

## [TiO<sub>2</sub>|Ti|Ag|TiO<sub>2</sub>] 구조로 제작한

## 디스플레이용 저방출 필터의 특성

# Properties of low-emissivity filters of [TiO<sub>2</sub>|Ti|Ag|TiO<sub>2</sub>] structure for display application

이장훈\*, 이승휴, 유광립, 김남영, 황보창권

인하대학교 물리학과

g1991482@inhavision.inha.ac.kr

지난 20년 동안 저방출 필터는 자동차, 건축물의 유리에 사용되어 왔다. 그 이유는 일반 유리가 열 복사선의 흡수와 방출을 잘 하므로 효율적인 냉, 난방이 필요한 곳에서 저방출 코팅을 이용, 열 복사선을 차단하면 이 문제를 해결할 수 있기 때문이다. 열 복사선을 차단하는 방법에는 열 복사선에 해당하는 적외선을 흡수하는 방법과 반사하는 방법이 있다. 흡수하는 방법으로 흡수 필터를 사용하는 것이 있고 반사하는 방법으로는 유리 표면에 적외선만을 반사하도록 다층 박막을 증착하여 반사 필터를 만드는 것이 있다. 그러나 흡수 필터는 자외선과 열에 의해 특성이 저하되기 쉽기 때문에 반사에 의한 방법이 더 효과적이라고 할 수 있다. 그리고 이러한 저방출 필터는 디스플레이가 방출하는 근 적외선을 차단하여 가전 제품에 사용되는 원격 조정 장치에 장애가 없도록 할 수 있다. 또한 Ag와 같이 전도성이 좋은 귀금속을 이용하는 저방출 코팅의 구조는 근 적외선 제거와 더불어 유해 전자기파를 차단할 수 있으며 디스플레이 표면에서 무정전의 역할을 할 수 있다<sup>(1)</sup>.

본 연구에서는 광학 박막 설계 프로그램을 이용하여 [TiO<sub>2</sub>|Ti|Ag|TiO<sub>2</sub>] 기본 구조의 세 가지 저방출 필터들을 아래와 같이 설계하고 RF 마그네트론 스퍼터링법으로 제작하였으며 각 필터의 광학적, 전기적, 화학적 및 구조적 특성을 분광 광도계, 4점 탐침법, 전자 주사 현미경, 오제이 전자 분광법 (Auger electron spectroscopy, AES), 러더포드 후방 산란법 (Rutherford backscattering spectroscopy, RBS)을 이용하여 분석하였다.

### Type I

[air|(TiO<sub>2</sub>(30 nm)|Ti(1.5 nm)|Ag(10 nm)|TiO<sub>2</sub>(30 nm))<sup>N</sup>|glass(1 mm)|air], N = 1, 2, 3, 4.

### Type II

[air|TiO<sub>2</sub>(24 nm)|Ti(1 nm)|Ag(17 nm)|TiO<sub>2</sub>(24 nm)|  
{TiO<sub>2</sub>(24 nm)|Ti(1 nm)|Ag(13 nm)|TiO<sub>2</sub>(24 nm)}<sup>2</sup>|glass(1 mm)|air].

### Type III

[air|TiO<sub>2</sub>(24 nm)|Ti(1.8 nm)|Ag(17 nm)|TiO<sub>2</sub>(24 nm)|  
{TiO<sub>2</sub>(24 nm)|Ti(1.8 nm)|Ag(13 nm)|TiO<sub>2</sub>(24 nm)}<sup>2</sup>|glass(1 mm)|air].

