(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0131135
(43) 공개일자 2009년12월28일

(51) Int. Cl.
B01J 21/06 (2006.01) *B01J 27/18* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0056958
(22) 출원일자 2008년06월17일
심사청구일자 2008년06월17일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전 유성구 장동 171번지
(72) 발명자
류정호
경상남도 창원시 가음정동 재료연구소아파트 306호
박동수
서울특별시 강남구 대치1동 청실아파트 12-207
(74) 대리인
김기문

전체 청구항 수 : 총 8 항

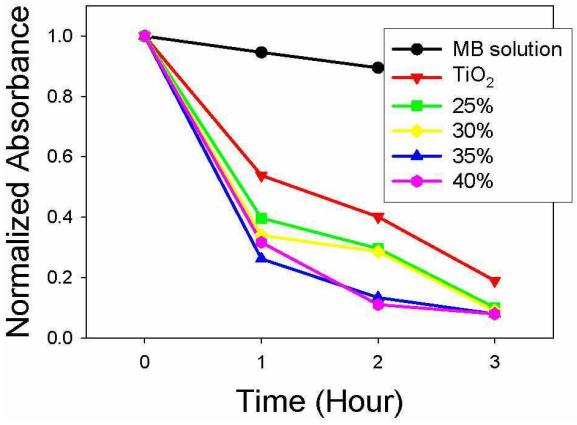
(54) 광촉매막 및 이의 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 유기물, 바이러스, 세균, 유해가스의 흡착능을 향상시킨 광촉매막에 관한 것이다.

본 발명에 의한 광촉매막은, 모재의 표면 일측에 이산화티탄-인산칼슘 복합소재를 상온 진공 분말 분사법 (Room Temperature Powder Spray in Vacuum)으로 진공 증착하여 형성된다. 또한 본 발명에 의한 광촉매막의 제조방법은, 이산화티탄에 중량비 1 내지 99%의 인산칼슘을 혼합하는 분말혼합단계와, 상기 혼합분말을 모재 일측에 상온 진공 분말 분사법 (Room Temperature Powder Spray in Vacuum)으로 증착하여 광촉매막을 형성하는 광촉매막형성단계로 이루어진다. 본 발명에 따르면, 바인더를 사용하지 않고 광촉매막의 형성이 가능하며, 유기물, 세균, 유해가스 등의 흡착능력이 향상되는 이점이 있다.

대 표 도 - 도9



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20080200200450
부처명	환경부
연구사업명	차세대핵심환경기술개발사업
연구과제명	고효율 광촉매 나노 복합 코팅소재 및 응용기술 개발
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2008년 04월 01일 ~ 2009년 03월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

모재의 표면 일측에 이산화티탄-인산칼슘 복합소재를 상온 진공 분말 분사법 (Room Temperature Powder Spray in Vacuum)으로 진공 증착하여 형성됨을 특징으로 하는 광촉매막.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 인산칼슘은,

1 내지 99%의 중량비를 갖는 것을 특징으로 하는 광촉매막.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 인산칼슘은,

수산화인회석(Hydroxy Apatite;HA), 불소 함유 수산화인회석(Fluoridated Hydroxy Apatite;FA), 인산삼칼슘(Tri-calcium phosphate;TCP) 중 하나 이상을 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 광촉매막.

청구항 4

이산화티탄에 중량비 1 내지 99%의 인산칼슘을 혼합하는 분말혼합단계와,

상기 혼합분말을 모재 일측에 상온 진공 분말 분사법 (Room Temperature Powder Spray in Vacuum)으로 증착하여 광촉매막을 형성하는 광촉매막형성단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광촉매막 제조 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 분말혼합단계는,

이산화티탄과 인산칼슘이 혼합된 혼합분말이 수용된 혼합용기 내부에 캐리어가스를 공급하여 상기 혼합분말을 분산하는 과정이 포함됨을 특징으로 하는 광촉매막 제조 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 분말혼합단계는,

이산화티탄과 인산칼슘 중 어느 하나가 선택적으로 수용된 제1보관용기 및 제2보관용기에 캐리어가스를 공급하고, 상기 캐리어가스에 의해 비산된 이산화티탄과 인산칼슘을 제1보관용기 및 제2보관용기 외부에서 혼합하는 과정임을 특징으로 하는 광촉매막 제조 방법.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서, 상기 인산칼슘은,

수산화인회석(Hydroxy Apatite;HA), 불소 함유 수산화인회석(Fluoridated Hydroxy Apatite;FA), 인산삼칼슘(Tri-calcium phosphate;TCP) 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 광촉매막 제조 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 분말혼합단계에서,

상기 제1보관용기와 제2보관용기 내부에 캐리어가스의 유량은 각각 제어 가능한 것을 특징으로 하는 광촉매막 제조 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<25> 본 발명은 바인더를 사용하지 않고 상온 진공 분말 분사법(Room Temperature Powder Spray in Vacuum)을 이용하여 이산화티탄과 인산칼슘을 포함하는 광촉매막을 형성함으로써 유기물, 세균, 유해가스 등의 흡착능력이 향상되도록 한 광촉매막 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

<26> 일반적으로 오염물질을 처리하기 위한 방법으로 이산화티탄(TiO_2)으로 대표되는 광촉매막이 사용되고 있다.

