

# RF Sputtering 세라믹 증착에 의한 PET 섬유의 표면개질

이혜련 · 조용석 · 허만우\* · 권대혁\*\*

대구가톨릭대학교 생활과학부 패션산업학전공

\*경일대학교 섬유패션학과

\*\*경일대학교 전자정보공학과

## 1. 서론

최근 공업제품을 제조하는 과정에서부터 이를 사용하고 폐기하기까지 환경 및 인체에 미치는 영향을 생각하게 되고 환경부하를 경감하여 쾌적한 생활 환경을 이룩하고자 하는 요구가 높아지고 있는 추세이다. 특히 섬유의 염색 가공 분야에 있어서도 종래의 화학약품 대신 효소나 천연염료 등의 천연물질을 사용하던지 고에너지의 전자파나 입자광선을 이용하는 가공 기술의 개발에 노력하고 있으며 인체 생리에 적합한 섬유를 제조하기 위해 맥반석을 이용하는 바이오 세라믹에 대한 관심이 높아지고 있다.

맥반석은 예로부터 피부병에 특효가 있는 한방 약재로 중요하게 여겨진 약석이다. 900년 전 중국 송나라 때 출판되어진 본초도경에 이미 수록되어 있는 것으로 보아 중국에서는 이미 2~3천년 전부터 사용되어 왔던 것으로 추측된다. 맥반석은  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  등이 주성분으로 인체 및 생물체에 필요한  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Ca, Mg, Mn 등의 무기물과 미네랄이 다량 함유되어 있다.<sup>1</sup>

본 연구에서는 맥반석 타겟 제작 기술을 응용하여 맥반석을 타겟으로 제작하고 sputtering 처리하여 PET 섬유 표면에 맥반석을 증착시킨 후, 주사 전자현미경과 FT-IR을 통해서 맥반석이 증착된 현상을 확인하고 맥반석 증착 PET 섬유의 원적외선 방사능을 평가하였으며, 또 sputtering 처리에 의해 증착된 맥반석의 섬유에 대한 접착성과 내구성에 관한 고찰과 더불어 대전성, 항균성, 인강강력 및 강연도 등의 물성을 평가하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 시료

실험에 사용한 시료는 KS K 0905에 규정된 PET 백포를 사용하였다.

### 2.2. 맥반석 타겟 제조

Sputtering용 타겟의 제작은 여러 가지 무기물들이 복합적으로 혼합되어 있는 맥반석을 충분히 분쇄하고 혼합하여 하소 공정과 재혼합 공정을 거친 뒤 약 10 cm 크기의 molder에서 성형하고 소결하였다.

### 2.3. Sputtering 처리

Sputtering 처리용 기기는 Fig. 1에 나타낸 그림과 같이 자체 제작된 RF magnetron sputter를 사용하여 sputtering 처리하였다.

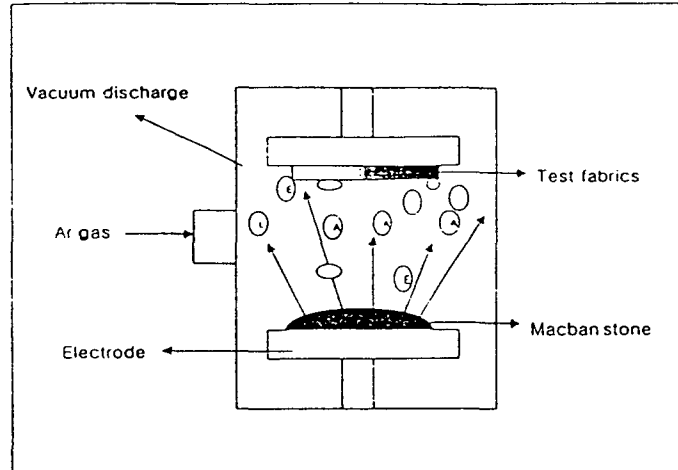


Fig. 1. Schematic diagram of sputtering equipment.

