(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0028868
(43) 공개일자 2014년03월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B82B 1/00 (2006.01) *B82B 3/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0096171
(22) 출원일자 2012년08월31일
심사청구일자 2012년08월31일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
최준환
경남 창원시 성산구 동산로 115, 112동 605호 (상남동, 대동아파트)
나종주
경기 성남시 분당구 판교역로 98, 706동 803호 (백현동, 백현마을7단지아파트)
(74) 대리인
김남식, 양기혁, 한윤호, 이인행

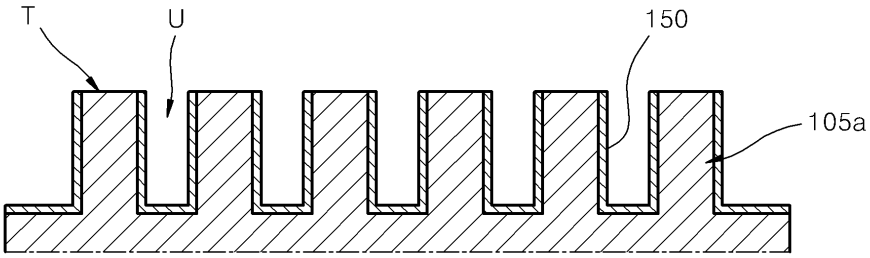
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **광촉매층을 포함하는 나노 구조체 및 이의 형성방법**

(57) 요 약

본 발명은 자기 세정 효과와 더불어 낮은 표면 에너지를 갖는 화학물질이 양호하게 코팅되며 별도의 나노 마스크를 이용하지 않는 나노 구조체 및 이의 형성방법을 구현하기 위하여, 기판의 적어도 일면 상에 형성된 나노 돌기 패턴 및 상기 나노 돌기 패턴 상의 적어도 일부 영역에 형성된 광촉매층을 포함하고, 상기 광촉매층은 상기 나노 돌기 패턴의 오목한 골에 형성되고 상기 나노 돌기 패턴의 최상부에는 형성되어 있지 않은, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체 및 이의 형성방법을 제공한다.

대 표 도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2011-0031575
부처명	교육과학기술부
연구사업명	글로벌프론티어 사업 (멀티스케일 에너지 시스템 연구단 글로벌 프런티어 연구개발 사업)
연구과제명	지능형 다종 촉매 디자인 및 합성
기 여 율	1/2
주관기관	연세대학교
연구기간	2011.09.29 ~ 2020.08.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	PNK2892
부처명	지식경제부
연구사업명	일반사업
연구과제명	선박용 NOx 저감 촉매 소재기술 개발
기 여 율	1/2
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2012.01.01 ~ 2012.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

기판의 적어도 일면 상에 형성된 나노 돌기 패턴; 및

상기 나노 돌기 패턴 상의 적어도 일부 영역에 형성된 광촉매층; 을 포함하고,

상기 광촉매층은 상기 나노 돌기 패턴의 오목한 골에 형성되고 상기 나노 돌기 패턴의 최상부에는 형성되어 있지 않은, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기판은 글래스, 금속 또는 고분자재료를 포함하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 광촉매층은 이산화티타늄(TiO_2), 산화주석(SnO_2), 산화철(Fe_2O_3), 산화텅스텐(WO_3), 산화아연(ZnO) 또는 황화카드뮴(CdS)을 포함하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 나노 돌기 패턴 상에 형성된 발수코팅층을 더 포함하고,

상기 광촉매층은 상기 발수코팅층 상에 존재하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체.

청구항 5

기판의 적어도 일면 상에 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 나노 돌기 패턴 상에 광촉매층을 형성하는 단계;

를 포함하되,

상기 광촉매층을 형성하는 단계는 상기 나노 돌기 패턴의 오목한 골에 형성하고 상기 나노 돌기 패턴의 최상부에는 형성하지 않는 단계를 포함하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 광촉매층을 형성하는 단계는,

상기 나노 돌기 패턴의 전면에 광촉매층을 형성하는 단계; 및

상기 광촉매층의 일부를 식각하여 상기 나노 돌기 패턴의 최상부 상에 형성된 광촉매층을 제거하는 단계;

를 포함하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계는

상기 기판 상에 비드(bead)들을 포함하는 비드분산용액을 코팅하여 비드층을 형성하는 단계; 및

상기 비드층을 마스크로 이용하여 상기 기판을 식각함으로써, 상기 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계;

를 포함하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 비드는 실리카(SiO_2), 알루미나(Al_2O_3), 티타니아(TiO_2) 또는 폴리스티렌(polystyrene)을 포함하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 나노 돌기 패턴의 전면에 광촉매층을 형성하는 단계는

상기 나노 돌기 패턴의 전면 상에 정전분무코팅법에 의하여 광촉매층을 형성하는 단계를 포함하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 나노 돌기 패턴의 전면에 광촉매층을 형성하는 단계는

광촉매 액상전구체를 준비하는 단계;

상기 광촉매 액상전구체를 전압이 인가된 노즐을 통하여 상기 나노 돌기 패턴 상에 액적 상태로 분무하는 단계; 및

상기 나노 돌기 패턴 상에 액적 상태로 분무된 광촉매 액상전구체를 건조 및 분해하여 광촉매층을 형성하는 단계;

를 포함하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 광촉매 액상전구체를 건조 및 분해하여 광촉매층을 형성하는 단계는,

상기 광촉매 액상전구체를 가열하는 단계; 및 상기 광촉매 액상전구체에 마이크로파를 조사하는 단계; 중에서 적어도 어느 하나의 단계를 포함하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 광촉매 액상전구체는 티타늄 알콕사이드(titanium alkoxide), 티타늄 화합물, 이산화티타늄 입자 및 콜로이드 중 어느 하나 이상과, 용매를 포함하는, 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 나노 구조체 및 이의 형성방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 광촉매층을 포함하는 나노 구조체 및 이의 형성방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 발수성의 표면 제조 기술은 물체의 표면에 낮은 표면 에너지를 갖는 화학물질을 코팅하여 고체의 표면에 액체가 접촉할 때 90° 이상이 되도록 하는 기술이다.

