

TiO₂ 광촉매의 광전도도와 광반응 효율의 상관 관계 연구

Study of Correlation between TiO₂ Photoconductivity and Photoreactivity

창원대학교 이순일, 송태권, 김명호

서울대학교 유한일

포항공대 최원용

TiO₂의 광전도와 광반응성은 산화물의 결정상, 입자크기, 비표면적, 내부점결함의 종류와 농도(비화학양론성의 정도), 산화물의 표면화학적 특성 등에 복합적으로 영향을 받는 것으로 알려져 있다. TiO₂ 광촉매의 폭넓은 응용성 때문에 TiO₂ 광촉매에 대한 연구는 다양한 학문분야에서 활발히 진행되어 왔으나, TiO₂의 광전도와 광화학 반응간에 영향을 미치는 여러 인자들을 규격화하는 연구는 거의 이루어지지 못했다. 반도체 격자 내에서 전하쌍의 재결합은 ns- μ s 시간 영역에서 매우 빠르게 진행되나 연속적인 빛의 조사 조건하에서 전하쌍의 농도는 정상상태에 도달하여 반도체는 일정한 광전도성을 유지한다. 한편, 반도체의 광반응성은 계면으로 이동한 전하쌍의 전이에 의해서 야기되는 산화·환원 반응을 의미하며 격자내 전하쌍의 농도 및 이동도(mobility)에 크게 영향을 받는다. 따라서 광전도도와 광반응성은 모두 반도체 격자내의 전하쌍에 기인하므로 서로 밀접히 연관된다. 본 연구에서는 시료의 합성 및 산화/환원 열처리 방법(내부의 격자결함 농도변화), TiO₂ 입자의 결정상(anatase와 rutile상) 등에 따른 TiO₂의 광전도도와 광반응성에 미치는 영향을 체계적으로 연구하고자 했다.

Glass 위에 Sol-Gel법을 이용한 spin-coating으로 제작된 시편은 500~600°C에서 산화/환원 열처리 하여 anatase 상을 형성 시켰고, 일반적인 TiO₂ bulk는 1400°C에서 10시간동안 각각 산화/환원 열처리를 하여 rutile 상을 만들었다. 제조된 시편에 전극을 바르고 6개의 단자를 통해 순수한 광자에 의한 광전도도를 측정하였다. 광원은 254nm, 40W UV lamp가 사용되었고, 전도도는 HP34420A를 통한 4탐침법으로 측정되었다.

광전도도는 환원 열처리한 시편에서 산화 열처리한 시편보다 더 높게 나타났다. 이는 band gap보다 큰 에너지의 빛을 조사하면 가전자대(valance band)에서 전도대(conduction band)로의 전자의 천이에 의해 이동 가능한 전자-정공 쌍(electron-hole pair)이 환원처리된 경우에 형성되는 결함에 의해 더 많이 형성되어 이러한 전자, 정공 생성의 직접적인 결과로 전하운반자의 증가에 따른 전기전도도 증가로 나타나게 된다. 이러한 현상은 고온에서의 전기전도도 측정에서도 유사하게 나타났다. 즉, 낮은 산소분압에서의 내부결함과 높은 산소분압에서의 내부결함의 차이에 의한 것으로 보여진다. 광반응성도 광전도와 마찬가지로 환원된 시편에서 다소 양호한 것으로 볼 때, 광전도와 광반응성은 같은 인자에 의한 것으로 제안할 수 있을 것이다.