

세리움유리의 자외선차폐특성

고명선, 리철, 한경찬

위대한 령도자 김정일 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 인민경제를 과학화하는데서 나서는 과학기술적문제를 풀기 위한 과학연구사업을 심화시켜 모든 부문의 생산과 경영활동을 새로운 과학적도대우에 올려세워야 하겠습니다.》(《김정일선집》 증보판 제13권 416페이지)

대부분의 희토류화합물들은 자외선과 보임빛대역, 적외선대역에서 특수한 흡수띠를 가지므로 그것을 리용하여 여러가지 기능성유리를 제조할수 있다. 특히 이산화세리움은 유리에 대하여 강한 탈색능력을 가질뿐아니라 자외선과 대부분의 적외선을 반사하는 특성을 가진다.[2, 3]

우리는 모나즈광석에서 분리[1]한 이산화세리움을 리용하여 세리움유리를 제작하고 이 유리의 자외선차폐특성을 고찰하였다.

1. 세리움도포막의 자외선차폐특성

세리움유리제조에 앞서 세리움도포막을 리용하여 세리움의 자외선차폐특성을 간단한 방법으로 고찰하였다.

미리 조제한 초산세리움을 폴리우레탄용액에 용해시키고 경화제를 섞은 다음 판유리 결면에 붓으로 도포하고 자연건조시키는 방법으로 시편을 제작하였다. 막형성의 기본재료로 리용한 폴리우레탄이 유기화합물이므로 세리움화합물의 형태를 유기화합물로 정하였다. 세리움유기화합물의 량은 산화세리움으로 환산하여 폴리우레탄의 5%(질량)로 하였으며 기판으로 리용한 판유리는 현재 우리 나라에서 생산되어 일반적으로 리용되고있는 소다석회 유리이다.

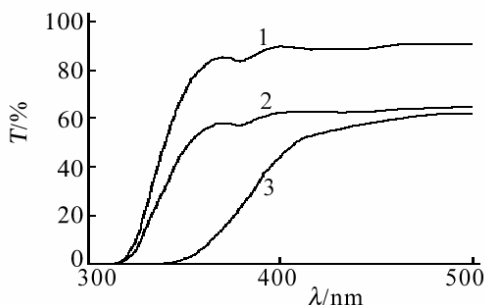


그림 1. 빛의 파장에 따르는 투광률의 변화
1-3은 각각 유리시편, 폴리우레탄을 도포한 유리시편, 세리움을 도포한 유리시편

빛의 파장에 따르는 투광률(T)의 변화는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 빈유리는 빛파장 $\lambda=320\text{nm}$ 에서 자외선을 차폐하고 세리움을 도포한 유리시편은 $\lambda=340\text{nm}$ 에서 자외선을 차폐한다. 그리고 판유리에 폴리우레탄만 도포한 시편은 자외선차폐특성이 빈유리와 완전히 같으며 다만 폴리우레탄에 의하여 투명도가 떨어질뿐이다. 즉 세리움의 자외선차폐효과가 뚜렷이 나타난다는것을 알수 있다. 측정은 분광광도계《Spectrophotometer (DU[®]730)》로 진행하였다.

2. 세리움유리제조와 자외선차폐특성

세리움의 자외선차폐특성을 실험적으로 고찰한데 기초하여 세리움유리시편을 다음과 같이 제조하였다.

앞에서와 같은 판유리를 3~5mm 크기로 분쇄한다. 너무 미세하게 분쇄하면 용융과정에 많은 기포가 생기면서 유리청정을 어렵게 만들므로 분쇄유리의 크기를 적당하게 하여야 한다.

세척한 분쇄유리 60g과 이산화세리움 2.17g의 혼합원료가 들어있는 샤모트도가니를 고온소성로에 넣고 용융 및 열처리를 진행한다. 용융 및 열처리는 일반적으로 알려진 유리생산공정에 기초하였다. 세리움유리시편제조에서 리용한 소성로는 MO1700형 고온소성로이며 1700℃까지의 열처리를 진행할수 있다.

소다석회유리생산공정의 요구에 따라 용융온도를 $(1400 \pm 10)^\circ\text{C}$ 로 설정하고 로의 온도를 올린다. 1h 30min 지나면 용융온도에 도달하는데 이 온도에서 2h동안 유지하면서 유리물이 형성되는 초기에 형성된 많은 기포와 맥리들을 제거하여 유리의 청정과 균질성을 보장한다.

