

## Ag 박막을 이용한 디스플레이용 저방출 코팅

### Low E-coating with Ag thin film for display unit

이장훈, 손영배, 유광림, 황보창권  
 인하대학교 물리학과  
 g1991482@inhavision.inha.ac.kr

저방출 코팅(low-e coating)이란 열 방출에 해당하는 적외선 파장이 가능한 작게 투과하도록 기관 위에 박막을 증착하는 방법이다. 그러므로 유리 기관 위에 저방출 코팅을 하는 것은 냉방시설을 갖춘 건축물 내부에서 에너지 절약과 쾌적한 환경을 구현하거나 자동차 내부의 빠른 온도상승을 저하시키는 데 이용될 수 있다<sup>(1)</sup>. 본 연구에서는 원격 조정 장치의 적외선 파장이 디스플레이의 광원에서 나올 수 있는 동일 파장에 의해 간섭을 받지 않도록 적외선 영역의 투과율은 낮추고 가시광선 영역의 투과율은 높이는 설계를 하고 최적화 하였다. 동시에 설계에 Ag 박막의 면저항과 적정 두께의 관계를 이용하여 유해 전자파 차단역의 역할도 고려하였다. Ag는 가시광선과 적외선 영역의 반사율이 높아 거울 또는 Fabry-perot 필터와 같이 좁은 파장의 영역만을 투과하는 필터의 제작에 사용되어 왔다<sup>(2)</sup>. 그러나 Ag를 얇은 두께의 박막으로 만들면 그림 1. (a), (b)처럼 두께 감소에 의해 투과율은 증가하고 반사율은 감소한다.

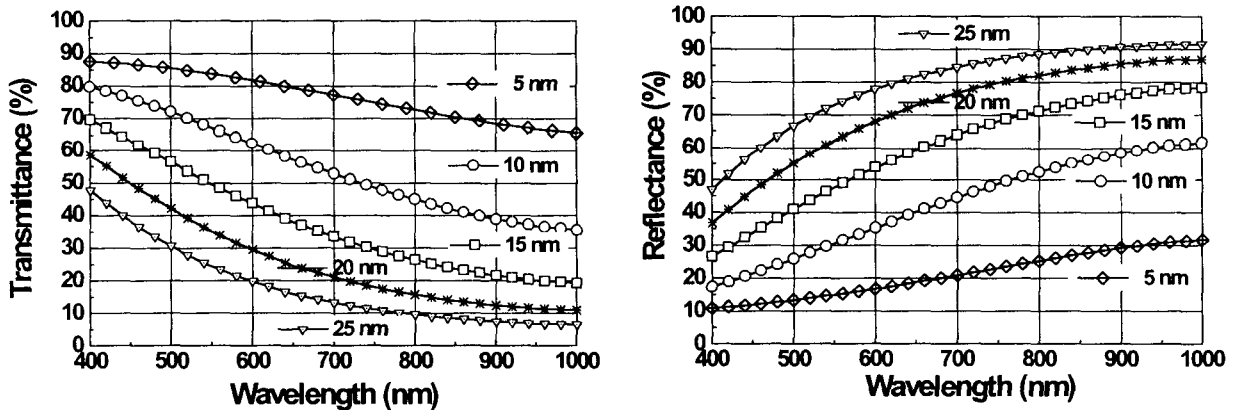


그림 1. [공기/Ag/유리/공기] 구조에서 Ag 박막의 두께 변화에 따른 (a)투과율과 (b)반사율

이와 같은 얇은 Ag박막 위에 유전체 박막을 증착하면 단일 파장에서 반사율, 투과율이 유전체 박막의 두께 증가에 의해 그림 2와 같이 증가하거나 감소하게 된다. 그러므로 유전체 박막과 Ag 박막을 교대로 쌓은 구조에서 투과율(반사율)의 증가(감소) 또는 감소(증가)효과를 이용하여 가시광선의 투과율(반사율)은 증가(감소)하고 적외선 영역의 투과율(반사율)은 감소(증가)하는 설계를 만들 수 있다.

각 유전체(TiO<sub>2</sub>) 박막 사이에 10 nm 두께의 Ag 박막을 1, 2, 3, 4층으로 나누어 설계하였으며 각각의 장, 단점을 비교하였다. 각 각의 설계들은 다음과 같은 기본 구조들로 표시 할 수 있다.

