



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0124406

(43) 공개일자 2015년11월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C30B 29/14 (2006.01) *B01J 27/18* (2006.01)

C30B 17/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C30B 29/14 (2013.01)

B01J 27/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0059101

(22) 출원일자 2015년04월27일

심사청구일자 2015년04월27일

(30) 우선권주장

1020140050907 2014년04월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

황성주

서울특별시 마포구 토정로 167, 108동 1301호 (창전동, 해모로아파트)

군자카 자야반트 락스만

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 종합과학관 B동 372-2호 (대현동) 120-750 대한민국

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

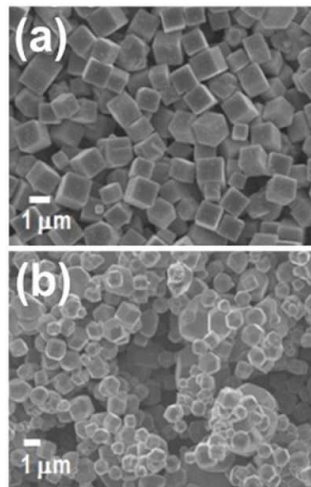
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 실버포스페이트 단결정 박막, 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 광촉매

(57) 요약

Ag_3PO_4 단결정 박막, 상기 Ag_3PO_4 단결정 박막의 제조 방법, 및 상기 Ag_3PO_4 단결정 박막을 포함하는 가시광 활성 광촉매에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C30B 17/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1485011532

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 환경기술개발사업

연구과제명 합성 기술 및 박막화 기술 개발
난분해성 유기오염물에 대한 광분해 및 흡착 기능성을 갖는 다공성 환경정화촉매 소재의

기 여 율 1/1

주관기관 이화여자대학교 산학협력단

연구기간 2012.07.01 ~ 2015.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

은(Ag)-함유 염 및 인(P)-함유 화합물을 포함하는 혼합물을 포함하는 전구체 용액을 이용하여 화학적 용액 성장법에 의하여 Ag_3PO_4 단결정 박막을 형성하는 것

을 포함하는, Ag_3PO_4 단결정 박막의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 은(Ag)-함유 염은 질산은, 또는 아세트산은을 포함하는 것인, Ag_3PO_4 단결정 박막의 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 인(P)-함유 화합물은 인산수소이나트륨, 또는 인산수소이암모늄을 포함하는 것인, Ag_3PO_4 단결정 박막의 제조 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 전구체 용액에 포함된 은(Ag)-함유 염 및 인(P)-함유 화합물 각각의 종류에 따라 형성되는 Ag_3PO_4 의 단결정 구조가 조절되는 것인, Ag_3PO_4 단결정 박막의 제조 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 Ag_3PO_4 단결정은 정육면체 또는 사방 십이면체 결정 구조를 가지는 것인, Ag_3PO_4 단결정 박막의 제조 방법.

청구항 6

은(Ag)-함유 염 및 인(P)-함유 화합물을 포함하는 혼합물을 포함하는 전구체 용액을 이용하여 화학적 용액 성장법에 의하여 형성된 Ag_3PO_4 단결정 박막

을 포함하는, Ag_3PO_4 단결정 박막.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 Ag_3PO_4 단결정은 정육면체 또는 사방 십이면체 결정 구조를 가지는 것인, Ag_3PO_4 단결정 박막.

청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 따른 Ag_3PO_4 단결정 박막을 포함하는, 가시광 활성 광촉매.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원은 Ag_3PO_4 단결정 박막, 상기 Ag_3PO_4 단결정 박막의 제조 방법, 및 상기 Ag_3PO_4 단결정 박막을 포함하는 가시광 활성 광촉매에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 박막의 성장과 합성은 촉매와 전극 등으로 매우 유용하게 이용할 수 있기 때문에 많은 관심을 받고 있다. 그 중에서도 잘 조절된 환경에서 만들어진 선택적인 모양을 가지는 단결정 박막은 그 모양을 통하여 화학적으로 활성이 높은 면을 세밀하게 조절 가능하기 때문에 그 가치가 매우 높다. 이를 성공적으로 합성하기 위하여 지금까지 화학적 기상 증착법 (chemical vapor deposition, CVD), 전자빔 증착법 (e-beam epitaxy), 레이저 분자빔 증착법 (molecular beam epitaxy), 펄스 레이저 증착법 (pulsed laser deposition) 등이 주로 사용되었다. 하지만 상기 합성 방법들은 많은 비용과 처리과정이 필요하기 때문에 이보다 경제적이고 용이하며 빠른 합성 방법이 필요하다.