[0003] 표면의 화학적 성질인 표면에너지와 그에 따른 성질에 따라 표면 에너지가 물의 표면 장력보다 작은 경우 접촉

각은 0° 에서부터 증가하기 시작하여 110° 이상이 되면 고발수성이라고 하고, 150° 이상이 되면 초발수성(super-hydrophobic)이라고 한다. 하지만 150° 이상의 높은 접촉각을 얻기 위해서는 물체의 표면에 낮은 표면 에너지를 갖는 화학물질을 코팅하는 것과 더불어, 표면에 물리적 구조를 형성시키는 것이 필요하다. 표면제조에 관해서는 연꽃잎과 같은 구조를 모사하는 방향으로 이루어지고 있고, 이를 위해서 마이크로 구조와 나노 구조에 관한 연구가 이루어지고 있다. 이러한 종래의 나노 패턴을 표면에 형성시키는 방법은 나노 마스크를 이용한 패턴을 형성하는 방법이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나 나노 마스크는 고가의 전자빔 또는 이온빔 장치를 이용하게 된다는 문제점이 있었다. 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 별도의 나노 마스크를 이용하지 않으면서 나노 패턴을 포함하는 나노 구조체 및 이의 형성방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 나아가, 자기 세정 효과와 더불어 낮은 표면 에너지를 갖는 화학물질이 양호하게 코팅된 나노 구조체 및 이의 형성방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 관점에 따른 광촉매층을 포함하는 나노 구조체가 제공된다. 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체는 기판의 적어도 일면 상에 형성된 나노 돌기 패턴 및 상기 나노 돌기 패턴 상의 적어도 일부 영역에 형성된 광촉매층을 포함한다. 상기 광촉매층은 상기 나노 돌기 패턴의 오목한 골에 형성되고 상기 나노 돌기 패턴의 최상부에는 형성되지 않는다.

[0006] 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체에서, 상기 기판은 글래스, 금속 또는 고분자재료를 포함할 수 있다.

[0007] 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체에서, 상기 광촉매층은 이산화티타늄(TiO_2), 산화주석(SnO_2), 산화철(Fe_2O_3), 산화텅스텐(WO_3), 산화아연(ZnO) 또는 황화카드뮴(CdS)을 포함할 수 있다.

[0008] 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체에서, 상기 나노 돌기 패턴 상에 형성된 발수코팅층을 더 포함할 수 있고, 상기 광촉매층은 상기 발수코팅층 상에 존재한다.

[0009] 본 발명의 다른 관점에 따른 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법이 제공된다. 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법은 기판의 적어도 일면 상에 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계 및 상기 나노 돌기 패턴 상에 광촉매층을 형성하는 단계를 포함하되, 상기 광촉매층을 형성하는 단계는 상기 나노 돌기 패턴의 오목한 골에 형성하고 상기 나노 돌기 패턴의 최상부에는 형성하지 않는 단계를 포함한다.

[0010] 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법에서, 상기 광촉매층을 형성하는 단계는, 상기 나노 돌기 패턴의 전면에 광촉매층을 형성하는 단계 및 상기 광촉매층의 일부를 식각하여 상기 나노 돌기 패턴의 최상부 상에 형성된 광촉매층을 제거하는 단계를 포함한다.

[0011] 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법에서, 상기 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계는 상기 기판 상에 비드(bead)들을 포함하는 비드분산용액을 코팅하여 비드층을 형성하는 단계 및 상기 비드층을 마스크로 이용하여 상기 기판을 식각함으로써, 상기 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 비드는 실리카(SiO_2), 알루미나(Al_2O_3), 티타니아(TiO_2) 또는 폴리스티렌(polystyrene)을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법에서, 상기 나노 돌기 패턴의 전면에 광촉매층을 형성하는 단계는 상기 나노 돌기 패턴의 전면 상에 정전분무코팅법에 의하여 광촉매층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법에서, 상기 나노 돌기 패턴의 전면에 광촉매층을 형성하는 단계는 광촉매 액상전구체를 준비하는 단계, 상기 광촉매 액상전구체를 전압이 인가된 노즐을 통하여 상기 나노 돌기 패턴 상에 액적 상태로 분무하는 단계 및 상기 나노 돌기 패턴 상에 액적 상태로 분무된 광촉매 액상전구체를 건조 및 분해하여 광촉매층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법에서, 상기 광촉매 액상전구체를 건조 및 분해하여 광촉매층을 형성하는 단계는, 상기 광촉매 액상전구체를 가열하는 단계 및 상기 광촉매 액상전구체에 마이크로파를 조사하는 단계 중에서 적어도 어느 하나의 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법에서, 상기 광촉매 액상전구체는 티타늄 알콕사이드(titanium alkoxide), 티타늄 화합물, 이산화티타늄 입자 및 콜로이드 중 어느 하나 이상과, 용매를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 별도의 나노 마스크를 이용하지 않으면서 나노 패턴을 포함하는 나노 구조체 및 이의 형성방법을 제공할 수 있다. 나아가, 자기 세정 효과와 더불어 낮은 표면 에너지를 갖는 화학물질이 양호하게 코팅된 나노 구조체 및 이의 형성방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법을 순차적으로 도해하는 단면도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법을 도해하는 단면도이다.

