(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0132067
(43) 공개일자 2022년09월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 37/02 (2006.01) *A61L 9/20* (2006.01)
B01J 21/06 (2006.01) *B01J 35/00* (2006.01)
B01J 35/10 (2006.01) *B01J 37/04* (2006.01)
B01J 37/08 (2006.01) *B01J 37/34* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01J 37/0228 (2013.01)
A61L 9/205 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0036350
(22) 출원일자 2021년03월22일
심사청구일자 2021년03월22일

(71) 출원인
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
주식회사 나노이노텍
서울특별시 구로구 디지털로26길 123 ,411호(구로동)
(72) 발명자
김승도
서울특별시 서초구 서초중앙로 200, 21동 1006호 (서초동, 삼풍아파트)
페루마스아미 네크라 파라수라만
강원도 춘천시 한림대학길 1, 3층 301호 (옥천동, 한림대학교 중개의과학연구원)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김남혁

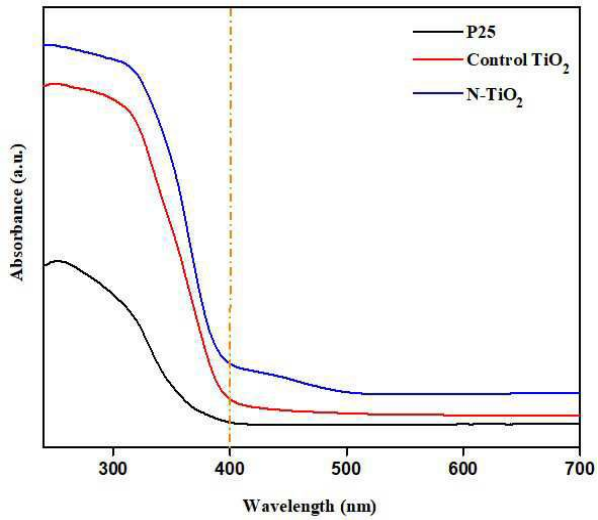
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **질소-이산화티타늄 나노 결정체의 제조방법 및 이에 의해 제조된 질소-이산화티타늄 나노 결정체**

(57) 요 약

질소-이산화티타늄 나노 결정체의 제조방법 및 이에 의해 제조된 질소-이산화티타늄 나노 결정체에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 대표적 대기오염물질인 휘발성유기화합물과 바이러스를 포함한 병원균 처리를 위한 페인트 도포 물질인 질소-이산화티타늄 나노 결정체의 제조방법 및 이에 의해 제조된 질소-이산화티타늄 나노 결정체에 관한 것이다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B01J 21/063 (2013.01)
B01J 35/004 (2013.01)
B01J 35/1014 (2013.01)
B01J 35/1061 (2013.01)
B01J 37/04 (2013.01)
B01J 37/082 (2013.01)
B01J 37/343 (2013.01)
(72) 발명자
파라수라만 비자야 로히니
강원도 춘천시 한림대학길 1, 3층 301호 (옥천동, 한림대학교 중개의과학연구원)
세라즈 마샵
강원도 춘천시 한림대학길 1, 3층 301호 (옥천동, 한림대학교 중개의과학연구원)
아스람 무하마드 아와이스
강원도 춘천시 한림대학길 1, 3층 301호 (옥천동, 한림대학교 중개의과학연구원)
조성갑
강원도 춘천시 동내면 학곡서1길 19, 301동 404호 (신아아파트)
김의건
서울특별시 동대문구 휘경로 60, 106동 1005호(휘경동, 휘경에스케이뷰)
조성락
서울특별시 강동구 양재대로 1650, 107동 601호(명일동, 래미안 솔베뉴)
최용찬
서울특별시 송파구 삼학사로9길 25-1, 402호(삼전동, 동원빌라)

명 세 서

청구범위

청구항 1

(A) 사염화티타늄($TiCl_4$)을 증류수에 투여하여 가수분해 시키는 단계;

(B) 상기(A) 단계의 용액에 수산화암모늄(NH_4OH)을 pH가 9 내지 10이 될때까지 투여한 후 용액이 균질해지도록 혼합하는 단계;

(C) 상기 (B) 단계의 균질해진 용액을 15 내지 60분 동안 초음파 처리하는 단계;