[0003] 중국 공개특허 제102716758호는 가시 광선 중심의 광촉매 Ag_3PO_4 및 $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ 복합체 및 상기 가시 광선 중심의 광촉매 Ag_3PO_4 및 $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ 복합체의 제조 방법에 대해서 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본원의 일 구현예는, Ag_3PO_4 단결정 박막, 상기 Ag_3PO_4 단결정 박막의 제조 방법, 및 상기 Ag_3PO_4 단결정 박막을 포함하는 가시광 활성 광촉매를 제공하고자 한다.

[0005] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본원의 제 1 측면은, 은(Ag)-함유 염 및 인(P)-함유 화합물을 포함하는 혼합물을 포함하는 전구체 용액을 이용하여 화학적 용액 성장법에 의하여 Ag_3PO_4 단결정 박막을 형성하는 것을 포함하는, Ag_3PO_4 단결정 박막의 제조 방법을 제공한다.

[0007] 본원의 제 2 측면은, 은(Ag)-함유 염 및 인(P)-함유 화합물을 포함하는 혼합물을 포함하는 전구체 용액을 이용하여 화학적 용액 성장법에 의하여 형성된 Ag_3PO_4 단결정 박막을 포함하는, Ag_3PO_4 단결정 박막을 제공한다.

[0008] 본원의 제 3 측면은, 상기 본원의 제 2 측면에 따른 Ag_3PO_4 단결정 박막을 포함하는 가시광 활성 광촉매를 제공한다.

발명의 효과

[0009] 전술한 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 본원의 일 구현예에 있어서, 화학적 용액 성장법 (chemical bath deposition)을 이용하여 경제적이고 용이하게 선택적인 모양 (구조)을 가지고 가시광 하에서 우수한 광촉매 성질 (양자수율 90% 이상)을 가지는 Ag_3PO_4 단결정 박막을 성공적으로 합성할 수 있다. 또한, Ag_3PO_4 단결정은 화학적으로 활성이 높은 면이 커질수록 촉매 활성이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010]

도 1a는, 본원의 일 실시예에 있어서, 질산은과 인산수소이나트륨을 사용하여 기제가 각각 (a) 유리, (b) 스테인레스 스틸, (c) 실리콘, (d) ITO 인 경우에 형성된, Ag_3PO_4 박막과 (e) 사방 십이면체, 및 (f) 정육면체의 모양을 나타내는 벌크 Ag_3PO_4 의 X-선 회절 (XRD) 패턴이다.

도 1b는, 본원의 일 실시예에 있어서, 아세트산은과 인산수소이암모늄을 사용하여 기제가 각각 (a) 유리, (b) 스테인레스 스틸, (c) 실리콘, (d) ITO 인 경우에 형성된, Ag_3PO_4 박막과 (e) 사방 십이면체, 및 (f) 정육면체의 모양을 나타내는 벌크 Ag_3PO_4 의 XRD 패턴이다.

도 2의 (a) 및 (b)는, 본원의 일 실시예에 있어서, ITO 기제 상에서 성장된 각각 정육면체 및 사방 십이면체 Ag_3PO_4 단결정의 전계방사형 주사전자현미경 (FE-SEM) 이미지이다.

도 3은, 본원의 일 실시예에 있어서, 정육면체 벌크 Ag_3PO_4 (실선), 정육면체 박막 Ag_3PO_4 (쇄선), 사방 십이면체 벌크 Ag_3PO_4 (점선), 사방 십이면체 박막 Ag_3PO_4 (일점쇄선)의 UV-vis 확산반사스펙트럼이다.

도 4의 a 및 b는, 본원의 일 실시예에 있어서, 기제에 센티미터 (cm) 당 증착된 은의 중량과 인산염의 농도에 따른 증착된 무게에 대한 그래프이다.

