(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0160410
(43) 공개일자 2024년11월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B81C 1/00 (2006.01) *B81B 7/00* (2017.01)
B81B 7/04 (2017.01)
(52) CPC특허분류
B81C 1/00206 (2013.01)
B81B 7/0029 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0057191
(22) 출원일자 2023년05월02일
심사청구일자 2023년05월02일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
강성민
부산광역시 해운대구 해운대로 550, 1동 3001호 (우동, 한신휴플러스)
강병수
대전광역시 유성구 유성대로 757-5, 201호 (장대동)
(74) 대리인
김태완

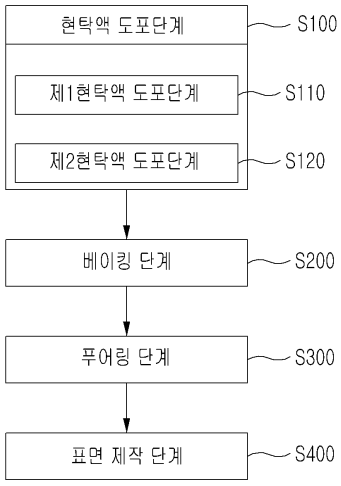
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **액적 흐름 제어표면의 제작방법 및 액적 흐름 제어표면**

(57) 요 약

본 발명은, 일정간격 이격된 복수개의 음각 마이크로 라인구조가 형성된 고분자몰드에 나노입자가 포함된 현탁액을 도포하는 현탁액 도포단계; 상기 음각 마이크로 라인구조에 상기 나노입자만 도포되도록 상기 고분자몰드를 베이킹하는 베이킹단계; 상기 나노입자만 도포된 상기 고분자몰드에 고분자수지를 푸어링하는 푸어링단계; 및 상기 고분자수지를 상기 고분자몰드로부터 이형시켜, 일정간격 이격된 복수개의 마이크로 라인구조물이 형성된 표면을 제작하는 표면 제작단계;를 포함하되, 상기 고분자몰드와 상기 나노입자 사이의 제1접착력보다 상기 고분자수지와 상기 나노입자 사이의 제2접착력이 더 큰 상기 고분자수지에 의해 상기 마이크로 라인구조물의 상면에는 상기 나노입자로 구성된 패턴이 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 흐름 제어표면의 제작방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B81B 7/04 (2013.01)
B81C 1/00214 (2013.01)
B81C 2201/034 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345347709
과제번호	2020R1I1A3054824
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	다공성 하이브리드 유연/투명 페로브스카이트 태양전지 방진망 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2020.06.01 ~ 2024.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

일정간격 이격된 복수개의 음각 마이크로 라인구조가 형성된 고분자몰드에 나노입자가 포함된 현탁액을 도포하는 현탁액 도포단계;

상기 음각 마이크로 라인구조에 상기 나노입자만 도포되도록 상기 고분자몰드를 베이킹하는 베이킹단계;

상기 나노입자만 도포된 상기 고분자몰드에 고분자수지를 푸어링하는 푸어링단계; 및

상기 고분자수지를 상기 고분자몰드로부터 이형시켜, 일정간격 이격된 복수개의 마이크로 라인구조물이 형성된 표면을 제작하는 표면 제작단계;를 포함하되,

상기 고분자몰드와 상기 나노입자 사이의 제1접착력보다 상기 고분자수지와 상기 나노입자 사이의 제2접착력이 더 큰 상기 고분자수지에 의해 상기 마이크로 라인구조물의 상면에는 상기 나노입자로 구성된 패턴이 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 흐름 제어표면의 제작방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 나노입자는 제1나노입자와, 상기 제1나노입자의 크기보다 작은 제2나노입자를 포함하고,

상기 고분자몰드는 상기 음각 마이크로 라인구조 방향을 따라 제1영역, 제2영역, 제3영역으로 구획되며,

상기 현탁액 도포단계는,

상기 제1영역에 제1나노입자가 포함된 제1현탁액을 도포하는 제1현탁액 도포단계; 및

상기 제2영역에 제2나노입자 포함된 제2현탁액을 도포하는 제2현탁액 도포단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 액적 흐름 제어표면의 제작방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 표면은 상기 마이크로 라인구조물 방향을 따라 제1제어영역, 제2제어영역, 제3제어영역으로 구획되어,

상기 제1제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제1상면에는 상기 제1나노입자로 구성된 제1패턴이 형성되고,

상기 제2제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제2상면에는 상기 제2나노입자로 구성된 제2패턴이 형성되는 것을 특징으로 하는 액적 흐름 제어표면의 제작방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1제어영역의 상기 제1상면과 액적 사이의 제1접촉각은 상기 제2제어영역의 상기 제2상면과 액적 사이의 제2접촉각보다 크고, 상기 제2접촉각은 상기 제3제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제3상면과 액적 사이의 제3접촉각보다 큰 것을 특징으로 하는 액적 흐름 제어표면의 제작방법.

