

Fe₂O₃/SiO₂ 다층 박막을 이용한 장파장 투과 필터의 증착 및 온도에 따른 광학적 특성 연구

Deposition of long-wave passband filters using Fe₂O₃/SiO₂ multilayers and characterization of optical properties at high temperature

박용준*, 정부영, 황보창권
 인하대학교 물리학과
 조승훈†, 이항범†, 이원범†
 †(주) VCT
 96416047@hanmail.net

전자기파의 많은 영역 중에서 근적외선 영역(0.8 ~ 2 μm)은 다른 파장 대역의 적외선 파에 비해 피하조직까지 깊숙이 침투하는 특성이 있어 혈액순환을 원활하게 하고 근육 피로를 덜어 주는 효과가 있다. 이러한 근적외선 파장 영역만 투과시키고 자외선, 가시광선 영역은 차단시키는 근적외선 방사 필터(장파장 투과 필터)가 높은 열을 발산하는 열기의 필터로 사용되어지고 있으므로 고온(약 900°C)에서의 광학적 특성에 관한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 박막의 광학적 특성을 살펴보기 위해 Fe₂O₃/SiO₂ 물질을 이용하여 장파장 투과 필터를 설계 제작하여 고온에서의 광학적 특성을 연구하였다. 장파장 투과 필터를 설계 증착하기 위한 선행 연구로 단층 박막을 열 증착법과 이온빔 보조 증착법으로 증착하여 열처리 온도에 따른 광학적 특성을 살펴보고, 이를 바탕으로 장파장 투과 필터를 설계, 증착하여 고온에서의 열처리 후의 광학적 특성을 살펴보았다.

고굴절률 물질로는 TiO₂, CeO₂, Nb₂O₅ 등 여러 물질이 있지만 전산시뮬과 광학물질의 특성상 장파장에서 투과율이 높고 단파장에서는 흡수율이 높은 Fe₂O₃ 를 고굴절률 물질로 사용하였고 저굴절률 물질로는 SiO₂를 사용하여 다층 박막을 이온빔 보조 증착 방법과 열 증착법 의한 방법으로 설계, 증착하였다. 먼저 이온빔 보조 증착한 Fe₂O₃, SiO₂ 박막과 이온빔 보조 증착하지 않은 Fe₂O₃, SiO₂ 박막을 각각 IC-5상 200nm의 두께로 제작하여 분광광도계를 이용하여 그 광학적 특성과 광학 상수를 측정하였다. 이온빔 보조 증착한 Fe₂O₃, SiO₂ 박막과 이온빔 보조 증착하지 않은 Fe₂O₃, SiO₂ 박막들에 대해 각각 400 °C의 일정한 온도에서 시간의 변화에 따른 열처리 후 투과율 및 XRD, SEM, AFM 측정을 통해 광학적, 구조적 특성을 살펴보았다. 투과율 및 XRD 측정 결과, 일정한 시점에서 이온빔 보조 증착을 한 박막보다 이온빔 보조 증착을 하지 않은 박막들의 결정화가 쉽게 이루어지는 것을 확인할 수 있었고, 그림 1-a, b처럼 500nm 파장 영역에서는 굴절률이 증가하는 것을 알 수 있었다.

고굴절률 물질로는 Fe₂O₃를 사용하고 저굴절률 물질로는 SiO₂를 사용하여 이온빔 보조 증착과 이온빔 보조 증착을 하지 않은 장파장 투과 필터를 각각 제작하였다. 제작된 시료들을 900 °C의 고온에서 열처리 실험을 하여 고온에서의 박막의 투과율과 내구성, 비커스 경도계를 이용하여 경도에 대해서 조사하였다. 그림 2-a, b처럼 이온빔 보조 증착한 다층 박막과 이온빔 보조 증착을 하지 않은 다층 박막의 투과율을 측정한 결과 이온빔 보조 증착을 한 다층 박막의 투과율은 큰 변화를 보이지 않았지만 이온빔 보조 증착을 하지 않은 다층 박막은 고온에서 투과율이 이온 보조 증착한 다층 박막에 비해 많이 떨어

지는 것을 확인 할 수 있었다. 700 °C에서 10분 동안 열처리 후 SEM을 측정해 본 결과 이온빔 보조 증착한 시료의 표면이 이온빔 보조 증착하지 않은 다층 박막보다 더 거칠기(roughness)가 더 좋은 것을 확인 할 수 있었다. 또한 비커스 경도계를 이용하여 경도를 측정한 결과 열처리를 한 다층 박막이 열처리를 하지 않은 다층 박막보다 좋은 것을 확인 할 수 있었다.