도 5의 a 및 b는, 본원의 일 실시예에 있어서, 정육면체 벌크 Ag_3PO_4 , 정육면체 박막 Ag_3PO_4 , 사방 십이면체 벌크 Ag_3PO_4 , 사방 십이면체 박막 Ag_3PO_4 각각에 대해 가시광 ($\lambda > 420$ nm)을 조사하였을 때 시간에 따른 메틸렌 블루 및 4-클로로페놀 농도의 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011]

이하, 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0012]

본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

[0013]

본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0014]

본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0015]

본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용 오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.

[0016]

본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "~(하는) 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.

[0017]

본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합(들)"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.

[0018]

본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B"의 기제는, "A 또는 B, 또는 A 및 B"를 의미한다.

[0019]

이하, 본원의 구현예를 상세히 설명하였으나, 본원이 이에 제한되지 않을 수 있다.

- [0020] 본원의 제 1 측면은, 은(Ag)-함유 염 및 인(P)-함유 화합물을 포함하는 혼합물을 포함하는 전구체 용액을 이용하여 화학적 용액 성장법에 의하여 Ag_3PO_4 단결정 박막을 형성하는 것을 포함하는, Ag_3PO_4 단결정 박막의 제조 방법을 제공한다.
- [0021] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 Ag_3PO_4 단결정 박막은 화학적 용액 성장법 (chemical bath deposition)을 이용하여 경제적이고 용이하게 선택적인 모양을 가질 수 있으며, 가시광 하에서 우수한 광촉매 성질을 가지는 Ag_3PO_4 단결정 박막을 제조할 수 있다.
- [0022] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 은(Ag)-함유 염은 질산은, 또는 아세트산은을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0023] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 인(P)-함유 화합물은 인산수소이나트륨, 또는 인산수소이암모늄을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0024] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 전구체 용액에 포함된 은(Ag)-함유 염 대 인(P)-함유 화합물의 몰비율이 약 1 : 약 0.1 내지 10 인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 몰비율은 약 1 : 약 0.1 내지 10, 약 1 : 약 0.5 내지 10, 약 1 : 약 1 내지 10, 약 1 : 약 3 내지 10, 약 1 : 약 5 내지 10, 약 1 : 약 7 내지 10, 약 1 : 약 9 내지 10, 약 1 : 약 0.1 내지 9, 약 1 : 약 0.1 내지 7, 약 1 : 약 0.1 내지 5, 약 1 : 약 0.1 내지 3, 약 1 : 약 0.1 내지 1, 또는 약 1 : 약 0.1 내지 0.5 일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0025] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 전구체 용액에 포함된 은(Ag)-함유 염 및 인(P)-함유 화합물 각각의 종류에 따라 형성되는 Ag_3PO_4 의 단결정 구조가 조절되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0026] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 Ag_3PO_4 단결정은 정육면체 또는 사방 십이면체 결정 구조를 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0027] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 Ag_3PO_4 단결정 박막은 기재에 형성되어 있는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0028] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 기재는 투명 전도성 기재, 유리, 스테인레스 스틸, 실리콘, 또는 고분자를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0029] 본원의 제 2 측면은, 은(Ag)-함유 염 및 인(P)-함유 화합물을 포함하는 혼합물을 포함하는 전구체 용액을 이용하여 화학적 용액 성장법에 의하여 형성된 Ag_3PO_4 단결정 박막을 포함하는, Ag_3PO_4 단결정 박막을 제공한다.
- [0030] 본원의 제 1 측면에 관한 상기 기술내용은 모두 본원의 제 2 측면에 적용된다.
- [0031] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 은(Ag)-함유 염은 질산은, 또는 아세트산은을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0032] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 인(P)-함유 화합물은 인산수소이나트륨, 또는 인산수소이암모늄을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0033] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 전구체 용액에 포함된 은(Ag)-함유 염 대 인(P)-함유 화합물의 몰비율이 약 1 : 약 0.1 내지 10 인 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 몰비율은 약 1 : 약 0.1 내지 10, 약 1 : 약 0.5 내지 10, 약 1 : 약 1 내지 10, 약 1 : 약 3 내지 10, 약 1 : 약 5 내지 10, 약 1 : 약 7 내지 10, 약 1 : 약 9 내지 10, 약 1 : 약 0.1 내지 9, 약 1 : 약 0.1 내지 7, 약 1 : 약 0.1 내지 5, 약 1 : 약 0.1 내지 3, 약 1 : 약 0.1 내지 1, 또는 약 1 : 약 0.1 내지 0.5 일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0034] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 전구체 용액에 포함된 은(Ag)-함유 염 및 인(P)-함유 화합물 각각의 종류에 따라 형성되는 Ag_3PO_4 의 단결정 구조가 조절되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0035] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 Ag_3PO_4 단결정은 정육면체 또는 사방 십이면체 결정 구조를 가지는 것일 수 있

