

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2021-0147962
(43) 공개일자 2021년12월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B08B 17/06 (2006.01) C08L 101/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B08B 17/06 (2013.01)
C08L 101/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0068371
(22) 출원일자 2021년05월27일
심사청구일자 2021년05월27일
(30) 우선권주장
1020200064345 2020년05월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
정훈의
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
강민수
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
장혜진
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 8 항

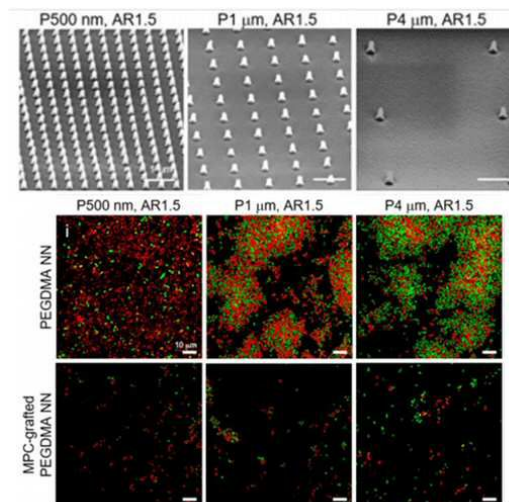
(54) 발명의 명칭 외부 자극에 의해 변형되는 방오필름 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명의 방오필름에 의하면, 니들 구조체가 외부 자극에 의해 가역적으로

벤딩 또는 킬팅되어 반복적이고 지속적으로 변형하게 되므로, 박테리아가 표면에 바이오 필름을 형성하는 것을 방지하고 능동적으로 바이오 필름을 제거할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711104229
과제번호	2019M3C1B7025092
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	STEAM연구(R&D)
연구과제명	해조류 및 해양 동물을 자연 모사한 친환경 복합 방오 원천기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

니들 구조체; 및

상기 니들 구조체에 자극을 발생시키는, 자극 발생부;를 포함하고,

상기 니들 구조체가 가역적으로 벤딩(bending)되거나 틸팅(tilting)되어 유입된 오염원을 제거하는, 방오필름.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 니들 구조체는 팁 형상과 홈 구조를 반복적으로 포함하는, 방오필름.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 니들 구조체는, 자성성분을 포함하는 것을 특징으로 하는, 방오필름.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 자성성분은 아연, 구리, 니켈, 철, 코발트, 몰리브덴 또는 이들을 이용한 합금 중 어느 하나인, 방오필름.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 니들 구조체는, 전기 전도성 폴리머 소재로 이루어지는, 방오필름.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전기 전도성 폴리머 소재는, 폴리(플루오렌), 폴리페닐렌, 폴리피렌, 폴리아줄렌, 폴리카르바졸, 폴리인돌, 폴리아제핀, 폴리아닐린(PANI), 폴리(티오펜)(PT), 폴리(3,4-에틸렌디옥시 티오펜)(PEDOT), 폴리(p-페닐렌 설파이드)(PPS), 폴리(아세틸렌)(PAC), 폴리(p-페닐렌 비닐렌)(PPV), Calcium alginate hydrogel 또는 GO film로부터 선택되는, 방오필름.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 자극 발생부는, 자기장, 전기장, 열 에너지, 또는 빛 에너지 중 하나 이상을 발생하는, 방오필름.

청구항 8

니들 구조체 및 상기 니들 구조체에 자극을 발생시키는, 자극 발생부를 포함하고,

상기 니들 구조체가 가역적으로 벤딩(bending)되거나 틸팅(tilting)되어 유입된 오염원을 제거하는 제1항의 방오필름의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 벤딩(bending) 또는 틸팅(tilting)이 가능한 니들 구조체를 포함하는 방오필름에 관한 것으로, 니들 구조체가 외부 자극에 의하여 가역적으로 0° 내지 90° 까지 벤딩 또는 틸팅하여 박테리아가 바이오 필름을 형성하는 것을 방지할 수 있는 방오필름에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로 박테리아를 포함하는 미생물은 정체된 물이나 유체 내에 생성된 후 증식하게 되며, 크게 진균, 세균, 원충류, 조류 등으로 구분되어 유체 내에서 서식한다.
- [0004] 박테리아는 증식하면서 자기 생식에 있어 불리할 경우 보호막을 형성하며, 이 보호막을 바이오 필름 또는 박테리아 바이오 필름이라고 한다. 박테리아가 인체의 내부 조직이나 의료 기구 등에 바이오 필름을 형성할 경우, 항생제와 화학물질의 항균 효과가 저하되는 문제점이 있다. 또한, 선체에 형성될 경우, 배의 성능을 떨어뜨리고 연료 유구량을 증가시키는 문제점이 있다.
- [0005] 종래에는 미생물의 발생 및 증식을 억제하기 위해 표면 코팅 방법이나 화학적 그래프팅 방법을 주로 사용하여 왔다. 표면 코팅 방법은 장기간 운용 시 코팅층이 박리되는 현상이 발생하는 단점이 있고, 화학적 그래프팅 방법은 반응 조건이 까다롭고 대면적화 시키기 어려운 문제점이 있다. 또한, 박테리아 등의 미생물은 화학물질에 대해 쉽게 내성을 가지게 되어 방오 기능이 감소하는 문제점이 있었다.
- [0006] 최근에 미생물의 발생 및 증식을 억제하기 위해 유체내에 오염방지 도료나 오염 억제제를 첨가하거나, 자외선과 같은 복사원을 조사하는 방법 등이 사용되고 있다. 그러나, 오염방지 도료나 오염 억제제의 대부분은 미생물을 사멸시키기 위해 독성을 갖는 트리부틸주석(tri-butyl tin), 아산화동(CuO) 및 각종 유기 방오제를 함유하여 도료 표면에서 독성 방오제가 수중으로 방출되는 문제점이 있다. 또한, 오염방지 도료나 오염 억제제를 첨가하거나, 자외선과 같은 복사원을 조사하는 방법은 미생물의 증식을 근본적으로 막을 수 없는 문제점이 있다.
- [0007] 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 한국 등록특허 제10-1814621호의 경우, 선체 도막면에 해양 생물 부착을 방지하는 효과를 극대화하기 위해, 선체면 주변에 와류를 형성할 수 있는 다수의 돌기를 갖는 선박 방오 장치 및 선박 방오 방법을 제공한다. 이는 연료 효율을 높일 수 있는 선박 방오 장치로서 효과를 갖는다. 다만, 한국 등록특허 제10-1814621호의 경우 다수의 돌기가 강성을 띄고 있어 외력에 의해 손상될 가능성이 있으며, 손상된 경우 방오 효과를 얻을 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 이러한 배경 하에, 본 발명자들은 장시간 오염 노출로 쌓인 바이오 필름을 능동적인 방식으로 제거하여 미생물의 발생 및 증식을 근본적으로 막을 수 있는 방오필름을 개발하고자 노력하였다. 그 결과, 종래의 방오필름에 비해 바이오 필름 제거 효율이 증가하고, 표면에서의 미생물의 발생 및 증식을 근본적으로 막을 수 있는 것을 확인하였다.
- [0010] 본 발명의 목적은, 자기력, 유압, 압력, 빛 또는 열 등의 외부 자극에 의해 니들 구조체를 0° 내지 90° 로 일시적으로 기울였다가 다시 원래 위치로 복원되는 성질을 이용하여 박테리아가 바이오 필름을 형성하는 것을 방

