

# DBD플라즈마 시스템을 이용한 섬유의 친수성 가공

신훈식, 전병대

한국생산기술연구원

## 1. 서론

섬유에 젖음성, 투과성, 염색성 제전성과 같은 물리화학적 성질을 변화 시키기 위해 표면 처리 수식 공정이 일반적으로 행해지고 있다. 하지만, 이러한 표면 수식은 주로 화학적 오염물의 원인이 되는 습식공정에서 이루어진다. 이미 오래 전부터 적절한 대안의 하나로써 플라즈마를 이용한 처리 공정이 알려져 있다. 섬유처리를 위한 플라즈마의 응용은 주로 코로나 방전과 그로 방전으로 나누어져 연구가 되어져 왔다. 코로나 방전은 대기압에서 방전을 일으킬 수 있다는 장점이 있고, 코로나 방전 처리된 섬유에는 젖음성 향상의 효과를 볼 수가 있다. 하지만, 자주 발생하는 편재된 방전은 섬유의 불 균일한 처리 결과를 초래하게 되어, 섬유에 응용하기에는 충분하지가 못했다. 몇몇 연구자들은 이러한 문제점을 해결하기 위해 적절한 기체를 사용하기도 하였지만 실용화에는 미치지 못하였다. 한편에서는, 그로 방전을 섬유에 응용하는 시도가 있었다. 안정된 그로 방전은 밀폐된 공간에서 발생된 저압 방전이였다. 이 응용은 효과면에 있어서는 매우 만족할 만한 것이었으나, 값비싼 진공장비와 밀폐 용기가 요구되어졌기 때문에 값싼 생산비용을 요구하는 섬유제품 제조공정에는 적합하지 않았다.

근년에 와서, Dielectric Barrier Discharge (DBD)가 물질의 표면처리를 위한 새로운 응용방법으로써 주목을 받고 있다. 박막표면의 기름제거, 플라스틱의 표면 수식, 포장재료의 살균, 진공장치를 사용하지 않고도 얻어지는 균일한 방전 아래에서의 플라즈마 증착 등의 효과가 DBD를 사용함으로써 얻어졌다.

본 연구에서는 DBD 플라즈마 시스템을 사용하여 양모와 폴리에스테르를 대기압에서 처리하여 젖음성의 변화를 관찰하였다. 대기압에서의 섬유표면 처리로 인해 최소의 물의 소비와 첨가제 사용의 억제 등의 효과를 얻을 수 있으므로, DBD 플라즈마 시스템은 친환경적인 섬유처리법으로써 사용되어 질 수 있다. 또한, 연속공정을 가능케 해 주므로 향후 생산성 향상에도 도움이 되리라 기대되어진다.

## 2. 실험

본연구에 상용한 DBD 플라즈마 시스템은 Figure 1에서 보이는 것과 같이 알루미늄 판, 절연체인 poly(tetrafluoroethylene) (PTFE), 그리고 알루미나 관으로 제작되어 있는 고전압 전극으로 구성되어있다. 알루미나 관에는 금속 알루미늄 분말로 채워져 있어 dielectric barrier로써의 역할을 한다.

PTFE로 덮혀져 있는 알루미늄 판과 고전압 전극사이의 간격은 약 2mm로 조절되어졌다. 그 사이로 gas를 유입시켰는데, gas는 질소와 산소를 8:2의 비율로 혼합하여 합성 공기로써 사용하였다. 알루미늄 판에 들 수 있는 섬유 시료의 크기는 40cm × 40cm 이었다.

방전은 약 35kHz의 주파수대에서 수행되어졌다. 일차 전압은 200V로 고정시킴으로써, 약 15kV의 2차 고전압과 약 1.5A의 2차 전류를 얻을 수 있었다. 균일한 공기의 공급을 위해 질소와 산소를 8:2로 혼합한 합성 공기를 사용하였다. 유입된 합성공기의 양은 플라즈마 처리를 하는 동안 약 20 l/min의 양이었다. 섬유의 플라즈마 처리속도는 1cm/min 이었다.