으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0036] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 Ag_3PO_4 단결정 박막은 기재에 형성되어 있는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0037] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 기재는 투명 전도성 기재, 유리, 스테인레스 스틸, 실리콘, 또는 고분자를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0038] 본원의 제 3 측면은, 상기 본원의 제 2 측면에 따른 Ag_3PO_4 단결정 박막을 포함하는 가시광 활성 광촉매를 제공한다.

[0039] 상기 가시광 활성 광촉매는 유기물 분해 또는 산화-환원, 또는 물 분해용 가시광 활성 광촉매로 이용할 수 있다. 상기 가시광 활성 광촉매의 상기 유기물 타겟으로는, 예를 들어, 메틸렌블루, 메틸오렌지, 로다민 비, 페놀, 4-클로로페놀, 다이클로로아세트산, 포름산, 테트라메틸 암모늄, 다이메틸아민, 모노메틸아민, 트리클로로에틸아민, 클로로포름, 사염화탄소, 오렌지산 7, 소듐도데실설페이트, 또는 메탄올이 사용될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 상기 가시광 활성 광촉매의 상기 산화-환원 타겟으로는, 예를 들어, Cr^{6+} 이온, 크롬산염, As^{3+} , 알세나이트산염, Ag^+ , 또는 I^- 이 사용될 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0040] 본원의 제 2 측면에 관한 상기 기술내용은 모두 본원의 제 3 측면에 적용된다.

[0041] 이하, 본원에 대하여 실시예를 이용하여 좀더 구체적으로 설명하지만, 하기 실시예는 본원의 이해를 돕기 위하여 예시하는 것일 뿐, 본원의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0042] [실시예]

[0043] 본 실시예에서 화학적 용액 성장법을 이용한 실험에서 두 가지 상이한 전구체 용액 (용매로서 물을 사용)의 조합을 사용하여 Ag_3PO_4 단결정 박막을 용이하고 경제적으로 합성하였다. 상기 용액의 조합은 질산은과 인산수소 이나트륨 혼합물을 포함하는 용액 Bath 1과, 아세트산은과 인산수소이암모늄 혼합물을 포함하는 용액 Bath 2이었다. 상기 용액의 조합을 통해 합성한 Ag_3PO_4 단결정 박막은 X-선 회절법 (XRD), 전계방사형 주사전자현미경 (FE-SEM), 확산반사스펙트럼 등을 사용하여 특성 및 물성을 파악하였다. 또한, 상기 단결정의 광촉매 성능을 확인하기 위하여 메틸렌 블루 염료 (methylene blue dye)가 광분해 실험에 사용되었다.

[0044] 구체적으로, 전구체 용액의 조합을 사용하여 여러 가지 기재 (유리, ITO, 실리콘, 또는 스테인리스 스틸) 상에 형성된 Ag_3PO_4 단결정 박막의 구조가 X-선 회절법을 이용하여 확인되었다. 도 1a 및 도 1b에 나타난 바와 같이, 형성된 Ag_3PO_4 단결정 박막들이 체심 입방 구조를 가지는 기준인 Ag_3PO_4 의 X-선 회절 패턴과 일치함을 확인하였고, 상대적 피크의 크기가 상이한 것을 통하여 선택적 결정 모양을 가지는 Ag_3PO_4 의 단결정 박막이 기재에 성장한 것을 알 수 있었다. Bath 1을 사용하였을 때 (200) 피크가 상대적으로 커지는 것을 통하여 정육면체 (cubic) 결정 형태로의 선택적 결정 성장을 나타냄을 확인하였고, Bath 2를 사용하였을 때 (110) 피크가 상대적으로 커지는 것을 통하여 사방 십이면체 (rhombic dodecahedron) 결정 형태로서 선택적 성장을 나타냄을 확인할 수 있었다.

