(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0108201
(43) 공개일자 2008년12월12일

(51) Int. Cl.
B01J 21/06 (2006.01) *C01G 23/047* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0076019(분할)
(22) 출원일자 2008년08월04일
심사청구일자 2008년08월04일
(62) 원출원 특허 10-2007-0056364
원출원일자 2007년06월09일
심사청구일자 2007년06월09일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전 유성구 장동 171번지
(72) 발명자
박동수
서울특별시 강남구 대치동 청실아파트 12-207
류정호
경상남도 창원시 가음정동 기계연구소아파트 507
(74) 대리인
김기문

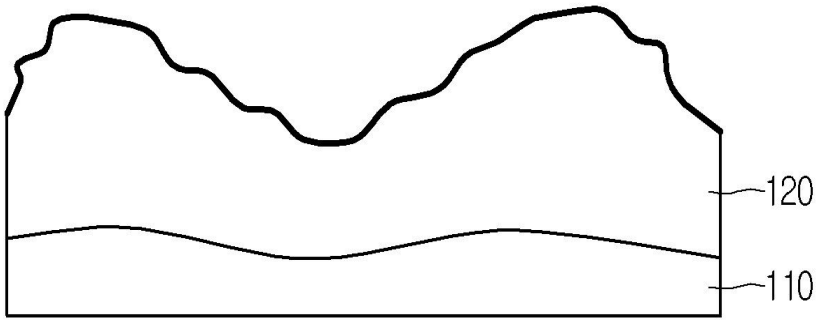
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 거친 표면을 가진 아나타제상의 이산화티탄 광촉매 막 및그 제조방법

(57) 요 약

실시예에 따른 광촉매 막은 기판; 및 요철표면을 가지며 상기 기판상에 형성된 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층;을 포함하며, 상기 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층은 평균 표면조도(Ra)가 200nm 내지 1000nm인 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기판; 및

요철표면을 가지며 상기 기판상에 형성된 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층;을 포함하며,

상기 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층은

메쉬(mesh)형상의 요철표면을 가지는 것을 특징으로 하는 광촉매 막.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층은

평균 표면조도(Ra)가 200nm 내지 1000nm인 것을 특징으로 하는 광촉매 막.

청구항 3

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층은

평균입경이 50nm 이하의 결정립을 가진 것을 특징으로 하는 광촉매 막.

청구항 4

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층은

95% 이상의 고밀도로 형성된 것을 특징으로 하는 광촉매 막.

청구항 5

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 아나타제상 이산화티탄 (TiO_2) 코팅층의 평균 두께는 3 내지 10 μm인 것을 특징으로 하는 광촉매 막.

청구항 6

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 기판은

금속, 세라믹, 고경도 고분자재료, 스테인리스스틸, 유리(Glass), 타일(Tile) 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 광촉매 막.

청구항 7

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층은

세라믹 분말이 상기 기판에 분사되어 형성된 것을 특징으로 하는 광촉매 막.

청구항 8

원료를 분말 에어로졸(aerosol)로 만드는 단계; 및

상기 분말 에어로졸을 기판상에 분사하여 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 코팅층을 만드는 단계;를 포함하며,

상기 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층을 만드는 단계는,

메쉬(mesh)형상의 요철표면을 가지는 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층을 만드는 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층은

평균 표면조도(Ra)가 200nm 내지 1000nm인 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

청구항 10

제8 항 또는 제9 항에 있어서,

상기 원료는

입경이 1~10㎛인 산화티탄(TiO_2)인 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

청구항 11

제8 항 또는 제9 항에 있어서,

상기 원료는

이송기체와 원료분말이 혼합되어 에어로졸 생성되는 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

청구항 12

제8 항 또는 제9 항에 있어서,

상기 원료를 에어로졸로 만드는 단계에는,

상기 에어로졸에 진동을 인가하여 에어로졸화 촉진 및 에어로졸 분말 간 응집을 방지하는 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

청구항 13

제8 항 또는 제9 항에 있어서,

상기 에어로졸의 유량은 5 ~ 500 L/min인 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

청구항 14

제8 항 또는 제9 항에 있어서,

상기 기판은 XYZ 테이블에 장착되어 이동되는 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 테이블은

상기 기판의 이송속도가 10~0.1 ㎜/sec인 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

청구항 16

제8 항 또는 제9 항에 있어서,

상기 기판은

금속, 세라믹, 고경도 고분자재료, 스테인리스스틸, 유리, 타일(Tile) 중 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

청구항 17

제8 항 또는 제9 항에 있어서,

상기 기판에의 상기 에어로졸의 증착속도는 0.1~200㎛/min인 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

청구항 18

제8 항 또는 제9 항에 있어서,

상기 에어로졸을 기판상에 분사하여 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층을 만드는 단계는 -200℃ 내지 +100℃에서 진행되는 것을 특징으로 하는 광촉매 막의 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 실시예는 광촉매 막 및 그 제조에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 최근 산업발전이 급격히 진전됨에 따라 지구환경의 파괴와 오염이 심각해지고 있다. 그에 따라 환경파괴의 주원인인 오염물질의 처리를 위한 많은 연구가 진행되고 있다.

<3> 오염물질의 처리방법으로 오염물질이 흡착된 농축물을 각종 흡착제를 이용하여 탈착시키는 방법이 가장 일반적으로 사용되고 있으나, 이 경우 탈착과 재처리를 위한 2차 처리공정의 필요에 따른 설치비용 과다소요와 에너지의 낭비가 크다는 단점이 있다.

<4> 따라서 2차 오염이 없고 에너지 소비가 적은 광촉매 막를 이용한 산업폐수 및 난분해성 유기물의 처리기술에 대한 연구가 진행되고 있다.

<5> 그런데, 일반적으로 광분해 반응은 광촉매 막의 표면에서 일어나는 반응으로 일정량 이상의 광촉매 막와 분해물질의 접촉면적이 작으면 광분해 반응이 억제되어 정화능력이 저하되므로 광분해 특성을 향상시키기 위하여 표면적을 넓히고 나노미터 크기의 결정립을 가지는 우수한 특성의 광촉매의 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<6> 실시예는 고밀도 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상으로 코팅된 광촉매 막을 제공하고자 한다.

<7> 또한, 실시예는 표면조도가 높은 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상의 광촉매 막을 제공하고자 한다.

<8> 또한, 실시예는 수 마이크로미터 크기의 분말형태의 저가원료를 이용하여 특성이 우수한 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상의 광촉매 막을 얻고자 한다.

<9> 또한, 실시예는 상온에서 광촉매 막을 고속으로 증착하여 추가 열처리 없이 특성이 우수한 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상의 광촉매 막을 제공하고자 한다.

과제 해결수단

<10> 실시예에 따른 광촉매 막은 기판; 및 요철표면을 가지며 상기 기판상에 형성된 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층;을 포함하며, 상기 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층은 평균 표면조도(Ra)가 200nm 내지 1000nm인 것을 특징으로 한다.

<11> 또한, 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법은 원료를 분말 에어로졸(aerosol)로 만드는 단계; 및 상기 분말 에어로졸을 기판상에 분사하여 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 코팅층을 만드는 단계;를 포함하며, 상

기 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 코팅층은 평균 표면조도(Ra)가 200nm 내지 1000nm인 것을 특징으로 한다.

효 과

<12> 실시예에 의하면, 고밀도 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<13> 또한, 실시예에 의하면 표면조도가 높은 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<14> 또한, 실시예에 의하면 분말형태의 저가원료를 이용하여 특성이 우수한 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<15> 또한, 실시예에 의하면 분말형태의 저가원료를 이용하고 광촉매 막 제조 후 원료 분말의 회수 및 재활용이 용이하여 제조공정원가를 절감할 수 있는 특징이 있다.

<16> 또한, 실시예에 의하면 고속코팅을 통해 특성이 우수한 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<17> 또한, 실시예에 의하면 상온에서 증착하여 추가 열처리 없이 광촉매 특성이 우수한 아나타제상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<18> 또한, 실시예에 의하면 수-수십 나노미터 크기의 결정립을 가지는 아나타제상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매막을 얻을 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<19> 실시예에 따른 광촉매 막은 기판; 및 요철표면을 가지며 상기 기판상에 형성된 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상 코팅층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<20> 또한, 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법은 원료를 분말 에어로졸(aerosol)로 만드는 단계; 및 상기 분말 에어로졸을 상기 기판상에 분사하여 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상 코팅층을 만드는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<21> 이와 같은 실시예에 의하면 고밀도의 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상으로 코팅된 광촉매 막을 얻을 수 있고, 표면조도가 높은 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있고, 저가원료를 이용하여 특성이 우수한 나노 결정립을 가지는 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상의 광촉매 막을 얻을 수 있고, 상온에서 고속으로 증착하여 추가 열처리 없이 특성이 우수한 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있는 장점이 있다.

<22> 이하, 실시예에 따른 광촉매 막, 그 제조장치 및 그 제조방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<23> (제1 실시예)

<24> 도 1은 제1 실시예에 따른 광촉매 막의 단면 개략도이다.

