



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0165459
(43) 공개일자 2022년12월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B05D 5/08 (2006.01) B05D 7/14 (2006.01)
B05D 7/24 (2006.01) C23C 22/68 (2006.01)
C23C 22/73 (2006.01) C23C 22/82 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B05D 5/08 (2013.01)
B05D 7/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0074101
(22) 출원일자 2021년06월08일
심사청구일자 2021년06월08일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
천두만
부산광역시 해운대구 달맞이길 239-11, 106동 70
3호 (중동, 달맞이우성빌라트)
전옥양
울산광역시 남구 대학로 93, 2호관 104호
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 11 항

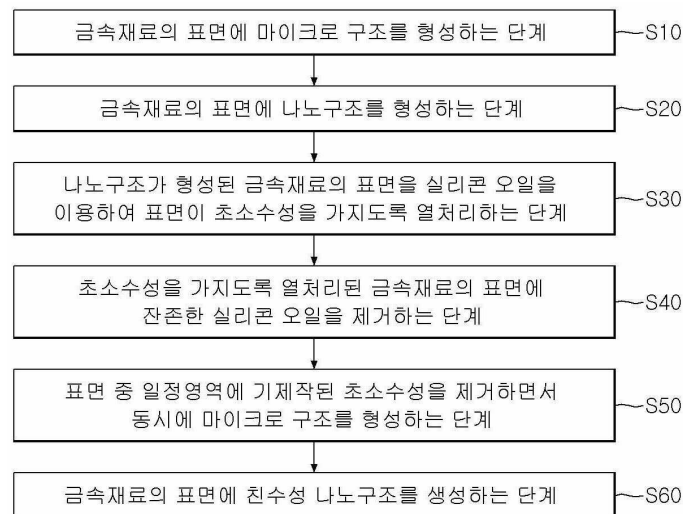
(54) 발명의 명칭 초소수성 금속 표면 제작방법

(57) 요약

본 발명은 금속재료의 표면에 마이크로 구조를 형성하는 전처리 단계; 상기 금속재료를 50℃ 이상의 물에 침지시켜 표면에 나노구조를 형성하는 단계; 및 상기 나노구조가 형성된 금속재료의 표면을 실리콘 오일을 이용하여 금속재료의 표면이 초소수성을 가지도록 열처리하는 단계를 포함하는 초소수성 금속 표면 제작방법을 제공한다.

따라서, 독성 화합물을 사용하지 않음으로 인해 친환경적이고, 전체적으로 초소수성 성질을 가지도록 제작된 금속 표면에 부분적으로 초친수성 성질을 부가할 수 있으며 화학물질 또는 나노입자 코팅 공정을 진행하지 않음으로 인해 제작비용을 절감시킬 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B05D 7/24 (2013.01)
C23C 22/68 (2013.01)
C23C 22/73 (2013.01)
C23C 22/82 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711129506
과제번호	2021R1A2C1008248
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	극도의 적심성 대비 표면을 위한 친환경 공정 개발 및 물 제어 응용
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

금속재료의 표면에 마이크로 구조를 형성하는 전처리 단계;

상기 금속재료를 50℃ 이상의 물에 침지시켜 표면에 나노구조를 형성하는 단계; 및

상기 나노구조가 형성된 금속재료의 표면을 실리콘 오일을 이용하여 금속재료의 표면이 초소수성을 가지도록 열처리하는 단계를 포함하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