### 2.4. FT-IR 및 주사 전자현미경에 의한 표면 관찰

PET 섬유 표면의 맥반석이 부착된 것을 확인하기 위해 FT-IR 적외선 분광분석기(FT/IR-620V, Jasco Co., Japan)를 사용하여 ATR법으로 측정하였고, 맥반석이 증착된 섬유 표면의 관찰은 주사 전자현미경(S-4200, Hitachi Co., Japan)을 사용하여 가속전압 8KV, 배율 3000배로 sputtering 처리한 PET 섬유의 표면을 관찰하였다.

### 2.5. 원적외선 방사능 시험

Sputtering 처리한 PET 섬유의 원적외선 방사능을 조사하기 위해 FT-IR(M2410-C, Midac Co., U.S.A)을 사용하여 방사율(emissivity)과 방사강도(emissive power)를 측정하였다. 인체의 체온과 유사한 온도에서 측정하기 위하여 온도는 40℃로 유지하였고 파장 범위는 5~20 $\mu$ m로 하여 측정하였다.

### 2.6. 염색 및 표면색 측정

PET 섬유 표면에 증착된 맥반석의 접착성을 확인하기 위해 분산염료(C.I. Disperse Red 60)를 사용하여 고온고압염색기로 염색온도 130℃, 염색시간 40분, 용비 1:200으로 염색하여, 1976년 CIE에서 제정된 색차식에 의하여  $L^* a^* b^* C^* \Delta E^*$  값을 측정하여 평가하였다.

### 2.7. 견뢰도 시험

세탁, 일광, 향균성, 마찰대전압, 인장강력 및 신도, 강연도 등은 KS K에 의거하여 실험하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. Sputtering 처리에 의한 맥반석의 증착 확인

Fig. 2는 sputtering 처리한 PET 섬유와 미처리 PET 섬유의 FT-IR Spectrum을 나타낸 것인데, 여기에서 알 수 있는 바와 같이 대부분의 특성 peak는 동일하게 나타나 있으나, 1000~1100  $\text{cm}^{-1}$  부근에  $\nu_{\text{Si-O}}$ 의 흡수 band가 약하게 나타나 있는 것으로 보아 맥반석의 주성분인  $\text{SiO}_2$ 가 증착되었음을 확인할 수 있었다.

#### 3.2. 주사 전자현미경에 의한 표면 관찰

Photo. 1은 sputtering 처리한 PET 섬유 표면에 맥반석이 증착되었는지 확인하기 위하여 주사 전자현미경을 이용하여 3000배 확대 촬영한 사진이다. 이들 사진에서 보는 바와 같이 미처리 PET 섬유는 섬유 표면이 평활함에 비하여, sputtering 처리한 PET 섬유의 표면은 paste상의 물질이 부착되어 있는 것을 볼 수 있었는데 이와 같은 부착물은 sputtering 처리로 섬유 표면에 증착된 맥반석인 것으로 추정된다.

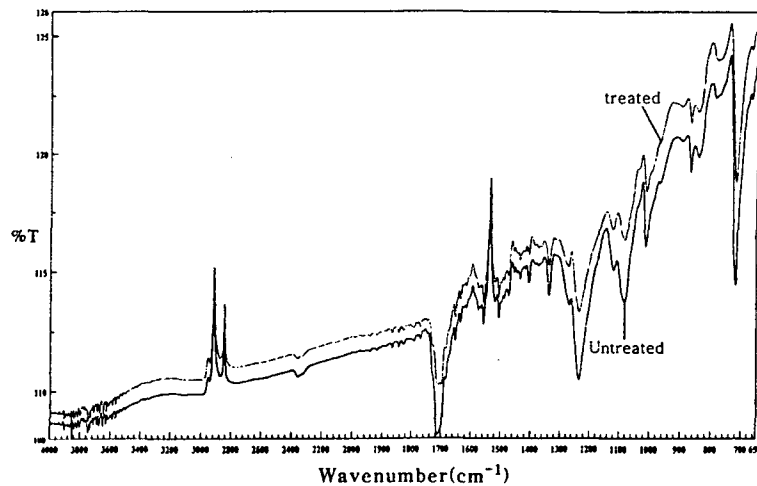


Fig. 2. FT-IR Spectra of treated and untreated PET fabrics.

