(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0056232
(43) 공개일자 2023년04월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 10/50 (2021.01) *B08B 3/12* (2023.01)
B22F 3/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22F 10/50 (2021.08)
B08B 3/12 (2023.02)
(21) 출원번호 10-2021-0140026
(22) 출원일자 2021년10월20일
심사청구일자 2021년10월20일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
천두만
부산광역시 해운대구 달맞이길 239-11, 106동 703호(중동, 달맞이우성빌라트)
김동현
울산광역시 중구 약사로 15, 405동 404호(약사동, 래미안2차)
전옥양
울산광역시 남구 대학로 93, 2호관 104호(무거동, 울산대학교)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항

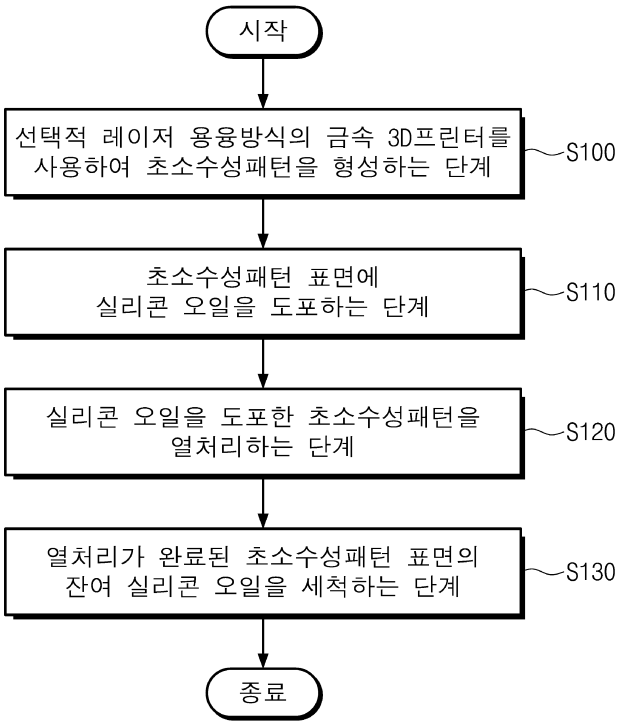
(54) 발명의 명칭 **초소수성 금속 표면 제작방법**

(57) 요 약

본 발명은, 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린터를 사용하여 초소수성패턴을 형성하는 단계; 상기 초소수성패턴 표면에 실리콘 오일을 도포하는 단계; 실리콘 오일을 도포한 상기 초소수성패턴을 열처리하는 단계; 및 열처리가 완료된 초소수성패턴 표면의 잔여 실리콘 오일을 세척하는 단계;를 포함하는 초소수성 금속 표면 제작방

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



법을 제공한다.

본 발명에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법에 의하면, 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린팅를 이용하여 복잡한 형태의 곡면을 포함한 표면 전체에 초소수성을 부여할 수 있으며, 이를 통해 항력저감, 결빙 방지 등의 기능이 부여된 부품 제작이 가능하며, 또한, 부식 방지 및 자가 세척 기능을 띄는 부품 내부 채널 제작이 가능하다.

또한, 종래 제조 기술은 독성 화학물(실란화, 불소화)을 사용하여 부가적인 코팅 또는 공정으로 초소수성표면을 제작하였으나, 본 발명은 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린팅를 이용하여 친환경적이면서 내구성이 높은 초소수성표면을 제작할 수 있다.

(52) CPC특허분류
B22F 3/24 (2013.01)
B22F 2003/242 (2013.01)
B22F 2003/245 (2013.01)
B22F 2003/248 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415161619
과제번호 P0002068
부처명 산업통상자원부(P21)
과제관리(전문)기관명 한국산업기술진흥원
연구사업명 지역혁신클러스터육성(R&D)(2113921101173300336230 9)
연구과제명 전지·ESS 기반 에너지산업 혁신생태계 구축사업
기 여 율 30/100
과제수행기관명 (재)울산테크노파크
연구기간 2018.04.01 ~ 2018.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711129506
과제번호 2021R1A2C1008248
부처명 과학기술정보통신부(P71)
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)(131110150155120012343 01)
연구과제명 극도의 적심성 대비 표면을 위한 친환경 공정 개발 및 물 제어 응용
기 여 율 70/100
과제수행기관명 울산대학교
연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린터를 사용하여 초소수성패턴을 형성하는 단계;

상기 초소수성패턴 표면에 실리콘 오일을 도포하는 단계;

