

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 1월 7일 (07.01.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/003033 A1

- (51) 국제특허분류:
B82B 1/00 (2006.01) *C09K 3/18* (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/012008
- (22) 국제출원일: 2014년 12월 8일 (08.12.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0081949 2014년 7월 1일 (01.07.2014) KR
- (71) 출원인: 한양대학교 산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HAN-YANG UNIVERSITY) [KR/KR]; 133-791 서울시 성동구 왕십리로 222, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 이관수 (LEE, Kwansoo); 133-845 서울시 성동구 매봉길 15, 112동 405호 (옥수동, 래미안 옥수 리버젠), Seoul (KR). 김동립 (KIM, Dongrip); 137-795 서울시 서초구 잠원로 14길 23, 207동 603호 (잠원동, 롯데캐슬갤럭시), Seoul (KR). 조영준 (CHO, Youngjun); 445-330 경기도 화성시 영통로 8번길 18-2, A동 402호 (반월동, 미미타운), Gyeonggi-do (KR). 이규호 (LEE, Kyuho); 435-710 경기도 군포시 산본로 432번길 25, 1222동 1101호 (산본동, 한양목련아파트), Gyeonggi-do (KR). 전지현 (JUN, Jihyun); 463-420 경기도 성남시 판

교역로 49, 950동 301호 (백현동, 백현마을 9단지), Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 이상 (E-SANG PATENT & TRADE-MARK LAW FIRM); 137-890 서울시 서초구 바우피로 188, 3층, Seoul (KR).

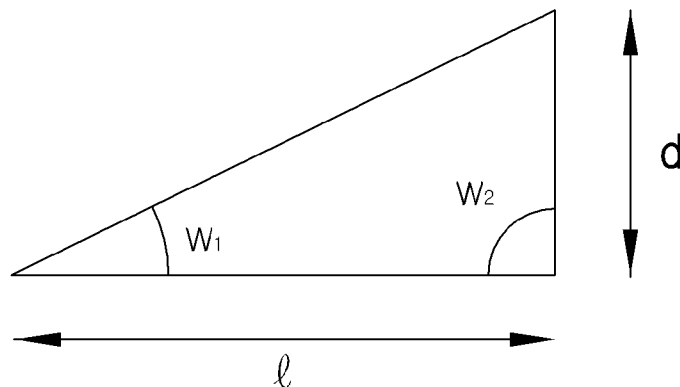
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SUPER WATER-REPELLENT LAYER STRUCTURE ON WHICH DROPLETS CAN MOVE IN ONE DIRECTION AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭 : 액적이 일방향으로 거동이 가능한 초발수 계층 구조체 및 이의 제조방법



(57) Abstract: Provided is a super water-repellent layer structure. The super water-repellent layer structure comprises: a substrate having a ratchet structure formed on the upper surface thereof; and a super water-repellent nano-line structure formed on the ratchet structure, wherein water drops can move in one direction without an external force. Thus, the present invention can provide a super water-repellent layer structure enabling water drops to move in one direction even without force applied from the outside in a state in which the surface thereof is hardly inclined using the ratchet structure and the super water-repellent nano-line structure. Thus, such a super water-repellent layer structure can be applied to various industries such as water harvesting, drainage of condensation water of a heat exchanger, etc., a microfluidic industry.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2016/003033 A1

**공개:**

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

초발수 계층 구조체를 제공한다. 초발수 계층 구조체는 상부 표면에 래칫(ratchet) 구조가 형성된 기판 및 상기 래칫 구조 상에 형성된 초발수 나노선 구조체를 포함하고, 상기 기판 상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 거동이 가능한 것을 특징으로 한다. 따라서, 래칫구조와 초발수 나노선 구조체를 이용하여 표면이 거의 기울어지지 않은 상태에서, 외부에서 가해주는 힘 없이도 물방울을 일 방향으로 거동하게 할 수 있는 초발수 계층 구조체를 제공할 수 있다. 따라서, 이러한 초발수 계층 구조체를 이용하여 물 수확(water harvesting)이나 열교환기 등의 응축수 배수, 미세유체공학(microfluidic) 산업 등 다양한 산업에 적용 가능하다.

명세서

발명의 명칭: 액적이 일방향으로 거동이 가능한 초발수 계층 구조체 및 이의 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 초발수 계층 구조체에 관한 것으로, 표면에서 액적이 외부 힘 없이 일방향으로 거동이 가능한 초발수 계층 구조체 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 나비의 날개, 거미줄, 선인장의 가지 구조 등의 자연모사로부터 시작된, 물방울을 한 방향으로 움직이게 하는 기술 연구는 물 수확(water harvesting)이나 열교환기 등에서의 응축수 배수 또는 미세유체공학(microfluidic) 산업에서 주목받고 있는 기술이다.
- [3] 하지만, 지금까지의 한 방향으로 물방울을 움직이게 하는데 있어서, 물질 표면에 물방울의 한 방향 거동을 위한 나노 또는 마이크로 구조체를 만든 경우, 표면을 기울였을 때, 한 방향으로 물방울이 굴러떨어짐 현상을 구현하거나, 자기장, 진동 등에 의해 여기된 힘을 외부에서 가함으로써 물방울을 한 방향으로 굴러 떨어뜨릴 수 있었다.
- [4] 대한민국 공개특허 제10-2010-0011213(2010.02.03.)에서는 초소수성 표면을 갖는 재료의 제조방법 및 이에 따라 제조된 초소수성 재료에 관하여 개시되었으나, 표면이 거의 기울어지지 않은 상태에서, 외부힘 없이 물방울을 일 방향으로 거동시킬 수 있는 구조에 대하여는 개시된 바 없다.
- [5] 따라서, 이와 같이, 표면을 기울이지 않고, 외부 힘 없이도 물방울을 한 방향으로 거동 가능할 수 있는 구조에 대한 연구가 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 표면이 거의 기울어지지 않은 상태에서, 외부에서 가해주는 힘 없이도 물방울을 일 방향으로 거동하게 할 수 있는 초발수 계층 구조체 및 이의 제조방법을 제공하는 데에 있다.

