

	(19) 대한민국특허청(KR)	(45) 공고일자 2015년02월23일
	(12) 등록특허공보(B1)	(11) 등록번호 10-1492823
		(24) 등록일자 2015년02월06일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>F28B 3/00</i> (2006.01) <i>F28B 3/02</i> (2006.01) <i>H01L 21/027</i> (2006.01) <i>B82Y 40/00</i> (2011.01) (21) 출원번호 10-2014-0101014 (22) 출원일자 2014년08월06일 심사청구일자 2014년08월06일 (56) 선행기술조사문헌 KR1020010043296 A* KR101168250 B1* JP2011053334 A* KR100846616 B1 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌		(73) 특허권자 경희대학교 산학협력단 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교) (72) 발명자 남영석 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 경희대학교 국제캠퍼스 서동현 경기도 화성시 영통로27번길 53 신영통현대2차아파트 204동 1701호 (74) 대리인 김정대

전체 청구항 수 : 총 6 항

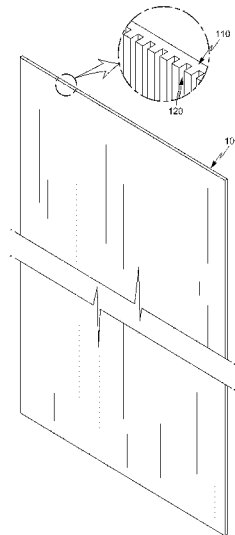
심사관 : 홍성철

(54) 발명의 명칭 미세 라인 패턴을 갖는 물 포집기

(57) 요약

본 발명은: 베이스 기판과 상기 베이스 기판의 표면에 라인 패턴(Line Pattern)으로 형성되는 홈(Groove) 형상의 마이크로 채널(Micro-channel)을 포함하여 구성되며, 대기 중의 수분을 포집해서 물을 모으는 물 포집기 즉 미세 라인 패턴을 갖는 물 포집기를 개시한다. 본 발명에서, 상기 마이크로 채널의 양측 홈 벽면은, 물방울의 이동성을 위하여 소수성을 가지며; 상기 마이크로 채널의 홈 벽면을 형성하는 채널벽의 상측면과 상기 마이크로 채널의 홈 바닥면 중 적어도 어느 하나는, 물의 응축을 위하여 친수성을 갖는다. 본 발명에 따르면 물 포집기의 기하학적 특성에 의해 물방울의 원활한 이동이 확보되므로 물 포집기의 표면에서 지속적인 응축이 발생하고, 이로 인해 물 포집량이 크게 증가될 수 있다.

도면도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012R1A1A1014845

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 마이크로/나노스케일 상변화 현상을 이용한 미세 열관리 모듈 개발

연구과제명 한국연구재단 신진 연구자 과제

기 여 율 1/2

주관기관 경희대학교

연구기간 2012.05.01 ~ 2014.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20140255

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 나노/마이크로 기술을 이용한 에너지 변환 효율 향상

연구과제명 BK 21 플러스

기 여 율 1/2

주관기관 경희대학교

연구기간 2014.03.01 ~ 2015.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

베이스 기관과 상기 베이스 기관의 표면에 라인 패턴(Line Pattern)으로 상호 구획되게 형성되는 홈(Groove) 형상의 마이크로 채널(Micro-channel)을 포함하여 구성되며, 대기 중의 수분을 포집해서 물을 모으는 물 포집기로 서:

상기 마이크로 채널의 양측 벽면은, 물방울의 성장경로 제어 및 이동성 확보를 위하여 나노 패턴의 요철을 갖는 초발수(Super-hydrophobic) 표면으로 구성되고; 상기 마이크로 채널들의 사이를 구획하는 상기 채널벽의 상측면과 상기 마이크로 채널의 바닥면 중 적어도 하나의 표면은, 상기 물방울의 응축을 위하여 나노 패턴의 요철을 갖는 초친수(Super-hydrophilic) 표면으로 구성되는 것을 특징으로 하는 물 포집기.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 채널벽의 상측면은 나노 패턴의 요철을 갖는 초발수 표면이고, 상기 마이크로 채널의 바닥면은 상기 초친수(Super-hydrophilic) 표면인 것을 특징으로 하는 물 포집기.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 채널벽의 상측면은 상기 초친수 표면이고, 상기 마이크로 채널의 바닥면은 나노 패턴의 요철을 갖는 초발수 표면인 것을 특징으로 하는 물 포집기.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 채널벽의 상측면과 상기 마이크로 채널의 바닥면은 상기 초친수 표면인 것을 특징으로 하는 물 포집기.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 채널벽의 높이는 $20\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ 이고, 상기 채널벽의 폭은 $20\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ 이며, 상기 마이크로 채널의 홈 너비는 $20\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 물 포집기.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 채널벽의 상측면과 상기 마이크로 채널의 바닥면 중 적어도 어느 하나의 표면에서 응축에 의해 성장한 물 방울이 상기 마이크로 채널의 바닥면에서 부양된 상태로 상기 마이크로 채널의 위에서 상기 라인 패턴을 따라 이동하도록, 상기 물 포집기의 표면은 카시에 상태(Cassie State)의 표면 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 물 포집기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 표면에서의 물 응축을 유도해서 물을 수집하는 물 포집기에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 표면에서의 물 응축 성능과 물방울의 이동성이 향상되도록 미세 라인 패턴을 갖는 물 포집기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 전세계적으로 물 부족 문제가 심각해지고 있는 실정이다. 2012년도 WHO와 UNICEF의 보고에 따르면, 2011년에 2백만명의 인구가 깨끗한 물을 공급받지 못해 사망하였고, 2015년에는 6억 5백만명의 인구가 깨끗한 물을 공급받지 못할 것이라 전망하였다.

[0003] 이러한 물 부족 문제를 해결하기 위해서 담수화 등 다양한 기술이 개발되고 있다. 그러나, 아프리카나 중동 지역과 같이 물 부족이 근본적으로 심각하고 가난한 나라에서는, 물 부족 문제 해결에 고비용이 소요되는 대형 설비가 아니라 손쉽고 저렴하게 깨끗한 물을 모을 수 있는 기술이 필요하다.

[0004] 대기로부터 물을 모으는 기술(Water Harvesting From Humid Air)은 물 부족 문제에 직면한 국가, 예를 들면 강수량이 적은 지역의 문제를 해결해 줄 수 있는 중요한 방법이 될 수 있다. 실제로 오랫동안 여러 나라에서는 안개 바람(Foggy wind)을 이용해 필요한 물을 공급받아 음용수(Drinking Water), 농작물 관개(Crop Irrigation), 가축음료(livestock beverage), 산림 복구(Forest Restoration) 등에 활용하고 있다.

[0005] 대기로부터 물을 모으는 기술로는 응축을 이용한 물 수집이 제시되고 있다. 응축(Condensation)은 기체가 액체로 변화하는 현상을 의미하며, 일정한 압력에서 온도를 냉각시켜 이슬점 이하의 온도로 낮추거나, 일정 온도에서 포화증기압 이상으로 압력을 가할 때 응축이 발생한다.

[0006] 이러한 응축을 이용하여 대기로부터 깨끗한 물을 모으는 기술에 대해 다양한 연구가 진행되어 왔으며, 응축을 이용해서 대기로부터 물을 회수하는 기술은 최근 전세계적으로 심각해지고 있는 물 부족 문제를 해결할 방법 중 하나로 떠오르고 있다.

[0007] 그리고, 물의 응축을 유도하기 위해 물체의 표면에 친수성 패턴을 형성하고 친수성 패턴에 물을 응집시키는 기술이 개발되고 있으나, 현재까지는 지속적으로 주변의 수분 예를 들면 대기의 수분을 포집하는 데 한계를 보이고 있으며, 이로 인해 물 포집성능이 극히 미미한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2011-0047098호, 친수/발수 패턴닝 유리기판 제조방법, 2011년 5월 6일 공개

(특허문헌 0002) 공개특허공보 제10-2010-0026101호, 양극 산화 알루미늄을 이용한 초소수성 마이크로/나노 복합구조 표면 제작용 스탬프, 2010년 3월 10일 공개

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 표면에서의 물 응축성과 이동성 향상을 통해 지속적인 물 수집이 가능한 마이크로 라인 패턴의 물 포집기, 보다 구체적으로는 물 포집기의 표면에

나노패턴과 마이크로패턴이 함께 적용된 하이브리드 타입의 물 포집기를 제공하는 데 그 목적이 있다.