(D) 상기 (C) 단계의 초음파 처리된 용액에 물, 아이소프로판올(Isopropanol) 및 우레아(Urea)를 포함하는 용액을 투여하여 응집반응 시킨 후, 15 내지 45분 동안 혼합 시키는 단계;

(E) 상기 (D) 단계의 용액을 15 분 내지 30분 동안 초음파 처리하고, 3 내지 5시간 동안 숙성 시키는 단계;및

(F) 상기 (E) 단계의 숙성된 용액을 원심분리한 후, 침전물을 건조 및 파쇄한 다음 열분해 시키는 단계;를 포함하는 질소-이산화티타늄 나노 결정체의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (A) 단계는 겔(Gell) 상태인, 질소-이산화티타늄 나노 결정체의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (F) 단계의 침전물의 건조는 80 내지 120℃에서 진행되는 것인, 질소-이산화티타늄(TiO_2) 나노 결정체의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 (F) 단계의 열분해는 30 내지 50℃에서 2시간 내지 5시간 동안 수행되는 것인, 질소-이산화티타늄 나노 결정체의 제조방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 하나의 방법으로 제조된 질소-이산화티타늄 나노 결정체.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 나노 결정체는 이산화티타늄에 질소가 코팅된 형태인, 질소-이산화티타늄 나노 결정체.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 나노 결정체는 평균 입경이 10 내지 20㎚인, 질소-이산화티타늄 나노 결정체.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 나노결정체는 BET 표면적이 80 내지 90 ㎡/g인, 질소-이산화티타늄 나노 결정체.ㅋ

청구항 9

제5항의 나노 결정체를 포함하는 광촉매.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 광촉매는 가시광선 영역의 빛을 흡수하는, 광촉매.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 광촉매는 가시광선 영역의 밴드갭을 갖는, 광촉매.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 광촉매는 페인트 위에 도포되어 실내 대기오염물질을 제거하는 것인, 광촉매.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 광촉매는 페인트 위에 도포되어 세균 또는 바이러스를 제거하는 것인, 광촉매.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 질소-이산화티타늄 나노 결정체의 제조방법 및 이에 의해 제조된 질소-이산화티타늄 나노 결정체에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 대표적 대기오염물질인 휘발성유기화합물과 바이러스를 포함한 병원균 처리를 위한 페인트 도포 물질인 질소-이산화티타늄 나노 결정체의 제조방법 및 이에 의해 제조된 질소-이산화티타늄 나노 결정체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 코로나바이러스로 인해 전 세계적으로 감염자와 사망자가 속출하면서 대유행으로 번지면서 실내 공기 질에 관한 관심이 높아지고 있다. 또한, 휘발성유기화합물로 인한 새집증후군은 지속해서 문제 제기되고 있으나 아직 확실한 해결방안이 없는 상황이다.

[0003] 실내 대기오염물질 제거 목적으로 일반적으로 광촉매인 이산화티타늄(TiO_2)을 페인트에 적용하여 실내 벽에 칠하여 적용한 사례는 있다. 이산화티타늄(TiO_2)은 자외선(UV)과 반응하여 하이드록실 라디칼(Hydroxyl Radical)과 같은 반응성이 탁월한 Reactive Oxidative Species(ROS)를 생산하여 휘발성유기화합물과 같은 대기오염 물질을 산화 제거한다. 그러나 자외선은 인체에 해로워 실내에서는 사용할 수 없으므로 광촉매 이산화티타늄(TiO_2)을 실내의 대기오염물질 제거 목적으로 적용하는 데는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국등록특허 10-1043584