일정한 온도로 예열한 흑연주형에 유리물을 붓고 성형한 다음 로에 넣고 560℃까지 온도를 낮춘다. 이 온도에서 30min동안 서랭처리를 한다.

유리제조에서 서랭과정이 가장 중요한 단계이다. 일반적으로 유리제품은 용융온도 또는 성형온도로부터 랭각되는 과정에 큰 응력을 가지게 되는데 이 응력때문에 유리가 쉽게 파열된다. 서랭과정에 이 응력이 제거된다.

서랭처리를 한 다음 세리움유리시편을 로안에 그대로 두고 방안온도까지 자연랭각시킨다. 얻어진 시편을 일정한 두께와 정결도로 연마하여 시편제조를 완성한다.

분광광도계로 측정한 세리움유리의 자외선차폐특성은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 세리움유리의 자외선차단파장은 $\lambda=360\text{nm}$ 로서 이것은 유리시편에 비하여 40nm정도의 큰 차이를 가지고 자외선을 강하게 차폐한다는 것을 보여준다.

곡선 2와 3을 비교해보면 같은 세리움을 리용하였음에도 불구하고 자외선차단파장이 20nm정도 차이난다는것을 알수 있다. 이것은 세리움도포막의 경우 도포막의 두께가 균일하지 못하고 따라서 위치에 따라 세리움의 포함량이 차이남에 따라 자외선흡수특성도 위치에 따라 달라지는것과 관련된다고 볼수 있다.

세리움유리의 경우에는 세리움이 유리용융물에 균일하게 분포되기때문에 위치에 따르는 균일성문제가 제기되지 않는다. 곡선 1과 2의 경우 자외선차단파장과 투광률이 차이날 뿐 그 모양이 거의 일치하지만 곡선 3의 경우에는 투광률증가속도를 비롯하여 그 모양이 곡선 1 또는 2와 완전히 차이난다.

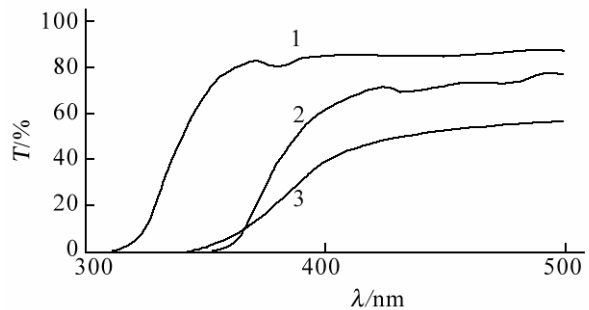


그림 2. 세리움유리의 자외선차폐특성
1-3은 각각 유리시편, 세리움유리시편,
세리움을 도포한 유리시편

보임빛대역에서 세리움유리의 투광률이 보통유리에 비하여 작는데 이것은 세리움유리 시편을 실험실적으로 제작할 때 유리용융물속에서 기포와 맥리를 충분히 제거하지 못한 것과 관련된다. 공업적생산에서와 같이 유리청정시간을 충분히 보장하면 이 문제가 제기되지 않으며 특히 세리움은 보통유리에서 보게 되는 푸른빛을 내는 2가철을 무색의 3가철로 산화시키기때문에 유리의 투광률을 높이고 그 질을 개선한다.

맺 는 말

론문에서는 세리움의 자외선차폐특성을 실험적으로 확증하고 세리움유리의 자외선 차단파장이 360nm이라는것을 밝혔다. 세리움은 푸른빛을 내는 2가철을 무색의 3가철로 전환시키기때문에 세리움유리의 빛투광률을 더 높이고 그 질을 개선한다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 60, 5, 84, 주체103(2014).
- [2] M. A. Bhosale et al.; Powder Technol., 195, 1, 11, 2013.
- [3] Zhang Yu et al.; Journal of Rare Earth, 30, 9, 923, 2012.

주체106(2017)년 4월 5일 원고접수

Ultraviolet Ray Shielding Characteristics of Cerium Glass

Ko Myong Son, Ri Chol and Han Kyong Chan

We investigated experimentally ultraviolet ray absorbing characteristics of cerium glass. The ultraviolet ray absorbing wavelength of cerium glass is 360nm. Because cerium converts ferrous iron emitting green light into achromatic ferric, the light transmittance of cerium glass gets higher and the quality is improved.

Key words: rare earth, cerium