<27> 최근 산업이 발달함에 따라 급격하게 증가하는 환경 오염물질의 처리를 위해 광촉매막에 대한 많은 연구개발이 진행되고 있다.

<28> 광촉매막을 이용한 오염물질의 처리는 2차오염이 발생되지 않고, 에너지 소비가 적은 장점으로 인해 산업폐수 및 난분해성 유기물의 처리에 적용되고 있으며, 보다 효과적인 처리를 위해 많은 연구가 진행되고 있다.

<29> 그러나, 이산화티탄 광촉매막은 물질을 끌어당기는 흡착력이 약해서 광촉매막 표면에 접촉한 물질만 분해 가능하므로 효율성이 저하되는 문제점이 있다.

<30> 또한, 광촉매막은 빛과 접촉시에만 표면에 접촉한 물질을 분해가능하므로 분해능이 저하되는 문제점이 있다.

<31> 이러한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 대한민국 특허청 등록특허 제 0506333호에는 하이드록시 아파타이트 이산화티탄 광촉매를 코팅한 폴리우레탄 폼 필터의 제조방법이 게시되어 있다.

<32> 상기 등록특허는 이산화티탄에 흡착성능을 부여하기 위하여 하이드록시 아파타이트(인산칼슘의 일종)를 복합화하여 폼(form)필터를 제조하는 방법으로 화학적인 방법에 의해 이산화티탄과 하이드록시 아파타이트의 현탁액 및 유기바인더를 혼합하여 모재에 코팅하는 방법이다.

<33> 그러나, 이러한 코팅에 의한 폼필터 제조방법에는 바인더가 반드시 요구되며, 제조된 광촉매막의 강도나 모재와의 밀착력이 저하되고, 광촉매 효율에 있어서 제한이 발생하게 되어 바람직하지 못하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<34> 본 발명의 목적은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 바인더를 사용하지 않고 상온 진공 분말 분사법(Room Temperature Powder Spray in Vacuum)을 이용하여 형성된 광촉매막 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

<35> 본 발명의 다른 목적은, 이산화티탄-인산칼슘 복합소재를 이용하여 형성함으로써 유기물, 바이러스, 세균, 유해가스의 흡착능이 향상되도록 한 광촉매막을 제공하는 것에 있다.

발명의 구성 및 작용

<36> 본 발명에 의한 광촉매막은, 모재의 표면 일측에 이산화티탄-인산칼슘 복합소재를 상온 진공 분말 분사법 (Room Temperature Powder Spray in Vacuum)으로 진공 증착하여 형성됨을 특징으로 한다.

<37> 상기 인산칼슘은, 1 내지 99%의 중량비를 갖는 것을 특징으로 한다.

<38> 상기 인산칼슘은, 수산화인회석(Hydroxy Apatite;HA), 불소 함유 수산화인회석(Fluoridated Hydroxy Apatite;FA), 인산삼칼슘(Tri-calcium phosphate;TCP) 중 하나 이상을 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

<39> 본 발명에 의한 광촉매막의 제조방법은, 이산화티탄에 중량비 1 내지 99%의 인산칼슘을 혼합하는 분말혼합단계와, 상기 혼합분말을 모재 일측에 상온 진공 분말 분사법 (Room Temperature Powder Spray in Vacuum)으로 증착하여 광촉매막을 형성하는 광촉매막형성단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<40> 상기 분말혼합단계는, 이산화티탄과 인산칼슘이 혼합된 혼합분말이 수용된 혼합용기 내부에 캐리어가스를 공급하여 상기 혼합분말을 분산하는 과정이 포함됨을 특징으로 한다.

<41> 상기 분말혼합단계는, 이산화티탄과 인산칼슘 중 어느 하나가 선택적으로 수용된 제1보관용기 및 제2보관용기에 캐리어가스를 공급하고, 상기 캐리어가스에 의해 비산된 이산화티탄과 인산칼슘을 제1보관용기 및 제2보관용기 외부에서 혼합하는 과정임을 특징으로 한다.

<42> 상기 인산칼슘은, 수산화인회석(Hydroxy Apatite;HA), 불소 함유 수산화인회석(Fluoridated Hydroxy Apatite;FA), 인산삼칼슘(Tri-calcium phosphate;TCP) 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<43> 상기 분말혼합단계에서, 상기 제1보관용기와 제2보관용기 내부에 캐리어가스의 유량은 각각 제어 가능한 것을 특징으로 한다.

<44> 이와 같은 구성에 의하면, 바인더를 사용하지 않고 광촉매막의 형성이 가능하며, 유기물, 세균, 유해가스 등의 흡착능력이 향상되는 이점이 있다.

<45> 이하에서는 상기와 같은 광촉매막을 제조하기 위한 광촉매막형성장치의 일 실시예의 구성을 첨부된 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한다.

<46> 본 발명에 의한 광촉매막은 상온 진공 분말 분사법을 이용하여 모재 일측에 형성되는 것으로, 상온 진공 분말 분사법(Room Temperature Powder Spray in Vacuum)은 상온에서 이산화티탄-인산칼슘 원료분말을 모재에 분사하여 광촉매막을 형성하는 방법이다.

<47> 도 1에는 본 발명에 의한 광촉매막의 증착 원리를 나타낸 개념도가 도시되어 있고, 도 2에는 본 발명에 의한 광촉매막을 형성하기 위한 광촉매막형성장치의 일실시예의 구성을 보인 개략도가 도시되어 있다.

