

UV/Ozone 조사에 의해 개질된 PTT 필름의 염색성

정용균 · 장진호

금오공과대학교 신소재시스템공학부 섬유패션공학과

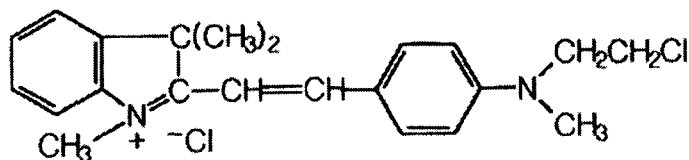
1. 서론

PTT 섬유는 PET 섬유에 비해 신축성, 내화학성, 레질리언스, 방오성, 촉감 등이 우수하고 염색공정은 일반 PET 섬유 염색과 유사한 과정을 거친다. 정련은 일반적인 PET 정련 온도인 60°C에서 행하며, 염색온도는 PET보다 약 20°C 정도 낮다. 하지만 PET와 마찬가지로 분산염료에 의해 염색되므로 색상선명도가 낮아 양이온 염료 가염형 PTT 섬유를 개발할 필요가 있다. 본 연구는 PTT 필름 표면을 UV/O₃로 처리하여 주쇄 절단 및 표면산화에 의해 도입된 페놀성 히드록시기, 카르복시기 등 음이온성 기를 염착좌석으로 이용하여 양이온성 염료에 대한 염색성을 향상시키는 것이다. 또한 조사파장 분포와 출력강도가 다른 세 가지 자외선 램프를 이용하여 자외선/오존 표면처리법에 의해 개질된 PTT 및 PET 필름의 개질 효과와 염색성을 비교하였다. 이 연구는 조사 처리부분과 미조사 처리부분의 염색성의 차이를 이용하여 톤 차이를 갖는 패턴의 제조가 가능하기에 유행에 민감한 패션의류상품에 적용시킬 수 있다.

2. 실험

2.1 시료

PET와 PTT 필름은 (주)SK Chemical에서 공급되었으며, 염료는 (주)이화산업에서 공급한 헤미시아닌계 양이온 염료인 Rifa Cationic Pink FG(C.I. Basic Red 13)를 사용하였고, 그 분자구조는 Scheme 1과 같다. 그리고 acetic acid는 pH 조절제로 사용하였다.



Scheme 1. C.I. Basic Red 13

2.2 연속식 UV/O₃ 표면처리

연속식 자외선 조사처리는 240W/cm²의 최대출력을 갖는 무전극 H-bulb, D-bulb, V-bulb를 내장한 자외선 조사기(Fusion UV Systems Ltd.)를 사용하였다. PTT 필름은 H-bulb(25%, 50%, 75%, 100%), D-bulb(25%), V-bulb(100%)로 각각 0.5분, 1분, 2분, 5분, 10분, 20분씩 처리하였고, PET 필름은 H-bulb, D-bulb, V-bulb로 100%출력강도에서 각각 2분, 5분, 10분, 15분, 20분씩 처리하여 실험을 진행했다.

2.3 ESCA 표면 분석

ESCA(VG Microtech, MT 500/1) 분석은 UV/O₃ 처리를 한 필름의 고체 표면에서 발생된 이차전자의 운동에너지로부터 필름 표면 원자의 결합에너지를 구하였고, 탄소에 대한 산소 함량의 변화와 표면의 화학적 조성에 대한 정보를 얻었다.

2.3 염색 및 염색성 평가

염색은 1% owf 염료농도, 액량비 100:1, pH 5.5로 고정하고, IR 염색기를 사용하여 90℃에서 60분간 염색하고 35℃로 냉각하여 수세하였다. K/S값은 염색된 필름을 반사율 분광광도계(GretagMacbeth)를 사용하여 최대흡수 파장(560nm)에서 반사율을 구하여 계산하였다. 염색성의 평가는 UV/VIS spectrophotometer(Agilent Technologies)로 염색 전후 잔액에 대해 최대흡수 파장에서의 흡광도를 측정하여 다음 식에 따라 흡진율을 구하였다.

$$\text{Exhaustion}(\%) = [(A_0 - A_t)/A_0] \times 100 \%$$

where A_0 , A_t are absorbances of initial and residual dyebath, respectively

3. 결과 및 고찰

3.1 자외선 램프의 조사에너지 분포와 표면분석

본 연구에서 사용된 세 가지 중압식 램프의 조사에너지 분포는 Table 1과 같다. 자외선의 조사량은 램프의 종류에 따라 주 조사파장 영역과 강도가 달라지는데, 유기물질에 흔히 존재하는 C-C, C-O, C-H 결합은 이론적으로 각각 약 340~380 kJ/mol과 420 kJ/mol의 에너지를 가지고 있으며, 이들 결합은 약 340nm 이하의 자외선에 의해 절단 될 수 있다. UV/O₃ 조사 처리한 PTT필름의 ESCA 분석에 의하면 조사시간이 증가하면 탄소원자에 대한 산소원자의 비율이 증가하였다(Figure 1, Table 2).