청구항 5

베이스층;

상기 베이스층으로부터 돌출형성되며, 일정 간격으로 이격되어 배치되는 복수개의 마이크로 라인구조물; 및

상기 마이크로 구조물 상면에 형성된 패턴을 포함하고,

상기 베이스층은 상기 마이크로 라인구조물 방향을 따라 제1제어영역, 제2제어영역, 제3제어영역으로 구획되며,

상기 패턴은,

상기 제1제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제1상면에 형성되고 제1나노입자로 구성된 제1패턴과,

상기 제2제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제2상면에 형성되고 상기 제1나노입자 크기보다 작은 제2나노입자로 구성된 제2패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는 액적 흐름 제어표면.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1제어영역의 상기 제1상면과 액적 사이의 제1접촉각은 상기 제2제어영역의 상기 제2상면과 액적 사이의 제2접촉각보다 크고, 상기 제2접촉각은 상기 제3제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제3상면과 액적 사이의 제3접촉각보다 큰 것을 특징으로 하는 액적 흐름 제어표면.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 액적 흐름 제어표면의 제작방법 및 액적 흐름 제어표면에 관한 것으로써, 보다 상세하게는 패턴을 가지는 표면상에서 액적이 흐름을 제어할 수 있는 액적 흐름 제어표면의 제작방법 및 액적 흐름 제어표면에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 발수성과 발유성이란 각각 물과 기름에 젖기 어려운 성질을 뜻하는 것이며, 초발수성과 초발유성이란 각각 해당 분야에서 고체의 표면에 접촉한 물의 접촉각이 150° 이상, 오일에 대한 접촉각이 150° 이상에 해당하는 것으로 정의된다.

[0003] 다시 말해, 초발수 성질 (super-hydrophobicity)과 초발유 성질 (super-oleophobicity)은 물체의 표면이 각각 물과 오일에 극히 젖기 어려운 물리적 특성을 말한다.

[0004] 이와 같이, 각각 물과 오일에 대한 접촉각이 150° 이상인 초발수성 및 초발유성 표면은 실제적인 응용의 범위가 넓으며, 이러한 초발수성 및 초발유성 표면은 자연모사 기술을 사용하여 연구를 진행하였다.

[0005] 예를 들어, 식물의 잎, 곤충의 날개 또는 새의 날개는 외부의 어떠한 오염물질이 특별한 제거 작업 없이 제거되거나 처음부터 오염이 되지 않게 하는 특성을 지니고 있다. 이것은 식물의 잎, 곤충의 날개, 새의 날개 등이 초발수 또는 초발유 성질을 지니고 있기 때문이다.

[0006] 이러한 젖음성(wettability)은 고체 재료의 주요 표면 특성이고, 이것은 화학적 조성 및 기하학적 마이크로/나노 구조 둘 다에 의해 주로 지배된다. 젖음성 표면은 기름-물 분리, 반사 방지, 생체 유착 방지, 점착 방지, 오염방지, 자기 세정 및 유체 난류 억제와 같은 다양한 분야에서 잠재적 응용성으로 인하여 많은 주의를 끌어왔다.

[0007] 또한, 표면상에 마이크로 스트라이프 구조물을 형성함으로써 펌프, 밸브 등 물리적 장치를 통해 추가적인 외부 에너지를 사용하지 않고, 표면상에서 액적이 흐르는 방향을 조절할 수 있도록 하는 기술이 개발되었다.

[0008] 그러나, 종래의 기술은 액적이 흐르는 방향을 조절할 수 있지만, 액적이 흐름을 제어하는데 어려움이 있다. 따라서, 표면상에서 액적이 흐르는 방향을 조절할 뿐만 아니라 이를 제어할 수 있는 기술이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2019-0027144호 (발명의 명칭: 저응착을 위한 표면 패턴 구조를 갖는 초발수 필름 및 이의 제조 방법, 공개일: 2019.03.14)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 마이크로 라인 구조물의 상면을 이동하는 액적의 흐름을 제어할 수 있는 액적 흐름 제어표면의 제작방법 및 액적 흐름 제어표면을 제공함에 있다.

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제가 상술한 과제로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 과제들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법은, 일정간격 이격된 복수개의 음각 마이크로 라인구조가 형성된 고분자몰드에 나노입자가 포함된 현탁액을 도포하는 현탁액 도포단계; 상기 음각 마이크로 라인구조에 상기 나노입자만 도포되도록 상기 고분자몰드를 베이킹하는 베이킹단계; 상기 나노입자만 도포된 상기 고분자몰드에 고분자수지를 푸어링하는 푸어링단계; 및 상기 고분자수지를 상기 고분자몰드로부터 이형시켜, 일정간격 이격된 복수개의 마이크로 라인구조물이 형성된 표면을 제작하는 표면제작단계;를 포함하되, 상기 고분자몰드와 상기 나노입자 사이의 제1접착력보다 상기 고분자수지와 상기 나노입자 사이의 제2접착력이 더 큰 상기 고분자수지에 의해 상기 마이크로 라인구조물의 상면에는 상기 나노입자로 구성된 패턴이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법은, 상기 나노입자는 제1나노입자와, 상기 제1나노입자의 크기보다 작은 제2나노입자를 포함하고, 상기 고분자몰드는 상기 음각 마이크로 라인구조 방향을 따라 제1영역, 제2영역, 제3영역으로 구획되며, 상기 현탁액 도포단계는, 상기 제1영역에 제1나노입자가 포함된 제1현탁액을 도포하는 제1현탁액 도포단계; 및 상기 제2영역에 제2나노입자 포함된 제2현탁액을 도포하는 제2현탁액 도포단계;를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법은, 상기 표면은 상기 마이크로 라인구조물 방향을 따라 제1제어영역, 제2제어영역, 제3제어영역으로 구획되어, 상기 제1제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제1상면에는 상기 제1나노입자로 구성된 제1패턴이 형성되고, 상기 제2제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제2상면에는 상기 제2나노입자로 구성된 제2패턴이 형성될 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법은, 상기 제1제어영역의 상기 제1상면과 액적 사이의 제1접촉각은 상기 제2제어영역의 상기 제2상면과 액적 사이의 제2접촉각보다 크고, 상기 제2접촉각은 상기 제3제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제3상면과 액적 사이의 제3접촉각보다 클 수 있다.

