

Sputtering에 의한 polyester 직물의 박막내구성 개선을 위한 수지처리 효과

구 강 · 전상민* · 송병갑* · 박영미**¹

영남대학교 섬유패션학부, *한국염색기술연구소, **영남대학교 공업기술연구소

The Effect of Resin Treatment for Improving of the Metal Thin Membrane Fastness on Polyester Fabrics by Sputtering

Kang Koo, Sang Min Jeon*, Byung Gab Song* and Young Mi Park**¹

School of Textiles, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea

*Dyeing Technology Center, Daegu, Korea

**Institute of Industrial Technology, Yeungnam Univ., Kyeongsan, Korea

(Received November 8, 2005/Accepted June 12, 2006)

Abstract — Functional properties are available with sputtering. But sputtering treatment alone cannot get a good fastness performance to washing, rubbing and light. This research was objected to investigate optimum condition by sputtering on polyester through various processing conditions such as ion current and treatment time, and then various resin treated onto metal coated polyester fabrics in order to increase washing fastness of metal membrane. As the results, the optimum conditions revealed 1500 mA of ion current, 2 min of treatment time in sputter, and suitable resin concentrations were 2% of o.w.s (on the weight of solution) in resin treatment. Therefore, we could get enhanced anti-static effect and flex stiffness as well as washing fastness in sputtered polyester fabric with various resin treatment, for example, melamine and polyurethane.

Keywords: *sputtering, resin treatment, washing fastness, metal thin membrane, functional properties*

1. 서 론

최근 소비자들의 섬유제품에 대한 관심은 광택이나 촉감 등의 심리적인 적합성과, 보온성 및 흡수성 등의 생리적인 쾌적성을 동시에 만족시키는 기능성제품을 선호하고 있으며, 특히 색상이나 디자인 면에서 다양화, 개성화를 추구함에 따라 이러한 소비자의 욕구를 충족시키기 위해 고기능성 및 고감성의 차별화된 소재개발이 요구되고 있다. 따라서 현재 여러 섬유제품에 있어서 이러한 시도가 이루어지고 있는데, 그 중 저압기

체 하에서 하전입자의 sputtering에 의해 제조된 섬유가 sputtering 조건의 변화에 의한 부가기능의 다양성과 건식공정에 의한 전자과차폐, 도전성 및 자외선차단 등의 성능을 부여할 수 있고, 이로 인해 높은 수익률이 기대됨에 따라 국내외의 비상한 관심을 끌고 있다¹⁾.

Sputtering은 높은 에너지를 가진 입자가 고분자표면에 조사될 때 고체표면원자와 조사된 고에너지 입자사이의 탄성 또는 비탄성 충돌로 인해 산란이 일어나, 고체표면의 구성원자가 표면으로부터 증발하게 되는 현상이다¹⁾. Sputtering에 의한 박막제작의 성공은 박막의 응용범위를 넓히고 새로운 소재의 개발을 가능하게 하였으나, 박막의 형성속도(증착속도)가 늦은 것이 단점으로 지

¹Corresponding author. Tel.: +82-53-810-3898; Fax : +82-53-810-4684; e-mail: ympark9397@hanmail.net

적되었는데 즉, 같은 규모의 장치와 같은 입력 power로 박막을 형성시켰을 때 진공증착장치에 비해 증착속도가 늦어지는 것이 기업적 규모로 sputtering을 할 때 큰 문제가 되었지만 Direct Current(DC)-magnetron sputtering의 개발로 낮은 가격, 간단한 구조 그리고 높은 증착률 등이 실현이 가능하게 되었다.

진공에서의 방전을 이용한 섬유재료의 표면개질은 sputtering을 비롯하여 저온 플라즈마가공 등에 의해 특히 폴리에스터 및 양모직물의 심색화^{3,4)}, 양모의 방축가공⁵⁾ 및 각종 섬유 또는 고분자의 표면개질^{6,7)}에 이용되고 있다. 또한 sputtering을 이용하여 섬유에 금속박막을 형성함에 따라 발색성, 통기성, 도전성, 항균성, 자외선 차단 및 내식성(耐蝕性) 등 각종 기능을 섬유에 부여할 수 있어 apparel, sports wear, interior 및 의료분야 등에 폭넓은 응용이 가능하게 되었고, 특히 금속박막에 의한 고분자재료의 코팅기술은 전기·전자산업에서 초고밀도 집적회로, 투명 도전성필름, memory software의 error방지를 위한 α -ray 차폐용 소재 등에 이용될 뿐만 아니라, 표면세정, 미세가공, 표면분석 등의 반도체 제조에 응용되고 있고, 조명기구의 반사재 및 color LCD의 반사판, print의 회로기판(flexible print circuit board, FPCB) 처리 등에 이용되고 있다. 이 외에도 금속 sputtering에 의한 무염료 착색기술이 WTO체제에 부합하는 환경보전형 염색신기술을 바탕으로 한 염색폐수 및 환경공해에 영향을 미치지 않는 새로운 염색가공기술로서 주목받고 있으며, 이는 단순히 직물가공처리에만 그치지 않고, 기계기술을 바탕으로 한 정밀기계공업과 전기전자기술을 바탕으로 하고 있음에 그 의의가 있어 더욱 주목받고 있다고 할 수 있다.

한편, 이러한 sputtering 처리를 직물에 행하였을 경우, 착색된 color와 심색도는 종래의 화학염료로 염색한 직물에서 우려되었던 경시변화로 인한 색상의 변화 및 퇴색은 전혀 문제가 없지만, 세탁에 대한 내구성이 아직까지는 기대에 미치지 못하고 있다. 따라서 이 연구에서는 우수한 sputter을 가진 DC-magnetron sputtering 장치를 이용해서 polyester 직물에 대해, 표면이 아름다우며 표면가공이 다종다양하고 내식성 및 내마모성이 우수할 뿐만 아니라 고강도를 가진 stainless steel 박막을 sputter 조건별로 형성시

킨 후, 세탁내구성을 검토하고 sputter coating의 최적조건을 도출하였으며, 또한 금속박막이 형성된 직물의 sputter 내구성을 증진시키기 위해 여러 가지 수지를 coating 하여 수지종류별, 농도별로 세탁견뢰도의 향상 여부 및 기타 물성 변화에 대해서도 조사하여 sputtering에 의한 무염료 착색효과와 새로운 기능성 섬유소재로서의 가능성을 검토하였다.