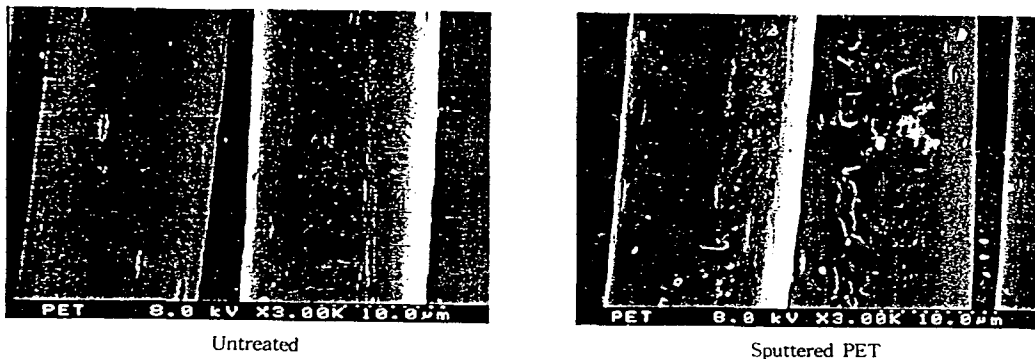


Photo. 1. SEM photographs of sputtered PET fabric.

### 3.3. 원적외선 방사능

Sputtering 처리에 의해 맥반석이 증착된 PET 섬유의 원적외선 방사능을 조사하기 위해 미처리 PET 섬유와 sputtering 처리한 PET 섬유의 원적외선 방사율과 방사강도를 계산하여 산출한 결과, 미처리 PET 섬유의 방사율은 0.88을 나타내었고, 맥반석 sputtering 처리한 PET 섬유의 방사율은 0.90으로 sputtering 처리에 의해 방사율이 증가하였으며, 방사강도도 미처리 PET 섬유는  $3.53 \times 10^2$  (W/m<sup>2</sup> · μm, 40℃)였으나 sputtering 처리하면  $3.61 \times 10^2$  (W/m<sup>2</sup> · μm, 40℃)로 높아졌다.

### 3.4. PET 섬유와 맥반석의 접착성

PET 섬유 표면에 증착된 맥반석과 PET 섬유 표면과의 접착성을 간접적인 방법으로 확인하기 위하여, PET 섬유를 분산염료로 염색한 염색포를 각각 20, 40, 60분 sputtering 처리한 후, 이를 각각 5회씩 반복 세탁해 가면서 측정된 각 염색포에 대한 측색치와 백포를 기준으로 측정된 색차를 Table 1에 나타내었는데, 여기에서 세탁에 의해 일정량의 맥반석이 탈락되더라도 어느 한계에 이르면 더 이상의 탈락이 일어나지 않으므로 ΔE\* 값이 거의 일정하게 유지되는 것을 알 수 있다.

Table 1. Washing fastness of dyeing fabrics treated by sputtering

Treatment time(min)	Colorimetric value	Washing cycle					
		0	1	2	3	4	5
Untreated	L*	51.64	51.85	51.70	51.92	51.99	51.47
	a*	53.49	53.43	52.81	53.07	53.67	53.00
	b*	1.67	1.07	1.94	1.80	1.62	1.39
	ΔE*	66.99	66.81	66.40	66.48	66.93	66.67
20	L*	51.28	51.47	51.54	51.68	51.84	51.25
	a*	53.05	53.33	53.69	53.09	53.56	53.05
	b*	3.50	3.02	3.13	2.89	2.87	2.76
	ΔE*	66.90	67.01	67.26	66.68	66.69	66.89
40	L*	49.89	50.37	50.37	50.69	50.77	51.01
	a*	54.70	54.95	54.30	54.45	54.11	54.68
	b*	5.45	4.68	4.53	4.24	4.26	4.18
	ΔE*	69.19	69.04	68.27	68.15	68.43	68.51
60	L*	47.13	48.32	49.09	49.17	49.38	48.87
	a*	57.47	57.09	56.24	55.89	55.73	55.59
	b*	7.32	6.11	5.45	5.39	5.41	5.11
	ΔE*	73.19	72.08	70.89	70.56	70.30	70.47

Note) L\* a\* b\* of PET fabric is 89.91, -1.46, -0.00 respectively. control : gray fabrics