[0016] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 액적 흐름 제어표면은, 베이스층; 상기 베이스층으로부터 돌출형성되며, 일정 간격으로 이격되어 배치되는 복수개의 마이크로 구조물; 및 상기 마이크로 구조물 상면에 형성된 패턴을 포함하고, 상기 베이스층은 상기 마이크로 라인구조물 방향을 따라 제1제어영역, 제2제어영역, 제3제어영역으로 구획되며, 상기 패턴은, 상기 제1제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제1상면에 형성되고 제1나노입자로 구성된 제1패턴과, 상기 제2제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제2상면에 형성되고 상기 제1나노입자 크기보다 작은 제2나노입자로 구성된 제2패턴을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 실시예에 따른 액적 흐름 제어표면은, 상기 제1제어영역의 상기 제1상면과 액적 사이의 제1접촉각은 상기 제2제어영역의 상기 제2상면과 액적 사이의 제2접촉각보다 크고, 상기 제2접촉각은 상기 제3제어영역의 상기 마이크로 라인구조물의 제3상면과 액적 사이의 제3접촉각보다 클 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 액적 흐름 제어표면의 제작방법 및 액적 흐름 제어표면에 따르면, 서로 다른 크기의 나노입자로 구성된 패턴을 포함하는 계층구조의 표면을 제작할 수 있고, 나노입자의 크기를 이용하여 원하는 구름각을 구현할 수 있어, 액적의 비등방성 흐름을 제어할 수 있는 효과가 있다.

[0019] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의

기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법을 나타낸 순서도이고,

도 2 및 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법의 모식도이고,

도 4 및 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 비등방성의 흐름을 보여주는 도면이고,

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제1제어영역, 제2제어영역, 제3제어영역에서 액적의 접촉각을 도시한 그래프이고,

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제1제어영역, 제2제어영역, 제3제어영역에서 액적의 구름각을 도시한 그래프이고,

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면에서 액적의 수평방향 접촉각을 도시한 도면이고,

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제1제어영역에서 액적의 수직방향 접촉각을 도시한 도면이고,

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제2제어영역에서 액적의 수직방향 접촉각을 도시한 도면이고,

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제3제어영역에서 액적의 수직방향 접촉각을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하 상술한 해결하고자 하는 과제가 구체적으로 실현될 수 있는 본 발명의 바람직한 실시예들이 첨부된 도면을 참조하여 설명된다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0022] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 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.

[0023] 어떠한 구성 요소가 다른 구성 요소에 “연결되어” 있다거나 “접속되어” 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떠한 구성 요소가 다른 구성요소에 “직접 연결되어” 있다거나 또는 “직접 접속되어” 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하기 위한 다른 표현들도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0024] 본 명세서에서 사용되는 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한 본 발명이 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 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0025] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법을 나타낸 순서도이고, 도 2 및 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법의 모식도이고, 도 4 및 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 비등방성의 흐름을 보여주는 도면이고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제1제어영역, 제2제어영역, 제3제어영역에서 액적의 접촉각을 도시한 그래프이고, 도 7은 본 발명의

일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제1제어영역, 제2제어영역, 제3제어영역에서 액적의 구름각을 도시한 그래프이고, 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면에서 액적의 수평방향 접촉각을 도시한 도면이고, 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제1제어영역에서 액적의 수직방향 접촉각을 도시한 도면이고, 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제2제어영역에서 액적의 수직방향 접촉각을 도시한 도면이고, 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 액적 흐름 제어표면의 제3제어영역에서 액적의 수직방향 접촉각을 도시한 도면이다.

[0027] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법은, 현탁액 도포단계(S100), 베이킹단계(S200), 푸어링단계(S300) 및 표면 제작단계(S400)를 포함한다.

[0028] 현탁액 도포단계(S100)는, 일정간격 이격된 복수개의 음각 마이크로 라인구조가 형성된 고분자몰드에 나노입자가 포함된 현탁액을 도포하는 단계로, 현탁액 도포단계(S100)는 제1현탁액 도포단계(S110) 및 제2현탁액 도포단계(S120)를 포함할 수 있다.

[0029] 여기서 나노입자는, 본 실시예에서는 실리카일 수 있지만, 반드시 이에 한정되지 않고 실버를 사용할 수도 있고, 나노 사이즈의 파티클을 가지는 입자를 사용할 수도 있다. 또한, 나노입자는 제1나노입자와, 제1나노입자의 크기보다 작은 제2나노입자를 포함할 수 있다. 본 실시예에서 제1나노입자는 1.5㎛의 크기를 가지는 실리카 입자이고, 제2나노입자는 0.5㎛의 크기를 가지는 실리카 입자이다.

[0030] 한편, 고분자몰드는 음각 마이크로 라인구조 방향을 따라 제1영역, 제2영역, 제3영역으로 구획될 수 있다. 이때, 고분자몰드는 음각 마이크로 라인구조 방향을 따라 제1영역, 제2영역으로만 구획될 수 있고, 제4영역 이상으로 구획될 수도 있다.

[0031] 제1현탁액 도포단계(S110)는, 제1영역에 제1나노입자가 포함된 제1현탁액을 도포하는 단계이다. 다시 말해, 고분자몰드의 제1영역에 제1현탁액을 도포하여 제1영역의 음각 마이크로 라인구조에 제1나노입자를 투입할 수 있다.

[0032] 제2현탁액 도포단계(S120)는 제2영역에 제2나노입자 포함된 제2현탁액을 도포하는 단계이다. 마찬가지로, 고분자몰드의 제2영역에 제2현탁액을 도포하여 제2영역의 음각 마이크로 라인구조에 제2나노입자를 투입할 수 있다.

[0033] 더 구체적으로 도 3을 참조하면, 제1현탁액 도포단계(S110)를 수행할 때, 제2영역 및 제3영역에 제1현탁액이 도포되지 않도록 제2영역 및 제3영역을 차단한 후 제1영역의 고분자몰드에 제1현탁액을 도포할 수 있다. 이때, 제1현탁액을 유리 기판 등을 이용하여 스퀴링하여 고르게 도포되도록 할 수 있다.

