



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0014426
(43) 공개일자 2011년02월11일

(51) Int. Cl.

B01J 21/06 (2006.01) B01J 37/04 (2006.01)

B01J 37/08 (2006.01) B01J 37/22 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0072089

(22) 출원일자 2009년08월05일

심사청구일자 2009년08월05일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교

(72) 발명자

이영석

대전광역시 유성구 전민동 464-1 엑스포 아파트
503동 1101호

김민일

경북 구미시 원평2동 19-3

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이동희

전체 청구항 수 : 총 11 항

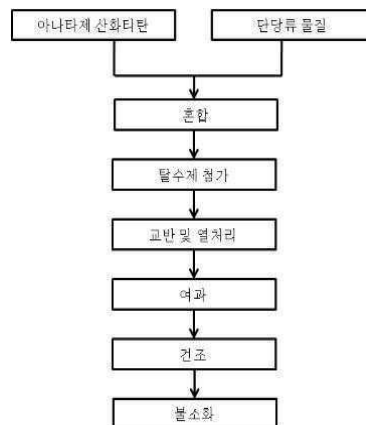
(54) 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 아나타제 산화티탄에 탄소와 불소를 도핑함으로서 가시광선 영역에서 우수한 광분해능을 발휘할 수 있는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법은, (1) 아나타제 산화티탄에 단당류 물질을 혼합하는 단계; (2) 상기 '단계 (1)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물에 탈수제를 첨가하는 단계; (3) 상기 '단계 (2)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물을 가열하여 탈수반응을 시키는 단계; (4) 상기 '단계 (3)'의 과정을 통하여 얻어진 물질에 포함되어 있는 불순물을 제거하기 위하여 물로 여과하는 단계; (5) 상기 '단계 (4)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 건조하는 단계; 및 (6) 상기 '단계 (5)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 불소 처리하는 단계를 포함하여 이루어진다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김상진

경북 구미시 송정동 497-13번지

윤석민

대전광역시 대덕구 석봉동 원창등마루 apt 1동 50
9호

특허청구의 범위

청구항 1

- (1) 아나타제 산화티탄에 단당류 물질을 혼합하는 단계;
- (2) 상기 '단계 (1)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물에 탈수제를 첨가하는 단계;
- (3) 상기 '단계 (2)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물을 가열하여 탈수반응을 시키는 단계;
- (4) 상기 '단계 (3)'의 과정을 통하여 얻어진 물질에 포함되어 있는 불순물을 제거하기 위하여 물로 여과하는 단계;
- (5) 상기 '단계 (4)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 건조하는 단계; 및
- (6) 상기 '단계 (5)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 불소 처리하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 '단계 (1)'의 아나타제 산화티탄에 단당류 물질을 혼합하는 과정에서의 혼합비는 아나타제 산화티탄 100중량부를 기준으로 단당류 1 내지 100 중량부인 것을 특징으로 하는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법.

청구항 3

제1항 내지 제2항의 어느 한 항에 있어서,

상기 단당류 물질은 글리코우즈, 과당, 글리코알데히드, 리보우즈, 갈락토우즈 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 것임을 특징으로 하는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 '단계 (2)'의 상기 '단계 (1)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물에 탈수제를 첨가하는 과정에서의 혼합비는 상기 혼합물 100 중량부를 기준으로 탈수제 10 내지 50 중량부인 것을 특징으로 하는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법.