(특허문헌 0002) 한국등록특허 10-1302571

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명을 가시광선인 실내조명에 반응하여 실내 공기 중의 휘발성유기화합물을 효과적·효율적으로 제거하고, 항균·항바이러스 기능을 갖는 광촉매를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명은 실내조명에서 방출되는 가시광선에 반응하는 광촉매인 질소-이산화티타늄($N-TiO_2$) 나노 결정체의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 아울러, 본 발명은 질소-이산화티타늄($N-TiO_2$) 나노 결정체를 포함하는 광촉매가 가시광선에 대한 반응을 극대화하기 위하여 페인트 위에 도포되어 사용되는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하며, 본 발명의 일 실시예에 따르면, (A) 사염화티타늄($TiCl_4$)을 증류수에 투여하여 가수분해 시키는 단계; (B) 상기(A) 단계의 용액에 수산화암모늄(NH_4OH)을 pH가 9 내지 10이 될때까지 투여한 후 용액이 균질해지도록 혼합하는 단계; (C) 상기 (B) 단계의 균질해진 용액을 15 내지 60분 동안 초음파 처리하는 단계; (D) 상기 (C) 단계의 초음파 처리된 용액에 물, 아이소프로판올(Isopropanol) 및 우레아(Urea)를 포함하는 용액을 투여하여 응집반응 시킨 후, 15 내지 45분 동안 혼합 시키는 단계; (E) 상기 (D) 단계의 용액을 15 분 내지 30분 동안 초음파 처리하고, 3 내지 5시간 동안 숙성 시키는 단계;및 (F) 상기 (E) 단계의 숙성된 용액을 원심분리한 후, 침전물을 건조 및 파쇄한 다음 열분해 시키는 단계; 를 포함하는 질소-이산화티타늄($N-TiO_2$) 나노 결정체의 제조방법이 제공된다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 (A) 단계는 겔(Gell) 상태일 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 상기 (F) 단계의 침전물의 건조는 80 내지 120℃에서 진행되는 것일 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 (F) 단계의 열분해는 30 내지 50℃에서 2시간 내지 5시간 동안 수행되는 것일 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 일 실시예에 따라, 전술한 어느 하나의 방법으로 제조된 질소-이산화티타늄($N-TiO_2$) 나노 결정체가 제공된다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 나노 결정체는 이산화티타늄(TiO2)에 질소가 코팅된 형태일 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 나노 결정체는 평균 입경이 10 내지 20nm일 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 나노결정체는 BET 표면적이 80 내지 90 m^2/g일 수 있다.

[0017] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따라, 전술한 나노 결정체를 포함하는 광촉매가 제공된다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 광촉매는 가시광선 영역의 빛을 흡수할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 광촉매는 가시광선 영역의 밴드갭을 갖는 것일 수 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 광촉매는 페인트 위에 도포되어 실내 대기오염물질을 제거하는 것일 수 있다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 광촉매는 페인트 위에 도포되어 세균 또는 바이러스를 제거하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 질소-이산화티타늄($N-TiO_2$) 나노 결정체는 실내에 존재하는 휘발성유기화합물

을 포함한 대기오염물질과 세균 및 바이러스를 공기청정기 등의 특별한 장치를 사용하지 않고, 자체적으로 처리할 수 있는 이점이 있다.

[0023] 또한, 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 질소-이산화티타늄(N-TiO_2) 나노 결정체는 실내에 존재하는 대기오염물질과 세균 및 바이러스를 실내조명만을 활용하여 처리할 수 있는 이점이 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 질소-이산화티타늄(N-TiO_2) 나노 결정체는 특별한 관리 유지 없이 반영구적으로 사용할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 N-TiO_2에 의한 휘발성유기화합물 제거와 세균 및 바이러스 살처분 원리를 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 질소-이산화티타늄(N-TiO_2) 나노 결정체의 파장에 따른 흡광도 결과를 도시한 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 질소-이산화티타늄(N-TiO_2) 나노 결정체의 입자 크기 분포를 도시한 것이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 질소-이산화티타늄(N-TiO_2) 나노 결정체의 Brunauer-Emmett-Teller(BET) 결과를 도시한 것이다.

도 5는 페인트 시료, N-TiO_2 시료, 페인트와 N-TiO_2가 혼합된 시료, 페인트 위에 N-TiO_2를 도포한 시료의 Scanning Electron Microscope(SEM) 사진이다.

도 6은 휘발성유기화합물 중의 하나인 자일렌(Xylene) 분해 성능 평가를 위해 사용한 장치이다.

도 7은 N-TiO_2/페인트에 의한 자일렌 처리 성능을 보여주는 것이다.