과제 해결 수단

- [7] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은, 표면에서 액적이 일방향으로 거동이 가능한 초발수 계층 구조체를 제공한다. 이러한 초발수 계층 구조체는 상부 표면에 래칫(ratchet) 구조가 형성된 기판 및 상기 래칫 구조 상에 형성된 초발수 나노선 구조체를 포함하고, 상기 기판 상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 거동이 가능한 것을 특징으로 한다.
- [8] 또한, 상기 기판 표면을 5° 이하로 기울인 상태에서도, 상기 기판 상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 거동이 가능한 것을 특징으로 한다.
- [9] 또한, 상기 래칫 구조는 $W_2 - W_1$ 의 절대값이 50° 이상이고, 래칫 형상을 이루는

삼각형의 높이는 $100\mu\text{m}$ 내지 $400\mu\text{m}$ 인 조건을 만족하는 것을 특징으로 하고, 상기 W_1 은 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 어느 하나의 각이고, 상기 W_2 는 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 다른 하나의 각이다.

- [10] 또한, 상기 초발수 나노선 구조체는 CuO , Cu_2O , CeO_2 및 Co_3O_4 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 상기 초발수 나노선 구조체는 나노선 구조체 합성 후, 진공건조를 통해 초발수 특성이 구현된 것을 특징으로 한다.
- [11] 또한, 상기 초발수 나노선 구조체는 ZnO , TiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 및 SiO_2 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 초발수 나노선 구조체는 발수 코팅된 것을 특징으로 한다. 이때의 발수 코팅은 불소계 또는 실란계 물질을 이용하여 코팅하는 것을 특징으로 한다.
- [12] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 다른 측면은 초발수 계층 구조체 제조방법을 제공한다. 이러한 초발수 계층 구조체 제조방법은 상부 표면에 래칫(ratchet) 구조가 형성된 기판을 준비하는 단계 및 상기 래칫 구조 상에 초발수 나노선 구조체를 형성하는 단계를 포함하고, 상기 기판 표면을 5° 이하로 기울인 상태에서도, 상기 기판 상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 거동이 가능한 것을 특징으로 한다.
- [13] 또한, 상기 래칫 구조는 $W_2 - W_1$ 의 절대값이 50° 이상이고, 래칫 형상을 이루는 삼각형의 높이는 $100\mu\text{m}$ 내지 $400\mu\text{m}$ 인 조건을 만족하는 것을 특징으로 하고, 상기 W_1 은 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 어느 하나의 각이고, 상기 W_2 는 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 다른 하나의 각이다.
- [14] 또한, 상기 래칫 구조 상에 초발수 나노선 구조체를 형성하는 단계는, 상기 래칫 구조 상에 수열합성법, 화학기상증착법 또는 전기화학증착법을 이용하여 나노선 구조체를 형성한 후, 상기 형성된 나노선 구조체를 불소계 물질 또는 실란계 물질을 이용하여 발수코팅하거나, 진공건조를 수행하여 초발수 나노선 구조체를 형성하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [15] 본 발명에 따르면, 래칫구조와 초발수 나노선 구조체를 이용하여 표면이 거의 기울어지지 않은 상태에서, 외부에서 가해주는 힘 없이도 물방울을 일 방향으로 거동하게 할 수 있는 초발수 계층 구조체를 제공할 수 있다.
- [16] 따라서 이러한 초발수 계층 구조체를 이용하여 물 수확(water harvesting)이나 열교환기 등의 응축수 배수, 미세유체공학(microfluidic) 산업 등 다양한 산업에 적용 가능하다.
- [17] 본 발명의 기술적 효과들은 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [18] 도 1은 래칫 형상을 이루는 삼각형을 나타낸 그림이다.

- [19] 도 2는 래칫 구조에서 물방울이 받는 힘의 원리를 나타낸 그림이다.
- [20] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초발수 계층 구조체 제조방법의 흐름도이다.
- [21] 도 4는 상부 표면에 래칫구조가 형성된 알루미늄 기판의 도면들이다.
- [22] 도 5는 제조예에 따른 초발수 계층 구조체의 사진들이다.
- [23] 도 6은 제조예에 따른 초발수 계층 구조체에서의 물방울의 움직임을 측정한 사진들이다.
- [24] 도 7은 비교예에 따른 초발수 계층 구조체에서의 물방울의 움직임을 측정한 사진들이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [25] 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 의한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [26] 본 발명이 여러 가지 수정 및 변형을 허용하면서도, 그 특정 실시예들이 도면들로 예시되어 나타내어지며, 이하에서 상세히 설명될 것이다. 그러나 본 발명을 개시된 특별한 형태로 한정하려는 의도는 아니며, 오히려 본 발명은 청구항들에 의해 정의된 본 발명의 사상과 합치되는 모든 수정, 균등 및 대용을 포함한다.
- [27] 층, 영역 또는 기판과 같은 요소가 다른 구성요소 "상(on)"에 존재하는 것으로 언급될 때, 이것은 직접적으로 다른 요소 상에 존재하거나 또는 그 사이에 중간 요소가 존재할 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [28] 비록 제1, 제2 등의 용어가 여러 가지 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들을 설명하기 위해 사용될 수 있지만, 이러한 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들은 이러한 용어에 의해 한정되어서는 안 된다는 것을 이해할 것이다.
- [29] 또한, 본 발명에서 사용하는 용어 ‘초발수’의 의미는 접촉각(contact angle)이 150° 이상이며, 미끄럼각(sliding angle)이 10° 이하인 발수 특성을 의미한다. 이 때, 전술된 ‘접촉각’은 정지한 액체 표면이 고체 벽에 접촉되는 곳으로 액면과 고체면이 이루는 각을 말한다. 또한, 전술된 ‘미끄럼각’은 수평한 바닥면을 기준으로 액체가 흐르기 시작하는 기울기 각도를 의미한다.
- [30]
- [31] 본 발명의 일 실시예에 따른 초발수 계층 구조체를 설명한다.
- [32] 이러한 초발수 계층 구조체는 상부 표면에 래칫(ratchet) 구조가 형성된 기판 및 상기 래칫 구조 상에 형성된 초발수 나노선 구조체를 포함할 수 있다. 이때, 상기 기판 상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 거동이 가능한 것을 특징으로 한다. 나아가, 상기 기판 표면을 5° 이하로 기울인 상태(거의 표면을 기울이지 않은 상태)에서도, 상기 기판 상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 거동이 가능한 것을 특징으로 한다.

