

RF마그네트론스퍼터를이용한Er³⁺도핑된텅스텐-텔루라이트

유리박막의제조및광학적특성평가

Fabrication of Er³⁺-doped Tungsten-Tellurite Glass Thin Films using Radio Frequency Magnetron Sputtering Method and Optical Property Characterization

유기영, 신상훈, 윤선현*, 문종하, 김진혁
전남대학교 광전자재료실험실, *전남대학교 물리학과
yky69b@hanmail.net

Tellurite 유리는 150년 이상 연구되었지만 98.5 mol%를 넘는 순수한 TeO₂ 유리로 제작된 것은 최근의 일이다⁽¹⁾. 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 Er³⁺가 도핑된 TeO₂-WO₃ 박막을 제조하고, 그 박막의 구조적, 광학적 특성을 평가하려고 한다. 현재 1500nm대의 증폭에서는 어븀 첨가 광파이버증폭기(EDFA)가 이용되는 한편 1400nm대의 증폭에서는 트륨 첨가광파이버증폭기(TDFA), 1300nm대의 증폭에서는 프라세오지움첨가광 파이버증폭기(PDFA)가 개발되고 있음. 첨가하는 휘토류이온을 변화시킴으로써 증폭하는 파장영역을 제어할 수 있다. 또한 WDM 전송에서 대용량화의 요구가 강해져 C 밴드와 L 밴드와 같이 복수의 파장영역을 이용하도록 되면 광파이버증폭기도 광대역에 대응할 필요가 있음. 광파이버증폭기는 예를 들면 같은 어븀을 첨가해도 파이버 재질을 바꾸면 다른 파장영역을 증폭하는 특성을 나타냄. 현재 C 밴드용에서는 석영계 광파이버가 L 밴드용에는 Telluride계 광파이버가 사용되고 있다. 그렇다면 tellurite 유리의 어떤 점들 때문에 각광을 받고 있는지에 대해서 알아보도록 하자.

먼저 tellurite 유리의 장점을 정리해보면 다음과 같다. 첫째, 0.2~3 μm의 투과 영역을 가지는 실리케이트 유리에 비하여 0.35~5μm의 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 cm⁻¹ 정도임), 넷째 플루라이드 유리(n=~1.5; n₂=~10-21 m²/W)나 실리케이트 유리 (n=~1.46; n₂=~10-20 m²/W)에 비하여 높은 굴절율 (n=1.8~2.3)과 높은 비선형 굴절율 (n₂=2.5×10⁻¹⁹ m²/W)을 가진다. 또한 이 tellurite 유리는 TeO₄ 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⁽²⁾⁻⁽⁵⁾. 따라서 대용량의 광통신에서 DWDM 등에 사용이 가능하다. 그러나

tellurite 유리는 연화온도가 290℃로 낮기 때문에 높은 광학적 강도에서 열 손상을 입을 가능성이 있다. 이러한 점을 보완하기 위해 tellurite에 WO₃를 첨가한다. 이런 tungsten-tellurite 유리는 연화 온도를 370℃로 더 높일 수 있고 굴절률이 좀 더 높아지는 특징을 갖는다⁽⁶⁾. 이러한 장점들 때문에 대용량의 정보전송에 있어 현재 한계로 보이고 있는 실리콘계 유리를 대체하여 tellurite가 각광 받고 있다.

본 연구에서는 고상소결법에 의해서 Er₂O₃가 각각 5, 10, 15, 20wt%로 각각 도핑된 70TeO₂-30WO₃ 타겟을 RF(radio frequency) 마그네트론 스퍼터의 각종 공정조건 - 기판온도, Ar/O₂ flow ratio, 공정압력, RF power - 을 변화시키면서 Er³⁺ 도핑된 Tungsten Tellurite 유리 박막을 제조하였다. 유리박막의 표면거칠기, 결정성, 미세구조 등을, 원자력현미경, X-선 회절기, 주사전자현미경을 이용하여 조사하였고, 박막의 화학성분분석을 에너지 분산 X-선 분석기를 이용하여 분석하였다. 박막의 광학적 특성평가를 위하여 UV 분광기를 이용하여 투과도 이용하여 굴절률을 계산하였다. 또한 PL을 이용하여 IR영역에서의 발광특성을 조사하였다. 비정질 유리 박막의 표면 거칠기는 상온에서 약 4nm를 얻을 수 있었고, 상온에서 증착된 모든 박막은 비정질로 확인되었다. 또한 증착된 박막을 prism coupler를 이용하여 optical propagation loss를 측정할 것이다. Er³⁺ 도핑된 tungsten-tellurite 유리 박막의 자세한 광학적 특성평가는 앞으로 논할 것이다.

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

참고문헌

1. H. Onaka, S. Kinoshita, and T. Chikama, Fujitsu Sci. Tech. J., 32, 36 (1996)
2. J.S. Wang, E.M. Vogel, E. Snitzer, Opt. Mater. 3, 187 (1994).
3. R. Rolli, K. Gatterer, M. Wachtler, M. Bettinelli, A. Speghini, D. Ajo', Spectrochimica Acta Part A 57, 2009 (2001).
4. L. Le Neindre, S. Jiang, B.C. Hwang, T. Luo, J. Watson, N. Peyghambarian, J. Non-Cryst. Solids 255, 97 (1999).
5. A. Narazaki, K. Tanaka, K. Hirao, N. Soga, J. Applied Physics, 85(4), 2046 (1999).
6. Shaoxiong Shen, Mira Naftaly, Animesh Jha, optics Communication 205, 101-105(2002).