<25> 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 기판(110) 및 오목한 부분의 장/단 경 비가 5이하인 메쉬(mesh)형상의 요철표면을 가지며 상기 기판(110)상에 형성된 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 코팅층(120)을 포함할 수 있다.

<26> 도 2a는 제1 실시예에 따른 광촉매 막의 주사전자현미경 단면사진으로서, 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 요철표면을 가짐으로써 피분해물질과의 접촉면적을 증대시킬 수 있다.

<27> 또한, 도 2b는 제1 실시예에 따른 광촉매 막의 주사전자현미경 표면사진으로서, 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 메쉬(mesh)형상(M)의 요철표면을 가짐으로써 거친 표면을 얻게 되고 이에 따라 미립자이면서 비표면적이 넓게 되어 피분해 물질과의 접촉면적을 증대시킬 수 있다.

<28> 제1 실시예의 광촉매 막은 기판을 깎으면서 코팅되는 것이 아니라, 기판의 표면 위에 코팅되는 것이고, 요철의 형태도 직선형이 아닌 그물 형태의 요철을 갖는 코팅을 기판 또는 노즐을 일정 방향으로 이동하면서 형성할 수

있다.

<29> 광촉매 코팅은 그 표면적이 매우 중요한데, 직선형의 요철보다 그물(메쉬) 형태의 요철은 같은 주기를 갖는다고 가정하여도 약 2배 가량 넓은 표면적을 가질 수 있으며, 또한 실시예의 광촉매 막의 요철 표면에는 더욱 미세한 나노 돌기들이 형성될 수 있다(도 1과 도 2a 참조). 이에 따라 실질적인 표면적이 훨씬 더 넓게 된다.

<30> 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 상기 아나타제상 이산화티탄 (TiO_2) 코팅층(120)에서 입경이 50nm 이하의 결정립을 가짐으로써 광촉매 효율을 높일 수 있다.

<31> 예를 들어, 도 2c와 같이 제1 실시예에 따른 광촉매 막의 투사전자현미경(TEM) 사진에 의하면, 광촉매의 입경이 약 20nm 이하인 것을 알 수 있다.

<32> 또한, 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 상기 아나타제상 코팅층(120)에서 고밀도의 코팅층이 됨으로써 광촉매 입자간 또는 기판과의 결합력을 증대시킬 수 있다.

<33> 예를 들어, 제1 실시예에 따른 광촉매는 상기 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제상 코팅층(120)에서 고밀도의 코팅층이 됨으로써 95% 이상의 코팅밀도를 얻을 수 있다.

<34> 즉, 도 2a의 사진과 같이 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제상 코팅층(120)에서 개기공(open pore)이 발견되지 않은 정도로 95% 이상의 높은 밀도를 가지고 있다. 이는, 통상적으로 개기공(open pore)은 약 95% 미만의 밀도에서 발견되고 있기 때문이다.

<35> 또한, 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 상기 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제상 코팅층(120)의 표면조도가 높을 수 있다.

<36> 도 2d는 제1 실시예에서 상기 아나타제상 코팅층(120)에서 표면조도(Surface Roughness)에 대한 도표이다.

<37> 예를 들어, 제1 실시예에 따른 상기 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제상 코팅층(120)의 평균 표면조도(Ra)는 종래기술에 의해 제작된 막에 비해 약 100배 내지 250배 이상의 치밀한 막을 얻을 수 있다. 예를 들어, 제1 실시예에 따른 광촉매는 상기 아나타제상 코팅층(120)에서 평균 표면조도(Ra)가 200nm 내지 1000nm일 수 있다.

<38> 도 2d에서 Ra는 평균 표면조도이며, Rmax 최대 표면조도로서 표면 요철의 최고점과 최저점의 가장 큰 차이값을 나타낸다.

<39> 도 2d와 같이 기판(substrate)(110)의 평균 표면조도가 약 80nm인 경우에 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제상 코팅층(Coating layer)(120)의 평균 표면조도가 약 580nm가 됨으로써 매우 큰 표면거칠기를 가지게 되어, 광촉매로서 우수한 기능을 할 수 있게 된다.

<40> 즉, 제1 실시예에서 상기 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제상 코팅층(120)에서 평균 표면조도(Average Surface Roughness)는 종래기술에 의해 얻어지는 평균 표면조도값(스퍼터링에 의한 경우 약 2.21nm) 보다 약 250배 이상의 치밀한 표면거칠기를 얻을 수 있다.

<41> 또한, 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 금속, 세라믹, 고경도 고분자재료, 스테인리스스틸(SUS304), 유리(Glass), 타일(Tile) 중 어느 하나 이상인 것을 상기 기판(110)으로 채용할 수 있다.

<42> 즉, 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 금속, 세라믹, 고경도 고분자재료, 스테인리스스틸, 유리(Glass), 타일(Tile) 등 다양한 물질 상에 고밀도 증착됨으로써 인류의 생활에 필요한 적재적소에서 유용한 역할을 할 수 있다.

<43> 예를 들어, 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 살균기능을 위해 의료용 살균기, 병원 및 노인 요양 시설의 타일 등에 채용될 수 있다.

<44> 또한, 제1 실시예에 따른 광촉매는 수(水)처리를 위해 상수도 저수조, 반도체 생산용 폐수 (투명 폐수) 및 기타 하수 등에 채용될 수 있다.

<45> 또한, 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 공기 정화 및 탈취기능을 위해 공기 정화기 및 에어컨, 냉장고용 선반, 화장실 및 음식점용 탈취기 등에 채용될 수 있다.

<46> 제1 실시예에 따른 광촉매 막에서 상기 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상 코팅층(120)은 에어로졸(도 3의

210 참조) 분말이 상기 기판(110)에 분사되어 형성될 수 있다.

<47> 예를 들어, 상기 아나타제(anatase)상 이산화티탄 (TiO_2) 코팅층(120)은 상기 분말 에어로졸(210)이 분사되어 파쇄된 극미세 조각들의 일부가 상기 기판(110)에 박히어 앵커효과(anchoring effect)를 나타내며, 상기 조각들은 파쇄 후 형성된 새로운 파면(신생면)이 발생된다. 발생된 새로운 파면은 표면 에너지가 높기 때문에 다른 입자와 결합을 통하여 에너지를 낮추려고 하고, 이를 통해 파쇄된 입자들 간에 강력한 결합을 이룸으로써 고밀도막을 형성할 수 있다.

<48> 제1 실시예에 따른 광촉매 막의 광분해특성을 예를 들어 설명한다. 즉, 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상의 이산화티탄은 대략 3.2eV에 해당되는 밴드갭에너지(Eg)를 가지는데, 이때 상기 밴드갭 이상의 에너지를 갖는 파장의 빛으로 여기하면 가전자대의 전자가 전도대로 여기 되면서 가전자대에는 정공이 형성되어 광촉매층의 표면으로 이동한다. 이때 상기 정공과 광촉매층의 표면에 있는 수분 또는 OH^-기가 반응하면 강력한 산화력을 갖는 $OH^{\cdot}$ 라디칼이 생성된다. 이 $OH^{\cdot}$ 라디칼은 표면에 흡착되어 있는 유기물을 무해한 화합물로 분해시키거나 또는 병원균을 산화시켜 살균하는 특성을 나타내게 된다.

<49> 제1 실시예에 따른 광촉매 막은 고밀도의 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)이다.

<50> 또한, 제1 실시예에 의하면 표면조도가 높은 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상의 광촉매를 얻을 수 있다.

<51> 또한, 제1 실시예에 의하면 수-수십 나노미터 크기의 결정립을 가지는 아나타제상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매를 얻을 수 있다. 예를 들어 약 20nm 이하의 결정립을 가지는 아나타제상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매를 얻을 수 있다.

<52> (제2 실시예)

<53> 도 3은 제2 실시예에 따른 광촉매 막의 제조장치이다.

<54> 제2 실시예에 따른 광촉매 막의 제조장치는 원료(205)가 장입(裝入)되는 에어로졸(aerosol) 챔버(200); 기판(110)이 장착되는 테이블(310)을 포함하는 증착챔버(300); 상기 원료(205)가 분말 에어로졸(210)로 되어 상기 에어로졸 챔버(200)에서 상기 증착챔버(300)로 이동하는 제1 관(220); 및 상기 제1 관(220)의 일단에 형성되어 상기 분말 에어로졸(210)을 상기 기판(110)에 분사하는 노즐(230);을 포함할 수 있다.

<55> 제2 실시예에 따른 광촉매 막 제조장치는 제조 원료(205)의 입도가 1~10㎛인 아나타제상의 이산화티탄(TiO_2)인 것을 특징으로 한다. 즉, 제2 실시예는 종래기술과 달리 나노입자가 아닌 1~10㎛인 분말형태의 아나타제상의 이산화티탄(TiO_2)을 원료로 사용하여 고속코팅에 의해 고밀도의 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 코팅층을 만들 수 있다.

