

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2023-0133006
(43) 공개일자 2023년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B23K 26/352 (2014.01) B05D 5/08 (2006.01)

B05D 7/14 (2006.01) B05D 7/24 (2006.01)

B23K 26/06 (2014.01) B23K 26/0622 (2014.01)

B23K 26/082 (2014.01)

(52) CPC특허분류

B23K 26/352 (2018.08)

B05D 5/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0029989

(22) 출원일자 2022년03월10일

심사청구일자 2022년03월10일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

천두만

부산광역시 해운대구 달맞이길 239-11, 106동 70
3호(중동, 달맞이우성빌라트)

던테홍

울산광역시 남구 대학로 93, 2호관 104호(무거동,
울산대학교)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 11 항

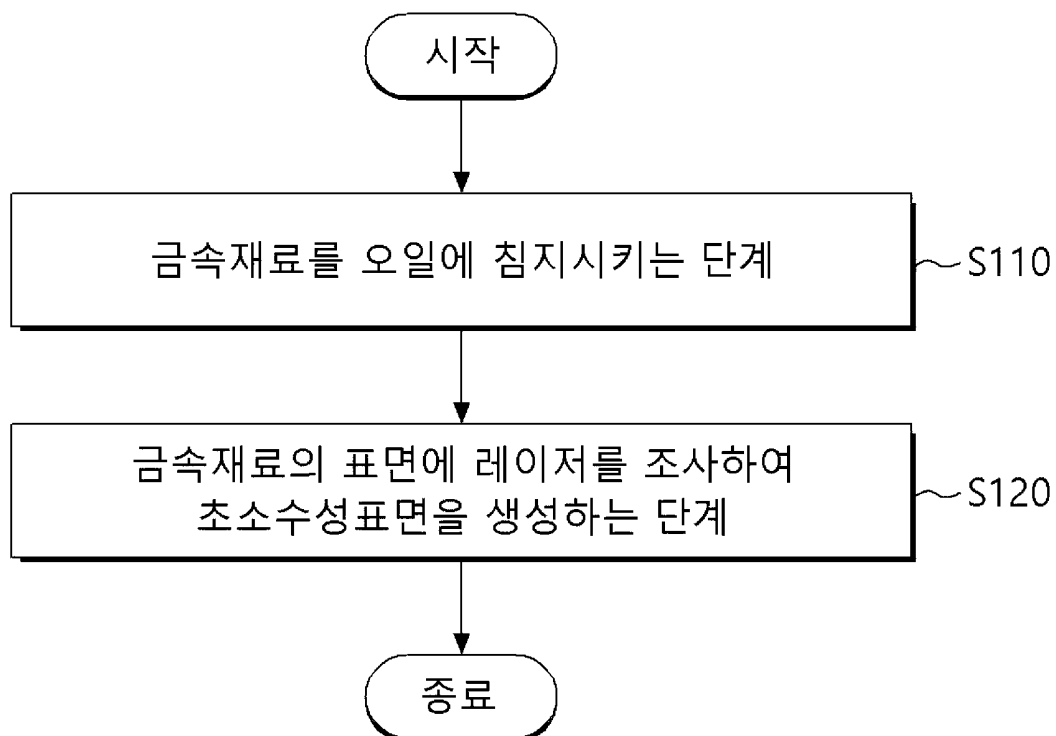
(54) 발명의 명칭 초소수성 금속표면 제작방법 및 이를 제작하는 가공장치

(57) 요약

본 발명은, 금속재료를 오일에 침지시키는 단계; 및 상기 금속재료의 표면에 레이저를 조사하여 초소수성표면을 생성하는 단계를 포함하는 초소수성 금속표면 제작방법 및 내부에 실리콘 오일 및 금속재료가 수용되는 스테이지; 상기 금속재료에 레이저를 조사하여 금속재료의 표면을 소수성으로 가공하는 레이저부; 및 상기 레이

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



저부를 제어하는 제어부를 포함하는 초소수성 금속표면 가공장치를 제공한다.