실리콘 오일을 도포한 상기 초소수성패턴을 열처리하는 단계; 및

열처리가 완료된 초소수성패턴 표면의 잔여 실리콘 오일을 세척하는 단계;를 포함하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 초소수성패턴은, 서로 이격되어 있는 복수개의 원통 형상의 필러(Pillar)로 형성된 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 필러의 직경(D1)은, 10um 내지 500um로 형성된 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 필러와 다른 하나의 필러 사이 거리(D2)는, 10um 내지 400um로 형성된 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 필러의 배열구조는, 다각형 배열 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 6

청구항 2에 있어서,

상기 필러의 배열구조는 팔각형상의 배열구조와 사각형상의 배열구조가 인접하게 배치되는 구조를 포함하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 초소수성패턴은, 서로 이격되어 형성된 복수개의 라인 형상의 돌출부를 포함하는 초수수성 금속표면 제작방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 돌출부의 너비(W1)는, 10um 내지 500um로 형성된 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 돌출부와 다른 하나의 돌출부 사이 거리(D3)는, 10um 내지 500um로 형성된 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린터를 사용하여 초소수성패턴을 형성하는 단계는, 금속분말을 도포하고, 레이저로 금속분말을 선택적으로 녹이고 응고시키는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 실리콘 오일을 도포한 상기 초소수성패턴을 열처리하는 단계의 열처리 온도는 50℃ 내지 300℃이며, 열처리 시간은 5분 이상 2시간 이하인 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 열처리가 완료된 부품의 잔여 실리콘 오일을 세척하는 단계는, IPA(Isopropyl alcohol) 및 초음파 세척방법을 이용하여 잔여 실리콘 오일을 제거하는 것을 특징으로 하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초소수성 금속 표면 제작방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린터를 사용하여 초소수성패턴을 제작하는 초소수성 금속 표면 제작방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 한국 등록특허 제10-1997874호에 기재된 배경기술을 참조하면, 초소수성은 물체의 표면이 극히 젖기 어려운 표면의 물리적 특성을 말하는 것으로, 초소수성 표면은 자연계의 연잎(lotus leaf) 표면에서 최초로 발견되었으며, 연잎 표면의 구조 및 자가 세정(self-cleaning) 효과에 대해 보고되어 있다.

[0003] 연잎 표면의 물에 대한 접촉각은 160.40° 이며, 연잎의 표면은 마이크로 스케일의 기둥(bump)과 나노미터 스케일의 기둥(nanopillar)이 존재하며, 동시에 표면에 왁스와 비슷한 표면에너지가 낮은 화학물질이 분포하고 있어 초소수성이 유지되며, 이로 인해 먼지와 같은 입자들이 물방울에 흡수되어 자가 세정을 할 수 있는 것으로 보고되고 있다.

[0004] 이러한 초소수성 표면은 구조적인 특성과 화학적 특성이 적절하게 조합되었을 때 발현될 수 있는 성능으로, 표면에너지가 낮은 물질과 마이크로-나노 스케일의 이중구조로 이루어져 물방울과 표면의 접촉면적이 최소화되어야 한다.

[0005] 종래에는 독성 화합물(실란화, 불소화)을 사용하거나 부가적인 코팅 또는 복잡한 공정으로 금속의 표면이 초소수성 성질을 가지도록 제작하였으며, 독성 화합물을 사용함으로 인해 환경오염이 발생되고, 부가적인 코팅 공정이 추가됨으로 인해 비용이 증대되는 문제점이 발생하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1997874호(발명의 명칭 : 전환형 초소수성 필름 및 이의 제조방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로, 선택적 레이저 용융방식의 3D프린터로 제작한 초소수성패턴에 실리콘오일을 활용한 열처리공정을 더해 초소수성 성질을 가지도록 제작하는 초소수성 금속 표면 제작방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린터를 사용하여 초소수성패턴을 형성하는 단계; 상기 초소수성패턴 표면에 실리콘 오일을 도포하는 단계; 실리콘 오일을 도포한 상기 초소수성패턴을 열처리하는 단계; 및 열처리가 완료된 초소수성패턴 표면의 잔여 실리콘 오일을 세척하는 단계;를 포함하는 초소수성 금속 표면 제작방법을 제공한다.

[0009] 상기 초소수성패턴은, 서로 이격되어 있는 복수개의 원통 형상의 필러(Pillar)로 형성될 수 있다.

[0010] 상기 필러의 직경(D1)은, 10um 내지 500um로 형성될 수 있다.