<56> 제2 실시예에 따른 광촉매의 제조장치는 상기 에어로졸 챔버(200)에 이송기체(carrier gas)를 공급하는 이송기체 챔버(230)를 더 포함할 수 있으며, 상기 이송기체는 제2 관(240)에 의해 상기 에어로졸 챔버(200)에 주입될 수 있다.

<57> 또한, 제2 실시예는 상기 에어로졸 챔버(200)에서 상기 이송기체와 원료(205)분말이 혼합되어 에어로졸(210)을 생성할 수 있다.

<58> 또한, 제2 실시예는 상기 에어로졸 챔버(200)에 기계적인 진동을 인가하여 에어로졸화 촉진 및 에어로졸(210) 분말 간 응집을 방지할 수 있다.

<59> 예를 들어, 제2 실시예는 상기 에어로졸 챔버(200)를 회전, 좌우 또는 상하로 기계적인 진동을 인가하여 에어로졸화 촉진 및 에어로졸(210) 분말 간 응집을 방지할 수 있다.

<60> 예를 들어, 제2 실시예는 상기 에어로졸 챔버(200)와 그 받침대(미도시)의 중심축을 불일치시키고, 상기 받침대가 회전운동함에 따라 상기 에어로졸 챔버(200)에 기계적인 진동을 인가하여 에어로졸화 촉진 및 에어로졸(210) 분말 간 응집을 방지할 수 있다.

<61> 제2 실시예에서 상기 테이블(310)은 XYZ 테이블일 수 있다. 예를 들어, 상기 테이블(310)은 X축, Y축 외에 Z축의 3차원으로 이동할 수 있는 XYZ 테이블일 수 있다.

<62> 제2 실시예에서 상기 노즐(230)은 노즐 폭이 0.1 ~ 2 ㎜일 수 있다. 예를 들어, 상기 노즐(230)은 0.2㎜일 수

있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<63> 제2 실시예에서 상기 노즐(230)은 노즐 길이가 5 ~ 300 ㎜일 수 있다. 예를 들어, 상기 노즐(230)은 노즐 길이가 25 ㎜일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

<64> 제2 실시예에서 상기 노즐(230)을 통과하는 에어로졸(210)의 유량은 5 ~ 500 L/min일 수 있다. 예를 들어, 상기 노즐(230)을 통과하는 에어로졸(210)의 유량은 30 L/min일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<65> 제2 실시예에서 상기 노즐(230)과 상기 기판(110)과의 거리는 1 ~ 40 ㎜일 수 있다. 예를 들어, 상기 노즐(230)과 상기 기판(110)과의 거리는 5 ㎜일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<66> 상기와 같은 노즐(230)의 조건, 기판(110)과의 거리에 의해 고속으로 고밀도의 우수한 광촉매 막을 제조할 수 있다.

<67> 제2 실시예에서 상기 테이블(310)은 상기 기판(110)의 이송속도가 10~0.1 ㎜/sec일 수 있다. 예를 들어, 상기 테이블(310)은 상기 기판(110)의 이송속도가 1 ㎜/sec일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<68> 제2 실시예에 따른 광촉매 막의 제조장치에 의하면, 고밀도의 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상으로 코팅된 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<69> 또한, 제2 실시예에 의하면 표면조도가 높은 이산화티탄 (TiO_2) 아나타제(anatase)상의 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<70> 또한, 제2 실시예에 의하면 저가원료를 이용하여 특성이 우수한 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<71> 또한, 제2 실시예에 의하면 고속코팅을 통해 특성이 우수한 아나타제(anatase)상의 광촉매를 얻을 수 있다.

<72> 또한, 제2 실시예에 의하면 분말형태의 저가원료를 이용함으로써 광촉매 제조 후 원료 분말의 회수 및 재활용이 용이하여 제조원가를 절감할 수 있는 특징이 있다.

<73> (제3 실시예)

<74> 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법은 원료를 분말 에어로졸(aerosol)로 만드는 단계 및 상기 분말 에어로졸을 기판상에 분사하여 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 코팅층을 만드는 단계를 포함할 수 있다.

<75> 이하, 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<76> 우선, 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법 원료를 분말 에어로졸(aerosol)로 만든다.

<77> 도 4a는 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법에서의 제조원료 사진이다.

<78> 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법은 특히 제조 원료(205)의 입도가 1~10㎛인 아나타제상의 이산화티탄(TiO_2)인 것을 특징으로 한다. 즉, 제3 실시예는 종래기술과 달리 나노입자가 아닌 1~10㎛인 분말형태의 아나타제상의 이산화티탄(TiO_2)을 원료로 사용하여 고속코팅에 의해 고밀도의 아나타제(anatase)상 코팅층을 만들 수 있다.

<79> 예를 들어, 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법은 제조 원료(205)의 평균입경 (d_{50})이 약 2.41㎛인 산화티탄(TiO_2)을 사용할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<80> 도 4b와 도 4c는 광촉매 분말과 실시예에 의해 제공되는 광촉매 막의 흡광특성(Absorbance)을 나타내는 도표이다.

<81> 우선, 도 4b는 시판되는 나노미터 크기의 광촉매 분말과 열처리를 통하여 조대화된 분말의 흡광특성을 보여주는 도표이다. 즉, 도 4b와 같이 종래기술에는 나노사이즈(Nano Size) 분말을 원료로 하여 광촉매를 형성하여야 광촉매 역할을 할 수 있는 흡광특성을 보인다.

<82> 반면에, 종래기술에서 사용하는 나노사이즈(Nano Size) 분말에 열처리(Heat Treatment:HT)를 하여 조대화 시키면 도 4b와 같이 흡광특성을 상실하게 된다.

<83> 반면, 도 4c와 같이 제3 실시예와 같이 입도가 1~10㎛인 분말형태의 산화티탄(TiO_2)을 원료로 하는 경우, 그 사용원료(powder) 자체는 아나타제(anatase)상이지만, 광촉매 역할을 하는 흡광특성이 없다.

<84> 그런데, 이러한 아나타제(anatase)상 원료(powder)를 이용하여 실시예에 따라 광촉매 막를 형성하면 도 4c와 같이 거친표면(Rough Surface)의 코팅층(120)을 얻을 수 있으며, 이러한 코팅층(120)은 수십 나노미터 이하의 크기를 갖는 극미세 입자들로 구성된 아나타제(anatase)상이되어 우수한 흡광특성을 보인다.

<85> 또한, 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법은 종래기술과 달리 제조 원료(205)의 입도가 1~10㎛인 산화티탄(TiO_2)을 사용함으로써 광촉매 막의 제조비용을 현지히 절약할 수 있다.

<86> 예를 들어, 종래기술에 의해 아나타제(anatase)상의 나노분말을 원료로 하여 광촉매를 제조하는 경우, 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 나노분말 원료는 대략 Kg당 25,000원에서 30,000원 정도로 고가이다.

<87> 반면에, 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법에 의해 입도가 1~10㎛인 이산화티탄(TiO_2)을 원료로 이용하여 에어로졸 증착방법에 의해 광촉매 막을 제조하는 경우, 입도가 1~10㎛인 이산화티탄(TiO_2) 원료는 대략 Kg당 4,000원에서 5,000원 수준으로 현저히 저렴한 비용으로 고밀도의 우수한 광촉매 막을 제조할 수 있는 장점이 있다.

<88> 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법에서 원료(205)의 제조방법을 예를 들어 설명한다.

<89> 우선, 염소법으로서 금홍석(Rutile)에 탄소(C)와 염소(Cl_2)를 혼합하여 가공하면 염화티탄($TiCl_4$)이 생성되고 이에 산소(O_2)와 반응시키면 분말의 산화티탄(TiO_2)이 생성될 수 있다.

<90> 또는, 황산법으로 티탄철석(ilmenite)($FeTiO_3$)를 황산(H_2SO_4)과 반응시켜 황산철($FeSO_4$)과 타이타늄 옥시설페이트($TiOSO_4$)를 생성하고 가수분해(Hydrolysis)를 통해 분말의 산화티탄(TiO_2)을 생성할 수 있다. 이외에 다른 방법으로 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법에서 원료(205)를 제조할 수 있다.

<91> 이후, 도 3도 함께 참조하여 제3 실시예를 설명한다.

<92> 제3 실시예에서 상기 원료(205)는 이송기체와 원료(205) 분말이 혼합되어 에어로졸(210)을 생성할 수 있다.

<93> 예를 들어, 상기 원료(205)는 이송기체로 산소가스(O_2)를 이용하여 원료(205) 분말이 혼합되어 분말 에어로졸(210)을 생성할 수 있다. 한편, 이송기체는 산소가스(O_2)에 한정되는 것이 아니다.

<94> 다음으로, 상기 원료(205)를 에어로졸 챔버(200)에 장입한다. 예를 들어, 약 50-300g의 원료(205)분말을 에어로졸 챔버(200)에 장입할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<95> 다음으로, 증착챔버(300)에 기판(110)을 장착한다. 예를 들어, 상기 기판(110)은 금속, 세라믹, 고경도 고분자재료, 스테인리스스틸, 유리(Glass), 타일(Tile) 중 어느 하나 이상일 수 있다.

