

## PE14) 전기가열 튜브로를 이용한 광촉매 TiO<sub>2</sub> 입자의 제조 및 촉매 특성 분석

### Synthesis and Analysis of TiO<sub>2</sub> Particles Using an Electrically Heated Tube Furnace

현정은<sup>1)</sup> · 배귀남 · 이태규<sup>1)</sup>

한국과학기술연구원 지구환경연구센터, <sup>1)</sup>연세대학교 화학공학과

#### 1. 서 론

TiO<sub>2</sub>는 광촉매로서 자외선이 조사되면 여기상태로 되어 광활성을 나타내므로, 휘발성 유기화합물(VOCs), 악취, 중금속 물질 등을 제어하는데 널리 사용되고 있다(Lee and Biswas, 1998). TiO<sub>2</sub>는 기상 및 액상 등 여러 가지 방법으로 제조되고 있는데(Morooka et al., 1989), 본 연구에서는 기상 방법의 하나인 전기가열 튜브로를 이용하여 TiO<sub>2</sub> 입자를 제조하였다. 즉, TTIP(titanium isopropoxide, Ti[OCH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sub>4</sub>)와 공기를 전기가열 튜브로의 열원을 이용하여 반응시키는 방법을 사용하였다. TiO<sub>2</sub>의 광활성에 영향을 미치는 변수로는 전기로의 온도, TTIP의 초기 농도, carrier gas의 유량, 산화시키기 위한 산소의 양, 수분의 양 등이 있다. 본 실험에서는 전기로의 온도를 변화시켜 제조되는 TiO<sub>2</sub>의 입경 분포와 촉매 특성을 분석하여 광촉매 활성이 우수한 제조조건을 찾아내고자 하였다.

#### 2. 실험

광촉매 TiO<sub>2</sub> 입자를 제조하기 위한 실험장치의 개략도를 그림 1에 나타냈다. 실험장치는 크게 전기가열 튜브로, TTIP 용액을 증발시키기 위한 항온조(water bath), 압축 가스, 질량유량 제어기(mass flow controller), 온도 조절기 등으로 구성하였다. TiO<sub>2</sub> 입자를 제조하기 위한 precursor로 TTIP 용액을 사용하였고, TTIP 용액이 담긴 임핀저를 항온조에 담가 온도를 75°C로 맞춘 후 일정한 유량으로 bubbling시켰다. TTIP 가스의 carrier gas로는 Ar을 사용하였고, 질량유량 제어기로 Ar 가스 및 공기의 유량을 조절하였다. 이때 임핀저 출구로부터 전기로 입구까지 연결된 관의 표면을 heating band로 감아 응축을 방지하였다. Sheath air의 유량은 mass flow meter(TSI model)와 밸브로 조절하였다.

본 실험에서는 전기로의 온도를 400~1000°C 범위로 변화시키면서 sheath air의 유량에 따라 제조된 TiO<sub>2</sub> 입자의 크기분포를 nano-DMA가 장착된 Scanning Mobility Particle Sizer(SMPS)로 측정하였다. Ar의 유량은 100 scm<sup>3</sup>/min, 공기의 유량은 1 sL/min으로 고정시켰다. 제조된 TiO<sub>2</sub> 입자의 광촉매 활성 및 물성을 조사하기 위해서 BET, XRD, XPS, UV-vis, SEM, TEM 등을 이용하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