초소수성을 가지도록 열처리된 상기 금속재료의 표면에 잔존한 실리콘 오일을 제거하는 단계와,

상기 금속재료의 표면 중 일정영역에 기제작된 초소수성을 제거하는 동시에 마이크로 구조를 형성하는 단계와,

상기 금속재료를 50℃ 이상의 물에 침지시켜 표면에 친수성 나노구조를 생성시키는 단계를 더 포함하여 상기 금속재료의 표면 중 일정영역에 초친수성 패턴을 제작하는 것을 특징으로 하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 금속재료는 알루미늄, 철, 티타늄, 구리, 주석 중 선택된 하나이거나 이들이 하나 이상 혼합된 것을 특징으로 하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 금속재료의 표면에 잔존하는 실리콘 오일을 제거하는 단계는, 초음파 세척방법을 이용하여 실리콘 오일을 제거하는 것을 특징으로 하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 금속재료의 표면에 나노구조 및 친수성 나노구조를 형성하는 단계에서 상기 금속재료는 50℃ 이상의 물에 5분 이상 침지되는 것을 특징으로 하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 금속재료를 열처리하는 단계에서 열처리 온도는 50℃ 내지 300℃이고, 열처리 시간은 5분 이상인 것을 특징으로 하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 금속재료의 표면에 마이크로 구조는 레이저 가공, 절삭가공, 연삭가공 중 어느 하나의 가공방법을 통하여 가공되는 것을 특징으로 하는 초소수성 금속 표면 제작방법.

청구항 8

청구항 1 또는 청구항 2의 초소수성 금속 표면 제작방법에 이용하여 제작된 초소수성 표면을 이용한 물 오일 분리망.

청구항 9

청구항 1 또는 청구항 2의 초소수성 금속 표면 제작방법에 이용하여 제작된 초소수성 표면을 이용한 부식방지 금속제품.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 2의 초소수성 금속 표면 제작방법에 이용하여 제작된 초소수성 표면 및 초친수성 표면을 이용한 수용액 액적 제어용 액적 배열기.

청구항 11

청구항 1 또는 청구항 2의 초소수성 금속 표면 제작방법에 이용하여 제작된 초소수성 표면 및 초친수성 표면을 이용한 오픈에어채널 형태의 마이크로플루이드스 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초소수성 금속 표면 제작방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 금속의 표면이 초소수성 성질을 가지도록 제작하는 초소수성 금속 표면 제작방법에 관한 것이다.

배경 기술

[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 사용함으로써 인해 환경오염이 발생되고, 부가적인 코팅 공정이 추가됨으로 인해 비용이 증대되는 문제점이 발생하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로, 독성 화합물을 사용하지 않음으로 인해 친환경적이며, 화학물질 또는 나노입자 코팅 공정을 진행하지 않음으로 비용을 절감시킬 수 있는 초소수성 금속 표면 제작 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 금속재료의 표면에 마이크로 구조를 형성하는 전처리 단계; 상기 금속재료를 50℃ 이상의 물에 침지시켜 표면에 나노구조를 형성하는 단계; 및 상기 나노구조가 형성된 금속재료의 표면을 실리콘 오일을 이용하여 금속재료의 표면이 초소수성을 가지도록 열처리하는 단계를 포함하는 초소수성 금속 표면 제작방법을 제공한다.

[0008] 본 발명에 따른 초소수성 금속 표면 제작 방법은 초소수성을 가지도록 열처리된 상기 금속재료의 표면에 잔존한 실리콘 오일을 제거하는 단계와, 상기 금속재료의 표면 중 일정영역에 기제작된 초소수성을 제거하는 동시에 마이크로 구조를 형성하는 단계와, 상기 금속재료를 50℃ 이상의 물에 침지시켜 표면에 친수성 나노구조를 생성시키는 단계를 더 포함하여 상기 금속재료의 표면 중 일정영역에 초친수성 패턴을 제작할 수 있다.

[0009] 본 발명에 따른 초소수성 금속 표면 제작 방법에 있어서, 상기 금속재료는 알루미늄, 철, 티타늄, 구리, 주석 중 선택된 하나이거나 이들이 하나 이상 혼합될 수 있다.

[0010] 상기 금속재료의 표면에 소수성 나노구조를 형성하는 단계에서 상기 금속재료는 50℃ 이상의 물에 5분 이상 침지될 수 있고, 상기 금속재료를 열처리하는 단계에서 열처리 온도는 50℃ 내지 300℃일 수 있고, 열처리 시간은 5분 이상일 수 있으며, 상기 금속재료의 표면에 마이크로 구조는 레이저 가공, 절삭가공, 연삭가공 중 어느 하나의 가공방법을 통하여 가공될 수 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법은 독성 화합물을 사용하지 않음으로 인해 친환경적이고, 전체적으로 초소수성 성질을 가지도록 제작된 금속 표면에 부분적으로 초친수성 성질을 부가할 수 있으며 화학물질 또는 나노입자 코팅 공정을 진행하지 않음으로 인해 제작비용을 절감시킬 수 있다.

