(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월01일
(11) 등록번호 10-2308050
(24) 등록일자 2021년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 26/359 (2014.01) *B23K 26/352* (2014.01)
B23K 26/70 (2014.01) *C21D 9/00* (2014.01)
(52) CPC특허분류
B23K 26/359 (2018.08)
B23K 26/355 (2018.08)
(21) 출원번호 10-2020-0044143
(22) 출원일자 2020년04월10일
심사청구일자 2020년04월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR101666193 B1*
KR1020200022185 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
천두만
부산광역시 해운대구 달맞이길 239-11, 106동 703호 (중동, 달맞이우성빌라트)
전옥양
울산광역시 남구 대학로 93, 2호관 104호
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 임성수

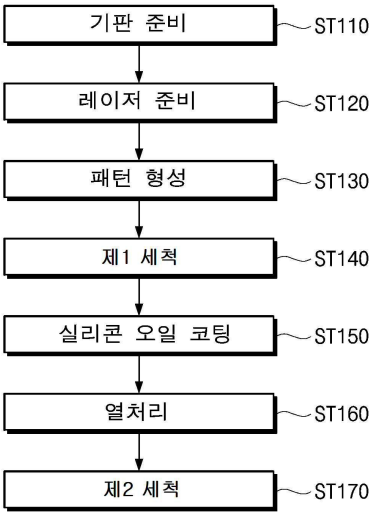
(54) 발명의 명칭 **초소수성 표면 제작 방법 및 이를 이용한 초소수성 기판 수리 방법**

(57) 요 약

본 발명은, 기판을 준비하는 단계; 레이저를 준비하는 단계; 상기 레이저를 상기 기판에 조사하여 상기 기판 표면에 패턴을 형성하는 단계; 표면에 상기 패턴이 형성된 상기 기판에 실리콘 오일을 코팅하는 단계; 및 상기 실리콘 오일이 코팅된 상기 기판을 열처리하는 단계를 포함하는 초소수성 표면 제작 방법을 제공한다.

본 발명은, 레이저 조사에 의해 표면에 패턴이 형성된 기판에 대하여 실리콘 오일 코팅과 열처리를 수행하여 초소수성 표면이 형성되도록 함으로써, 초소수성 표면 형성에 필요한 시간이 감소되도록 한다. 또한, 본 발명은 초소수성 표면이 손상되었을 때, 초소수성 표면 형성을 위한 실리콘 오일 코팅과 열처리를 적용함으로써 초소수성 표면이 원래의 상태가 되도록 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B23K 26/70 (2015.10)
C21D 9/0006 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711089959
과제번호 2018R1A2B6004012
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 중견연구자지원사업
연구과제명 레이저 가공 기반의 내구성을 가지는 초소수성 금속 및 세라믹 표면 제작을 위한 하이브리드 공정 개발 및 응용
기 여 율 1/1
과제수행기관명 울산대학교 산학협력단
연구기간 2020.03.01 ~ 2021.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판을 준비하는 단계;

레이저를 준비하는 단계;

상기 레이저를 상기 기판에 조사하여 상기 기판 표면에 패턴을 형성하는 단계;

표면에 상기 패턴이 형성된 상기 기판에 실리콘 오일을 코팅하는 단계; 및

상기 실리콘 오일이 코팅된 상기 기판에 대하여 상기 실리콘 오일의 발화온도보다 낮은 50 내지 250℃ 의 온도에서 열처리하는 단계를 포함하는 초소수성 표면 제작 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기판은,

알루미늄, 구리, 티타늄, 스테인리스강, 세라믹-유리, 사파이어 및 이산화티탄을 포함하는 초소수성 표면 제작 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 패턴의 스텝 사이즈는 100 내지 400 ㎛이고,

상기 레이저의 스캔 속도는, 5 내지 10㎜/s 인 초소수성 표면 제작 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 패턴의 스텝 사이즈는 100 내지 200 ㎛이고,

상기 레이저의 스캔 속도는, 50㎜/s 이하인 초소수성 표면 제작 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 패턴의 스텝 사이즈는 100㎛이하이고,

상기 레이저의 스캔 속도는, 100㎜/s 이하인 초소수성 표면 제작 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 기판에 코팅되는 상기 실리콘 오일의 농도는 0.1 내지 100 부피 % 인 초소수성 표면 제작 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 열처리는,

5분 내지 10분 동안 수행되는 초소수성 표면 제작 방법.

청구항 8

청구항 1 내지 7 중 어느 한 항의 초소수성 표면제작 방법에 의하여 제조된 초소수성 표면을 가지는 초소수성 기판의 수리방법에 있어서,

상기 초소수성 표면 중 손상된 부위의 표면에 상기 실리콘 오일을 코팅하는 단계와,

상기 실리콘 오일이 코팅된 상기 초소수성 표면에 대하여 상기 실리콘 오일의 발화온도보다 낮은 온도로 열처리하는 단계를 수행하여 상기 초소수성 표면을 수리하는 초소수성 기판의 수리 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초소수성 표면 제작 방법 및 이를 이용한 초소수성 기판 수리 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기판상에 초소수성을 갖는 표면을 용이하게 제작할 수 있고, 기판 표면의 초소수성이 훼손되면 이를 복구할 수 있는 초소수성 표면 제작 방법 및 이를 이용한 초소수성 기판 수리 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 물방울과의 접촉각이 150° 이상이고, 10° 이하의 슬라이딩각을 갖는 표면을 초소수성 표면이라 부른다. 이들 표면은 실제 고체 표면과 물이 접촉하는 면적이 매우 작기 때문에, 극도의 발수성 특성과 매우 낮은 접촉각 이력(contact angle hysteresis)을 갖는다. 이런 성질들을 이용하여 다양한 응용에 대한 연구들이 진행되어왔다.