파제의 해결 수단

- [0010] 상술한 목적의 달성을 위하여 본 발명에서 제시되는 본 발명의 일 형태는: 베이스 기판과 상기 베이스 기판의 표면에 라인 패턴(Line Pattern)으로 형성되는 홈(Groove) 형상의 마이크로 채널(Micro-channel)을 포함하여 구성되며, 대기 중의 수분을 포집해서 물을 모으는 물 포집기로서; 상기 마이크로 채널의 양측 홈 벽면은, 물방울의 이동성을 위하여 소수성을 가지며; 상기 마이크로 채널의 홈 벽면을 형성하는 채널벽의 상측면과 상기 마이크로 채널의 홈 바닥면 중 적어도 어느 하나는, 물의 응축을 위하여 친수성을 갖는다.
- [0011] 상기 마이크로 채널의 양측 홈 벽면은 초발수(Super-hydrophobic) 표면인 것을 특징으로 한다.
- [0012] 상기 채널벽의 상측면은 초발수 표면이고, 상기 마이크로 채널의 홈 바닥면은 초친수(Super-hydrophilic) 표면인 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 채널벽의 상측면은 초친수 표면이고, 상기 마이크로 채널의 홈 바닥면은 초발수 표면으로 구성될 수도 있다. 또한, 상기 채널벽의 상측면과 상기 마이크로 채널의 홈 바닥면은 초친수 표면으로 구성될 수도 있다.
- [0014] 상기 채널벽의 상측면과 상기 마이크로 채널의 홈 바닥면은 나노 패턴의 요철을 갖는다.
- [0015] 상기 채널벽의 높이는 $20\mu\text{m}$ ~ $80\mu\text{m}$ 이고, 상기 채널벽의 폭은 $20\mu\text{m}$ ~ $40\mu\text{m}$ 이며, 상기 마이크로 채널의 홈 너비는 $20\mu\text{m}$ ~ $80\mu\text{m}$ 이다. 그리고 채널벽의 피치는 $40\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ 이다. 그러나 상기 마이크로 채널의 사이즈가 상술한 범위에 한정되는 것은 아니며, 무차원 에너지(E^*)가 1보다 작게 디자인되는 구조(Cassie State 구조)이면 족하다.
- [0016] 상기 채널벽의 상측면과 상기 마이크로 채널의 홈 바닥면 중 적어도 어느 하나 표면에서 응축에 의해 성장한 물방울이 상기 마이크로 채널의 홈 바닥에서 무양된 상태로 상기 마이크로 채널의 위에서 상기 라인 패턴을 따라 이동하도록, 상기 물 포집기의 표면은 Cassie State의 구조를 갖는다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 따른 물 포집기는 다음과 같은 이점을 갖는다.
- [0018] 본 발명에 따르면 물 포집기의 기하학적 특성(Cassie State 마이크로 채널)에 의해 물방울의 원활한 이동이 확보되므로 물 포집기의 표면에서 지속적인 응축이 발생하고, 이로 인해 물 포집량이 크게 증가될 수 있다.
- [0019] 그리고 본 발명은 물 포집기의 표면 특성 즉 나노 거칠기로 인해 친수 표면에서는 응축 속도가 크게 향상되고, 발수 표면에 의해 물방울의 이동성이 크게 향상되어, 물 수집 효율이 증가될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 본 발명의 특징 및 장점들은 후술되는 본 발명의 실시예들에 대한 상세한 설명과 함께 다음에 설명되는 도면들을 참고하여 더 잘 이해될 수 있으며, 상기 도면들 중:

도 1은 본 발명에 따른 물 포집기의 일 실시 예(제1 실시 예)를 개략적으로 나타낸 사시도;

도 2는 도 1에 도시된 물 포집기를 확대하여 개략적으로 나타낸 단면도;

도 3은 본 발명에 따른 물 포집기의 다른 실시 예(제2 실시 예)를 확대하여 나타낸 단면도;

도 4는 본 발명에 따른 물 포집기의 또 다른 실시 예(제3 실시 예)를 확대하여 나타낸 단면도;

도 5는 본 발명에 따른 물 포집기의 또 다른 실시 예(제4 실시 예)를 확대하여 나타낸 단면도;

도 6은 본 발명에 따른 물 포집기의 또 다른 실시 예(제5 실시 예)를 확대하여 나타낸 단면도;

도 7은 본 발명에 따른 물 포집기의 또 다른 실시 예(제6 실시 예)를 확대하여 나타낸 단면도;

도 8a와 도 8b는 물 포집기의 표면에서 응축에 의해 성장된 물방울의 이동을 확대하여 나타낸 정면도와 사시도;

도 9는 본 발명에 따른 물 포집기의 또 다른 실시 예(제7 실시 예)의 일 부분을 확대하여 나타낸 정면도;

도 10은 물방울의 이동성과 물 수집 효율을 테스트 하기 위한 항온/항습 장치를 개략적으로 나타낸 구조도;

도 11은 마이크로 채널 표면과 마이크로 포스트 표면에서 물방울이 떨어지는 평균 횡수(frequency)를 나타낸 그

레프;

도 12는 표면 성질에 따른 액적의 접촉각을 나타낸 도면;

도 13은 각 샘플의 표면에서 물방울이 응축되는 모습을 나타낸 사진; 그리고

도 14는 친수/발수 복합 패턴의 표면을 만드는 일 예를 나타낸 공정도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하 본 발명의 목적이 구체적으로 실현될 수 있는 본 발명의 바람직한 실시예가 첨부된 도면을 참조하여 설명된다. 본 실시예를 설명함에 있어서, 동일 구성에 대해서는 동일 명칭 및 동일 부호가 사용되며 이에 따른 부가적인 설명은 하기에서 생략된다.
- [0022] 본 발명에 따른 물 포집기는 대기 중의 수분을 응집시켜서 물방울을 형성하는 장치로서, 베이스 기판과 상기 베이스 기판의 표면에 라인 패턴(Line Pattern)으로 길게 형성되는 홈(Groove) 형상의 마이크로 채널(Micro-channel)을 포함하여 구성된다.
- [0023] 그리고, 상기 마이크로 채널의 양측 홈 벽면은, 물방울의 이동성을 위하여 소수성을 가지며; 상기 마이크로 채널의 홈 벽면을 형성하는 채널벽의 상측면과 상기 마이크로 채널의 홈 바닥면 중 적어도 어느 하나는, 물의 응축을 위하여 친수성을 갖는다.
- [0024] 먼저, 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 물 포집기(100)가 설명된다. 여기서, 도 1은 본 발명에 따른 물 포집기의 일 실시 예(제1 실시 예)를 개략적으로 나타낸 사시도이고, 도 2는 도 1에 도시된 물 포집기를 확대하여 개략적으로 나타낸 단면도이다.
- [0025] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 물 포집기(100)는 베이스 기판(110)과 마이크로 채널(120)을 포함하여 구성된다. 상기 베이스 기판(110; Base Substrate)은 상기 물 포집기(100)의 지조직(바탕 조직)을 이루는 구성이며, 상기 마이크로 채널(120)은 상기 베이스 기판(100)의 표면에 길게 형성되는 마이크로 홈(Micro-groove)으로서, 상기 베이스 기판(110)의 표면에 마이크로 라인 패턴 즉 미세 줄 무늬의 요철을 형성한다.
- [0026] 상기 마이크로 채널(120)은 채널홈(121)과 채널벽(122)을 포함한다. 상기 채널벽(122)은 상기 채널홈(121)의 벽면(홈 벽면)을 형성하는 구성으로서, 이웃하는 한 쌍의 채널벽 사이에 하나의 채널홈이 형성되며, 이웃하는 한 쌍의 채널홈은 하나의 채널벽에 의해 구획된다.
- [0027] 본 실시 예에서 상기 마이크로 채널(120)은 상기 베이스 기판(110)에 복수개 형성되며, 상기 베이스 기판(110)의 표면에 사각단면의 미세 요철을 형성한다. 그리고, 상기 마이크로 채널(120)의 양측 홈 벽면 즉 상기 채널홈(121)의 양측 벽면(121a, 121b)은, 물방울의 이동성을 위하여 소수성을 가지며, 상기 채널벽의 상측면(122a)과 상기 마이크로 채널의 홈 바닥면(121c; 채널홈의 바닥면) 중 적어도 어느 하나 표면은 물의 응축을 위하여 친수성을 갖는다.
- [0028] 본 실시 예에서는, 상기 채널홈의 바닥면(121c)이 친수성(Hydrophilic)을 가지며, 상기 채널벽의 상측면(122a)은 소수성 즉 발수성(Hydrophobic)을 갖는다.
- [0029] 보다 구체적으로 설명하면, 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)은 초발수 표면이고, 상기 채널홈의 바닥면(121c)은 초친수(Super-hydrophilic) 표면이며, 상기 채널벽의 상측면(122a)은 초발수(Super-hydrophobic) 표면으로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0030] 따라서, 물 입자의 응축이 빠르게 진행되고 물방울의 탈락(이동)이 원활하게 진행될 수 있다. 그리고, 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)과 바닥면(121c) 및 상기 채널벽의 상측면(122a)에 나노 크기의 패턴 즉 나노 패턴(나노 거칠기를 갖는 요철)을 형성하면, 친수 표면이 초친수 표면이 될 수 있고 발수 표면은 초발수 표면으로 전환된다.
- [0031] 이러한 구조를 형성하는 예로는, 친수 표면을 갖는 마이크로 채널 구조물에서 채널홈의 바닥면을 제외한 나머지 부분을 발수 표면으로 개질하면 친수와 발수 표면이 복합된 마이크로 구조물이 형성될 수 있다. 더 나아가, 표면에 나노 거칠기가 형성된 마이크로 채널 구조물에서 채널홈의 바닥면을 제외한 나머지 부분을 발수 표면으로 개질하면 초친수와 초발수 표면이 복합된 마이크로/나노 구조물이 형성될 수 있다. 물론, 발수 표면을 갖는 마이크로 구조물에서 채널홈의 바닥면을 친수 표면으로 개질하는 방법으로도 친수/발수 복합 구조, 더 나아가 마이크로/나노 구조물의 형성이 가능하다. 마이크로 구조/나노 구조 복합형 표면 구조를 형성하는 방식이 이에 한

