DC/RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용한 TiO_2/Ag/TiO_2 하이브리드 다층박막의 적외선 반사 특성
NIR reflecting properties of TiO_2/Ag/TiO_2 multilayers deposited by DC/RF magnetron sputtering

김성한*, 김서한, 송풍근
부산대학교 재료공학과(E-mail: satup8771@nate.com)

초 록 : 최근 화석연료의 고갈과 환경 보전 및 에너지 절약에 대한 관심이 높아짐에 따라 화석연료의 소비를 최소화하고 실내조건을 쾌적하게 유지하려는 연구가 진행되고 있다. 국내의 경우 전체 에너지 소비의 30%이상을 차지하고 있는 건물 부문에서의 에너지 소비를 줄이기 위한 활발한 연구가 진행되고 있으며 이에 따른 에너지절약 소재개발이 활발하게 진행되고 있다. 1975년 이후 여러 차례에 걸친 단열강화 조치를 통해 건물에서의 에너지 소모를 줄이고 있었으나 건물의 외벽에 대한 사항으로 한정되어있었고, 또한 건물의 창 면적이 증가함에 따라 창을 통한 열손실량과 열획득량이 더욱 증가하게 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 열반사유리에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 열반사유리는 근적외선(열선)영역의 빛을 반사시켜 실내의 열손실량 및 외부에서의 열획득량을 감소시켜 에너지의 소비를 줄일 수 있는 유리를 말한다. 이러한 열반사유리은 fresnel 방정식을 통해 빛의 파장대에 따른 반사율 및 투과도를 예측할 수 있는데, 다층박막구조인 Oxide-Metal-Oxide(OMO)구조는 Oxide의 높은 굴절률과 Metal의 낮은 굴절률을 통해 가시광영역대의 높은 투과도와 근적외선 영역의 높은 반사율을 얻을 수 있다. 또한 Metal층을 삽입함으로서 flexible한 코팅이 가능하고, 높은 carrier density와 mobility로 표면 플라즈몬 공명을 통해 특정 파장대의 반사율을 높일 수 있으므로 많은 연구가 진행되고 있다. TiO_2는 고굴절률 및 낮은 광흡수성의 특성을 가지는 산화물반도체로 기존의 In_2O_3계 산화물에 비해 값이 싸고 높은 안정성과 광촉매특성을 보이므로 외부에 노출된 환경에 적합한 재료이다. Ag는 저굴절률과 낮은 광흡수성을 가지는 재료로 금속층에 적합하다. 본 연구에서는 fresnel 방정식을 통해 반사도 및 투과도를 예측하고 마그네트론 스퍼터링법으로 다층박막을 열선인 적외선 영역에서의 반사율 및 반사 효율을 평가하였다.
Index-matching 시뮬레이션을 통해 TiO_2/Ag/TiO_2 다층박막의 투과도와 반사도를 이론적으로 검토하였다. 시뮬레이션 프로그램은 Macleod프로그램을 이용하였고 재료 각각의 굴절률은 Ellipsometry를 이용하여 측정하였다. 두께 40 nm 와 8 ~ 16 nm를 가지는 TiO_2층과 Ag층을 각각 RF/DC 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 Glass기판 위에 증착하였다. 직경 3 in 의 TiO_2, Ag 소결체 타깃을 이용하였고 스퍼터링 파워는 각각 200 W, 50 W로 설정하였고, 스퍼터링 가스는 Ar가스의 유량을 20 sccm으로 설정하였다. 작업압력은 모두 1 Pa로 설정하였고 타깃 표면의 불순물 및 이물질 제거를 위해 Pre-sputtering을 10분 진행하였다. 박막의 두께는 reflectometer와 Alphastep을 이용하여 측정하였고 Hall effect measurement를 이용하여 비저항, carrier density, mobility등 전기적 특성을 측정하였다. 또한 UV-VIS spectrometer와 USPM-RU-W NIR Micro-Spectrophotometer를 통해 광학적 특성을 측정하였고 계산 값과 비교분석하였다. 또한 열반사 특성을 평가하기 위해 직접 set-up한 장비를 이용하였다. 단열 박스에 샘플을 장착해 적외선 램프를 조사하였을 때의 열 반사효율을 평가하였고, IR Camera를 이용하여 단열 박스 내부의 온도 변화를 관찰하였다.

자세한 실험결과에 대해서는 학술대회 당일에 발표할 계획이다.