- [33] 이때의 기판은 상부 표면에 래칫 구조를 형성할 수 있는 물질이면 제한없이 가능할 것이다.
- [34] 또한, 이때의 래칫 구조는 $W_2 - W_1$ 의 절대값이 50° 이상이고, 래칫 형상을 이루는 삼각형의 높이는 $100\mu\text{m}$ 내지 $400\mu\text{m}$ 인 조건을 만족하는 것을 특징으로 하고, 상기 W_1 은 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 어느 하나의 각이고, 상기 W_2 는 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 다른 하나의 각이다.
- [35] 만일 래칫 구조에서 $W_2 - W_1$ 의 절대값이 50° 미만인 경우, 물방울이 래칫 구조로부터 받는 힘이 약하여 상기 기판 표면이 거의 기울어지지 않은 상태, 예를 들어, 기판 표면이 5° 이하로 기울어진 상태에서는, 외부 힘 없이 일방향으로 거동하기 곤란할 수 있다.
- [36] 초발수 나노선 구조체는 래칫 구조 상에 형성된다. 따라서, 래칫 구조 상에 초발수 나노선 구조체를 형성함으로써 표면이 거의 기울어지지 않은 상태에서, 외부에서 가해주는 힘 없이도 물방울을 일 방향으로 거동하게 할 수 있다. 이는 래칫 구조에서 물방울이 일 방향으로 힘을 받게 되는데, 이와 더불어 래칫 구조 상에 초발수 나노선 구조체가 형성됨으로써, 이러한 초발수 나노선에 의해 표면에서 물방울을 밀어내려는 힘이 커짐에 따라, 물방울이 외부 힘 없이도 일방향으로 거동을 할 수 있게 된다.
- [37] 이러한 초발수 나노선의 길이는 $2\mu\text{m}$ 이상인 것이 바람직하다. 또한, 이러한 초발수 나노선 끝단의 직경은 200nm 이하인 것이 바람직하다.
- [38] 이때의 초발수 나노선 구조체는 발수특성을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이러한 발수특성을 갖는 물질은 CuO , Cu_2O , CeO_2 및 Co_3O_4 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이때의 초발수 나노선 구조체는 먼저 이러한 발수특성을 갖는 물질을 포함하는 나노선 구조체를 합성 후, 진공건조를 수행하여 초발수 특성을 나타내도록 제조될 수 있다.
- [39] 또한, 초발수 나노선 구조체는 ZnO , TiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 및 SiO_2 중 적어도 하나를 포함하고, 발수 코팅되어 초발수 특성을 나타낼 수 있다. 이때의 발수 코팅은 불소계 또는 실란계 물질을 이용하여 코팅할 수 있다.
- [40]
- [41] 이하, 래칫 구조 및 래칫 구조에 의해 물방울이 받는 힘의 원리에 대하여 도 1 및 도 2를 통하여 설명한다.
- [42] 도 1은 래칫 형상을 이루는 삼각형을 나타낸 그림이다.
- [43] 도 1을 참조하면 W_1 은 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 어느 하나의 각이고, W_2 는 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 다른 하나의 각이다.
- [44] 또한, 래칫 형상을 이루는 삼각형의 높이는 d 이고, 삼각형의 하부 변의 길이는 l 이다.
- [45] 도 2는 래칫 구조에서 물방울이 받는 힘의 원리를 나타낸 그림이다.

[46] 도 2를 참조하면, 표면 구조의 형상이 도 2와 같을 때, 표면구조로부터 물방울에 가해지는 힘은 하기 식 1과 같다.

[47] [식 1]

$$[48] \quad F = \int_{Left}^{Right} \gamma_{lv} (\cos(\theta_A + w_1) - \cos(\theta_R + w_2)) dl$$

θ_A, θ_B : 물방울과 표면과의 접촉각

γ_{lv} : 물방울의 표면장력

[49] 식 1의 결과, 표면 구조에 의해 물방울에 가해지는 힘(F)은 W_1 과 W_2 의 차이가 증가할수록 커짐을 알 수 있다.

[50] 따라서, $W_2 - W_1$ 의 절대값이 50° 이상이고, 래칫 형상을 이루는 삼각형의 높이는 $100\mu m$ 내지 $400\mu m$ 인 조건을 만족하는 래칫 구조 상에 초발수 나노 구조체를 형성함으로써, 기판 표면을 거의 기울이지 않은 상태, 예컨대, 기판 표면을 5° 이하로 기울인 상태에서도, 상기 기판 상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 이동할 수 있다.

