정으로 진행될 시 기화장비에 따른 추가적인 비용이 요구되어진다.

따라서, 본 연구에서는 전기방사법을 이용하여 Poly vinyl alcohol(PVC) 나노 웹을 제조하였으며, 제조된 나노 웹을 산소기체 혼합에 따른 상압 아르곤 RF(Radio frequency)-plasma jet을 이용하여 친수성 모노머인 acrylic acid를 PVC 나노웹 표면의 섬유에 화학적으로 액상 중합하여, 기공을 유지하며 표면을 친수성 개질하였으며 그 특성치로 표면 분석 및 접촉각을 측정함으로써 그 성능을 고찰하였다.

#### 2. 실험

##### 2.1. 시료

본 연구에 사용된 재료는 Poly vinyl alcohol(PVC)를 LG화학으로부터 구입하였고, DMF, THF의 혼합 용매에 상온에서 용해되었다. Acrylic acid 99 %(AA)는 Aldrich사에서 구입하여 사용하였다. 모든 화학약품은 정제 없이 그대로 사용하였다.

##### 2.2. 실험

22gauge needle에 High voltage generator(AU-100R6, Matsusada, Japan)를 사용하여 정전계 영역(15 kV)을 형성 시켰으며, 균일한 섬유형성의 농도를 최적화하였다. 노즐과 섬유 집적판 사이의 거리는 15 cm로 유지 후 20 분간 PVC 나노 섬유를 슬라이드 글라스에 방사하였다. 방사된 나노 웹을 ethanol에 침지 후 30 분간 초음파 세척을 하였으며, 진공 건조기에서 24 시간 건조 후 oxygen plasma 가 시료 표면에 처리될 수 있도록 mask를 만들어 시료를 packing하여 RF-plasma(MyPL, App, Korea)를 이용하여 유속 산소 30 sccm, 아르곤 3 l/min 혼합기체 하에 처리시간을 변화하며 실험하였다. AA monomer를 petridish내에 시료 당 1 ml씩 spin coating 후 재처리 하였으며, 처리 후 초선수에 침지 후 30 분간 초음파를 이용하여 세척 후 진공건조기에 24 시간 건조하여 샘플을 제작하였다.

### 2.3. 측정 및 분석

전기방사로부터 형성된 섬유 표면의 형태 분석을 위해 시차주사전자현미경(JEOL, JSM-6360, Japan)를 사용하였다. 또한, PVC-PAA 나노웹의 친수성 성능을 확인하고자 접촉각 측정기(DSA100, Kruss, Germany)를 이용하였으며 10  $\mu$ l 물을 떨어뜨려 시간에 따른 접촉각의 변화를 sessile drop method에 의해 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

전기방사를 통해 나노 웹 표면의 처리 전, 후의 웹의 표면 분석을 하였으며 (Fig 1.), 처리 후 웹의 구성 섬유들의 표면이 처리 전과 비교하였을 때, PAA가 표면에 형성하고 있음을 보여준다. 이는 웹의 표면에 플라즈마 처리를 할 시, O<sup>-</sup>이 웹의 표면에 증착되며, C<sup>-</sup> 또는 COOH<sup>-</sup>기가 섬유 표면에 형성되어 섬유와 AA 모노머 간 free radical polymerization이 일어나며, 반응 시 PVC 나노웹 표면의 Cl<sub>2</sub> 또는 HCl이 기체상으로 빠져나오며 섬유 표면에 PAA가 형성된다고 고려되어진다. 또한 측정 시료의 표면적이 동일하다는 가정 하에 접촉각을 측정하였으며 5 초간 plasma 처리를 한 시료는 초기접촉각은 다소 높았으나, 시간이 갈수록 접촉각이 평형 상태를 유지하며, 미처리 시료와 중합을 가하지 않고 플라즈마 처리를 한 시료와 비교하였을 때 보다 높은 친수성 표면 개질 효과를 확인할 수 있었다.

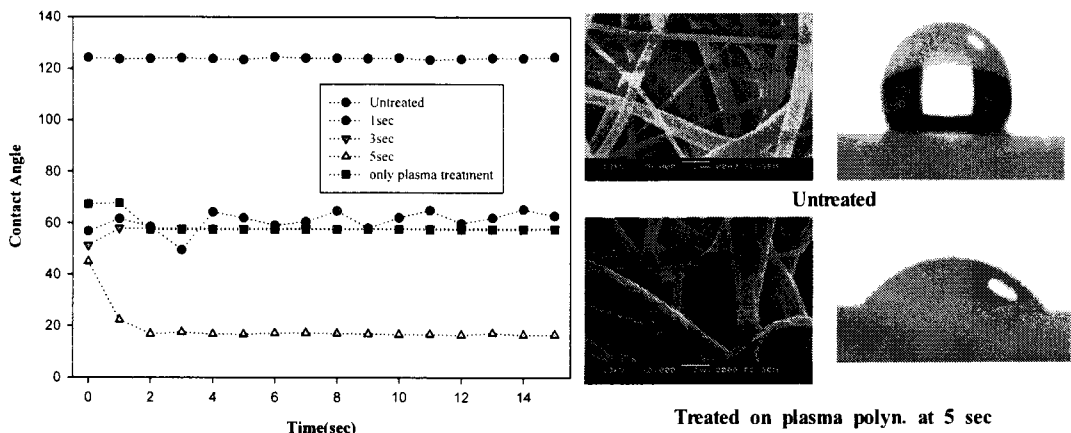


Figure 1. Contact angle on surface measured at different times of plasma treatment and SEM image

### 4. 결론

본 연구는 poly vinyl chloride/poly acrylic acid 나노 복합체의 제조 및 특성평가에 대해 살펴 보았다. 전기방사법을 이용하여, PVC 나노웹을 제조할 수 있었으며, 상압 plasma를 이용하여 모노머를 액상 중합하여, 소수성 나노웹 표면이 친수성으로 전환되는 것을 확인하였다. 추후에, 분석기기를 활용하여 좀 더 정밀한 연구를 진행하겠다.

### 5. 참고문헌

- [1] V. Sciaratta, U. Vohrer, Hegemann, M.Muller, C.Oehr, "Plasma functionalization of polypropylene with acrylic acid", *Surface and Coatings Technology* 174-175 (2003) 805-810.
- [2] N. Inagaki, Plasma Surface Modification and Plasma Polymerization, *Technomic Publishing, Lancaster, Pennsylvania*, 1996.