<48> 도면과 같이 광촉매막형성장치(100)는 모재(240)에 상온 진공 분말 분사법 (Room Temperature Powder Spray in Vacuum)으로 원료분말(C)를 분사하여 광촉매막(220)을 형성하기 위한 장치이다.

<49> 여기서 상기 모재(240)는 상온 진공분말 분사법에 의해 광촉매막(220)이 부착 가능한 모든 재료에 해당될 수 있다.

<50> 상기 모재(240)에 광촉매막(220)을 형성하기 위해 상기 광촉매막형성장치(100)는, 모재(240)을 지지한 상태로 이동하는 스테이지(112)가 구비된 진공챔버(110)와, 상기 진공챔버(110)와 연통 결합되어 진공챔버(110) 내부에 진공을 형성하는 진공펌프(120)와, 상기 원료분말(C)이 수용되는 혼합용기(130)와, 캐리어가스가 저장 및 분사되는 가스공급수단(140)과, 상기 가스공급수단(140)과 혼합용기(130) 내부를 연통시켜 상기 캐리어가스가 혼합용기(130) 내부로 유입되도록 안내하는 가스공급관(150)과, 상기 캐리어가스와 혼합된 원료분말(C)을 진공챔버(110) 내부로 안내하는 이송관(160)과, 상기 이송관(160) 일단에 구비되어 이송관(160)을 경유한 원료분말(C)이 모재(240)에 분사되도록 하는 노즐(170)을 포함하여 구성된다.

<51> 상기 스테이지(112)는 하면에 모재(240)가 고정되며, 1축 방향 이상으로 이동 가능하도록 구성되며, 대략 0.1~10 ㎜/sec의 속도로 이동된다. 따라서, 상기 모재(240) 하측에서 원료분말(C)이 분사되면 상기 모재(240)의 하면에는 원료분말(C)이 증착되어 광촉매막(220)이 형성 가능하게 된다.

<52> 또한, 상기 스테이지(112)는 진공챔버(110) 내부 일측에 고정하고 노즐(170)을 이동시켜 광촉매막(220)을 형성할 수도 있음은 자명하다.

<53> 상기 진공챔버(110)는 폐공간을 형성하고 상기 진공펌프(120)와 내부가 연통되어 상기 진공펌프(120)가 작동시 진공상태가 되며, 상기 진공챔버(110)의 진공도는 1torr이하가 되도록 한다.

<54> 상기 스테이지(112)에서 하측으로 이격된 곳에는 노즐(170)이 구비된다. 상기 노즐(170)은 진공챔버(110) 내부에서 일정 위치에 놓은 상태로 고정되어 원료분말(C)의 분사 방향을 안내하는 역할을 수행한다.

<55> 따라서, 상기 노즐(170)을 통해 원료분말(C)이 상방향으로 분사되고 상기 모재(240)가 스테이지(112)의 움직임에 의해 이동하게 되면, 상기 모재(240) 하면에는 스테이지(112)의 움직임 방향에 따라 다양한 패턴의 광촉매막(220)이 형성 가능하게 된다.

<56> 상기 노즐(170)은 모재(240)로부터 대략 1~40㎜의 거리만큼 이격된 하측에 상단부가 위치하게 되며, 본 발명의 실시예에서는 대략 10㎜ 가량 이격되도록 하였다.

<57> 그리고, 상기 노즐(170)의 폭은 0.1~2.0㎜가 되도록 하고, 상기 노즐(170)의 길이는 5~700㎜가 되도록 한다. 상기 노즐(170)의 단면형상과 폭 및 길이는 원료분말(C)의 성분 및 광촉매막(220)의 증착 두께에 따라 다양하게 변경 적용이 가능하다.

<58> 상기 노즐(170)은 이송관(160)과 연통 결합된다. 상기 이송관(160)은 혼합용기(130) 내부의 원료분말(C)이 캐리어가스와 함께 상기 노즐(170)로 안내되도록 하는 것으로, 상기 이송관(160)의 양단부는 상기 혼합용기(130)와 노즐(170)에 각각 연결된다.

<59> 보다 상세하게는 상기 이송관(160)의 우측 상단부는 노즐(170)과 연결되고, 좌측 하단부는 상기 혼합용기(130)의 내부에서 상부에 위치하도록 고정되어 원료분말(C)과 접촉하지 않도록 한다.

<60> 상기 혼합용기(130)는 가스공급관(150)을 통해 캐리어가스를 공급받아, 내부에 담겨진 원료분말(C)을 분산시킴과 동시에 상기 이송관(160)으로 원료분말(C) 및 캐리어가스를 안내하는 역할을 수행한다.

<61> 이를 위해, 상기 혼합용기(130)의 내부 좌측에는 가스공급관(150)이 위치하게 되며, 상기 가스공급관(150)의 하단부는 혼합용기(130)에 담겨진 원료분말(C)과 접촉한 상태로 결합된다.

<62> 여기서 상기 원료분말(C)은 전술한 바와 같이 이산화티탄과 인산칼슘이 혼합된 혼합분말로서 상기 인산칼슘은 혼합분말 전체 중량에 대하여 1 내지 99%의 중량비를 갖는다.