[0003] 초소수성 표면을 제작하기 위한 여러 가지 기법들이 있어왔다.

[0004] 먼저 레이저를 이용하여 표면에 초소수성 패턴을 형성하는 방법을 예시할 수 있다. 펄스 레이저를 통해 초소수성을 제작하는 방법은 다음과 같이 크게 2가지가 있다.

[0005] ① 레이저를 이용하여 기판 표면을 가공한 후 독성 화학물질을 코팅하는 방법과 ② 레이저를 이용하여 기판 표면을 가공한 후 상온/열처리/진공 처리를 하는 방법 등이 있다.

[0006] 레이저 가공 후, 화학물질을 코팅하는 방법은 친환경적이지 않고 코팅 후 세척, 건조 등에 오랜 제작 시간을 필요로 하는 문제점이 있다.

[0007] 그리고, 레이저 가공 후, 상온/열처리/진공 처리를 하는 방법은 다음과 같은 문제점이 있다.

[0008] 즉, 상온 처리와 열처리는 수 시간 내지 수일의 시간을 필요로 하는 문제점이 있다. 또한, 진공 처리를 하는 경우 상대적으로 짧은 시간이 걸리나 진공 특성상 장비의 사용과 진공을 잡는 공정에 에너지가 많이 소모되어 경제적이지 않은 문제점이 있다.

[0009] 한편, 소정의 처리 과정을 거쳐 완성된 초소수성 표면은 사용자에 의한 사용 중, 마모 및 표면 손상 등에 의해 초소수성이 감소되므로, 이를 수리할 필요가 있다.

[0010] 본 발명에 대한 선행기술로는 등록특허 10-1449589호를 예시할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 레이저 조사에 의해 표면에 패턴이 형성된 기판에 대하여 실리콘 오일 코팅과 열처리를 수행하여 초소수성 표면이 형성되도록 하는 초소수성 표면 제작 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 일정 시간 이상 사용되어 초소수성이 감소된 기판에 적용함으로써 초소수성의 수리가 가능한 초소수성 기판 수리 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 기판을 준비하는 단계; 레이저를 준비하는 단계; 상기 레이저를 상기 기판에 조사하여 상기 기판 표면에 패턴을 형성하는 단계; 표면에 상기 패턴이 형성된 상기 기판에 실리콘 오일

을 코팅하는 단계; 및 상기 실리콘 오일이 코팅된 상기 기판을 열처리하는 단계를 포함하는 초소수성 표면 제작 방법을 제공한다.

[0014] 상기 기판은, 알루미늄, 구리, 티타늄, 스테인리스강, 세라믹-유리, 사파이어 및 이산화티탄을 포함할 수 있다.

[0015] 상기 패턴의 스텝 사이즈는 100 내지 400 ㎛이고, 상기 레이저의 스캔 속도는, 5 내지 10㎜/s일 수 있다.

[0016] 상기 패턴의 스텝 사이즈는 100 내지 200 ㎛이고, 상기 레이저의 스캔 속도는, 50㎜/s 이하일 수 있다.

[0017] 상기 패턴의 스텝 사이즈는 100㎛이하이고, 상기 레이저의 스캔 속도는, 100㎜/s 이하일 수 있다.

[0018] 상기 기판에 코팅되는 상기 실리콘 오일의 농도는 0.1 내지 100 부피 % 일 수 있다.

[0019] 상기 열처리는, 50 내지 250℃ 의 온도에서 5분 내지 10분 동안 수행될 수 있다.

[0020] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 청구항 1 내지 7 중 어느 한 항의 초소수성 표면제작 방법에 의하여 제조된 초소수성 표면을 가지는 초소수성 기판의 수리방법에 있어서, 상기 초소수성 표면 중 손상된 부위의 표면에 상기 실리콘 오일을 코팅하는 단계와 상기 초소수성 표면을 열처리하는 단계를 수행하여 상기 초소수성 표면을 수리하는 초소수성 기판의 수리 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0021] 상기와 같은 본 발명은, 레이저 조사에 의해 표면에 패턴이 형성된 기판에 대하여 실리콘 오일 코팅과 열처리를 수행하여 초소수성 표면이 형성되도록 함으로써, 열처리만을 이용하여 초소수성 표면을 형성하는 종래의 기술에 비교하여 초소수성 표면 형성에 필요한 시간과 에너지가 감소되는 효과를 갖는다.

[0022] 또한, 본 발명은 초소수성 표면이 손상되었을 때, 초소수성 표면 형성을 위한 실리콘 오일 코팅과 열처리를 적용함으로써 초소수성 표면이 원래의 상태가 되도록 하는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명에 따른 초소수성 표면 제작 방법의 구성을 나타내는 흐름도이다.

도 2는 본 발명에서 사용하는 레이저 발생기의 구성을 나타내는 도면이다.

도 3은 기판 상에 형성된 초소수성 패턴의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 4는 열처리가 수행된 기판의 접촉각과 슬라이딩 각도를 나타내는 도면이다.

도 5는 실리콘 오일의 공급과 열처리 여부에 따른 접촉각을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 접착테이프의 접착 및 박리 회수에 따른 기판 표면의 접촉각과 슬라이딩각을 나타내는 그래프이다.

도 7은 기판의 완성 직후와 3개월 이후에 측정한 기판의 접촉각과 슬라이딩각을 나타내는 그래프이다.