지할 수 있고, 바이오 필름을 효율적으로 제거할 수 있는, 니들 구조체를 포함하는 방오필름 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0011] 그러나, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 해당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 방오필름에 의하면, 니들 구조체가 외부 자극에 의해 가역적으로 벤딩 또는 틸팅되어 반복적이고 지속적으로 변형하게 되므로, 박테리아가 표면에 바이오 필름을 형성하는 것을 방지하고 능동적으로 바이오 필름을 제거할 수 있다.

[0014] 또한, 자극 발생부에 의해 외부 자극을 주기적으로 조절할 수 있어, 바이오 필름을 제거 효율을 높이고 미생물의 발생 및 증식을 억제할 수 있다.

[0015] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 니들 구조체를 포함하는 방오필름의 니들 구조체의 간격에 따라 방오효과를 나타낸 도면이다.

도 2a는 본 발명의 실시예에 따라 자기력에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체를 포함하는 방오필름의 제조과정이다.

도 2b는 본 발명의 실시예에 따라 자기력의 세기에 따라 벤딩 또는 틸팅되는 정도가 달라지는 니들 구조체를 나타낸다.

도 2c는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 방오필름이 자기장이 형성된 공간에서 벤딩 또는 틸팅되는 것을 나타낸 모식도다.

도 2d는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 방오필름이 자기력에 의해 구동되는 것을 나타낸다.

도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따라 유압 또는 압력에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체를 포함하는 방오필름의 제작과정이다.

도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따라 유압 또는 압력이 가해졌을 때 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체의 모식도이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따라 빛 또는 열에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체를 포함하는 방오필름의 제작과정이다.

도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 니들 구조체가 빛 또는 열에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 것을 나타낸 모식도다.

도 4c는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 방오필름이 빛 또는 열에 의해 구동되는 것을 나타낸다.

도 4d는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 방오필름이 빛 또는 열에 의해 벤딩 또는 틸팅이 될 수 있다는 것을 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 방오필름에 있어서 니들 구조체에 가해지는 외력을 분산시키는 도면이다.

도 6a는 니들 구조체의 변형(벤딩 또는 틸팅)에 따라 접촉각(contact angle) 및 구름각(roll off angle)이 변화됨과, 표면 오염물질이 제거됨을 확인한 도면이다.