[51]

[52] 본 발명의 일 실시예에 따른 초발수 계층 구조체 제조방법을 설명한다.

[53] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초발수 계층 구조체 제조방법의 흐름도이다.

[54] 도 3을 참조하면, 먼저, 상부 표면에 래칫(ratchet) 구조가 형성된 기판을 준비한다(S100).

[55] 이때의 래칫 구조는 $W_2 - W_1$ 의 절대값이 50° 이상이고, 래칫 형상을 이루는 삼각형의 높이는 $100\mu m$ 내지 $400\mu m$ 인 조건을 만족하는 것을 특징으로 한다. 그리고, 상기 W_1 은 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 어느 하나의 각이고, 상기 W_2 는 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 다른 하나의 각이다.

[56] 이러한 래칫 구조는 예를 들어, CNC(Computerized Numerical Control) 가공 등을 통하여 형성할 수 있다.

[57]

[58] 그 다음에, 상기 래칫 구조 상에 초발수 나노선 구조체를 형성한다(S200).

[59] 초발수 나노선 구조체는 두 가지 방법을 통하여 형성할 수 있다.

[60] 첫째, 래칫 구조 상에 초발수 나노선 구조체를 형성하는 단계는, 상기 래칫 구조 상에 수열합성법, 화학기상증착법 또는 전기화학증착법을 이용하여 나노선 구조체를 형성한 후, 상기 형성된 나노선 구조체를 불소계 물질 또는 실란계 물질을 이용하여 발수코팅하여 초발수 나노선 구조체를 형성할 수 있다.

[61] 둘째, 상기 방법과 동일한 방법으로 래칫 구조 상에 나노선 구조체를 형성한 후, 진공건조를 수행하여 초발수 나노선 구조체를 형성할 수 있다.

[62] 예를 들어, 상부 표면에 래칫 구조가 형성된 알루미늄 기판을 세륨 나이트레이트 헥사하이드레이트(Cerium(III) Nitrate Hexahydrate, $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)와 요소(Urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)를 혼합한 세륨전구체 혼합용액에 침지 하여 95°C에서 24시간 동안 수열합성법으로 래칫 구조 상에 산화세륨 나노선을 성장시킨 후, 190°C 진공분위기에서 1시간 동안 건조하여 산화세륨 초발수 나노선을 성장시킬 수 있다.

[63] 따라서, 상술한 특정 조건을 갖는 래칫 구조 상에 초발수 나노선 구조체를 형성함으로써, 기판 표면을 거의 기울이지 않은 상태, 예컨대 상기 기판 표면을 5° 이하로 기울인 상태에서도, 상기 기판 상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 거동할 수 있다.

[64]

[65] 제조예

[66] 본 발명의 일 실시예에 따른 초발수 계층 구조체를 제조하였다.

[67] 먼저 상부 표면에 래칫구조가 형성된 알루미늄 기판을 준비하였다.

[68] 도 4는 상부 표면에 래칫구조가 형성된 알루미늄 기판의 도면들이다.

[69] 도 4를 참조하면 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 어느 하나의 각(W_1)은 약 26.56° 이고, 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 다른 하나의 각(W_2)은 약 90°이다. 따라서, $W_2 - W_1$ 의 절대값은 약 64°이다.

[70] 그리고, 래칫 형상을 이루는 삼각형의 높이(d)는 0.2mm이고, 하부변의 길이(l)는 0.4mm이다.

[71] 그 다음에, 코발트 나이트레이트 헥사하이드레이트(Cobalt Nitrate Hexahydrate, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)와 요소(Urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)를 혼합한 산화코발트 전구체 혼합용액에 래칫 형상의 알루미늄 기판을 침지하여 95°C에서 12시간 동안 수열합성법으로 래칫 구조 상에 산화코발트 나노선 구조체를 형성한 후, 190°C 진공분위기에서 1시간 동안 건조하여 산화코발트 초발수 나노선 구조체를 래칫 구조 상에 성장시켰다.

[72]

[73] 도 5는 제조예에 따른 초발수 계층 구조체의 사진들이다.

[74] 도 5(a)를 참조하면 제조예 따른 초발수 계층 구조체의 상부 사진 및 이의 확대사진이고, 이를 참조하면, 기판의 상면 사진이고 이를 확대하면, 래칫 구조 상에 산화코발트 나노선 구조체가 성장되었음을 알 수 있다.

[75] 도 5(b)는 제조예 따른 초발수 계층 구조체의 측면 사진 및 이의 확대 사진이고, 이를 참조하면, 래칫 구조 상에 산화코발트 나노선 구조체가 성장되었음을 역시 알 수 있다.

[76]

[77] 비교예

[78] 상부 표면에 래칫구조가 형성된 알루미늄 기판을 준비하였다.

[79] 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 어느 하나의 각(W_1)은 약 45°

이고, 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 다른 하나의 각(W_2)은 약 90° 이다. 따라서, $W_2 - W_1$ 의 절대값은 약 45° 이다.

[80] 그리고, 래칫 형상을 이루는 삼각형의 높이(d)는 0.2mm 이고, 하부변의 길이(l)는 0.2mm 이다.

[81] 그 다음에, 이러한 래칫구조를 갖는 알루미늄 기판 상에 상술한 제조예와 동일한 방법으로 산화코발트 초발수 나노선 구조체를 형성하였다.

[82]

[83] 실험예

[84] 제조예 및 비교예에 따른 초발수 계층 구조체 상에 $6\mu\text{l}$ 내지 $8\mu\text{l}$ 물방울을 떨어뜨려 일방향으로의 거동 특성을 측정하였다. 이때, 기판 표면은 5° 이하로 기울어진 상태(거의 표면을 기울이지 않은 상태)이고, 외부 힘을 주지 않은 상태로 물방울의 거동 특성을 측정하였다.

