

Preparation and Characterization of TiO₂ Nanopowders Coated with Divalent Oxides

Hoon Park^{#,*}, Hyunseock Jie[#], Hyunsung Jung[#], Jae-Pyoung Ahn[#],
Dok-Yol Lee^{*}, and Jong-Ku Park[#]

[#] Nano-materials research center, Korea Institute of Science and Technology,
P. O. Box 131, Cheongryang, Seoul 130-650, Korea

^{*} Dept. of Materials Eng., Korea University, Anam, Seongbuk-gu, Seoul, Korea

환경문제에 대한 관심이 집중되면서 광촉매를 이용한 휘발성 유기화합물 (VOCs : Volatile Organic Compounds)의 분해에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 광촉매는 태양광을 그대로 이용할 수 있어 매우 주목되는 연구분야이며 TiO₂는 넓은 밴드갭을 가지는 산화물 반도체 물질의 하나로서 VOC와 같은 오염물을 제거하는데 필요한 가장 주목받는 광촉매 소재이다[1].

TiO₂의 광반응성을 증가시키기 위하여 많은 연구들이 진행되어 왔는데 크기를 줄여서 비표면적을 증가시키는 방법과 전이금속이나 귀금속을 도핑하여 밴드갭을 조절하거나 전자-정공의 재결합속도를 줄이는 방법, 표면의 산성점을 제어하는 방법 등이 연구되고 있다[2-3]. TiO₂의 크기를 줄여 비표면적을 최대화하는 방법은 광반응성에 대한 응답율을 좋게 할 수 있다. TiO₂ 나노분말의 표면을 변화시키는 방법은 두 가지로 원자적 관점인 미시적 제어와 본 연구에서 사용된 IIA족의 금속이나 전이금속을 표면에 코팅하는 방법과 같은 거시적인 제어가 있을 수 있다. 최근 Bandara등은 MgO가 코팅된 TiO₂를 이용한 2-chlorophenol 및 4-aminobenzoic acid의 분해실험을 통해 2가 코팅산화물이 더 좋은 광촉매 분해특성을 나타냄을 보고하였다[4].

본 연구에서는 먼저 잘 정제된 물(75-80°C)을 강하게 교반시키면서 광촉매로 잘 알려진 데구사(Degussa)의 P-25 TiO₂ 나노분말과 NaOH를 첨가하여 pH를 10.5에 맞추었다. 2가의 가전자를 가지는 Ca, Mg, Sr, Co, Ni, Cu의 질산염(nitrate)을 3wt% 첨가하여 12시간 동안 교반하였다. 교반이 끝난 후 물로 분말을 10회 세척하고 약 60°C의 진공오븐에서 건조를 완료한 후 500°C, 2h의 조건에서 하소하였다. 하소한 분말은 XRD, TEM, FT-IR, UV/Vis, Emission을 이용하여 분석하였다.

그림 1은 각 성분의 산화물을 코팅한 후의 UV/Vis 흡수 스펙트럼이다. P-25는 Tauc 공식에 의한 외삽법에 의하면 약 3.1eV 정도의 밴드갭을 나타내었다. Cr, Ni, Co를 코팅한 경우 청색영역으로 흡수스펙트럼이 약 10-20nm 정도 이동한 것을 알 수 있고 가시광영역인 >420nm 에서 흡수대가 존재하는 것을 확인하였다. UV 영역에서는 Mg, Sr, Ca의 흡수스펙트럼의 모양은 위로 볼록한 형태로 떨어지는 반면 Cr, Ni, Co의 경우 아래로 볼록한 형태로 서로 다른 모양을 지니고 있었다.

그림 2는 300nm로 여기시켰을 때 나타난 발광 스펙트럼이다. Sr, Mg, Ca의 경우 약 330nm 정도에서 발광피크가 관찰되었으나 Cr, Ni, Co의 경우 발광피크가 관찰되지 않았다. 330nm에서 발광피크가 나타나지 않은 Cr, Ni, Co의 경우 각각의 산화물층이 전자-정공의 재결합을 막는 역할을 한 것으로 보인다. 또한 350nm-500nm 녹색영역에서는 Mg, Sr, Ca의 발광피크가 넓게 나타났다.

2가의 산화물을 코팅한 실험은 Mg와 Zn를 이용한 실험[4-5]이 있지만 표면 코팅층이 광촉매특성에 미치는 영향에 대한 보고는 거의 없다. 광촉매특성을 높게 발현하는데 있어 코팅된 2가의 산화물의 역할은 다음과 같이 3가지 가능성을 제시할 수 있다. 즉 TiO₂/MO 사이의 이종접합 계면에서의 MO 밴드가 TiO₂의 전도대 밑에 존재하여 전도가 일어날 가능성과 표면까지 확산된 전자를 MO 층의 양이온이 계속 당기고 있어서 재결합을 막아줄 가능성, 코팅된 MO의 표면에 존재는 결함이 여기 전자를 붙잡아 재결합을 억제하는 경우이다.

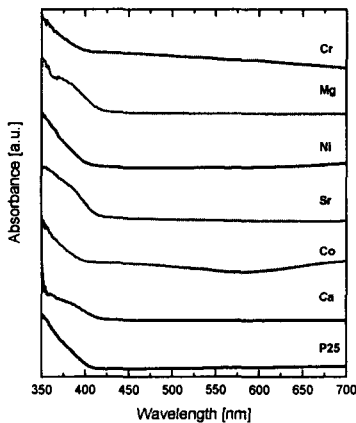


Fig. 1. UV/Vis spectra of TiO₂ nanopowders coated with divalent oxides.

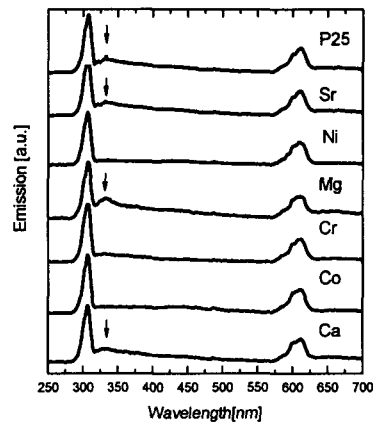


Fig. 2. Fluorescence emission spectra of TiO₂ nanopowders coated with divalent oxides.

참 고 문 헌

- [1] M. R. Hoffmann et. al., *Chem. Rev.* 95 (1995) 69.
- [2] Amy L. Linsebigler et. al., *Chem. Rev.* 85 (1995) 735.
- [3] J.S.J. Hargeaves et. al., *J. Catal.* 135 (1992) 576.
- [4] J. Bandara et. al., *Appl. Catal B: Environ.* 50 (2004) 83.
- [5] Ji-Chuan Xu et. al., *J. Mole. Catal. A: Chem* 219[2] (2004) 351.