<63> 그리고, 보다 상세하게 상기 인산칼슘은, 수산화인회석(Hydroxy Apatite;HA), 불소 함유 수산화인회석(Fluoridated Hydroxy Apatite;FA), 인산삼칼슘(Tri-calcium phosphate;TCP) 중 하나 이상을 포함하여 구성된다.

<64> 상기 가스공급수단(140)에서 가스공급관(150)을 통해 혼합용기(130) 내부로 유입된 캐리어가스는 이산화티탄과 인산칼슘이 혼합된 원료분말(C)을 분산시키게 되며, 분산된 원료분말(C)은 유일한 배출구인 이송관(160)을 통해 노즐(170)로 안내된다.

<65> 상기 가스공급수단(140) 내부에는 캐리어가스가 공급되어 저장된다. 상기 캐리어가스는 공기, 산소(O_2), 질소(N_2), 헬륨(He), 아르곤(Ar) 등이 사용될 수 있으며, 모재(240)에 광촉매막(220)을 형성하는 데 캐리어가스의 종류가 변화함에 따라 미치는 영향은 크지 않으므로, 제조 원가를 고려하여 저가의 가스를 가용함이 바람직하다.

<66> 그리고, 본 발명의 실시예에서 상기 가스공급수단(140)으로부터 혼합용기(130) 내부로 유입 가능한 캐리어가스의 유입유량은 1 L/min 이상의 범위 내에서 조절 가능하나, 유입유량은 노즐(170)의 크기에 따라 변경 가능하다.

<67> 이하에서는 상기와 같이 구성되는 광촉매막형성장치(100)를 이용하여 모재(240)에 광촉매막(220)을 형성하는 방법을 첨부된 도 3을 참조하여 설명한다.

<68> 도 3에는 본 발명에 의한 광촉매막의 제조방법을 나타낸 순서도가 도시되어 있다.

<69> 도면과 같이, 본 발명에 의한 광촉매막(220)의 제조방법은, 크게 이산화티탄에 중량비 1 내지 99%의 인산칼슘을 혼합하는 분말혼합단계(S100)와, 상기 혼합분말을 모재 일측에 상온 진공 분말 분사법 (Room Temperature Powder Spray in Vacuum)으로 증착하여 광촉매막(220)을 형성하는 광촉매막형성단계(S200)로 이루어진다.

<70> 상기 분말혼합단계(S100)는 광촉매막형성장치(100)를 통해 모재(240)에 분사되어질 원료분말(C)을 준비하는 과정으로, 상기 원료분말(C)에 1 내지 99%의 중량비로 인산칼슘이 포함된 범위 내에서 습식 볼밀링, 건식 볼밀링 이외에 다양한 분말 혼합 방법에 의해 이루어질 수 있다.

<71> 상기와 같이 분말혼합단계(S100)가 완료되면, 상기 원료분말(C)은 혼합용기(130)에 장입되고, 모재(240)는 스테이지(112)에 고정된 상태에서, 상기 혼합용기(130) 내부에 캐리어가스를 공급하여 원료분말(C)과 캐리어가스를 혼합하게 된다.

<72> 본 발명의 실시예에서 분말혼합단계(S100)는, 인산칼슘으로 인산삼칼슘(TCP)이 적용되었다.

<73> 그리고 상기 가스공급수단(140)으로부터 혼합용기(130) 내부로 유입되는 캐리어가스의 유량은 1 L/min 이상의 범위 내에서 조절하여 실시되므로, 상기 혼합용기(130) 내부의 원료분말(C)은 캐리어가스의 유입에 의해 비산(飛散)된다.

<74> 한편, 상기 분말혼합단계(S100)와 광촉매막형성단계(S200) 사이에는 진공형성단계(S150)가 실시된다. 상기 진공형성단계(S150)는 진공펌프(120)를 작동시켜 상기 진공챔버(110) 내부를 1torr 이하의 진공도로 설정하는 과정이다.

<75> 본 발명의 실시예에서는 상기 진공형성단계(S150)에서 혼합용기(130)와, 이송관(160) 및 진공챔버(110) 내부의 진공도를 약 1 Torr 로 설정하였다.

<76> 따라서, 상기 혼합용기(130)를 경유하면서 원료분말(C)과 섞여 진공챔버(110) 내부로 유입된 캐리어가스는 상기 진공펌프(120)로 흡입 가능하게 된다.

<77> 상기 광촉매막형성단계(S200) 이후에는 상기 모재(240)에 증착되지 않고 진공챔버(110) 내부로 비산된 원료분말

(C)을 회수하는 입자회수단계(S250)가 실시된다.

<78> 상기 입자회수단계(S250)에서 회수단 원료분말(C)은 다시 모아져 재활용 가능하게 되며, 도 2에 도시되진 않았지만 상기 진공펌프(120)와 진공챔버(110) 사이에 별도의 필터링수단을 구비하여 상기 원료분말(C)만 선택적으로 걸러지도록 구성할 수도 있을 것이다.

<79> 상기 모재(240) 외면에는 증착된 이산화티탄-인산칼슘 원료분말(C)의 두께가 증가하게 되면서 광촉매막(220)을 형성하는 광촉매막형성단계(S200)가 실시된다.

<80> 상기 광촉매막형성단계(S200)는 모재(240)의 외면에 20㎛ 이하의 두께로 광촉매막(220)을 형성하게 된다.