<96> 제3 실시예에서 상기 테이블(310)은 XYZ 테이블일 수 있다. 예를 들어, 상기 테이블(310)은 X축, Y축 외에 Z축의 3차원으로 이동할 수 있는 XYZ 테이블일 수 있다.

<97> 다음으로, 상기 에어로졸 챔버(200)와 상기 증착챔버(300)를 진공화한다. 예를 들어, 상기 에어로졸 챔버(200)와 상기 증착챔버(300)를 부스터(미도시)와 로타리 펌프(320)로 $5x10^{-2}$ torr 이하로 낮출 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<98> 다음으로, 상기 에어로졸 챔버(200)에 이송기체를 유입하여 에어로졸(210)을 생성할 수 있다. 예를 들어, 상기 에어로졸 챔버(200)에서 이송기체(O_2)와 원료(205)분말이 혼합되어 분말 에어로졸(210)이 생성될 수 있다.

<99> 또한, 상기 에어로졸 챔버(200)에 기계적인 진동을 인가하여 분말의 에어로졸화 촉진 및 분말간 응집 방지할 수 있다.

<100> 예를 들어, 제3 실시예는 상기 에어로졸 챔버(200)를 회전, 좌우 또는 상하로 기계적인 진동을 인가하여 에어로졸화 촉진 및 에어로졸(210) 분말 간 응집을 방지할 수 있다.

<101> 예를 들어, 제3 실시예는 상기 에어로졸 챔버(200)와 그 받침대(미도시)의 중심축을 불일치시키고, 상기 받침대

가 회전운동함에 따라 상기 에어로졸 챔버(200)에 기계적인 진동을 인가하여 에어로졸화 촉진 및 에어로졸(210) 분말 간 응집을 방지할 수 있다.

<102> 다음으로, 제1 관(220)의 일측에 형성된 노즐(230)을 통해 상기 기판(110)에 에어로졸(210)을 분사한다.

<103> 제3 실시예에서 상기 노즐(230)은 노즐 폭이 0.1 ~ 2.0 ㎜일 수 있다. 예를 들어, 상기 노즐(230)은 0.2㎜일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<104> 제3 실시예에서 상기 노즐(230)은 노즐 길이가 5 ~ 100 ㎜일 수 있다. 예를 들어, 상기 노즐(230)은 노즐 길이가 25 ㎜일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

<105> 제3 실시예에서 상기 노즐(230)을 통과하는 분말 에어로졸(210)의 유량은 5 ~ 500 L/min일 수 있다. 예를 들어, 상기 노즐(230)을 통과하는 에어로졸(210)의 유량은 30 L/min일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<106> 제3 실시예에서 상기 노즐(230)과 상기 기판(110)과의 거리는 1 ~ 40 ㎜일 수 있다. 예를 들어, 상기 노즐(230)과 상기 기판(110)과의 거리는 5 ㎜일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<107> 다음으로, 테이블(310)을 이용하여 기판(110)을 이송한다. 예를 들어, 제3 실시예에서 상기 테이블(310)에 의해 상기 기판(110)의 이송속도가 10~0.1 ㎜/sec일 수 있다. 또한, 제3 실시예에서 상기 테이블(310)을 왕복함으로써 적정한 두께의 광촉매 막을 형성할 수 있다.

<108> 예를 들어, 3~10 ㎛ 두께의 광촉매 막을 형성할 수 있다. 광촉매 막이 3~10 ㎛ 두께(예를 들어 약 5㎛)일 때, 가장 우수한 광촉매 특성을 보이는 코팅층의 형성었다. 이는 3~10 ㎛ 두께일 때 가장 큰 평균 표면조도(거칠기)를 가지며 따라서 가장 넓은 표면적을 가지기 때문이다.

<109> 제3 실시예에서 상기 기판(110)에의 상기 에어로졸(210)의 증착 속도는 0.1~200㎛/min일 수 있다. 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법에 의해 입도가 1~10㎛인 이산화티탄(TiO_2)을 원료로 이용하여 에어로졸 증착방법에 의해 광촉매 막을 제조하는 경우, 종래기술인 스퍼터링이나 화학증착법이나 솔-젤 코팅법으로 광촉매 막을 제조하는 것보다 약 100여 배 빠른 속도로 고밀도의 광촉매 막을 제조할 수 있는 장점이 있다.

<110> 제3 실시예에서 상기 분말 에어로졸(210)을 기판(110)상에 분사하여 아나타제(anatase)상 코팅층을 만드는 단계는 -200℃ 내지 +100℃에서 진행됨으로써 다양한 기판을 채용할 수 있고, 이에 따라 생활환경에 밀접한 물질에 실시예에 따른 광촉매 막을 적용할 수 있다.

<111> 또한, 제3 실시예에서 코팅층을 만드는 단계는 -200℃ 내지 +100℃에서 진행함으로써 광촉매의 상(phase)이 아나타제(anatase)상에서 루틸(Rutile)상으로 변하지 않게 할 수 있다.

<112> 예를 들어, 제3 실시예에서 상기 분말 에어로졸(210)을 기판(110)상에 분사하여 아나타제(anatase)상 코팅층을 만드는 단계는 -10℃ 내지 +40℃에서 진행될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

<113> 이하, 제3 실시예에서 상기 분말 에어로졸(210)이 기판(110)에 코팅되는 메카니즘을 설명한다.

<114> 도 5a 내지 도 5c는 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법의 개념도이다.

<115> 도 5a 및 도 5b와 같이 상기 제1 분말 에어로졸(210a)이 상기 기판(110)에 분사됨으로써 분말 입자가 극미세 조각들로 분쇄되어 제1 코팅층(120a)을 형성하고, 운동에너지의 일부가 열에너지 등으로 방출된다.

<116> 이때, 도 5b와 같이 상기 분쇄된 극미세 조각인 제1 코팅층(120a)의 일부는 상기 기판(110)에 박히어 앵커효과(anchoring effect)를 나타내며, 상기 조각들은 분쇄 후 형성된 새로운 파면(신생면)을 통한 강력한 결합을 이룰 수 있다.

<117> 이후, 도 5c와 같이 새로운 분말 입자(210b)가 충돌하여 나노미터 크기의 조각인 제2 코팅층(120b)들로 분쇄되고, 충돌 시 방출된 에너지는 조각들의 소성 변형과 물질이동을 촉진하여 고밀도 막을 형성하며, 입자충돌과 분쇄, 극미세 조각들의 결합과 소성변형 및 물질이동에 의하여 고밀도 세라믹 코팅이 이룰 수 있다.

<118> 도 6a 내지 도 6c는 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법의 공정단면도이며, 도 7a 내지 도 7c는 제3 실시예에 따른 광촉매의 제조방법의 공정평면도이며, 메쉬형태의 표면이 형성되는 과정에 대한 것이다.

<119> 도 6a 및 도 7a와 같이 기판(110) 상에 제1 분말 에어로졸(210a)이 상호 거리를 두고 분쇄되어 제1 코팅층(120a)을 형성하면서 우선 증착된다.

<120> 이후, 도 6b 및 도 7b와 같이 제2 분말 에어로졸(210b)이 상기 먼저 증착된 제1 코팅층(120a) 상에 제2 코팅층

(120b)으로 분쇄되어 형성된다.

<121> 이후, 도 6c 및 도 7c와 같이 제3 에어로졸(미도시)이 상기 제2 코팅층(120b) 상에 제3 코팅층(120c)으로 형성됨으로써 메쉬형태의 표면이 형성될 수 있다.

<122> 도 8a 내지 도 8d는 실시예에 따른 광촉매의 효과 및 제조예이다.

<123> 도 8a는 실시예에 따른 광촉매의 메틸렌블루 분해 시험예이다.

<124> 예를 들어, 실시예에 따른 거친표면을 가진 광촉매를 이용해 메틸렌블루 용액(Aldrich 319112)(0.05wt% solution in water)을 UV 강도가 중심파장 365nm(High Pressure UV Metal (Fe) Lamp 1kW)의 조건에서 진행된 경우 시험 시작 후 각기 5분, 10분, 30분 경과 시점에서 메틸렌블루 분해 성능을 시험했다. 실시예에 따른 광촉매 막을 이용한 경우 대략 10여분 만에 우수한 메틸렌블루 분해성능을 보여주었다.

<125> 도 8b는 실시예에 따른 광촉매 막의 메틸렌블루 분해의 다른 시험예이다.

<126> 예를 들어, 실시예에 따른 광촉매 막을 이용하여 메틸렌블루 용액(Aldrich 319112 (0.05wt% solution in water) 4 ml에 물 300 ml를 추가하고, UV 강도가 중심파장 365nm(High Pressure UV Metal (Fe) Lamp 1kW)인 조건에서 진행된 경우, 시험 시작 후 각기 30분, 60분 경과 시점에서 메틸렌블루 분해 성능을 시험했다. 실시예에 따른 광촉매 막을 이용한 경우 대략 60 여분 만에 완벽하게 메틸렌블루 분해성능을 보여주었다.