[0012] 또한, 기존의 레이저 가공과 열처리 또는 레이저 가공과 실리콘 오일 열처리를 통한 방법보다 나노구조를 부가적으로 형성하고 소수성과 결합력이 우수한 실리콘 오일을 이용하여 우수한 내구성을 가지는 초소수성 표면을 만들수 있으며, 아울러 초소수성 표면 위에 초친수성 패턴을 형성할 수 있다는 차별성을 가진다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법의 순서를 도시한 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 초소수성 금속 표면 제작과정을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 표면에 마이크로 구조가 형성된 금속재료, 표면에 나노구조가 형성된 금속재료, 소수성 나노구조가 형성된 금속재료의 표면을 소수성으로 만들기 위한 실리콘 오일로 열처리한 금속재료, 초소수성 표면에 나노구조가 형성된 금속재료를 회절기를 이용하여 회절각에 따른 회절강도를 측정한 결과를 도시한 그래프이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법을 이용하여 제작된 초소수성 표면을 이용한 물 오일 분리망을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법에 이용하여 제작된 초소수성 표면 및 초친수성 표면을 이용한 수용액 액적 제어용 액적 배열기를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙

에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

- [0015] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법은 금속재료의 표면에 마이크로 구조를 형성하는 단계(S10)와, 금속재료의 표면에 나노구조를 형성하는 단계(S20)와, 나노구조가 형성된 금속재료의 표면을 소수성으로 만들기 위한 실리콘 오일을 이용하여 열처리하는 단계(S30)를 포함하며, 금속재료의 표면에 마이크로 구조, 나노구조 및 소수성 특성으로 초소수성 표면을 가지도록 열처리된 금속재료의 표면에 잔존한 실리콘 오일을 제거하는 단계(S40)와, 표면 중 일정영역에 기계작된 초소수성을 제거하는 동시에 마이크로 구조를 형성하는 단계(S50)와, 표면에 친수성 나노구조를 생성하여 초친수성 패턴을 형성하는 단계(S60)를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 도 1을 참조하면, 상기 금속재료의 표면에 마이크로 구조를 형성하는 단계(S10)는 금속재료(10)의 표면에 산화층을 제거하고 마이크로 구조(12)를 형성하는 전처리 과정이며, 상기 금속재료(10)로는 알루미늄, 철, 티타늄, 구리, 주석 중 선택된 하나가 사용되거나 알루미늄, 철, 티타늄, 구리, 주석 중 하나 이상이 혼합된 혼합물이 사용될 수 있으며, 상기의 금속 중 공정시간을 단축시킬 수 있는 알루미늄이 사용되는 것이 바람직하다.
- [0017] 상기 금속재료의 표면에 마이크로 구조를 가공하는 단계(S10)에서 상기 금속재료(10)의 표면에 마이크로 구조(12)를 가공 시 레이저 가공, 절삭가공, 연삭가공 중 어느 하나의 가공방법을 이용하여 상기 금속재료(10)의 표면을 가공하여 마이크로 구조(12)를 형성한다.