[85] 도 6은 제조예에 따른 초발수 계층 구조체에서의 물방울의 움직임을 측정한 사진들이다.

[86] 도 6을 참조하면, 시간이 지남에 따라, 기판 표면이 거의 기울이지 않은 상태에서, 외부 힘 없이도 물방울이 일방향으로 움직이는 것을 알 수 있다.

[87] 도 7은 비교예에 따른 초발수 계층 구조체에서의 물방울의 움직임을 측정한 사진들이다.

[88] 도 7을 참조하면, 시간이 지나도, 기판 표면을 거의 기울이지 않은 상태이고, 외부의 힘이 없는 상태에서는 물방울이 거의 움직이지 않는 것을 알 수 있다.

[89] 따라서, 상술한 래칫 형상 조건을 만족하는 래칫구조 상에 초발수 나노선 구조체가 형성된 경우에, 기판 표면이 5° 이하로 기울어진 상태(기판 표면을 거의 기울이지 않은 상태)에서도, 외부 힘 없이도 물방울이 일방향으로 거동 가능함을 알 수 있다.

[90]

[91] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

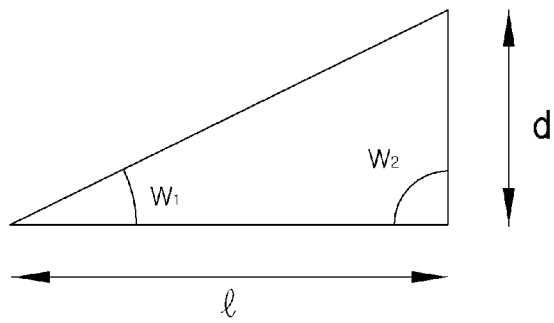
청구범위

- [청구항 1] 상부 표면에 래칫(ratchet) 구조가 형성된 기관; 및
상기 래칫 구조 상에 형성된 초발수 나노선 구조체를 포함하고,
상기 기관 상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 거동이
가능한 것을 특징으로 하는 초발수 계층 구조체.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 기관 표면이 5° 이하로 기울어진 상태에서도, 상기 기관
상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 거동이 가능한 것을
특징으로 하는 초발수 계층 구조체.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 래칫 구조는 $W_2 - W_1$ 의 절대값이 50° 이상이고,
래칫 형상을 이루는 삼각형의 높이는 $100\mu\text{m}$ 내지 $400\mu\text{m}$ 인 조건을
만족하는 것을 특징으로 하고,
상기 W_1 은 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 어느
하나의 각이고, 상기 W_2 는 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두
개의 각 중 다른 하나의 각인 초발수 계층 구조체.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 초발수 나노선 구조체는 CuO , Cu_2O , CeO_2 및 Co_3O_4 중 적어도
하나를 포함하고,
상기 초발수 나노선 구조체는 나노선 구조체 합성 후, 진공건조를
통해 초발수 특성이 구현된 것을 특징으로 하는 초발수 계층
구조체.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 초발수 나노선 구조체는 ZnO , TiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 및 SiO_2 중
적어도 하나를 포함하고,
상기 초발수 나노선 구조체는 발수 코팅된 것을 특징으로 하는
초발수 계층 구조체.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 발수 코팅은 불소계 또는 실란계 물질을 이용하여 코팅하는
것을 특징으로 하는 초발수 계층 구조체.
- [청구항 7] 상부 표면에 래칫(ratchet) 구조가 형성된 기관을 준비하는 단계; 및
상기 래칫 구조 상에 초발수 나노선 구조체를 형성하는 단계를
포함하고,
상기 기관 표면이 5° 이하로 기울어진 상태에서도, 상기 기관
상에서 물방울이 외부 힘 없이 일방향으로 거동이 가능한 것을
특징으로 하는 초발수 계층 구조체 제조방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,

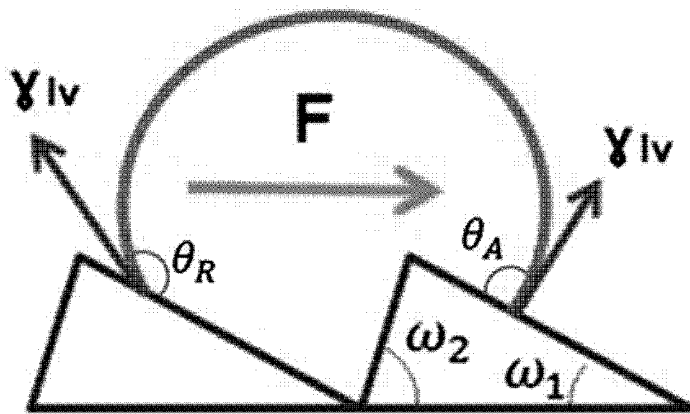
[청구항 9]

상기 래칫 구조는 $W_2 - W_1$ 의 절대값이 50° 이상이고,
 래칫 형상을 이루는 삼각형의 높이는 $100\mu\text{m}$ 내지 $400\mu\text{m}$ 인 조건을
 만족하는 것을 특징으로 하고,
 상기 W_1 은 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두 개의 각 중 어느
 하나의 각이고, 상기 W_2 는 래칫 형상을 이루는 삼각형의 하부 두
 개의 각 중 다른 하나의 각인 초발수 계층 구조체 제조방법.
 제7항에 있어서,
 상기 래칫 구조 상에 초발수 나노선 구조체를 형성하는 단계는,
 상기 래칫 구조 상에 수열합성법, 화학기상증착법 또는
 전기화학증착법을 이용하여 나노선 구조체를 형성한 후, 상기
 형성된 나노선 구조체를 불소계 물질 또는 실란계 물질을
 이용하여 발수코팅하거나, 진공건조를 수행하여 초발수 나노선
 구조체를 형성하는 것을 특징으로 하는 초발수 계층 구조체
 제조방법.