<127> 이러한, 실시예에 따른 광촉매에 의해 환경오염을 제거하고, 항균, 탈취 등을 효과를 얻을 수 있다.

<128> 도 8c는 실시예에 따른 광촉매의 UV 조사 시간별 접촉각 측정 실험예이다.

<129> 실시예에 따른 광촉매는 UV 조사 후 약 10여분 만에 접촉각을 측정할 수 없을 정도로 우수한 초친수성 기능을 보여주었다. 초친수성은 표면이 젖어도 물방울을 만들지 않고 엷은 막을 만들어 내는 성질로 이를 응용하여 셀프크리닝효과가 있는 유리와 타일, 청소기, 공기청정기, 냉장고, 도로포장, 커텐, 벽지, 인공관엽식물, 인공관용식물 등 다양한 제품에 응용될 수 있다.

<130> 도 8d는 실시예에 따른 광촉매의 제조예이다.

<131> 예를 들어, 실시예에 따른 광촉매 막은 스테인리스스틸, 니켈(Ni), 구리(Cu), 세라믹타일, 지르코니아 (TZP) 볼 등에 형성될 수 있다.

<132> 제3 실시예에 따른 광촉매의 제조방법에 의하면, 고밀도의 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2)으로 코팅된 광촉매를 얻을 수 있다.

<133> 또한, 제3 실시예에 의하면 표면조도가 높은 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<134> 또한, 제3 실시예에 의하면 저가원료를 이용하여 특성이 우수한 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<135> 또한, 제3 실시예에 의하면 분말형태의 저가원료를 이용하고 광촉매 막 제조 후 원료 분말의 회수 및 재활용이 용이하여 제조공정 원가를 절감할 수 있는 특징이 있다.

<136> 또한, 제3 실시예에 의하면 상온에서 증착하여 추가 열처리 없이 고속코팅을 통해 특성이 우수한 아나타제(anatase)상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매 막을 얻을 수 있다.

<137> 또한, 제3 실시예에 의하면 수-수십 나노미터 크기의 결정립을 가지는 아나타제상의 이산화티탄 (TiO_2) 광촉매를 얻을 수 있다.

<138> 본 발명은 전술한 실시예 및 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 하기 된 청구항의 권리범위에 속하는 범위 안에서 다양한 다른 실시예가 가능하다.

도면의 간단한 설명

<139> 도 1은 제1 실시예에 따른 광촉매 막의 단면 개략도.

<140> 도 2a는 제1 실시예에 따른 광촉매 막의 단면사진.

<141> 도 2b는 제1 실시예에 따른 광촉매 막의 평면사진.

<142> 도 2c는 제1 실시예에 따른 광촉매 막의 투사전자현미경(TEM) 사진.

<143> 도 2d는 제1 실시예에 따른 광촉매 막의 표면조도(Surface Roughness)에 대한 도표.

<144> 도 3은 제2 실시예에 따른 광촉매 막의 제조장치.

<145> 도 4a는 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법에서의 제조원료 분말의 주사현미경 사진.

<146> 도 4b와 도 4c는 제3 실시예에서 광촉매 막의 흡광특성(Absorbance)을 나타내는 도표.

<147> 도 5a 내지 도 5c는 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법의 개념도.

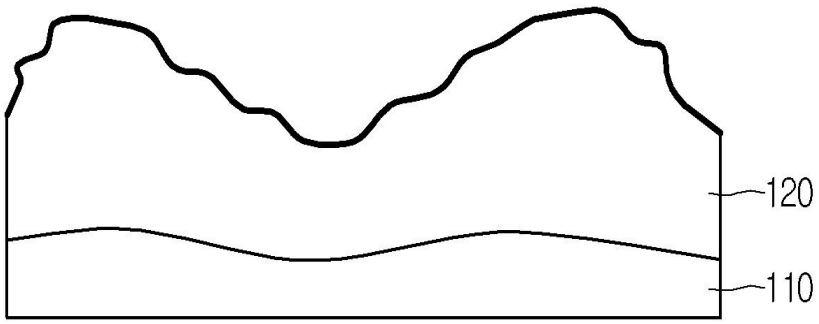
<148> 도 6a 내지 도 6c는 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법의 공정단면도.

<149> 도 7a 내지 도 7c는 제3 실시예에 따른 광촉매 막의 제조방법의 공정평면도.

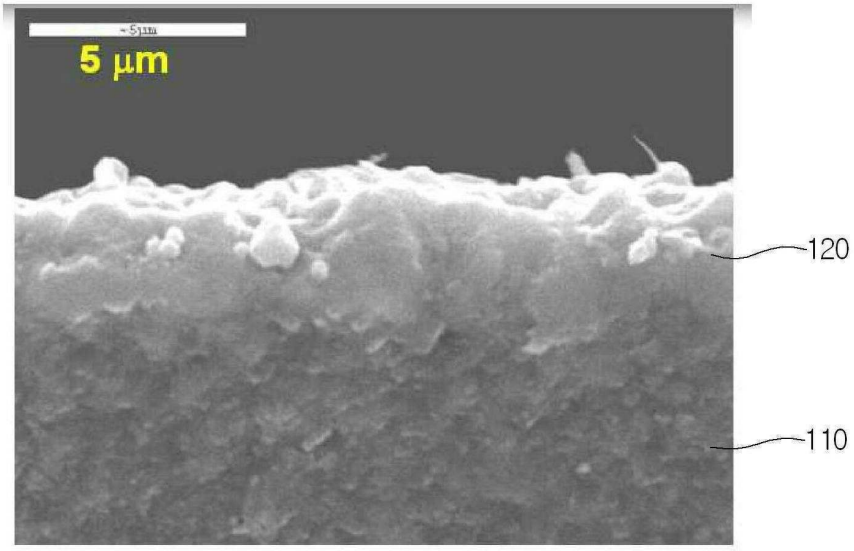
<150> 도 8a 내지 도 8d는 실시예에 따른 광촉매 막의 효과 및 제조예.