본 발명에 따른 초소수성 금속표면 제작방법 및 이를 제작하는 가공장치에 의하면, 종래의 초소수성 제조 방법은 추가적인 열처리 또는 코팅 등 후처리 공정 후 초소수성 금속표면을 제작하였으나, 본 발명은 단일 공정을 통해 친환경 오일을 사용하여 금속표면에 초소수성을 쉽고 빠르게 제작할 수 있다.

또한, 본 발명을 통해 금속, 세라믹 재료를 대상으로 다양한 기능성 표면(활력저감, 부식방지, 결빙방지, 액적제어 등)의 제작이 가능하게 되어 부가가치가 높은 제품 생산이 가능하다.

(52) CPC특허분류

B05D 7/14 (2013.01)
B05D 7/24 (2013.01)
B23K 26/0624 (2015.10)
B23K 26/0626 (2013.01)
B23K 26/0643 (2013.01)
B23K 26/082 (2015.10)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711129506
과제번호	2021R1A2C1008248
부처명	과학기술정보통신부(P71)
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)(13111015015512001234301)
연구과제명	극도의 적심성 대비 표면을 위한 친환경 공정 개발 및 물 제어 응용
기 여 율	34/100
과제수행기관명	울산대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415175612
과제번호	P0002068
부처명	산업통상자원부(P21)
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	지역혁신클러스터육성(R&D)(21139211011733003362301)
연구과제명	전지·ESS 기반 에너지산업 혁신생태계 구축사업
기 여 율	33/100
과제수행기관명	(재)울산테크노파크
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345341781
과제번호	2021RIS-003
부처명	교육부(P13)
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체-대학협력기반지역혁신사업(12139205005222002238313)
연구과제명	(울산경남지역혁신플랫폼)경상국립대학교
기 여 율	33/100
과제수행기관명	(울산경남지역혁신플랫폼)경상국립대학교
연구기간	2021.06.01 ~ 2022.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

금속재료를 오일에 침지시키는 단계; 및

상기 금속재료의 표면에 레이저를 조사하여 초소수성표면을 생성하는 단계를 포함하는 초소수성 금속표면 제작 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 금속재료를 오일에 침지시키는 단계에서, 상기 오일은, 실리콘, 실란계열, 플로린계열의 오일을 사용하는 초소수성 금속표면 제작방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 금속재료를 오일에 침지시키는 단계에서, 상기 오일 침전 깊이는, 0.5mm 내지 10mm로 형성된 초소수성 금속표면 제작방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 금속재료의 표면에 레이저를 조사하여 초소수성표면을 생성하는 단계에서, 상기 레이저는 나노초(Nanosecond), 피코초(Picosecond), 펨토초(Femtosecond)의 레이저 빔이 이동하며 상기 금속재료의 표면을 가공하는 단계를 포함하는 초소수성 금속표면 제작방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 레이저 빔이 이동하며 상기 금속재료의 표면을 가공하는 단계에서, 상기 레이저 빔의 가공 경로간의 거리 차이는 $100\mu m$ 내지 $400\mu m$ 로 가공하는 초소수성 금속표면 제작방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 레이저 빔이 이동하며 상기 금속재료의 표면을 가공하는 단계에서, 단위 면적당 레이저 입력 에너지는 [수학식 1]에 의하여 산출되는 것을 특징으로 하는 초소수성 금속표면 제작 방법.

[수학식 1]

$$E = \frac{P}{v_s \times \Delta x}$$

여기서, E는 단위 면적당 레이저 입력 에너지(J/mm^2), P는 레이저 세기(W), v_s 는 스캔 스피드(mm/s), Δx 는 레이저 빔의 가공 경로간의 거리차이(μm)이다.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 단위 면적당 레이저 입력 에너지 범위는, $0.13J/mm^2$ 내지 $1000J/mm^2$ 인 초소수성 금속표면 제작방법.