정되는 것은 아니다.

[0032] 본 실시 예에 따르면, 상기 채널홈의 바닥면(121c)에서 물의 응축이 진행된다. 그리고, 상기 채널홈의 바닥면(121c)에서 응축에 의해 성장하는 물방울은 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)에 의해 상측으로 밀려 올라가서 상기 채널홈의 바닥면(121c)으로부터 부양되고, 마이크로 채널 구조물의 위 측 상기 채널벽(122)의 위로 올라가게 된다.

[0033] 따라서, 물방울의 아래에 공기가 차는 상태가 되며, 본 실시 예에서 상기 물 포집기의 표면 측 마이크로 채널 구조는 Cassie State의 구조가 된다. 마이크로 사이즈는 일반적으로 1mm 이하의 크기 다시 말해서 1 μ m~1000 μ m 특히 10 μ m~1000 μ m이고, 나노 사이즈는 일반적으로 1 μ m이하의 크기 다시 말해서 1nm~1000nm(1 μ m) 특히 10nm~1 μ m를 말한다.

[0034] 본 실시 예에서 상기 채널벽의 높이는 20 μ m~80 μ m이고, 상기 채널벽의 폭(채널벽의 너비)은 20 μ m~40 μ m이며, 상기 마이크로 채널의 홈 너비(채널홈의 폭)는 20 μ m~80 μ m(채널벽의 피치는 40 μ m~100 μ m)이나 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 물 포집기의 표면이 액적(물방울)의 Cassie State를 형성하는 구조, 즉 하기 수학적 1에서 주어지는 무차원 에너지(E*)가 1보다 작게 디자인되는 구조이면 가능하다.

수학적 1

$$E^* = (-1) / (r * \cos \Theta_a)$$

[0035]

[0036] 상기 수학적 1에서, E*는 무차원 에너지(Dimensionless Energy)이고, r은 조도계수(Roughness Factor)이며, Θ_a 는 마이크로 구조물이 세워지기 전 평평한 평면에서의 전진 접촉각(Advancing Contact Angle)이다. 마이크로 구조물의 크기가 크고 간격이 좁을수록 r값은 커지고, 마이크로 구조물의 크기가 작고 간격이 넓어질수록 r값은 작아진다. 마이크로 구조물을 간격이나 크기 등을 조절해서 E*<1이 되는 경우 Cassie State 표면이 되며, E*>1이 되는 경우 Wenzel State 표면이 된다.

[0037] 참고로, 물체의 표면에서 액적의 접촉각이 90° 이상일 때는 발수성(소수성, 낮은 젖음성)이라 하며 낮은 표면 에너지를 나타낸다. 반대로 액적의 접촉각이 90° 이하일 때는 친수성(높은 젖음성)이라 하며 높은 표면 에너지를 나타낸다. 그리고 액적의 접촉각이 150° 이상이면 초발수 표면이라 하고, 액적의 접촉각이 0° 에 가까우면 초친수 표면이라 한다.

[0038] 평평한 표면에서는 일반적으로 액적의 접촉각이 130° 가 최대이지만, 마이크로 구조물의 발수 표면에 나노패턴을 형성하면 액적의 접촉각이 150° 이상이 될 수 있고, 마이크로 구조물의 친수 표면에 나노패턴을 형성하면 액적의 접촉각이 0° 에 가까운 초친수 표면이 될 수 있다.

[0039] 친수와 발수 그리고 초친수와 초발수 표면의 개념 및 그 제조방법은 다양하게 공지되어 있으며, 접촉각 등의 표면 특성 역시 일반적으로 잘 알려진 것이므로 부가적인 설명은 생략된다.

[0040] 도 3에 도시된 물 포집기(제2 실시 예)에서는, 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)이 나노 거칠기 즉 나노 패턴의 요철을 갖는 초발수 표면이고, 상기 채널홈의 바닥면(121c)은 나노 거칠기를 갖는 초친수 표면이며, 상기 채널벽의 상측면(122a)은 나노 거칠기를 갖는 초발수 표면으로 구성되고, 전체적으로 Cassie State를 이루는 구조가 된다. 다시 말해서, 도 3에 도시된 물 포집기의 구조는 나노 패턴 즉 나노 거칠기에 의해 물방울의 이동성과 물의 응축 속도가 더욱 향상된 표면 특성을 갖는다. 참고로, 도 3에 도시된 물 포집기는 표면 특성이 초친수인 마이크로 채널에서 채널홈의 바닥면을 제외한 나머지 부분이 나노 패턴으로 초발수 처리된 구조이다.

[0041] 예를 들면, 구리 표면과 실란 용액(Silane Solution)을 함께 챔버 안에 두고 진공상태를 만들어주면 사일렌 입자(즉 실란 입자)들이 구리 표면에 증착되며, 실란이 증착된 부분은 발수 표면으로 바뀐다. 그리고, 초발수 표면을 만들고 싶으면 나노 패턴이 형성된 표면에 실란을 증착하면 초발수 표면이 된다. 보다 구체적으로 설명하면, 핫 알칼리 솔루션(Hot alkali solution)이라는 화학용액에 마이크로 채널이 형성된 구리 샘플을 담그면 표면이 화학적 반응에 의해 산화된다. 산화된 구리 표면(채널홈의 양측 벽면 및 바닥면과 채널벽의 상측면)은 나노 크기의 거칠기가 생긴 표면 즉 나노 패턴이 형성된 표면으로서 초친수 표면이 된다. 그리고 초친수 표면의 특정 부위를 실란 증착법(Silane deposition)을 통해 발수처리하면 실란이 증착된 부분은 초발수 표면으로 변환된다. 이는 일반적인 화학적 산화이며 발수처리에도 많이 사용되는 방법의 일 예이다. 실란 증착은 작은 용액

입자들이 대기중에서 표면으로 달라붙는 방법으로서 포토리소그래피 공정을 통해 부분적 발수 처리가 가능하다. 포토리소그래피 공정에서 원하는 패턴 모양을 PR로 제작할 수 있고, 이를 통해 부분적으로 실란 증착을 하여 부분적 발수 처리가 가능하다.

