

## 에어로졸 증착 방법으로 제작된 수처리용 광촉매 TiO<sub>2</sub> 멤브레인

최병규, 정종태\*, 김종오\*, 최원열  
강릉대학교 금속재료공학과, 강릉대학교 토목공학과\*

### Photocatalytic TiO<sub>2</sub> Membrane for Water Treatment fabricated by Aerosol Deposition Method

Byung-Kyu Choi, Jong-Tae Jung\*, Jong-Oh Kim\*, Won-Youl Choi  
Dept. of Metal and Materials Engineering, Kangnung National University  
\*Dept. of Civil Engineering, Kangnung National University

**Abstract :** 본 논문은 광 활성도가 가장 좋은 아나타제(anatase) 상의 광촉매 TiO<sub>2</sub> 분말을 상온에서 aerosol deposition 법을 사용하여 박막을 제조하였다. 이런 제조 방법은 aerosol 분말을 초음속으로 분사하여 기판에 증착시키는 방법으로, 저온에서 박막 증착이 가능하여 thermal stress를 줄일 수 있고, 공정 단가를 낮출 수 있다는 장점이 있다. 박막 제조시 aerosol bath의 압력은 500 torr이고, chamber의 압력은 0.4 torr였다. 이런 압력차는 0.4mm×10mm의 크기의 노즐을 통해 TiO<sub>2</sub> 나노 분말을 초음속으로 가속하여 기판에 증착시켰다. 박막 제조를 위해 사용한 기판은 수질정화에 응용하기 위해 직경 50mm인 원판 SUS 멤브레인을 사용하였다. SUS 멤브레인 위에 증착되어 있는 TiO<sub>2</sub> 박막의 입자 크기와 조성을 알아보기 위해 주사 현미경 (SEM) 및 EDX 분석을 하였고, 1 $\mu$ m 정도의 입자 크기와 수처리 후에도 표면에 증착 되어진 anatase 상의 TiO<sub>2</sub> 박막을 확인할 수 있었다.

**Key Words :** TiO<sub>2</sub> powder, aerosol deposition method, photocatalytic reaction, water treatment.

### 1. 서 론

오늘날 문명이 발달하고 환경오염이 대두되면서 인체에는 무해하면서 해로운 유해물질들만을 정화 시켜줄 수 있는 물질을 찾게 되었고, 그 결과 TiO<sub>2</sub> 분말이 무해하면서 환경오염 물질들을 분해하는 성질을 가지고 있다는 것을 발견하게 되었고, 특히 아나타제(anatase), 루틸(rutile), 브록카이트(brookite) 상을 가지며 그 중에서 아나타제 상이 가장 광 활성도가 좋아 아나타제 상의 분말을 이용한 연구가 많이 진행되어지고 있다[1-5]. 그 중의 하나인 aerosol deposition 법을 이용하여 박막 제조 방법으로서 실험을 실행하였다. 이 aerosol deposition 법은 금속 재료의 증착에 많이 사용되어졌던 cold spray 법을 산화물에 응용한 것으로, 최근 일본의 산업기술 종합 연구소를 비롯해 여러 연구자들에 의해 연구가 시작되고 있는 박막 증착 방법이다[6-8]. 이러한 박막 증착 기술은 미립자의 충돌 및 부착 현상을 이용한 방법으로, 오래전부터 흥미를 갖고 전계에 의한 입자 가속이나 가스 전송에 의한 입자 가속을 이용한 증착 방법으로 연구되어 왔지만, 메커니즘은 충분히 규명되어 있지 않다[8].

본 연구에서는 고온 소결에 따른 thermal stress에 의한 문제점을 해결하고, 공정 단가를 감소시키고자, 새로운 박막 증착법인 저온 aerosol deposition 방법을 이용하여 최초로 SUS 멤브레인 기판에 TiO<sub>2</sub> 박막을 제조하였다. 이런 TiO<sub>2</sub> 박막은 수처리용 필터로의 활용성이 기대된다. 특성 개선의 연구를 하였다.

