

칼코게나이드계 비구면 성형렌즈의 구조적, 광학적 Glass 특성 연구 Structural and Optical Glass characteristic study of chalcogenide aspheric lens

*#고준빈¹, 남윤의¹, 김정호², 이진우³

*#J. B. Ko(kjb1002@hanbat.ac.kr)¹, Y. E. Nam¹, J. H. Kim², J. W. Lee³

¹ 한밭대학교 기계설계공학과, ² 한국광기술원 초정밀광학팀, ³ 포스코기술연구원 강재솔루션

Key words : chalcogenide glass, aspheric lens,

1. 서론

칼코게나이드계 결정화 유리는 일반유리의 제조 및 열 가공중에 발생하는 실투와는 달리, 유리의 조성 및 열처리를 제어하여 유리를 결정화시킴으로서 우수한 성질을 가진 재료를 얻는 것이다. 성형이 용이하고 내약품성, 내열성이 좋은 유리의 특징을 희생하지 않고 유리의 결점을 보충하는 것으로 기대되는 것이 결정화유리이나, 반드시 유리의 성능을 높이는데 그치지 않고 종래의 유리에선 보지 못했던 새로운 성질을 결정화유리중에 구비시키는 방향의 연구도 각 방면에서 연구되고 있다.^{1,2)}

결정화 과정은 핵생성(nucleation) 및 핵성장(crystal growth)으로 모유리를 유리전이온도(Tg) 근처에서 핵생성을 위한 열처리를 시키고 빠른속도로 승온시켜 결정을 성장시키는 2 단계 열처리 과정이다.^{3,4)} 핵생성에는 핵이 유리내부에서 균일하게 생성되는 균일핵생성(homogeneous nucleation)과 표면이나 이물질과의 계면에서 생성되는 불균일핵생성(heterogeneous nucleation)이 있는데 대부분 유리에서의 결정화는 일반적으로 표면으로부터 내부로 진행되는 불균일핵생성이 발생하기 쉽다.

결정화유리는 기공이 없고 균일한 결정을 가진 다결정질로, 기계적 강도를 높이고 우수한 전기절연성을 가진 재료를 얻을 수 있으며⁵⁾, 생성된 결정의 크기를 제어하여 투명하면서도 강도를 향상시켜 광학재료의 응용에도 널리 사용되고 있다.

적외투과용 chalcogenide 유리는 현재 가장 광범위하게 사용되는 광학재료중의 하나로 특히 IR 투과용재료로 잘 알려져 있다. 최근에 chalcogenide 유리는 temperature monitoring, thermal imaging 그리고 CO 및 CO₂ laser 의 power delivery 로 사용되어 큰 주목을 받고 있는데, 뛰어난 화학적 내구성을 가진 반면, 열적·기계적 성질은 상당히 약한 것으로 보고되고 있다. 그러나 chalcogenide 유리가 제어된 결정화에 의한 열처리 공정을 거쳐 작은 크기를 가진 결정화유리로 전환된다면 적은 광투과율에 최소한의 영향을 미치면서 열적·기계적 성질을 향상시킬 수 있게 될 것이다.^{6,8)}

비구면 광학계는 1600 년대에 구면수차를 제적한 원추곡면, 1700 년대에 포물면과 타원이 결합된 망원경이 개발된 이후 1900 년대 Carl Zeiss 를 주축으로 비구면 생산에 대한 연구가 본격적으로 시작되었다. 1960 년대에 들어서는 초정밀 가공이 가능한 단계에 이르렀으며 1980 년대에 이르러 고정밀 비구면렌즈를 대량으로 생산하여 제품화하는 상황이 일어나고 종래의 구면렌즈를 주로 사용하는 광학계가 가진 단점이 제거되고 있다. 비구면 렌즈를 사용하면 구면렌즈에 비하여 다음과 같은 장점을 지닌다. 1)광학계의 성능 즉, 해상력을 증대시키며 왜곡수차를 최소화 시켜서 보다 넓은 시야의 영상을 얻을 수 있다. 2)광학계를 소형, 경량화 시킬 수 있다. 예를 들어 pick up 대물렌즈의 경우 구면으로는 3 장으로 성능이 구현되나 비구면 1 장을 사용해서 무게를 대폭 축소하여 focusing, tracking 을 하기 위한 actuator 의 용량을 축소할 수 있게 되고, CD-ROM 등의 두께를 얇게 할 수 있다. 또한 카메라 교환렌즈(f 35-135 mm)에 비구면 1 장을 사용하여 렌즈매수를 14 매에서 12 매로, 무게를 495 g 에서 290 g 으로, 길이를 87 mm 에서 59.5 mm

로 축소 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 성형하고자 하는 칼코게나이드 소자의 성형 전 분말상태와 벌크상태에서의 재료구조 및 화학성분 검사를 수행하여 정량적인 조성비 DB 화와 성형 후 벌크소재의 재료 특성평가를 통해 원 소재 구성비 및 정량화를 실현함으로써 안정적인 적외선 비구면 광학렌즈 생산시스템 개발을 위한 기초 물성 자료로 활용하고자 한다.