2. 실 험

2.1 직물 및 시료

본 실험에 사용한 polyester 직물은 (주)새한에서 제공받은 12% 감량된 plain 직물(경사 300/96, DTY, 무연 3800본, 위사: 300/96, DTY, 무연 42/inch)로 수세 후 사용하였다. 수지는 합성섬유의 촉감 및 태의 개선을 위한 가공공정에서 주로 사용되는 acryl, epoxy, melamine 계 수지와 polyurethane계 대전방지용 수지를 S사로부터 제공받아 사용하였으며, 각각의 특성은 Table 1에 나타내었다.

2.2 Sputter와 수지처리

Sputter 장치는 다산엔지니어링과 공동으로 개발한 DC-magnetron type의 sputter 장치를 사용하였으며, Table 2에 처리조건을 나타내었다.

수지는 생산공정에서 주로 사용하고 있는 acryl, epoxy, melamine 및 polyurethane 수지를 2, 4, 6, 8, 10%(w/w)의 농도(o.w.s)로 하여 pad-dry-cure(PDC)가공법에 따라 처리를 하였다. 특히 melamine계 수지는 촉매로서 유기 아민계를 사용수지량의 10%로 하였다. Padding은 1차 압력 6.5kgf/cm², 2차 압력 5.5kgf/cm²로서 2dip-2nip으로 하였으며, auto-mini coating tester-(DAELIM Engineering Co., Ltd. Korea)를 이용하여 110°C에서 5분 동안 pre-drying한 후, 160°C에서 3분간 curing하였다.

2.3 측 색

Sputtering에 의한 직물의 색상변화를 조사하기 위해 Computer Color Matching(Color Eye 3100, Macbeth, USA) system을 이용하여 D65 표준광원, 10°시야 조건에서 CIELAB 표색법에 따라 L*, a*, b* 및 색차(ΔE)를 다음의 식에 의해 측정하였다.

Table 1. Characteristics of the used resins

Structure	Resin	Characteristics
$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right)_n \left(\text{CH}_2 - \underset{\text{C}(=\text{O})\text{OC}_2\text{H}_5}{\text{CH}} \right)_m$	acrylic ester	give hard touchable to fiber as acrylic ester resin
$\left(\text{CH} - \underset{\text{O}}{\text{CH}} \right)_n$	epoxy	superior in slip resistance and firmly absorb to fiber
$\begin{array}{c} \text{HN}-\text{CH}_2\text{OR} \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{N} \quad \text{N} \\ \quad \\ \text{C} \quad \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{ROH}_2\text{C}-\text{N} \quad \text{N}-\text{CH}_2\text{OR} \end{array}$	melamine	give weatherability to fiber and more hard touchable than acrylic resin
$\left(\text{R}-\text{NH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH} \right)_n$	poly urethane	superior in washing fastness and antistatic effect as durable antistatic agent

$$L^* = 116 (Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500 [(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}]$$

where,

$$X/X_0, Y/Y_0, Z/Z_0 > 0.01,$$

X, Y, Z ; tri-stimulus values of sample

X_0, Y_0, Z_0 ; tri-stimulus values of illumination light source($Y_0 = 1$)

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

where,

$$\Delta L^* = L_T^* - L_S^*,$$

$$\Delta a^* = a_T^* - a_S^*,$$

$$\Delta b^* = b_T^* - b_S^*$$

Table 2. Experimental conditions for sputtering

The sputtering parameters	
Gas	Argon
Reactor pressure	3×10^3 Torr
Ion current	500 mA, 1000 mA, 1500 mA
Target	Stainless steel
Distance between the electrodes	6 cm
Treatment time	2-10 min

2.4 표면관찰

미처리와 sputter 및 수지처리조건에 따른 시료의 표면을 관찰하기 위해 Scanning Electron Microscope(S-4100, Hitachi Co. Ltd. Japan) 을 사용하였다. 시료는 0.03Torr, 5mA 에서 500sec 동안 금을 증착시켜, 가속전압 15kV로 관찰하였다

2.5 반감기 및 대전압 측정

Sputtering 및 수지처리 조건에 따른 반감시간 및 대전압은 Static Honestmeter 3100(Shishido Electrostatic, Ltd. Japan)을 이용하여 KS K 0555 에 따라 측정하였다. 전극과 시료간 거리는 20mm, 인가전압은 10kV로 표준상태에서 측정하였다.

2.6 강연도

Sputtering 으로 형성된 금속박막에 의한 직물의 강연도는 KS K 0539의 cantilever(YAMAKOSHI SEISAKUSHO Co., Japan)법에 따라 $2.5 \times 15\text{cm}$ 크기로 시료를 제작하여 표준상태에서 24시간 동안 conditioning한 후, 측정하여 평균치를 얻었다.

2.7 절단하중 및 절단 변형률

미처리 및 sputter 처리에 따른 직물의 역학적 특성변화를 조사하기 위해 Test-metric Micro 350(Maywood Co., Ltd. England)을 사용하여 절

단하중과 절단변형률을 측정하였다. KS K 0520의 Revelled Strip method에 따라 시험편을 15×5cm의 크기로 절단하여, test speed 100mm/min, sample length 75mm, width 25mm로 표준상태에서 측정하였다.

2.8 세탁견뢰도

일반 가정용 세탁기로 세탁 15분, 헹굼 25분, 탈수 10분을 1회로 하여, 2-20회까지 2회씩 세탁한 후, 명도(L*)와 색차(ΔE)를 측정하여 세탁에 의한 금속박막의 세탁내구성을 평가하였다.