청구항 8

내부에 실리콘 오일 및 금속재료가 수용되는 스테이지;

상기 금속재료에 레이저를 조사하여 금속재료의 표면을 소수성으로 가공하는 레이저부; 및

상기 레이저부를 제어하는 제어부를 포함하는 초소수성 금속표면 가공장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 레이저부에서 조사된 레이저를 상기 금속재료의 표면에 조사하기 위해 두 개의 거울이 형성된 스캐너를 더 포함하고,

상기 스캐너는,

상기 레이저부에서 조사된 레이저를 반사하는 제1거울과,

상기 제1거울로부터 이격 배치되고, 상기 제1거울에서 반사된 레이저를 상기 금속재료 표면에 조사하는 제2거울을 포함하는 초소수성 금속표면 가공장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 제어부는,

상기 레이저부가 조사하는 레이저의 세기 및 상기 스캐너의 두 개의 거울의 각도를 제어하는 초소수성 금속표면 가공장치.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 제어부는, [수학식 1]에 의하여 레이저 세기를 산출하고, 이를 이용하여 상기 레이저부를 제어하는 초소수성 금속표면 가공장치.

[수학식 1]

$$E = \frac{P}{v_s \times \Delta x}$$

여기서, E는 단위 면적당 레이저 입력 에너지(J/mm^2), P는 레이저 세기(W), v_s 는 스캔 스피드(mm/s), Δx 는 레이저 빔의 가공 경로간의 거리차이(μm)이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초소수성 금속표면 제작방법 및 이를 제작하는 가공장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 금속표면 가공 후 열처리 또는 코팅의 후처리 공정 없이 초소수성 표면을 제작하는 방법 및 가공장치에 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 150° 이상이며, 연잎의 표면은 마이크로 스케일의 기둥(bump)과 나노미터 스케

일의 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 보고 되고 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, 금속표면 가공 후 부가적인 열처리 또는 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, 금속표면 가공 후 부가적인 열처리 또는 코팅 등 후처리 공정 없이 금속표면에 초소수성을 부여하는 초소수성 금속표면 제작방법 및 이를 제작하는 가공장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 금속재료를 오일에 침지시키는 단계; 및 상기 금속재료의 표면에 레이저를 조사하여 초소수성표면을 생성하는 단계를 포함하는 초소수성 금속표면 제작방법을 제공한다.

[0009] 상기 금속재료를 오일에 침지시키는 단계에서, 상기 오일은, 실리콘, 실란계열, 플루오린계열의 오일을 사용할 수 있다.

[0010] 상기 금속재료를 오일에 침지시키는 단계에서, 상기 오일 침전 깊이는, 0.5mm 내지 10mm로 형성될 수 있다.

[0011] 상기 금속재료의 표면에 레이저를 조사하여 초소수성표면을 생성하는 단계에서, 상기 레이저는 나노초(Nanosecond), 피코초(Picosecond), 펨토초(Femtosecond)의 레이저 빔이 이동하며 상기 금속재료의 표면을 가공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 레이저 빔이 이동하며 상기 금속재료의 표면을 가공하는 단계에서, 상기 레이저 빔의 가공 경로간의 거리차이는 $100\mu m$ 내지 $400\mu m$ 로 가공할 수 있다.

[0013] 상기 레이저 빔이 이동하며 상기 금속재료의 표면을 가공하는 단계에서, 단위 면적당 레이저 입력 에너지는 [수학식 1]에 의하여 산출되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] [수학식 1]

$$E = \frac{P}{v_s \times \Delta_x}$$

[0015]

[0016] 여기서, E는 단위 면적당 레이저 입력 에너지(J/mm^2), P는 레이저 세기(W), v_s 는 스캔 스피드(mm/s), Δ_x 는 레이저 빔의 가공 경로간의 거리차이(μm)이다.

[0017] 본 발명에 따른 초소수성 금속표면 제작방법 및 이를 제작하는 가공장치에 의하면, 상기 단위 면적당 레이저 입력 에너지 범위는, $0.13J/mm^2$ 내지 $1000J/mm^2$ 일 수 있다.

[0018] 내부에 실리콘 오일 및 금속재료가 수용되는 스테이지; 상기 금속재료에 레이저를 조사하여 금속재료의 표면을 소수성으로 가공하는 레이저부; 및 상기 레이저부를 제어하는 제어부를 포함하는 초소수성 금속표면 가공장치를 제공한다.