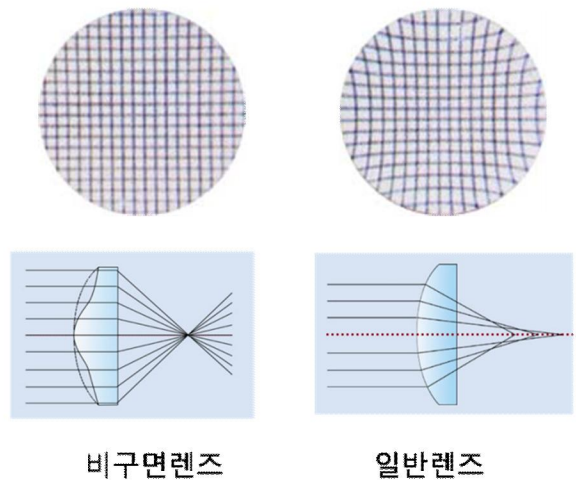


Fig.1 Compare aspheric lens with general lens.

2. 실험방법

본 연구에서는 성형하고자 하는 적외선 렌즈 소재인 칼코게나이드계 유리 소재의 정량적 화학분석 및 구조분석을 위하여 독일 비프론(徠)사의 칼코게나이드계 glass 소재 IG4, IG6 소재를 출발원료로 준비하였다. 위 소재는 각각, Ø 2.9, 10 mm, 20 mm 길이 15mm, 50 mm 의 봉 형태로 되어있다. 이러한 샘플은 IG4 의 경우 Ge 가 10% 내외로 소량 함유되어 있으며, IG6 의 경우에는 Ge 가 IG4 샘플보다는 Ge 가 조금 더 함유되어 있는 칼코게나이드계 glass 소재이다. 이러한 칼코게나이드계 glass 소재를 이용하여 여러 가지 구조적, 광학적 분석 및 정량적 화학분석을 실시하였다. 우선 시편을 적당한 크기로 만들기 위하여 막자사발에 넣어 가루형태로 만들어 XRD 및 SEM 분석을 하였다. 또한 정량적인 화학분석을 위하여 가속전압 15 kV, beam size 20 um, 에서 EPMA(Electron Probe Micro Analyzer) 분석을 하였는데, 이는 샘플에 들어있는 Ge 의 정확한 함량을 알아보기 위해 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig.2 는 본 연구에서 EPMA 를 분석을 통하여 정성적인 원소의 비를 나타내 주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 Fig.2(a), (b)는 IG4 샘플에 대한 분석을 나타낸 것이며, (c),(d)는 IG6 에 대한 정성적인 화학분석을 나타낸 그래프이다.

EPMA 정량 분석 결과 IG4, IG6 두 샘플에서 Ge, Se, As 이 공통으로 들어 있음을 알 수 있다.