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체 상에 오염물질이 형성된 경우 광촉매층에 의하여 오염물질을 분해하는 과정을 도해하는 단면도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 의한 정전분무코팅법을 이용한 광촉매 박막 형성방법에 사용된 정전분무코팅장치의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 설명함으로써 본 발명을 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면에서 구성 요소들은 설명의 편의를 위하여 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다.

[0019] 본 실시예를 설명하는 과정에서 언급하는 "상의" 또는 "하의" 와 같은 용어들은 도면에서 도해되는 것처럼 다른 요소들에 대한 어떤 요소들의 상대적인 관계를 기술하기 위해 사용될 수 있다. 즉, 상대적 용어들은 도면에서 묘사되는 방향과 별도로 구조체의 다른 방향들을 포함하는 것으로 이해될 수도 있다. 예를 들어, 도면들에서 구조체의 상하가 뒤집어 진다면, 다른 요소들의 상면 상에 존재하는 것으로 묘사되는 요소들은 상기 다른 요소들의 하면 상에 방향을 가지게 된다. 그러므로 예로써 든 "상의"라는 용어는, 도면의 특정한 방향에 의존하여 "상의" 및 "하의" 방향 모두를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 본 실시예를 설명하는 과정에서, 어떠한 구성요소가 다른 구성요소 "상에" 위치하거나, 다른 구성요소에 "(전기적으로) 연결"된다고 언급할 때는, 상기 구성요소는 상기 다른 구성요소의 직접 상에 위치하거나, 상기 다른 구성요소에 직접 (전기적으로) 연결되는 것을 의미할 수도 있으나, 나아가, 하나 또는 둘 이상의 개재하는 구성요소들이 그 사이에 존재할 수 있음을 의미할 수도 있다. 하지만, 어떠한 구성요소가 다른 구성요소의 "직접 상에" 위치하거나, 다른 구성요소에 "직접 (전기적으로) 연결"된다거나, 또는 다른 구성요소에"직접 접촉"한다고 언급할 때는, 별도의 언급이 없다면 그 사이에 개재하는 구성요소들이 존재하지 않음을 의미한다.

[0021] 도 1 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법을 순차적으로 도해하는 단면도이다.

[0022] 도 1을 참조하면, 기판(105) 상에 비드(bead)들을 포함하는 비드분산용액을 코팅하여 비드층(110)을 형성한다. 기판(105)은 글래스, 금속 또는 고분자 재료를 포함할 수 있으며, 상기 비드는 실리카(SiO_2), 알루미나(Al_2O_3), 티타니아(TiO_2) 또는 폴리스티렌(polystyrene)을 포함할 수 있다.

[0023] 기판(105)은 후술하는 나노 돌기 패턴(105a)의 모재로서, 그 용도에 따라서 다양한 재질을 가질 수 있다. 예를 들어, 기판(105)은 발수성, 발유성 또는 광투과성을 부분적으로 필요로 하는 세라믹을 포함할 수 있다. 상기 세라믹은 글래스를 포함할 수 있다. 예컨대, 글래스 기판은 리소그래피용 마스크로 이용되거나, 건물 또는 자동차의 창문에 이용될 수 있고, 판 글래스와 같은 소다라임 글래스 기판이 이용될 수 있다. 다른 예로, 기판(105)은 발수성 또는 발유성을 부분적으로 필요로 하는 금속을 포함할 수 있다. 또 다른 예로, 기판(105)은 임의의 재질의 바디부를 갖고, 그 바디부 상에 나노 패턴을 필요로 하는 금속 또는 세라믹과 같은 무기물 표면부를 포함할

수 있다. 또 다른 예로서, 기판(105)은 폴리이미드, 폴리에틸렌 등과 같은 고분자 재료를 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법으로, 글래스를 포함하는 기판(105)이 제공되고, 기판(105) 상에 실리카를 포함하는 비드층(110)을 형성할 수 있다. 실리카를 포함하는 비드층(110)은 실리카 비드들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅하여 형성할 수 있다. 실리카 분산용액의 제조방법은 물, 알콜 및 유기 용매 등에 실리카 비드를 혼합하여 형성할 수 있으며, 다양한 방법을 이용하여 글래스를 포함하는 기판(105) 상에 코팅할 수 있다. 예를 들어, 스핀 코팅(spin coating)법, 딥(dip) 코팅법 및 스프레이 코팅법 등을 이용하여 기판 상에 코팅할 수 있다.

[0025] 스핀 코팅법의 경우, 예를 들어, 유기 용매 등에 비드를 혼합한 혼합용액을 스포이트 등을 이용하여 기판(105) 상에 떨어뜨리고, 기판(105)을 회전시켜 비드분산용액을 고르게 분포시킬 수 있다. 딥 코팅법의 경우, 예를 들어, 기판(105)을 세정한 후에, 비드입자를 물에 분산시킨 분산액에 기판(105)을 침지하였다가 꺼낸 후 물을 증발 시켜서 비드입자들을 기판(105) 상에 코팅 할 수 있다. 스프레이 코팅법은, 예를 들어, 압축 공기를 써서 그 압축 공기와 같이 비드분산용액을 기판(105)에 분무하여 도포하는 방법으로 코팅할 수 있다.

[0026] 이렇게 코팅된 비드분산용액은 건조되어 비드층(110)을 형성할 수 있다. 비드층(110)의 토폴로지(topology)는 인접하는 비드들 사이에 개구를 포함할 수 있다. 즉, 비드는 입자로 존재하므로 비드분산용액이 건조되어 비드층(110)을 형성하더라도 비드들 사이는 빈 공간이 형성될 수 있다. 비드층(110)을 형성하는 비드들 사이의 개구 사이로 글래스 기판(105)이 노출될 수 있다. 여기에서 비드층(110)을 형성하는 비드들의 직경 및/또는 비드들 사이의 개구의 크기는 통상적으로 나노 사이즈를 가질 수 있다.