- 1층 : 공기/TiO<sub>2</sub>(30)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(30)/유리/공기
- 2층 : 공기/TiO<sub>2</sub>(30)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(60)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(30)/유리/공기
- 3층 : 공기/TiO<sub>2</sub>(30)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(60)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(60)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(30)/유리/공기
- 4층 : 공기/TiO<sub>2</sub>(30)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(60)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(60)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(60)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(30)/유리/공기

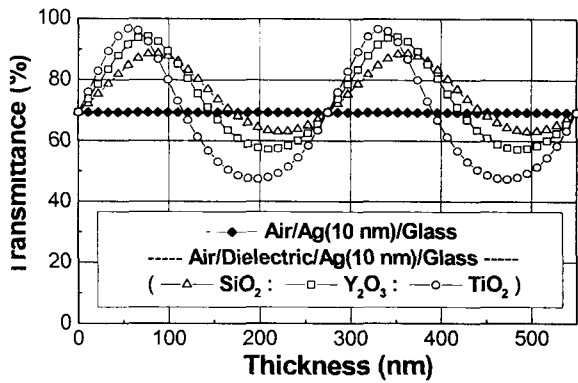


그림 2. [공기/유전체/Ag/유리] 구조에서 유전체 두께 변화에 의한 투과율( $\lambda_0 = 550$  nm, 굴절률 : SiO<sub>2</sub> = 1.46, TiO<sub>2</sub> = 2.32, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1.79)

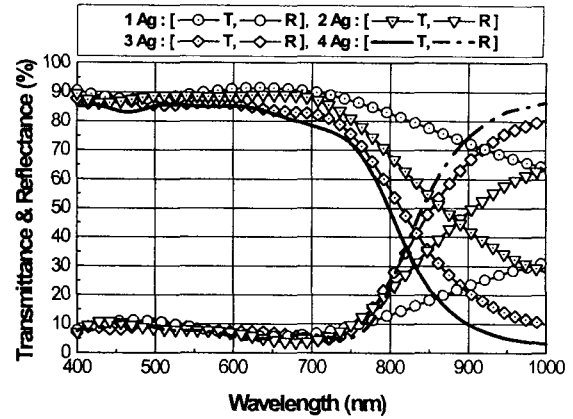


그림 3. 1~4층 기본 구조의 투과율과 반사율

각각의 경우는 1층 기본 구조[TiO<sub>2</sub>(30)/Ag(10)/TiO<sub>2</sub>(30)]를 반복해 나가면서 2, 3, 4층의 기본 구조를 형성한 것이고 ( )내부에 있는 숫자는 각 층의 물리 두께이며 단위는 nm이다. 그림 3은 기본 구조의 투과율과 반사율이다. Ag 박막의 층수를 증가할수록 투과율이 가시광선 영역에서는 10% 이내로 작아 800 nm 이상 적외선 영역은 40% 이상 많이 감소하여 저방출의 기능을 잘하고 있다. 이와 함께 가시광선은 가능한 많이(작게) 투과(반사)하고 적외선은 작게(많이) 투과(반사)하도록 유전체와 Ag 박막의 두께를 조절하여 최적화 설계를 할 수 있는 프로그램, "Essential Macleod, version 8.3"을 이용하여 기본 설계들을 최적화 하였다(그림 4).

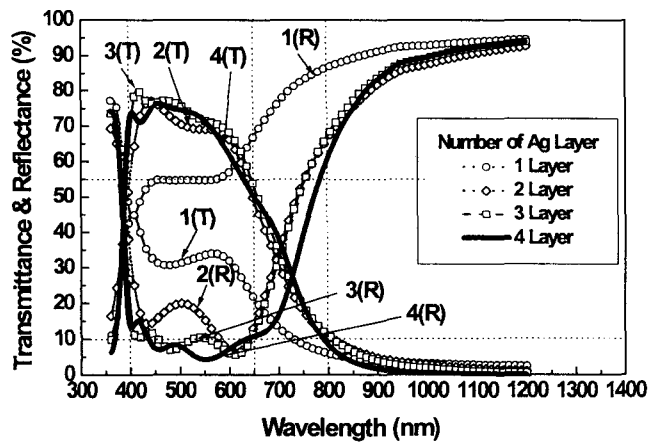


그림 4. 최적화 한 설계의 투과율과 반사율(T목표: 400~650 nm, 55 % 이상, R목표: 800 nm 이상에서 10% 이하)

[참고문헌]

1. J. Szczyrbowski, G. Brauer, M. Ruske, H. Schilling, A. Zmelty, New low emissivity coating based on TwinMag® sputtered TiO<sub>2</sub> and Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> layers, *Thin Solid Films* **351**, 254-259 (1999).
2. H.A. Macleod, *Thin-film optical filters*, Macmillan, New York, 2nd edn, (1986).