### 2. 실험

저온 에어로졸 분사 성형 방법은 고온 소결이 불필요하게 되어 열팽창계수 차이에 의한 SUS 멤브레인과 TiO<sub>2</sub> 박막간의 균열발생을 억제할 뿐 아니라, 초음속의 속도로 TiO<sub>2</sub>분말이 기판에 증착됨으로써 결합력을 크게 향상시킬 수 있다. 그림 1은 TiO<sub>2</sub> 박막을 증착하기 위해 사용한 에어로졸 증착 장비의 개략도이며, 증착시, aerosol bath의 압력은 500Torr 이고, chamber의 압력은 0.4 Torr, 사용한 노즐의 사이즈는 0.4x10mm<sup>2</sup>이다. Bath와 chamber와의 압력차로 인하여 노즐을 통하여 분사되어지는 TiO<sub>2</sub> 나노 분말의 속력은 초음속에 달하며, 충돌시의 광촉매 TiO<sub>2</sub> 분말의 운동에너지는 박막 형성을 위한 열에너지로 전환되어 원료 입자를 소성 성형시켜, 우수한 특성을 지닌 박막을 상온에서도 얻을 수 있다.

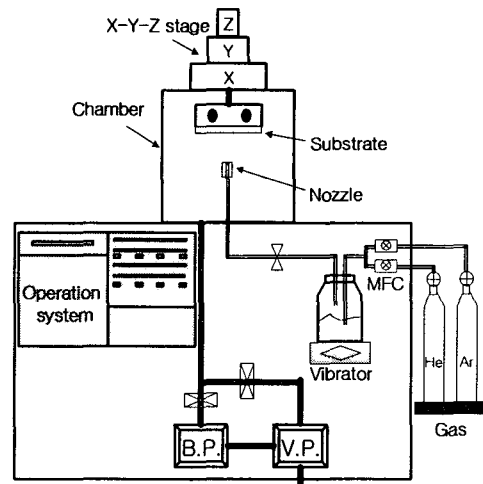


그림 1. Aerosol Deposition 증착 장비의 개략도

### 3. 결과 및 고찰

그림 2 (a)는 지름 5cm의 원형 SUS 멤브레인 위에 형성된 TiO<sub>2</sub> 박막을 보여주고 있으며, 균일하게 TiO<sub>2</sub> 박막이 형성됨을 알 수 있다. 그림 2(b)는 초음파 세척 후에 SUS 멤브레인에 고정화된 TiO<sub>2</sub> 박막의 표면사진으로 1 $\mu$ m 정도의 입자 크기를 보여주고 있다.

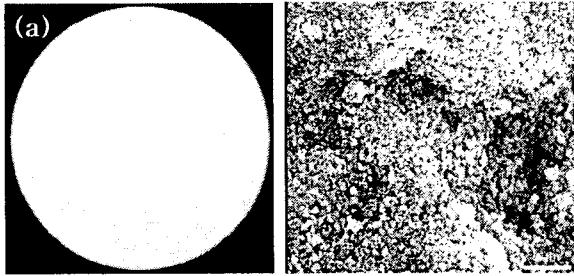


그림 2. SUS 멤브레인 위에 증착된 TiO<sub>2</sub> 박막의 광학현미경 사진, (b) 초음파 세척후 TiO<sub>2</sub> 박막의 전자현미경 사진 사진

그림 2(b)에서 보는 바와 같이 수처리 과정과 비교시 더 가혹한 실험조건인 두 번의 초음파 세척 후에도 SUS 멤브레인 기판 위에 TiO<sub>2</sub> 막이 계속 유지되고 있음을 확인할 수 있었으며, TiO<sub>2</sub> 박막의 조성과 상(phase)를 관찰하고자, EDX (Energy Dispersive X-ray analyser) 분석 및 XRD (X-ray diffraction) 분석을 하였다. 그림 3은 XRD 및 EDX 분석 결과를 보여주고 있으며, TiO<sub>2</sub> 박막이 광촉매 반응이 가장 우수한 anatase상을 형성하고 있으며, 초음파 세척 후에도 SUS 멤브레인에 잘 고정화 되어 있음을 확인할 수 있다.