2.9 마찰견뢰도

처리조건에 따른 시료의 마찰견뢰도 측정은 KS K 0650에 따라 Crockmeter(HANWON, Co., Korea) 마찰견뢰도 시험기를 사용하였다.

2.10 공기투과도

Sputter에 의해 형성된 직물표면의 금속박막 위로 수지처리를 한 후, Air Permeability Tester FX 3300(TEXTEST, Co., Ltd. England)을 이용하여 KS K 0570법에 따라 표면의 공기투과도 시험을 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 sputter 처리에 의한 물성변화

3.1.1 sputter 처리에 의한 무게증가

Sputter 현상은 입사이온과 target 표면의 원자와의 충돌에 의해 발생하기 때문에, 어느 정도의 원자가 target으로부터 sputter 증발할 것인가, target 소재나 입사이온의 종류에 따라 얼마나 증발할 것인가는 매우 중요하다고 할 수 있다. 일반적으로 sputter의 정도는 sputter yield로 나타낼 수 있으며, target에 입사되는 이온 1개당 sputter 증발되는 target 원자의 수로 정의되고 있다⁸⁾. 즉, Sputter yield 결정에는 입사이온의 energy, target 재료, 입사이온의 입사각 및 target 표면의 결정구조 등이 지배적인 요소로 작용하고 있다. 본 실험에서는 target 재료, 입사이온의 입사각 그리고 target 표면의 결정구조는 sputtering처리 시 동일한 장치와 target을 사용하였으므로 주로 입사이온의 energy에 따라 sputter yield의 변화가 있을 것으로 예상된다.

Fig. 1은 sputtering 처리 시 ion current에 따

라 증착된 박막의 무게변화를 나타내고 있는데, 입사이온의 energy 즉 ion current가 증가할수록 sputter yield가 증가하게 되므로 직물표면의 금속박막은 ion current가 강할수록 증착량도 증가하여 1500mA로 10분간 sputter한 것은 아주 우수한 증착결과를 얻을 수 있다. 따라서 이러한 효과는 섬유에 중량감과 volume감, 강연성, 금속성촉감 등 다양한 기능을 부여할 수 있을 것으로 생각된다.

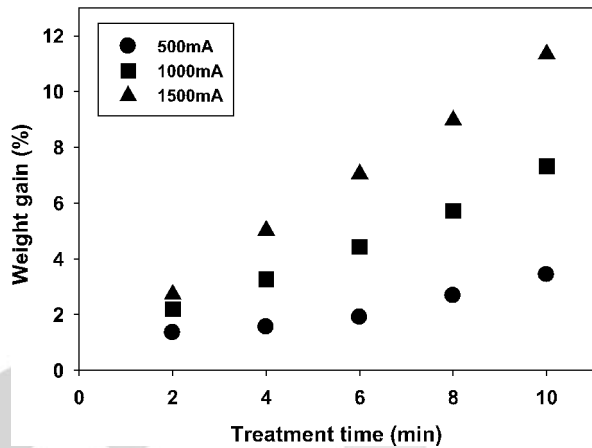


Fig. 1. Weight gain of polyester fabrics according to sputtering time for different ion current.

3.1.2 sputter 조건에 따른 색상변화

Fig. 2는 ion current와 처리시간에 따른 색상의 변화를 CIELAB의 a*b* 색도도에 의해 나타낸 것이다. CIELAB 표색계는 인간이 색을 보고 느끼는 감각을 수치화하여 나타내는 대표적인 표색계로서 그 중에서 Lab 표색계는 모든 분야에서 폭넓게 물체의 색을 측정하기 위해 사용되고 있다. 미처리의 경우 blue-red 방향의 색을 띠고 있으나 sputter처리한 시료는 yellow쪽의 색상을 띠게 되는데, ion current 즉 sputter yield가 상대적으로 낮은 500mA의 2, 4분 처리한 시료가 yellow쪽의 색을 나타는 반면 그 외 조건의 대부분의 시료들이 거의 비슷한 정도의 yellow 색상을 띠고 있는 것으로 보아, 금속 고유의 색상과 광택에 의한 결과인 것으로 간주된다.

3.1.3 반감기 및 대전압

합성섬유는 거의 대부분 소수성으로 흡수율이 낮아 마찰에 의해 발생하는 정전기가 쉽게 공기중으로 방전되지 못하고 의류에 축적된다. 따라서 먼지나 매연 등의 건성 오구가 의복에 부착하여 때가 타기 쉽고, 하전된 의복이 피부나 내의

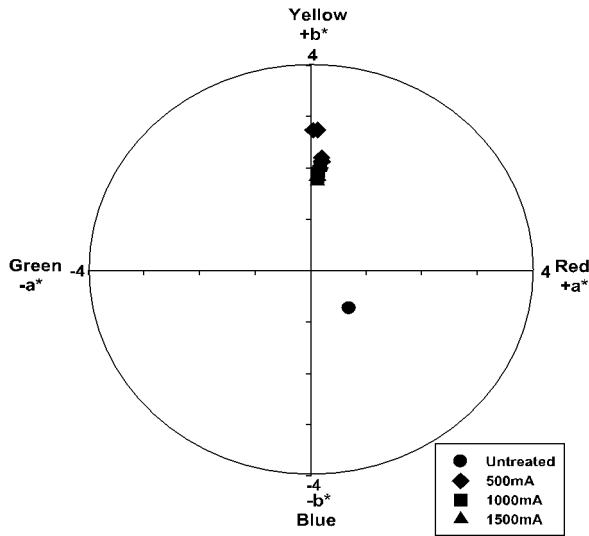


Fig. 2. Color coordination of polyester fabrics by sputtering.

