

## 몇가지 산화물재료들의 평균립자크기에 따르는 적외선흡수특성

장영국, 김주혁

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《첨단돌파전을 힘있게 벌려야 나라의 과학기술전반을 빨리 발전시키고 지식경제의 토대를 구축해나갈수 있습니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 39페이지)

오래전부터 적외선흡수재료로 널리 리용되어온 산화물재료들이 나노크기에서 여러가지 우수한 특성이 나타나는것으로 하여 광범히 연구[1]되고있다. 특히  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  과 같은 산화물재료들은 그 원료가 풍부하며 적외선대역에서 좋은 흡수특성이 나타나는것으로 하여 많이 연구도입[2-4]되고있다.

우리는 몇가지 산화물재료들의 평균립자크기에 따르는 적외선흡수특성을 연구하였다.

### 실험 방법

재료로는 평균립자크기가  $\mu\text{m}$ 정도인  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  분말, 아크릴수지(40%), 0.8% 폴리아크릴산나트륨을, 장치로는 분말X선회절분석기(《Rigagu-Smartlab》), 행성식불밀, 레이저립도분포분석기(《Mastersizer 2000, 512C MAL1077473》), 적외선스펙트럼측정장치(《Nicolet 6700》), 분산기(300r/min), 두께가  $100\mu\text{m}$ 정도인 채본천을 리용하였다.

우선 개개의 산화물재료 100g을 알콜 200g과 골고루 섞어 행성식불밀에 충전하고 일정한 시간동안 분쇄한 다음 분말X선회절분석기를 리용하여 평균립자크기를 측정하였다.

평균립자크기가 나노급에 이르렀으면 물 50g에 폴리아크릴산나트륨 0.02~0.05g을 풀고 여기에 분쇄한 10g의 분말을 넣은 다음 분산기에서 10min동안 분산시켰다. 다음 분말의 10%에 해당하는 아크릴수지를 첨가하고 다시 20min동안 분산시켰다. 이것을 데트론천우에 채본천을 대고 채본칼로 밀어 도포하였다.

도포한것을 건조시킨 다음 적외선스펙트럼측정장치를 리용하여 3~ $25\mu\text{m}$ 대역에서의 적외선흡수율을 측정하였다.

### 실험결과 및 분석

몇가지 산화물들의 평균립자크기에 따르는 적외선흡수율은 표와 같다.

표에서 3번 시료들의 평균립자크기는 분쇄하기 전 원시료의 평균립자크기이다.

표. 산화물재료들의 평균립자크기에 따르는 적외선흡수율

산화물	평균립자크기/ $\mu\text{m}$				흡수율/%			
	1	2	3	4	1	2	3	4
TiO <sub>2</sub>	112.00	0.28	0.15	0.07	89.9	91.4	94.0	97.4
SiO <sub>2</sub>	1.16	—	—	0.06	93.0	—	—	94.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0.207	0.036	0.030	—	88.0	92.0	94.0
ZnO	0.32	0.13	0.11	0.06	90.3	91.3	94.6	96.0

표에서 보는바와 같이 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 을 제외한 다른 재료들에서 4번 시료들의 평균립자크기는 거의 비슷하다.

산화물재료들의 적외선흡수율은 모두 평균립자크기가 작아짐에 따라 증가하는 경향성을 보이고있다.

평균립자크기가 0.06~0.07, 0.2~1.2 $\mu\text{m}$ 사이에 있는 시료들의 적외선흡수율을 비교해보면 그 차는 6%정도이지만 SiO<sub>2</sub>에서는 적외선흡수율차가 1%로서 크지 않다.

평균립자크기가 나노급인 0.06~0.07 $\mu\text{m}$ 사이에 들어가는 경우에는 레일리산란에 의하여 파장의 증가에 따라 산란세기가 급격히 작아지고 투과가 우세해지며 또 나노효과 하나인 표면증가효과를 비롯한 나노효과들에 의하여 적외선흡수율이 90%이상으로 점점 증가하게 된다. 한편 평균립자크기가 0.2~1.2 $\mu\text{m}$ 사이에 들어가는 경우에는 평균립자크기가  $\mu\text{m}$ 급인것으로 하여 산란효과 즉 란반사가 우세해지고 또 나노효과들이 나타나지 않는것으로 하여 나노급재료보다 적외선흡수율이 높지 못하다.

이로부터 SiO<sub>2</sub> 을 제외한 다른 재료들의 적외선흡수율이 평균립자크기에 크게 관계된다는것을 알수 있다.

4번 시료들의 적외선흡수스펙트르는 그림과 같다.

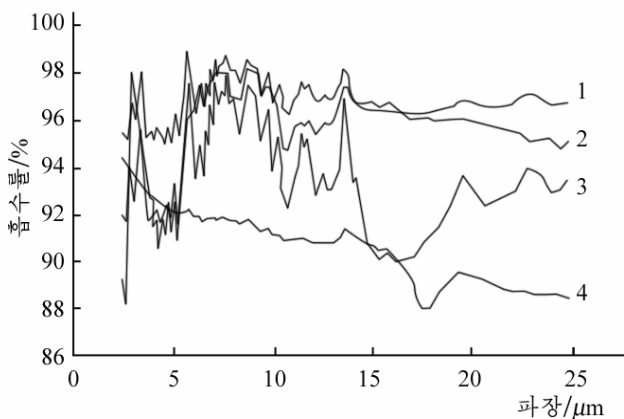


그림. 몇가지 산화물재료들의 적외선 흡수스펙트르

1— TiO<sub>2</sub>, 2— ZnO, 3— SiO<sub>2</sub>, 4— Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

그림으로부터 산화물들의 평균립자크기가 나노급에 도달하였을 때 TiO<sub>2</sub>, ZnO, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 순서로 적외선흡수율이 작아진다는것을 알수 있다. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 은 평균립자크기범위가 0.03 $\mu\text{m}$ 인 때 적외선흡수율이 94%로서 TiO<sub>2</sub>, ZnO 보다 적외선흡수율이 크지 못하다. 이로부터 적외선흡수율이 재료의 평균립자크기에 가장 크게 의존하는 재료는 TiO<sub>2</sub>, ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 이며 그중에서도 적외선흡수율을 크게 증가시킬수 있는 산화물은 TiO<sub>2</sub>, ZnO 특히 TiO<sub>2</sub> 이라는것을 알수 있다.

## 맺 는 말

적외선흡수특성의 변화가 재료의 평균립자크기에 크게 의존하는 재료는  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  이다. 평균립자크기가 비슷한 조건에서 적외선흡수특성이 가장 큰것은  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  로서 이 재료들을 나노화하여 다른 재료들과 복합재료를 구성하는 경우 적외선흡수특성을 증가시킬수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 朱美芳 等; 纳米复合纤维材料, 北京科学出版社, 123~126, 2014.
- [2] 钱九红; 稀有金属, **30**, **4**, 511, 2006.
- [3] 刘福春 等; 材料保护, **34**, **2**, 1, 2001.
- [4] 董延庭 等; 化工新型材料, **32**, **6**, 6, 2004.

주체105(2016)년 6월 5일 원고접수

## **On the Characteristics of Infrared Absorption depending on the Average Grain Size of Various Oxide**

*Jang Yong Guk, Kim Ju Hyok*

We studied the characteristics of infrared absorption according to the average grain size of various oxide. The characteristics of infrared absorption of  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  were gradually increased with the decreasing of grain size.

Key words: oxide, infrared absorption, grain size