- [0042] 도 2 및 도 3에 도시된 물 포집기에 의한 물 수집 과정을 설명하면 다음과 같다.
- [0043] 먼저, 대기 중의 물 입자 즉 수증기가 상기 채널홈의 바닥면(121c)에서 빠르게 응축되면서 물방울로 성장한다. 그리고 상기 채널홈의 바닥면(121c)에서 응축에 의해 성장하는 물방울은 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)을 타고 위로 올라가서 Cassie State의 물방울(W1)이 된다. 이러한 현상은 Cassie State가 되도록 물 포집기의 표면 구조가 디자인되면 가능하다.
- [0044] 그리고, 상기 물 포집기(100)가 세로로 세워진 상태에서는, 상기 물방울이 상기 마이크로 채널 구조물의 위에서 상기 마이크로 채널(120)의 방향을 따라 중력에 의해 아래로 이동해서 빠르게 탈락될 수 있다.
- [0045] (초)친수 표면에서 응축에 의해 성장되는 물방울이 그 자리에 정체되는 경우 지속적인 응축이 방해(응축에 대한 저항 역할)되어 물 수집 효율이 한계를 보이게 되지만, 상술한 실시 예에서는 초친수 표면에서 응축에 의해 빠르게 성장되는 물방울이 그 자리에 정체되지 않고 빠르게 탈락될 수 있으므로 지속적인 물 포집이 이루어지며, 물 포집기의 표면 구조가 Cassie State 구조를 가지며 더 나아가 채널벽의 상측면이 발수 표면 특히 초발수 표면이므로 물방울의 이동 속도가 더 빨라질 수 있다.
- [0046] 다음으로, 도 4 및 도 5를 참조하여 본 발명에 따른 물 포집기의 다른 실시 예들이 설명된다.
- [0047] 도 4를 참조하면, 물 포집기의 제3 실시 예는 베이스 기판(110)과 마이크로 채널(120)을 포함하여 구성된다. 본 실시 예에서는 물방울이 채널홈(121)의 내부로 침투하는 것을 방지하기 위해 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)과 바닥면(121c)이 발수 표면이고, 채널벽의 상측면(122a)은 응축을 위해 친수 표면으로 구성된다.
- [0048] 보다 바람직하게는, 상기 채널홈(121)의 내부 표면(양측 벽면 및 바닥면)은 초발수 표면이고, 상기 채널벽의 상측면(122a)은 초친수 표면으로 구성된다.
- [0049] 따라서, 상기 채널벽의 상측면(122a) 즉 마이크로 구조물의 표면에서 물 입자의 응축이 빠르게 진행되고, 마이크로 패턴을 따라 상기 마이크로 패턴의 길이방향으로 물방울의 탈락(이동)이 원활하게 진행될 수 있다.
- [0050] 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)과 바닥면(121c) 및 상기 채널벽의 상측면(122a)에 나노 크기의 패턴 즉 나노 패턴(나노 거칠기를 갖는 요철)을 형성하면, 친수 표면이 초친수 표면이 될 수 있고 발수 표면은 초발수 표면으로 전환될 수 있다. 본 실시 예에서도 상기 물 포집기의 표면 즉 마이크로 채널 구조가 Cassie State의 구조를 갖는다.
- [0051] 본 실시 예에 따르면, 상기 채널벽의 상측면(122a)에서 빠르게 물의 응축이 진행된다. 그리고, 상기 채널홈(121)의 내부 표면(양측 벽면 및 바닥면)은 (초)발수 표면이기 때문에, 상기 채널벽의 상측면(122a)에서 응축에 의해 생성되는 물방울은 상기 채널홈 바닥면(121c)으로부터 부양된 상태 즉 Cassie State(물방울의 아래에 공기가 차는 상태)를 유지하면서 성장하고, 일정 크기 이상으로 성장한 물방울은 마이크로 채널을 따라 이동해서 빠르게 탈락된다.
- [0052] 도 5에 도시된 물 포집기(제4 실시 예)에서는, 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)과 바닥면(121c)이 나노 거칠기 즉 나노 패턴의 요철을 갖는 초발수 표면이고, 상기 채널벽의 상측면(122a)은 나노 거칠기를 갖는 초친수 표면으로 구성된다. 따라서, 도 5에 도시된 물 포집기의 구조는 나노 패턴 즉 나노 거칠기에 의해 물방울의 이동성과 물의 응축 속도가 향상된 표면 특성을 갖는다.
- [0053] 이하에서는 도 4 및 도 5에 도시된 물 포집기에 의한 물 수집 과정이 설명된다.
- [0054] 먼저, 대기 중의 물 입자 즉 수증기가 상기 채널벽의 상측면(122a)에서 빠르게 응축되면서 물방울로 성장한다. 보다 구체적으로 설명하면, 상기 채널벽(122)의 위에서 응축에 의해 생성되는 물방울은 상기 채널홈(121)의 내부로 침투하지 않고 상기 채널벽 위에 올려진 상태(Cassie State)를 유지하면서 성장한다.
- [0055] 그리고, 일정크기 이상으로 성장된 물방울(W2)은, 복수의 마이크로 채널에 걸쳐진 Cassie State로 상기 마이크로 채널 구조물의 위에서 상기 마이크로 채널(120)의 방향을 따라 중력에 의해 아래로 이동해서 빠르게 탈락될 수 있고, 물방울이 탈락된 위치에서는 또 다른 물방울의 생성이 이루어진다.
- [0056] 다음으로, 도 6 및 도 7를 참조하여 본 발명에 따른 물 포집기의 또 다른 실시 예들이 설명된다.

- [0057] 도 6을 참조하면, 물 포집기의 제5 실시 예는 베이스 기관(110)과 마이크로 채널(120)을 포함하여 구성된다. 본 실시 예에서는 채널홈의 바닥면(121c)과 채널벽의 상측면(122a)이 친수 표면이다. 그리고, 상기 채널홈(121)의 양측 벽면(121a, 121b)은 발수 표면으로서, 채널홈의 바닥면(121c)에서 생성되는 물방울이 채널홈(121) 위로 올라가도록 물방울을 부양시키는 동시에 채널벽의 상측면(122a)에서 생성되는 물방울이 채널홈(121)으로 침투하는 것을 방지한다.
- [0058] 보다 바람직하게는, 상기 채널홈(121)의 양측 벽면은 초발수 표면이고, 상기 채널벽의 상측면(122a)과 상기 채널홈의 바닥면(121c)은 초친수 표면으로 구성된다.
- [0059] 따라서, 상기 채널벽의 상측면(122a)과 채널홈의 바닥면(121c)에서 물 입자의 응축이 빠르게 진행되고, 마이크로 패턴을 따라 물방울의 탈락(이동)이 원활하게 진행될 수 있다.
- [0060] 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)과 바닥면(121c) 및 상기 채널벽의 상측면(122a)에 나노 크기의 패턴 즉 나노 패턴(나노 거칠기를 갖는 요철)을 형성하면, 친수 표면이 초친수 표면이 될 수 있고 발수 표면은 초발수 표면으로 전환될 수 있다. 본 실시 예에서 상기 물 포집기의 표면 구조 즉 마이크로 채널 구조는 Cassie State의 구조를 갖는다.
- [0061] 본 실시 예에 따르면, 상기 채널홈의 바닥면(121c)과 채널벽의 상측면(122a)에서 빠르게 물의 응축이 진행된다. 그리고, 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)은 (초)발수 표면이기 때문에, 상기 채널홈의 바닥면(121c)에서 응축에 의해 생성되는 물방울은 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)에 의해 위로 밀려 올라가서 상기 채널벽의 상측면(122a)에서 생성되는 물방울과 합쳐져서 더 크게 성장하며, 상기 물방울(W3)은 상기 채널홈 바닥면(121c)으로부터 부양된 상태 즉 Cassie State(물방울의 아래에 공기가 차는 상태)로 마이크로 채널을 따라 이동해서 빠르게 탈락된다.
- [0062] 도 7에 도시된 물 포집기(제6 실시 예)에서는, 상기 채널홈의 양측 벽면(121a, 121b)이 나노 거칠기 즉 나노 패턴의 요철을 갖는 초발수 표면이고, 상기 채널홈의 바닥면(121c)과 상기 채널벽의 상측면(122a)은 나노 거칠기를 갖는 초친수 표면으로 구성된다. 따라서, 도 7에 도시된 물 포집기의 구조는 나노 패턴 즉 나노 거칠기에 의해 물방울의 이동성과 물의 응축 속도가 향상된 표면 특성을 갖는다.
- [0063] 이하에서는 도 6 및 도 7에 도시된 물 포집기에 의한 물 수집 과정이 설명된다.
- [0064] 먼저, 대기 중의 물 입자 즉 수증기가 채널홈의 바닥면(121c)과 채널벽의 상측면(122a)에서 빠르게 응축되면서 각각의 물방울로 성장한다. 그리고 채널홈의 바닥면(121c)에서 생성되는 물방울은, 채널홈의 양측 벽면이 갖는 (초)발수성으로 인해 채널홈의 위로 올라가서 채널벽의 상측면(122a)에서 생성되는 물방울과 합쳐지고 상기 채널벽 위에 올려진 상태(Cassie State)가 된다.
- [0065] 그리고, 일정크기 이상으로 성장된 물방울(W3)은, 마이크로 채널 구조물의 위에서 상기 마이크로 채널(120)의 방향을 따라 중력에 의해 아래로 이동해서 빠르게 탈락될 수 있고, 물방울이 탈락된 위치에서는 또 다른 물방울의 생성이 이루어진다.
- [0066] 도 8a 및 도 8b를 참조하면, 상술한 실시 예들의 (초)친수 표면에서 응축에 의해 생성/성장되는 물방울(액적; W)은, 마이크로 채널 위에 Cassie State로 접촉되어서 중력에 의해 마이크로 채널의 길이 방향을 따라 이동해서 물 포집기의 표면에서 탈락한다. 도 9는 마이크로 채널이 사선방향으로 배열된 물 포집기의 다른 예(100A)로서 마이크로 채널의 방향에 따라 물방울(W)의 이동 방향이 달라질 수 있다. 그리고 상술한 실시 예의 물 포집기는 평판 형상이나 상기 물 포집기의 형상이 평판 형상에 한정되는 것은 아니며 곡면판 등 다양한 형상으로 구성될 수 있다.
- [0067] 물 수집 성능에 고려할 수 있는 기하학적 영향은 이방성(Anisotropy)과 Cassie-Wenzel 상태(State)이다. 이러한 이방성과 Cassie-Wenzel State는 마이크로(Micro) 크기의 구조물에 의해 구현될 수 있다.
- [0068] 이방성(Anisotropy)은 물리적 성질이 방향에 따라 다른 성질을 의미한다. 물 수집 구조물에서 이방성은 물방울의 이동성에 영향을 미친다. 후술되는 실험 결과에 따르면, 마이크로 채널이 마이크로 포스트(Micro-post)보다 물방울의 이동성에 더 효과적인 구조임을 확인할 수 있었다.
- [0069] 그리고, 응축에 의해 생성된 물방울이 안정된 에너지 상태로 가기 위해, 마이크로 채널이나 마이크로 포스트와 같은 마이크로 구조물의 바닥면과 상기 마이크로 구조물 옆면의 항력을 이겨내고 마이크로 구조물 위로 올라가서 상기 물방울의 아래에 공기가 차는 형태를 Cassie State라 하며, Cassie State의 경우 보통 접촉각이 높다.