도 6b는 표면의 접촉각에 따라 바이오 필름 또는 박테리아의 부착 정도가 달라지는 것을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.
- [0019] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 권리 범위를 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0020] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0021] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0022] 또한, 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0023] 어느 하나의 실시예에 포함된 구성요소와, 공통적인 기능을 포함하는 구성요소는, 다른 실시예에서 동일한 명칭을 사용하여 설명하기로 한다. 반대되는 기재가 없는 이상, 어느 하나의 실시예에 기재한 설명은 다른 실시예에도 적용될 수 있으며, 중복되는 범위에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 방오필름을 나타낸 도면이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 니들 구조체를 포함하는 방오필름에 있어서, 방오필름은 니들 구조체 및 상기 니들 구조체의 하부에서 자극을 발생시키는, 자극 발생부를 포함하고, 상기 자극 발생부에서 발생된 자극에 의하여 상기 니들 구조체가 벤딩(bending)되거나 틸팅(tilting)되어 유입된 오염원을 제거하는, 방오필름이다.
- [0027] 본 발명에서 “자극”은 니들 구조체를 벤딩 또는 틸팅 시킬 수 있는 힘을 의미하며, 자기력, 유압, 압력, 빛 또는 열 등을 의미한다. 다만, 본 발명의 방오필름의 니들 구조체를 벤딩 또는 틸팅시킬 수 있는 것이라면 이에 제한되지 않는다.
- [0028] 본 발명에서 “벤딩”은 니들 구조체의 일부 또는 전체를 원하는 정도로 구부리는 것을 의미한다.
- [0029] 본 발명에서 “틸팅”은 니들 구조체의 일부 또는 전체를 원하는 정도로 기울이는 것을 의미한다.
- [0030] 상기 니들 구조체는 팁 형상과 홈 구조를 반복하여 포함하는, 방오필름이다.
- [0031] 상기 니들 구조체의 상단부는 팁 형상으로 이루어질 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고, 상기 니들 구조체의 형상은 박테리아 등의 오염원을 관통하거나 찌를 수 있는 형상이라면 어느 것이나 가능하다. 상기 니들 구조체의 홈 구조는 팁 형상이 수평방향으로 배향되어 벤딩 또는 틸팅 될 경우 니들 구조체가 홈 내로 포함되어 들어가도록 가능한 구조를 의미한다. 이러한 홈 구조는 니들이 수평으로 배향될 때 니들 구조체가 포함되어 들어갈 수 있는 구조라면 어떠한 형태이든 가능하다.
- [0032] 상기 니들 구조체의 니들의 크기는 나노미터에서 마이크로미터 범위로 할 수 있다.
- [0033] 상기 니들 구조체의 높이는 100nm 내지 500nm의 범위로 할 수 있다. 상기 니들 구조체의 높이가 100nm 미만인

니들 패턴 또는 수 나노 단위의 나노 니들 패턴은 오히려 박테리아 등의 미생물 부착을 촉진할 수 있다. 바람직하게, 상기 니들의 높이는 200nm 내지 400nm이다. 상기 니들 구조체의 하면 지름은 100nm 내지 300nm의 범위로 할 수 있다. 상기 니들 구조체의 하면 지름이 300nm를 초과하는 경우, 박테리아 등의 미생물 살균효과를 갖을 수 없다. 바람직하게, 상기 니들 구조체의 하면 지름은 200nm 내지 300nm이다. 상기 니들 구조체의 상단 지름은 박테리아 등의 미생물을 관통할 수 있도록 날카로운 형상인 것이 바람직하다. 바람직하게, 상기 니들 구조체의 상단 지름은 1nm 내지 10nm이다. 바람직하게, 상기 니들 구조체의 하면 지름이 300nm일 때, 상기 니들 구조체의 상단 지름은 10nm미만이다. 이러한 니들 패턴의 살균 기능은 매미 날개 표면의 패턴에서 유래할 수 있다.

[0034] 또한, 상기 니들 구조체는 서로 소정간격 이격되게 형성되고, 이격 거리는 100nm 내지 5 μ m이다. 상기 니들 구조체 사이의 이격 거리는 좁을수록 향상된 방오 효과를 나타낸다. 바람직하게, 상기 니들 구조체 사이의 이격 거리는 500nm이다.

[0035] 상기 니들 구조체는 자성성분을 포함하는 것을 특징으로 하는, 방오필름이다.

[0036] 본 발명에서 "자성성분"은 자성을 나타내는 성분(물질)을 포괄적으로 의미하며 자성을 나타내는 금속 원자 또는 이들의 합금 및 자석을 모두 포함하는 용어이다. 아연, 구리, 니켈, 철, 코발트, 폴리브텐 또는 이들을 이용한 합금이 포함될 수 있다. 예를 들어, 전이 금속, 란타늄, 또는 악티늄 금속일 수 있으며, Ba, Mn, Co, Ni 또는 Fe를 포함하는 전이 금속, 또는 Gd, Er, Ho, Dy, Tb, Sm 또는 Nd를 포함하는 란타늄 금속 또는 이들의 합금일 수 있다. 또한, 상기 자성성분은 산화철이 혼합되어 소결된 자석부재로 착자된 일반적인 자석은 물론, 네오디뮴 자석, 고무 자석, 실리콘 자석 등 다양한 종류의 자석 중 어느 하나일 수 있다.

[0037] 상기 니들 구조체는 전기 전도성 폴리머 소재로 이루어진, 방오필름이다.

[0038] 본 발명에서 전기 전도성 폴리머 소재는 예를 들어, 폴리(3,4-에틸렌다이옥시 티오펜)(PEDOT), 폴리아닐린(PAni), 폴리피롤(PPy), 폴리티오펜(PT), 폴리다이아세틸렌, 폴리아세틸렌(PAc), 폴리아이소티아나프텐(PITN), 폴리헥테로아릴렌-비닐렌(PArV), Calcium alginate hydrogel, GO film을 포함하며, 여기서 헥테로아릴렌기는, 예를 들어, 티오펜, 푸란 또는 피롤, 폴리-p-페닐렌(PpP), 폴리페닐렌 황화물(PPS), 폴리페리나프탈렌(PPN), 폴리프탈로시아닌(PPc) 및 그 유도체, 그 공중합체, 기타, 그리고 이들의 물리적 혼합물을 포함한다. 적합한 열가소성 중합체는, 예를 들어, 폴리아미드, 폴리올레핀, 아크릴, 스티렌, 및 이들의 조합을 포함한다. 적합한 열경화성 중합체는, 예를 들어, 폴라아미드, 폴리에폭사이드, 페놀 중합체, 폴리아미드, 아크릴 중합체, 폴리우레탄 및 실리콘 중합체를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 전도성 중합체와 열경화성 및/또는 열가소성 중합체의 혼합물이 사용될 수 있다.