청구항 5

제1항 또는 제4항의 어느 한 항에 있어서,

상기 탈수제는 황산, 아세트산무수물, 프탈산무수물, 말레산무수물 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 것임을 특징으로 하는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 '단계 (3)'의 상기 '단계 (2)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물을 가열하여 탈수반응을 시키는 과정은 70 내지 200℃의 온도에서 1 내지 4 시간 동안 이루어지는 것을 특징으로 하는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄

광촉매의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 '단계 (5)'의 상기 '단계 (4)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 건조하는 과정은 100 내지 200℃의 온도에서 1 내지 4 시간 동안 이루어지는 것을 특징으로 하는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 '단계 (6)'의 상기 '단계 (5)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 불소 처리하는 과정은 상온에서 불소와 비활성 가스의 혼합가스를 사용하여 이루어지며,

상기 불소와 비활성 가스의 혼합비율은 10 내지 20 : 90 내지 80 vol%인 것을 특징으로 하는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 불소와 비활성 가스의 혼합가스의 압력은 0.1 내지 5 기압인 것을 특징으로 하는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 비활성 가스는 질소, 아르곤, 헬륨 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 것임을 특징으로 하는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법.

청구항 11

제1항의 방법에 의하여 제조되는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 아나타제 산화티탄에 탄소와 불소를 도핑함으로써 가시광선 영역에서 우수한 광분해능을 발휘할 수 있는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광촉매란 가시광선이나 자외선 등의 빛이 조사되는 경우, 표면의 화학적 상태가 변화됨으로써 화학반응을 촉진시키는 촉매 기능을 하는 물질을 말한다. 빛이 광촉매의 표면에 조사되면 히드록시 라디칼, 슈퍼 옥사이드 음이온 등의 라디칼 물질이 생성되며, 이렇게 생성된 라디칼 물질은 여러 가지 유해물질의 제거, 살균, 멸균 등의

기능을 하게 된다.

[0003] 광촉매로 사용되는 대표적인 것은 산화티탄(TiO_2), 산화주석(SnO_2), 산화철(Fe_2O_3), 산화텅스텐(WO_3), 산화아연(ZnO), 황화카드뮴(CdS) 등이 있다. 이와 같은 많은 산화물이 광촉매로서 이용 가능하지만, 산화아연(ZnO)과 황화카드뮴(CdS)은 촉매 자체가 빛에 의해 분해되어 유해한 아연(Zn), 카드뮴(Cd) 이온을 발생하는 단점을 갖고 있고, 산화텅스텐(WO_3)은 특정 물질에 대해서만 광촉매로서의 효율이 우수하며, 산화주석(SnO_2)과 산화철(Fe_2O_3)은 광촉매로서의 효율면에서 문제점을 가지고 있다. 상기 언급한 물질중에서 산화티탄(TiO_2)은 빛을 받아도 변하지 않아 반영구적으로 사용이 가능하며, 모든 유기물을 산화시켜 이산화탄소와 물로 분해시킴으로서 광촉매로 가장 각광받고 있다.

[0004] 산화티탄(TiO_2)의 결정구조를 살펴보면 크게 루타일 구조와 아나타제 구조로 나눌수 있다. 상기 루타일 결정구조를 갖는 산화티탄은 고온에서 안정성을 보이며, 굴절율, 경도, 유전율 등이 좋아 산업용 페인트의 백색안료, 화장품, 식용첨가제 등으로 널리 사용되고 있다. 아나타제 결정구조를 갖는 산화티탄은 루타일 결정구조를 갖는 산화티탄에 비하여 보다 강한 산화 에너지를 가지며, 이러한 특성으로 인하여 광촉매로 사용하기 위하여는 아나타제 결정구조를 갖는 산화티탄이 보다 유리하며, 사용시 루타일 결정구조로의 전이가 적을수록 유리하다.

