

## 스마트 윈도우용 $V_{1-x}Sn_xO_2$ thermochromic 박막 ( $V_{1-x}Sn_xO_2$ thermochromic thin film for a smart window)

김 명 근, 이 문 희 (수원대학교 전자재료공학과)

Thermochromic 재료는 온도에 따라 반도체-금속의 전이를 일으켜 적외선 파장대에서의 투과율이 변하는 재료이다. 즉 이와 같은 박막을 자동차 또는 건물의 유리창에 코팅함으로써 봄, 여름철에는 적외선을 차단하고, 겨울철에는 투과시킴으로서 태양 에너지를 효과적으로 이용하는 smart window용 신소재이다. 본 연구에서는 이러한 thermochromism 현상을 나타내며 그 천이온도가  $70^\circ\text{C}$ 인  $VO_2$ 에 천이온도를 낮추기 위하여 W 및 Sn을 첨가한  $V_{1-x}W_xO_2$  및  $V_{1-x}Sn_xO_2$ 의 thermochromism에 대하여 연구하였다.

박막은 e-beam 증착방법으로 150nm - 200nm 두께로 유리위에 제작하였으며 기판의 온도는  $RT \sim 300^\circ\text{C}$  사이에서 변화시켰으며 어닐링은  $500^\circ\text{C}$  이하에서 argon 분위기에서 하였다. 제작된 박막의 온도에 따른 가시광선 및 근 적외선의 투과율은 spectrophotometer( SHIMADZU UV-160)을 이용하여 측정하였다.

$VO_2$  박막은 어닐링을  $400^\circ\text{C}$  이상으로 하였을 때 thermochromism이 나타났으며 1100nm에서의 투과율의 저하는 50% 정도인 것으로 나타났다. 반도체-금속의 전이는  $30^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$  사이에서 비교적 완만히 나타나고 있었으며 온도를 높힐때와 낮출때에 약간의 히스테리시스가 있음이 발견되었다. W를 약 5 원자농도 정도 첨가시킨  $V_{1-x}W_xO_2$  박막은  $5^\circ\text{C}$ 에서 천이온도를 나타내었고 Sn을 약 0.5 원자농도 정도 첨가시킨  $V_{1-x}Sn_xO_2$  박막은 기판온도는  $300^\circ\text{C}$ 로 하고 어닐링을  $450^\circ\text{C}/5\text{hrs}$ . 하였을 때  $30^\circ\text{C}$ 에서 천이온도를 나타내었고, 그 투과율의 저하는 약 30%(1100 nm 파장에서) 정도로 나타났다.

어닐링에 따른 효과는  $400^\circ\text{C}$ 로 어닐링 하였을때 500nm~1100nm 사이의 파장에서 그 투과율이 현저하게 증가되는 것으로 나타났으며 이는 이 박막이 약  $400^\circ\text{C} \sim 450^\circ\text{C}$ 에서 결정화되기 때문으로 생각되고 XRD로 확인되었다. 기판온도의 영향은 기판온도를  $300^\circ\text{C}$ 로 하였을때 전체 파장대에서 약간 높은 투과율을 나타내었다. AES로  $VO_2$  박막,  $V_{1-x}W_xO_2$  및  $V_{1-x}Sn_xO_2$  박막에서 V, O 및 첨가원소의 depth profile을 얻은 결과 V, O 및 첨가원소(W, Sn)가 박막내에 비교적 균일하게 분포되어 있음을 알 수 있었으며  $V_{1-x}Sn_xO_2$ 의 경우에는 거의 완벽한 stoichiometry를 갖는 박막이 얻어졌음을 알 수 있었다.