[0039] 상기 니들 구조체는 경성 폴리디메틸실록산(Hard Polydimethylsiloxane(PDMS)), 경성 폴리 우레탄 아크릴레이트(Hard poly urethane acrylate(PUA), 폴리 메틸 메타크릴레이트(poly methyl methacrylate, PMMA) 로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나로 제조할 수 있다. 다만, 이에 한정하지 않고 기타 다른 소재도 사용 가능하다.

[0040] 여기서, 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)은 투명한 비활성의 고분자로서 표면에너지가 매우 낮고 형태의 변화가 용이하며 소수성을 가지는 물질로 다음의 장점을 갖는다. PDMS는 상대적으로 넓은 기판 영역에 안정적으로 점착되며, 이는 평탄하지 않은 표면에 대해서도 동일하게 만족한다. PDMS는 면간자유에너지(interfacial free energy)가 낮으므로, 다른 고분자와 몰딩시에 접착이 잘 일어나지 않는다. PDMS는 균질(homogeneous)의 등방성(isotropic)을 가지며 광학적으로는 300nm의 두께까지 투명한 성질을 갖는다. PDMS는 매우 내구성이 강해 아주 오랜 시간이 경과하더라도 성질의 열화(degradation)가 일어나지 않는다.

[0041] 폴리 우레탄 아크릴레이트(poly urethane acrylate, PUA)는 일반적인 PDMS 보다 단단하고(영스모듈러스 약 $1.7 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$ at 15 $^{\circ}$ C) 온도상승에 따른 영스모듈러스 변화가 매우 커서 온도가 높을 때 몰딩하여 니들 구조체를 형성 후, 낮은 온도에서 사용가능하다. 또한, PDMS에 비교하여 조밀하고 작은 패턴까지 몰딩이 가능한 특징을 갖는다.

[0042] 폴리 메틸 메타크릴레이트(poly methyl methacrylate, PMMA)는 MMA(methyl mthacrylate) Monomer를 주원료로 하는 아크릴 수지로서 투명성, 내후성이 탁월할 뿐만 아니라 경도, 내약품성, 표면광택, 점착성등이 우수하여 유리의 대용품으로 사용되고 있다. PMMA로 제조된 니들 구조체는 고탄성 고인장강도를 갖는다.

[0043] 상기 자극 발생부는 자기장, 전기장 열 에너지 또는 빛 에너지 중 어느 하나를 발생하는, 방오필름이다.

[0044] 본 발명의 다른 일 실시예는, 니들 구조체; 및 상기 니들 구조체 하부에서 자극을 발생시키는, 자극 발생부;를

포함하고, 상기 자극 발생부에서 발생된 자극에 의하여 상기 니들 구조체가 가역적으로 벤딩(bending)되거나 틸팅(tilting)되어 유입된 오염원을 제거하는, 방오필름을 제조하는 방법이다.

