

PE4) PtIr/TiO₂ 촉매상에서 휘발성유기화합물의 산화특성 Oxidation Characterization of VOCs over PtIr/TiO₂ Catalyst

김 문 찬 · 신 진 실
청주대학교 이공대학 환경학부

1. 서 론

휘발성 유기화합물(Volatile organic compounds:VOCs)은 최근 오존 등 광화학옥시던트로 인한 대기 오염과 공단지역에서의 건강피해 등이 가시화됨에 따라 대기오염물질로서 관심이 증대되고 있다. 휘발성유기화합물이란 탄화수소화합물을 총칭하며 대기중의 질소산화물(NOx) 및 다른 화합물과의 광화학반응(photochemical reaction)을 통해 광화학 스모그의 원인이 되는 오존(O₃)을 발생시키며 호흡기로 들어가면 중추신경 등 주요 기관의 장애를 일으킬 수 있는 위험물질이다. VOCs는 종류가 무수히 많고 다양하여 여러 형태로 환경에 영향을 미친다. 특히 일부 VOCs는 자체로서 유해할 수 있고 악취의 원인물질로서 주로 지역적인 오염물질로 다루어져 왔으나 오존형성의 광역성과 제품에 함유된 VOCs로 인한 피해가 무역을 통해 다른 나라에도 영향을 초래할 수 있어 장거리 월경오염 물질로서 국제문제가 되고 있다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 반응물질로 Xylene, Toluene, MEK를 산화시키기 위하여 황화물과 수분에 우수한 내피독성을 갖는 TiO₂ 담체에 Pt, Ir, Pt-Ir을 담지시켜 산화특성을 알아보고자 하였다. VOCs의 산화반응을 위해서 TiO₂에 Pt, Ir을 담지한 촉매를 제조하여 반응실험을 하였다. 촉매를 제조하기 위해서 사용한 원료는 hexachloroplatinic acid(H₂PtCl₆, Aldrich), iridium chloride(IrCl₃·xH₂O, Aldrich)를 사용하였다. 제조된 촉매의 결정 구조 및 조성을 분석하기 위해서 XRD(X-raydiffraction) 분석을 행하였다.

또한 제조된 Pt와 Ir의 bimetal 촉매의 표면 조성 및 산화상태와 Ir 첨가에 따른 금속상의 전자밀도 변화, 반응 전후의 전자밀도 변화를 알아보기 위해서 XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy) 분석을 행하였다.

TEM(Transmission Electron Microscopy)은 전자총으로부터 방출된 전자가 시료를 통과하는 동안 시료와의 상호작용에 의한 회절 및 탄성 그리고 비탄성충돌 등의 상호작용을 하게 된다. 전자의 투과는 constant를 형성하게 되어 시료의 형상을 영상으로 나타나게 된다. TEM은 이러한 원리를 이용한 분석 기기로 반응전과 반응후의 촉매의 형태상의 변화와 전자밀도를 관찰하기 위해서 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1~2는 촉매의 온도에 따른 전환율을 나타내었는데 그림 1을 보면 Xylene의 경우 2Pt0.5Ir/TiO₂ 촉매가 완전산화반응에 대하여 가장 높은 촉매 활성을 나타내었으며, 270°C에서 약 99% 정도의 촉매활성을 나타내었다. 그림 2에 나타난 결과에 의하면 MEK에서는 2Pt0.5Ir/TiO₂ 촉매가 활성이 가장 높게 나타났다.

그림 3에서는 Pt 촉매, Ir 촉매, Pt-Ir 촉매에 대하여 결정구조의 특성을 각각 XRD 분석을 통해서 알아보았다.

또한 본 연구에서는 TiO₂ 표면에서의 Pt, Ir 산화상태를 파악하는 것이 중요하므로 이를 위해서 XPS 분석을 행하였으며, 이를 바탕으로 반응의 conversion 및 촉매의 stability 등을 연관시켜 규명하려 하였다. 그림 4는 Pt, Ir 촉매의 반응 전후의 XPS peak deconvolution 결과를 나타낸 것이다. XPS 분석 결과와 비교해 볼 때 Pt monometal 형태의 촉매보다는 Pt-Ir 형태의 bimetal 촉매가 Pt metal이 잘 유지되어 좋은

결과를 가져온다고 할 수 있다.

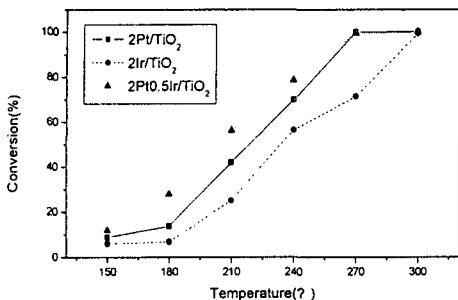


Fig. 1. Effect of temperature on conversion of xylene.

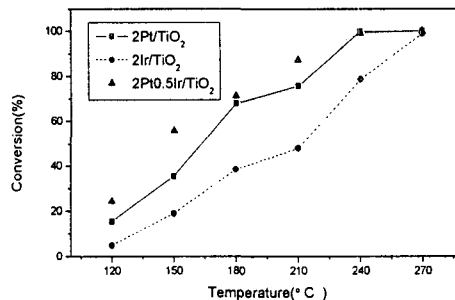


Fig. 2. Effect of temperature on conversion of MEK.

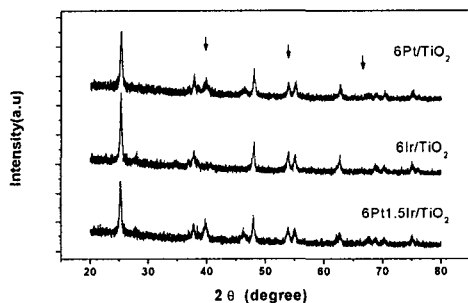


Fig. 3. XRD spectras of the aged catalysts, (↓) Pt metal.

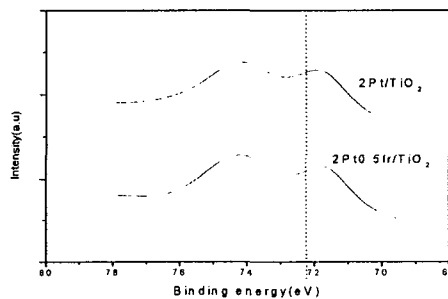


Fig. 4. XPS spectra of Pt 4f from the fresh catalysts.

참고 문헌

- Panagiotis Papaefthimiou, Theophilos Ioannides, Xenophon E. Verykios (1997) "Combustion of non-halogenated volatile organic compound over group VIII metal catalysts", *Appl. Catal. B*, 175-184
- J.C. Yang, Y.C. Kim, Y.G. Shul, C.H. Shin, T.K. Lee (1997) "Characterization of photoreduced Pt/TiO₂ and decomposition of dichloroacetic acid over photoreduced Pt/TiO₂ catalysts", *App. surface science*, 525-529
- K.D. Schierbaum, S. Fischer, M.C. Torquemada, J.L. de Segovia, E. Roman, J.A. Martin-Gago (1996) "The interaction of Pt with TiO₂(110) surface: a comparative XPS, UPS, ISS, and ESD study", *surf. science*, 261-273
- Jeffrey Chi-Sheng Wu, Zhi-An Lin, Feng-Ming Tsai, Jen-Wei Pan (2000) "Low-temperature complete oxidation of BTX on Pt/activated carbon catalysts", *Cat. Today*, 419-426.