[0005] 아나타제 산화티탄(TiO_2)의 에너지 밴드 갭은 3.2eV 정도로 약 380nm의 파장 또는 이보다 짧은 파장을 갖는 자외선 영역에서 반응한다. 즉, 아나타제 산화티탄은 자외선 조건하에서만 광분해능을 발휘한다. 즉, 아나타제 산화티탄, 그 자체는 태양광선의 대부분을 차지하는 가시광선 영역에서 반응하지 않으며, 자외선 램프 등의 특수한 광원으로 자외선을 조사하여야만 광분해능을 발휘하게 된다. 따라서 태양광선의 대부분을 차지하는 가시광선 영역에서 반응할 수 있는 아나타제 산화티탄에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0006] 아나타제 산화티탄을 가시광선 영역에서 반응할 수 있도록 하는 대표적인 방법은 아나타제 산화티탄에 Ag, Fe, V, Pt와 같은 금속의 이온을 도핑하는 방법이다(일본 공개특허공보 1997-192496호, 2007-0083259호, 한국 공개특허공보 2002-0082633호). 그러나 상기와 같이 금속 이온을 도핑하였을 경우에는 빛에 의한 분해반응 및 전하 불균형으로 인해 여러 가지 결함이 발생하며, 그 성능 또한 충분하지 않다는 문제점을 가지고 있다. 또 다른 방법으로는, 아나타제 산화티탄에 C, N 등의 비금속 이온 또는 음이온(X)을 도핑하여 $\text{TiO}_2\text{-X}$ 형태로 만드는 것이다(일본 공개특허공보 1999-333302호, 2001-205103호, 2002-095976호, 2005-213123호). 이 경우에도 촉매 활성이 그다지 높지 않다는 문제점이 있으며, 특히 그 제조과정에서 전기로와 같은 고가의 장비가 필요하고, 또한 반응성을 우수하게 하기 위한 반응온도 및 제어조건이 까다로워 제조상에 많은 어려움이 있다.

[0007] 따라서 가시광선 영역에서 우수한 광분해능을 발휘하면서, 용이하게 제조할 수 있는 산화티탄의 제조 기술의 개발이 절실히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 아나타제 산화티탄의 밴드갭 에너지를 낮추어 가시광선 영역에서 우수한 광분해능을 발휘하며, 경제적으로 용이하게 제조할 수 있는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0009] 상술한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법을 제공하는데, 본 발명에 따른 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법은,

- [0010] (1) 아나타제 산화티탄에 단당류 물질을 혼합하는 단계;
- [0011] (2) 상기 '단계 (1)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물에 탈수제를 첨가하는 단계;
- [0012] (3) 상기 '단계 (2)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물을 가열하여 탈수반응을 시키는 단계;
- [0013] (4) 상기 '단계 (3)'의 과정을 통하여 얻어진 물질에 포함되어 있는 불순물을 제거하기 위하여 물로 여과하는

단계;

(5) 상기 '단계 (4)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 건조하는 단계; 및

(6) 상기 '단계 (5)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 불소 처리하는 단계를 포함하여 이루어진다.

상기 '단계 (1)'의 아나타제 산화티탄에 단당류 물질을 혼합하는 과정에서의 혼합비는 아나타제 산화티탄 100중량부를 기준으로 단당류 1 내지 100 중량부인 것이 바람직하다.

상기 단당류 물질은 글리코우즈, 과당, 글리코알데히드, 리보우즈, 갈락토우즈 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 것이 바람직하다.

상기 '단계 (2)'의 상기 '단계 (1)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물에 탈수제를 첨가하는 과정에서의 혼합비는 상기 혼합물 100 중량부를 기준으로 탈수제 10 내지 50 중량부인 것이 바람직하다.

상기 탈수제는 황산, 아세트산무수물, 프탈산무수물, 말레인산무수물 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 것이 바람직하다.

상기 '단계 (3)'의 상기 '단계 (2)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물을 가열하여 탈수반응을 시키는 과정은 70 내지 200℃의 온도에서 1 내지 4 시간 동안 이루어진다.

상기 '단계 (5)'의 상기 '단계 (4)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 건조하는 과정은 100 내지 200℃의 온도에서 1 내지 4 시간 동안 이루어진다.

상기 '단계 (6)'의 상기 '단계 (5)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 불소 처리하는 과정은 상온에서 불소와 비활성 가스의 혼합가스를 사용하여 이루어지며, 상기 불소와 비활성 가스의 혼합비율은 10 내지 20 : 90 내지 80 vol%인 것이 바람직하다.

상기 불소와 비활성 가스의 혼합가스의 압력은 0.1 내지 5 기압인 것이 바람직하다.