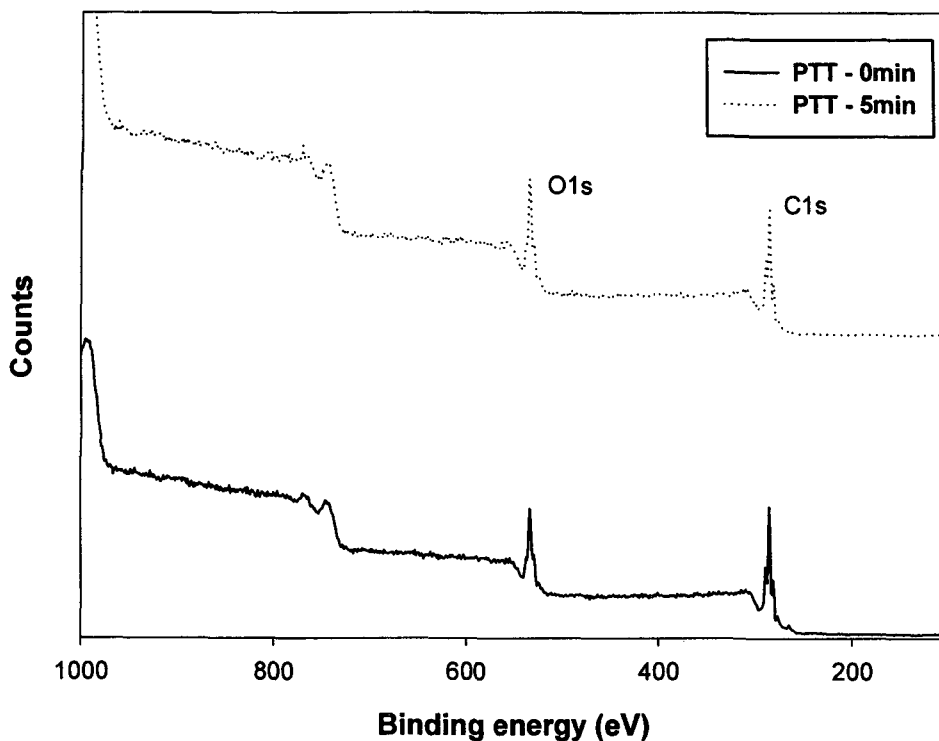


Figure 1. ESCA spectra of UV/O₃ irradiated PTT films.

Table 1. Radiation energy (W/cm²) of each bulb in UV/VIS region

Wavelength(nm)		Bulbs		
		H	D	V
UV (230~400)	UV-C(230~280)	0.64	0.21	0.15
	UV-B(280~315)	0.43	0.26	0.36
	UV-A(315~400)	0.43	1.05	0.60
	Total UV	1.50 (74%)	1.52 (73%)	1.10 (43%)

Table 2. ESCA analysis of irradiated PTT Films

Irradiation time(min)	O(C1s)/C(C1s) (%)			N(C1s)/C(C1s) (%)		
	0	0.5	5	0	0.5	5
PTT	0.89	1.08	1.33	0.19	0.21	0.22

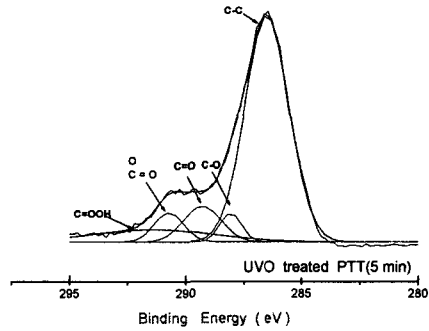


Figure 2. C1s spectra of the PTT with UV/O₃ treatment(5min).

UV/O₃ 처리로 인해 에스테르결합 등이 절단되고 산화가 일어나 미처리 PTT 필름에 비해 케톤기와 카르복시기가 증가하여 필름 표면에 산화가 이루어졌다는 것을 알 수 있다.

3.2 UV/O₃ 처리된 PTT 와 PET 필름의 양이온 염료에 대한 염색성

미처리와 UV/O₃ 처리한 PTT 및 PET 필름의 헤미시아닌계 양이온 염료인 Rifa Cationic Pink FG(C.I. Basic Red 13)에 대한 염색성 실험 결과(Figure 3, 4)를 살펴보면 동일 조사시간에서 K/S의 경우 H-bulb가 D-와 V-bulb 보다 높고, 같은 bulb의 경우 조사 출력강도가 커짐에 따라 더 진하게 염색된다는 것을 알 수 있다. 이는 고에너지의 단파장 영역에 상대적으로 많은 출력을 갖는 H bulb가 장파장 영역에 주 파장을 갖는 다른 bulb에 비해 표면 개질 효과가 더 크다는 것을 알 수 있다.