도 8은 N-TiO_2/페인트에 의한 대장균 처리 성능을 보여주는 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 특허청구범위에 사용된 용어 또는 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예에 기재된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원 시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 질소-이산화티타늄(N-TiO_2) 나노 결정체의 제조방법은, (A) 사염화티타늄($TiCl_4$)을 증류수에 투여하여 가수분해 시키는 단계, (B) 상기(A) 단계의 용액에 수산화암모늄(NH_4OH)을 pH가 9 내지 10이 될때까지 투여한 후 용액이 균질해지도록 혼합하는 단계, (C) 상기 (B) 단계의 균질해진 용액을 15 내지 60분 동안 초음파 처리하는 단계, (D) 상기 (C) 단계의 초음파 처리된 용액에 물, 아이소프로판올(Isopropanol) 및 우레아(Urea)를 포함하는 용액을 투여하여 응집반응 시킨 후, 15 내지 45분 동안 혼합 시키는 단계, (E) 상기 (D) 단계의 용액을 15 분 내지 30분 동안 초음파 처리하고, 3 내지 5시간 동안 숙성 시키는 단계 및 (F) 상기 (E) 단계의 숙성된 용액을 원심분리한 후, 침전물을 건조 및 파쇄한 다음 열분해 시키는 단계를 포함한다.

[0028] 한편, 본 명세서 전체에 걸쳐 질소-이산화티타늄(N-TiO_2) 나노 결정체는 N-TiO_2 또는 질소-이산화티타늄 입자 등과 혼용하여 사용된다.

[0029] 상기 (A)단계는, 사염화티타늄($TiCl_4$)을 증류수에 투여하여 가수분해 시키는 단계로 0.01 내지 0.2M의 사염화티타늄($TiCl_4$)을 0 내지 5℃의 100㎖ 증류수에 2~3 방울 투여하여, 가수분해를 진행하는 단계이며, 이때, 사염화티타늄($TiCl_4$)을 증류수에 투여한 용액은 겔(Gell) 상태일 수 있다.

[0030] 상기 (B)단계는, 상기(A) 단계의 용액에 수산화암모늄(NH_4OH)을 pH가 9 내지 10이 될때까지 투여한 후 용액이

균질해지도록 혼합하는 단계로, 상기 (A) 단계의 겔 상태의 용액에 2.5 내지 5%의 수산화암모늄(NH_4OH)를 pH가 9 내지 10이 될 때까지 투여하고, 이때 용액이 균질하도록 세게 혼합하는 단계이다.

[0031] 상기 (C)단계는, 상기 (B) 단계의 균질해진 용액을 15 내지 60분 동안 초음파 처리하는 단계로, 백색의 Gel을 15~60분 동안 초음파 처리하는 것일 수 있다.

[0032] 한편, 상기 (D) 단계는, (C) 단계의 초음파 처리된 용액에 물, 아이소프로판올(Isopropanol) 및 우레아(Urea)를 포함하는 용액을 투여하여 응집반응 시킨 후, 15 내지 45분 동안 혼합 시키는 단계이다.

[0033] 상기 (E)단계는 (D) 단계의 용액을 15 분 내지 30분 동안 초음파 처리하고, 3 내지 5시간 동안 숙성 시키는 단계로, 바람직하게는 수율 향상을 위해 (D) 단계의 용액 15분 동안 초음파 처리하고, 4시간 동안 숙성(Aging)시키는 것일 수 있다.

[0034] 상기 (F)단계는 (E) 단계의 숙성된 용액을 원심분리한 후, 침전물을 건조 및 파쇄한 다음 열분해 시키는 단계로, 바람직하게는 침전물의 건조는 80 내지 120℃에서 진행되는 것일 수 있으며 열분해는 30 내지 50℃에서 2시간 내지 5시간 동안 수행되는 것일 수 있고, 더 바람직하게는 (E) 단계의 숙성된 용액을 원심분리한 다음에 침전물을 100℃에서 건조·파쇄한 다음에 400℃에서 3시간 동안 열분해할 수 있으며 상기 온도와 시간을 만족하는 경우 제조되는 질소-이산화티타늄($N\text{-}TiO_2$) 나노 결정체은 순도 및 수율이 향상된다.

[0035] 상기 단계를 거치면 이산화티탄에 질소가 코팅된 녹색의 질소-이산화티타늄($N\text{-}TiO_2$) 나노 결정체가 제조된다.

[0036] 이때, 상기 나노 결정체는 평균 입경이 10 내지 20nm일 수 있으며, 바람직하게는 14nm일 수 있다. 한편, 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 나노 결정체는 입도 편차도 크지 않아 입자 크기가 균일하다.