[0011] 상기 필러와 다른 하나의 필러 사이 거리(D2)는, 10um 내지 400um로 형성될 수 있다.

[0012] 상기 필러의 배열구조는, 다각형 배열 구조를 가지는 것을 특징할 수 있다.

[0013] 상기 필러의 배열구조는, 팔각형상의 배열구조와 사각형상의 배열구조가 인접하게 배치되는 구조를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 초소수성패턴은, 서로 이격되어 형성된 복수개의 라인 형상의 돌출부를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 돌출부의 너비(W1)는, 10um 내지 500um로 형성될 수 있다.

[0016] 상기 돌출부와 다른 하나의 돌출부 사이 거리(D3)는, 10um 내지 500um로 형성될 수 있다.

[0017] 상기 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린터를 사용하여 초소수성패턴을 형성하는 단계는, 금속분말을 도포하고, 레이저로 금속분말을 선택적으로 녹이고 응고시킬 수 있다.

[0018] 상기 실리콘 오일을 도포한 상기 초소수성패턴을 열처리하는 단계의 열처리 온도는 50℃ 내지 300℃이며, 열처리 시간은 5분 이상 2시간 이하일 수 있다.

[0019] 상기 열처리가 완료된 부품의 잔여 실리콘 오일을 세척하는 단계는, IPA(Isopropyl alcohol) 및 초음파 세척방법을 이용하여 잔여 실리콘 오일을 제거하는 것을 특징할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법에 의하면, 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린팅를 이용하여 복잡한 형태의 곡면을 포함한 표면 전체에 초소수성을 부여할 수 있으며, 이를 통해 항력저감, 결빙 방지 등의 기능이 부여된 부품 제작이 가능하며, 또한, 부식 방지 및 자가 세척 기능을 띄는 부품 내부 채널 제작이 가능하다.

[0021] 또한, 종래 제조 기술은 독성 화학물(실란화, 불소화)을 사용하여 부가적인 코팅 또는 공정으로 초소수성표면을 제작하였으나, 본 발명은 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린팅를 이용하여 친환경적이면서 내구성이 높은 초소수성표면을 제작할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 초소수성 금속 표면 제작방법의 순서도이다.

도 2는 본 발명의 제1실시예에 의한 초소수성 금속 표면의 평면도이다.

도 3은 도 2의 A를 확대한 도면이다.

도 4는 본 발명의 제1실시예에 의한 실험 결과를 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 제1실시예에 의한 필러의 다양한 배열 구조를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 제2실시예에 의한 초소수성 금속 표면의 평면도이다.

도 7은 도 5의 B를 확대한 도면이다.

도 8은 본 발명의 제2실시예에 의한 실험 결과를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 초소수성 금속 표면 제작방법은 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린터를 사용하여 초소수성패턴을 형성하는 단계(S110)와, 초소수성패턴 표면에 실리콘 오일을 도포하는 단계(S120)와, 실리콘 오일을 도포한 초소수성패턴을 열처리하는 단계(S130)와, 열처리가 완료된 초소수성패턴 표면의 잔여 실리콘 오일을 세척하는 단계(S140)를 포함한다.

[0025] 상기 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린터를 사용하여 초소수성패턴을 형성하는 단계(S110)는, 금속분말(알루미늄, 철, 티타늄, 니켈 등)을 도포하고, 레이저로 금속분말을 선택적으로 녹이고 응고시켜 초소수성패턴(100)이 형성된다.

[0026] 상기 실리콘 오일을 도포한 초소수성패턴을 열처리하는 단계(S130)에서 열처리 온도는 50℃ 내지 300℃이며, 열처리 시간은 5분 이상 2시간 이하일 수 있다.

[0027] 상기 열처리가 완료된 부품의 잔여 실리콘 오일을 세척하는 단계(S140)는, IPA(Isopropyl alcohol) 및 초음파 세척방법을 이용하여 잔여 실리콘 오일을 제거한다.

[0028] 본 발명 초소수성 금속 표면 제작방법의 선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린터를 사용하여 초소수성패턴을 형성할 경우, 레이저를 이용하여 금속분말을 녹이고 서로 붙게 하여 미세 구조를 제작할 수 있으며, 레이저로 인해 금속분말이 녹았다가 빠른 시간에 굳어진 금속결정구조의 경우 결정구조가 작고 열역학적으로 불안정한 금속 원자결합 구조가 많은 곳에서 존재하여 실리콘 오일을 이용한 열처리를 통해 소수성 유기물이 잘 흡착되는 조건을 가지게 된다.