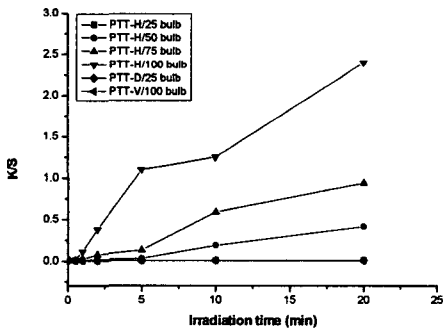


Figure 3. K/S values of UV/O₃ treated PTT films dyed with C.I. Basic Red 13.

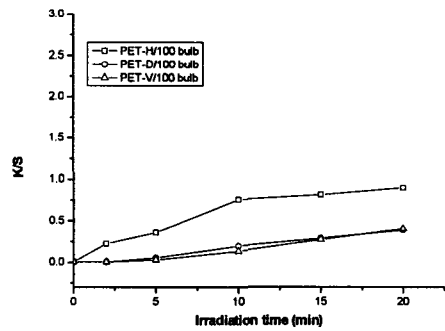


Figure 4. K/S values of UV/O₃ treated PET films dyed with C.I. Basic Red 13.

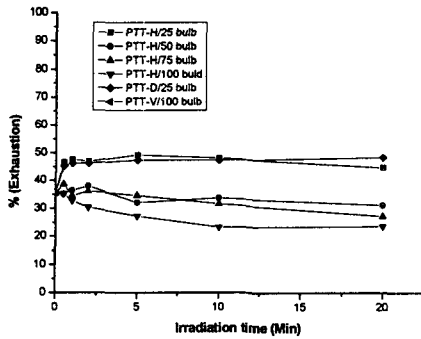


Figure 5. Exhaustion of UV/O₃ treated PTT films dyed with C.I. Basic Red 13.

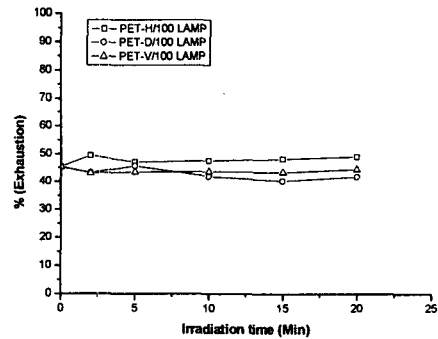


Figure 6. Exhaustion of UV/O₃ treated PET films dyed with C.I. Basic Red 13.

Figure 5와 6에서 염색한 PTT와 PET 필름의 염료농도를 1%owf로 고정하여 염색한 후, 흡진율을 측정된 결과 두 필름 모두 표면흡착농도가 증가함에도 불구하고 흡진율 증가의 없음을 알 수 있다. 이는 양이온 염료가 필름 내부로 확산되어 염색되기보다는 자외선/오존에 의해 생성된 섬유표면의 카르복시기나 페놀성 히드록시기 등 음이온성기와의 정전기적 상호 작용에 의해 표면흡착 되었기 때문으로 사료된다.

4. 결론

PTT 필름의 UV/O₃ 조사 처리 시간, 램프 종류, 출력강도를 달리하여 양이온 염료에 대한 염색성의 변화를 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. ESCA로 PTT 필름의 표면을 관찰한 결과 연속식 자외선/오존 처리된 필름 표면은 광산화에 따라 표면산소함량이 증가한다. 그리고 전체적으로 양이온 염료에 대한 염색성은 PTT 필름이 PET 필름보다 더 높았는데, 이는 염료에 대한 염색성의 증가는 표면산화에 도입된 음이온성 염착좌석이 정전기적 인력에 의해 양이온 염료를 흡착하기 때문이다. 램프의 종류에 따라 염색성이 변화하였는데 특히 H-bulb에서 가장 크게 증가하였으며 두 필름 모두가 동일한 경향을 보여주었다.

참고문헌

1. J. Jang, S.I. Eom, Y.H. Kim, Cationic Dyeable Treatment of PET and PTT Fabrics by Continuous UV/O₃ Irradiation, *J. Korean Fiber Soc*, **40**, 424~430 (2003).
2. J. Jang, M.J. Kim, Y.J. Jeoung, Continuous Surface of PET Film via UV Irradiation, *J. Korean Fiber Soc*, **39**, 100~107 (2002).

3. S. P. Pappas(Ed.), "UV Curing: Science and Technology", Technology Marketing Corporation, Stanford, 1985.
4. D.H. Lee, Dyeing of PTT Fiber, *J. Korean Soc. Dyers & Finishers.* **14**, pp. 24~33(2002).