[0037] 도 3은 본 발명의 $N\text{-}TiO_2$ 나노 결정체의 입자 크기 분포를 도시한 것으로, 평균 입자는 14nm의 나노입자 크기이고(기질인 TiO_2는 17.5 nm), 입도 편차도 크지 않아 $N\text{-}TiO_2$의 입자 크기가 상당히 균일함을 알 수 있다.

[0038] 한편, 본 발명의 $N\text{-}TiO_2$ 나노 결정체의 BET 표면적은 80 내지 90 m^2/g이고, 바람직하게는 83 m^2/g이며 이는 기질로 사용한 이산화티탄 보다 표면적이 1.7배 증가한 것을 확인할 수 있다.

[0039] 도 4는 $N\text{-}TiO_2$ 나노 결정체의 Brunauer-Emmett-Teller(BET) 결과를 도시한 것으로, 도4(A)는 $N\text{-}TiO_2$ 나노 결정체의 BET 표면적 분석을 위한 질소의 흡·탈착 등온곡선이며, 도(4B)는 $N\text{-}TiO_2$ 나노 결정체의 공극 지름에 대한 공극 부피 변화를 보여주는 것이다. 도 4를 참조하면 본 발명에 따른 $N\text{-}TiO_2$ 나노 결정체는 BET 결과로서 $N\text{-}TiO_2$의 표면적은 83 m^2/g이고 이는 기질로 사용한 TiO_2의 표면적보다 1.7배 증가한 것을 확인할 수 있다.

[0040] 본 발명의 다른 일 실시예에 따라 전술한 나노 결정체를 포함하는 광촉매가 제공된다.

[0041] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 광촉매는 가시광선 영역의 빛을 흡수하여 하이드록실 라디칼(Hydroxyl Radical)과 같은 반응성이 탁월한 Reactive Oxidative Species(ROS)를 생산하여 휘발성유기화합물과 같은 대기오염 물질을 산화 제거할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 광촉매는 가시광선 영역의 밴드갭을 갖는다.

[0042] 도 2는 질소-이산화티타늄($N\text{-}TiO_2$) 나노 결정체의 파장에 따른 흡광도 결과를 도시한 것이다. 도 2를 참조하면, 이산화티탄은 자외선 영역인 360~389nm에서 흡수가 일어나나, 본 발명에 따른 질소-이산화티타늄($N\text{-}TiO_2$) 나노 결정체는 가시광선 영역이 400nm 영역에서 흡수가 일어남을 관찰할 수 있다. 또한, 밴드 갭(Band Gap)도 이산화티탄(TiO_2)의 경우 3.2 eV이었으나, $N\text{-}TiO_2$는 가시광선 영역인 2.76 eV로 낮아짐을 알 수 있다. 이러한 두 가지 증거를 통해 $N\text{-}TiO_2$는 가시광선 영역에서 활성화됨을 알 수 있다.

[0043] 한편 본 발명의 일 실시예에 따라, 전술한 $N\text{-}TiO_2$ 광촉매는 페인트 위에 도포되어 사용될 수 있으며, 보다 바람직하게는 실내 벽에 페인트를 도장하고 완전히 건조한 이후에 $N\text{-}TiO_2$를 얇고 도포하여 사용될 수 있다.

[0044] 도 1은 $N\text{-}TiO_2$에 의한 휘발성유기화합물 제거와 세균 및 바이러스 살처분 원리를 나타낸 것이고, 도 5는 페인트 시료, $N\text{-}TiO_2$ 시료, 페인트와 $N\text{-}TiO_2$ 혼합된 시료, 페인트 위에 $N\text{-}TiO_2$ 도포한 시료의 Scanning Electron

Microscope(SEM) 사진이다. 페인트의 경우 입자는 관찰하기 어려웠으나(도 5a), $N\text{-}TiO_2$를 페인트와 단순 혼합한 경우(도 5c)와 페인트 위에 $N\text{-}TiO_2$를 도포한 경우(도 5d)의 SEM 사진에서 원형 형태의 $N\text{-}TiO_2$ 입자가 관찰되었다. 특징적인 것은 도 5b의 $N\text{-}TiO_2$ SEM 사진에서 관찰된 큰 입자 형태의 $N\text{-}TiO_2$가 페인트와 혼합 또는 도포한 경우에는 페인트와의 반응에 의해 $N\text{-}TiO_2$의 입자 크기가 작아졌음을 알 수 있다. 한편 도 5d에서 확인할 수 있듯이 $N\text{-}TiO_2$를 페인트 위에 도포한 경우가 $N\text{-}TiO_2$를 페인트와 혼합한 시료(도 6c)보다 입자 크기가 작고 균일하게 분포되어 있음을 알 수 있다.