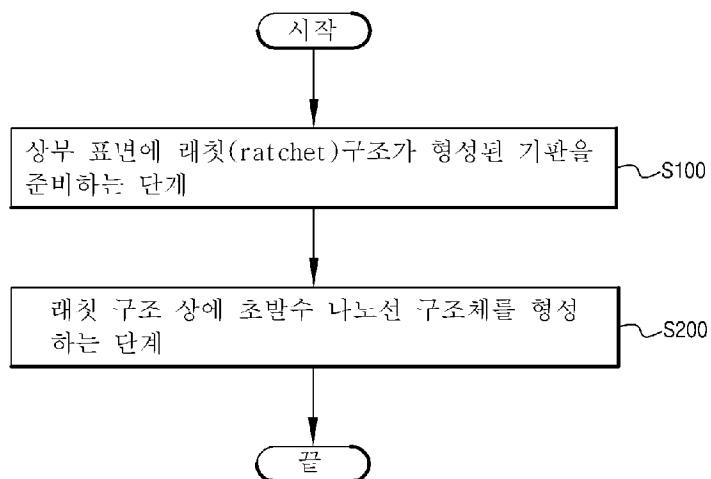
[Fig. 1]



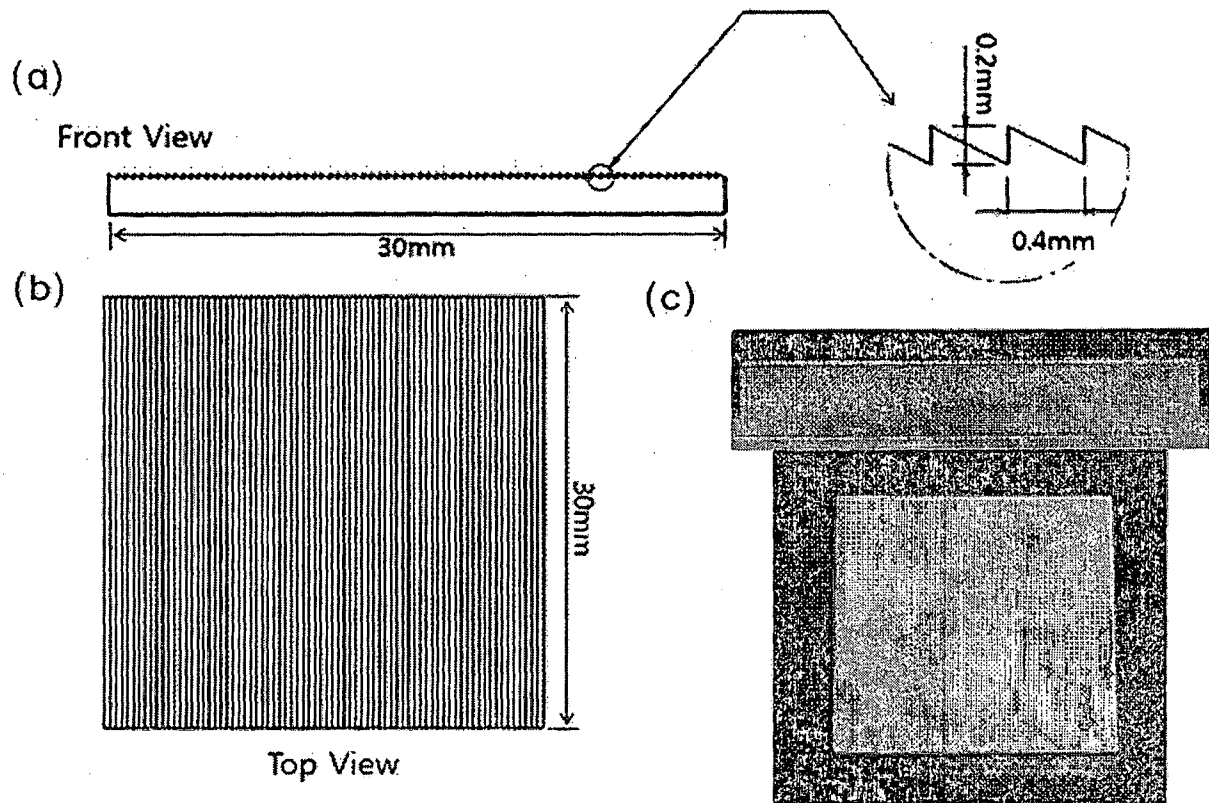
[Fig. 2]