[0029] 이하부터는 도 2 내지 도 5를 참조하여, 본 발명의 제1실시예에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법 및 구성에 대해 설명하도록 한다.

[0030] 도 2를 참조하면, 상기 금속 표면(10)에 금속분말(알루미늄, 철, 티타늄, 니켈 등)을 도포하고, 레이저로 금속분말을 선택적으로 녹이고 응고시켜 초소수성패턴(100)이 형성된다. 상기 초소수성패턴(100)은, 서로 이격되어 있는 복수개의 원통 형상의 필러(Pillar)(110)로 형성된다.

[0031] 도 3을 참조하면, 도 2의 A를 확대한 도면이며, 복수개의 필러(110) 중 일부를 나타냈으며, 도 4를 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 의한 필러(110)의 직경(D1)과 필러(110)간의 사이 거리(D2)에 따라 접촉각(Contact angle)과 구름각(Sliding angle)을 표시한 실험 결과를 나타낸 그래프이다.

[0032] 도 4의 실험 결과에서 막대그래프는 접촉각을 의미하고, 선으로 표시한 값은 구름각을 의미하고 값이 없는 경우에는 금속표면에 물방울이 굴러가지 않음을 의미한다. 실험 결과는 필러(110)의 직경(D1)이 각각 200um, 300um, 400um일 때 필러(110)간의 사이 거리(D2)에 따라 접촉각과 구름각을 나타내고 있다.

[0033] 상기 필러(110)의 직경(D1)은 10um 내지 500um로 형성되는데, 상기 필러(110)의 직경(D1)이 10um보다 작게 제작하게 되면 레이저 빔의 크기와 사용되는 금속 분말의 크기에 의해 제작 공정이 어려우며, 필러(110)의 직경(D1)이 500um보다 크게 제작하게 되면, 초소수성을 나타내기가 어려울 수 있다.

[0034] 상기 필러(110)와 다른 하나의 필러(110) 사이 거리(D2)는, 10um 내지 400um로 형성되는데, 상기 필러(110)와 다른 하나의 필러(110) 사이 거리(D2)가 10um 같이 작은 거리를 부여하면 전체면적에서 물과 고체가 만나는 면적이 커지고 물과 기체가 만나는 면적은 작아져서 초소수성 효과를 제대로 보일 수 없게 된다.

[0035] 따라서 본 발명 제1실시예에 의한 복수개의 원통 형상의 필러(110)패턴에서는 방향에 관계없이 등방성의 초소수성표면이 형성되며, 필러(110)의 직경(D1)이 400um 이하, 필러(110)간의 사이 거리(D2)가 300um 이하일 때, 초소수성 특징이 두드러지게 나타났으며 이때, 구름각이 90° 이하에서 물방울이 이탈하였다. 또한, 필러(110)의 직경(D1)이 200um에서의 구름각은 필러(110)간의 사이 거리(D2)가 500um 일 때, 초소수성 특징이 두드러지게 나타났으며, 직경(D1)이 300um, 400um일때에는 구름각은 필러(110)간의 사이 거리(D2)가 200um 일 때, 초소수성

특징이 두드러지게 나타났다. 이는 주어진 필러 직경에서 필러간 거리가 커지면 커질수록 전체면적에서 물과 고체가 만나는 면적이 작아지고 물과 기체가 만나는 면적은 커져서 초소수성 효과를 제대로 나타낼 수 있지만, 너무 커지게 되면 물이 필러사이에 들어가 물과 고체가 만나는 면적이 커져서 초소수성 효과를 제대로 나타낼 수 없다. 이러한 초소수성 효과를 제대로 나타낼 수 있는 필러간의 사이거리는 필러 직경, 재료, 필러 배열 구조에 따라 달라질 수 있다.

[0036] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 의한 필러의 다양한 배열 구조를 나타낸다.

[0037] 상기 필러(110)의 배열구조는, (a)의 삼각형상의 배열구조(111), (b)의 사각형상의 배열구조(112), (c)의 육각형상의 배열구조(113) 및 (d)의 팔각형상의 배열구조(114)와 사각형상의 배열구조(112)가 인접하게 배치된 구조의 다양한 다각형 배열 구조를 가져서 초소수성패턴(100)을 형성하게 된다.

[0038] 이하부터는 도 6 내지 도 8을 참조하여, 본 발명의 제2실시예에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법 및 구성에 대해 설명하도록 한다.