류에 부착되어 착용감이 나쁘고 외관을 해칠 수 있을 뿐 만 아니라, 탈의 시 발생하는 전기적 충격은 불쾌감마저 유발하게 된다. Fig. 3(1)은 stainless steel을 sputter coating 한 polyester 직물의 처리시간에 따른 대전압을 나타낸 것이다. Sputter 처리조건에 따라 대전압이 감소하는 것을 확인할 수 있는데, 처리시간이 길어지고 ion current가 증가할수록 대전압이 더 많이 감소하는데 이것은 형성되는 금속박막의 두께와 관련이 있을 것으로 추측된다. Fig. 3(2)은 직물에 10kV의 전압을 가했을 때 시료가 떠는 정전기의 반감시간을 나타낸 것으로 대전압의 경우와 마찬가지로 처리시간이 길어질수록 반감기도 꾸준히 감소하는 것으로 보아 금속박막의 증착효과를 확인할 수 있으며, ion current가 500mA 에도 처리시간 2분 만에 50% 정도 감소한 것을 알 수 있고, 특히

1500mA의 높은 에너지가 입사된 경우는 처리하지 않았을 때 80분이던 반감기가 2분 만에 10분 이하로 감소하여 짧은 시간에도 현저한 효과를 나타내며, 처리시간이 8분이면 거의 0에 가까워지는 것을 알 수 있다. 이러한 결과로부터 금속박막이 직물표면에서의 도전성을 증가시켜 주고 또한 대전된 전하를 흘려보냄으로서 대전방지 효과를 나타내는 것을 짐작할 수 있다.

3.1.4 절단하중 및 절단변형률

Table 3은 sputtering 처리에 의해 금속박막이 coating된 두 직물의 절단강도와 절단변형률을 나타내었다. 절단하중은 시료를 절단하는데 필요한 하중을 말하며 절단변형률은 시료가 절단될 때까지의 늘어난 길이와 원래의 길이에 대한 비로써, 이 두 가지 측정결과로부터 sputtering 처리한 직물의 역학적 특성변화를 평가할 수 있다. Table 3에서 보는 바와 같이 두 직물 모두 미처리 시료에 비해 절단하중 및 절단변형률이 약간 증가한 경우도 있지만 거의 차이가 없는데, 이것은 직물표면의 금속박막에 의한 것으로 추정되며 금속이 직물에 강하고 얇게 증착되어 절단하중이나 변형률에 끼치는 영향이 적었던 것으로 생각된다.

3.1.5 sputtering 처리한 직물의 내구성

3.1.5.1 세탁에 의한 박막의 내구성

Sputtering에 의해 금속 및 고분자 재료의 박막은 원자 또는 분자 두께로 직물표면에 증착시킴으로서 도전성의 부여를 비롯하여 보온, 방습, 방자외선, 카멜레온 및 향균 등의 다방면의 기능성 부여가 가능하게 되었지만, 금속박막의 견뢰도 저하로 인해 쉽게 이용되지 못하고 있다. Fig. 4는 polyester 직물의 sputtering 후 세탁횟수에 따른

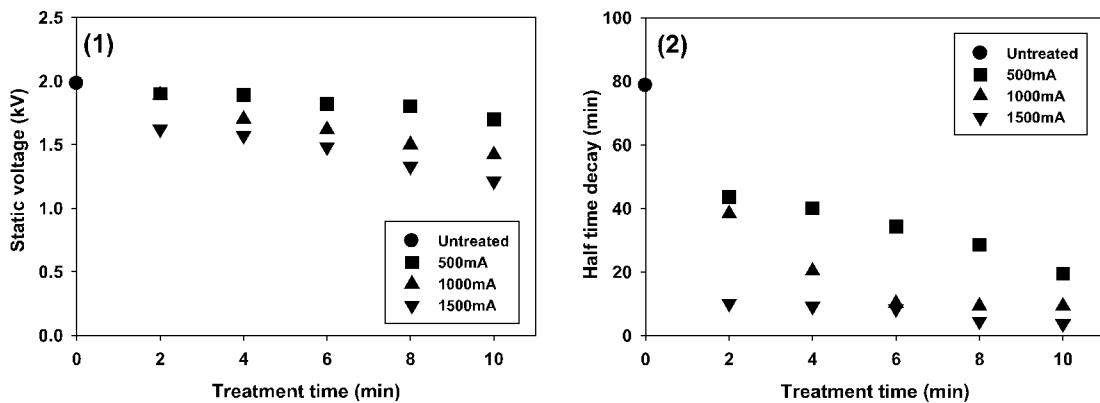


Fig. 3. Static voltage (1) and half time decay (2) of polyester fabrics according to sputtering time for different ion current.

Table 3. Breaking load and breaking extension of polyester fabrics for ion current and sputtering treatment time

Ion Current (mA)	Treatment Time (min)	Breaking Load (kgf)	Breaking Extension (%)
Untreated		126.88	53.39
500	2	133.55	53.03
	4	136.64	54.46
	6	136.24	56.13
	8	138.20	55.81
	10	143.37	54.74
1500	2	134.03	55.15
	4	137.96	55.44
	6	140.62	55.67
	8	130.90	55.47
	10	134.98	55.96

명도(L*)와 색차(ΔE)를 나타낸 것이다. ΔE는 표준 색과 시료와의 색공간에 있어서 그 색의 기하학적 거리에 상당하는 수치로 색차를 나타내는 방법으로서 색채의 객관적 표현이라는 관점에서 큰 의의를 갖는데, 그 값이 0-0.5는 trace(미약), 0.5-1.5는 slight(근소), 1.5-3.0은 noticeable(눈에 띈다), 3.0-6.0은 appreciable(감지할 정도), 6.0-12.0은 much(많다)를 의미한다. Fig. 4에서 보면, sputter 처리한 시료의 L*는 55로서 미처리 polyester 직물의 17과 세탁전의 경우 큰 차이가 있었으나 세탁 횟수가 증가함에 따라 그 값이 미처리 시료쪽으로 감소하는 것을 알 수 있다. ΔE도 마찬가지로 세탁 횟수에 비례하여 sputter 처리시간이 길수록 크게 감소하는 것을 볼 수 있는데 sputter 처리시간별로 작게는 그 차가 4정도로 눈으로 보아 감지할 수 있을 정도에서 크게는 20정도로 쉽게 색의 차이를 느낄 수 있을 만큼 감소하여 금속고유의 광택과 명도가 저하되는 것으로 예측되며, 따

라서 세탁에 의한 박막내구성과 관련하여 견뢰도가 저하한 것으로 평가할 수 있다.