### 3.5. 항균성과 마찰 대전압

PET 섬유를 sputtering 처리했을 때 처리시간에 따른 항균성 시험을 한 결과 PET 섬유를 sputtering 처리하면 모두 20% 정도의 정균율을 보이고 있으며, 나일론을 마찰포로 하여 마찰대전압을 측정하면 sputtering 처리 시간이 길어짐에 따라 대전압이 낮아지는데, 이는 소수성이 큰 PET 섬유에 무기물인 맥반석이 증착됨으로써 PET 섬유 본래의 높은 소수성이 저하된 때문인 것으로 생각된다.

### 3.6. 염색물의 견뢰성

#### 3.6.1. 세탁에 의한 내구성

20분 sputtering 처리한 염색포와 미처리 염색포에 대해 5회 반복 세탁을 실시해 가면서 각각의 염색포에 대한 측색 및 sputtering 처리하지 않은 염색포에 대한 색차( $\Delta E^*$ )를 측정 한결과 sputtering 처리하지 않은 PET 염색포는 반복 세탁해도 색상의 변화가 거의 없으며, 20분 sputtering 처리한 염색포도 가장 바깥 층에 증착된 맥반석이 소량 탈락되어 나타나는 약간의 변화를 제외하면 색상의 변화가 거의 나타나지 않았는데, 이는 PET 섬유 표면에 맥반석이 견뢰하게 증착되어 염료의 탈락을 막아주기 때문인 것으로 생각된다.

#### 3.6.2. 일광견뢰도

고온고압법에 의해 분산염료로 염색한 PET를 sputtering 처리한 후 10시간 광조사 했을 때의 표면색의 변화를 측정한 결과 미처리 염색포는 광조사 전후 K/S 값이 7.55에서 6.83로 저하하였으나 처리 염색포들은 처리 시간에 관계없이 모두 광조사 전후에 K/S 값의 변화가 거의 없다.

### 3.7. 인장강력, 신도 및 강연도

맥반석으로 sputtering 처리한 PET 섬유의 인장강력과 신도를 측정한 결과 PET 섬유는 sputtering 처리하여도 강력과 신도에 별다른 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있으며, sputtering 처리 시간이 길어짐에 따라 PET 섬유 표면에 무기물인 맥반석이 많이 증착됨으로써 유연성이 현저히 저하였다.

## 4. 결 론

1. 환경 친화적 건식계 가공방식인 RF sputtering 처리에 의해 무기물인 맥반석이 PET 섬유 표면에 증착되는 현상을 확인할 수 있었으며, 맥반석 sputtering 처리한 PET 섬유는 원적외선 방사효과가 증대되었다.
2. PET 섬유를 맥반석 sputtering 처리했을 때, 처리 시간이 길어지면 맥반석의 증착량이 많아지고, 섬유 표면 부분에 직접 증착된 맥반석은 강하게 침착되어 반복세탁해도 탈락되지 않는다.

3. 맥반석 sputtering 처리한 PET 섬유는 20%정도의 정균율을 나타내었고, 표면의 마찰 대전압은 저하하였다.
4. 맥반석을 섬유 표면에 증착시키면 염색물의 세탁견뢰도, 일광견뢰도가 향상되었으며, sputtering 처리에 의한 인장강력의 변화는 없었고 유연성은 다소 저하한다.

## 5. 참고문헌

1. H. H. Kim, S. K. Park, K. B. Chung, and S. H. Chang, Preparation of Adsorbent from Quartz Porphyry : NaOH Activation, *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, **11**, 183(2000).
2. S. W. Kim, S. W. Nam, and I. H. Kim, Loess Dyeing on Cotton Fabrics Using Silane Coupling Agent, *J. Korea Soc. Dyers & Finishers*, **13**, 336(2001).
3. 최순화, 은행나무 수피의 색소분석과 염색성, 대구효성가톨릭대학교 대학원 박사학위 청구논문(1999).
4. M. H. Han, The Dyeability and Antibacterial · Deodorization Activity of Silk Fabrics by Gromwell Extracts, *J. Korea Soc. Dyers & Finishers*, **12**, 29(2000).