도면

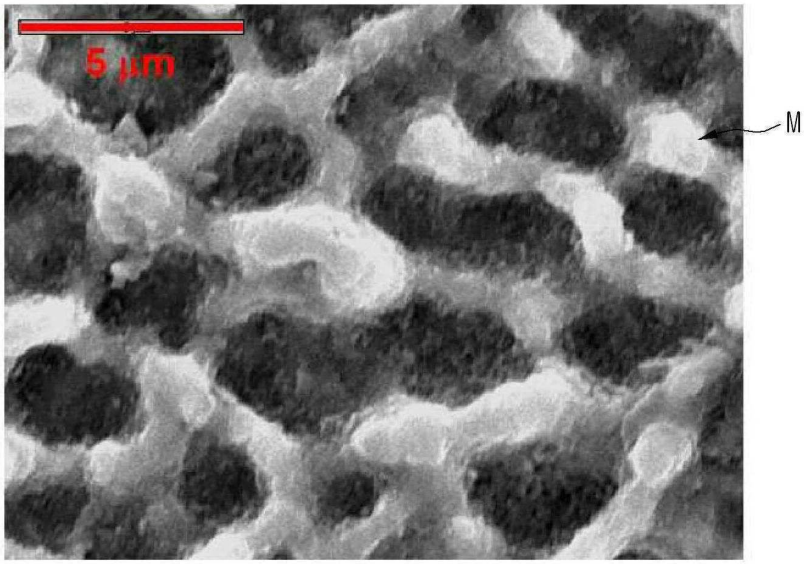
도면1



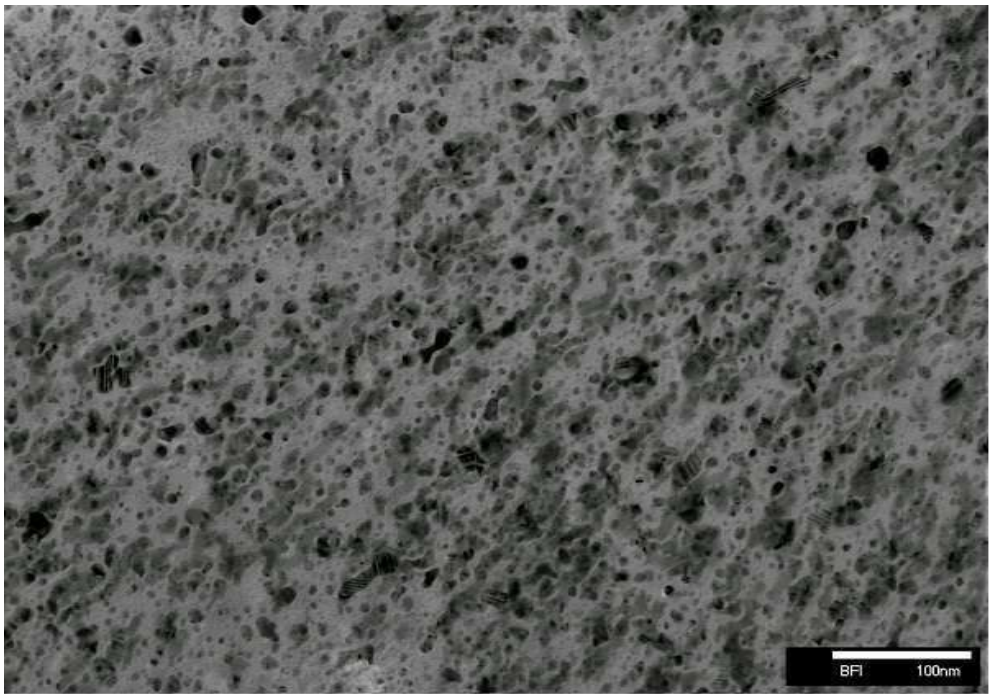
도면2a



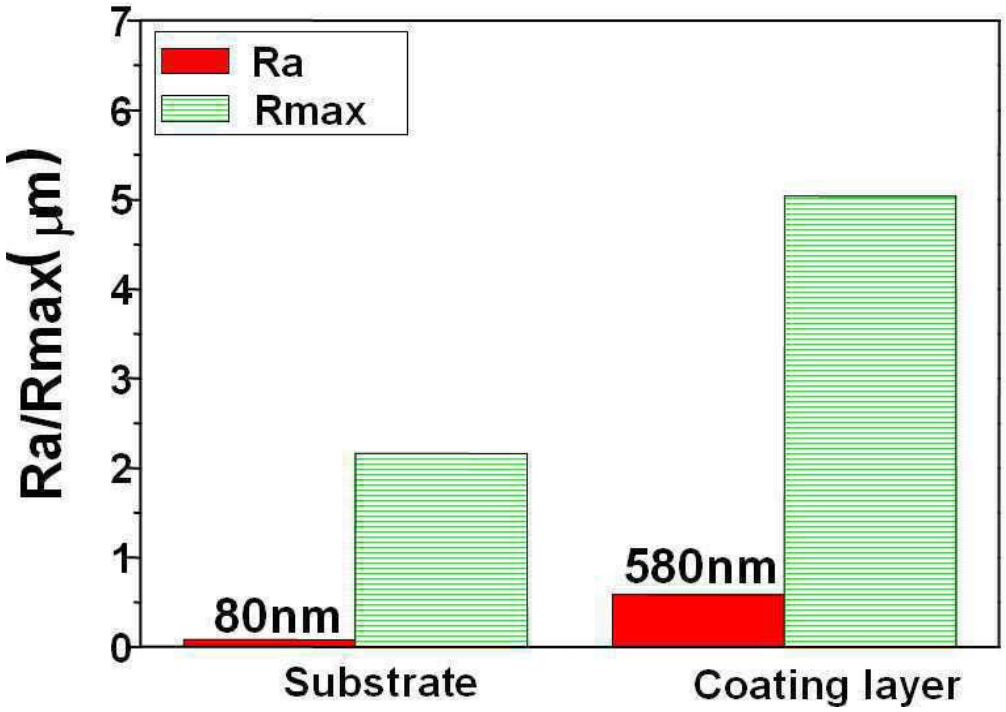
도면2b



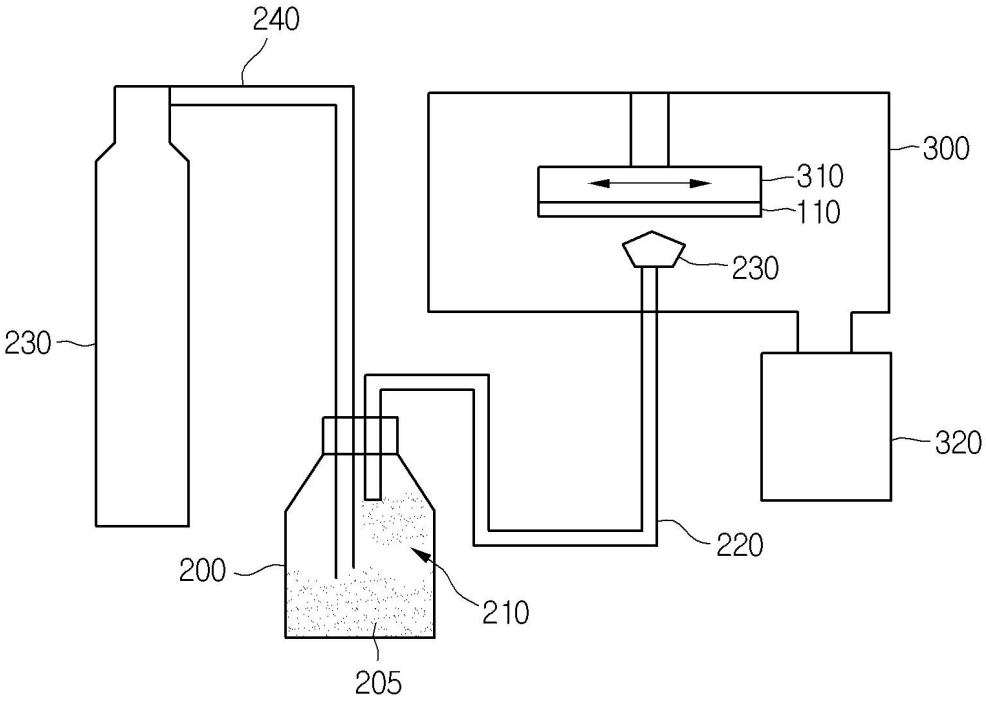
도면2c


BFI
100nm

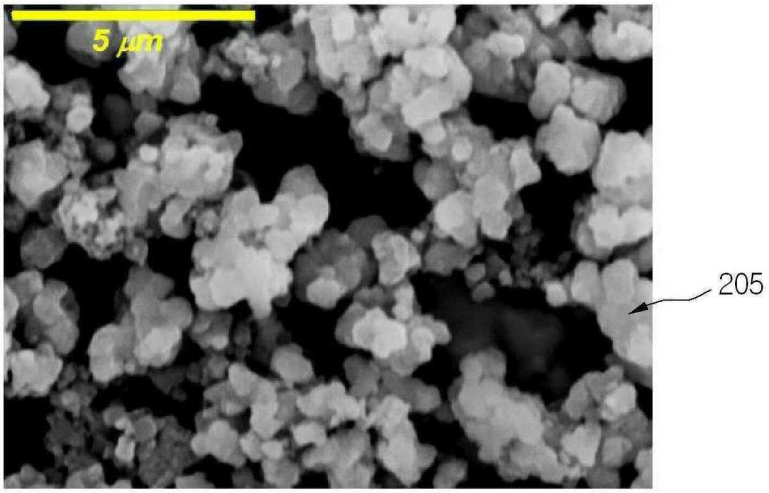
도면2d


Ra
Rmax
Ra/Rmax(μm)
0
1
2
3
4
5
6
7
80nm
580nm
Substrate
Coating layer

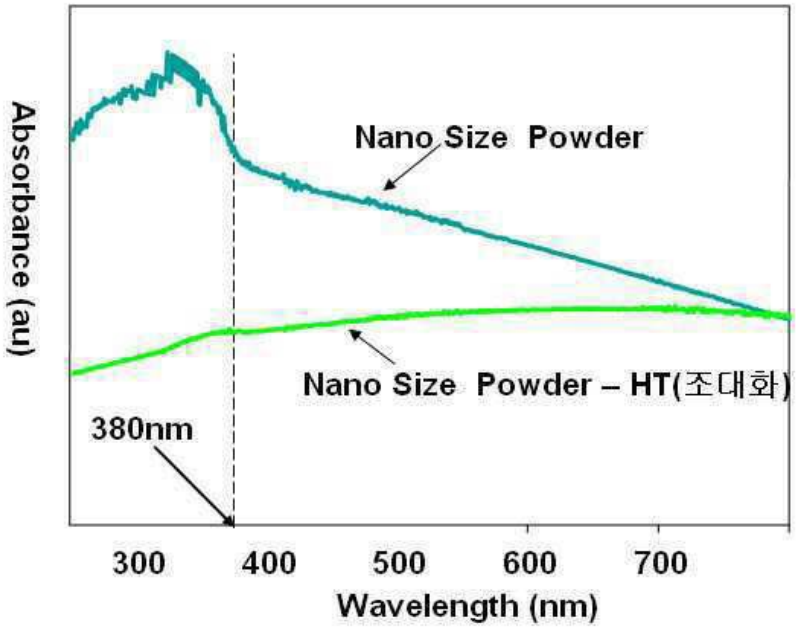