특히 TypeII와 TypeIII의 장벽층 두께가 서로 다른 경우의 광학적, 구조적 특성을 Ag 박막의 확산과 관련하여 그림 1~4와 같이 비교하였다<sup>(2)</sup>. 장벽층이 두꺼운 TypeIII의 경우 면저항은  $1.16 \Omega/\square$ 이고 가시 광선 영역에서의 광학적 평균 투과율은 53.4 %로 TypeII보다 낮지만 Ag 박막의 확산이 작음을 RBS 스펙트럼에서 확인하였다. TypeII의 경우 기판과 인접한 Ag 박막에서 확산이 많았고 전산 모의한 투과율과 측정된 투과율이 400~550 nm 영역에서 일치하지 않지만 평균 투과율은 63.4 %로 가장 높고 면저항은  $0.9 \Omega/\square$ 로 가장 작은 값을 나타내었다. TypeII와 TypeIII의 두 면저항 값들은 주거 환경의 사용에 적합한 class B 기준 ( $1\sim 2 \Omega/\square$ )을 충분히 만족한다. 이 결과들로부터  $[\text{TiO}_2/\text{Ti}/\text{Ag}/\text{TiO}_2]$  기본 구조의 반복으로 제작한 저방출 필터가 디스플레이용으로 사용될 수 있음을 확인할 수 있다.

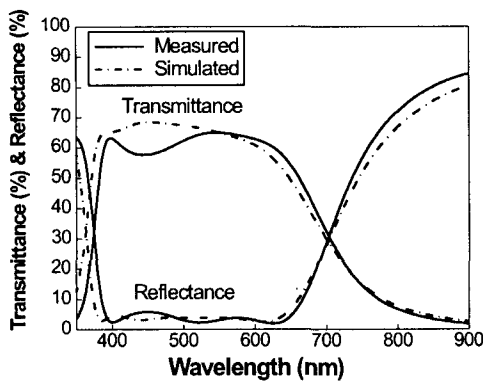


그림 1. TypeII의 투과율과 반사율

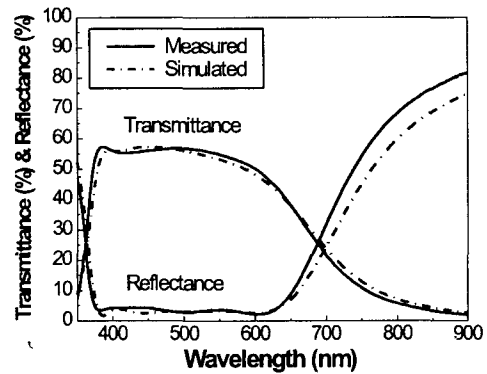


그림 2. TypeIII의 투과율과 반사율

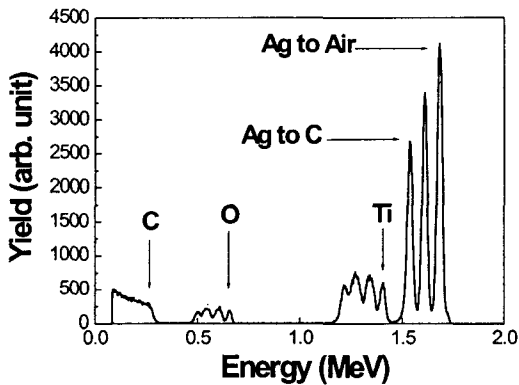


그림 3. TypeII의 RBS 스펙트럼

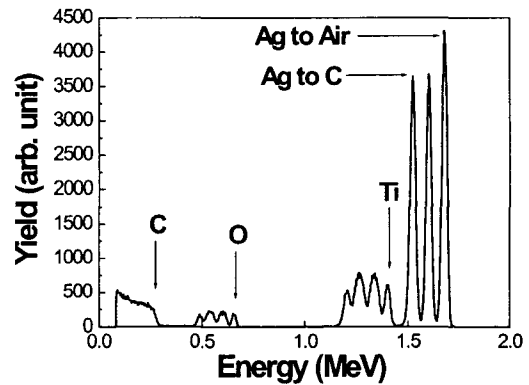


그림 4. TypeIII의 RBS 스펙트럼

[참고문헌]

1. J. J. Finley, "Heat treatment and bending of low-E glass", *Thin Solid Films* **351**, 264-273 (1999).
2. H. Weis, T. Muggenberg, P. Grosse, L. Herlitze, I. Friedrich, and M. Wuttig, "Advanced characterization tools for thin films in low-E systems", *Thin Solid Films* **351**, 184-189 (1999).