도 8은 기판의 재질에 따른 접촉각과 슬라이딩각을 나타내는 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0025] 도 1은 본 발명에 따른 초소수성 표면 제작 방법의 구성을 나타내는 흐름도이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 초소수성 표면 제작 방법은 기판을 준비하는 단계(ST110), 레이저를 준비하는 단계(ST120), 패턴을 형성하는 단계(ST130), 실리콘 오일을 코팅하는 단계(ST150), 열처리를 수행하는 단계(ST160)를 포함한다. 또한, 본 발명에 따른 초소수성 표면 제작 방법은 제1 세척 단계(ST140)와 제2 세척 단계(ST170)를 더 포함한다.

[0027] 기판을 준비하는 단계(ST110)는 패턴이 형성되는 대상물인 기판을 준비하는 단계이다. 본 실시예에서는 1 ㎜ 두께를 갖고, 5x5㎟ 의 크기를 갖는 AISI 304 스테인리스 강판(스테인리스 강 304, iNexus, Inc., 한국)을 기판으로 준비한다. 다만, 준비되는 기판의 크기는 사용자의 필요에 따라 다양하게 설정될 수 있다.

[0028] 또한, 본 실시예에서는 스테인리스강을 기판으로 사용하고 있으나, 이외에도 알루미늄, 구리, 티타늄, 세라믹-유리, 사파이어, 이산화티탄을 기판으로 사용할 수 있다.

[0029] 레이저를 준비하는 단계(ST120)는 준비된 기판에 대하여 패턴을 형성하는 레이저 발생기를 준비하는 단계이다.

[0030] 도 2는 본 발명에서 사용하는 레이저 발생기의 구성을 나타내는 도면이다.

[0031] 도 2를 참조하면, 본 발명에서 사용하는 레이저 발생기(10)는 레이저 발생 제어 신호를 출력하는 제어부(11), 제어부(11)의 제어 신호에 따라 동작하며 레이저를 출력하는 레이저 소스(12), 레이저 소스(12)에서 출력되는 레이저를 필요로 하는 방향으로 전환시키는 제1 내지 제3 경로 전환 미러(13a, 13b, 13c), 어테뉴에이터(attenuator)(14), 광 확산기(15), 소정의 마운트(2) 상에 배치된 기판(1)에 대하여 소정의 속도로 필요로 하는 패턴으로 레이저가 조사되도록 하는 스캔 시스템(16)을 포함할 수 있다.

[0032] 도 2에 도시된 레이저 발생기(10)는 널리 알려진 공지의 기술이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0033] 본 실시예에서, 레이저 발생기(10)는 Nd:YAG 355 nm UV 펄스 레이저를 발생시키고, 기판(1) 상에 소정의 속도로 스캔하며 레이저를 조사할 수 있다.

[0034] 패턴을 형성하는 단계(ST130)는 레이저를 준비하는 단계(ST120)에서 준비된 레이저 발생기(10)에서 출력되는 레이저를 기판(1) 상에 조사하여, 기판(1) 상에 패턴을 형성하는 단계이다.

[0035] 도 3은 기판 상에 형성된 패턴의 일 예를 나타내는 도면이다.

[0036] 도 3을 참조하면, 기판(1) 상에는 소정의 스텝 사이즈(S)를 갖는 그리드(grid) 형태의 초소수성 패턴이 형성됨을 알 수 있다. 도면 상에는 각 변의 길이가 동일한 정사각형 형태의 초소수성 패턴이 형성되어 있으나, 사용자의 필요에 따라 패턴의 형태는 원형, 별모양, 하트 모양 등 다양한 패턴을 형성할 수 있다.

[0037] 레이저 발생기(10)에서 발생되는 레이저의 사양, 레이저 스캔 속도 및 기판 상에 형성되는 패턴의 스텝 사이즈는 다음의 [표 1]에 기재된 바와 같다.

표 1

[0038]

레이저 출력(W)	2
레이저 펄스 주파수(kHz)	20
레이저 펄스 주기(ns)	20
레이저 스캔 속도(mm/s)	5, 10, 50, 100, 500
패턴의 스텝 사이즈(㎛)	100, 200, 300, 400

[0039] [표 1]에 기재된 바와 같이, 사용자는 레이저의 스캔 속도와 스텝 사이즈를 다양하게 변화시키며, 기판 상에 패턴을 형성한다.

[0040] 또한, 기판 상에 형성되는 패턴 각각에 대하여 4개씩의 샘플을 제작하여 다양한 테스트 작업을 진행하는 것이 바람직하지만, 샘플의 제작 개수는 사용자의 필요에 따라 증감될 수 있다.

표 2

[0041]

Step size / Scan speed	100 μm	200 μm	300 μm	400 μm
5 mm/s	CA: 173.0° SA: 3.4°	CA: 173.6° SA: 3.8°	CA: 173.7° SA: 4.1°	CA: 173.3° SA: 4.1°
	102.2s	52.1s	36.1s	28.1s
10 mm/s	CA: 173.8° SA: 2.8°	CA: 172.9° SA: 3.1°	CA: 172.6° SA: 2.6°	CA: 172.6° SA: 3.0°
	51.2s	26.1s	18.1s	14.1s
50 mm/s	CA: 173.2° SA: 4.2°	CA: 172.8° SA: 6.7°	CA: 162.0° SA: 59.4°	CA: 155.3° SA: 74.2°
	10.4s	5.3s	3.7s	2.9s
100 mm/s	CA: 169.1° SA: 8.4°	CA: 159.8° SA: 52.6°	CA: 157.2° SA: 73.5°	CA: 148.8° SA: No
	5.3s	2.7s	1.9s	1.5s

500 mm/s	CA: 153.8° SA: No	CA: 141.1° SA: No	CA: 138.1° SA: No	CA: 138.5° SA: No
	1.2s	0.6s	0.5s	0.4s

[0042] [표 2]에는 형성되는 패턴의 스텝 사이즈와 레이저 스캔 속도에 따라 형성되는 패턴의 접촉각(Contact Angle; CA)과 슬라이딩각(Sliding Angle; SA)의 값이 기재되어 있다. 접촉각과 슬라이딩각의 하부에 기재된 수치는 패턴 형성에 소요된 시간을 나타낸다.