[0027] 도 2를 참조하면, 비드층(110)을 마스크로 하여 기판(105)을 식각함으로써, 나노 돌기 패턴(105a)을 형성한다. 기판(105)을 식각하는 과정에서 비드층(110)은 식각 저지층 또는 식각 지연층의 역할을 하므로, 비드층(110)을 형성하는 비드들 사이의 개구에 의해 노출된 기판(105)의 제 1 부분은 비드층(110)에 의해 덮인 기판(105)의 제 2 부분보다 우선적으로 식각될 수 있다.

[0028] 따라서 개구를 포함하는 토폴로지를 가지는 비드층(110)을 마스크로 이용하여 기판(105)을 식각함으로써, 기판(105)의 상부면에서 나노 사이즈의 단차를 가지는 나노 돌기 패턴(105a)이 형성될 수 있다. 나노 돌기 패턴(105a)은 상대적으로 돌출된 상부면(T)과 상대적으로 리세스된 오목한 골(U)을 포함한다. 나노 돌기 패턴(105a)에서 상기 돌출된 상부면(T)은 비드층(110)을 형성하는 비드들이 위치한 영역에 대응되고, 상기 리세스된 오목한 골(U)은 비드층(110)을 형성하는 비드들 사이의 개구 영역에 대응될 수 있다.

[0029] 한편, 도 1 및 도 2에서는, 예시적으로, 비드층(110)이 단일한 입자층으로 구성된 것으로 도시하였으나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되지 않으며, 예를 들어, 비드층(110)은 단일한 입자층 및/또는 복수의 입자층으로 구성될 수도 있다. 이 경우에도, 비드들의 높이단차와 비드들 사이의 개구를 포함하는 토폴로지를 가지는 비드층(110)을 마스크로 이용하여 기판(105)을 식각함으로써, 기판(105)의 상부면에서 나노 사이즈의 단차를 가지는 나노 돌기 패턴(105a)이 형성될 수 있다.

[0030] 도 3 및 도 4를 참조하면, 우선, 나노 돌기 패턴(105a) 상에 잔류하는 비드층(110)을 제거함으로써 나노 돌기 패턴(105a)을 완성한다. 계속하여, 나노 돌기 패턴(105a)의 전면(全面) 상에 광촉매층(150)을 형성한다. 광촉매층(150)은 일정 에너지 이상을 갖는 광을 받으면 여기되어 활성화되어 강력한 산화 및/또는 환원 능력을 갖는 광촉매물질을 포함한다. 즉, 광촉매층(150)은 이산화티타늄(TiO_2), 산화주석(SnO_2), 산화철(Fe_2O_3), 산화텅스텐(WO_3), 산화아연(ZnO) 또는 황화카드뮴(CdS)과 같은 광촉매물질을 포함할 수 있다.

[0031] 예를 들어, 이산화티타늄(TiO_2)은 약 3.2 eV 이상의 에너지를 받으면 전자가 여기되어 활성화되는 반도체 물질로서, 현재 알려진 다양한 광촉매물질 중 하나이며, 뛰어난 광활성 및 환경오염물질 분해능력, 초친수성 및 자정기능, 화학적 안정성, 내구성, 경제성 등 여러 장점을 지니고 있다. 이산화티타늄은 N형 반도체이며 밴드갭 이상의 에너지를 갖는 파장의 광으로 여기되면 내부에 전자와 정공이 함께 생성된다. 생성된 전자와 정공이 표면에서 흡착물질(예를 들어, 기름때와 같은 오염물질)과 반응하면 산화/환원 반응이 일어나 흡착물질을 분해하게 되며, 이때 환원반응은 전자에 의해서, 산화반응은 정공에 의해 일어나게 된다. 또한 이산화티타늄은 강력한 산화 및 환원 능력에 의해 공기나 수중에 포함되어 있는 오염물질을 분해할 수 있어 탈취, 항균, 대기정화, 방오, 정수 등의 다양한 분야에 응용이 가능하며 필터, 글래스, 플라스틱, 타일, 내벽, 외벽, 수조 등의 다양한 모재 상에 형성할 수 있다.

[0032] 한편, 380㎚ 이하의 파장을 갖는 자외선광에 여기되는 이산화티타늄을 가시광선 영역에서도 광반응 특성을 나타

내게 하기 위해 다양한 시도가 이루어지고 있는데 대표적인 예가 이산화티타늄 내에 전이금속을 도핑 시키는 것이다. 전이금속 도핑에 의해 이산화티타늄 내에 새로운 에너지 준위를 형성하여 가시광 영역에서도 반응이 가능한 광촉매물질의 제조가 가능하고 이를 통해 특별한 자외선 발생장치가 없어도 오염물질 등을 제거할 수 있다.