[0045] Ag_3PO_4 의 선택적 성장이 전계방사형 전자현미경 (FE-SEM)을 이용하여 다시 한 번 증명되었다. 도 2의 (a)는 Bath 1을 이용하여 반응하였을 시 정육면체 결정 형태로 Ag_3PO_4 의 단결정 박막이 성장하는 것을 나타내었고, 도 2의 (b)는 Bath 2를 이용하여 반응하였을 시 사방 십이면체 결정 형태로 Ag_3PO_4 의 단결정 박막이 성장하는 것을 나타내었다.

[0046] Ag_3PO_4 의 태양광 흡수 영역에 대하여 확산반사스펙트럼을 통해 조사하였다. 도 3에 나타난 바와 같이, 정육면체 결정 형태와 사방 십이면체 결정 형태가 모두 약 550 nm 영역에서 흡수를 보임을 알 수 있었고, 이를 통하여 Ag_3PO_4 의 가시광 흡수 성능을 증명할 수 있었다.

[0047]

반응의 최적화를 위하여 각각의 혼합물 비율에 따른 박막의 생성 두께가 관찰되었다. 도 4의 a 및 b에 나타낸 바와 같이, 질산은과 인산수소이나트륨의 혼합물을 포함하는 전구체 용액 Bath 1에서는 7 : 3 의 비율이 최적화된 Ag_3PO_4 의 단결정 박막 생성을 유도하였고, 그 비율을 초과 시 검은색의 Ag_2O 이 생성되었다. 7 : 3 의 비율보다 낮은 경우 생성 반응이 빨라져 Ag_3PO_4 의 단결정 박막 생성이 어려움을 관찰하였다. 아세트산은과 인산수소이암모늄의 혼합물을 포함하는 전구체 용액 Bath 2에서도 역시 7 : 3 의 비율이 최적화된 Ag_3PO_4 의 단결정 박막 생성을 유도하였다. 그러나, 오히려 7 : 3 의 비율보다 높았을 경우에는 생성 반응이 빨라져 Ag_3PO_4 의 단결정 박막 생성이 어려웠다.

[0048]

본 실시예에 있어서, Ag_3PO_4 의 벌크와 단결정 박막을 광촉매로서 사용하여 가시광 하에서 메틸렌 블루와 4-클로로페놀 분해 실험을 수행하였다. 도 5의 a 및 b에 나타낸 바와 같이, 시간에 따른 메틸렌블루와 4-클로로페놀 농도가 벌크 Ag_3PO_4 보다 Ag_3PO_4 의 단결정 박막의 경우에 더 빠르게 감소하였다. 이를 해석하면 단위 면적 당 Ag_3PO_4 농도를 고려하였을 때, Ag_3PO_4 의 단결정 박막이 벌크 Ag_3PO_4 보다 광촉매로서 매우 우수한 분해능을 가졌음을 알 수 있었다.

[0049]

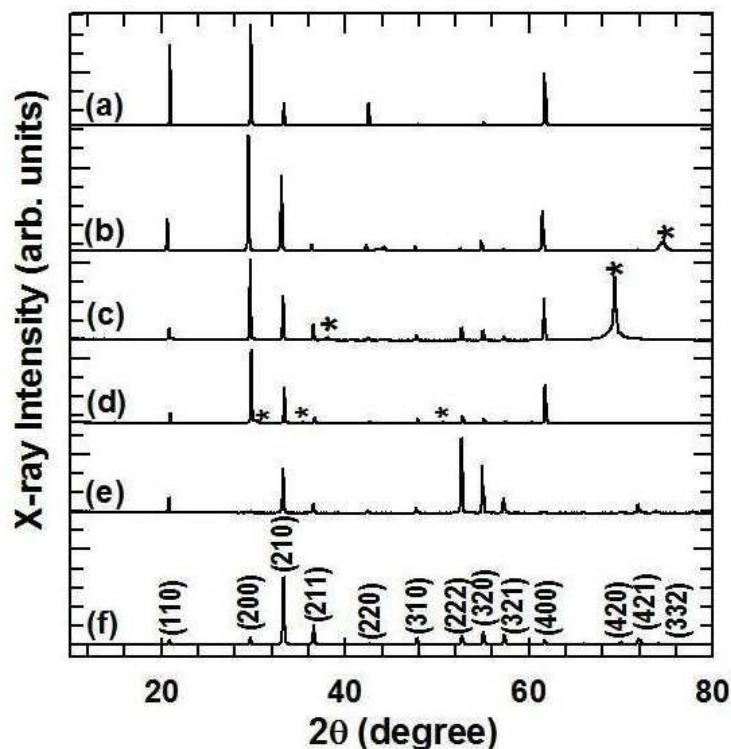
전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수도 있다.