- [0045] 본 발명의 방오필름에 의하면, 니들 구조체가 외부 자극에 의해 가역적으로 벤딩 또는 틸팅되어 반복적이고 지속적으로 변형하게 되므로, 박테리아가 표면에 바이오 필름을 형성하는 것을 방지하고 능동적으로 바이오 필름을 제거할 수 있다.
- [0046] 도 2a는 본 발명의 실시예에 따른 방오필름의 제조과정으로서, 도 2a는 본 발명의 실시예에 따라 자기력에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체를 포함하는 방오필름의 제조과정이다.
- [0047] 자기력에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체를 포함하는 방오필름의 제조방법은, 광경화성 물질 또는 열경화성 물질 중 어느 한가지와 자성성분을 질량비 1:1로 교반하는 단계; 교반된 물질을 니들 구조체의 몰드 상에 도포하는 단계; 니들 구조체의 몰드에 교반 물질을 완전히 들어가도록 감압하는 단계; 경화시키는 단계; 니들 구조체를 몰드에서 탈착시키는 단계를 포함한다.
- [0048] 상기 광경화성 물질은 폴리(에틸렌 글리콜) 디아크릴레이트(poly(ethylene glycol) diacrylate, PEGDA) 또는 폴리 우레탄 아크릴레이트(poly urethane acrylate, PUA) 중 어느 하나일 수 있다. 상기 광경화성 물질을 UV를 이용하여 경화시킬 경우 UV를 10분이상 광경화성 물질에 비추어 노광시킨다. 상기 열경화성 물질은 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)일 수 있다. 상기 열경화성 물질을 경화시킬 경우 80℃ 오븐에서 1시간 이상 열을 가한다. 상기 자성성분은 Iron, Nickel, Cobalt 와 같은 강자성체일 수 있다. 상기 교반은 자기소용돌이(magnetic vortex) 방식 또는 음파처리(sonication)방식을 이용할 수 있다.
- [0049] 도 2b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 자기력에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체는 자기력이 강할수록 수평방향으로 벤딩 또는 틸팅이 강하게 되는 것을 나타낸다. 자기력에 의해 벤딩 또는 틸팅될 수 있도록 자성성분을 포함하는 니들 구조체를 자석 또는 자기장에 노출시킬 경우, 니들 구조체는 0° 내지 90°의 범위에서 벤딩 또는 틸팅될 수 있다. 니들 구조체의 이격 거리 또는 자기력선의 방향 조절으로 벤딩 또는 틸팅을 제어할 수 있다.
- [0050] 도 2c 및 도 2d를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 자기력에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체에 의해 표면의 오염물질이 제거되는 것을 나타낸 모식도이다.
- [0051] 도 3a는 본 발명의 실시예에 따른 방오필름의 제조과정으로서, 도 3a는 본 발명의 실시예에 따라 유압 또는 압력에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체를 포함하는 방오필름의 제조과정이다.
- [0052] 유압 또는 압력에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체를 포함하는 방오필름의 제조방법은, 니들 구조체의 몰드를 니들 구조체가 들어갈 수 있는 공간을 포함하도록 제작하는 단계; 광경화성 물질 또는 열경화성 물질 중 어느 한가지와 자성성분을 질량비 1:1로 교반하는 단계; 교반된 물질을 니들 구조체의 몰드 상에 도포하는 단계; 니들 구조체의 몰드에 교반 물질을 완전히 들어가도록 감압하는 단계; 경화시키는 단계; 니들 구조체를 몰드에서 탈착시키는 단계를 포함한다.
- [0053] 도 3를 참조하면, 상기 니들 구조체의 몰드는, 몰드의 수평면에 니들 구조체의 팁 형상이 수평으로 배향된 구조를 포함한다. 상기 니들 구조체 몰드를 이와 같이 제작하여, 니들 구조체에 유압 또는 압력을 가하여 니들 구조체의 팁 형상이 벤딩 또는 틸팅되었을 때 수평면으로 포함되어 들어갈 수 있도록 하기 위함이다. 니들 구조체의 팁 형상이 기관에 포함될 경우 외력에 의해 손상 또는 파손되는 것을 방지할 수 있다.
- [0054] 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따라 유압 또는 압력이 가해졌을 때 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체의 모식도이다.
- [0055] 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 방오필름의 제조과정으로서, 도 4a는 본 발명의 실시예에 따라 빛 또는 열의 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체를 포함하는 방오필름의 제조과정이다.
- [0056] 빛 또는 열에 의해 벤딩 또는 틸팅되는 니들 구조체를 포함하는 방오필름의 제조방법은, 전기 전도성 폴리머 소재 또는 PDMS를 니들 구조체의 몰드에 부어 굳히는 단계, 제작된 니들 구조체에 Lift-off resist를 코팅하는 단계, 상기 코팅된 니들 구조체를 경화시키는 단계, GO(graphene oxide) film을 니들 구조체 상에 증착시키는 단계, Lift-off resist를 에칭(etching)하는 단계를 포함한다.
- [0057] 상기 방식을 통해 니들 구조체의 특정 부위만 GO film을 증착 할 수 있다. 상기 GO film은 적외선(infra-red ray, IR)을 받을 경우 열을 생성할 수 있고, 적외선에 의해 GO film에서 발생한 열로 니들 구조체를 벤딩 또는

틸팅시킬 수 있다.

- [0058] 상기 전기 전도성 폴리머 소재는 폴리(3,4-에틸렌다이옥시 티오펜)(PEDOT), 폴리아닐린(PAni), 폴리피롤(PPy), 폴리티오펜(PT), 폴리다이아세틸렌, 폴리아세틸렌(PAc), 폴리아이소티아나프텐(PITN), 폴리테트라아릴렌-비닐렌(PArV) 중 하나 이상일 수 있다. 상기 니들 구조체에 Lift-off resist를 코팅하여 희생층으로 이용할 물질은 LOR(lift-off resist) 또는 폴리 메틸 메타크릴레이트 (poly methyl methacrylate, PMMA)일 수 있다.
- [0059] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 방오필름에 있어서 니들 구조체에 가해지는 외력을 분산시키는 도면이다.
- [0060] 상기 니들 구조체는 팁 형상 부분에 큰 힘이 전달되고, 팁 형상 부분에 외력이 집중될 경우 니들 구조체의 파손이 발생할 수 있다. 따라서, 니들 구조체를 외부 자극에 의해 벤딩 또는 틸팅이 가능하도록 방오필름을 제작함으로써 니들 구조체에 가해지는 외력을 분산시킬 수 있어 방오필름의 내구성을 증가시킬 수 있다.
- [0061] 본 발명의 실시예에 따라 제조된 방오필름으로 피복된 표면을 갖는 선박, 수면 하부 구조물 또는 인공장기 등에 이용하여 표면의 오염물질을 제거할 수 있다. 또한, 본 발명에 따라 제조된 방오필름은 인공관절, 임플란트, 해양구조물, 디스플레이 생산 공정에 이용되는 수조 표면, 정수기관 내부로 사용될 수 있다.
- [0062] 도 6a는 니들 구조체의 변형(벤딩 또는 틸팅)에 따라 접촉각(contact angle) 및 구름각(roll off angle)이 변화됨과, 표면 오염물질이 제거됨을 확인한 도면이다.
- [0063] 도 6b는 표면의 접촉각에 따라 바이오 필름 또는 박테리아의 부착 정도가 달라지는 것을 나타내며, 니들 구조체의 벤딩 또는 틸팅에 따라 바이오 필름 또는 박테리아의 부착 정도가 달라짐을 확인할 수 있다.
- [0065] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다. 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 목적으로 기술된 것으로서, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0067] <실시예 1: 방오필름의 제조방법>

- [0068] 1) PEGDA 또는 PUA의 광경화성 물질 또는 PDMS 열경화성 물질 중 어느 한가지와 Iron, Nickel, Cobalt 와 같은 강자성체의 자성성분을 질량비 1:1로 교반한다. 교반된 물질을 니들 구조체의 몰드 상에 도포한다. 니들 구조체의 몰드에 교반 물질을 완전히 들어가도록 감압한다. 니들 구조체를 경화시킨다. 니들 구조체를 몰드에서 탈착시켜 자기력, 유압 또는 압력에 의해 벤딩 또는 틸팅하는 방오필름을 제조한다.
- [0069] 2) 전기 전도성 폴리머 소재 또는 PDMS를 니들 구조체의 몰드에 부어 굳힌다. 제작된 니들 구조체에 Lift-off resist를 코팅한다. 상기 코팅된 니들 구조체를 경화시킨다. GO(graphene oxide) film을 니들 구조체 상에 증착시키고, Lift-off resist를 에칭(etching)하여 빛 또는 열에 반응하여 벤딩 또는 틸팅하는 방오필름을 제조한다.