<81> 상기 광촉매막(220)의 두께는 광촉매막형성단계(S200)의 실시시간에 따라 조절이 가능하며, 광촉매막(220)의 두께가 20㎛를 초과하게 되면 광촉매막(220)이 모재(240)로부터 박리될 수 있으므로, 상기 광촉매막(220)의 두께는 20㎛ 이하가 바람직하다.

<82> 상기 광촉매막형성단계(S400) 중에 상기 모재(240)는 0.1~10㎜/sec의 속도로 이동하게 되고, 이때 상기 이동하는 모재(240)의 왕복 횟수는 형성되는 막의 두께에 따라서 1~20회 가량 실시 가능하다.

<83> 한편, 상기 광촉매막형성장치(100)는 도 4와 같이 혼합용기의 구성을 변경하여 실시 가능하며, 이때 광촉매막의 제조방법은 도 5와 같다.

<84> 즉, 도 4에는 본 발명에 의한 광촉매막을 형성하기 위한 광촉매막형성장치의 다른 실시예의 구성을 보인 개략도가 도시되어 있고, 도 5에는 본 발명에 의한 광촉매막의 제조방법을 나타낸 다른 실시예의 순서도가 도시되어 있다.

<85> 도 4와 같이, 다른 실시예의 광촉매막형성장치(100)에서는 일 실시예의 혼합용기(130)가 보관용기(180)로 변경 적용되어 있다.

<86> 즉, 상기 보관용기(180)는 별개로 구성된 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184)를 포함하여 구성되며, 상기 제1보관용기(182) 내부에는 이산화티탄과 인산칼슘 중 어느 하나가 보관되고, 제2보관용기(184) 내부에는 나머지 하나가 보관된다.

<87> 그리고, 상기 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184)는 가스공급관(150)에 의해 가스공급수단(140)과 연통된다.

<88> 보다 상세하게는 상기 가스공급관(150)은 두 갈래로 분지되고, 분지된 각각의 관은 상기 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184)에 각각 연결된다.

<89> 따라서, 상기 가스공급수단(140)에서 토출되는 캐리어가스는 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184) 각각에 공급이 가능하게 된다.

<90> 상기 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184)에는 내부의 캐리어가스가 진공챔버(110)로 이동되도록 안내하는 이송관(160)이 구비되며, 상기 이송관(160)의 단부는 합지된다.

<91> 그리고, 상기 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184)에 공급되는 캐리어가스는 유량 조절이 가능하도록 구성된다. 이를 위해 상기 이송관(160)에는 밸브(190)가 구비된다.

<92> 즉, 상기 밸브(190)는 제1보관용기(182)로 공급되는 캐리어가스의 유량을 조절하기 위한 제1밸브(192)와 상기 제2보관용기(184)로 공급되는 캐리어가스의 유량을 조절하기 위한 제2밸브(194)를 포함하여 구성된다.

<93> 따라서, 상기 제1밸브(192)와 제2밸브(194)의 개도를 조절하게 되면, 상기 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184)로 공급되는 캐리어가스의 유량을 제어할 수 있게 된다.

<94> 한편, 상기한 다른 실시예의 광촉매막형성장치(100)를 이용하여 광촉매막을 제조하는 방법에서는 도 5와 같이 진공형성단계(S150)가 분말혼합단계(S100) 이전에 실시된다.

<95> 그리고, 상기 분말혼합단계(S100)에는 제1밸브(192)와 제2밸브(194)의 개도를 조절하여 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184)에 유입되는 캐리어가스의 유입량을 조절함으로써, 이산화티탄-인산칼슘 혼합분말의 조성비를 조절하는 과정이 포함된다.

<96> 따라서, 상기 제1밸브(192)와 제2밸브(194)의 개도 조절에 따라 상기 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184) 각각으로 유입되는 캐리어가스의 유량비를 1:99 내지 99:1로 조절 가능하며, 광촉매막(240)에 포함되는 이산화티탄과 인산칼슘의 조성비는 다양하게 실시 가능하게 된다.

<97> 그리고, 상기 제1밸브(192)와 제2밸브(194)의 개도에 따라 상기 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184)로 유입된 캐리어가스는 이산화티탄과 인산칼슘을 각각 분산시킨 후 상기 제1보관용기(182)와 제2보관용기(184) 외부에서 혼합되도록 한다.

<98> 즉, 상기 제1보관용기(182) 및 제2보관용기(184)와 진공챔버(110) 사이에 연통 결합된 이송관 내부에서 상기 이산화티탄과 인산칼슘은 혼합된다.

<99> 본 발명의 실시예에서는 도 6a 내지 도 6d와 같이 원료분말에 대하여 인산칼슘의 중량비를 각각 30%, 35%, 40%, 45%로 혼합하여 실시하였다.

<100> 즉, 도 6a 내지 도 6d에는 본 발명에 의한 광촉매막의 제1실시예 내지 제4실시예의 표면을 보인 주사전자 현미경 사진이 도시되어 있다.

<101> 이들 도면과 같이 상온 진공 분말 분사공정에 따라 제조된 광촉매막은 거친 표면을 가지며, 인산칼슘의 첨가량 변화에 상관없이 거친 표면의 미세구조를 가지는 것을 확인할 수 있다.

<102> 또한, 상기 광촉매막(220)은 모재(240) 외면에 균열이나 박리되지 않은 상태로 강하게 밀착되어 증착된 것을 알 수 있다.