[0034] 이후, 제2영역은 개방하고 제1영역은 차단하여 마찬가지로 제2현탁액 도포단계(S120)를 수행할T대, 제2현탁액이 제1영역 및 제3영역에 제2현탁액이 도포되지 않도록 할 수 있다.

[0035] 이와 같은 방법으로 제1영역에는 제1나노입자를 포함하는 제1현탁액만 도포되고, 제2영역에는 제2나노입자를 포함하는 제2현탁액만 도포되며, 제3영역에는 현탁액이 도포되지 않을 수 있다.

[0036] 이후, 베이킹단계(S200)는 음각 마이크로 라인구조에 나노입자만 도포되도록 고분자몰드를 베이킹하는 단계로, 현탁액이 도포된 고분자몰드를 자연증발 또는 오븐을 이용하여 음각 마이크로 라인구조에 나노입자만 도포되도록 한다.

[0037] 푸어링단계(S300)는 나노입자만 도포된 고분자몰드에 고분자수지를 푸어링하는 단계이고, 표면 제작단계(S400)는 고분자수지를 고분자몰드로부터 이형시켜, 일정간격 이격된 복수개의 마이크로 라인구조물이 형성된 표면을 제작하는 단계이다.

[0038] 구체적으로, 푸어링단계(S300)에서 고분자몰드에 고분자수지를 푸어링한 후, 경화된 고분자수지를 표면 제작단계(S400)를 수행하여 고분자몰드로부터 고분자수지를 이형시켜 고분자몰드의 음각 마이크로 라인구조의 형상을 따라 일정간격 이격된 복수개의 마이크로 라인구조물이 형성된 표면을 제작할 수 있다.

[0039] 이때, 고분자수지는 고분자몰드와 나노입자 사이의 제1접착력보다 고분자수지와 나노입자 사이의 제2접착력이 더 큰 고분자수지일 수 있다. 즉, 표면 제작단계(S400)에서 고분자몰드로부터 고분자수지를 이형시킬 때, 제1접착보다 더 큰 제2접착력을 가지는 고분자수지에 의해 나노입자는 고분자수지와 함께 고분자몰드로부터 이형되어 고분자수지의 상면에 패턴을 형성할 수 있다.

[0040] 다시 말해, 고분자몰드와 나노입자 사이의 제1접착력보다 고분자수지와 나노입자 사이의 제2접착력이 더 큰 고분자수지에 의해 마이크로 라인구조물의 상면에는 나노입자로 구성된 패턴이 형성된다.

[0041] 이와 같은 고분자수지는 본 실시예에서 PDMS일 수 있지만, 반드시 이에 한정되지 않고 PVA를 사용할 수도 있다.

[0042] 한편, 상기 표면은 마이크로 라인구조물 방향을 따라 제1제어영역, 제2제어영역, 제3제어영역으로 구획될 수 있다.

[0043] 여기서, 제1제어영역은 고분자몰드의 제1영역에 푸어링된 고분자수지 부분일 수 있고, 제2제어영역은 고분자몰드의 제2영역에 푸어링된 고분자수지 부분일 수 있고, 제3제어영역은 고분자몰드의 제3영역에 푸어링된 고분자수지 부분일 수 있다.

[0044] 이때, 제1영역의 제1나노입자는 표면 제작단계(S400)에서 고분자몰드로부터 고분자수지와 함께 이형되기 때문에 제1제어영역의 마이크로 라인구조물의 제1상면에는 제1나노입자로 구성된 제1패턴이 형성될 수 있다.

[0045] 또한, 제2영역의 제2나노입자도 표면 제작단계(S400)에서 고분자몰드로부터 고분자수지와 함께 이형되기 때문에 제2제어영역의 마이크로 라인구조물의 제2상면에는 제2나노입자로 구성된 제2패턴이 형성될 수 있다.

[0046] 그리고, 제3영역에는 현탁액이 도포되지 않았기 때문에, 제3제어영역의 마이크로 라인구조물의 제3상면에는 나노입자로 구성된 패턴이 형성되지 않을 수 있다.

[0047] 이처럼, 마이크로 라인구조물을 복수개의 영역으로 구획하고 각각의 영역에 크기가 다른 나노입자로 구성된 패턴을 형성할 수 있다.

[0048] 여기서, 제1제어영역의 제1상면과 액적 사이의 제1접촉각은 제2제어영역의 제2상면과 액적 사이의 제2접촉각보다 클 수 있고, 제2접촉각은 제3제어영역의 마이크로 라인구조물의 제3상면과 액적 사이의 제3접촉각보다 클 수 있다.

[0049] 이때, 나노입자의 크기에 따라 액적의 접촉각 및 구름각이 달라지기 때문에 서로 다른 크기의 나노입자로 구성된 패턴은 액적의 흐름을 제어할 수 있게 되는데, 이는 후술하기로 한다.

[0050] 이상, 본 발명에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법을 설명하였으며, 이하 본 발명에 따른 액적 흐름 제어표면을 설명한다.

[0051] 본 발명에 따른 액적 흐름 제어표면은, 베이스층(100), 복수개의 마이크로 구조물(200) 및 패턴(310, 320)을 포함한다.

[0052] 베이스층(100)은 고분자수지로 형성될 수 있으며 구체적으로 PDMS일 수 있다, 그리고, 베이스층(100)은 후술하는 마이크로 라인구조물(200) 방향을 따라 제1제어영역(A1), 제2제어영역(A2), 제3제어영역(A3)으로 구획된다.