- [0070] 반면, 물방울이 마이크로 구조물 사이에 침투해서 퍼져있는 모습으로 존재하는 경우 Wenzel State라 하며, Wenzel State의 경우 낮은 접촉각을 보인다. Cassie State와 Wenzel State는 마이크로 구조물의 간격이나 크기 등을 조절해서 유도할 수 있다.
- [0071] 마이크로 구조물을 Cassie State와 Wenzel State의 구조로 설계할 때 고려해야 할 식은 상술한 수학적 1과 같다.
- [0072] 상기 수학적 1에서 r (조도계수; Roughness Factor)은 마이크로 구조물의 크기에 영향을 받는다. 즉, 마이크로 구조물의 크기가 커지고 간격이 좁을수록 r 값은 커지고, 마이크로 구조물의 크기가 작고 간격이 넓어질수록 r 값은 작아진다. 그리고 전술한 바와 같이 마이크로 구조물을 간격이나 크기 등을 조절해서 $E^* < 1$ 이 되는 경우 Cassie State 표면이 되며, $E^* > 1$ 이 되는 경우 Wenzel State 표면이 된다.
- [0073] Cassie State 표면과 Wenzel State 표면이 물 수집 성능에 미치는 영향을 테스트하기 위해 4가지 샘플을 제작하고 실험하였다.
- [0074] 샘플 제작을 위하여, 실리콘 웨이퍼의 표면 위에 포토리소그래피(Photolithography) 공정으로 마이크로 크기의 구조물을 제작한 후, 다이싱(Dicing) 공정을 통해 3cm X 3cm 크기의 4가지 샘플을 제작한다. 각 샘플의 물성치는 아래의 [표 1]과 같다. 마이크로 채널 구조물의 너비와 마이크로 포스트 구조물의 반경은 각각 20 μ m이며, 마이크로 채널 구조물에서 채널간의 피치(Pitch)와 마이크로 포스트 구조물에서 포스트 중심간의 거리는 각각 60 μ m이다. 샘플의 표면은 발수처리된 표면으로서, 마이크로 채널 구조물과 마이크로 포스트 구조물이 각각 형성된 실리콘 웨이퍼의 표면 즉 각 샘플의 표면에 실란(Silane) 용액을 진공증착법(Vapor Deposition)을 통해 얇게 도포함으로써, 각 샘플들이 발수 표면을 갖게 할 수 있다.

표 1

표면 구조	Height (μ m)	Roughness factor	E*	접촉각(Measured contact Angle)		
				Θ_a (deg)	Θ_s (deg)	Θ_r (deg)
Cassie Channel	60	3.0	0.76	138.88° $\pm$ 2.12	137.85° $\pm$ 2.25	135.37° $\pm$ 1.62
Wenzel Channel	20	1.67	1.36	138.65° $\pm$ 3.33	136.76° $\pm$ 1.60	134.77° $\pm$ 2.88
Cassie Post	60	3.09	0.74	145.77° $\pm$ 3.89	145.05° $\pm$ 3.91	131.38° $\pm$ 3.77
Wenzel Post	20	1.70	1.34	145.10° $\pm$ 3.72	143.38° $\pm$ 3.75	129.98° $\pm$ 2.61

- [0076] 여기서, Θ_a 는 전진 접촉각(Advancing Contact Angle)이고 Θ_r 는 후진 접촉각(Receding Contact Angle)이며 Θ_s 는 정접촉각(Static Contact Angle)이다. 그리고 Cassie Channel과 Wenzel Channel은 마이크로 채널에 의해 Cassie State 표면과 Wenzel State 표면이 각각 구현된 샘플의 마이크로 구조물이고, Cassie Post와 Wenzel Post는 마이크로 포스트에 의해 Cassie State 표면과 Wenzel State 표면이 각각 구현된 샘플의 마이크로 구조물이다.
- [0077] 응축현상을 이용한 물 수집 실험(실험 1)을 위해, 외부환경에 대하여 온도와 습도가 유지될 수 있는 항온/항습 장치(도 10 참조)를 아크릴 상자를 이용해서 제작한다. 빠른 응축 결과를 보기 위해 내부 습도는 높여야 하고 샘플의 온도는 낮춰야 한다.
- [0078] 장치 내부의 습도 즉 상자 내부의 습도는, 물을 끓여서 상자 안으로 수증기를 공급함으로써 90%~95%로 높게 유지한다. 샘플 표면은 쿨링 모듈(Cooling module)에 고정되어 10 $\pm$ 1 $^{\circ}$ C로 유지된다. 상기 쿨링 모듈의 예로는 전류가 흐를 경우 표면이 차가워지는 펠티어 소자(Peltier)가 사용되며, 항온 수조(Thermal bath)를 통해 물을 순환시켜 펠티어 소자의 뒷면에 발생하는 열을 제거하였다. 그리고 장치 내부의 온도는 약 27 $\pm$ 3 $^{\circ}$ C로 조절하였다.
- [0079] 실험 결과에 따르면, Cassie state의 마이크로 채널 구조물이 Cassie state의 마이크로 포스트 구조물보다 액적의 이동성에서 더 우수하다는 것이 확인되었다. 그리고 마이크로 채널의 경우 Wenzel state보다 Cassie state의 표면 구조가 액적의 이동에 더 효과적인 것으로 나타났다.
- [0080] 도 11은 마이크로 채널 표면과 마이크로 포스트 표면에서 물방울이 떨어지는 평균 횟수(frequency)를 나타낸 그래프로서, Cassie state 마이크로 채널이 가장 많고 이는 물방울의 이동성이 가장 좋다는 의미이다.