3.1.5.2 마찰견뢰도

Table 4는 sputtering에 의해 polyester 직물표면에 형성된 stainless steel 금속박막의 마찰견뢰도를 측정된 결과이다. 모든 시료가 4-5등급의 매우 우수한 견뢰도를 나타내고 있는데, 이 결과로부터 직물표면에 형성된 금속박막은 일반적인 마찰에 의해서는 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

Table 4. Rubbing fastness of polyester fabrics according to sputtering time for different ion current

Ion Current (mA)	Treatment Time (min)				
	2	4	6	8	10
500	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
1000	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
1500	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

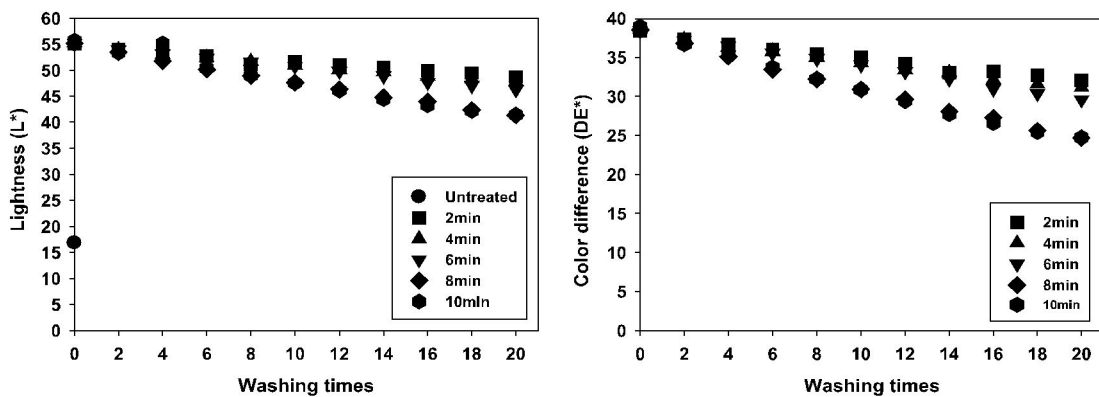


Fig. 4. Lightness and Color difference of polyester fabrics by sputtering according to washing times for different sputter time(1500mA).

3.2 수지처리에 의한 물리적 변화

3.2.1 수지종류에 따른 add-on 율

Sputtering 결과에 따라 1500mA에서 2min 동안 처리한 시료가 직물의 역학적 특성은 변하지 않으면서 금속분연의 광택 및 색상을 띠고 대전 방지효과도 나타냄에 따라 이를 최적조건으로 판단하고, 따라서 이 조건의 시료를 수지처리에 사용하였다. Fig. 5는 sputtering 처리한 polyester 직물의 수지종류별로 수지농도와 부착율과의 관계를 나타낸 것이다. Acryl, epoxy, polyurethane 계 수지의 경우 농도의 증가에 따른 부착율은 2%내외로서 차이가 거의 없는데 반해, melamine 계 수지는 수지농도의 증가에 따라 큰 폭으로 부착율이 증가하고 있음을 알 수 있다. 이는 수지 처리 시 사용된 유기아민계 촉매에 의한 영향으로 사료된다.

3.2.2 SEM 에 의한 표면관찰

Fig. 6은 1500mA로 2분간 sputter 처리한 시료 (1)와 sputter coating 후 20회 세탁한 직물(2) 및 수지처리 후 20회 세탁한 직물(3,4)의 표면을 관찰한 사진이다. Fig. 6(1)은 Ion current 1500mA에서 2분간 Sputter 처리한 것으로 금속박막이 균일하게 증착되어 시료표면이 상당히 매끄러운 것을 확인할 수 있다. 그러나 박막이 코팅된 이 polyester 직물을 20회 반복하여 세탁하면 세탁 중 물리적 기계적인 마찰과 접힘 등의 요인에 의해 Fig. 6(2)과 같이 코팅된 금속박막이 심하게 탈리되거나 균열이 일어나는 것을 관찰할 수 있으며, 전체적으로 균일한 탈락이 아니라 세탁 중 직물사이에 접힘이나 굽힘에 의해 부정형의 crack이 발생한 것을 알 수 있다. 따라서 이와 같은 물리적인 요소에 의한 내구성을 증진시키고 직물의 태와 촉감을 개선시키기 위해 합성섬유 직물에 자주 첨가되고

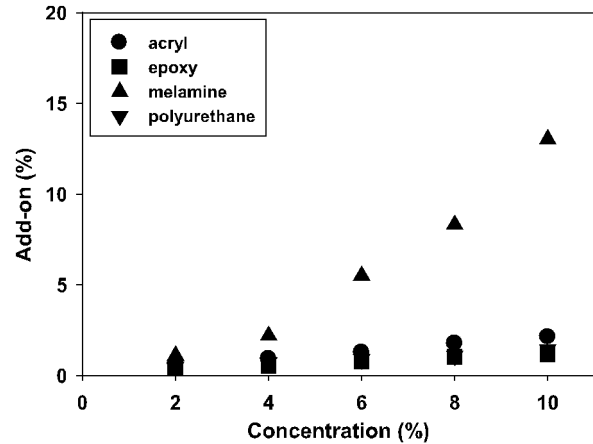


Fig. 5. Add-on of polyester fabrics by sputtering according to resin concentrations for various resin.