<103> 도 7 에는 본 발명에 의한 광촉매막의 EDS 성분분석결과를 나타낸 그래프가 도시되어 있다.

<104> 도 7의 EDS 성분 분석 결과와 같이 이산화티탄의 주 성분인 티타늄(Ti)과 인산칼슘의 주성분인 칼슘(Ca) 및 인(P)이 모두 검출되었으며 원료분말의 혼합비율과 동일한 함량비를 가지는 것을 확인할 수 있다.

<105> 그리고, 상기와 같이 제조된 광촉매막은 도 8과 같이 400㎚이하의 자외선 영역에서 흡수가 발생하였다.

<106> 즉, 도 8은 본 발명에 의한 광촉매막의 UV-VIS 흡광 특성을 나타낸 그래프로서, UV-VIS spectrophotometer을 이용하여 확산반사법에 의한 광촉매막의 빛 흡수 영역을 분석하였다.

<107> 분석 결과, 실시예4의 광촉매막에서는 단일상의 이산화티탄 코팅막(비교예)와 같이 400㎚ 이하의 자외선 영역에서 흡수가 일어난 것을 알 수 있다.

<108> 한편, 상기 광촉매막의 메틸렌블루 분해 성능을 도 9를 참조하여 살펴보면, 도 9는 본 발명에 의한 광촉매막의 메틸렌블루 분해 성능을 나타낸 그래프로서, 인산칼슘의 첨가량이 증가함에 따라 메틸렌블루의 분해 속도가 증가하는 것을 알 수 있다.

<109> 그리고, 순수한 이산화티탄 광촉매막에 대비하여 인산칼슘이 첨가된 본 발명의 실시예1 내지 실시예4에서는 짧은 시간(1시간)에 보다 많은 메틸렌블류 분해 거동을 보이며, 이는 흡착능력이 향상된 것을 보여준다.

<110> 상기 도 9의 측정조건은 자외선(UV 365㎚) 조사 시간에 따른 메틸렌블루 수용액의 UV-VIS 흡광특성을 측정하였으며, 메틸렌블루의 흡수파장(664㎚)를 기준으로 초기치 강도 대비 각 시간별 비율을 계산 후 도시하였다.

<111> 이러한 본 발명의 범위는 상기에서 예시한 실시예에 한정하지 않고, 상기와 같은 기술범위 안에서 당업계의 통상의 기술자에게 있어서는 본 발명을 기초로 하는 다른 많은 변형이 가능할 것이다.

<112> 예를 들어 본 발명의 실시예에서는, 원료분말에 인산칼슘으로서 인산삼칼슘(Tri-calcium phosphate;TCP)을 적용하였으나, 생화학적 성질이 유사하고 유기물, 중금속 등의 흡착능력을 가지는 범위 내에서 수산화인회석(Hydroxy Apatite;HA), 불소 함유 수산화인회석(Fluoridated Hydroxy Apatite;FA)가 적용 가능함은 물론이다.

발명의 효과

<113> 본 발명에서는 상온 진공 분말 분사법(Room Temperature Powder Spray in Vacuum)을 이용하여 이산화티탄과 인산칼슘을 포함하는 원료분말을 모재 표면에 증착하여 광촉매막을 형성하였다.

<114> 따라서, 바인더가 불필요하게 되어 공정수가 감소하게 되므로 생산성이 향상되고 바인더에 의한 광촉매 효율 저하를 방지할 수 있는 이점이 있다.

<115> 또한, 이산화티탄과 인산칼슘을 포함하여 형성되므로 흡착력이 향상되며, 유기물, 세균류, 유해가스의 분해능력이 현저히 향상되는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1 은 본 발명에 의한 광촉매막의 증착 원리를 나타낸 개념도.

<2> 도 2 는 본 발명에 의한 광촉매막을 형성하기 위한 광촉매막형성장치의 일 실시예의 구성을 보인 개략도.

<3> 도 3 은 본 발명에 의한 광촉매막의 제조방법을 나타낸 일 실시예의 순서도.

<4> 도 4 는 본 발명에 의한 광촉매막을 형성하기 위한 광촉매막형성장치의 다른 실시예의 구성을 보인 개략도.

<5> 도 5 는 본 발명에 의한 광촉매막의 제조방법을 나타낸 다른 실시예의 순서도.

<6> 도 6a 는 본 발명에 의한 광촉매막의 제1실시예의 표면을 보인 주사전자 현미경 사진.

<7> 도 6b 는 본 발명에 의한 광촉매막의 제2실시예의 표면을 보인 주사전자 현미경 사진.

<8> 도 6c 는 본 발명에 의한 광촉매막의 제3실시예의 표면을 보인 주사전자 현미경 사진.

<9> 도 6d 는 본 발명에 의한 광촉매막의 제4실시예의 표면을 보인 주사전자 현미경 사진.

<10> 도 7 은 본 발명에 의한 광촉매막의 EDS 성분분석결과를 나타낸 그래프.

<11> 도 8 은 본 발명에 의한 광촉매막의 UV-VIS 흡광 특성을 나타낸 그래프.

<12> 도 9 은 본 발명에 의한 광촉매막의 메틸렌블루 분해 성능을 나타낸 그래프.