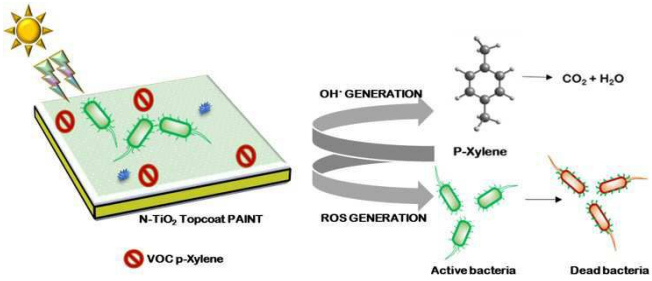
[0045] 또한 도 6은 휘발성유기화합물 중의 하나인 자일렌(Xylene) 분해 성능 평가를 위해 사용한 장치이고, 도 7은 $N\text{-}TiO_2$ 광촉매/페인트에 의한 자일렌 처리 성능 촉매/페인트에 의한 자일렌 처리 성능을 보여주는 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 $N\text{-}TiO_2$ 광촉매를 페인트 위에 도포한 경우와 비교군인 페인트와 $N\text{-}TiO_2$ 광촉매와 페인트를 혼합한 경우의 자일렌 분해 성능을 비교한 것이다. 기대와 달리 $N\text{-}TiO_2$와 페인트를 혼합한 시료는 $N\text{-}TiO_2$가 전혀 투입되지 않은 페인트 시료보다 오히려 자일렌 분해 성능이 떨어짐을 알 수 있다. 페인트 자체에도 자일렌을 분해하는 성분이 있으므로, $N\text{-}TiO_2$와 페인트를 혼합하게 되면 페인트의 자일렌 분해 기능이 상실될 뿐만 아니라 가시광선과 $N\text{-}TiO_2$와의 접촉을 차단하여 $N\text{-}TiO_2$의 광촉매로서의 기능이 상실된다. 도 7에서 알 수 있듯이 페인트 위에 $N\text{-}TiO_2$를 도포 한 경우의 자일렌 분해율은 80% 이상을 유지하고 있다.

[0046] 한편 도 8은 $N\text{-}TiO_2$/페인트에 의한 대장균 처리 성능을 보여주는 것으로, $N\text{-}TiO_2$의 대장균 살처분 효과를 보여주고 있다. 페인트를 비교군으로 사용하였고, 두 종류 유리판(1. Microscopic Glass, 2. Cover Glass)에 페인트를 칠하고 그 위에 $N\text{-}TiO_2$를 도포 한 시료에 대해 성능을 평가하였다(시료 1은 Paint-$N\text{-}TiO_2$-MG이고 시료 2는 Paint-$N\text{-}TiO_2$-CG). 대장균과 시료가 접촉하자마자 대장균이 살균됨을 알 수 있다(Paint-$N\text{-}TiO_2$-MG는 85%, Paint-$N\text{-}TiO_2$-CG는 48%). 반응 초기 단계에는 Paint-$N\text{-}TiO_2$-MG의 대장균 살균 성능이 높았으나, 시간이 지남에 따라 Paint-$N\text{-}TiO_2$-CG의 성능이 앞서는 것을 알 수 있다. 이는 페인트와 $N\text{-}TiO_2$를 도포 하는 기질(Substrate)이 대장균 처리 성능에도 영향을 미친다고 판단되며, Paint-$N\text{-}TiO_2$-CG는 대장균과 접촉하고 60분 이내에 100% 살균됨을 알 수 있다.