있는 melamine 수지와 대전방지용 polyurethane 수지를 각각 2%농도로 PDC방법으로 피복한 다음 세탁 한 결과, Fig 6(3), (4)에서와 같이 균열이나 박막이 탈리하지 않는 양호한 세탁견뢰도를 확인할 수 있다. 특히 polyurethane 수지를 처리한 경우 세탁에 의한 마찰이나 굽힘 또는 접힘에 의해서도 금속박막이 탈리되지 않는 강한 내구성을 가지는 것을 알 수 있다. 그러므로 sputter 처리단독에 의해서는 우수한 기능성 섬유의 상용화가 어려우며 sputter와 적절한 농도의 수지처리를 병행한다면 태와 대전방지효과 및 색상까지 고려한 원하는 제품을 얻을 수 있어 현장에서의 생산가능성이 충분할 것으로 생각된다.

3.2.3 각종 수지처리한 직물의 반감기 및 대전압

수지coating에 의한 대전압 및 반감시간을 Fig. 7에 나타내었다. 통상 acryl, epoxy 및 melamine 계 수지의 경우 직물표면에 coating되어 slip 방지 및 경화제로 사용되며, polyurethane 계 수지는 대

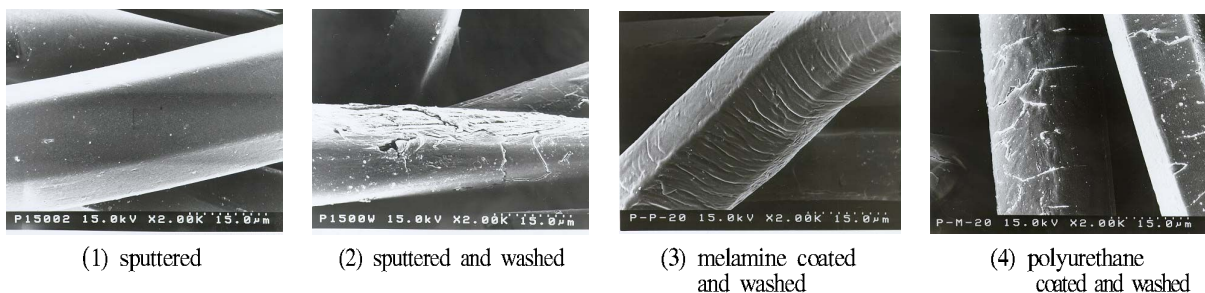


Fig. 6. SEM photographs of polyester fabrics: (1) sputtered at 1500mA for 2min, (2) sputtered at 1500mA for 2min and washed 20 times (3) sputtered at 1500mA for 2min and melamine coated of 2%, and then washed 20 times, (4) sputtered at 1500mA for 2min and polyurethane coated of 2%, and then washed 20 times.

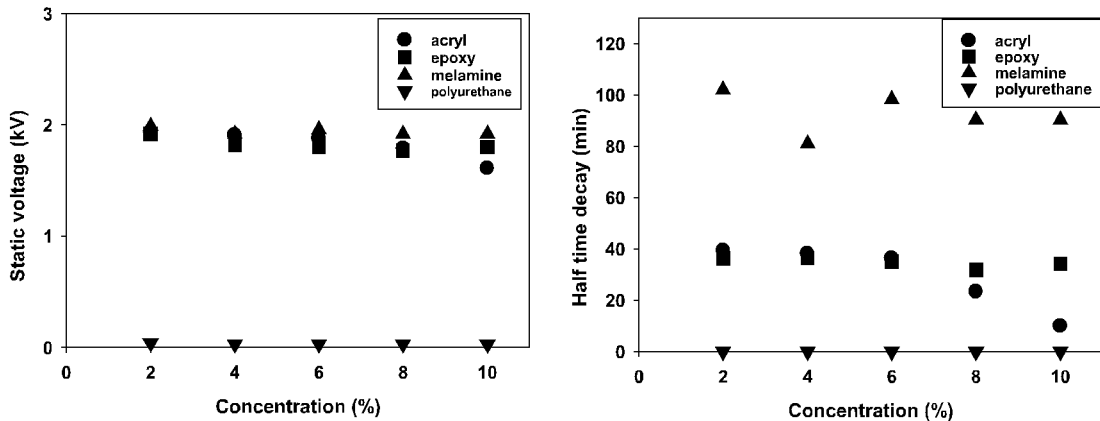


Fig. 7. Variation of static voltage and half time decay of polyester fabrics by sputtering according to concentrations for various resin(1500mA, 2min).

전방지효과를 부여할 때 이용되고 있다. Sputtering 처리에 의해 금속박막이 직물표면에 coating 되었을 경우보다 각종 수지처리에 따라 대전방지효과는 감소하는 것을 알 수 있다. 하지만 polyurethane 계 수지의 경우는 예외로서 금속박막이 가장 두꺼운 1500mA, 10min sputter 처리조건일 때와 비교하면 반감기와 대전압 감소 경향이 매우 큰 것을 확인할 수 있으며, 처리시간 2분으로도 100%의 대전방지효과를 얻을 수 있다. 따라서 polyurethane 계 수지를 coating 함에 따라 금속박막에 의한 광택 및 색상의 효과는 저하시키지 않으면서 더욱 우수한 대전방지 기능을 부여하는 것이 가능할 것으로 사료된다.

3.2.4 강연도

Sputtering 처리한 polyester 직물과 수지 coating 한 경우의 drape 강연도 및 flex 강연도를 아래의 식으로부터 구하였다⁹⁾.

$$C = \frac{D}{2}$$

where, C and D means drape stiffness(cm) and bending length, respectively.

$$G = C^3 \times W$$

where, G, C and W means flex stiffness(cm · g), drape stiffness and weight(g) of sample, respectively.