[0071] <실시예 2: 방오필름의 구동에 따른 방오효과>

- [0072] 자기장의 세기, 유압, 압력, 빛 또는 열의 세기등의 외부 자극을 증가시킬수록 니들 구조체가 수평방향으로 더 기울어진다. 니들 구조체가 벤딩 또는 틸팅되어 방오필름의 표면의 성질이 바뀔 수 있다. 니들 구조체가 벤딩 또는 틸팅되어 박테리아 등의 미생물 부착을 방지하거나, 이미 형성된 바이오필름을 제거할 수 있다. 니들 구조체는 외부 자극을 감소시켜 원래의 위치로 복귀할 수 있다.

[0074] <실시예 3: 열과 빛 자극에 의한 GO필름 도포 방오필름 제조>

- [0075] 니들 구조체의 한쪽 면에만 GO필름이 도포되는 것을 제외하고 실시예1의 2)와 동일한 방법으로 방오필름을 제조하였다.
- [0076] 실시예 3에 따른 방오필름은, 열과 빛 자극에 의할 때, Lift-off resist코팅을 통해, 특정 부위만을 GO 필름을 증착하여, 적외선을 받을 경우, 열을 생성하고, 그 열로 니들 구조체를 원활하게 벤딩 또는 틸팅할 수 있다.

[0078] <실험예: 벤딩/틸팅 접촉각 및 구름각에 따른 방오 효과>

[0079] 니들 구조체의 표면 특성과 표면이 이룰 수 있는 각도에 따라서 접촉각과 구름각이 달라지며, 이는 액추에이팅에 따라 액적을 원하는 방향으로 이송시킬 수 있다. 니들 표면의 접촉각이 상이한 표면에서 세포를 키운 후, 세척 이후 표면의 접촉각과 구름각을 달리한 오염물질의 이송 효과를 실험하였다.

[0080] 하기의 도 6a를 참조할 때, 니들 구조체의 접촉각 및 구름각의 변화에 따라 액적이 이송되어 표면 오염물질이 이송되는 것을 확인하였다.

[0081] 도 6a의 경우, 코팅 정도에 따라서 표면을 초소수로 제작하여 액적의 접촉각이 달라짐을 좌측 상단의 그래프로 확인할 수 있으며, 자력에 의해 자성 필러를 일정한 각도로 제어할 경우, 액적이 구를 수 있는 각도 (구름각)이 변화하는 것을 좌측 하단의 그래프로 확인하였다. 이를 통해 통해서 자성 필러를 자석으로 제어할 경우 실제 액적을 원하는 방향으로 컨트롤이 가능한 것을 아래 이미지들로 관찰할 수 있으며, 자성 필러 표면에 있는 오염물질들이 액적이 이동함에 따라 제거할 수 있다.

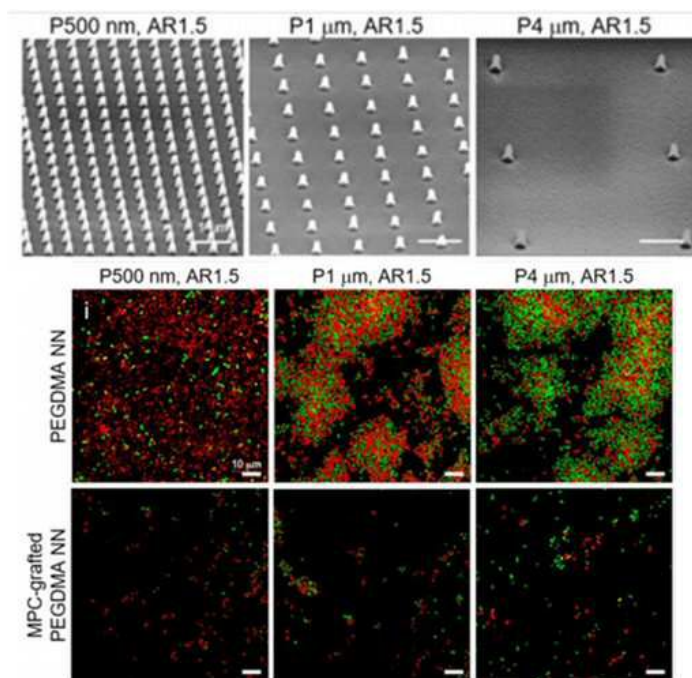
[0082] 하기의 도 6b를 참조할 때, 세척 이후 표면의 접촉각이 높을수록 세포가 더 잘 씻겨 나감을 확인하였다. 이를 통하여 표면의 접촉각에 따라 바이오필름 또는 박테리아의 부착 정도가 달라짐을 확인하였다.