[0050]

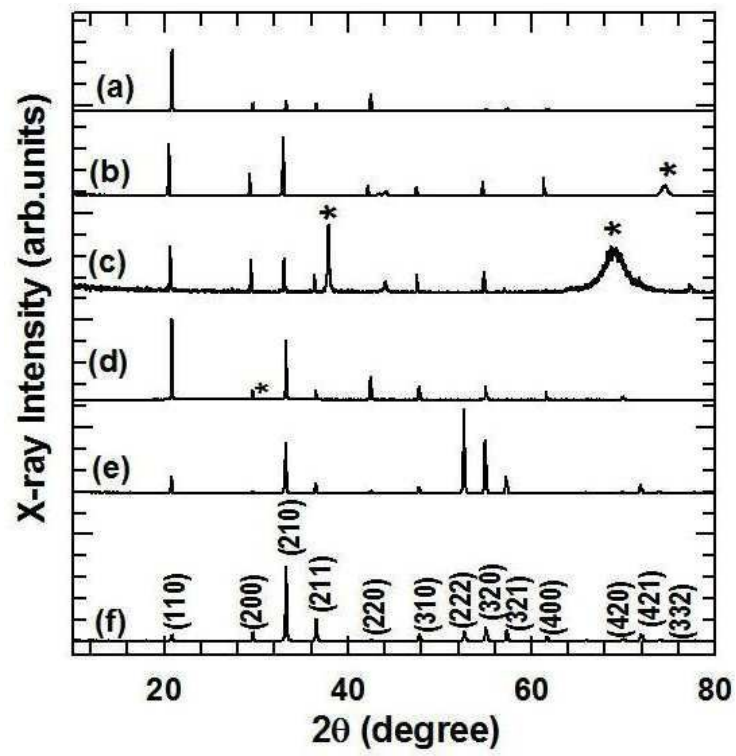
본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위, 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