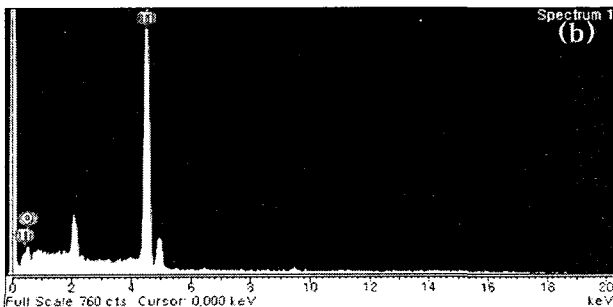
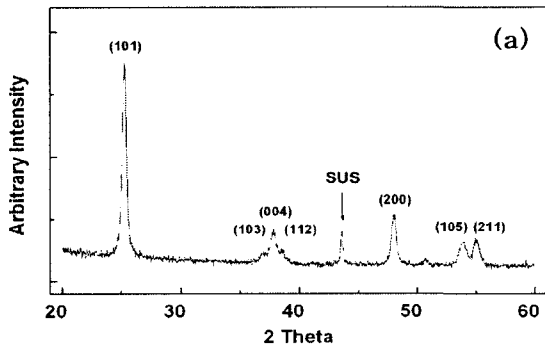


그림 3. 초음파 세척 후 SUS 멤브레인 위에 증착된 TiO<sub>2</sub> 박막의 XRD 분석 결과, (b) EDX 분석 결과

### 4. 결론

본 연구에서는 TiO<sub>2</sub> 분말을 사용하여 aerosol deposition 방법으로 SUS 멤브레인 위에 anatase 상 TiO<sub>2</sub> 박막을 증착시켰으며, 이를 이용한 수처리용 필터에 응용하고자, 가혹한 실험조건인 초음파 세척후에 TiO<sub>2</sub> 박막의 박리현상을 관찰한 결과, TiO<sub>2</sub> 박막이 잘 고정화 되어 있음을 확인할 수 있었다. 이런 결과는 광촉매 TiO<sub>2</sub> 멤브레인을 이용한 수처리 필터 제작에 매우 유용한 결과이다.

### 감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역혁신 인력양성 사업에 의해 지원되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고 문헌

- [1] Z. Zou, J. Ye, K. Sayama, and H. Arakawa, "Direct splitting of water under visible light irradiation with an oxide semiconductor photocatalyst" *Nature*, Vol. 414, No. 6864, p. 625, 2001.
- [2] L. Zhang, T. Kanki, N. Sano, and A. Toyoda, "Development of TiO<sub>2</sub> photocatalyst reaction for water purification" *Separation and Purification Tech.*, Vol. 31, p. 105, 2003.
- [3] J. Kim, K. Song, O. Wilhelm, and S. Pratsinis, "Soi-Gel synthesis and spray granulation of porous titanin powder" *Chemie Ingenieur Techik*, Vol. 73, No. 5, p. 461, 2000.
- [4] H. Liu, H. Ma, X. Li, M. Wu, and X. Bao, "The enhancement of TiO<sub>2</sub> photocatalytic activity .by hydrogen thermal treatment", *Chemosphere*, Vol. 50, p. 39, 2003.
- [5] K. Jung and S. Pack, "Photoactivity of SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> and ZrO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> mixed oxides prepared by sol-gel method", *Materials Letters*, Vol. 58, p. 2897, 2004.
- [6] J. Akedo and M. Lebedev, "Powder preparation in aerosol deposition method for lead zirconate titanate thick films" *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 41, p. 6980, 2002.
- [7] M. Nakada, K. Ohashi, M. Lebebev, and J. Akedo, "Electro-optical properties of (Pb,La)(Zr,Ti)O<sub>3</sub> films prepared by aerosol deposition method", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 42, p. 5960, 2003.
- [8] M. Ichiki, J. Akedo, A. Schroth, R. Maeda, and Y. Ishikawa, "X-ray diffraction and scanning electron microscopy observation of lead zirconate titanate thick film formed by gas deposition method", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 36, p. 5815, 1997.