[0033] 이하에서는 정전분무코팅장치의 개념도인 도 8을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 의한 광촉매층(150)을 형성하는 구체적인 방법에 관하여 설명한다. 본 발명의 일 실시예에 의한 나노 돌기 패턴(105a) 상에 광촉매층(150)을 형성하는 단계는, 광촉매 액상전구체(222)를 준비하는 단계, 광촉매 액상전구체(222)를 전압이 인가된 노즐(226)을 통하여 나노 돌기 패턴(105a) 상에 액적 상태로 분무하는 단계 및 나노 돌기 패턴(105a) 상에 액적 상태로 분무된 광촉매 액상전구체를 건조 및 분해하여 광촉매층(150)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0034] 광촉매층(150)으로 이산화티타늄을 포함하는 경우, 광촉매 액상전구체(222)는 티타늄 이소프로폭사이드, 티타늄 에톡사이드, 티타늄 메톡사이드 등의 티타늄 알콕사이드(titanium alkoxide), 티타늄 클로라이드와 같은 티타늄이 포함된 티타늄 화합물 그리고 이산화티타늄 입자 또는 콜로이드 중 단독 또는 2종 이상의 것을 혼합하여 구성될 수 있다. 그리고 광촉매 액상전구체는 포함된 티타늄(Ti)의 농도를 맞추기 위해 알콜 및/또는 물 등의 용매가 포함된다.

[0035] 정전분무코팅장치(200)는, 예를 들어, 티타늄(Ti)을 포함한, 광촉매 액상전구체(222)를 나노 돌기 패턴(105a) 상에 분무하여 분해함으로써 광촉매층(150)을 제조하기 위한 장치이다. 이를 위해 정전분무코팅장치(200)는 광촉매 액상전구체(222)를 분무하기 위한 전구체 분무수단(220)과, 전구체 분무수단(220) 일측에 고전압을 제공하기 위한 고전압 발생수단(240)과, 나노 돌기 패턴(105a)에 분무된 광촉매 액상전구체(222) 액적을 건조 및 분해하기 위한 가열수단(260)을 포함하여 구성된다.

[0036] 전구체 분무수단(220)은 광촉매 액상전구체(222)를 일정량 보관하고, 보관된 광촉매 액상전구체(222)를 유동시켜 강제 분사되도록 하는 구성을 포함한다. 이를 위해 전구체 분무수단(220)은 광촉매 액상전구체(222)를 보관하기 위한 보관조와, 광촉매 액상전구체(222)의 유동을 강제하는 펌프(224)와, 펌프(224)의 작용으로 유동하는 광촉매 액상전구체(222)가 분사되도록 하는 분사노즐(226)을 포함하여 구성된다. 따라서 펌프(224)가 작동하여 보관조 내부의 광촉매 액상전구체(222)를 토출하게 되면, 광촉매 액상전구체(222)는 공급관(228)을 따라 이동하여 분사노즐(226)을 통해 분사된다.

[0037] 고전압 발생수단(240)은 분사노즐(226)에 고전압을 제공하여 분사노즐(226)을 통해 나오는 광촉매 액상전구체(222)가 액적과 같은 상태로 분무되도록 하는 역할을 수행한다. 즉, 분사노즐(226)로 이송된 광촉매 액상전구체(222)는 분사노즐(226)에 인가된 고전압을 통해 대전되어 양전하를 띈 액적 상태로 분무된다.

[0038] 보다 상세하게는, 고전압 발생수단(240)은 분사노즐(226)에 연결되고, 가열수단(260)과 접촉된 전극(210)은 접지되어, 전극(210)의 전위가 분사노즐(226)의 전위보다 낮은 전위를 갖게 됨으로써 분사노즐(226)에서 분사된 광촉매 액상전구체(222)는 분사노즐(226)과 전극(210) 사이에 형성된 전기장에 의해 대전되어 전극(210) 방향으로 이동하게 된다.

[0039] 분사노즐(226)은 본 발명의 실시예에서 스테인리스강으로 제조되었으나, 재질에 특별한 제약은 없다. 전극(210) 하측에는 가열수단(260)이 구비된다. 가열수단(260)은 하측에 위치한 나노 돌기 패턴(105a)에 열에너지를 제공함으로써 나노 돌기 패턴(105a)에 부착된 액적을 건조하기 위한 구성을 제공할 수 있다. 따라서 가열수단(260)은 전원 인가 시에 발열하는 가열체가 적용됨이 바람직하며, 필요에 따라서는 마이크로파를 조사하는 장치가 적용되어도 무방하다.

[0040] 고전압 발생수단(240)에 의해 분사노즐(226)과 전극(210) 사이에 전기장이 발생한 상태로 광촉매 액상전구체(222)가 분사되며, 전극(210)과 분사노즐(226) 사이에 형성된 전기장에 의해 광촉매 액상전구체(222)가 대전되어 액적 상태로 나노 돌기 패턴(105a) 상에 코팅될 수 있게 된다.

[0041] 광촉매 액상전구체(222)가 액적 상태로 나노 돌기 패턴(105a) 상에 도달하게 되면, 건조 및 분해 과정을 통하여, 광촉매층(150)이 형성된다. 광촉매층(150)이 형성되는 공정은 열 또는 마이크로파를 이용하여 나노 돌기 패턴(105a)에 도달한 액적을 분해하는 과정이며, 본 발명의 실시예에서는 가열수단(260)이 적용되어 가열함으로써 액적을 건조 및 분해하게 된다.

[0042] 한편, 도 4를 다시 참조하면, 광촉매층(150)을 구성하는 이산화티타늄과 같은 광촉매물질을 나노 돌기 패턴(105a) 상에 정전분무코팅에 의하여 형성하는 경우, 광촉매층(150)으로 건조되기 전의 초기 상태의 광촉매물질은 전술한 것처럼 나노 돌기 패턴(105a) 상에서 미세한 크기를 가지는 액적 형태를 가진다. 나노 돌기 패턴(105a)의 전면 상에 미세 액적 형태를 가지는 광촉매물질을 분무하고 나노 돌기 패턴(105a)의 돌출된 상부면

(T)을 위로 향하도록 배치하는 경우, 미세 액적 형태를 가지는 광촉매물질은, 중력 및/또는 상호인력에 의하여, 나노 돌기 패턴(105a)의 최상부를 포함한 돌출된 상부면(T)에서 나노 돌기 패턴(105a)의 오목한 골(U) 부분으로 이동할 수 있다.