<13> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

<14> 100. 광촉매막형성장치 110. 진공챔버

<15> 112. 스테이지 120. 진공펌프

<16> 130. 혼합용기 140. 가스공급수단

<17> 150. 가스공급관 160. 이송관

<18> 170. 노즐 180. 보관용기

<19> 182. 제1보관용기 184. 제2보관용기

<20> 190. 밸브 192. 제1밸브

<21> 194. 제2밸브 220. 광촉매막

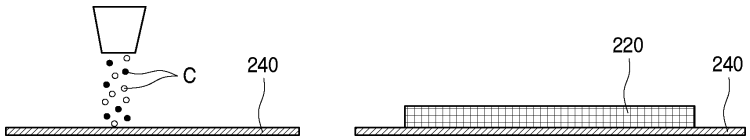
<22> 240. 모재 C. 원료분말

<23> S100. 분말혼합단계 S150. 진공형성단계

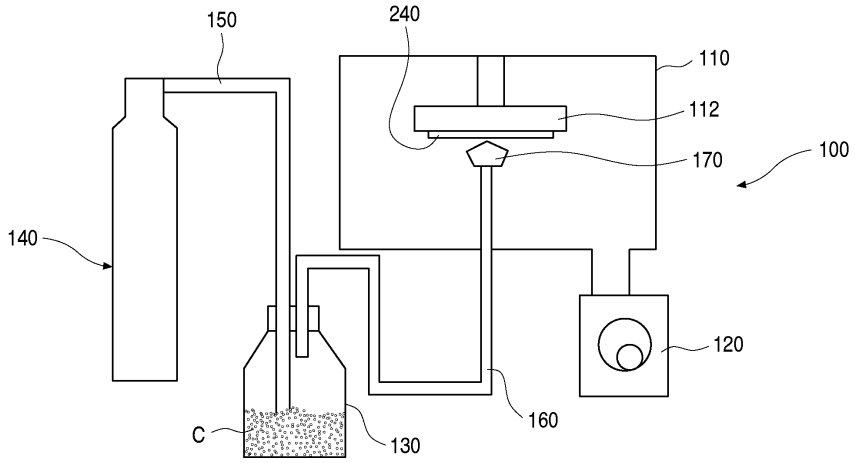
<24> S200. 광촉매막형성단계 S250. 입자회수단계

도면

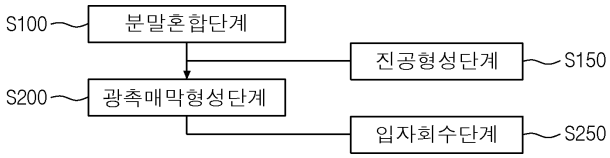
도면1



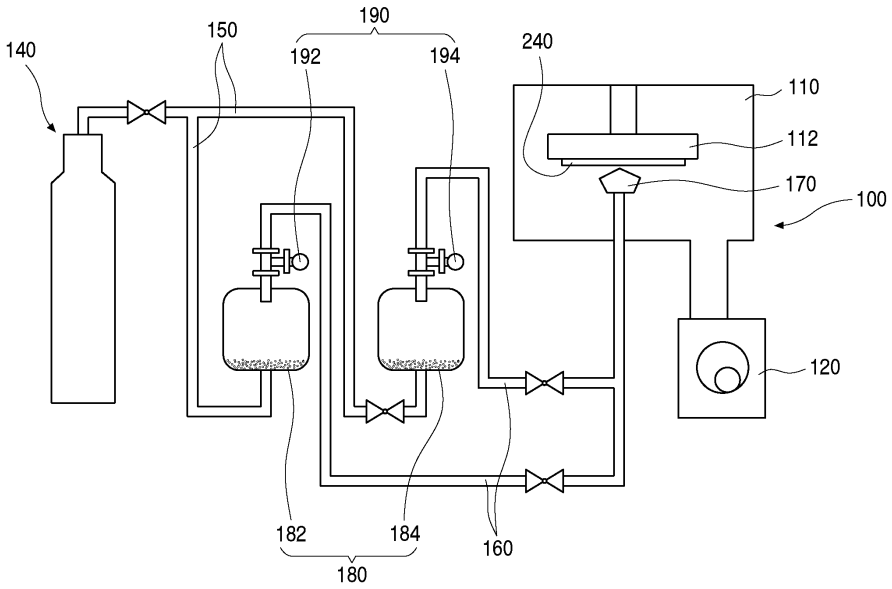
도면2


150
240
110
112
170
100
140
120
160
C
130

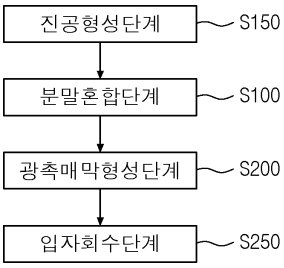
도면3


S100
분말혼합단계
진공형성단계
S150