또한 상기 비활성 가스는 질소, 아르곤, 헬륨 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 것이 바람직하다.

효 과

상술한 바와 같은 본 발명, 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법에 의할 경우, 아나타제 산화티탄의 밴드갭 에너지를 낮추어 가시광선 영역에서 우수한 광분해능을 발휘하며, 경제적으로 용이하게 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매를 제조할 수 있게 된다.

즉, 본 발명에 따라 제조된 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매는 밴드갭 에너지가 낮아 실내의 형광등이나 램프 등의 약한 가시광선에도 활성화될 수 있으며, 광분해능 또한 우수하여, 유해물질을 효과적으로 처리할 수 있게 된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

이하, 실시예 및 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조과정을 나타내는 흐름도이다.

- [0029] 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조방법은,
- [0030] (1) 아나타제 산화티탄에 단당류 물질을 혼합하는 단계;
- [0031] (2) 상기 '단계 (1)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물에 탈수제를 첨가하는 단계;
- [0032] (3) 상기 '단계 (2)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물을 가열하여 탈수반응을 시키는 단계;
- [0033] (4) 상기 '단계 (3)'의 과정을 통하여 얻어진 물질에 포함되어 있는 불순물을 제거하기 위하여 물로 여과하는 단계;
- [0034] (5) 상기 '단계 (4)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 건조하는 단계; 및
- [0035] (6) 상기 '단계 (5)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 불소 처리하는 단계를 포함하여 이루어진다.
- [0036] 상기 '단계 (1)'의 아나타제 산화티탄과 단당류 물질의 혼합은 아나타제 산화티탄 100 중량부를 기준으로 단당류 1 내지 100 중량부의 범위에서 이루어진다.
- [0037] 상기 단당류 물질에 있는 탄소 원자는 산화티탄(TiO_2) 결정의 산소 관능기의 일부를 치환하거나 산화티탄에 도핑 되는데 혼합비가 1 중량부 미만일 경우에는 충분한 치환 또는 도핑이 이루어지지 않으며, 100 중량부를 초과하는 경우에는 100 중량부인 경우와 별다른 차이가 없어 실익이 없다.
- [0038] 상기 단당류 물질은 단당류 물질로 알려진 모든 화합물을 사용할 수 있으나, 바람직하게는 글리코우즈, 과당, 글리코알데히드, 리보우즈, 갈락토우즈 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다.
- [0039] 상기 '단계 (2)'의 상기 '단계 (1)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물과 탈수제의 혼합은 상기 혼합물 100 중량부를 기준으로 탈수제 10 내지 50 중량부의 범위에서 이루어진다.
- [0040] 탈수제의 혼합비가 10 중량부 미만일 경우에는 탈수반응이 원활하게 진행되지 않을 수 있으며, 50 중량부를 초과하는 경우에는 탈수제에 있는 불필요한 성분(예를 들어 탈수제로 황산을 사용할 경우에는 황 성분)이 포함될 우려가 있기 때문에 50 중량부를 초과하여 사용하는 것은 바람직하지 않다.
- [0041] 상기 탈수제는 탈수제로 알려진 모든 화합물을 사용할 수 있으나, 바람직하게는 황산, 아세트산무수물, 프탈산무수물, 말레산무수물 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다.
- [0042] 상기 '단계 (3)'의 상기 '단계 (2)'의 과정을 통하여 얻어진 혼합물을 가열하여 탈수반응을 시키는 과정은 70 내지 200℃의 온도에서 1 내지 4 시간 동안 이루어진다.
- [0043] 70℃ 미만의 온도에서는 탈수반응이 제대로 이루어지지 않을 수 있으며, 200℃를 초과하는 온도에서는 고온에 의하여 물질의 구조가 변할 우려가 있으므로 70 내지 200℃의 온도범위에서 이루어지는 것이 바람직하다. 또한 1시간 미만에서는 충분한 탈수반응이 이루어지지 않을 우려가 있고, 4시간을 초과하는 경우에는 이미 충분한 탈수반응이 이루어졌으므로 반응을 더 이상 지속시킬 이유가 없게 된다.
- [0044] 상기 '단계 (5)'의 상기 '단계 (4)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 건조하는 과정은 100 내지 200℃의 온도에서 1 내지 4 시간 동안 이루어진다.
- [0045] 100℃ 미만의 온도와 1시간 미만의 시간에서는 건조가 충분하게 이루어지지 않을 수 있으며, 200℃를 초과하는 고온에서는 물질의 구조가 원하지 않는 형태로 변할 우려가 있고, 4시간을 초과하는 경우에는 이미 충분한 건조가 이루어졌으므로 더 이상 건조를 시키는 것은 무의미하다.
- [0046] 상기 탈수반응 및 건조가 완료되면 단당류 물질에 있는 탄소 원자가 산화티탄(TiO_2) 결정의 산소 관능기의 일부를 치환하거나 산화티탄에 도핑이 된다. 즉, $\text{TiO}_2\text{-C}$ 로 구성되는 광촉매를 얻을 수 있게 된다.