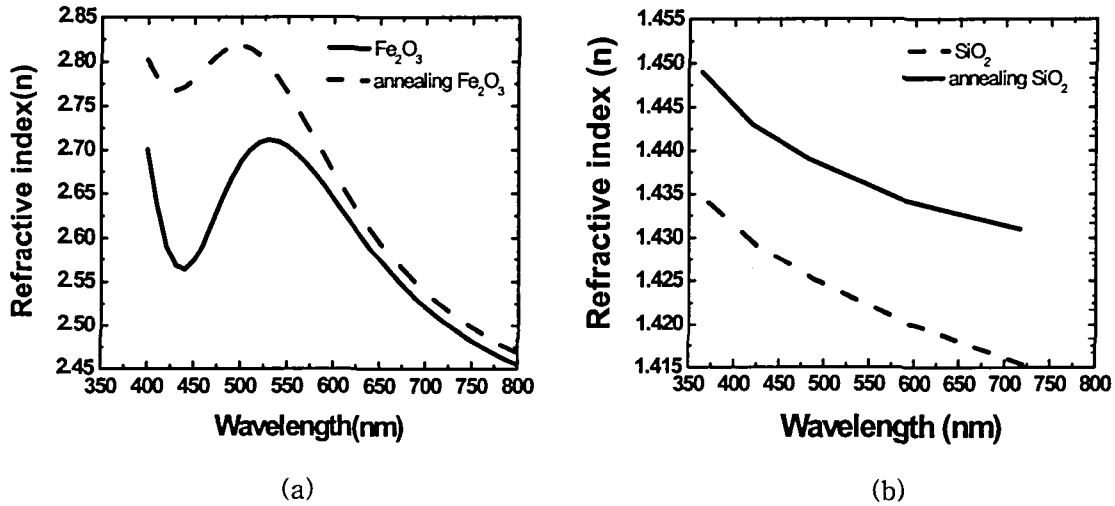


그림 1. 열처리 전과 열처리 후의 굴절률 변화 (a) Fe_2O_3 (b) SiO_2

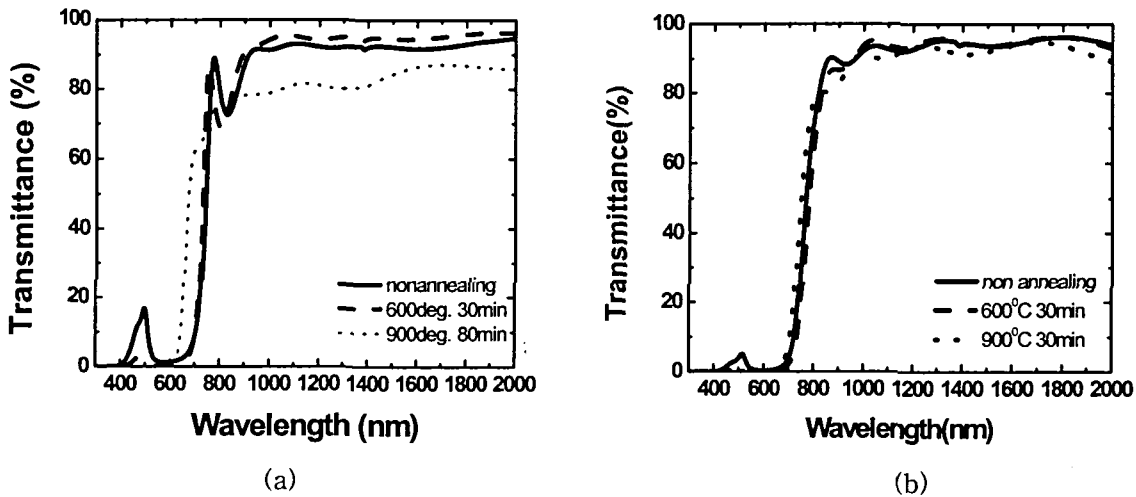


그림 2. 900°C의 고온에서의 열처리 후에 다층 박막의 투과율 (a) 이온빔 보조 증착하지 않은 다층 박막 (b) 이온빔 보조 증착을 이용한 다층 박막

참고문헌

1. H. K. Pulker, Coatings on Glass, pp.353-356 (1984)
2. Alaa A. Akl, "Microstructure and electrical properties of iron oxide thin film deposited by spray pyrolysis", Applied Surface Science 221, 319-329 (2004)

T
P