도면3



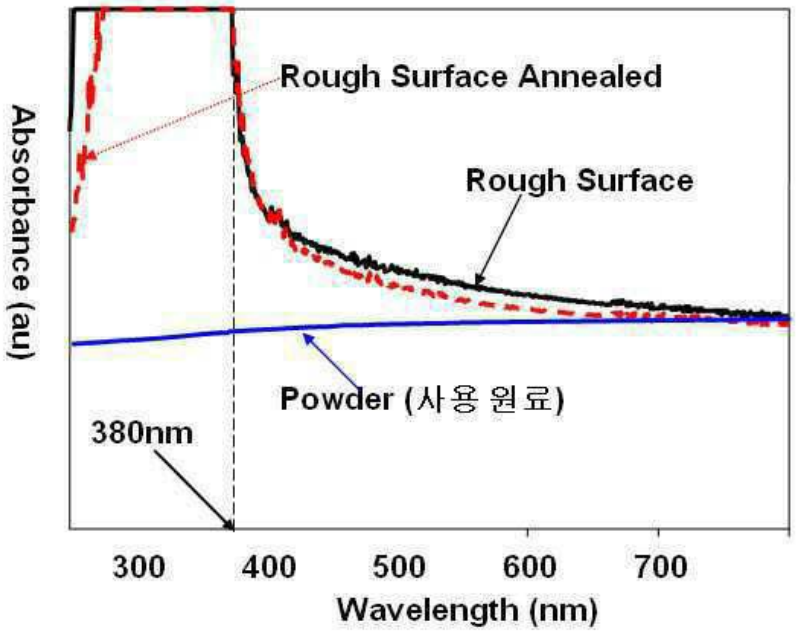
도면4a



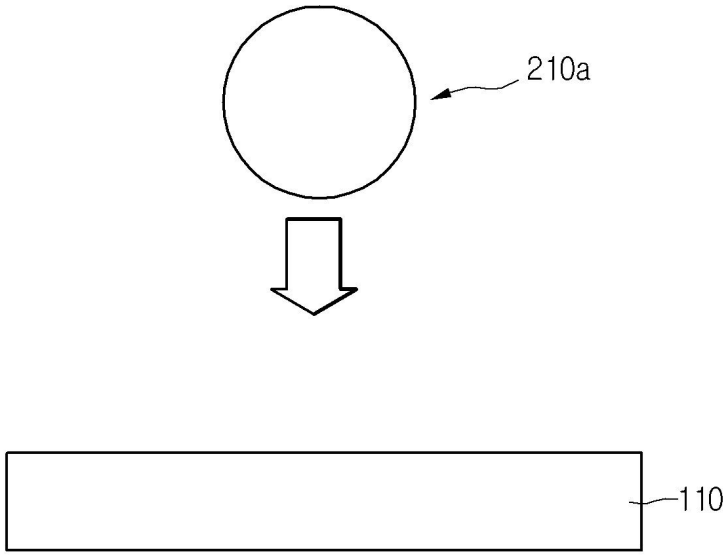
도면4b


Absorbance (au)
Nano Size Powder
Nano Size Powder – HT(조대화)
380nm
300
400
500
600
700
Wavelength (nm)

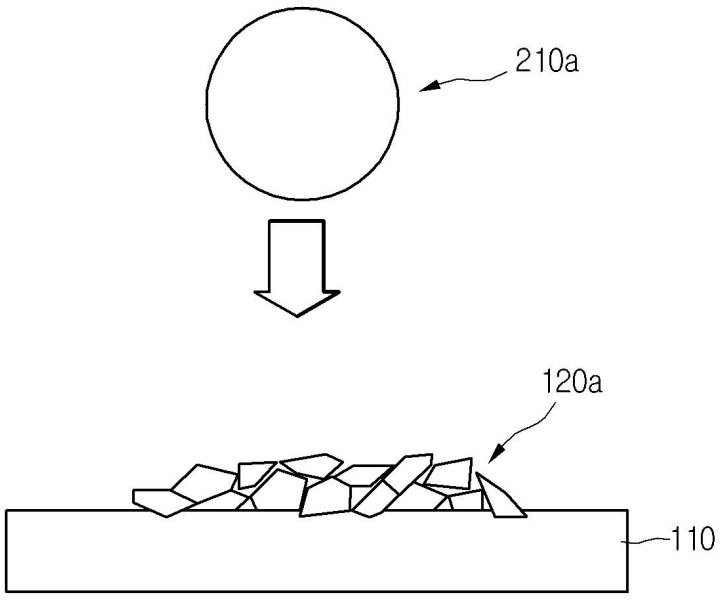
도면4c


Absorbance (au)
Rough Surface Annealed
Rough Surface
Powder (사용 원료)
380nm
300
400
500
600
700
Wavelength (nm)