- [0047] 상기 '단계 (6)'의 상기 '단계 (5)'의 과정을 통하여 얻어진 물질을 불소 처리하는 과정은 상온에서 불소와 비활성 가스의 혼합가스를 사용하여 이루어지며, 상기 불소와 비활성 가스의 혼합비율은 10 내지 20 : 90 내지 80 vol%인 것이 바람직하다.
- [0048] 상기 불소와 비활성 가스의 혼합가스의 압력은 0.1 내지 5 기압인 것이 바람직하다.
- [0049] 상기 불소의 혼합비율이 10 vol% 미만이거나, 혼합가스의 압력이 0.1 기압 미만인 경우에는 불소 처리가 충분히 이루어지지 않아, 불소 처리에 의한 산화티탄의 밴드갭을 줄이는 효과를 기대하기 힘들다. 또한 불소의 혼합비율이 90 vol%를 넘거나 혼합가스의 압력이 5 기압을 초과하는 경우에는 과불소화로 인하여 산화티탄 표면 전체에 불소화가 이루어져 산화티탄의 광촉매 효과가 저하될 우려가 있다.
- [0050] 상기 비활성 가스는 질소, 아르곤, 헬륨 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다.
- [0051] 상기와 같은 불소 처리 과정을 통하여 TiO_2-C 구조의 광촉매에 있는 산소 관능기와 탄소 관능기의 일부가 불소에 의하여 치환되거나 도핑이 된다. 즉, TiO_2-CF 로 구성되는 광촉매를 얻을 수 있게 된다.
- [0052] 상기와 같은 과정을 통하여 산화티탄이 자외선 영역이 아닌 가시광선 영역에서 광분해능을 발현할 수 있도록 변화된다.
- [0053] 이하 실시예에 의하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.
- [0054] 실시예 1 : TiO_2-C 광촉매의 제조
- [0055] 아나타제 산화티탄(TiO_2) 16g에 글리코우즈 4g을 첨가한 후, 여기에 황산 10ml를 첨가하였다. 생성된 혼합용액을 120℃의 온도에서 3시간 동안 가열하여 탈수반응을 진행하였다. 생성된 물질에 잔류하는 불순물을 제거하기 위하여 수차례 물로 여과한 후, 110℃의 온도에서 3시간 동안 가열하여 건조하였다.
- [0056] 상기와 같은 과정을 통하여 탄소 원자가 산화티탄의 격자에 치환 및 도핑된 TiO_2-C 로 구성되는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매를 제조하였다.
- [0057] 실시예 2 : TiO_2-CF 광촉매의 제조
- [0058] 상기 실시예 1을 통하여 얻은 TiO_2-C 로 구성되는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매에 불소 처리를 하였다. 15 vol%의 불소와 85 vol%의 질소를 혼합하여 혼합가스의 압력이 1기압이 되도록 하고, 25℃에서 15분간 불소 처리를 하였다. 이 과정을 통하여 불소가 치환 및 도핑된 TiO_2-CF 로 구성되는 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매를 제조하였다.
- [0059] 비교예
- [0060] 비교예로서 시중에서 구입 가능한 순수한 아나타제 산화티탄 광촉매(아크로스, 미국, 순도 99%)를 사용하였다.
- [0061] 시험예
- [0062] 상기 실시예 및 비교예를 대상으로 자외선 및 가시광선 영역에서 광분해능을 가질수 있는지, 즉, 광활성에 대한 시험을 하였다.
- [0063] 먼저, 실시예 1, 2 및 비교예의 물질의 구성성분 파악하기 위하여 이들을 에너지 분산형 X-선 분광기(EDS : Energy Dispersive X-ray Spectrometer)로 측정하여 도 2에 나타내었다. 도면에서 알 수 있듯이, 비교예 1에