- [0018] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 금속재료의 표면에 마이크로 구조를 형성하는 단계(S10)를 거친 후 금속재료의 표면에 나노구조를 형성하는 단계(S20)를 수행한다. 상기 금속재료의 표면에 나노구조를 형성하는 단계(S20)는 표면에 마이크로 구조(12)가 형성된 금속재료(10)를 50℃ 이상의 물(W)에 5분 이상 침지시켜 상기 금속재료(10)의 표면에 나노구조(14)를 형성하는 단계이다.
- [0019] 상기 금속재료(10)의 표면에 나노구조(14)를 형성하는 단계(S20)에서는 표면에 마이크로 구조(12)가 형성된 금속재료(10)를 50도 이상의 물(W)에 5분 이상 침지시킴으로써 마이크로 구조(12)가 형성된 상기 금속재료(10)의 표면에 나노구조(14)가 자연적으로 균일하게 가공된다. 상기 금속재료(10)의 침지시간이 길어질수록 상기 금속재료(10)의 표면에 나노구조(14)가 보다 명확하게 가공되며, 상기 금속재료(10)의 표면에 나노구조(14)가 형성됨으로써 상기 금속재료(10)의 표면이 안정되지 않는 구조를 가지게 되어 후술되는 단계에서 용이하게 상기 금속재료(10)의 표면에 실리콘 오일이 결합된다.
- [0020] 상기 금속재료(10)의 표면에 나노구조(14)를 형성하는 단계(S20)를 거친 후 나노구조가 형성된 금속재료의 표면을 실리콘 오일(20)을 이용하여 금속재료의 표면이 초소수성을 가지도록 열처리하는 단계(S30)를 수행하게 된다. 상기 나노구조가 형성된 금속재료의 표면을 실리콘 오일(20)을 이용하여 금속재료의 표면이 초소수성을 가지도록 열처리하는 단계(S30)에서는 표면에 나노구조(14)가 형성된 금속재료(10)를 50℃ 내지 300℃의 실리콘 오일(20)에 침지시켜 상기 금속재료(10)의 표면을 열처리하여 실리콘 오일(20)의 입자를 상기 금속재료(10)의 표면에 결합시킨다. 상기 나노구조(14)가 표면에 형성된 금속재료(10)를 상기 실리콘 오일(20)에 5분 이상 침지시키는 것이 바람직하며, 상기 금속재료(10)를 상기 실리콘 오일에 침지시키는 시간이 증가할수록 열처리 효과 및 실리콘 오일(20)의 흡착율을 증대시킬 수 있게 된다. 상기 실리콘 오일(20)의 결합 또는 흡착으로 인해 상기 나노구조(14)의 성질이 소수성이 되고 이를 통하여 마이크로구조, 나노구조, 소수성 표면의 특성이 결합된 초소수성 표면을 형성한다.
- [0021] 상기 나노구조가 형성된 금속재료의 표면을 실리콘 오일을 이용하여 금속재료의 표면이 초소수성을 가지도록 열처리하는 단계(S30)를 거친 후 표면이 열처리된 금속재료의 표면에 잔존한 실리콘 오일을 제거하는 단계(S40)를 수행한다. 상기 금속재료(10)의 표면에 잔존하는 실리콘 오일을 제거하는 단계(S40)에서는 세척액(30)을 통한 초음파 세척방법을 이용하여 금속재료(10)의 표면에서 실리콘 오일(20)을 제거하는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니며 부직포 등을 이용하여 금속재료(10)의 표면에서 실리콘 오일(20)을 제거할 수 있다. 상기 금속재료(10)의 표면에 잔존하는 실리콘 오일(20)을 제거함으로써 부가적으로 초친수성 표면을 형성하는데 용이하다.
- [0022] 상기 금속재료의 표면에 잔존한 실리콘 오일을 제거하는 단계(S40)를 거친 후 금속재료의 표면 중 일정영역에 마이크로 구조를 형성하는 단계(S50)를 수행하게 된다.
- [0023] 상기 금속재료의 표면 중 일정영역에 마이크로 구조를 형성하는 단계(S50)는 초소수성 성질을 가지는 상기 금속재료(10)의 표면에서 일정영역의 초소수성 성질을 제거하는 단계이며, 상기 금속재료(10)의 일정영역에 마이크로 구조(16)를 가공함으로써 기계작된 초소수성 성질을 제거하게 된다.

