

먼지분석기용 광분리기의 설계 및 제작

(Design and Coating of Beam Splitter for Dust Concentration Monitor)

최원석, 홍현주, 김장섭, 박승주, 한성홍, ¹지성진

(울산대학교 물리학과, ¹주) 새한하이테크)

qwerty21@mail.ulsan.ac.kr

최근 대기환경에 대한 규제가 강화되면서 대기 분석장비에 대한 관심이 높아지고 있다. 그래서 대기 오염 물질을 분석하는 먼지 분석기의 핵심 부품인 beam splitter를 설계 및 제작하였다. 연돌이나 집진기 전후단에 설치되는 먼지분석기 중 광산란 방식의 분석이 광투과법 중 측정 정밀도나 오차가 가장 적은 방식이다. 삽입형 광산란방식 먼지분석기는 일반적인 광투과식 먼지분석기와 달리 직접 삽입된 로드의 전단에 위치한 다이오드 레이저 광원을 직접 투과 시켜 산란된 빛을 감지하여 먼지의 농도를 측정한다.

일반적으로 많은 광학계에서 넓은 파장의 범위에서 동작할 수 있는 neutral beam splitter가 필요하다. 만약 흡수를 목인할 수 있다면 금속-유전체 박막코팅이 적합하고 제작하기 쉬울 것이다. 그러나 금속 내에서는 흡수가 일어나며 레이저나 전기-광학적 응용의 경우에 대하여 이러한 beam splitter의 흡수는 목인할 수 없다. 그래서 유전체 박막을 이용하는 설계가 사용된다. beam splitter 다층박막으로 설계된다. 고반사경이나 프리즘의 경우 일반적으로 높은 굴절율을 가지는 물질의 1/4파장 층(H)과 낮은 굴절율을 가지는 물질의 1/4파장 층(L)을 반복하여 코팅하는 방법, 즉 $\text{Air}/(\text{HL})^n/\text{Glass}$ 을 사용하여 고굴절율은 TiO_2 저굴절율은 SiO_2 를 사용하여 설계 및 제작 하였다.⁽¹⁾

본 연구에서는 먼지분석기에 적용되는 beam splitter를 설계 및 제작을 하였다. Beam splitter의 설계는 레이저 다이오드에서 방출되는 광원의 파장값 680 nm를 기준파장으로 Thelen법을 사용하여 beam splitter를 설계하였다. Beam splitter의 다층박막 제작조건은 고굴절률 물질인 TiO_2 의 경우 증착 진공도는 7.0×10^{-5} Torr에서 제작 했으며 증착률은 0.2 nm/s 이었다. 또한 저굴절률 물질인 SiO_2 의 경우 증착 진공도는 5.0×10^{-5} Torr에서 제작 했으며 증착률은 5 nm/s 이었다. 그리고 다층박막 증착시 기판온도는 200 °C 이었다. 그림 1은 $\text{Air}/(\text{HL})^n/\text{Glass}$ 법을 사용하여 설계한 beam splitter의 투과율 그래프이며 기준파장 680 nm에서의 투과율은 54%이었다. 그림 2는 전자빔 증착법으로 제작한 beam splitter의 투과율 그래프이다. 제작한 beam splitter의 투과율은 기준파장 680 nm에서 45%의 투과율이 나왔다. 그림 3는 전자빔 증착법으로 제작한 beam splitter의 반사율 그래프이며 기준파장 680 nm에서 54%의 반사율이 나왔다. 표 1은 Diode laser 파장과 beam splitter 개발범위이다. 본 연구에서 제작된 beam splitter은 개발범위내의 투과율과 반사율 특성을 나타내고 있다.

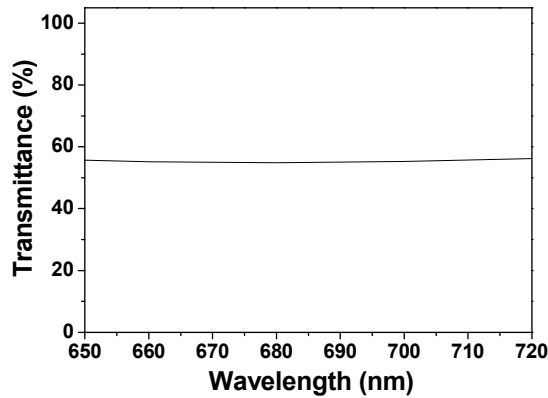


그림 1. beam splitter 설계값

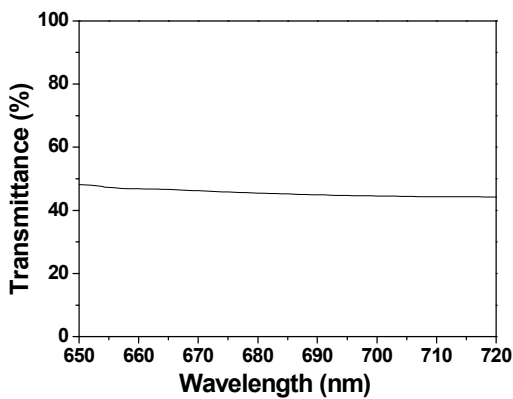


그림 2. beam splitter 투과율 그래프

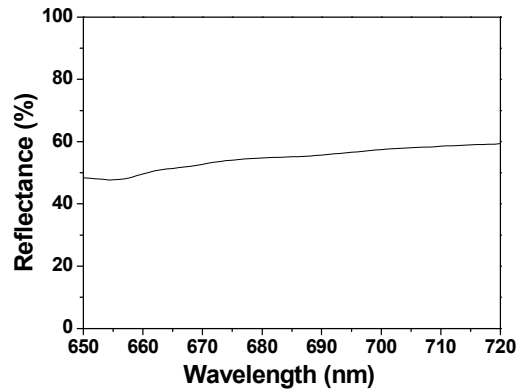


그림 3. beam splitter 반사율 그래프

표 1. Diode laser 파장과 Beam splitter 개발범위

<i>Diode laser</i>	<i>Stand wavelength (nm)</i>	680
Beam splitter	Reflectance (%)	50 ± 7
	Transmittance (%)	50 ± 7

* 본 연구는 산학연 공동기술개발사업의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

[1] Z. Pi. Wang, J. Hu. Shi, S. Li. Ruan, "Designs of infrared non-polarizing beam splitters", Optics & Laser Technology, vol. 39, pp. 394-399. 2007.