서는 탄소와 불소가 전혀 검출되지 않았고, 실시예 1에서는 탄소가, 실시예 2에서는 탄소와 불소가 함유되어 있음을 알 수 있다.

[0064] 도 3은 실시예 1 및 실시예 2에서 각각 제조된 광촉매의 결정구조를 X-선 회절 분석법(XRD : X-ray Diffractometer)에 의하여 나타낸 것이고, 도 4는 실시예 1 및 실시예 2에서 각각 제조된 광촉매를 X선 광전자 분광분석장치(XPS : X-ray Photoelectron Spectroscopy)로 측정하여 C1s, O1s, Ti2p 및 F1s의 스펙트럼을 나타낸 것이다.

[0065] 도면에서 보여지는 바와 같이, 실시예 1 및 실시예 2는 순수한 아나타제 결정구조를 갖는 것을 알 수 있으며, 실시예 2의 경우 25.3도에서 불소의 존재를 확인할 수 있다.

[0066] 도 5는 실시예 1, 2 및 비교예의 자외선-가시광선 흡광도를 확산 반사 분광법(UV-DRS : UV-visible Diffuse Reflectance Spectrophotometer)으로 측정하여 나타낸 것이다. 도면에서 보여지는 바와 같이 비교예의 순수한 아나타제 산화티탄은 400nm이상의 범위의 가시광선 영역의 빛에 대한 활성을 보이지 않았다. 반면 실시예 1 및 실시예 2에 의하여 제조된 광촉매는 모두 가시광선 영역의 빛에 대한 활성을 나타냄을 알 수 있었다.

[0067] 도 6은 실시예 1, 2 및 비교예의 메틸렌 블루용액(Methylene blue solution)에 대한 광활성 평가를 나타낸 것이다. 광활성 평가는 각각의 샘플 0.1g을 10ppm의 메틸렌 블루(Methylene blue) 용액 100mL에 첨가하여 평가하였다. 얻어진 결과를 단위 시간당 메틸렌 블루(Methylene blue)의 양(ppm)으로 산출하여 나타내었다. 도면에서 보여지는 바와 같이 실시예에 의하여 제조된 광촉매가 순수한 아나타제 산화티탄인 비교예에 비하여 보다 우수한 광활성을 나타냄을 알 수 있었다.

[0068] 본 발명은 상기한 실시예와 첨부한 도면을 참조하여 설명되었지만, 본 발명의 개념 및 범위 내에서 상이한 실시예를 구성할 수도 있다. 따라서 본 발명의 범위는 첨부된 청구범위 및 이와 균등한 것들에 의해 정해지며, 본 명세서에 기재된 특정 실시예에 의해 한정되지는 않는다.

도면의 간단한 설명

[0069] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 가시광선 응답형 아나타제 산화티탄 광촉매의 제조과정을 나타내는 흐름도이다.

[0070] 도 2는 실시예 1, 2 및 비교예의 EDS 데이터를 나타낸 것이다.

[0071] 도 3은 실시예 1, 2의 XRD 데이터를 나타낸 것이다.