[0081] 물 수집 성능에 고려할 수 있는 표면 특성 영향은 바로 접촉각(Contact angle)이다. 액체가 표면 위에 붙어있는 경우, 이 둘 사이에는 친화력(Affinity)이 존재하는데, 접촉각이란 이러한 친화력을 액체 계면과 고체 계면 사이의 각도로서 수치화 한 값으로 젖음성(Wettability)의 정도를 의미한다. 액체와 고체 표면간의 친화력이 약할 경우 접촉 면적을 줄이려 하고, 이 때 접촉각은 큰 값을 보인다. 반면 친화력이 강할 경우 접촉 면적을 넓히려 고 하며, 이 때 접촉각은 작은 값을 보인다.

[0082] 도 12를 참조하면, 접촉각이 90° 이상일 때는 발수(hydrophobic), 90° 이하일 때는 친수(hydrophilic)라 부른다. 평평한 평면일 경우 접촉각은 120~130° 가 최대이지만 표면 위에 나노 크기의 거칠기를 만들면 접촉각 이 150° 이상이 나올 수 있는데 이를 초발수(super-hydrophobic) 표면이라 하고, 접촉각이 0° 에 가깝게 나오는 경우 이를 초친수(super-hydrophilic) 표면이라 부른다. 일반적으로 접촉각이 작을수록, 즉 액체와 표면간의 친 화력이 강할수록 표면에서의 응축 속도가 빠르지만 응축된 물방울의 이동성은 떨어진다. 반면 접촉각이 클수록 즉 친화력이 약할수록 응축 속도는 느리지만 이동성은 좋아진다.

[0083] 표면 특성의 일 요소인 접촉각의 영향을 보기 위해 물체의 표면 위에 나노 크기의 거칠기를 만들어 아래의 [표 2]와 같이 4가지 샘플을 제작하여 실험하였다.

[0084] 보다 구체적으로 설명하면, 상업적으로 널리 사용되는 구리(순도 99.8%, 두께 0.8mm, 크기 3X3cm)를 이용하여 초발수 구리(Super-hydrophobic Cu), 발수 구리(hydrophobic Cu), 표면처리되지 않은 구리(Pure Cu), 초친수 구리(Super-hydrophilic Cu) 표면을 제작했다. 초발수 구리 표면과 발수 구리 표면 및 초친수 구리 표면은 화학 적 산화 기법(Chemical Oxidation)을 통해 제조되었으며, 초발수 구리 표면과 발수 구리 표면 및 초친수 구리 표면을 만드는 방법 그 자체는 공지된 다양한 기술들이 존재하므로 부가적인 설명은 생략된다.

표 2

[0085]

표면 특성	Θ_a (deg)	Θ_s (deg)	Θ_r (deg)
Super-hydrophobic Cu (SHPo)	162.7° ±1.19	161.7° ±3.95	161.1° ±1.11
Hydrophobic Cu (HPo)	131.9° ±2.17	116.1° ±1.26	45.2° ±5.35
Pure Cu (Cu)	101.5° ±3.81	89.6° ±3.46	30.85° ±4.34
Super-hydrophilic Cu (SHPi)	<10°	<10°	0°

[0086] 이러한 표면 특성에 따른 물 수집 성능을 실험하기 위해 샘플의 온도는 5±1℃로 하고, 나머지 조건은 실험 1과 동일하게 하였다.

[0087] 실험 결과 구리 표면위에 나노 거칠기를 만들어 친수 특성을 극대화 시킨 SHPi표면의 물 수집 효율(표면 응축을 이용하여 물을 수집하는 효율)이 가장 좋은 것으로 나타났다. 친수 표면은 비록 표면과 물방울 사이의 강한 친 화력에 의해 액적의 이동성은 떨어지지만 응축 속도가 빠르다. 그리고, 발수 표면에 나노 거칠기를 만든 초발수 표면은 액적의 이동성에서 매우 뛰어난 결과를 보였지만 응축이 빠르게 일어나지 않아서 물 수집 효율은 좋지 않았다.

[0088] 도 13은 각 샘플의 표면에서 물방울이 응축되는 모습을 나타낸 사진이다.

[0089] 초발수 구리(SHPo), 발수 구리(HPo), 구리(Cu), (IV) 초친수 구리(SHPi)로 갈수록 접촉각은 작으며, 도 13을 참 조하면 접촉각이 작아질수록 응축 속도가 빠른 것을 볼 수 있다.

[0090] 상술한 바와 같이 마이크로 구조물을 이용하여 표면 구조를 바꿀 수 있으며, 특히 마이크로 채널 형태의 구조물 을 갖는 표면은 물방울(액적)의 이동 속도를 높일 수 있다. 그리고 물 포집기의 표면이 Cassie State($E^* < 1$)의 구조가 되면 물방울이 마이크로 채널 위로 올라타는 효과를 보이며 이는 액적의 이동성을 더 크게 향상시킨다.

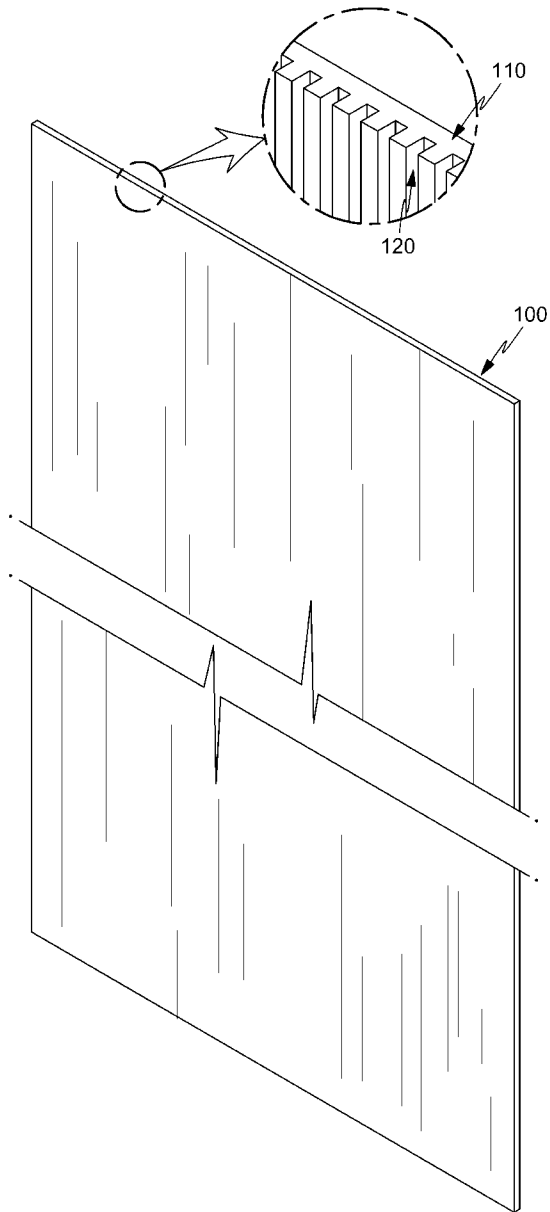
- [0091] 그리고 나노 거칠기 즉 나노 패턴이 형성된 표면에서의 표면 특성은 응축성즉 물 수집 성능을 극대화한다. 즉 나노 거칠기가 적용된 친수 표면이 그렇지 않은 친수 표면보다 응축 속도가 빠르며, 나노 거칠기가 적용된 발수 표면은 그렇지 않은 발수 표면보다 물방울의 이동성이 더 좋다.
- [0092] 본 발명의 실시 예들은 마이크로 채널 구조에 친수 표면과 발수 표면을 함께 적용하여 물의 응축 속도와 물방울의 이동성을 동시에 향상시킨 것으로서, 본 실시예에서는 친수 표면에서 빠르게 응축되면서 성장하는 물방울이 Cassie state($E^* < 1$)의 마이크로 채널 구조에 의해 친수 표면과의 친화력을 이겨내고, 친수 표면에서 떨어져서 마이크로 채널을 따라 빠르게 탈락한다. 따라서 친수 계열 표면과 발수 계열 표면이 복합된 본 발명에 따른 물 포집기는 물 수집 효율과 액적의 이동성이 모두 우수한 특성을 갖게 된다.
- [0093] 도 14는 친수/발수 복합 패턴의 표면을 만드는 일 예를 나타낸 공정도로서, 초발수 표면을 갖는 구조체(1)을 포토레지스터(2; Photoresist) AZ1512로 스핀 코팅(Spin Coating)한 후 95℃ 핫 플레이트(Hot Plate)에 50초(Sec) 동안 둔다. 다음으로, 마스크(3; Photomask)를 대고 UV를 노출시켜서 UV에 노출된 부분의 포토레지스터를 도 14의 (c)와 같이 제거(Developing)한다. 그리고 잔존하는 부분을 플라즈마 예를 들면 에어 플라즈마(Air Plasma) 처리를 통해 초친수로 만들면 초친수와 초발수가 복합된 표면구조가 형성될 수 있다. 다만 이러한 방법은 예시일 뿐이고 표면을 초친수나 초발수로 만드는 방법 그 자체는 다양하게 공지되어 있으므로 그에 대한 부가적인 설명은 생략된다.
- [0094] 상술한 바와 같이 본 발명은, 물 포집기의 바탕 조직인 베이스 기판(110)과, 상기 베이스 기판(110)의 표면에 Cassie Staste($E^* < 1$) 구조로 형성되는 라인 패턴의 마이크로 채널(120)들을 포함하며, $E^* < 1$ 의 표면 즉 Cassie Staste의 표면은 물방울(액적)이 마이크로 구조물 위로 올라오는 효과를 보이며 이는 유동성을 더욱 향상시켜준다. 그리고 표면 위에 나노 거칠기를 만들면 표면 특성을 극대화시킬 수 있다. 즉 나노 거칠기를 만든 친수 표면이 그렇지 않은 친수 표면보다 응축 속도가 빠르며, 나노 거칠기를 만든 발수 표면은 그렇지 않은 발수 표면보다 물방울의 유동성이 좋다. 본 발명은 상술한 두가지 특징을 가지므로 응축 성능과 액적의 이동성이 우수한 물 포집기를 제공할 수 있으며, 지속적인 물 포집 성능을 가지게 된다.
- [0095] 상기와 같이 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 살펴보았으며, 앞서 설명된 실시예 이외에도 본 발명이 그 취지나 범주에서 벗어남이 없이 다른 특정 형태로 구체화 될 수 있다는 사실은 해당 기술에 통상의 지식을 가진 이들에게는 자명한 것이다.
- [0096] 그러므로, 상술된 실시예는 제한적인 것이 아니라 예시적인 것으로 여겨져야 하고, 이에 따라 본 발명은 상술한 설명에 한정되지 않고 첨부된 청구항의 범주 및 그 동등 범위 내에서 변경될 수도 있다.