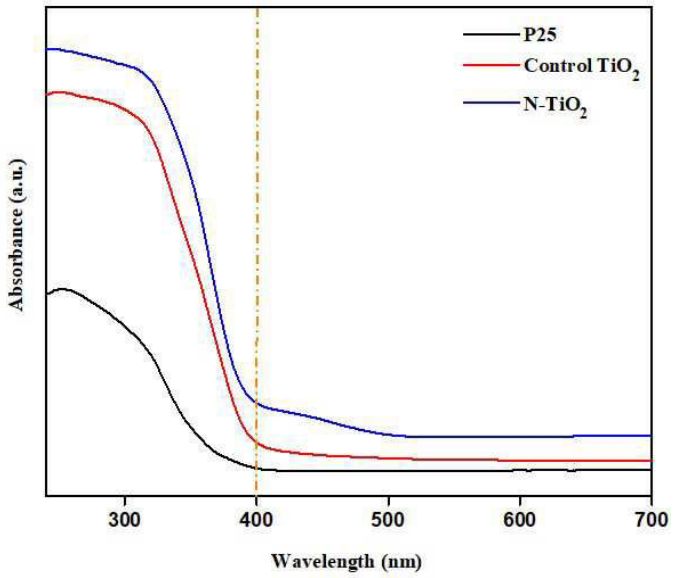
[0048] 이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시예일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면

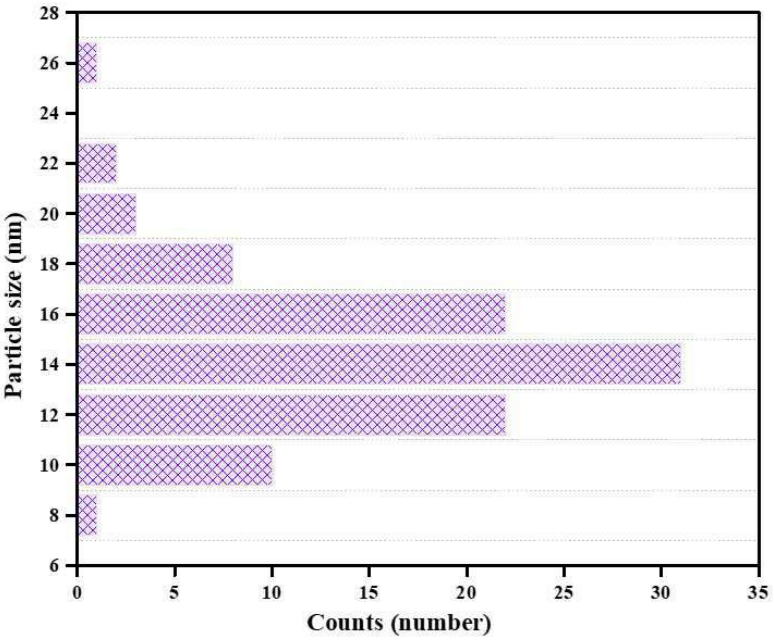
도면1



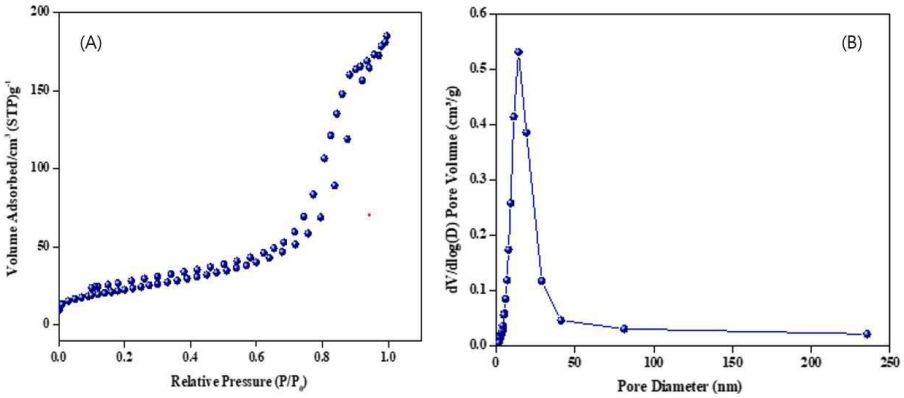
도면2


P25
Control TiO2
N-TiO2
Absorbance (a.u.)
300
400
500
600
700
Wavelength (nm)