[0043] [표 2]를 참조하면, 소정의 스텝 사이즈를 갖는 패턴 형성 시, 레이저 스캔 속도가 일정 이하이면 패턴이 형성된 기판이 초소수성을 갖게 됨을 알 수 있다.

[0044] 따라서, 사용자는 스텝 사이즈를 100 내지 400 ㎛ 로 설정하는 경우, 스캔 속도를 5 내지 10mm/s 로 유지하면 접촉각은 170도 이상이고, 슬라이딩각은 10도 이하로, 기판이 초소수성을 갖도록 할 수 있다. 또한, 사용자는 스텝 사이즈를 100 내지 200 ㎛ 로 설정하고, 스캔 속도를 50 mm/s 이하로 유지하면 접촉각은 170도 이상이고, 슬라이딩각은 10도 이하로, 기판이 초소수성을 갖도록 할 수 있다. 또한, 사용자는 스텝 사이즈를 100 ㎛ 이하로 설정하고, 스캔 속도를 100 mm/s 이하로 유지하면 접촉각은 160도 이상이고, 슬라이딩각은 10도 이하로, 기판이 초소수성을 갖도록 할 수 있다.

[0045] 상기와 같이 사용자는 필요로 하는 초소수성과 초소수성 표면의 제작 속도 등을 고려하여 스텝 사이즈와 스캔 속도를 적절히 설정할 수 있다.

[0046] 제1 세척 단계(ST140)는 패턴이 형성된 기판에 대하여 99.5% 이상의 순도를 갖는 이소프로필알코올(IPA)을 기판(1)으로 공급하여 기판(1)을 소정 시간 동안 세척하는 단계이다. 여기서, 제1 세척 단계(ST140)에서는 이소프로필알코올(IPA)에 기판(1)이 잠긴 상태에서 약 3분 동안 유지하며 수행될 수 있다. 제1 세척 단계(ST140)의 수행에 필요한 소정 시간이 경과되면, 기판(1)을 대기 중에서 건조시킨다.

[0047] 실리콘 오일을 코팅하는 단계(ST150)는 초소수성 패턴이 형성된 기판(1)의 표면에 실리콘 오일을 코팅하는 단계이다. 기판을 실리콘 오일에 함침하는 방법, 기판에 실리콘 오일을 도장하는 방법, 실리콘 오일을 도포하는 방법이 사용될 수 있다.

[0048] 사용자는 소정 농도의 실리콘 오일(KF-96, Shin-Etsu Chemical Co., Ltd., Japan) 또는 이소프로필알코올과 소정 농도의 실리콘 오일을 기판으로 공급하여 기판(1) 표면에 실리콘 오일이 코팅되도록 한다.

[0049] 여기서, 사용자는 공급되는 실리콘 오일의 농도를 다음의 [표 3]에 기재된 바와 같이 다양하게 변화시키며 기판에 형성된 패턴의 접촉각과 슬라이딩각을 살펴보도록 한다.

표 3

[0050]

	IPA+ 0.05 vol% silicone oil	IPA+ 0.1 vol% silicone oil	IPA+ 0.2 vol% silicone oil	IPA+ 0.5 vol% silicone oil	Pure silicone oil
CA	Not uniform	172.0°	173.4°	173.8°	174.5°
SA	No	3.5°	4.0°	4.0°	3.7°

[0051] [표 3]은 10mm / s 레이저 스캔 속도로 레이저가 조사되며 스텝 사이즈 200㎛ 로 기판 상에 형성된 패턴에 이소프로필알코올과 소정 농도의 실리콘 오일이 공급된 경우의 접촉각과 슬라이딩각을 나타낸다.

[0052] [표 3]을 참조하면, 실리콘 오일만을 공급하는 경우 그리고 실리콘 오일에 소정량의 이소프로필알코올을 혼합하여 공급하는 경우에 따라 초소수성 표면의 접촉각과 슬라이딩각도가 변화됨을 알 수 있다.

[0053] 즉, 순수한 실리콘 오일만을 공급하는 경우, 접촉각은 174.5도이고, 슬라이딩각은 3.7도이다. 이후, 순수한 실리콘 오일에 이소프로필알코올을 혼합하고, 그 혼합량이 증가하면 접촉각은 점차 감소한다.

[0054] 여기서, 실리콘 오일의 농도가 0.5 부피 %에서 0.1부피 %로 변화될 때, 접촉각은 173.8도에서 172.0도로 감소되고, 슬라이딩각은 4.0도에서 3.5도로서, 기판 표면이 초소수성을 갖추었음을 알 수 있다.

[0055] 이소프로필알코올의 혼합량이 더욱 증가하여 실리콘 오일의 농도가 0.05 부피 %로 감소하면, 접촉각이 불균일하

고, 슬라이딩 각도가 측정되지 않아 기판이 초소수성을 갖추지 못함을 알 수 있다.

[0056] 따라서, 기판(1)에 코팅되는 실리콘 오일의 농도는 0.1 내지 0.5 부피 % 인 것이 바람직하다.