부호의 설명

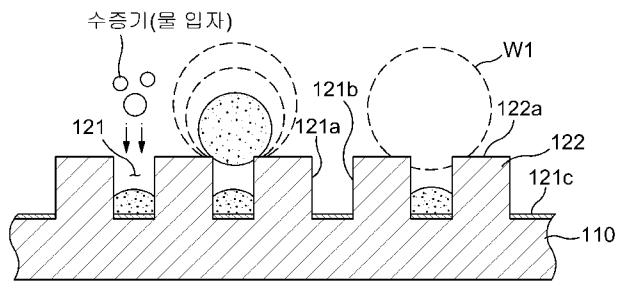
- [0097]
- | | |
|------------------|---------------|
| 100: 물 포집기 | 110: 베이스 기판 |
| 120: 마이크로 채널 | 121: 채널홈 |
| 121a, 121b: 홈 벽면 | 121c: 홈 바닥 |
| 122: 채널벽 | 122a: 채널벽 상측면 |

도 2

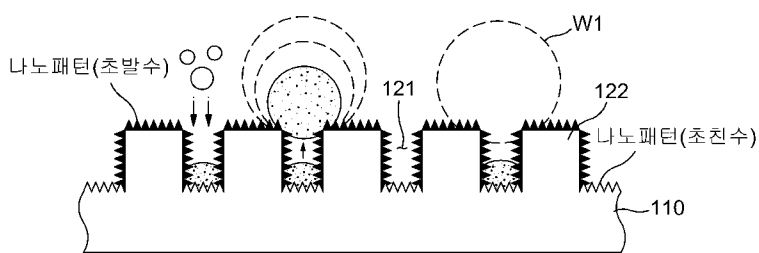
도 3



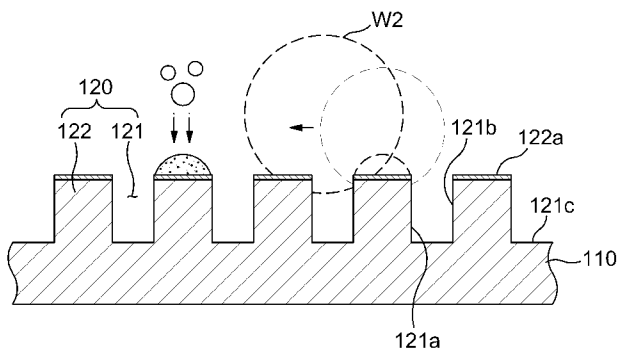
도면2



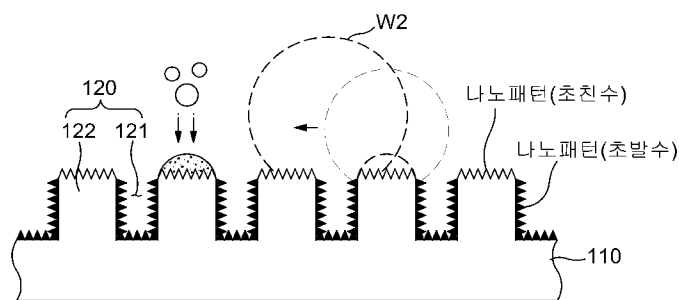
도면3



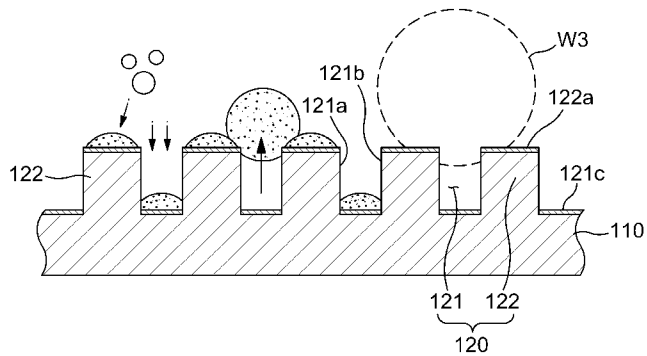
도면4



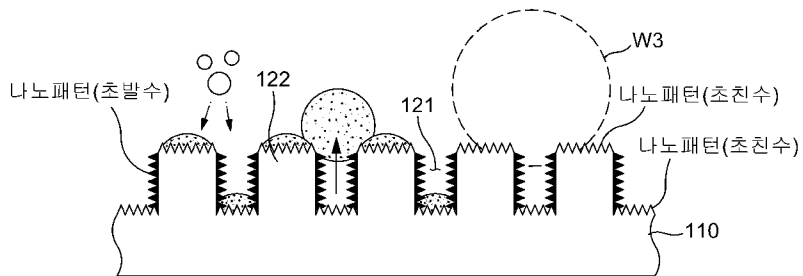
도면5



도면6



도면7