[0039] 도 6을 참조하면, 상기 금속 표면(10)에 금속분말(알루미늄, 철, 티타늄, 니켈 등)을 도포하고, 레이저로 금속분말을 선택적으로 녹이고 응고시켜 초소수성패턴(100)이 형성된다. 상기 초소수성패턴(100)은, 서로 이격되어 형성된 복수개의 라인 형상의 돌출부(120)로 형성된다.

[0040] 도 7을 참조하면, 도 6의 B를 확대한 도면이며, 복수개의 돌출부(120) 중 일부를 나타냈으며, 도 8을 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 의한 돌출부(120)의 너비(W1)와 돌출부간의 사이 거리(D3)에 따라 접촉각(Contact angle)과 구름각(Sliding angle)을 표시한 실험 결과를 나타낸 그래프이다.

[0041] 도 8의 실험 결과에서 막대그래프는 접촉각을 의미하고, 선으로 표시한 값은 구름각을 의미하고 값이 없는 경우에는 금속표면에 물방울이 굴러가지 않음을 의미한다. 실험 결과 중 평행방향(Parallel Direction)은 라인 형상 돌출부(120)의 길이방향과 평행한 방향에서 접촉각과 구름각을 관찰한 결과를 의미하고, 수직방향(Perpendicular Direction)은 라인 형상 돌출부(120)의 길이방향과 수직인 방향에서 접촉각과 구름각을 관찰한 결과를 의미한다.

[0042] 도 8의 실험결과는, 라인 형상 돌출부(120)와 평행한 방향 또는 수직한 방향에 대하여 돌출부(120)의 너비(W1)가 각각 200um, 300um, 400um일 때 돌출부(120)간의 사이 거리(D3)에 따라 변화하는 접촉각과 구름각을 표시한다.

[0043] 도 8을 참조하면, 상기 돌출부(120)의 수평방향에서 구름각은 돌출부(120)의 너비(W1)가 각각 200um, 300um, 400um일 때 평행방향에서 구름각보다 작아 구름각에 대한 이방성을 보였다. 이는 라인 형상을 따라 물방울이 잘 굴러가고 라인 형상에 수직인 방향에서는 잘 굴러가지 않는 이방성을 가지는 초소수성 표면을 보여준다. 특히 돌출부(120)의 너비(W1)가 300um일 때 수평방향에서는 구름각이 나타났으나 평행방향에서는 구름각이 나타나지 않고 극명한 구름각 차이를 보여주었다.

