

PS45(CT24) 광촉매 반응기의 효율측정 연구

Study on the Efficiency of Photo-Catalysis Reactor

박종숙 · 이진홍 · 김진석¹⁾ · 오상협¹⁾ · 김동현²⁾

충남대학교 환경공학과, ¹⁾한국표준과학연구원 물질량표준부, ²⁾(주)웹론

1. 서 론

최근 대기 환경오염이 심각한 문제로 부각됨에 따라 독성 유기물질 분해 및 제독에 반도체 광촉매를 이용한 광산화기술(Advanced Oxidation Process, AOP)을 적용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 1972년 Fujishima와 Honda가 전압을 걸어준 TiO_2 단결정 전극상에 자외선을 쬐이면 물이 수소와 산소로 광분해되는 것을 발견한 이후 불균일 광촉매반응(Heterogeneous Photocatalysis)에 관한 연구가 시작되었다. 광촉매 반도체로 사용되는 물질로는 TiO_2 , CdS, ZnS, ZnO, ZnS · CdS, Fe_2O_3 , TiO_2/Pt 및 TiO_2/Rn 등이 있다. 본 연구에서는 TiO_2 를 이용한 광촉매반응을 연구하였으며, 대기 분위기에서 시료의 유량, UV lamp의 파장 및 반응기의 형태 등을 변화시켜 propylene 가스의 광촉매반응의 최적조건을 구하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서 사용한 시료가스는 propylene(514 ppm / air balance)이며, MFC(Mass Flow Controller)를 이용해 시료가스의 유량을 조절하였다. 광촉매 반응기는 TiO_2 가 코팅된 tube 속에 UV lamp를 삽입하는 방식을 사용하였고, 반응기의 outlet을 질량분석기의 inlet 시스템으로 연결하여 on-line으로 정량할 수 있도록 그림 1과 같이 제작하였다.

광촉매 반응기는 관형과 충전형으로 제작하였다. 관형 반응기는 직경이 40 mm이고 두께가 1 mm인 pyrex관 외벽에 TiO_2 를 0회, 1회, 2회, 3회 및 4회 코팅한 것과 같은 크기의 석영관 외벽에 0회와 3회 코팅한 것을 준비하였다. 충전형 반응기에서는 직경과 길이가 각각 5 mm인 borosilicate 재질의 Raschig ring에 TiO_2 를 3회 코팅하여 관형 반응기에 충전하여 사용하였다. 그리고 UV lamp는 파장이 254 nm와 365 nm인 것을 사용하였으며, 각 실험은 thermocouple과 timer를 이용하여 일정한 온도에서 측정하였다.

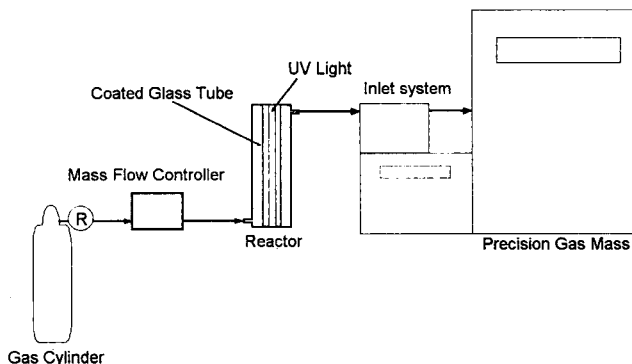


Fig. 1. The diagram of photo-catalysis reactor and detector system.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 TiO₂ 코팅횟수, 반응기의 형태, UV lamp의 파장 및 시료의 유량에 따른 propylene 가스의 농도변화를 나타낸 것이다. X축은 반응기로 유입된 시료의 유량이고, Y축은 propylene과 CO₂ 가스의 농도이다. 시료의 유량을 100 l/min로 일정하게 하고 각 조건을 변화하여 propylene과 CO₂ 가스의 농도변화를 관찰하였다. propylene 가스의 초기농도는 514 ppm이었다.