[0043] 따라서 광촉매층(150)은 나노 돌기 패턴(105a)의 최상부를 포함한 돌출된 상부면(T) 보다는 오목한 골(U) 부분에 집중적으로 형성될 수도 있다. 특히, 광촉매층(1508)이 친수성의 성질을 가지는 이산화티타늄인 경우, 발수 특성을 가지는 광촉매층을 포함하는 나노 구조체를 구현하기 위해서는 나노 돌기 패턴(105a)의 전면 상에 분무된 미세 액적 형태의 광촉매물질은 나노 돌기 패턴(105a)의 돌출된 상부면(T) 부분이 아니라 오목한 골(U)부분에 상대적으로 더 많이 배치되는 것이 바람직할 수 있다. 나노 돌기 패턴(105a) 상에 분무된 미세 액적 형태의 광촉매물질은, 상술한 건조 및 분해 과정을 통하여, 광촉매층(150)으로 형성된다.

[0044] 계속하여, 도 5를 참조하면, 광촉매층(150)의 일부를 제거하여, 본 발명의 일 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체를 구현한다. 광촉매층(150)에서 제거되는 부분은 나노 돌기 패턴(105a)의 최상부 상에 형성된 광촉매층(150)에 해당한다. 즉, 나노 돌기 패턴(105a)의 최상부를 포함하는 돌출된 상부면(T) 상에 형성된 광촉매층(150)을 제거함으로써, 최종적으로 구현된 나노 구조체에서 광촉매층(150)은 나노 돌기 패턴(105a)의 리세스된 오목한 골(U)에 형성되고 나노 돌기 패턴(105a)의 최상부에는 형성되지 않는다.

[0045] 광촉매층(150)이 친수성인 이산화티타늄을 포함하는 경우 나노 돌기 패턴(105a)의 최상부를 포함하는 돌출된 상부면(T)에 광촉매층(150)이 형성된다면, 나노 돌기 패턴(105a)의 초발수 특성을 저해하는 문제점이 발생할 수 있다. 그러나 본 발명의 실시예들에 의하면, 광촉매층(150)이 나노 돌기 패턴(105a)의 최상부를 포함한 돌출된 상부면(T)에는 형성되지 않고 돌출된 상부면(T)은 외부에 직접 노출되므로 이러한 문제점을 방지할 수 있다.

[0046] 한편, 나노 돌기 패턴(105a)의 최상부를 포함하는 돌출된 상부면(T) 상에 형성된 광촉매층(150)을 제거하는 공정은 식각 공정, 기계적 연마 공정, 화학적 연마 공정 또는 화학기계적 연마 공정 등을 포함할 수 있다. 여기서 식각 공정은 습식 식각공정 및 건식 식각공정을 모두 포함한다.

[0047] 나노 돌기 패턴(105a)의 오목한 골(U)이, 예를 들어, 바닥면과 측면에 의하여 한정된다고 한다면, 본 발명의 일 실시예에 의한 나노 구조체에서 최종적으로 구현된 광촉매층(150)은, 제거 공정의 조건에 따라서, 오목한 골(U)의 바닥면 상과 측면의 적어도 일부 상에 형성될 수 있다. 한편, 본 발명의 다른 실시예에 의한 나노 구조체에서 최종적으로 구현된 광촉매층(150)은, 제거 공정의 조건에 따라서, 오목한 골(U)의 바닥면 상에만 형성될 수도 있다. 한편, 본 발명의 또 다른 실시예에 의한 나노 구조체에서 최종적으로 구현된 광촉매층(150)은, 제거 공정의 조건에 따라서, 오목한 골(U)의 측면 상에만 형성될 수도 있다.

[0048] 본 발명의 일 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체 상에 물이 공급되는 경우, 나노 돌기 패턴(105a)의 적어도 최상부를 포함하는 돌출된 상부면(T) 상에 물방울이 얹히게 되어 초발수성(super-hydrophobic)이 나타난다. 이러한 초발수성은 나노 돌기 패턴(105a)의 표면에 구현된 물리적 구조에 주로 기인하며, 나아가, 낮은 표면 에너지를 가지는 발수코팅층(130)에 추가적으로 기인할 수 있다. 일반적으로 대상면의 표면에너지가 물의 표면장력보다 작은 경우 접촉각은 0° 에서부터 증가하기 시작하며 접촉각이 110° 이상이 되면 고발수성이라고 하고, 접촉각이 150° 이상이 되면 초발수성이라고 한다. 하지만 150° 이상의 높은 접촉각을 얻기 위해서는 상기 대상면의 표면에 나노 돌기 패턴(105a)과 같은 물리적 구조를 형성시키는 것이 필요하며, 추가적으로 발수코팅층의 구성이 제공될 수 있다.

[0049] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체의 형성방법을 도해하는 단면도이다.

[0050] 도 6을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체는 나노 돌기 패턴(105a) 상에 형성된 발수코팅층(130)을 더 구비한다. 발수코팅층(130)은, 예를 들어, 불소코팅층을 포함할 수 있다. 발수코팅층(130)은 나노 돌기 패턴(105a) 상에 균일하게 형성될 수 있다. 광촉매층(150)은 발수코팅층(130) 상에 위치하며, 동시에, 전술한 것처럼, 나노 돌기 패턴(105a)의 돌출된 상부면(T)에는 형성되지 않고 오목한 골(U)에 형성된다. 발명의 다른 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체는 발수코팅층(130)에 의하여 발수 특성이 더 향상될 수 있다. 도 6에 도시된 광촉매층을 포함하는 나노 구조체를 형성하는 방법은, 도 3의 도시된 나노 구조체 상에 발수코팅층(130)을 형성하는 단계를 더 포함한다는 점 외에는, 도 5에 도시된 광촉매층을 포함하는 나노 구조체를 형성하는 방법과 동일하다.

