

# RF마그네트론스퍼터를이용한텅스텐-텔루라이트 유리박막의제조및광학적특성평가

## Fabrication of Tungsten-Tellurite Glass Thin Films using Radio Frequency Magnetron Sputtering Method and Optical Property Characterization

유기영, 김영만\*, 문종하, 김진혁  
전남대학교 광전자재료실험실, \*전남대학교 재료강도실험실  
[yky69b@hanmail.net](mailto:yky69b@hanmail.net)

Tellurite 유리는 150년 이상 연구되었지만 98.5 mol%를 넘는 순수한  $\text{TeO}_2$  유리로 제작된 것은 최근의 일이다. Tellurite 유리는 인산염과 붕산염에서의 보여지는 저융점과 흡습성이 없기 때문에 기술적으로 흥미를 가지고 있다. 이러한 이유 때문에 tellurite를 호스트 재료로 하는 광대역 평판형 증폭기 박막 소재 개발을 위하여 RF magnetron sputtering법을 이용하여  $\text{TeO}_2$ - $\text{WO}_3$  박막을 제조하고, 그 박막의 구조적, 광학적 특성을 평가하려고 한다.

먼저 tellurite 유리의 장점을 정리해보면 다음과 같다. 첫째, 0.2~3  $\mu\text{m}$ 의 투과 영역을 가지는 실리케이트 유리에 비하여 0.35~5 $\mu\text{m}$ 의 넓은 투과 영역을 가지고 있고, 둘째 플루라이드 유리와 비교하여 좋은 유리 안정성과 내식성을 가지고 있으며, 셋째 산화물 유리 형성체들(glass formers) 중에서 상대적으로 낮은 광주 에너지를 갖고 있고 (최대 포논 에너지가 약 800  $\text{cm}^{-1}$  정도임), 넷째 플루라이드 유리( $n \sim 1.5$ ;  $n_2 \sim 10$ -21  $\text{m}^2/\text{W}$ )나 실리케이트 유리 ( $n \sim 1.46$ ;  $n_2 \sim 10$ -20  $\text{m}^2/\text{W}$ )에 비하여 높은 굴절율 ( $n = 1.8 \sim 2.3$ )과 높은 비선형 굴절율 ( $n_2 = 2.5 \times 10^{-19}$   $\text{m}^2/\text{W}$ )을 가진다. 또한 이 tellurite 유리는  $\text{TeO}_4$  구조의 특수성 때문에 다른 재료들과 비교하여 가장 큰 대역폭을 가지고 있다. 예를 들면 1550 nm 파장 영역에서 반치폭 값이 85 nm 정도로 광대역 EDFA의 호스트 물질로의 가능성이 매우 많다. 따라서 대용량의 광통신에서 DWDM 등에 사용이 가능하다. 그러나 tellurite 유리는 연화온도가 290 $^\circ\text{C}$ 로 낮기 때문에 높은 광학적 강도에서 열 손상을 입을 가능성이 있다. 이러한 점을 보완하기 위해 tellurite에  $\text{WO}_3$ 를 첨가한다. 이런 tungsten-tellurite 유리는 연화온도를 370 $^\circ\text{C}$ 로 더 높일 수 있고 굴절률이 좀 더 높아지는 특징을 갖는다.

tungsten-tellurite 유리 박막은 solidstate sintering법에 의해 만들어진 70 $\text{TeO}_2$ -30 $\text{WO}_3$  타겟을 RF(radio frequency) 마그네트론 스퍼터의 각종 공정조건 - 기판온도, Ar/ $\text{O}_2$  flow ratio, 공정압력, RF power - 을 변화시키면서 만들었다. 유리박막의 growth rate, 표면 morphology, 결정화, 굴절율은 각각 atomic force microscopy, X-ray diffraction, scanning electron microscopy, UV spectrometer 와 Swanpoel's method에 의해서 측정하였다. 비정질 유리 박막의 surface roughness는 상온에서 약

2nm를 얻을 수 있었고, 상온에서 증착된 모든 박막은 비정질로 확인되었다.

RF magnetron sputtering을 이용하여 증착시킨 tungsten-tellurite 유리박막을 RF power와 Ar/O<sub>2</sub> flow ratio를 40sccm/0sccm에서 0sccm/40sccm로 변화시켜가면서 상온에서 증착시켰다. 증착율은 RF 파워가 증가하고 공정압력이 감소함에 따라 증가하였고, 특히 Ar/O<sub>2</sub> gas flow ratio의 변화에 따라 증착율이 민감하게 변하는 것을 관찰하였다. 순수 Ar 분위기에서만 박막을 증착시켰을때 약 0.15 $\mu$ m/h정도 증착되었으나 순수 O<sub>2</sub> 분위기에서는 3 $\mu$ m/h정도까지 증착되는 것을 확인하였다. SEM(scanning electron microscopy)와 AFM(atomic force microscopy)를 이용하여 박막의 단면과 표면 morphology를 조사하였고 X-ray diffraction을 이용하여 증착된 박막의 결정화 유무를 평가한 결과 상온에서 증착된 모든 박막은 비정질로 확인되었다. UV spectrometer를 이용하여 transmittance를 측정한 후 Swanspoel's method에 의해 증착된 유리 박막의 굴절율을 측정한 결과 기존의 실리케이트 유리보다 높은 굴절율(1.8~2.3)을 가지고 있는 것을 확인하였다. 또한 증착된 박막을 prism coupler를 이용하여 optical propagation loss를 측정할 것이다. tungsten-tellurite 유리 박막의 자세한 광학적 특성평가는 앞으로 논할 것이다.

T  
E

Keywords: RF magnetron sputtering ; tungsten-tellurite glass thin film ; Optical properties ; Waveguide