[0084] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

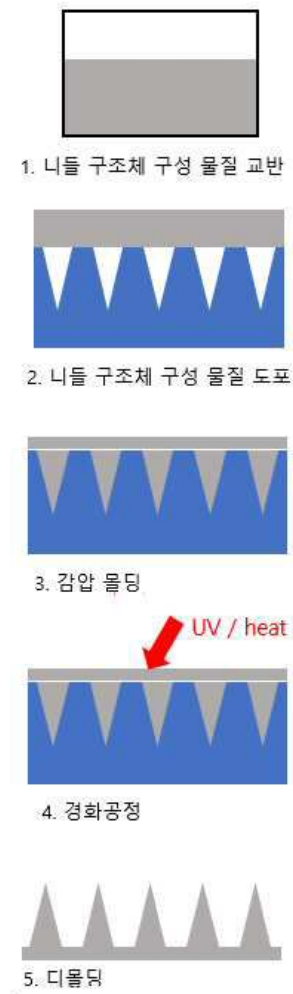
[0085] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

도면

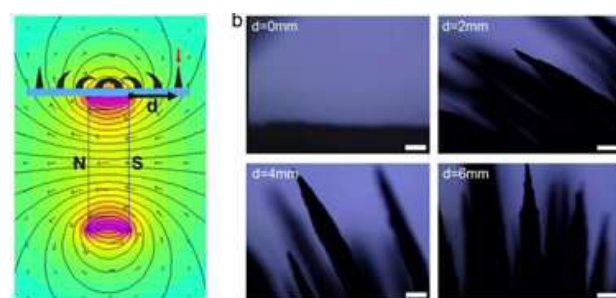
도면1



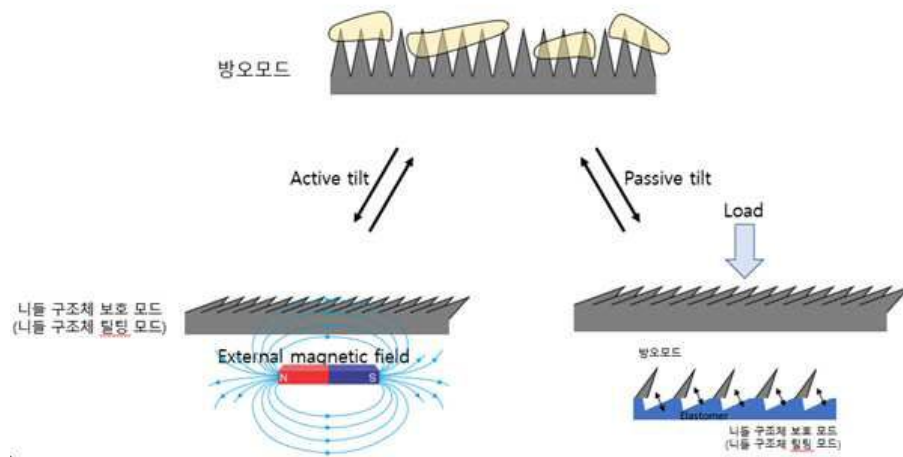
도면2a



도면2b



도면2c



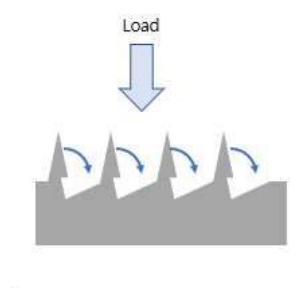