[0051] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예에 의한 광촉매층을 포함하는 나노 구조체 상에 오염물질이 형성된 경우 광촉매층에 의하여 오염물질이 분해되는 양상을 도해하는 단면도이다.

[0052] 도 7a를 참조하면, 예를 들어, 표면장력이 매우 낮은 기름띠와 같은, 오염물질(180a)이 나노 돌기 패턴(105a)

상에 형성되면, 나노 돌기 패턴(105a)의 돌출된 상부면(T) 및 리세스된 오목한 골(U) 부분이 오염물질(180a)로 모두 채워질 수 있다. 이 경우, 오염물질(180a)에 의하여 나노 돌기 패턴(105a)의 물리적 구조가 모두 매립 또는 오염되어 초발수 특성이 상실되는 문제점이 발생한다.

[0053] 나노 돌기 패턴(105a)의 오목한 골(U) 부분에 형성된 광촉매층(150)은 자외선광 및/또는 가시광선에 의한 광촉매반응을 통하여 오염물질(180a)을 분해할 수 있다. 특히, 분해되어 제거되는 오염물질(180a)의 부분은, 도 7b와 같이, 나노 돌기 패턴(105a)의 오목한 골(U) 부분에 대응한다. 즉, 광촉매층(150)에 의하여 오염물질(180a)의 일부가 분해되어 제거되고 남은 잔류오염물질(180b)은 나노 돌기 패턴(105a)의 최상부를 포함하는 돌출된 상부면(T) 상에 위치할 수 있다. 상기 돌출된 상부면(T)에 잔류하는 오염물질(180b)은 고립된 채 잔류함에 따라 물에 쉽게 씻겨 나가거나 약한 외력에도 쉽게 떨어져 나갈 수 있게 되며, 이러한 경우 나노 돌기 패턴(105a)는 오염전의 초기 형상으로 회복되게 된다. 따라서 본 실시예에 의할 경우, 별도의 오염물질 제거 단계를 거치지 않아도 나노 돌기 패턴(105a)를 오염시킨 오염물질을 자발적으로 제거할 수 있게 된다.

[0054] 이 상태에서 나노 돌기 패턴(105a) 상에 물이 공급되는 경우 나노 돌기 패턴(105a)의 최상부를 포함하는 돌출된 상부면(T)에 물이 얹히게 되며 초발수성을 회복하게 된다. 이는 나노 돌기 패턴(105a)의 오목한 골(U)에 대응하는 오염물질(180a)이 제거되어 나노 돌기 패턴(105a)의 물리적 구조가 모두 매립되지 않고 노출되었기 때문이다

[0055] 한편, 표면장력이 높은 기름띠와 같은, 오염물질은 물과 유사한 거동을 보이게 되므로 나노 돌기 패턴(105a)의 표면에서 쉽게 제거될 수 있다.

[0056] 결국, 도 5 및 도 6과 같은, 본 발명의 실시예들에 의한 나노 돌기 패턴(105a)과 광촉매층(150)의 구성에 의하면, 기름띠와 같은 오염물질로 나노 돌기 패턴(105a)의 초발수성이 상실되는 것을 막을 수 있으므로, 태양전지 커버글래스 등 자외선에 노출되는 제품에 적용되는 초발수 표면에 활용할 수 있다. 본 발명의 실시예들에 의한, 나노 돌기 패턴(105a) 및 그 상에 형성된 광촉매층(150)을 포함하는 나노 구조체는, 상술한 것처럼, 초발수 특성을 가지면서 오염물질을 분해할 수 있는 자기 세정 능력을 보유하고 있어, 다양한 분야에 응용이 가능하다.

[0057] 발명의 특정 실시예들에 대한 이상의 설명은 예시 및 설명을 목적으로 제공되었다. 따라서 본 발명은 상기 실시예들에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 상기 실시예들을 조합하여 실시하는 등 여러 가지 많은 수정 및 변경이 가능함은 명백하다.