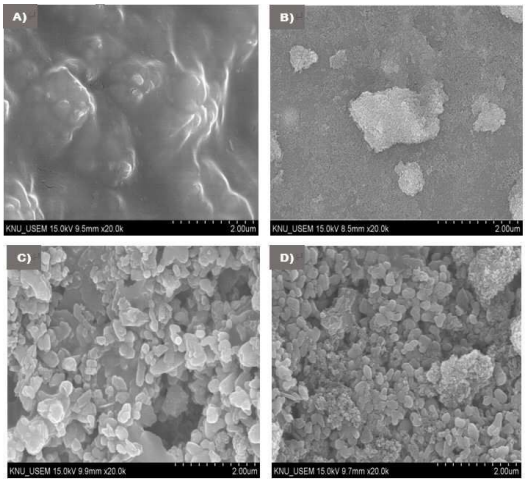
도면3


Particle size (nm)
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
0
5
10
15
20
25
30
35
Counts (number)

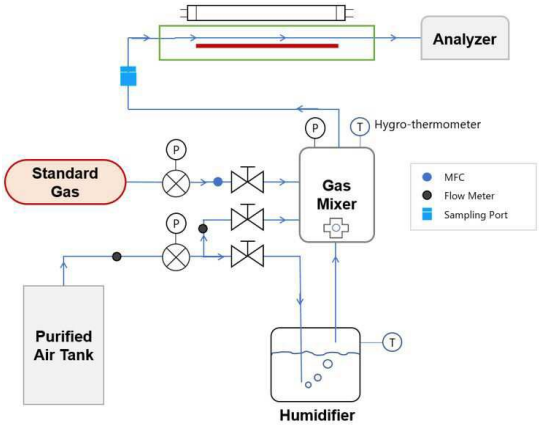
도면4


(A)
Volume Adsorbed/cm³ (STP)g⁻¹
Relative Pressure (P/P₀)
(B)
dV/dlog(D) Pore Volume (cm³/g)
Pore Diameter (nm)

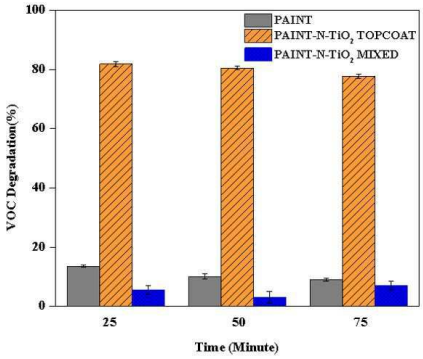
도면5


A)
B)
C)
D)

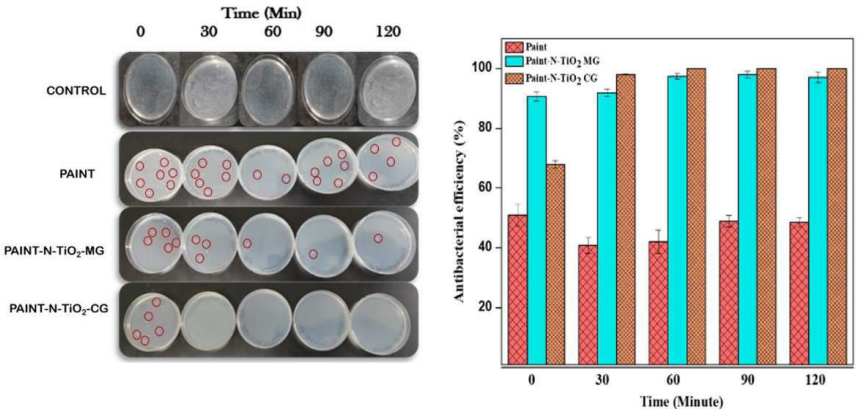
도면6


Analyzer
Hygro-thermometer
Standard Gas
Gas Mixer
MFC
Flow Meter
Sampling Port
Purified Air Tank
Humidifier

도면7


PAINT
PAINT-N-TiO2 TOPCOAT
PAINT-N-TiO2 MIXED
VOC Degradation(%)
Time (Minute)

도면8


Time (Min)
0
30
60
90
120
CONTROL
PAINT
PAINT-N-TiO2-MG
PAINT-N-TiO2-CG
Paint
Paint-N-TiO2 MG
Paint-N-TiO2 CG
Antibacterial efficiency (%)
Time (Minute)