[0053] 복수개의 마이크로 라인구조물(200)은 베이스층(100)으로부터 돌출형성되며, 일정 간격으로 이격되어 배치된다. 복수개의 마이크로 구조물(200)은 대나무 잎의 마이크로 라인구조를 모방한 구조로 액적은 마이크로 구조물(200)을 따라 흐를 수 있다.

[0054] 패턴은 마이크로 구조물(200) 상면에 형성되며, 제1패턴(310)과 제2패턴(320)을 포함한다.

[0055] 제1패턴(310)은 제1제어영역(A1)의 마이크로 라인구조물의 제1상면에 형성되고 제1나노입자로 구성되고, 제2패턴(320)은 제2제어영역(A2)의 마이크로 라인구조물의 제2상면에 형성되고 제2나노입자로 구성된다.

[0056] 이때, 나노입자의 크기에 따라 액적의 접촉각 및 구름각이 달라지기 때문에 서로 다른 크기의 나노입자로 구성된 패턴은 액적의 흐름을 제어할 수 있게 된다.

[0057] 한편, 도 8은 액적 흐름 제어표면에서 액적의 수평방향 접촉각을 도시한 도면인데 여기서 수평방향 접촉각이란, 마이크로 라인구조물의 방향으로 액적 흐름 제어표면을 바라보았을 때의 액적과 표면의 접촉각으로 정의한다.

[0058] 그리고, 도 9 내지 도 11은 액적 흐름 제어표면에서 액적의 수직방향 접촉각을 도시한 도면인데 여기서 수직방향 접촉각이란, 마이크로 라인구조물의 방향과 수직한 방향으로 제어표면을 바라보았을 때의 액적과 표면의 접촉각으로 정의한다.

[0059] 그리고, 구름각은, 액적이 흐르기 시작하는 액적 흐름 제어표면의 각도를 구름각으로 정의한다. 즉, 제1제어영역에서 액적이 구르기 시작하는 구름각을 제1구름각, 제2제어영역에서 액적이 구르기 시작하는 구름각을 제2구름각, 제3제어영역에서 액적이 구르기 시작하는 구름각을 제3구름각으로 정의한다.

[0060] 우선, 도 6을 참조하면, 수평방향 접촉각은 나노입자의 크기와 관계없이 일정한 값을 보이지만, 수직방향 접촉

각은 나노입자의 크기가 클수록 커지는 것을 확인할 수 있다.

[0061] 다시 말해, 도 9 내지 도 11을 참조하면, 제1영역(A1)에서 크기가 큰 제1나노입자로 구성된 제1패턴(310)을 포함하는 제1상면과 액적(10) 사이의 제1접촉각(a2)은 제2영역(A2)에서 크기가 작은 제2나노입자로 구성된 제2패턴(320)을 포함하는 제2상면과 액적(10) 사이의 제2접촉각(a3)보다 클 수 있다. 그리고, 제2접촉각(a3)은 제3제어영역(A3)의 마이크로 라인구조물의 제3상면과 액적 사이의 제3접촉각(a4)보다 클 수 있다.

[0062] 여기서, 접촉각이 커질수록 초소수성이 더 강하다는 것을 의미하기 때문에, 액적이 흐르기 시작하는 구름각은 도 7에서와 같이 접촉각이 커질수록 더 작아질 수 있다. 다시 말해, 나노입자의 크기가 클수록, 접촉각은 커지고 구름각은 작아질 수 있다.

[0063] 즉, 도 4 및 도 5를 참조하면, 나노입자의 크기와 상관없이 일정한 수평방향 접촉각을 가지는 액적 흐름 제어표면에서 액적은 동일한 영역에서는 흐르는 것이 가능하지만, 나노입자의 크기에 따라 다른 수직방향 접촉각을 가지기 때문에 다른 영역으로 흐르기 위해서는 더 큰 각도를 제공해야만 한다.

[0064] 설명의 편의를 위해 액적이 마이크로 라인구조물을 따라 흐르는 방향을 제1방향으로 정의하고, 액적이 마이크로 라인구조물을 건너서 흐르는 방향을 제2방향으로 정의한다.

[0065] 우선, 도 7에서 보는 바와 같이, 제1영역(A1), 제2영역(A2), 제3영역(A3)에서 수평방향 구름각은 작은 크기로 일정하기 때문에, 제1영역(A1), 제2영역(A2), 제3영역(A3)에서 액적은 제1방향으로 쉽게 흐를 수 있다.

[0066] 하지만, 도 4 및 도 5에서 보는 바와 같이, 표면이 제1구름각보다 작은 각도에서는 액적은 제2방향으로는 흐르지 못하게 제어될 수 있다. 그리고, 표면이 제1구름각보다 크고 제2구름각보다 작은 각도에서 액적은 제1제어영역에서 제2제어영역으로 흐를 수 있지만, 제3제어영역으로는 흐르지 못하게 제어될 수 있다. 마찬가지로, 표면이 제2구름각보다 크고 제3구름각보다 작은 각도에서 액적은 제2제어영역에서 제3제어영역으로 흐르도록 제어될 수 있다.

[0067] 즉, 나노입자의 크기가 커짐에 따라 액적의 접촉각은 증가하여 액적의 구름각은 작아지기 때문에 나노입자의 크기를 이용하여 원하는 구름각을 구현할 수 있고, 이를 이용하여 액적의 비등방성 흐름을 제어할 수 있다.

[0068] 이상, 본 발명에 따른 액적 흐름 제어표면의 제작방법 및 액적 흐름 제어표면에 따르면, 서로 다른 크기의 나노입자로 구성된 패턴을 포함하는 계층구조의 표면을 제작할 수 있고, 나노입자의 크기를 이용하여 원하는 구름각을 구현할 수 있어, 액적의 비등방성 흐름을 제어할 수 있는 효과가 있다.

