

PbO-Ga₂O₃-Bi₂O₃ 계 적외선 투과유리 제조 및 특성

(Preparation and Property of IR-transmitting Glasses
in the PbO-Ga₂O₃-Bi₂O₃ System)

포항공과대학 재료금속공학과 / 산업과학기술연구소

김춘곤, 허종, 김유성

1. 서론

Heavy Metal Oxide (HMO) 유리는 전통적 유리형성 양이온인 Si, Ge, P, B 등의 원소대신 비교적 질량이 큰 Pb, Bi 등으로 대체하여 격자간의 진동에 의한 빛의 공명현상을 장 파장쪽으로 이동시킨 유리로서, 기존의 oxide 유리에 비해 장 파장 영역에서 투과성이 좋기 때문에 적외선 laser 발진소자용 유리로의 개발이 가능하고, 비선형 광학계수가 커서 (vitreous silica의 약 50배) 광 스위칭 응용에 유리하다[1]. PbO, Bi₂O₃를 기본으로 하는 HMO 유리는 미국 Corning 회사의 W. H. Dumbaugh 에 의해 최초로 연구되었으며[2], 특성이 좋은 적외선 투과 유리중의 하나로 알려져 있다. 그러나 PbO, Bi₂O₃는 일반적인 용융법에 의해서는 이 자체만으로 유리형성이 어려우므로 적외선 투과도에 크게 영향을 끼치지 않는 제 3 성분이 요구되는데, 특히 Ga₂O₃를 첨가하면 glass stability 증진과 적정크기의 유리형성에 가장 효과적인 것으로 알려져 있다[3, 4].

본 연구는 화학적 내구성과 함께 높은 굴절율, 적외선 투과성, 그리고 비선형 광학성질 등으로 인해 많은 응용이 기대되고 있는 PbO-Ga₂O₃-Bi₂O₃ 계 유리의 여러 특성들을 파악하고, 각 성분의 구조내에서의 역할을 살펴보았다.

2. 실험방법

시편의 제조는 [(1-X) (0.75PbO - 0.25Ga₂O₃) + XBi₂O₃]의 조성에서 Bi₂O₃의 함량인 X(mol fraction)를 0 에서 0.5 까지 증가시켜 가면서 150cc 백금도가니에서 1000 °C, 15분동안 용융한후 300 °C에서 1시간동안 열처리(annealing)를 하였으며 X선 회절 실험을 통해서 시편의 유리상태를 확인하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Bi_2O_3 의 함량이 증가함에 따라

- 1) 유리 전이 온도(T_g)는 393°C 에서 317°C 로 감소하였으며, 열팽창 계수는 증가하는 경향을 보였다. 이는 Bi_2O_3 의 첨가로 인한 free volume의 증가와 비교적 약한 Bi - O bond 에 기인한 것으로 판단된다.
- 2) 적외선 흡수대가 장 파장 영역으로 이동하는 경향을 보였으며 Bi_2O_3 의 첨가로 인해 특정 파장에서 적외선 투과도의 증가를 나타냄을 알 수 있었다.
- 3) 비가교 산소 (non-bridging oxygens)의 수가 감소하는 것으로 보아 Bi_2O_3 는 구조내에서 network former로서 작용함을 알 수 있었다.

4. 참고문헌

- [1] J. C. Lapp, W. H. Dumbaugh, and M. L. Powley, " Recent Advances in Heavy Metal Oxide Glass Research ", SPIE Vol.1327, pp.162-170, 1990.
- [2] W. H. Dumbaugh, " Lead Bismuthate Glasses ", Phys. Chem. Glasses, 19[6], pp.111-125, 1978.
- [3] W. H. Dumbaugh, " Infrared Transmitting Oxide Glasses ", SPIE Vol.618, pp.160-164, 1986.
- [4] W. H. Dumbaugh, " Heavy Metal Oxide Glasses containing Bi_2O_3 ", Phys. Chem. Glasses, 27[3], pp.119-123, 1986.