

## Flame법으로 합성한 TiO<sub>2</sub> 나노분말의 광촉매 특성에 미치는 열처리 효과

### Effect of heat treatment on photocatalytic behavior of TiO<sub>2</sub> nanopowder fabricated by flame method

박 훈<sup>1,2\*</sup>, 지현석<sup>1</sup>, 서경원<sup>1,3</sup>, 이승용<sup>1</sup>, 안재평<sup>1</sup>, 이덕열<sup>2</sup>, 박종구<sup>1</sup>

1 한국과학기술연구원 나노재료연구센터

2 고려대학교 재료공학과

3 고려대학교 화공생명공학과

아나타제(anatase) 티타니아 나노분말 혹은 루틸(rutile)이 일부 섞여있는 아나타제상 분말은 적절한 밴드갭(3.2eV)를 가지며 광촉매, 태양전지의 전극 등으로 폭넓게 응용되고 있는 재료이다. 광촉매로서의 티타니아 나노분말은 비표면적(분말크기), 결정화도(crystallinity), 상분률(아나타제/루틸상의 비)등의 많은 변수가 광촉매 특성에 매우 중요하게 작용하는 것으로 알려져 있다. 화염법으로 제조된 티타니아 나노분말은 구형의 형상을 갖고 있어 입자모양을 관찰하기 위한 좋은 모델이다. 본 연구에서는 화염법을 이용하여 구형의 티타니아 나노분말을 합성하였고 화염법으로 합성한 분말과 후속 열처리 공정을 거친 분말의 결정구조와 분말모양을 관찰하기 위해 XRD(Bruker D8 advance)와 TEM(Tecnai G<sup>2</sup>) 분석을 실시하였다. 광촉매 물성에 영향을 끼칠 수 있는 전자구조를 확인하기 위해 포항가속기연구소 KIST 7B1 B/L의 NEXAFS(연X선 흡수분석)를 이용하여 전도대의 홀(hole) 변화 및 2C B/L의 Photoemission을 통해 가전자대의 Fermi(페르미) edge의 변화를 관찰하였다.

분말합성 후 열처리는 루틸로의 상변태가 일어나기 직전의 온도(약 700°C)에서 매우 우수한 광촉매 특성을 나타냈는데 아나타제의 표면에서 표면확산에 의한 표면재구성(surface restructuring)현상에 의해 defacet-facet 전이가 일어난 것으로 보인다. 3C1 EXAFS B/L에서 Ti-O간의 거리가 c 방향으로 변화한 것을 확인할 수 있었는데 표면에서의 원자이동에 기인된 것으로 보인다. 표면 facet 이후 티타니아 분말의 모양은 아나타제의 {101}면을 노출하면서 각진모양으로 변한것을 알 수 있었으며 그 모양은 bipyramidal 형태임을 알 수 있었다. 표면의 전자구조는 가전자대와 전도대 모두 입자모양이 각지면서 변화한 것을 알 수 있었으며 {101}면의 노출에 따라 표면의 전기전도성이 증진되는 결과를 얻었다. 전기전도성의 증가에 따라 전자-정공 홀의 재결합을 억제시킴으로써 광촉매 효과가 증진된 것으로 확인되었다. 열처리는 습식법의 경우에서처럼 결정성의 증진 효과가 아닌 결정성이 확보된 화염법의 경우에도 전자구조가 변화에 의해 고성능 광촉매 나노분말을 디자인할 수 있음을 확인하였다.

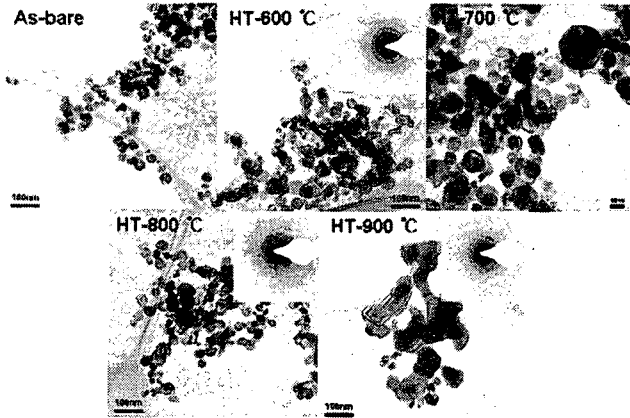


그림 1. 화염법으로 합성한 티타니아 나노분말의 열처리에 따른 입자모양 변화

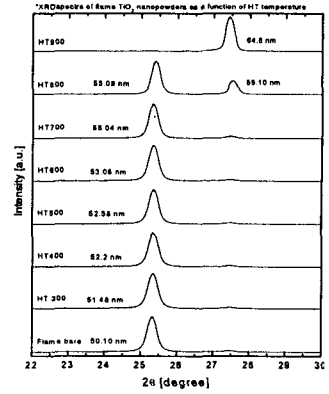


그림 2. 열처리에 따른 X선 회절곡선

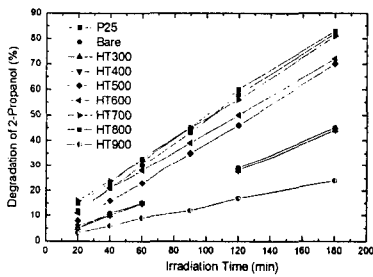


그림 3. 열처리에 따른 광촉매 물성 특성변화

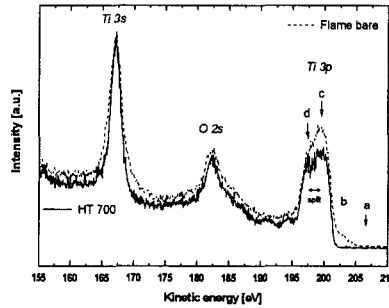


그림 4. Photoemission으로 확인한 열처리 후 가전자대의 변화

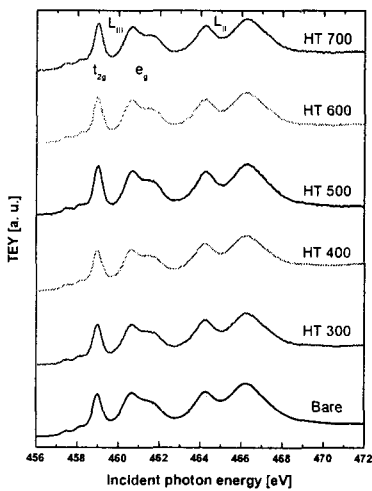


그림 5. NEXAFS로 확인한 Ti L edge의 변화 (산소쪽으로 전자 밀도가 커짐)