S200
광촉매막형성단계
입자회수단계
S250

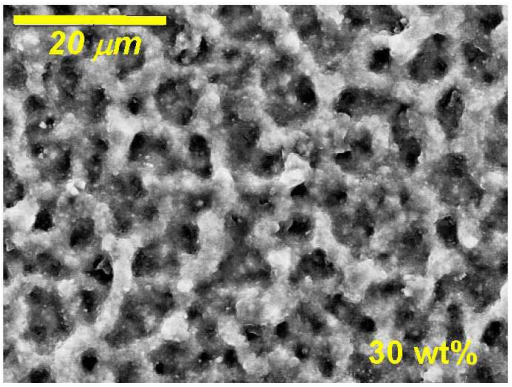
도면4


190
140
150
192
194
240
110
112
170
100
120
182
184
160
180

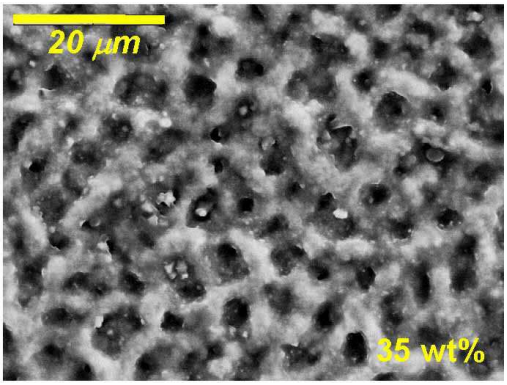
도면5



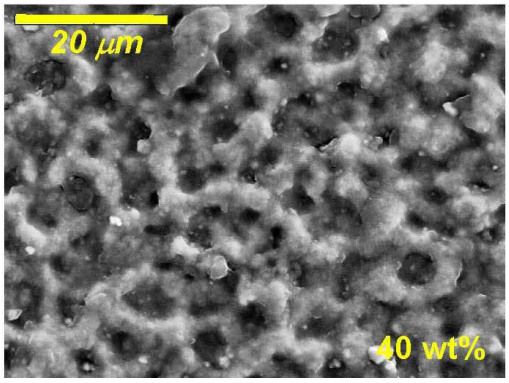
도면6a



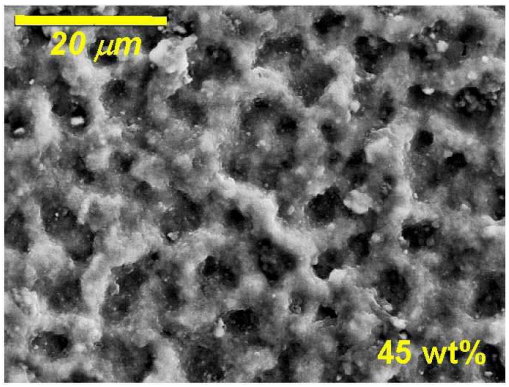
도면6b



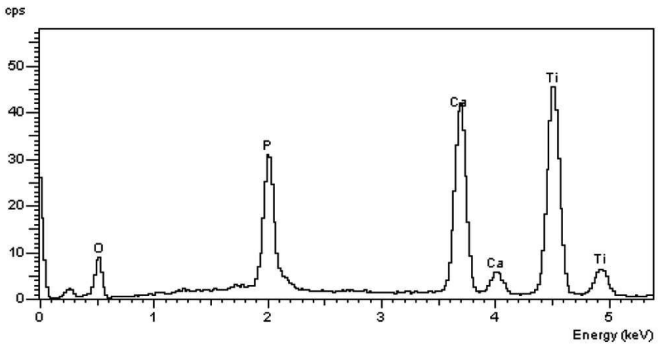
도면6c



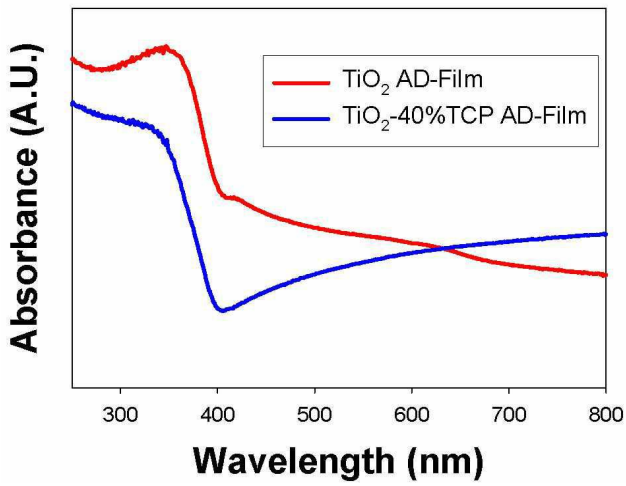
도면6d



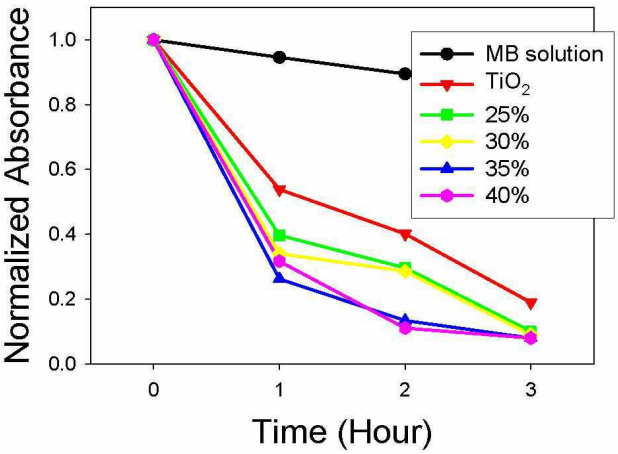
도면7



도면8


Absorbance (A.U.)
TiO2 AD-Film
TiO2-40%TCP AD-Film
300
400
500
600
700
800
Wavelength (nm)

도면9


Normalized Absorbance
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
MB solution
TiO2
25%
30%
35%
40%
0
1
2
3
Time (Hour)