[0057] 열처리를 수행하는 단계(ST160)는 실리콘이 코팅된 기판에 대하여 소정 시간 동안 열처리를 수행하여 기판이 초소수성을 갖도록 한다.

[0058] 여기서, 열처리는 소정 온도를 유지하는 오븐(oven) 내에 기판을 일정 시간 동안 유지하여 이루어진다.

[0059] 도 4는 열처리가 수행된 기판의 접촉각과 슬라이딩 각도를 나타내는 도면이다.

[0060] 도 4는 이소프로필알코올과 및 0.2 부피% 농도의 실리콘 오일이 공급된 기판을 200℃의 오븐 내에서 일정 시간 동안 유지하였을 때, 기판에 형성된 접촉각과 슬라이딩각을 나타낸다.

[0061] 도 4를 참조하면, 열처리 시간이 5분 이상 지속되었을 때, 접촉각이 160도 이상을 나타내고, 슬라이딩 각도는 10도 이하임을 알 수 있다.

[0062] 이때, 열처리 시간이 10분을 기준으로 하여 접촉각이 최대임을 알 수 있다. 또한, 열처리 시간이 5분 이상 경과되면 슬라이딩 각도는 점차 감소함을 알 수 있다.

[0063] 따라서, 실리콘 오일이 코팅된 기판에 대하여 이루어지는 열처리는 5분 내지 10분 동안 수행되는 것이 바람직하다.

[0064] 한편, 기판에 대한 열처리가 이루어진 후, 제2 세척 단계(ST170)가 수행되는 것이 바람직하다.

[0065] 제2 세척 단계(ST170)는 기판을 열처리가 완료된 기판(1)에 대하여 소정의 초음파를 조사하여, 기판(1) 표면의 세척이 이루어지도록 한다.

[0066] 제2 세척 단계(ST170)는 다음과 같이 이루어진다.

[0067] 우선, 기판(1)을 소정의 크기를 갖는 초음파 욕조(ultrasonic bath) 내에 배치하고, 순수한 이소프로필알코올(순도 99.5% 이상)을 공급하고, 10분 동안 기판(1)에 대하여 초음파를 조사하여 기판 상에 잔류하는 실리콘 오일 및 먼지를 제거한다. 이때, 기판(1)은 이소프로필알코올에 잠긴 상태로 유지된다.

[0068] 완성된 기판은 이후의 작업에 대비하여 소정 장소에서 실온으로 저장한다.

[0069] 상기와 같은 과정을 수행한 기판의 초소수성을 살펴보기로 한다.

[0070] 패턴이 형성된 기판에 대하여는 전계 방출 주사 전자 현미경 (FE-SEM, JSM-6500F, Jeol Ltd., Japan), 에너지 분산 형 X- 선 분광법 (EDS, JSM-6500F, Jeol Ltd., Japan)을 사용하여 샘플 표면을 평가하였다.

[0071] 또한, 패턴이 형성된 기판 표면에 대하여 10 μL 부피의 물방울을 위치시킨 후, 푸리에-변형 적외선 분광법 (FT-IR, Varian 670-IR, Varian Inc., USA) 및 X- 선 회절 (XRD, Ultima IV, Rigaku, Japan) 및 표면 형태 및 화학 조성. 접촉각 측정기 (Smartdrop SDLab-200TEZD, FemtoFab, Korea)를 사용하여 접촉각과 슬라이딩각을 측정함으로써 기판의 젖음성을 평가하였다.

[0072] 도 5는 실리콘 오일의 공급과 열처리 여부에 따른 접촉각을 설명하기 위한 도면이다.

[0073] 도 5의 a는 기판을 준비하는 단계(ST110)에서 준비된 기판의 접촉각을 나타낸다. 도 5의 a에서 측정된 접촉각은 70도이다.

[0074] 도 5의 b는 레이저에 의해 패턴이 형성된 기판의 접촉각으로, 도 5의 b에서 측정된 접촉각은 35도이다.

[0075] 도 5의 c는 레이저에 의한 패턴 형성 후, 실리콘 오일이 코팅된 기판의 접촉각을 나타내는 도면으로, 접촉각은 65도이다.

[0076] 도 5의 d는 열처리만 이루어진 기판의 접촉각을 나타내는 도면으로, 접촉각은 88도이다.

[0077] 도 5의 e는 실리콘 오일 코팅과 열처리가 이루어진 기판으로 접촉각은 100도이다.

[0078] 도 5의 f는 레이저 조사, 실리콘 오일 코팅 및 열처리가 이루어진 기판으로 접촉각은 173도임을 알 수 있다.

[0079] 따라서, 기판 상에 초소수성 표면을 형성하기 위해 레이저 조사, 실리콘 오일 코팅 및 열처리가 필요함을 알 수 있다.

[0080] 상기와 같은 과정을 수행하며 초소수성이 형성된 기판에 대하여 다음과 같은 방법으로 초소수성의 내구성을 측정하도록 한다.

[0081] 사용자는 레이저에 의한 패턴 형성 후, 실리콘 오일 코팅없이 열처리만 수행한 기판과, 레이저에 의한 패턴 형성 후, 실리콘 오일을 코팅한 후 열처리를 수행한 기판을 각각 소정 개수로 준비한다.

[0082] 그리고, 사용자는 소정의 접착테이프를 준비한 후, 이를 이용하여 다음과 같이 초소수성 표면에 대한 내구성을 검사한다. 여기서, 준비되는 접착테이프는 도장피막용 검사 테이프로 시중에서 판매되는 테이프이다.