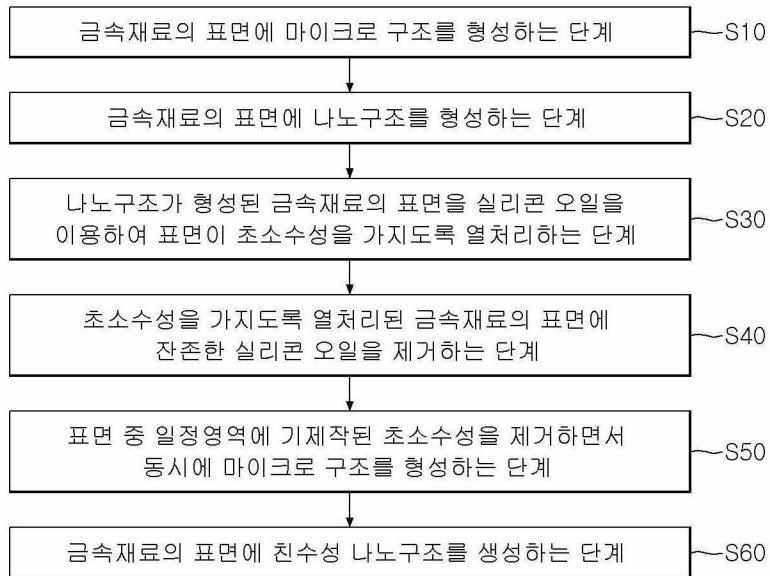
- [0024] 상기 금속재료(10)의 일정영역에 마이크로 구조(16)를 형성하는 단계(S50)에서는 레이저 가공, 절삭가공, 연삭가공 중 어느 하나의 가공방법을 이용하여 상기 금속재료(10)의 표면을 가공하여 마이크로 구조(16)를 형성하는 것이 바람직하다.
- [0025] 상기 금속재료의 표면에 마이크로 구조를 형성하는 단계(S50)를 거친 후 금속재료의 표면에 친수성 나노구조를 형성하는 단계(S60)를 수행한다. 상기 금속재료의 표면에 친수성 나노구조를 형성하는 단계(S60)는 표면에 마이크로 구조(16)가 형성된 금속재료(10)를 50℃ 이상의 물(W)에 5분 이상 침지시켜 상기 금속재료(10)의 표면에 친수성 나노구조(18)를 형성하는 단계이다.
- [0026] 상기 금속재료(10)의 표면에 친수성 나노구조(18)를 형성하는 단계(S60)에서는 표면에 마이크로 구조(16)가 형성된 금속재료(10)를 50℃ 이상의 물(W)에 5분 이상 침지시킴으로써 마이크로 구조(16)가 형성된 상기 금속재료(10)의 표면에 친수성 나노구조(18)가 자연적으로 균일하게 가공되어 상기 금속재료(10)의 표면이 초친수성 성질을 가지게 된다.
- [0027] 도 3에는, 표면에 마이크로 구조(12)가 형성된 금속재료, 표면에 나노구조(14)가 형성된 금속재료, 나노구조(14)가 형성된 금속재료의 표면을 실리콘 오일로 열처리한 금속재료, 표면에 친수성 나노구조(18)가 형성된 금속재료를 회절기를 이용하여 회절각에 따른 회절강도를 측정한 결과의 그래프가 도시되어 있다. 상기 금속재료(10)로는 알루미늄(Al), 수산화알루미늄($Al(OH)_3$), 산화알루미늄(Al_2O_3)을 사용하였으며, 상기 마이크로 구조를 형성하는 과정에서 산화알루미늄(Al_2O_3)이 생성되었고, 상기 나노구조를 형성하는 과정에서 수산화알루미늄($Al(OH)_3$)이 생성되었다.
- [0028] 본 발명의 실시 예에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법을 이용하여 제작된 초소수성 표면을 이용한 물 오일 분리망과, 초소수성 표면 및 초친수성 표면을 이용한 수용액 액적 제어용 액적 배열기가 각각 도 4와 도 5에 도시되어 있으며, 도시된 물 오일 분리망과 수용액 액적 제어용 액적 배열기에는 적용되는 것이 아니라 부식방지 금속제품, 오픈에어채널 형태의 마이크로플루이딕스 제품에도 본 발명의 실시 예에 따른 초소수성 금속 표면 제작방법이 적용될 수 있다.
- [0029] 따라서, 독성 화합물을 사용하지 않음으로 인해 친환경적이고, 전체적으로 초소수성 성질을 가지도록 제작된 금속 표면에 부분적으로 초친수성 성질을 부가할 수 있으며 화학물질 또는 나노입자 코팅 공정을 진행하지 않음으로 인해 제작비용을 절감시킬 수 있다.
- [0030] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