[0069] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예 및 변형례에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

부호의 설명

[0070] S100 : 현탁액 도포단계

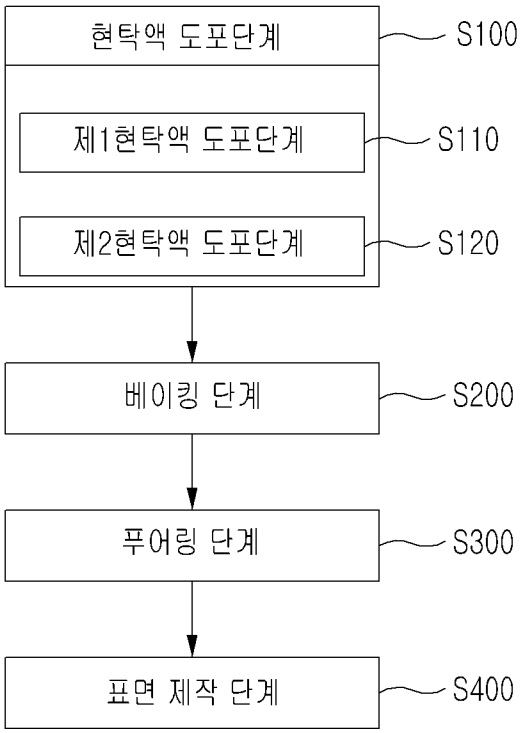
S200 : 베이킹단계

S300 : 푸어링단계

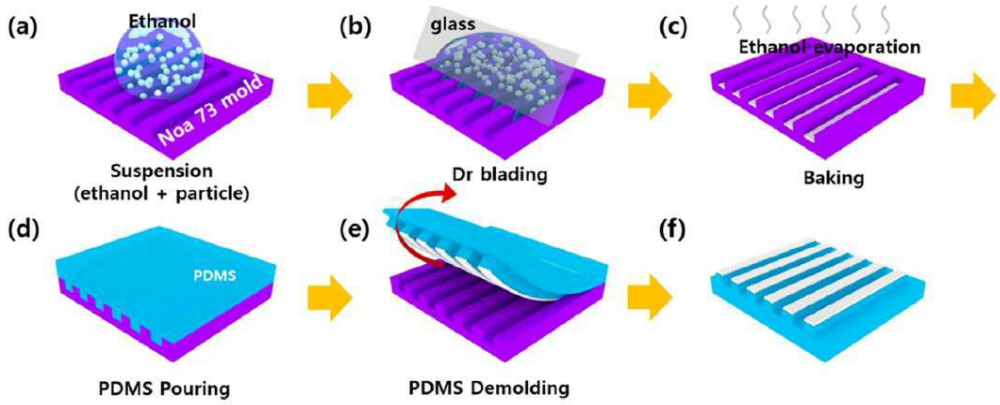
S400 : 표면 제작단계

도면

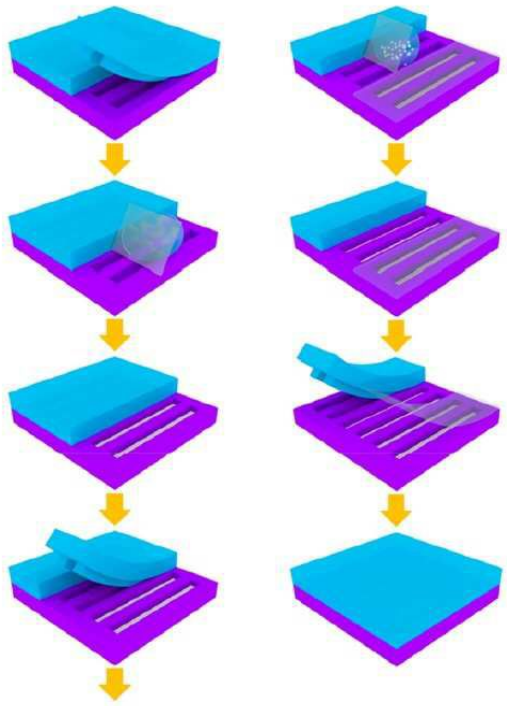
도면1


현탁액 도포단계
S100
제1현탁액 도포단계
S110
제2현탁액 도포단계
S120
베이킹 단계
S200
푸어링 단계
S300
표면 제작 단계
S400

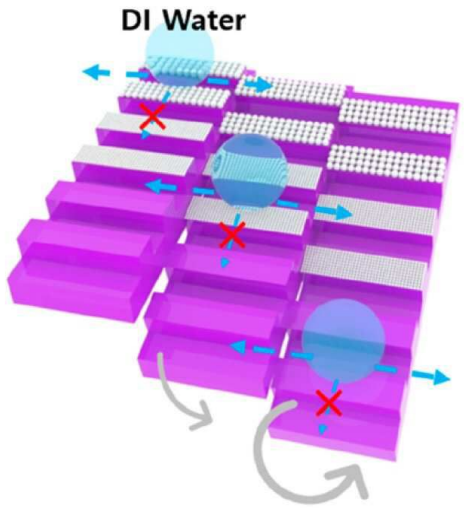
도면2


(a)
Ethanol
Noa 73 mold
Suspension
(ethanol + particle)
(b)
glass
Dr blading
(c)
Ethanol evaporation
Baking
(d)
PDMS
PDMS Pouring
(e)
PDMS Demolding
(f)