섬유에 sputter coating 한 경우 금속의 종류에 관계없이 태는 변함이 없으며 금속색상을 섬유상에 부여하면서 태는 전혀 변하지 않게 하는 것이 가능하다⁹⁾라고 하는 보고가 있듯이, sputter 처리에 의해 박막이 가장 균일하고 두껍게 증착되었던 조건에서 drape 강연도는 큰 변화가 없으며, flex 강연도도 약간 감소하는 것을 Table 5에서 볼 수

있다. 수지농도가 증가함에 따라 drape 및 flex 강연도 모두 감소하지만, flex 강연도의 감소폭이 훨씬 크며, 특히 경화공제인 melamine계 수지의 경우 농도에 따라 가장 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 이것은 수지의 농도에 따른 add-on율과도 상관성이 있는 것으로 추정된다. 따라서 polyester 직물의 경우 sputter coating 처리한 후 그 사용 목적에 따라 처리하는 수지를 달리함으로써 직물의 태를 조절할 수 있는 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

3.2.5 각종 수지처리한 직물의 세탁내구성

Fig. 8은 sputtering 처리한 직물을 각각 수지의 종류를 달리하여 처리한 후, 세탁횟수에 따른 L*와 ΔE를 나타낸 결과로서, 세탁횟수에 따른 명도변화는 sputter 처리한 시료가 55이고 수지처리 후에도 50-55정도를 나타내며, 세탁횟수가 증가하여 20회를 반복하여 세탁한 후에도 거의 변화가 없이 명도를 유지하는 것을 알 수 있다. 또한 색차도 세탁 전 수지의 종류에 따라 1.4의 값을 보이다가 20회 세탁이 끝난 후에도 3-6으로 ±3의 낮은 변화를 나타내어 실제로 눈으로 감지하기 힘들 정도로 거의 변화가 없는 것을 알 수 있다. 이것은 표면에 피복된 수지로 인해 금속박막이 세탁과정 중의 물리적인 손상이 덜 일어난 결과에 의한 것으로서 본 실험에 사용한 모든 수지 coating에 대해 그 효과를 확인할 수 있다. 이와 같은 결과는 표면이 비교적 평활한 것으로 알려진 polyester 직물에 수지를 coating 함으로써 직물표면의 금속박막이 세탁에 의해 탈리되는 것을 방지할 수 있으므로 세탁견뢰도의 증진효과를 기대할 수 있다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

Table 5. Drape and flex stiffness of sputter and resin treated polyester fabrics under the various conditions

Resin	Conditions			Drape Stiffness (cm)	Flex Stiffness (cm · g)
	Concentration (%)	Distance ^{a)} (cm)	Weight (g)		
Untreated ^{b)}	0	10.7	0.716	5.4	112.7
Sputtered ^{c)}	0	10.9	0.674	5.45	109.1
	2	8.8	0.709	4.4	60.4
	4	8.9	0.683	4.45	60.2
	6	7.7	0.670	3.85	38.2
	8	6.8	0.688	3.4	27.0
	10	7.5	0.676	3.75	35.6
Acryl	2	10.8	0.679	5.4	106.9
	4	10.3	0.680	5.15	92.9
	6	10.2	0.657	5.1	87.2
	8	9.2	0.682	4.6	66.4
	10	8.1	0.691	4.05	45.9
Epoxy	2	8.0	0.719	4.0	46.0
	4	3.0	0.710	1.5	2.4
	6	4.7	0.690	2.35	9.0
	8	1.0	0.726	0.5	0.1
	10	1.0	0.722	0.5	0.09
Melamine	2	8.7	0.704	4.35	57.9
	4	9.2	0.692	4.6	67.4
	6	8.7	0.698	4.35	57.5
	8	7.8	0.715	3.9	42.4
	10	6.71	0.717	3.35	27.0

^{a)} Electrode distance ^{b)} As received polyester ^{c)} Sputtering with 1500mA for 2min

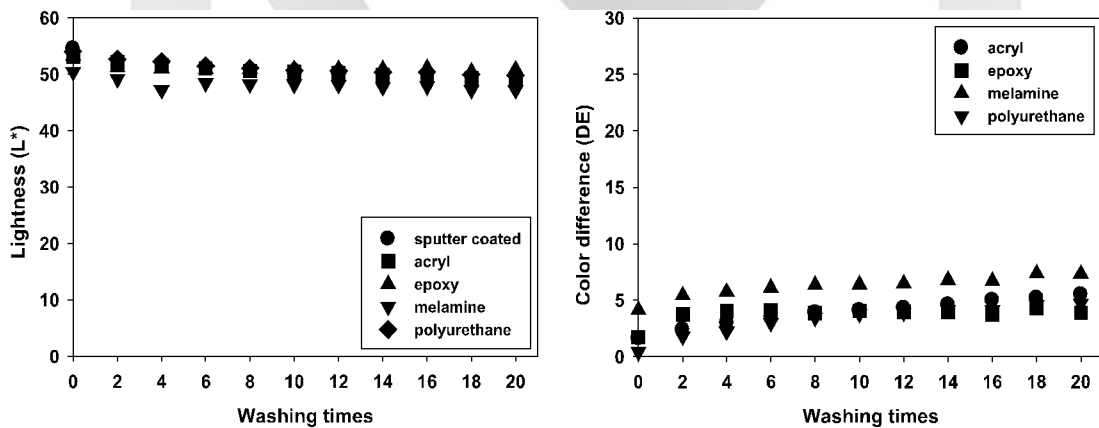


Fig. 8. Lightness and color difference of resin treated polyester fabrics according to washing times for various resin(500mA, 2min, 2% resin).