[0083] 사용자는 초소수성을 갖는 기판 표면에 접착테이프를 부착한다. 이때 접착테이프에 대하여는 약 25 kPa 압력을 인가하여 접착테이프의 접착이 균일하게 이루어지도록 하는 것이 바람직하다.

[0084] 사용자는 기판(1)에 접착되어 있는 접착테이프를 기판(1)에서 박리시키고, 이후 다시 접착하는 과정을 복수의 회수로 수행한 후 초소수성의 특성을 측정한다.

[0085] 도 6은 접착테이프의 접착 및 박리 회수에 따른 기판 표면의 접촉각과 슬라이딩각을 나타내는 그래프이다.

[0086] 도 6의 a는 12시간 동안 열처리만 기판의 접촉각과 슬라이딩각을 나타내는 그래프이다. 도 6의 a에 의하면, 테이프의 접착 및 박리 회수가 10회에 도달하면 접촉각은 160도 미만으로 저하되고, 슬라이딩각은 50도를 초과함을 알 수 있다.

[0087] 도 6의 b는 실리콘 오일이 코팅되고 10분 동안 열처리가 수행된 기판의 접촉각과 슬라이딩각을 나타내는 그래프이다.

[0088] 도 6의 b에 의하면, 테이프의 접착 및 박리 회수 10회 이상이 되어도 접촉각은 160도 수준을 유지하고, 테이프의 접착 및 박리 회수 100회에 도달하여도 슬라이딩각은 50도 미만임을 알 수 있다.

[0089] 따라서, 상기와 같은 테이프 테스트를 통해 실리콘 오일이 코팅된 상태에서 열처리된 기판의 초소수성의 내구성은 기존의 열처리만 수행된 기판의 초소수성의 내구성보다 높음을 알 수 있다.

[0090] 도 7은 기판의 완성 직후와 3개월 이후에 측정한 기판의 접촉각과 슬라이딩각을 나타내는 그래프이다.

[0091] 도 7의 a를 참조하면, 스텝 사이즈가 100, 200, 300, 400㎛ 인 패턴이 각각 형성된 기판의 열처리 수행 직후 기판의 접촉각과 열처리 후 3개월 경과 후의 접촉각이 도시되어 있다.

[0092] 또한, 도 7의 b를 참조하면, 스텝 사이즈가 100, 200, 300, 400㎛ 인 패턴이 각각 형성된 기판의 열처리 수행 직후 기판의 접촉각과 열처리 후 3개월 경과 후의 슬라이딩각이 도시되어 있다.

[0093] 상기와 같이, 실리콘 오일이 코팅되고 10분 동안 열처리가 수행된 기판은 시간이 경과함에 따라 접촉각은 소정량 감소하고, 슬라이딩각은 소정량 증가하지만, 여전히 소정의 초소수성을 갖고 있음을 알 수 있다.

[0094] 여기서, 내구성 측정을 위해 손상된 초소수성 표면은 초소수성 표면을 형성하기 위한 상기 공정 즉, 기판 표면에 실리콘 오일을 코팅하는 단계(ST150)와 실리콘 오일이 코팅된 기판을 열처리 하는 단계(ST160)를 다시 수행하여 수리 가능하다.

[0095] 상기한 본 발명의 설명에서는 기판이 스테인레스 스틸인 경우를 상정하여 설명하고 있다.

[0096] 기판이 다른 재질인 경우에도 다음과 같이 초소수성을 가질 수 있다.

[0097] 도 8은 기판의 재질에 따른 접촉각과 슬라이딩각을 나타내는 표이다.

[0098] 도 8의 a 내지 g는 알루미늄, 구리, 티타늄, 세라믹-유리, 사파이어, 이산화티탄으로 제작된 기판의 접촉각과 슬라이딩각을 나타낸다.

[0099] 재질에 따라 4개의 기판을 샘플로 준비한 후, 각각의 기판에 대하여 10㎜ / s 레이저 스캔 속도로 레이저가 조사되며 스텝 사이즈 200㎛ 의 패턴이 형성된 후, 실리콘 오일 코팅과 소정의 열처리(200℃, 10분)를 수행한 후, 형성된 초소수성 표면의 접촉각과 슬라이딩각이다.

[0100] 도 8에 의하면, 다양한 재질의 기판에 대하여 패턴 형성, 실리콘 오일 코팅, 열처리를 수행함으로써 초소수성 표면을 형성할 수 있음을 알 수 있다.

[0101] 본 발명은, 레이저 조사에 의해 표면에 패턴이 형성된 기판에 대하여 실리콘 오일 코팅과 열처리를 수행하여 초소수성 표면이 형성되도록 함으로써, 열처리만을 이용하여 초소수성 표면을 형성하는 종래의 기술에 비교하여

초소수성 표면 형성에 필요한 시간과 에너지가 감소되도록 한다. 또한, 본 발명은 초소수성 표면이 손상되었을 때, 초소수성 표면 형성을 위한 실리콘 오일 코팅과 열처리를 적용함으로써 초소수성 표면이 원래의 상태가 되도록 한다.