도면8a

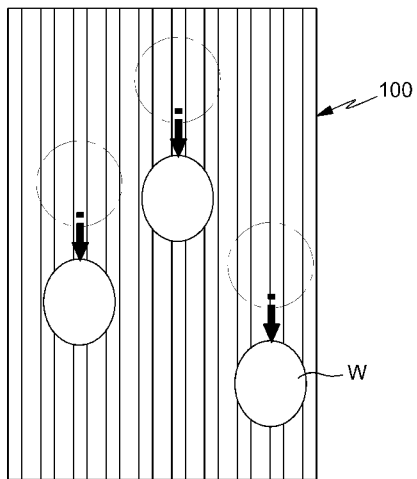


FIG. 8b

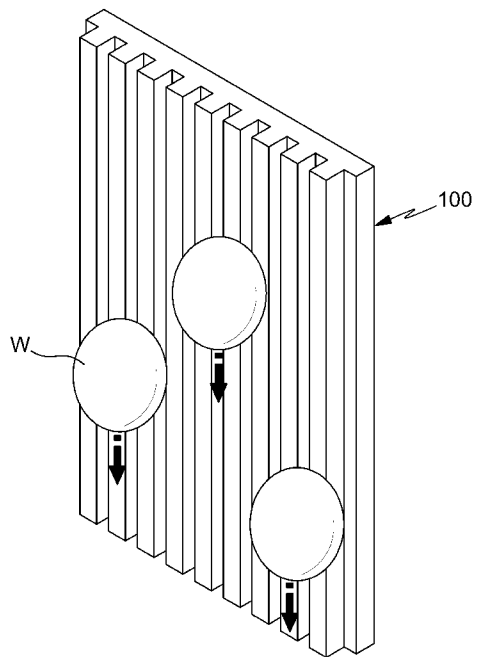
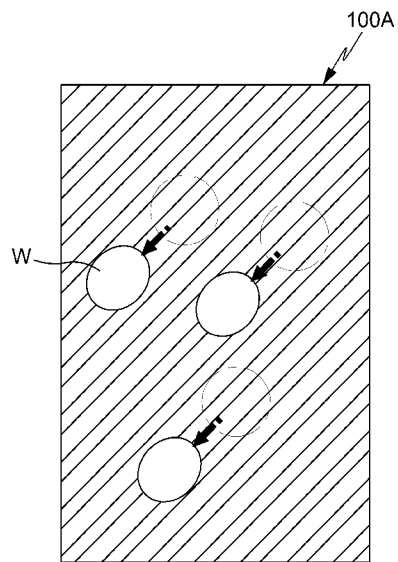
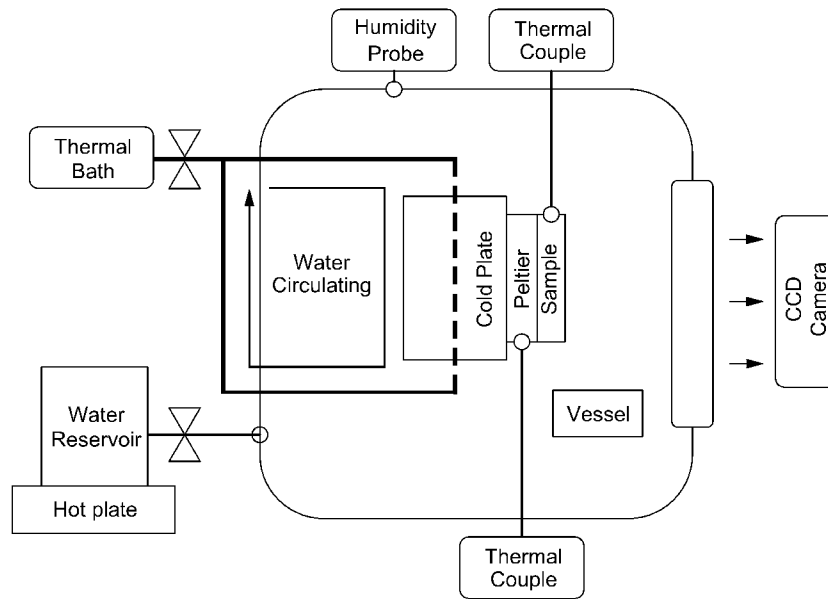


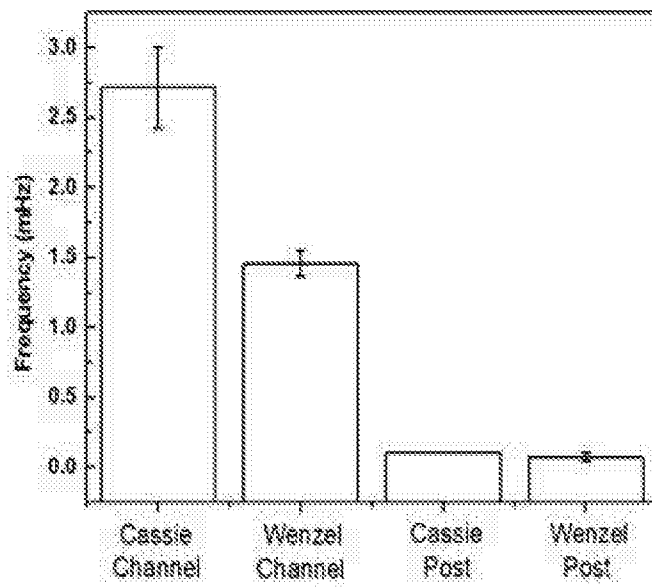
FIG. 9



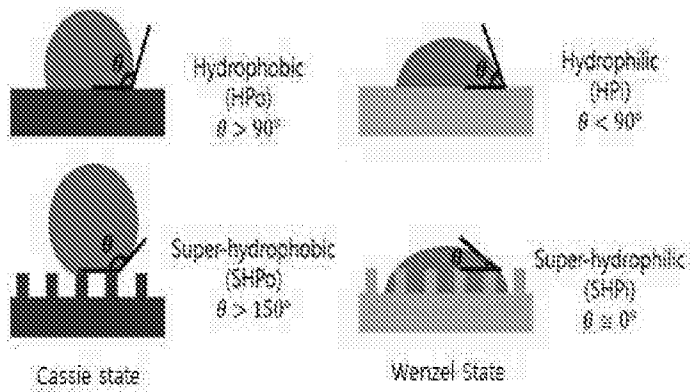
도면 10



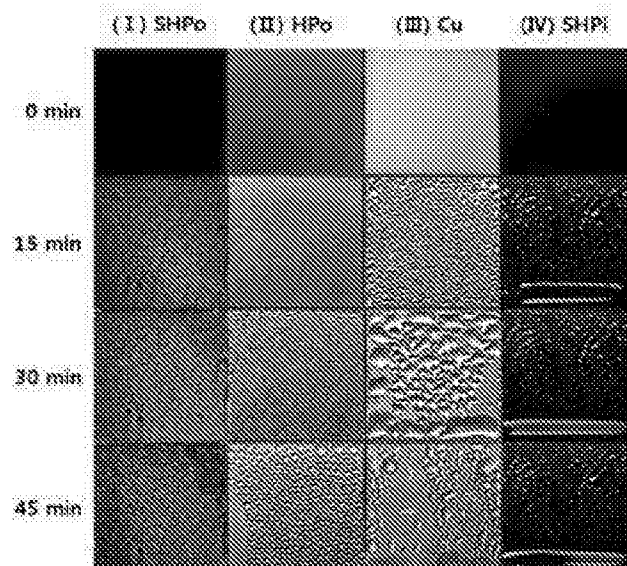
도면 11



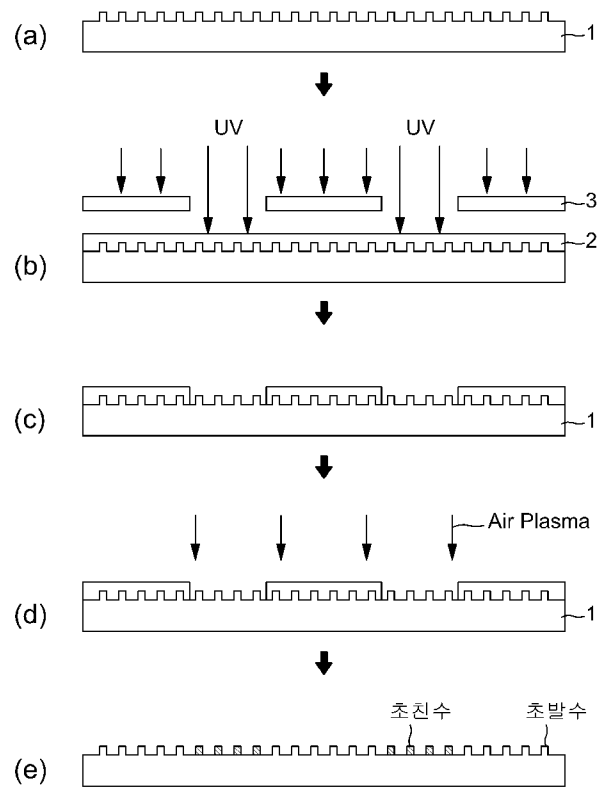
도면12



도면13



도면14



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 4

【변경전】

나노 패턴의

【변경후】

나노 패턴의