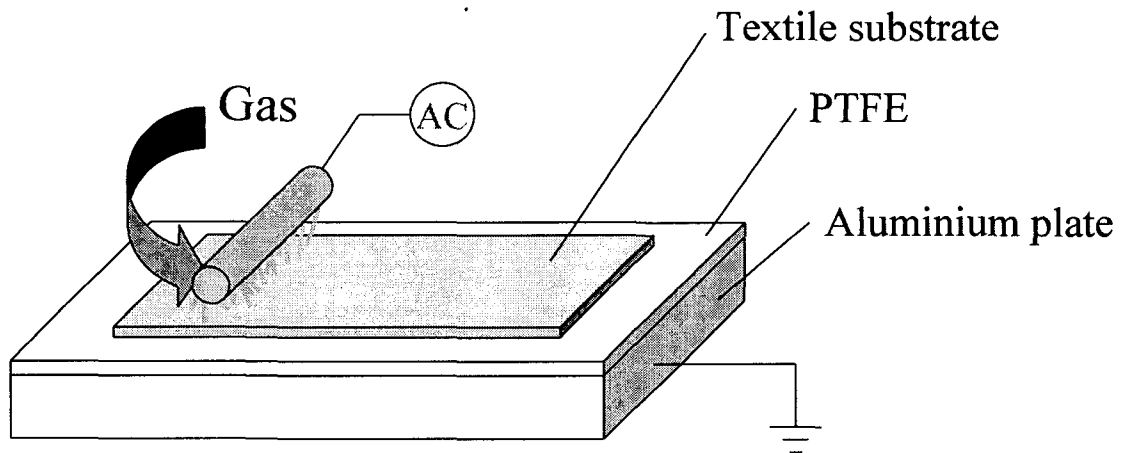


Figure 1. DBD 플라즈마 처리 시스템의 개념도

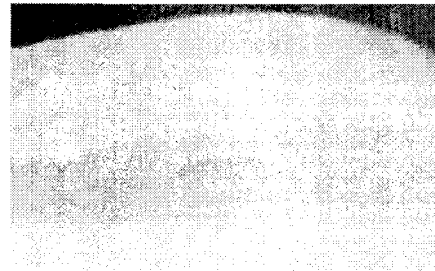
## 3. 결과 및 고찰

DBD 플라즈마 시스템을 사용하여 PET 섬유를 처리하였다. Figure 2는 PET 섬유의 젖음성 변화를 정성적으로 보이고 있다. 미처리된 PET는 비교적 낮은 젖음성을 보이고 있는

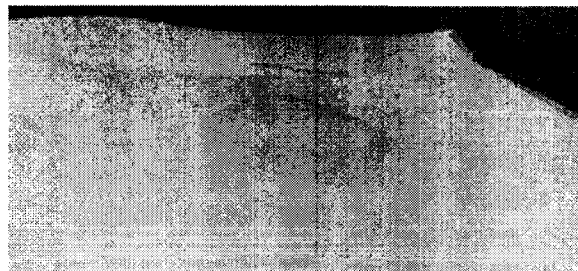
것에 반하여, 플라즈마 처리 되어진 PET 섬유는 높은 젖음성을 보이고 있음을 알 수 있다. 또한 플라즈마 처리 시간이 증가함에 따라 젖음성의 향상정도도 증가함을 알 수 있다. 이러한 현상은 플라즈마 처리를 하는 동안 섬유표면에 친수기가 도입되어졌기 때문에 일어난 것으로 여겨진다. 또한 이와 유사한 젖음성 변화의 결과는 산소 치환 분위기 아래에서의 glow discharge 또는 corona discharge를 이용한 섬유의 처리에서도 관찰된 것이 보고되어져 있다. 이러한 경우에 있어서, 플라즈마에 의해 활성화된 산소에 의해 섬유표면은 산화되어진 것으로 알려져 있다. 이와 유사한 이유로, DBD 플라즈마 처리 후의 PET섬유의 젖음성 향상은 플라즈마 방전에 의해 활성화되어진 산소가 PET 섬유를 산화시켰기 때문인 것으로 여겨진다.



1) untreated



2) 3 seconds treatment



3) 30 seconds treatment

Figure. 2 DBD 플라즈마 처리 PET 섬유의 젖음성 테스트

양모에 대해서도 DBD 플라즈마 처리후의 젖음성 변화를 검토하였다. Figure 3은 양모 섬유의 젖음성 변화를 정성적으로 보이고 있다. 젖음성 변화의 경향은 Figure 2에서 보인 결과와 같음을 알 수 있다. 미처리의 양모 섬유는 비교적 낮은 젖음성을 보이고 있는것에