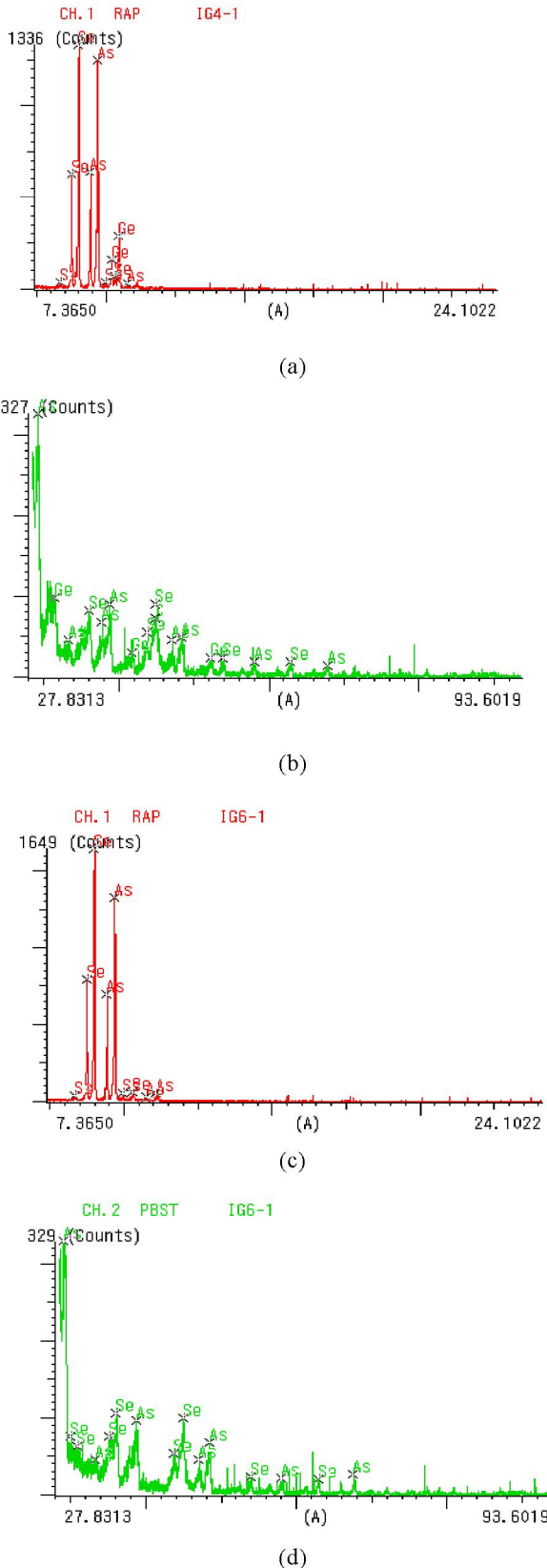


Fig. 2 EPMA analysis results of IG4 and IG6 samples. (a), (b) is IG4 sample and (c), (d) is IG6 sample

또한 두 샘플모두에서 As, Se 이 주 peak 를 이루고 있으며 여기에 Ge 이 각각 소량으로 함유되어 있는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 칼코게나이드계 glass 소재를 이용하여 안정적인 야간감시용 적외선 비구면 광학렌즈 생산시스템을 개발이 주 목적으로써, Ge 함량이 아주 중요한 요소라 할 수 있다. 따라서, 본 EPMA 분석 결과를 토대로 하여 정량적인 수치를 확인해 본 결과 IG4 샘플의 경우 Ge 함량이

10 %와 As 40% 기타 순으로 확인이 되었다. 또한 IG6 샘플의 경우 Ge 함량이 상대적으로 많이 함유되어 있는 40 %, Se, 기타 물질 순으로 함유되어 있는 것을 확인하였다. 이러한 기본적인 벌크재료의 물성분석을 통하여 재료평가 기본 기술을 확립하고자 하였다.

4. 결론

본 연구에서는 성형하고자 하는 칼코게나이드계 glass 소재의 성형 전 분말상태와 벌크상태에서의 재료구조 및 화학성분 검사를 수행하여 정량적인 조성비 DB 화와 성형 후 벌크소재의 재료특성 평가를 통해 원 소재 구성비 및 정량화를 실현함으로써 안정적인 적외선 비구면 광학렌즈 생산시스템 개발을 위한 기반 기술을 확립하고자 하였다. 따라서 여러 가지 물성분석 결과 두 가지 샘플에서 Ge 함량이 서로 다른 것을 확인할 수 있었으며, Ge 외에도 As, Se 등이 함유되어 있는 것을 확인하였다.

참고문헌

1. Z. Strand, Glass-Ceramic Materials, pp. 185-252, Elsevier, Amsterdam, 1986.
2. P.W. McMillan, Glass-Ceramics, pp. 245-66, Academic Press, London, 1979.
3. S.Y. Choi and G.H. Frischat, "Influence of crystallization on some properties of ZrF_4 - BaF_2 - YF_3 - AlF_3 glasses," J. Non-Cryst. Solids, 129, 133-136 (1991).
4. S.Y. Choi and G.H. Frischat, "Controlled nucleation and crystallization In ZrF_4 - BaF_2 - YF_3 - AlF_3 glasses," Mater. Sci. Forum, 67-68, 203-210 (1991).
5. M. Cable and J.M. Parker, High-Performance Glasses, pp. 102-132, Blackie, New York, 1992.
6. J. Cheng, G. Tilloca and J. Zarzycki, "Mechanism of controlled crystallization of As-Ge-Se glasses nucleated by different nucleants," J. Non-Cryst. Solids, 52, 249-262 (1982).
7. J. Cheng, "Phase separation and crystallization of chalcogenide glass-forming systems," J. Non-Cryst. Solids, 161, 304-308 (1993).
8. N. Afify, M.A. Abdel-Rahim, A.S. Abd El-Halim and M.M. Hafiz, "Kinetics study of non-isothermal crystallization in $Se_{0.7}Ge_{0.2}Sb_{0.1}$ chalcogenide glass," J. Non-Cryst. Solids, 128, 269-278 (1991).