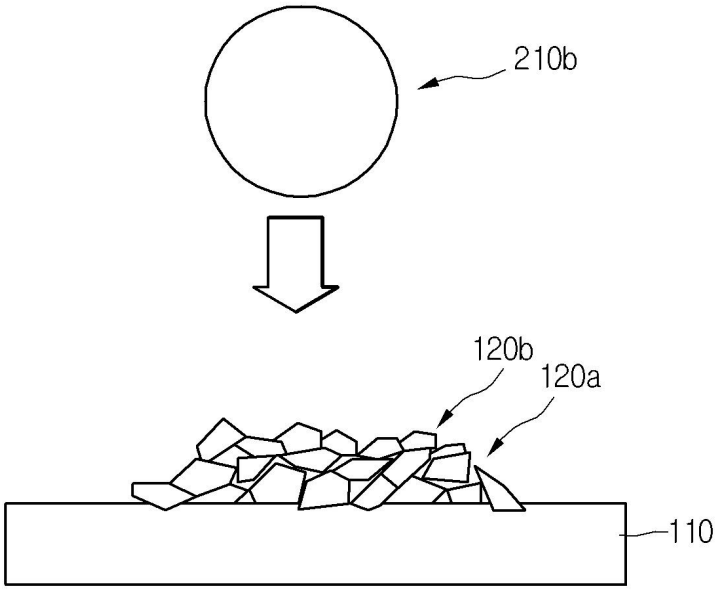
도면5a



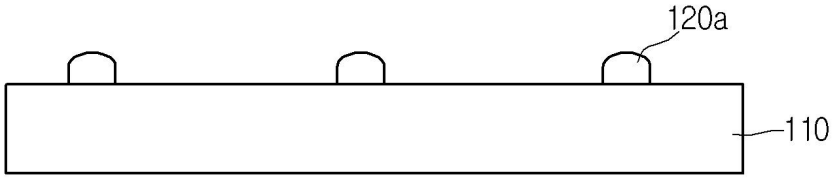
도면5b



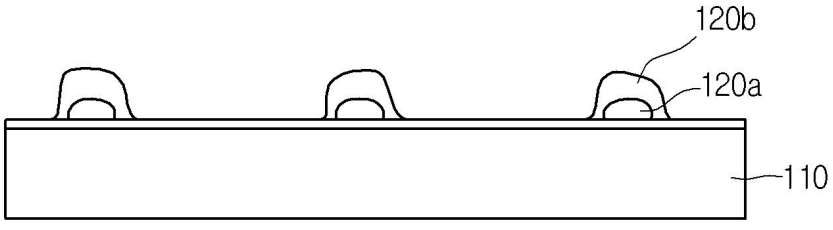
도면5c



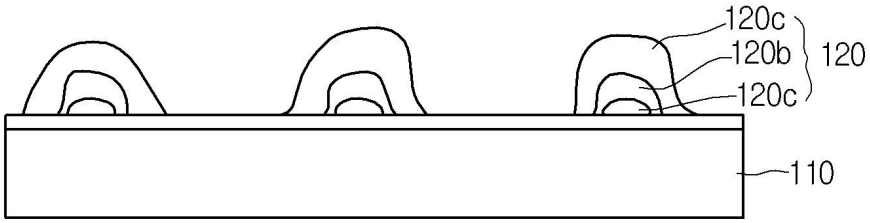
도면6a



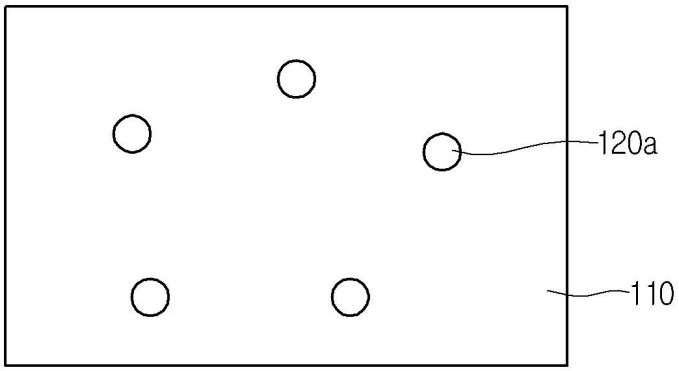
도면6b



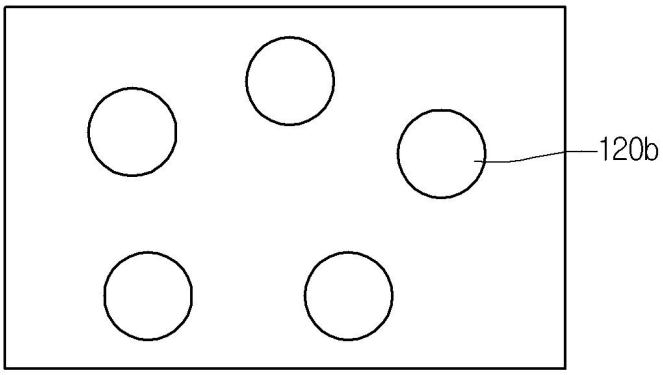
도면6c



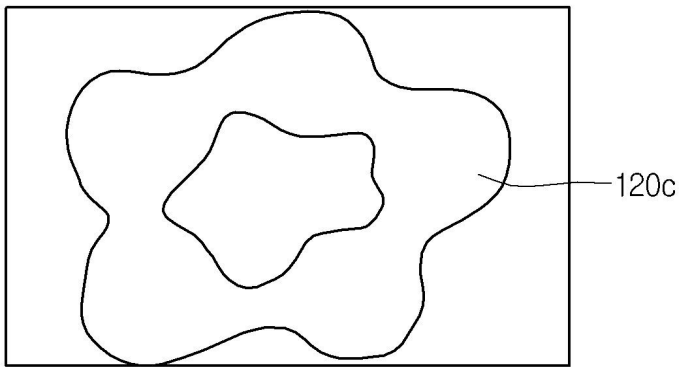
도면7a



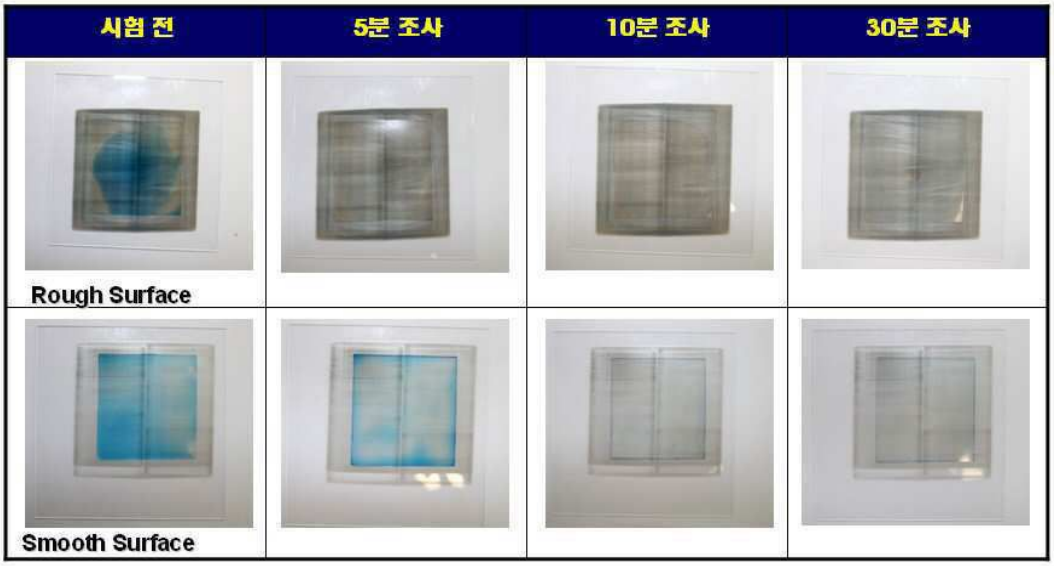
도면7b



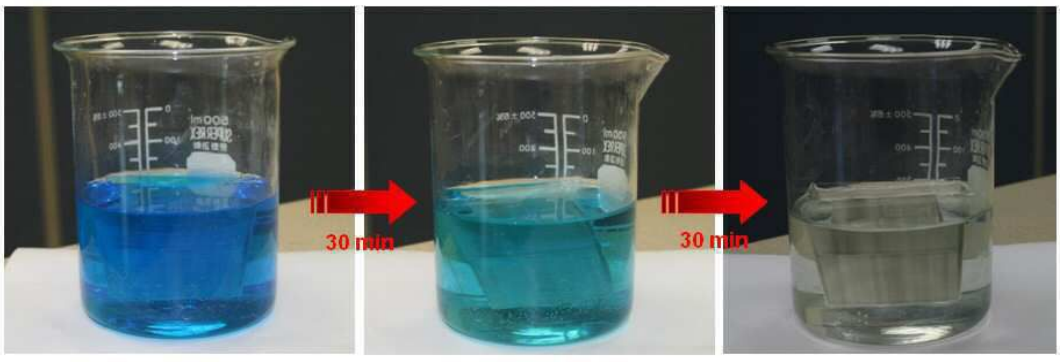
도면7c



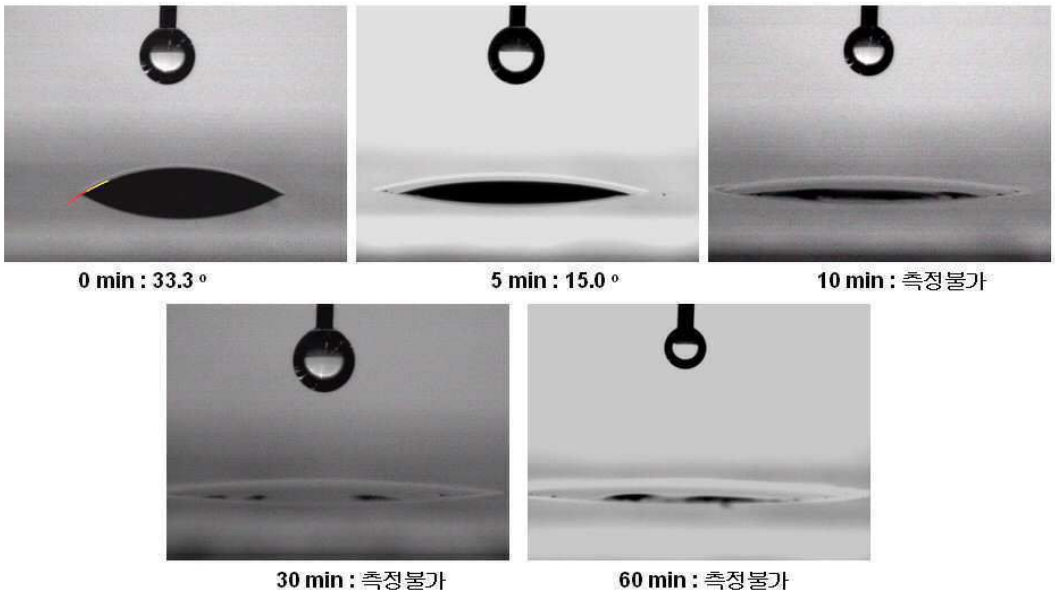
도면8a



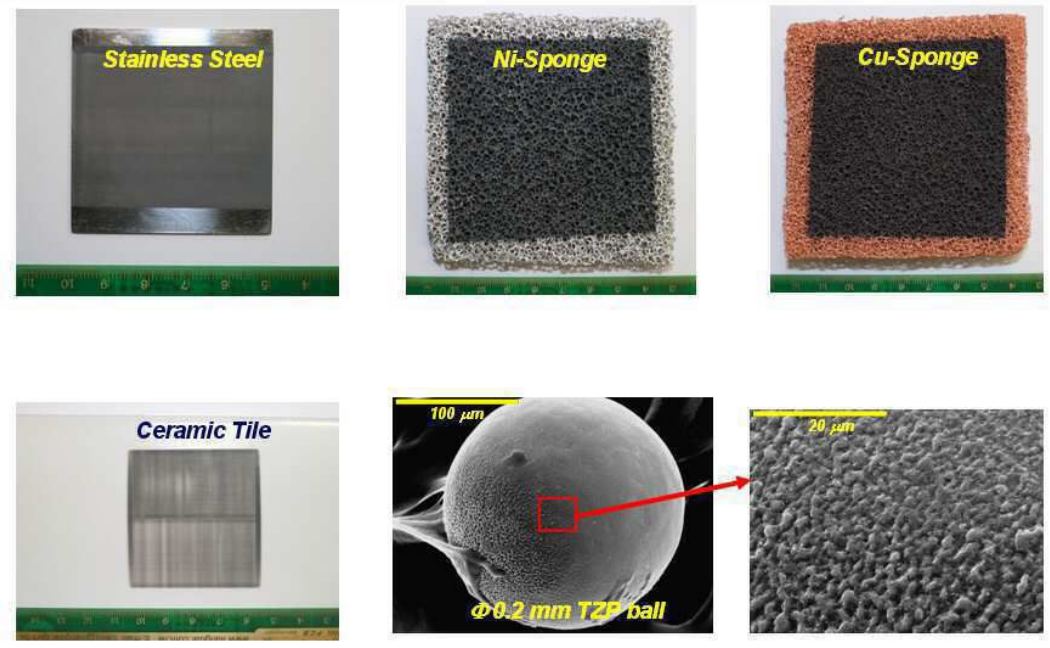
도면8b



도면8c


0 min : 33.3°
5 min : 15.0°
10 min : 측정불가
30 min : 측정불가
60 min : 측정불가

도면8d


Stainless Steel
Ni-Sponge
Cu-Sponge
Ceramic Tile
100 μm
Φ0.2 mm TZP ball
20 μm