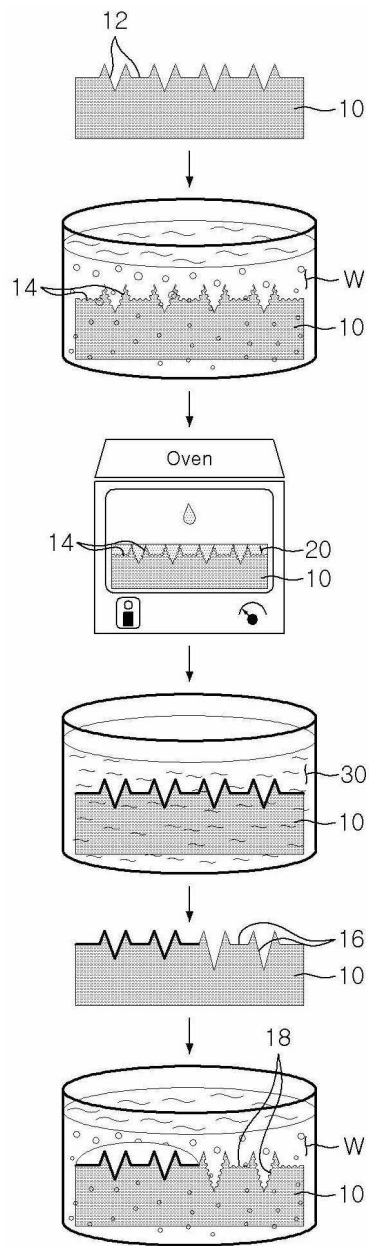
- [0031] 10 : 금속재료 12 : 마이크로 구조
14 : 나노구조 16 : 마이크로 구조
18 : 친수성 나노구조 20 : 실리콘 오일
30 : 세척액

도면

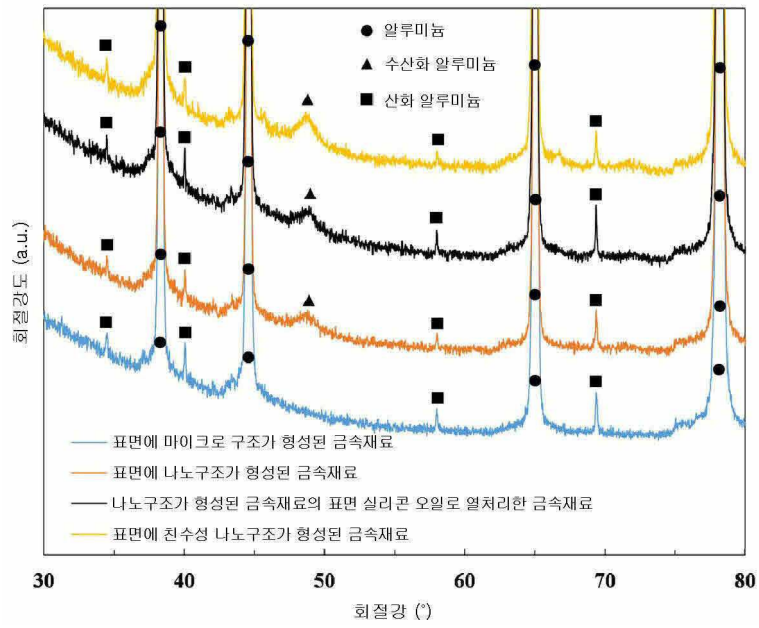
도면1



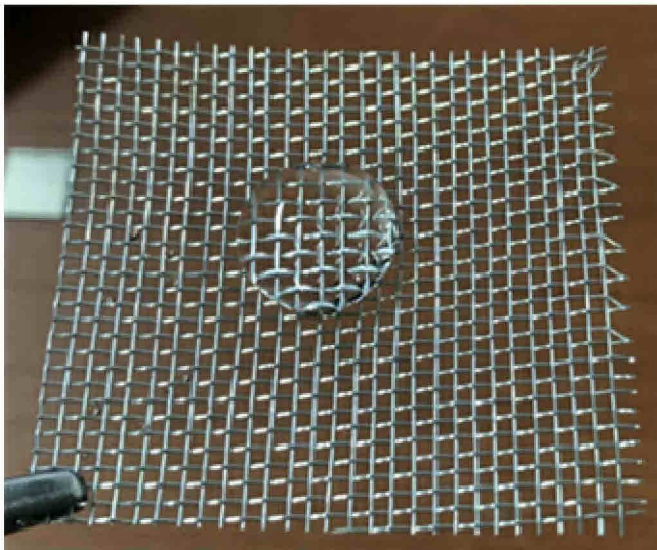
도면2



도면3



도면4



도면5