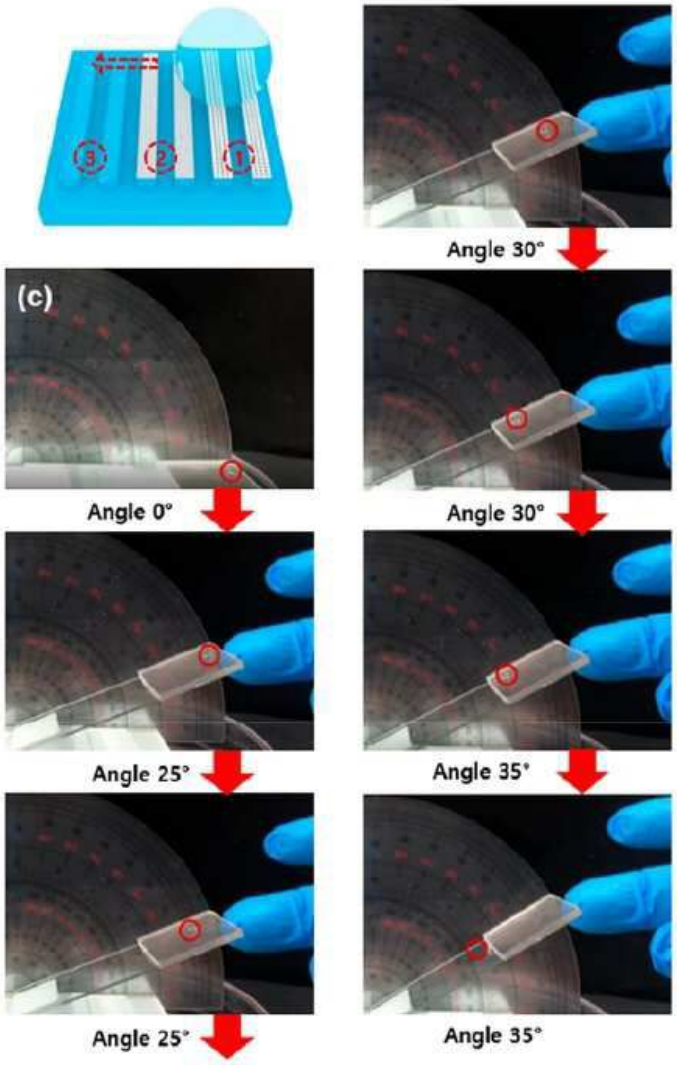
도면3



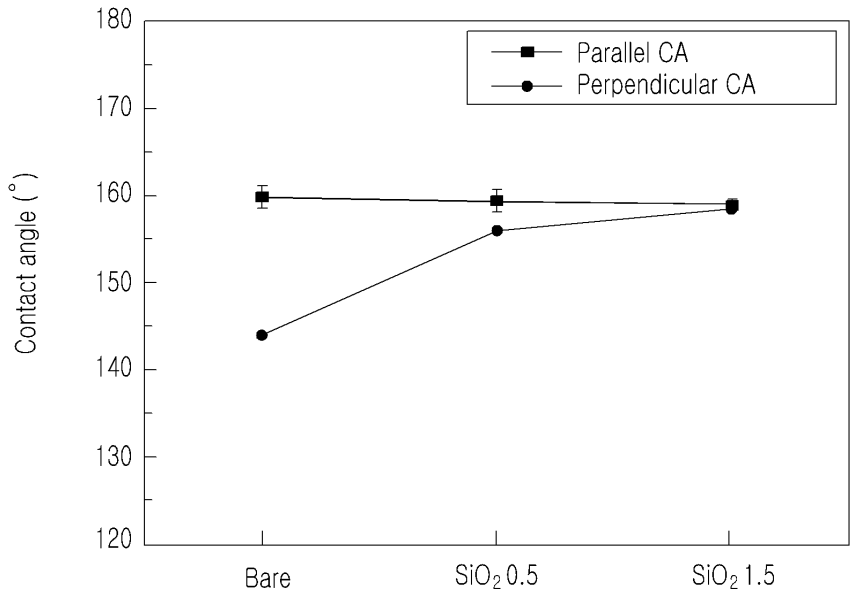
도면4



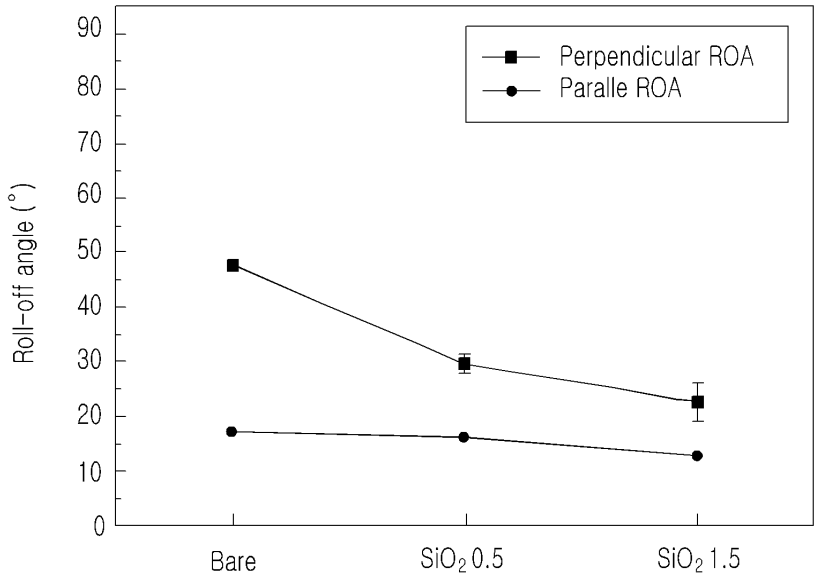
도면5


3
2
1
Angle 30°
(c)
Angle 0°
Angle 30°
Angle 25°
Angle 35°
Angle 25°
Angle 35°

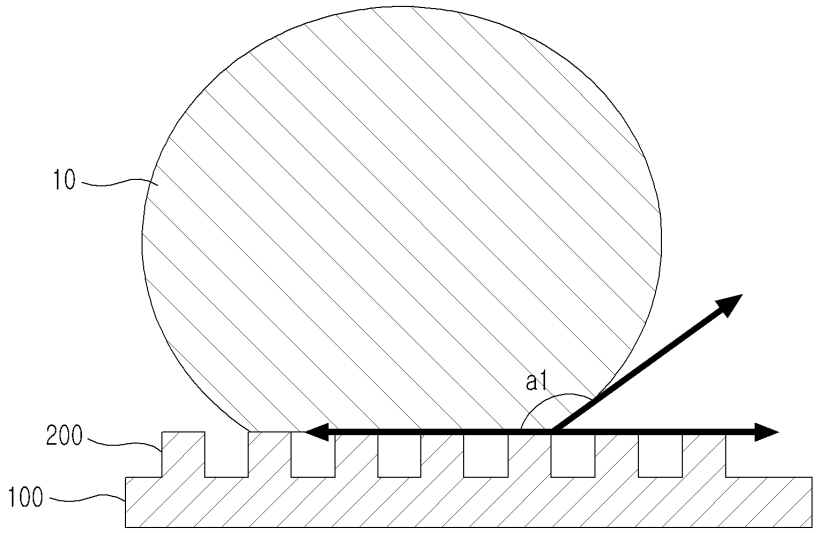
도면6


Parallel CA
Perpendicular CA
Contact angle (°)
180
170
160
150