부호의 설명

[0058] 105 : 기판

105a : 나노 돌기 패턴

110: 비드층

130 : 발수코팅층

150 : 광촉매층

180a, 180b : 오염물질

200 : 정전분무코팅장치

210 : 전극

220 : 전구체 분무수단

222 : 광촉매 액상전구체

224 : 펌프

226 : 분사노즐

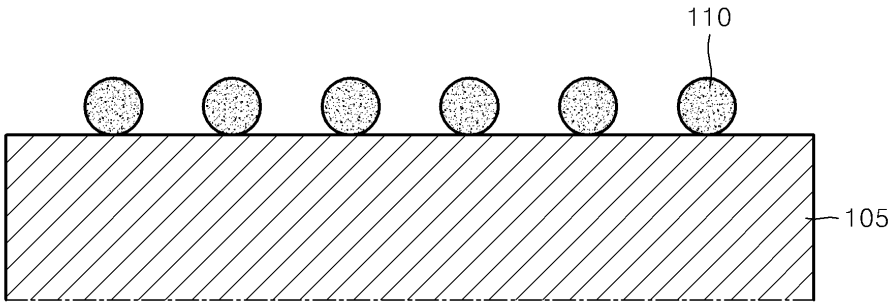
228 : 공급관

240 : 고전압 발생수단

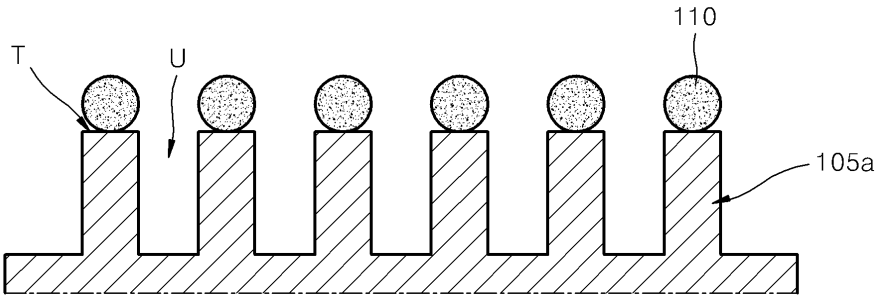
260 : 가열수단

도면

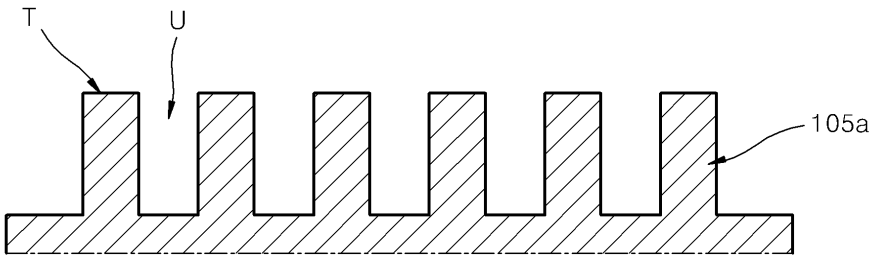
도면1



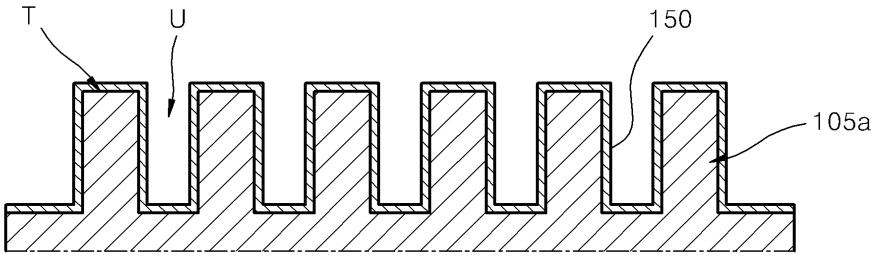
도면2



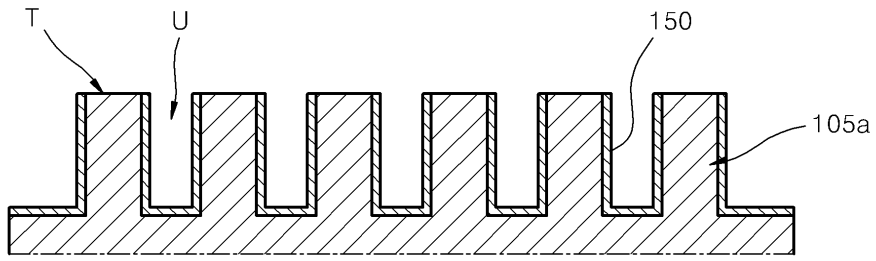
도면3



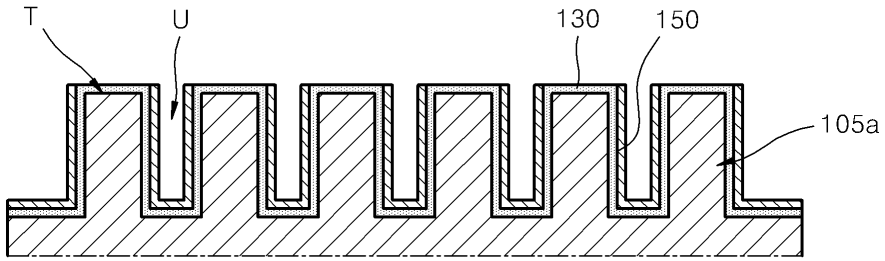
도면4



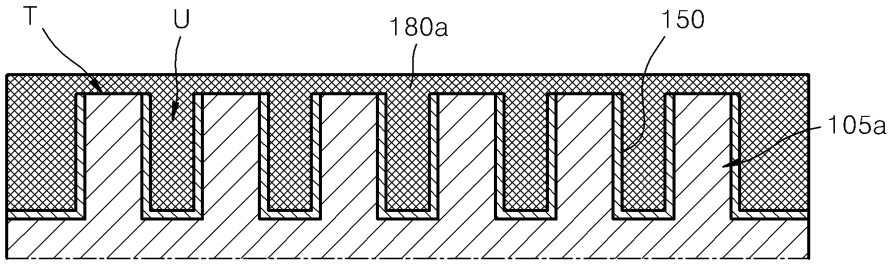
도면5



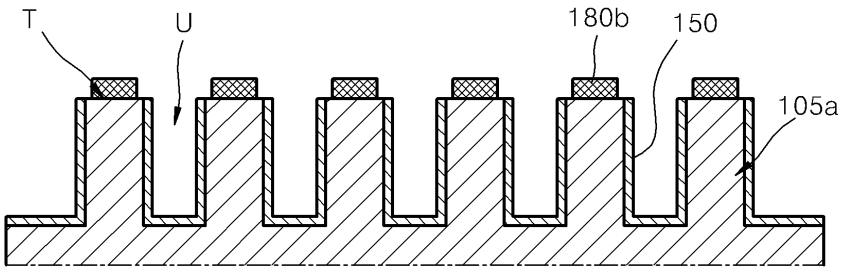
도면6



도면7a



도면7b



도면8