관형 반응기의 실험결과에서는 시료의 유량이 작을수록, 코팅횟수가 많을수록, 그리고 pyrex관 보다는 석영관을 TiO₂의 지지체로 사용하면 더 높은 분해효율을 나타내는 것을 알 수 있었다. 또 충전형 반응기에서는 넓은 표면적으로 인하여 분해효율이 높은 것을 알 수 있었다.

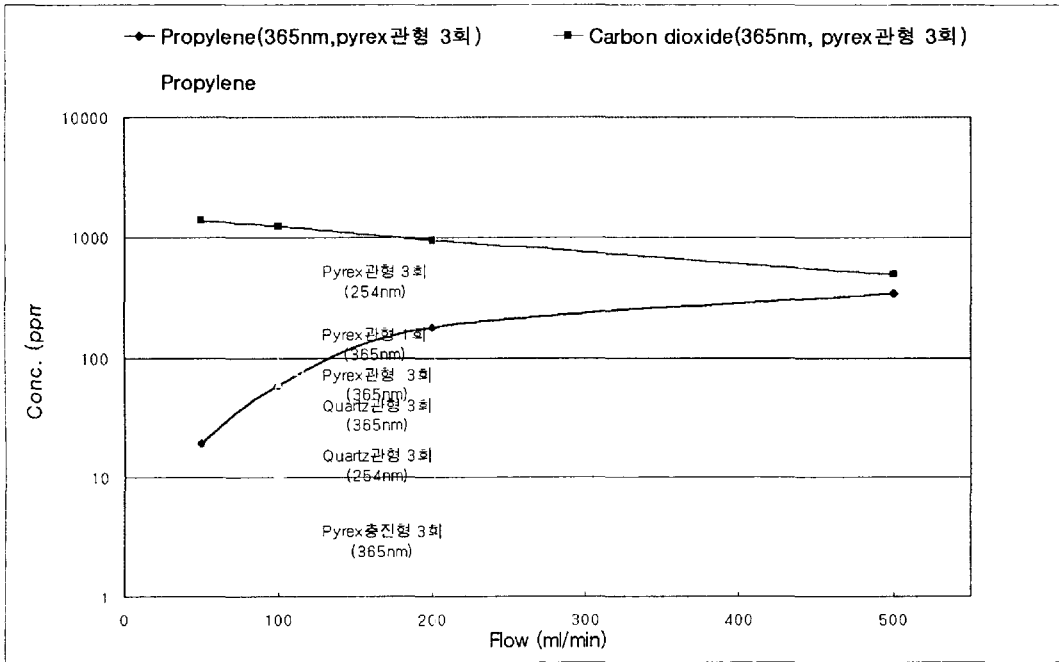
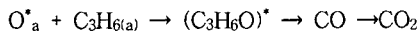


Fig. 2. Changes of C₃H₆, CO₂ concentration on the test conditions.

Propylene 가스의 분해물인 CO₂의 농도는 propylene의 농도와 반비례하였고 다음과 같은 분해 반응식이 추정된다. 여기서 산소는 balance 가스에서 공급된다.



위의 결과를 ethylene, butane, acetylene, benzene, toluene, xylene, propane 및 pentane 등 여러 가지 가스에 적용해 보기로 하였다. 이상의 결과로부터 TiO₂를 이용한 광촉매반응이 산업체의 각 공정에서 발생하는 유기가스나 반도체가스를 분해하는데 유용하게 사용될 수 있음을 알 수 있었다.

참고 문헌

안경일 (1997) 「TiO₂ 광촉매에 의한 지방족 알코올과 니트로아렌과의 광촉매 반응」, 충남대학교 대학원 박사학위 논문

Fujishima, A.; Honda, K. (1993) Nature, 238, 37-38.

Hoffmann, M.R.; Martin, S.T.; Choi W.; Bahnemann D.W. (1995) Chem. Rev., 95, 69-96.

Park, D.R.; Zhang, J.; Ikeue, K.; Yamashita, H.; Anpo, M. (1999) Journal of Catalysis, 185, 114-119.