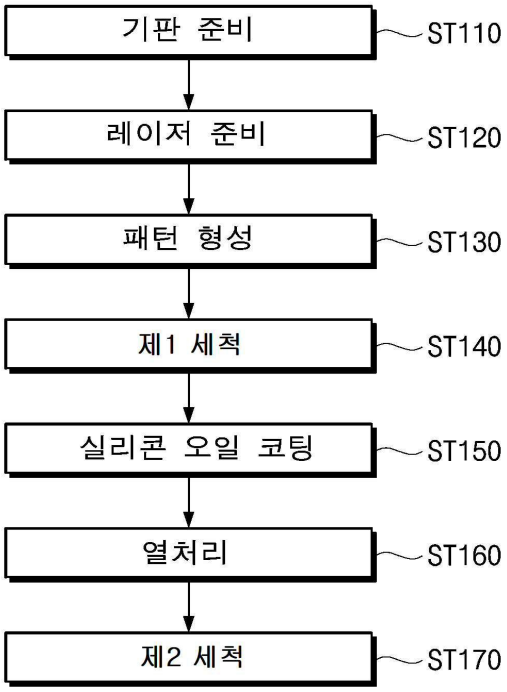
[0102] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

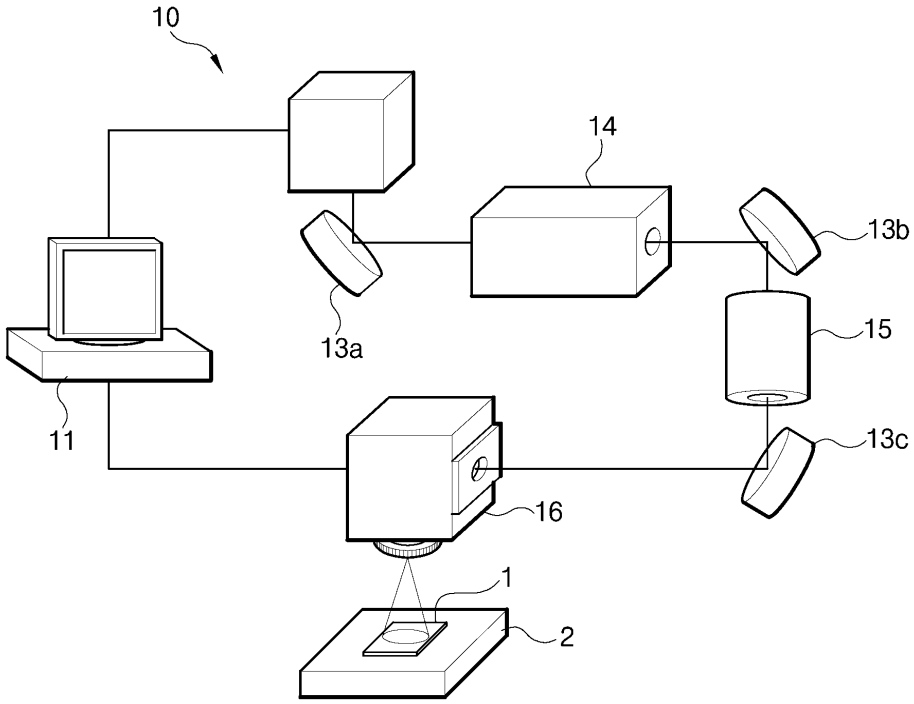
[0103] 1: 투명 기판 10: 레이저 발생기

도면

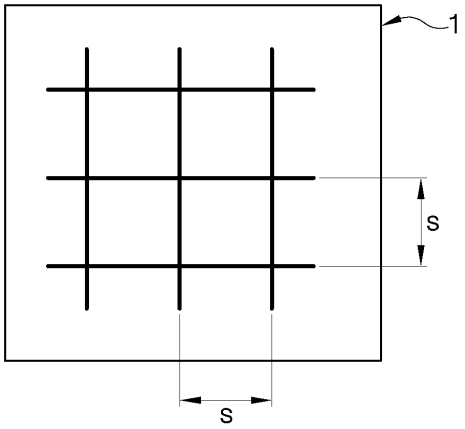
도면1



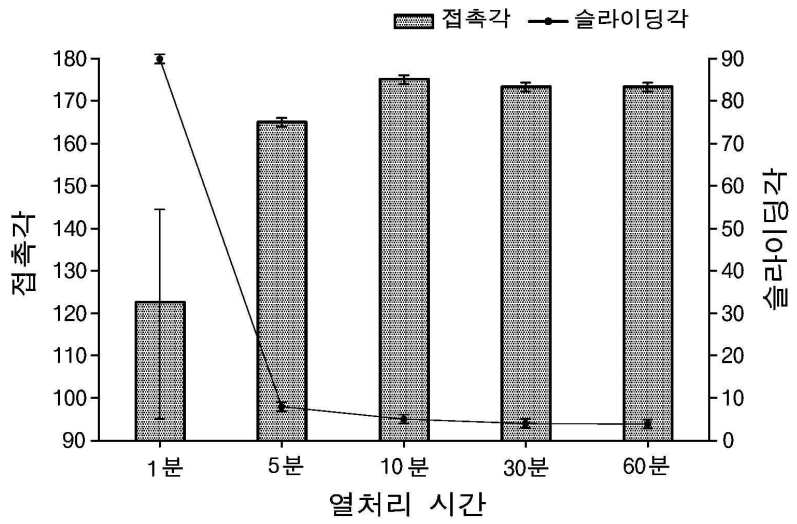
도면2



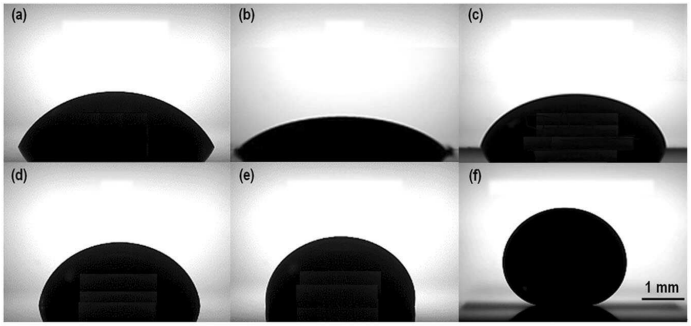
도면3



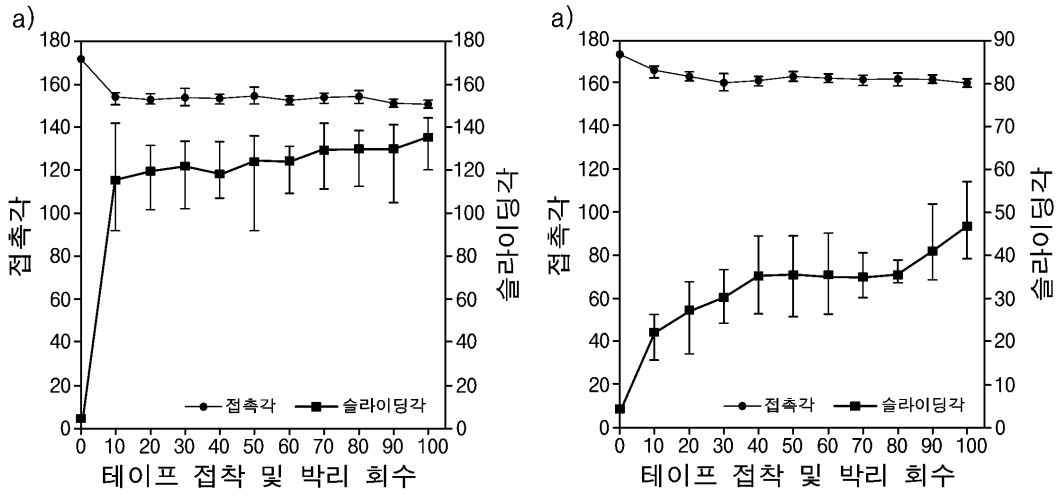
도면4


접촉각
슬라이딩각
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1분
5분
10분
30분
60분
열처리 시간

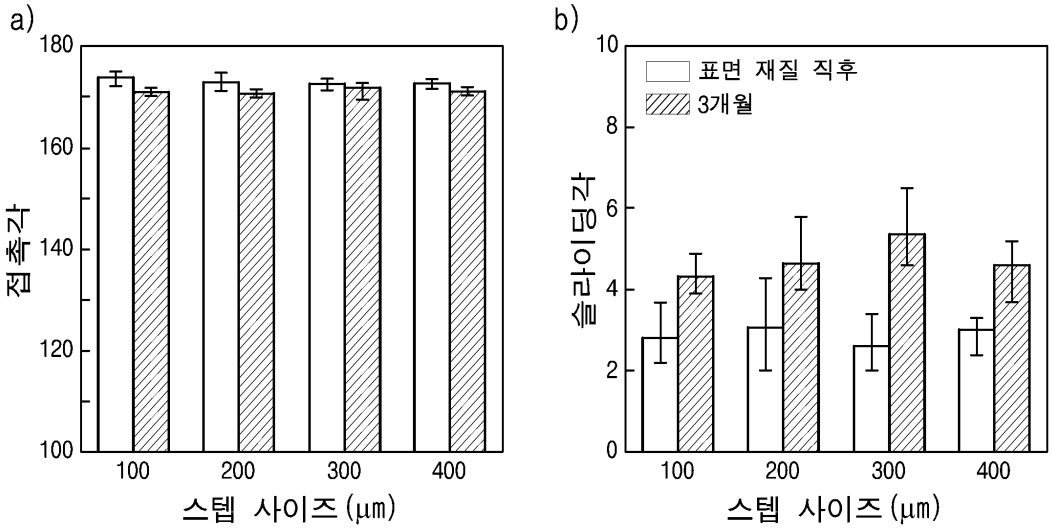
도면5


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
1 mm

도면6


a)
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
접촉각
슬라이딩각
테이프 접착 및 박리 회수
a)
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
접촉각
슬라이딩각
테이프 접착 및 박리 회수

도면7



도면8

Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Average
CA: 175.8° SA: 2.1°	CA: 175.7° SA: 1.8°	CA: 174.4° SA: 2.1°	CA: 173.8° SA: 2.3°	**CA: 174.9°** **SA: 2.1°**

(a)

Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Average