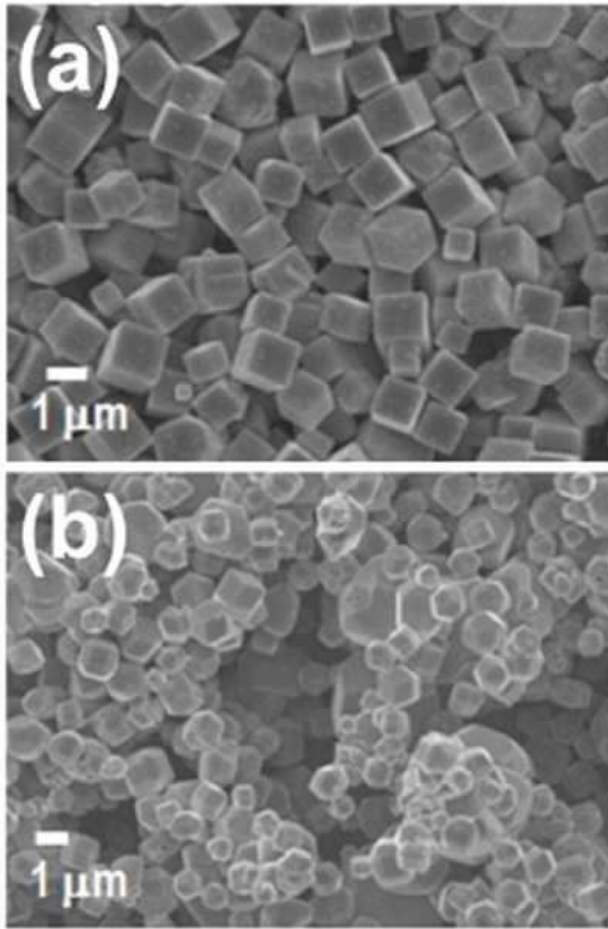
도면1a



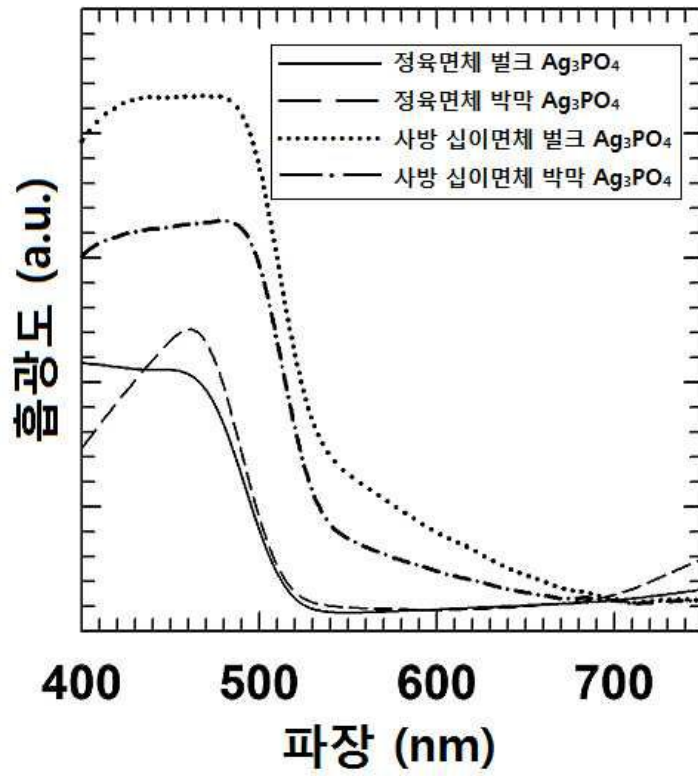
도면1b



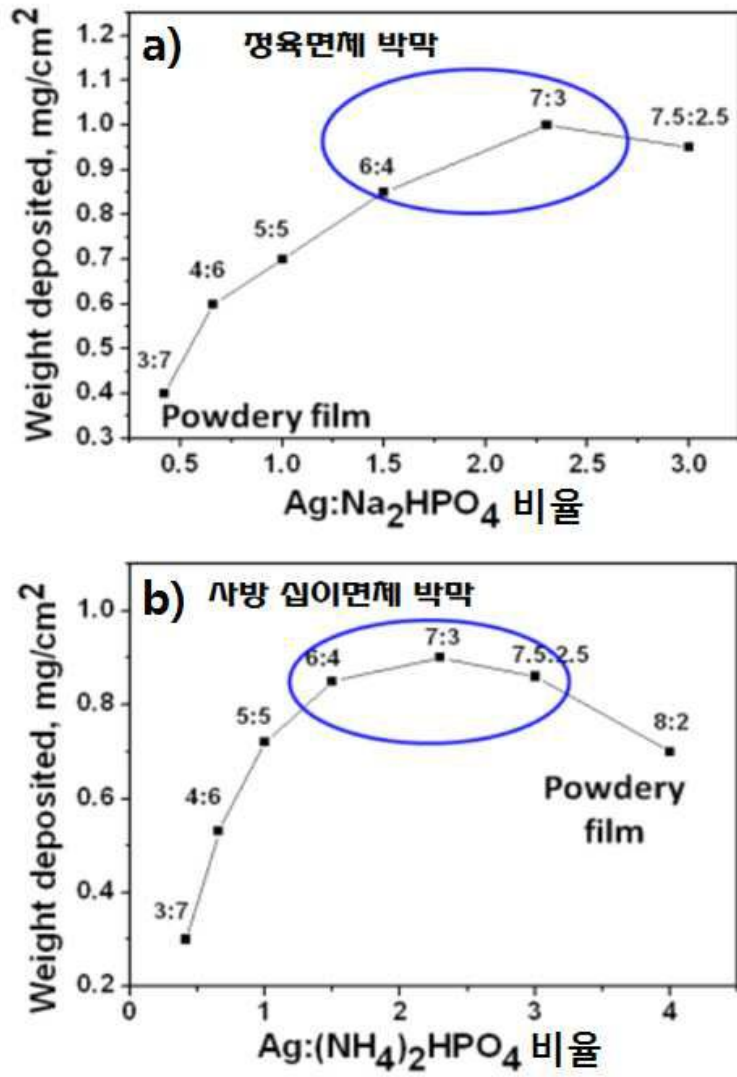
도면2



도면3



도면4



도면5