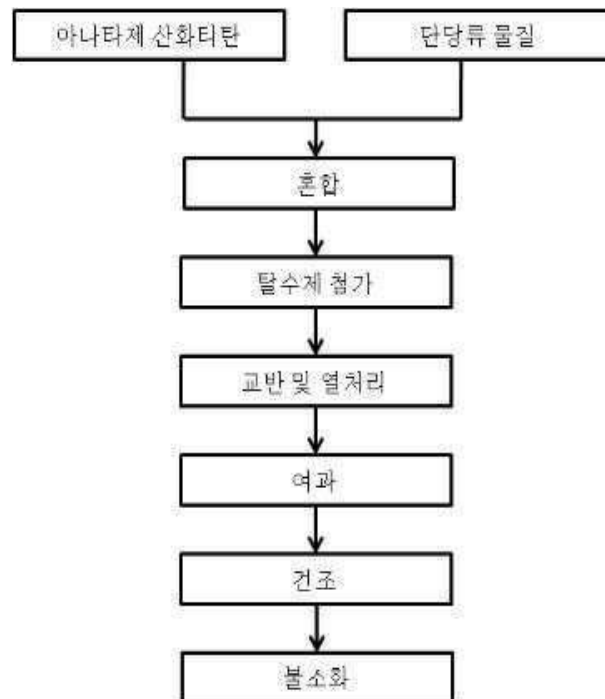
[0072] 도 4는 실시예 1, 2의 XPS 데이터를 나타낸 것이다.

[0073] 도 5는 실시예 1, 2 및 비교예의 UV-DRS 데이터를 나타낸 것이다.

[0074] 도 6은 실시예 1, 2 및 비교예의 광활성 평가 데이터를 나타낸 것이다.

도면

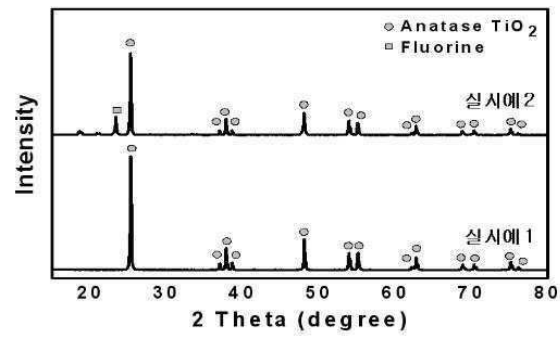
도면1



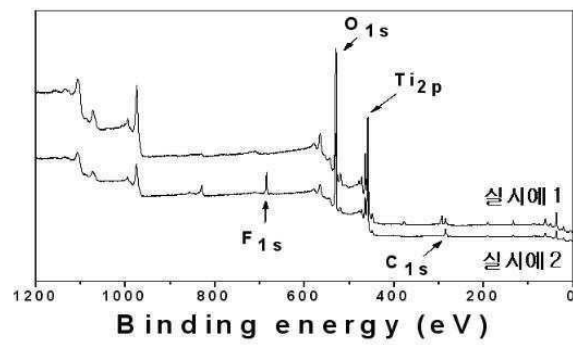
도면2

구 분	Elements				
	Ti(%)	O (%)	C (%)	F (%)	Total (%)
비교예	49.4	50.6	-	-	100
실시예1	44.3	44.4	11.3	-	100
실시예2	40.7	42.4	8.0	8.9	100

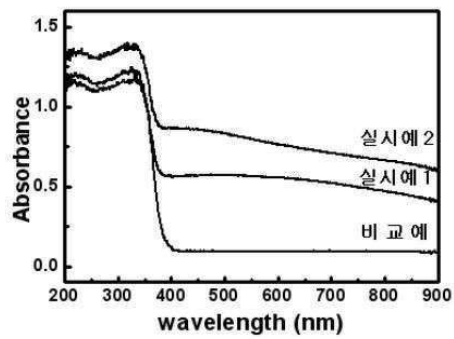
도면3



도면4



도면5



도면6

