

PE7) 초음파 강도별 합성에 따른 가시광 활성 나노입자의 특성분석

박상희 · 김도훈¹⁾ · 김선진¹⁾ · 임보미¹⁾ · 조완근²⁾ · 신승호³⁾ · 김지훈³⁾ · 신수현⁴⁾ · 이준엽¹⁾

(¹⁾캠토피아, (²⁾캠토피아 기업부설 생활환경연구소, (³⁾경북대학교 건설환경에너지공학부
⁴⁾대구보건대학교 보건환경학과, (⁴⁾한국로봇산업진흥원 로봇클러스터사업단

1. 서론

최근 나노소재 합성을 위해 초음파 합성법이 사용되고 있으며 이는 단순성, 경제성을 토대로 손쉽게 결정상의 소재를 획득할 수 있는 장점이 있어 중요 기술로 나타나고 있다. 초음파를 이용한 화학반응은 수용액상에서 형성된 공기방울의 형성, 성장 그리고 내파음 붕괴를 포함한 몇 가지 단계로 발생된 음향공동화와 관련된 물리적 현상에 대해 알려져 있으며, 이는 수용액에서 극도로 빠른 냉각률과 짧은 반응시간뿐만 아니라 5,000 K 이상의 온도와 800 atm의 극한의 국소적인 환경을 이끄는 것으로 보고되고 있다. 이러한 조건은 일반적인 조건에서 화학적 또는 물리적 변형을 유발시키는데 충분한 조건이다. 따라서 본 연구에서는 초음파에서 발생하는 극한의 국소적인 합성 환경 조건을 이용한 초음파 합성법을 이용하여 텅스텐 산화물 도핑 이산화티타늄 나노소재에 대한 특성분석을 수행하였다.

2. 자료 및 방법

Ammonium metatungstate hydrate를 텅스텐 산화물(1.0 wt%)의 전구물질로 사용하였으며 TiO₂의 전구물질은 titanium(IV) isopropoxide를 사용하여 초음파기를 이용하여 초음파 강도별 (11.6, 20.3, 29.0, 37.7 그리고 49.3 μm)에 따라 나노입자가 합성되었다. 합성된 소재에 대한 특성분석을 위하여 X-ray diffraction spectrometer, 그리고 BET surface area analyzer를 이용하여 특성을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1. Characterization of WO₃ doping TiO₂ prepared by different amplitudes

Amplitude (μm)	SBET (m^2/g)	Pore volume (cm^3/g)	Crystalline size of anatase (nm)	Anatase : rutile : brookite (%)
11.6	85.6	0.29	16.7	80 : 0 : 20
20.3	88.4	0.28	16.2	80 : 0 : 20
29.0	93.1	0.26	15.3	80 : 0 : 20
37.7	86.9	0.28	16.4	80 : 0 : 20
49.3	80.9	0.24	17.7	80 : 0 : 20

본 연구는 초음파 강도별 합성된 나노소재의 특성을 분석하기 위해 수행하였다. 그 결과 초음파 강도가 증가가 할수록 나노소재의 비표면적이 증가하였지만 37.7 μm 강도에서 합성된 소재의 비표면적이 점차 감소하는 것을 확인 할 수 있다. 또한 아나타제 결정체의 크기 또한 점차적으로 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났다. 이는 초음파 강도가 나노소재 크기를 결정하는데 있어 중요한 영향을 끼치는 것으로 판단되며 이러한 결과는 US-tip 타입의 초음파기를 이용하여 순수 TiO₂를 합성한 Neppolian et al.(2008)의 연구와 유사한 양상으로 나타나는 것으로 확인되었다. 하지만, 본 연구에서는 초음파 강도에 따른 아나타제, 루타일, 그리고 브루카이트 성분비에 대한 변화는 관찰되지 않았다.

종합적으로, 초음파 합성 과정에서 발생하는 극한의 환경적 요소(고온, 고압)들로 인하여 나노소재의 특성 즉, 비표면적, 입자크기, 공극부피 등을 제어할 수 있는 것으로 사료된다.

4. 참고문헌

Neppolian et al., 2008, Ultrasonic-assisted sol-gel method of preparation of TiO₂ nano-particles: Characterization, properties and 4-chlorophenol removal application, Ultrasonics Sonochemistry, 15, 649-658.

감사의 글

본 연구는 연구재단-기초연구사업-신진연구사업에 의하여 연구 되었습니다(NRF-2017R1C1B2002709).