140
130
120
Bare
SiO2 0.5
SiO2 1.5

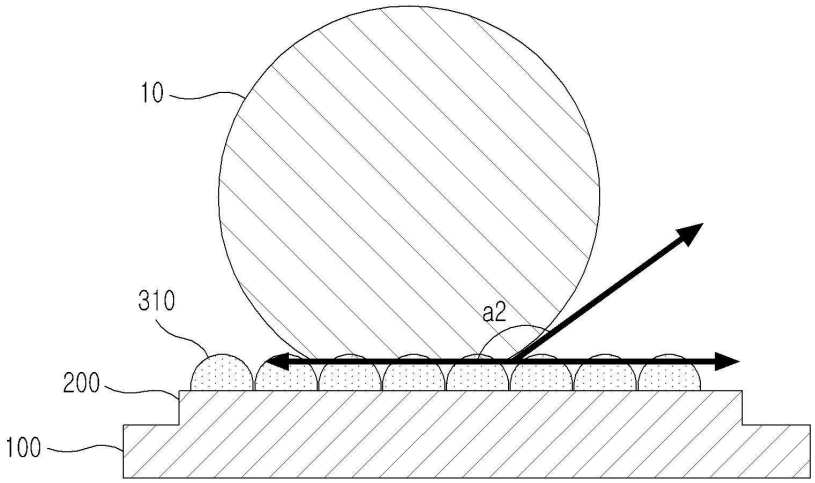
도면7


Perpendicular ROA
Paralle ROA
Roll-off angle (°)
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Bare
SiO2 0.5
SiO2 1.5

도면8

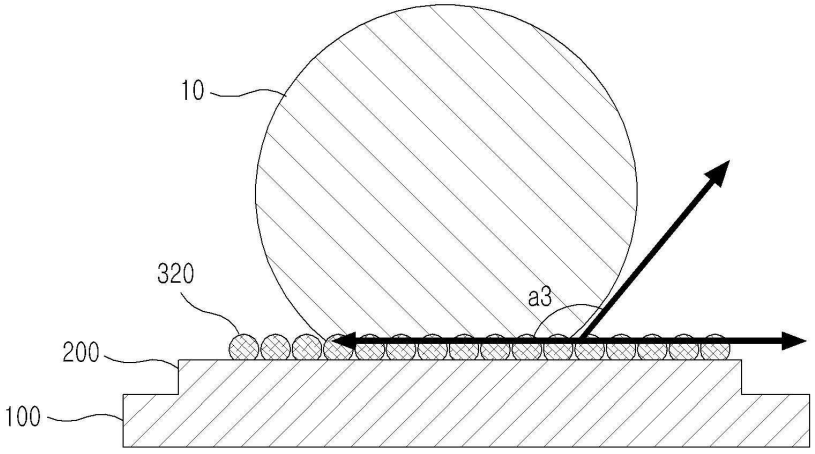


도면9



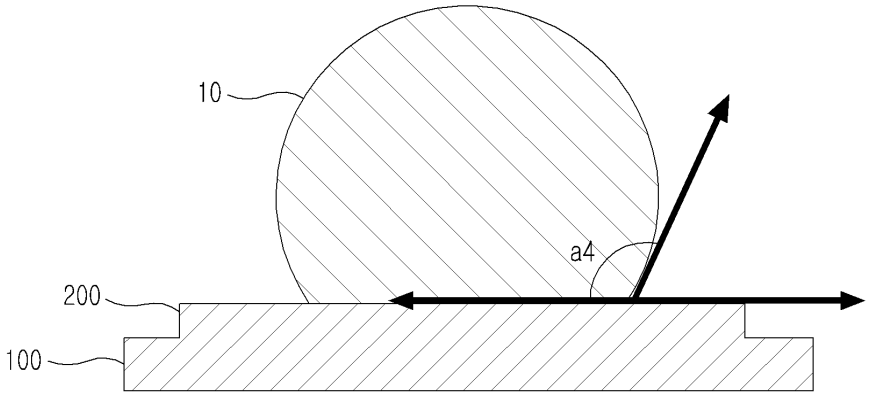
A1

도면10



A2

도면11



A3