3.2.6 공기투과도

Fig. 9는 sputtering 처리와 sputter후 수지 coating이 직물조직 내에서 섬유간의 공극에 미치는 영향을 알아보기 위해 공기투과도 시험을 한 결과이다. Fig. 9(1)는 sputter 처리조건이 다를 경우 시간에 따른 공기투과도 변화를 나타낸 결과로서, 미처리 시료의 공기투과도가 23.73 cm³/cm²/s 를

나타내며, sputtering 처리시간이 경과하여도 모두 비슷한 값을 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 sputter coating에 의해 직물표면에 형성되는 금속박막은 섬유표면에만 coating 되며 섬유사이의 공극에는 전혀 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. 또한 Fig. 9(2)는 sputter 처리한 polyester 직물에 수지 coating 한 직물의 공기투과도를 나타내

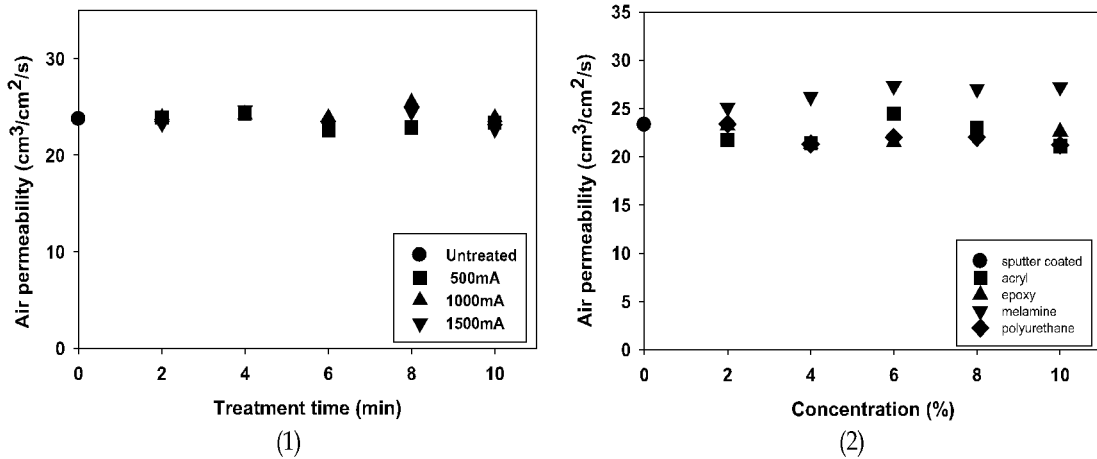


Fig. 9. Effects of ion current and various resin type on air permeability at different sputtering time (1) and resin concentrations (2).

고 있다. Sputter coating 처리한 시료와 마찬가지로 수지 처리한 직물도 수지농도가 증가하더라도 공기 투과도에는 영향이 없으며, polyester 직물의 섬유와 섬유사이의 공극은 미처리 및 sputter coating 처리한 시료와 차이가 나지 않음을 알 수 있다.

4. 결 론

Polyester 직물에 stainless steel 금속박막을 증착시켜 금속박막의 내구성을 향상시키기 위해, sputter 최적조건을 설계하고, 최적조건에서 여러 가지 수지처리를 병행하여 수지의 첨가량과 종류에 따른 박막내구성 및 물성변화를 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 금속고유의 독특한 색상을 얻기 위한 Sputter 최적조건으로, 진공도 3×10^{-3} Torr, target과의 거리 6cm, ion current 1500mA 및 처리시간 2min 이 가장 적당하였으며, 직물에 금속박막을 처리하는 시간과 ion current가 증가함에 따라 대전압이 감소하여 대전방지효과를 얻을 수 있었다.
2. 직물표면에 형성시킨 금속박막의 내구성을 향상시키기 위해 수지coating한 결과, 사용한 수지에 따라 금속박막의 내구성과 물성이 향상되었으며, SEM 결과로부터 polyurethane 수지가 표면물성에 가장 양호한 결과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 특히 polyurethane 수지는 2분간 sputter 처리한 후 2% 농도만 사용해도 100%의 대전방지 효과가 나타났으며, melamine 수지는 flex 강연도에서 우수한 효과가 있었다. 각종 수지를 PDC방법으로 coating하여 세탁횟수에 따른 명도변화 및 색차변화를 조사한 결과,

감사의 글

이 논문은 영남대학교 학술연구조성비 지원과 산업자원부의 지방기술혁신사업(RTI04-01-04)의 연구비지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. K. Koo, E. H. Won, S. H. Lee, Y. M. Park and J. Y. Yu, Electromagnetic Interference (EMI) Shielding Effectiveness (SE) of PET Fabrics Plated with Stainless Steel Thin Layer by Sputtering, *J. Korean Fiber Soc.*, **43**(2), 101-106(2006).
2. 和佐清孝, 早川 茂, "Sputter technology", 共立出版(株), 東京, 1988.
3. H. Cho and K. Koo, Effects of Color Depth on Wool and Silk Fabrics Treated Sputter Etching, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **6**(3), 44-51(1994).
4. B. K. Park, M. C. Lee and G. Y. Park, Bathochromic Finish of Dyed Fabrics by Low-Temperature Plasma and Sputter Etching Treatment, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **8**(2), 56-63(1996).
5. J. M. Ryu, T. Wakida, H. Kawamura, T. Goto

- and T. Takagishi, Frictional Coefficient of Wool Treated with Low Temperature Plasma, *Sen-I Gakkai*, **43**(5), 257-262(1987).
6. K. Koo and Y. M. Park, A Study on Adhesive Properties of Cellulose Triacetate Film by Argon Low Temperature Plasma Treatment *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **16**(5), 28-34(2004).
 7. K. Koo and T. Wakida, Surface Characteristics of Sputter-Etched Poly(ethylene terephthalate) and Nylon 6 Films, *Sen-I Gakkai*, **48**(1), 15-20 (1992).
 8. 金原 榮, “スパッタリング現象”, 東京大學出版會, 東京, 1989.
 9. B. J. Collier and H. H. Epps, “Textile Testing and Analysis”, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 266-267, 1999.
 10. S. M. Jeon. Master's Thesis, "A Study on Improving the Fastness of Polyester Fabrics by Sputtering Treatment", School of Textiles, Graduate School, Yeungnam University, Korea, P. 36, 1999.

K C I