부호의 설명

[0044] 10 : 금속 표면 100 : 초소수성패턴

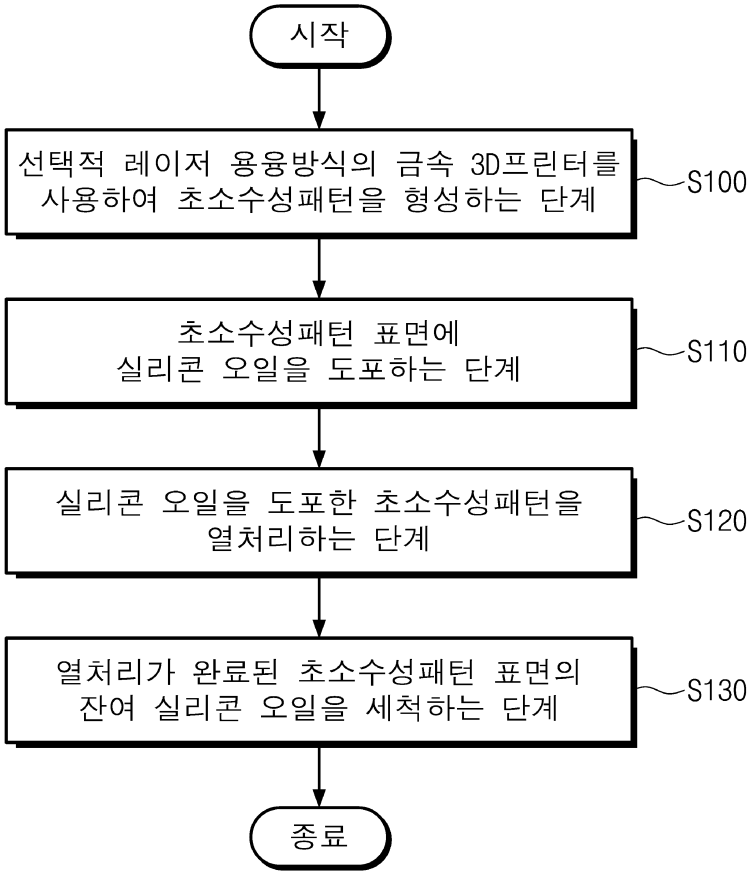
110 : 필러 111 : 삼각형상의 배열구조

112 : 사각형상의 배열구조 113 : 육각형상의 배열구조

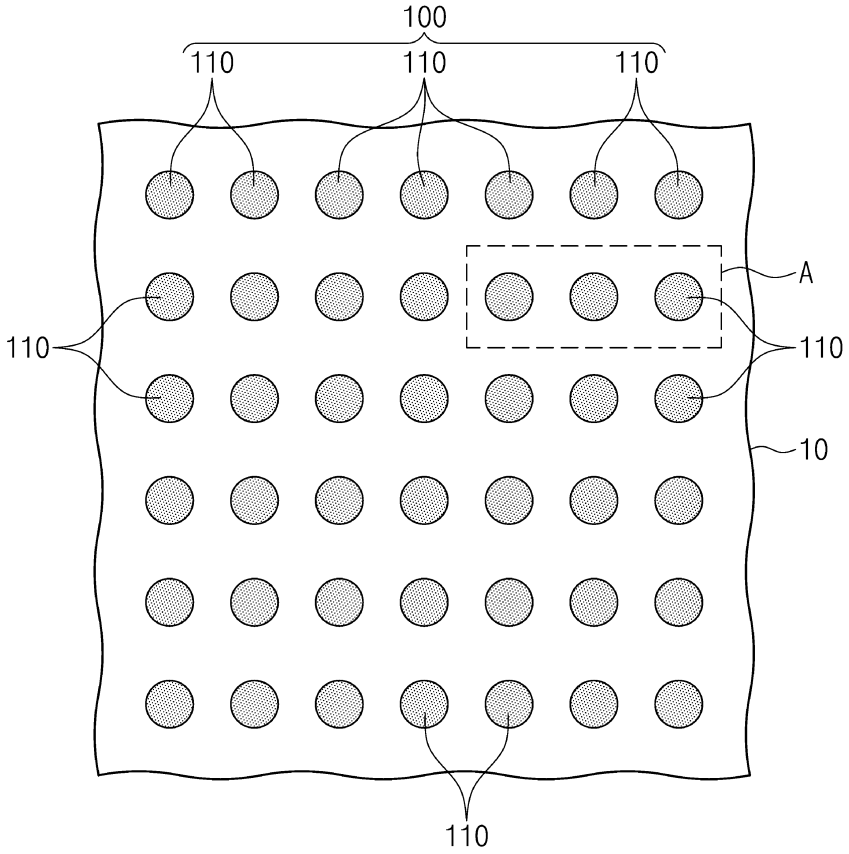
114 : 팔각형상의 배열구조 120 : 돌출부

도면

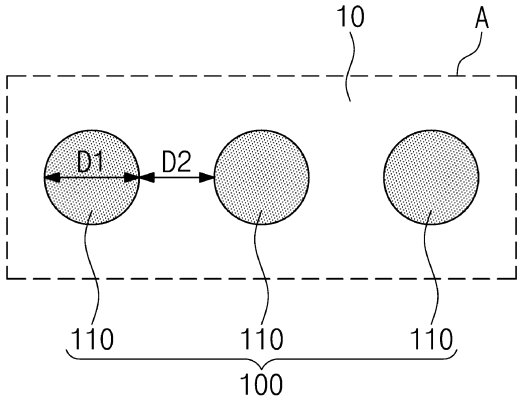
도면1


시작
선택적 레이저 용융방식의 금속 3D프린터를 사용하여 초소수성패턴을 형성하는 단계
S100
초소수성패턴 표면에 실리콘 오일을 도포하는 단계
S110
실리콘 오일을 도포한 초소수성패턴을 열처리하는 단계
S120
열처리가 완료된 초소수성패턴 표면의 잔여 실리콘 오일을 세척하는 단계
S130
종료