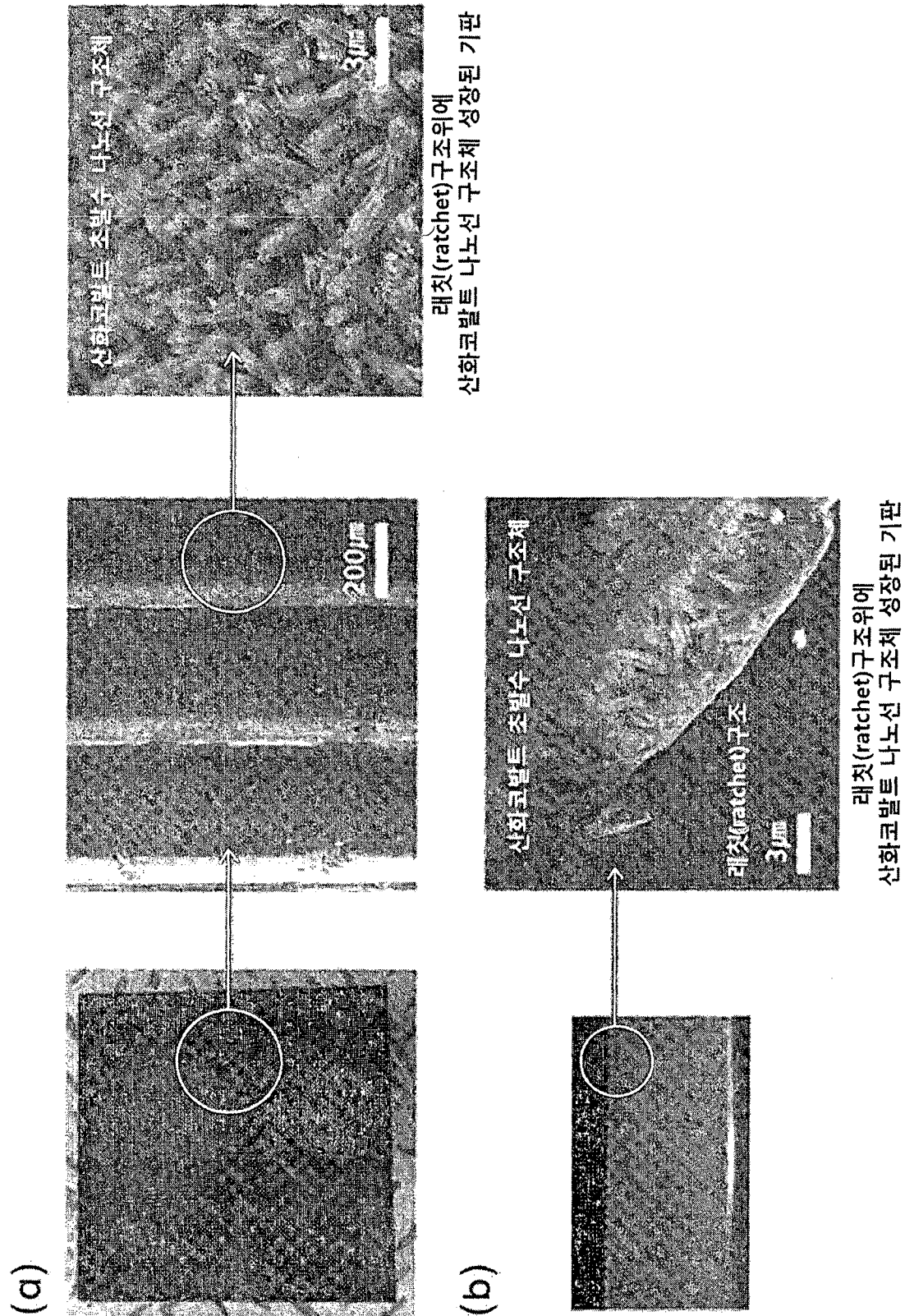
[Fig. 3]



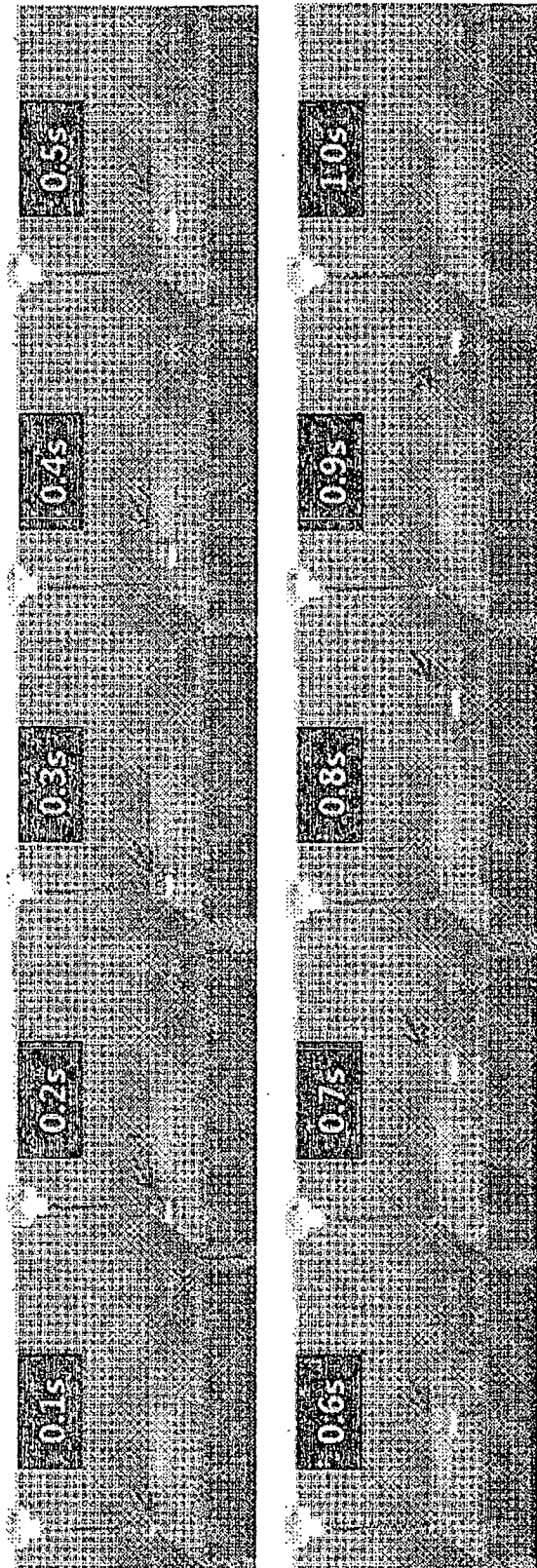
[Fig.4]