반하여, 플라즈마 처리 되어진 양모 섬유는 높은 젖음성을 보이고 있다. 또한 플라즈마 처리 시간이 증가함에 따라 젖음성의 향상정도도 증가함을 알 수 있다. 이러한 현상은 플라즈마 처리를 하는 동안 섬유표면에 친수기가 도입되어졌기 때문에 일어난 것으로 여겨진다. 플라즈마 1초 처리되어진 시료는 미처리 섬유에 비해 비교적 높은 젖음성을 보이고 있지만, 물방울이 섬유에 금방 흡수되어지지는 않는 것을 알 수 있다. 그에 반해 3초 이상 처리되어진 시료에 있어서는 물방울이 빠르게 섬유내부로 젖어 들어가는 것이 관찰되었다. 이로써 충분한 젖음 효과를 얻기 위해서는 본 실험의 조건에 있어서 3초 이상의 플라즈마 처리 시간이 요구되어짐을 알 수 있었다.

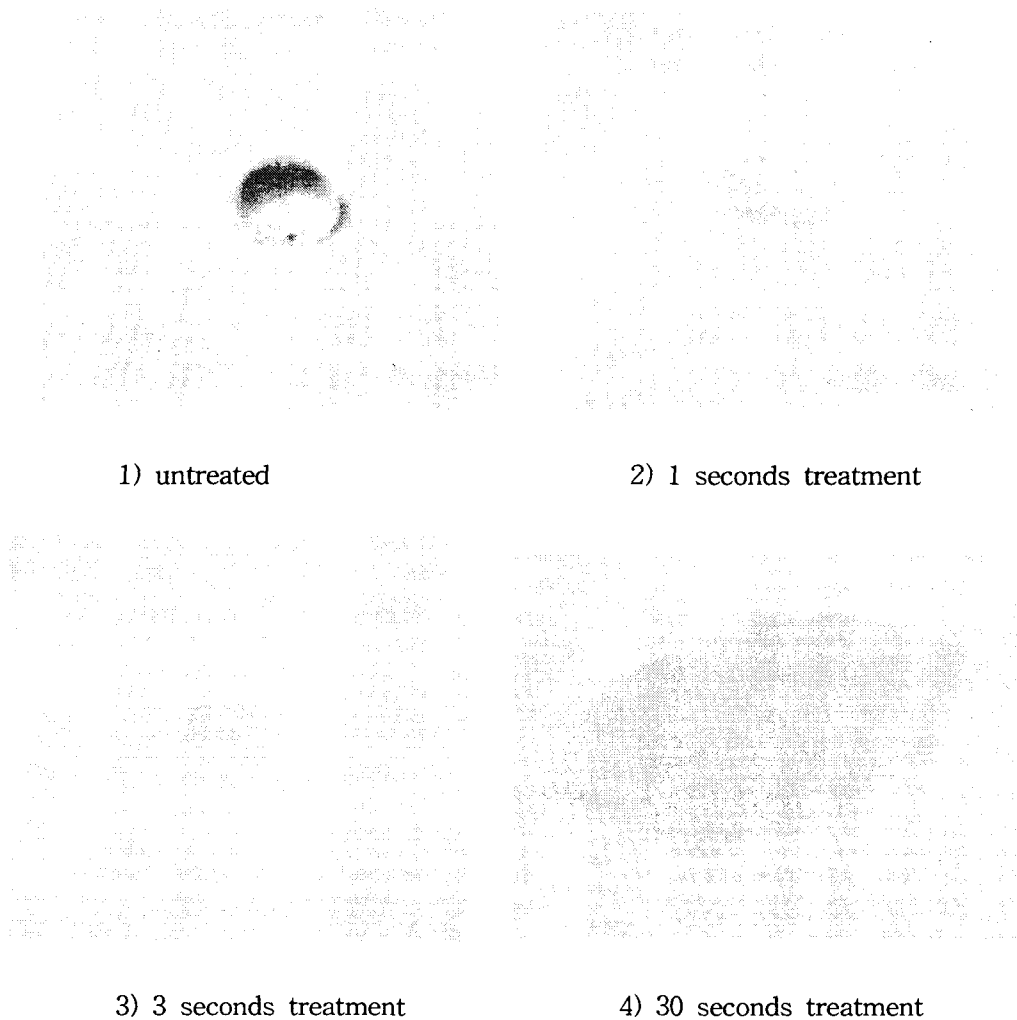


Figure. 6 DBD 플라즈마 처리 양모 섬유의 젖음성 테스트