Sheath air가 TiO<sub>2</sub> 입자의 크기분포에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 전기로의 온도가 700°C일 때 sheath air의 유량을 0~10 sL/min으로 변화시키면서 입경분포를 측정하였다. Sheath air의 유량을 변경한 후 1시간 정도 지나면 steady state 상태에 이르렀다. 그림 1은 sheath air의 유량에 따른 TiO<sub>2</sub> 입자의 mode 입경의 변화를 나타낸 것이다. 주어진 조건에서 sheath air의 유량이 증가함에 따라 mode 입경이 작아지는 것을 알 수 있다. Sheath air가 증가하면 제조된 TiO<sub>2</sub> 입자의 수 농도는 감소하지만, 희석되면서 입자의 응집이 감소하여 수 농도가 sheath air의 유량에 비례하여 감소하지는 않았다. 그림 1을 보면, sheath air의 유량이 10 sL/min일 때 mode 입경이 약 23 nm인 TiO<sub>2</sub> 입자를 얻었으며, XRD 분석을 통하여 광활성의 주요 성능을 나타내는 anatase의 함량이 훨씬 높음을 볼 수 있었다.

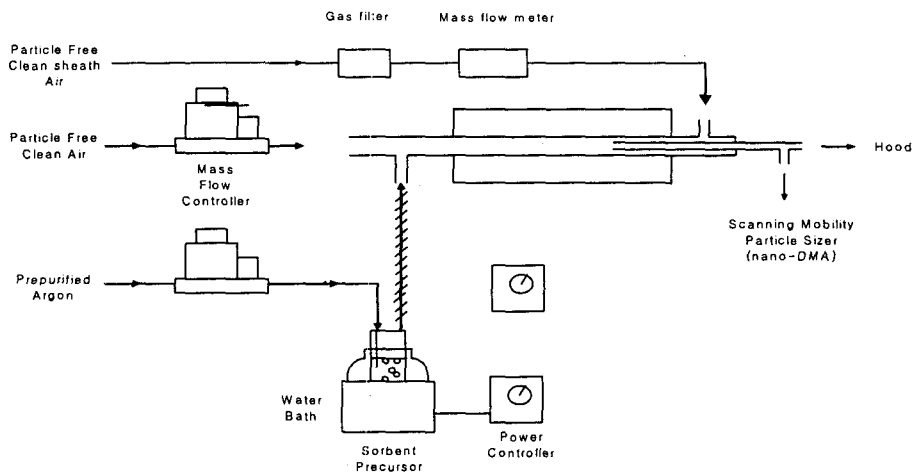


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental system.

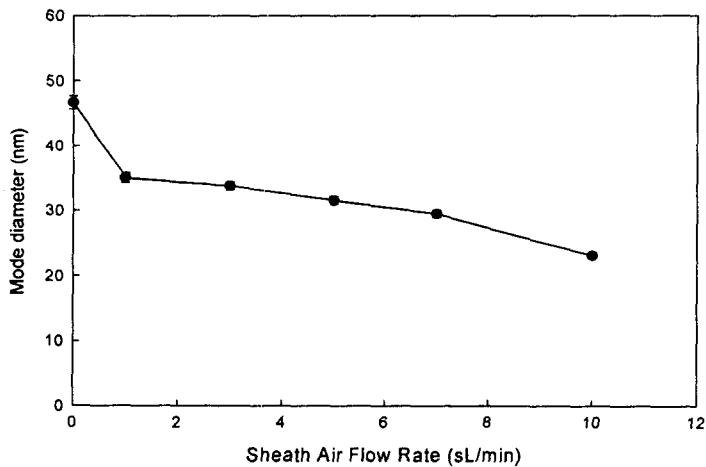


Fig. 2. Variation of the mode diameter of  $\text{TiO}_2$  particles with sheath air flow rate.

### 사 사

본 연구는 한국과학기술연구원의 2002년도 기관고유사업(대기 유해성분 제어기술)의 지원에 의해 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

1. Lee, T.G. and P. Biswas (1998) Kinetics of mercury capture using titania sorbents, *J. Aerosol Sci.*, 29, 577-578.
2. Morooka, S., T. Yasutake, A. Kobata, K. Ikemizu, Y. Kato (1989) A mechanism for the production of ultrafine particles of  $\text{TiO}_2$  by a gas-phase reaction", *J. Int. Chem. Eng.*, 29, 119-126.