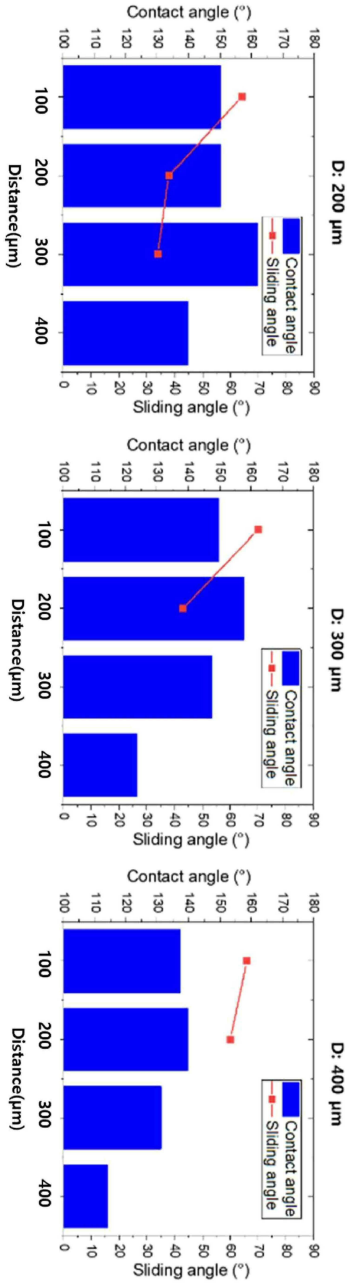
도면2



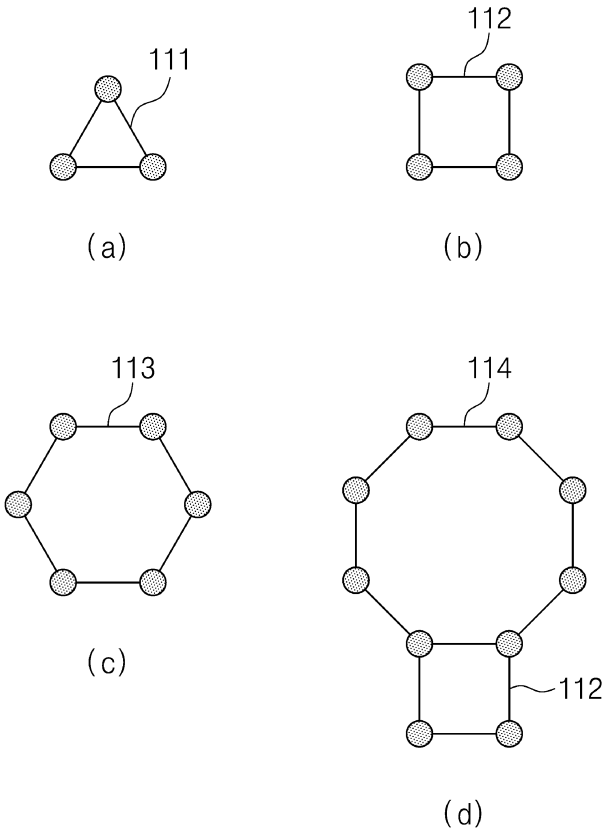
도면3



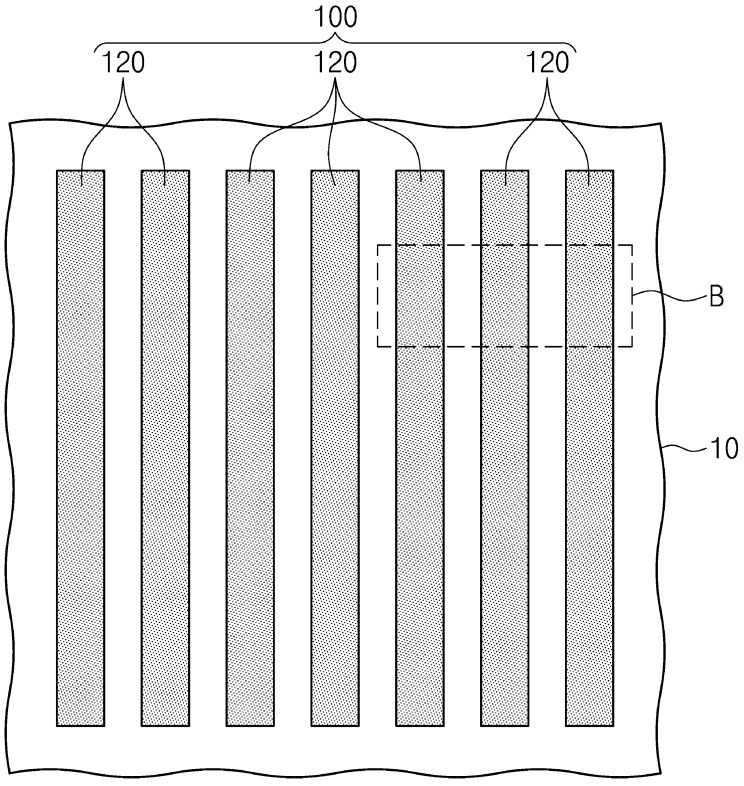
도면4


Contact angle (°)
Distance(μm)
Sliding angle (°)
Contact angle
Sliding angle
D: 200 μm
D: 300 μm
D: 400 μm