CA: 173.3° SA: 2.7°	CA: 172.9° SA: 3.2°	CA: 172.5° SA: 2.6°	CA: 173.3° SA: 2.3°	**CA: 173.0°** **SA: 2.7°**

(b)

Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Average
CA: 173.7° SA: 2.4°	CA: 174.1° SA: 2.6°	CA: 174.0° SA: 2.7°	CA: 174.3° SA: 3.1°	**CA: 174.0°** **SA: 2.7°**

(c)

Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Average
CA: 175.8° SA: 2.6°	CA: 175.0° SA: 3.1°	CA: 175.3° SA: 3.3°	CA: 174.1° SA: 3.1°	**CA: 175.1°** **SA: 3.0°**

(d)

Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Average
CA: 173.4° SA: 4.1°	CA: 172.7° SA: 4.8°	CA: 172.4° SA: 5.1°	CA: 171.8° SA: 4.3°	**CA: 172.6°** **SA: 4.6°**

(e)

Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Average
CA: 171.8° SA: 5.5°	CA: 170.7° SA: 6.8°	CA: 171.6° SA: 6.6°	CA: 172.5° SA: 5.8°	**CA: 171.7°** **SA: 6.2°**

(f)

Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Average
CA: 172.5° SA: 5.0°	CA: 173.5° SA: 5.6°	CA: 172.7° SA: 4.6°	CA: 174.5° SA: 4.3°	**CA: 173.3°** **SA: 4.9°**

(g)