도면2d



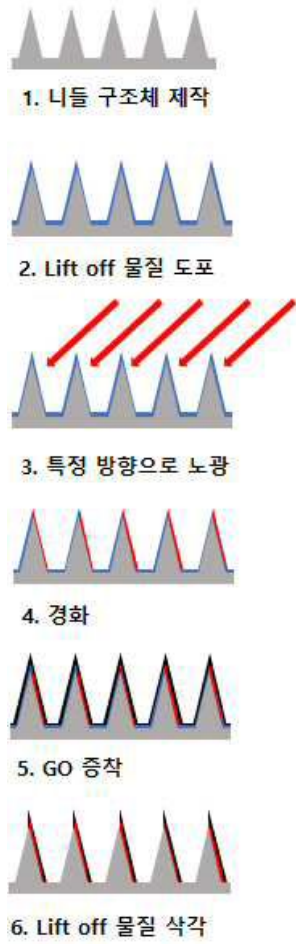
도면3a



도면3b



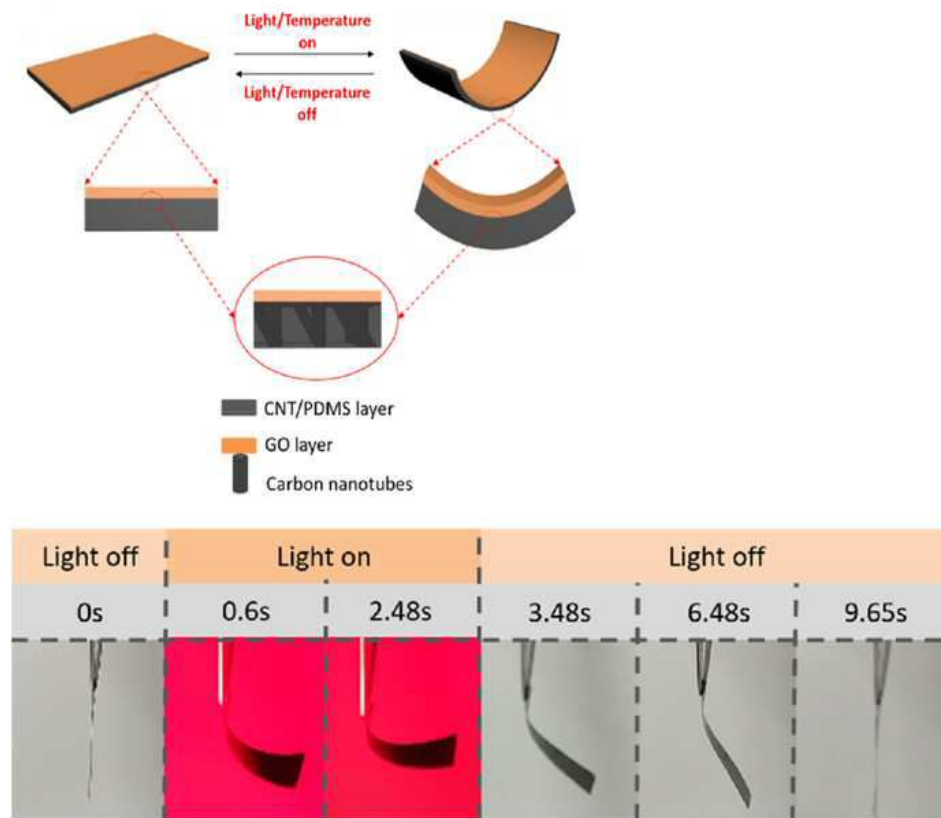
도면4a



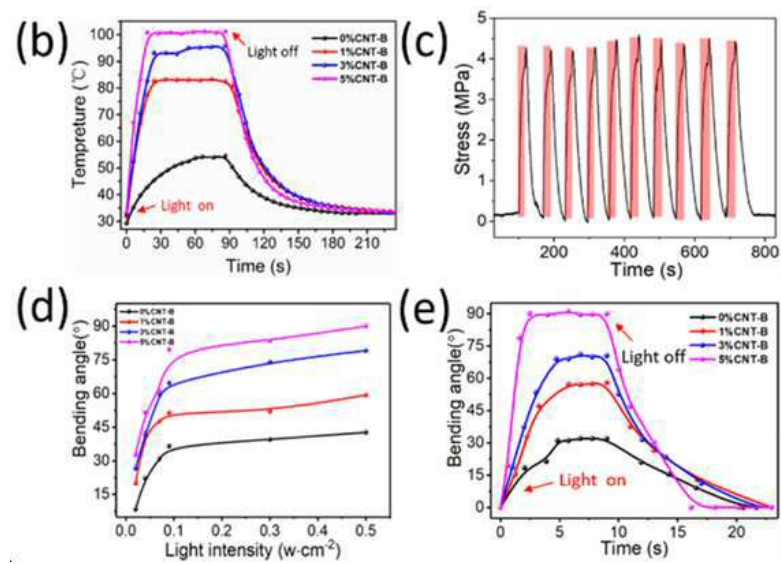
도면4b



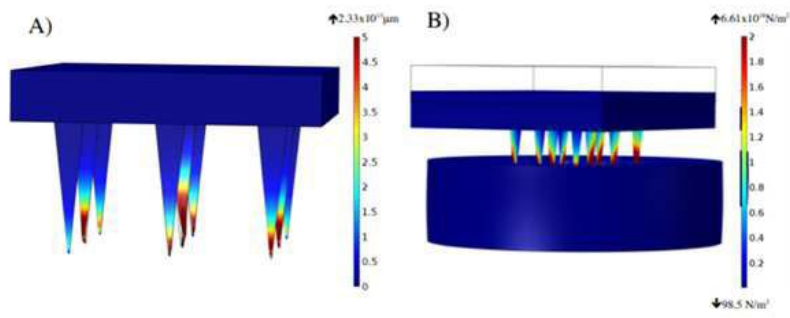
도면4c



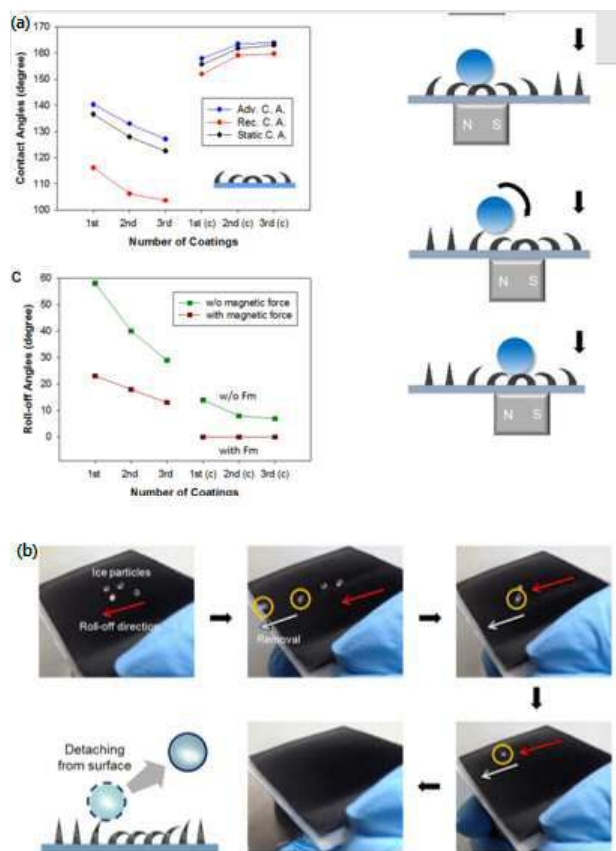
도면4d



도면5



도면6a



도면6b