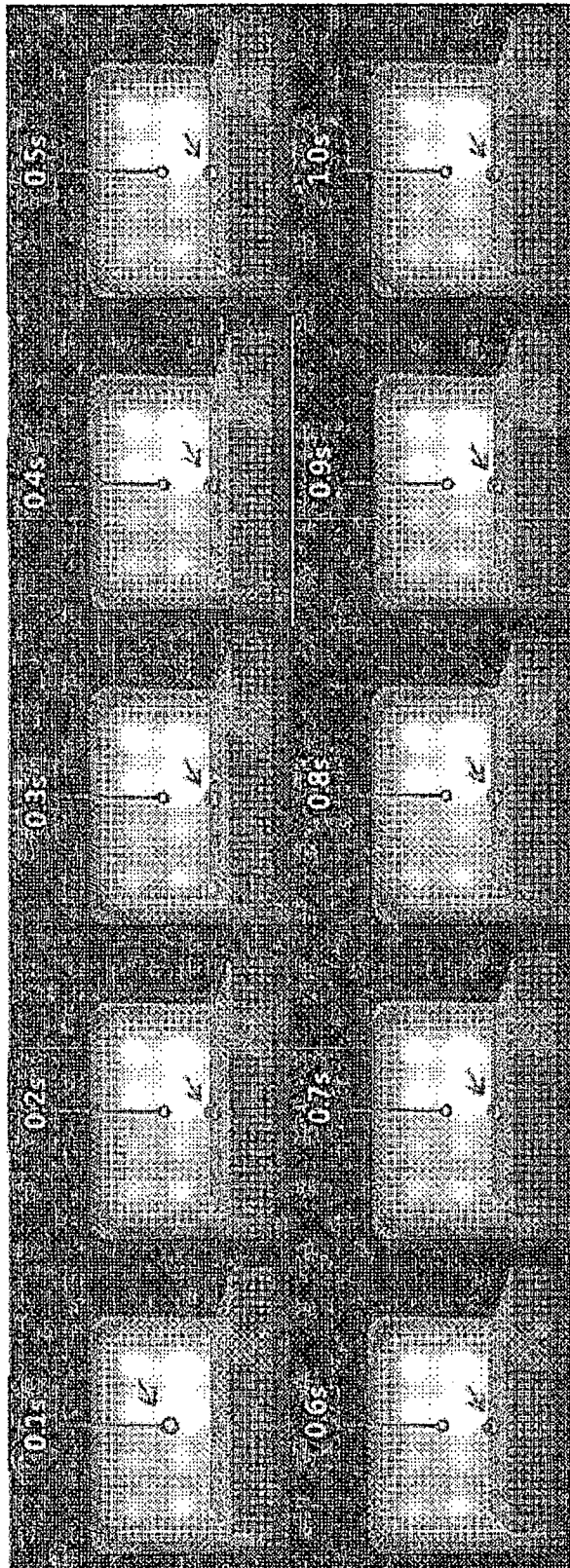
[Fig.5]



[Fig.6]



[Fig.7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/012008**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****B82B 1/00(2006.01)i, B82B 3/00(2006.01)i, C09K 3/18(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B82B 1/00; C03C 17/34; C09D 5/00; B82B 3/00; C09K 3/18; C23C 26/00; B24C 1/04Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as aboveElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: water repellent, superhydrophobic, droplet, contact angle, surface tension**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-057528 A (NIHON UNIV.) 24 March 2011 See abstract, claims 1-8, figures 1-5.	1-9
A	JP 2005-132919 A (DAIKIN IND. LTD.) 26 May 2005 See abstract, claims 1-19.	1-9
A	KR 10-2012-0047690 A (IUCF-HYU (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY)) 14 May 2012 See abstract, claims 1-18, figures 1-6.	1-9
A	KR 10-2013-0116431 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 24 October 2013 See abstract, claims 1-10, figures 1-12.	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 JANUARY 2015 (20.01.2015)

Date of mailing of the international search report

20 JANUARY 2015 (20.01.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/012008

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2011-057528 A	24/03/2011	NONE	
JP 2005-132919 A	26/05/2005	NONE	
KR 10-2012-0047690 A	14/05/2012	NONE	
KR 10-2013-0116431 A	24/10/2013	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B82B 1/00(2006.01)i, B82B 3/00(2006.01)i, C09K 3/18(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B82B 1/00; C03C 17/34; C09D 5/00; B82B 3/00; C09K 3/18; C23C 26/00; B24C 1/04

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 발수, 초발수, 액적, 접촉각, 표면장력

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 2011-057528 A (NIHON UNIV) 2011.03.24 요약, 청구항 1-8, 도면 1-5 참조.	1-9
A	JP 2005-132919 A (DAIKIN IND LTD) 2005.05.26 요약, 청구항 1-19 참조.	1-9
A	KR 10-2012-0047690 A (한양대학교 산학협력단) 2012.05.14 요약, 청구항 1-18, 도면 1-6 참조.	1-9
A	KR 10-2013-0116431 A (한국기계연구원) 2013.10.24 요약, 청구항 1-10, 도면 1-12 참조.	1-9

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 01월 20일 (20.01.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 01월 20일 (20.01.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

 대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 ++82 42 472 3473

심사관

이소영

전화번호 +82-42-481-3490



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2011-057528 A	2011/03/24	없음	
JP 2005-132919 A	2005/05/26	없음	
KR 10-2012-0047690 A	2012/05/14	없음	
KR 10-2013-0116431 A	2013/10/24	없음	