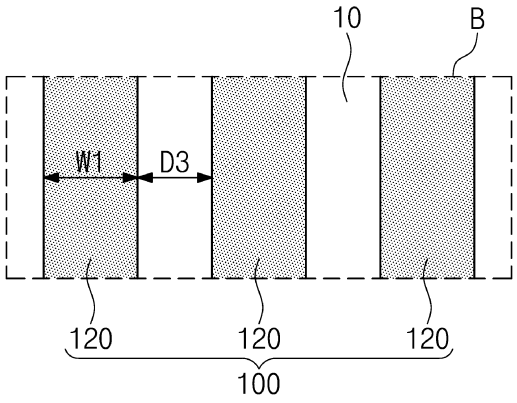
도면5



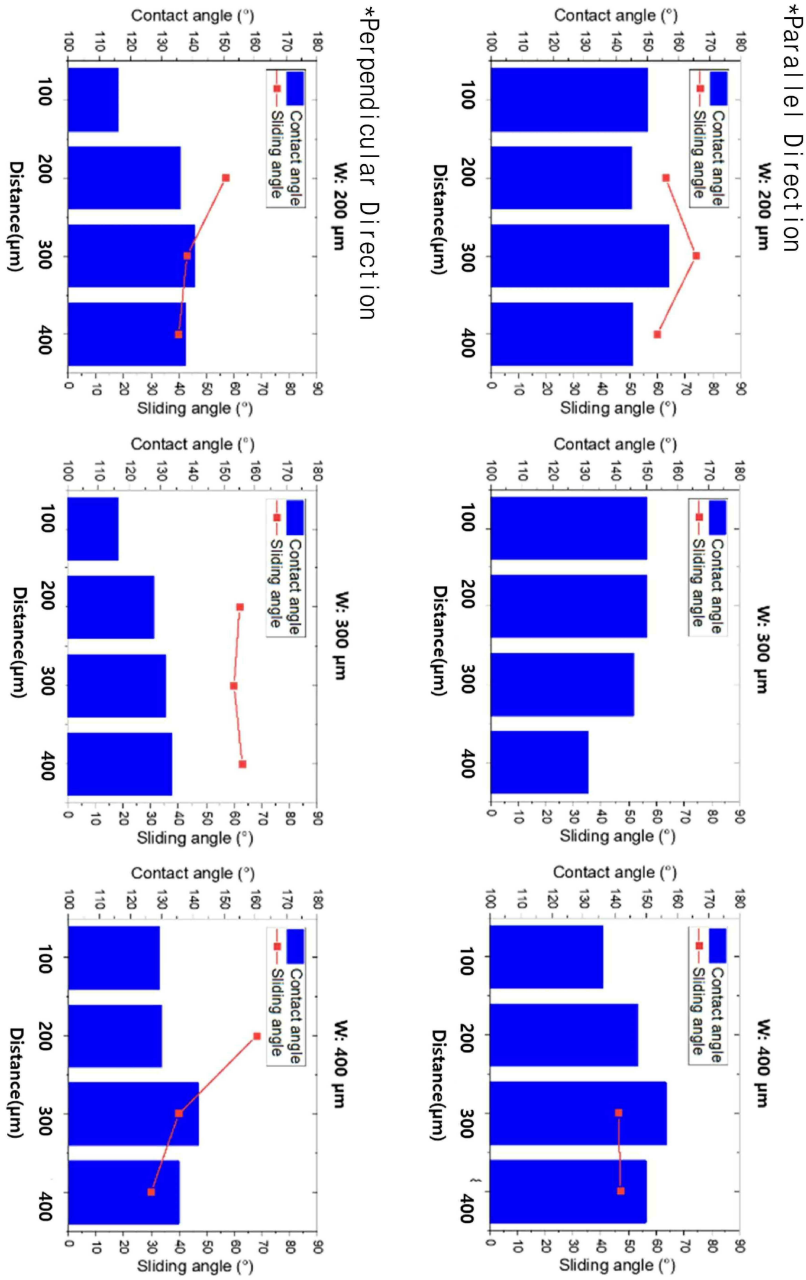
도면6



도면7


10
B
W1
D3
120
120
120
100

도면8


*Parallel Direction
*Perpendicular Direction
W: 200 μm
W: 300 μm
W: 400 μm
Contact angle (°)
Sliding angle (°)
Distance(μm)
Contact angle
Sliding angle