[0019] 상기 레이저부에서 조사된 레이저를 상기 금속재료의 표면에 조사하기 위해 두 개의 거울이 형성된 스캐너를 더 포함하고, 상기 스캐너는, 상기 레이저부에서 조사된 레이저를 반사하는 제1거울과, 상기 제1거울로부터 이격 배치되고, 상기 제1거울에서 반사된 레이저를 상기 금속재료 표면에 조사하는 제2거울을 포함할 수 있다.

[0020] 상기 제어부는, 상기 레이저부가 조사하는 레이저의 세기 및 상기 스캐너의 두 개의 거울의 각도를 제어할 수 있다.

[0021] 상기 제어부는, [수학식 1]에 의하여 레이저 세기를 산출하고, 이를 이용하여 상기 레이저부를 제어할 수 있다.

[0022] [수학식 1]

$$E = \frac{P}{v_s \times \Delta x}$$

[0023]

[0024] 여기서, E는 단위 면적당 레이저 입력 에너지(J/mm^2), P는 레이저 세기(W), v_s 는 스캔 스피드(mm/s), Δx 는 레이저 빔의 가공 경로간의 거리차이(μm)이다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 따른 초소수성 금속표면 제작방법 및 이를 제작하는 가공장치에 의하면, 종래의 초소수성 제조 방법은 부가적인 열처리 또는 코팅 등 후처리 공정 후 초소수성 금속표면을 제작하였으나, 본 발명은 단일 공정을 통해 친환경 오일을 사용하여 금속표면에 초소수성을 쉽고 빠르게 제작할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명을 통해 금속, 세라믹 재료를 대상으로 다양한 기능성 표면(활력저감, 부식방지, 결빙방지, 액적 제어 등)의 제작이 가능하게 되어 부가가치가 높은 제품 생산이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1 및 도 2는 본 발명의 초소수성 금속표면 제작방법이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 출력에 따른 초소수성 표면이 제작되는 범위를 나타낸 표이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 초소수성 금속표면 가공장치의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 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.

[0029] 이하부터는, 도 1 내지 도 3을 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 초소수성 금속표면 제작방법에 대해 설명하도록 한다.

[0030] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 초소수성 금속표면 제작방법으로, 금속재료를 오일에 침지시키는 단계(S110)와, 상기 금속재료의 표면에 레이저를 조사하여 초소수성표면을 생성하는 단계(S120)를 통해 금속재료(M) 표면에 초소수성표면이 제작된다.

[0031] 본 발명은, 먼저, 소수성 표면 특성이 레이저 가공 중에 구현이 가능하도록 가공 대상물 즉, 금속재료(알루미늄, 철, 티타늄, 구리, 주석 등) 및 세라믹(사파이어 등)을 오일에 침지시킨 상태에서 레이저 가공을 실시한다.

[0032] 레이저를 이용하여 표면을 가열, 기화하며 가공할 때, 가공위치를 오일이 많은 환경으로 하여 금속재료 표면에 오일에서부터 소수성 유기물을 흡착시켜 금속재료 표면에 소수성을 부여하고, 레이저를 이용하여 초소수성 표면을 제작한다.

[0033] 상기 금속재료를 오일에 침지시키는 단계(S110)에서, 상기 오일은, 실리콘, 실란계열, 플로린계열의 오일을 사

용하여 보다 친환경적인 환경에서 금속재료 표면에 초소수성을 부여하게 된다. 또한, 상기 오일 침전 깊이는 0.5mm 내지 10mm로 형성되는 것이 적절하다.

[0034] 그리고 상기 금속재료의 표면에 레이저를 조사하여 초소수성표면을 생성하는 단계(S120)에서, 상기 레이저는 나노초(Nanosecond), 피코초(Picosecond), 펨토초(Femtosecond)의 레이저 빔이 이동하며 상기 금속재료의 표면을 가공하는 단계(S121)를 포함한다.

[0035] 여기서, 상기 레이저 빔이 이동하며 상기 금속재료의 표면을 가공하는 단계(S121)에서, 상기 레이저 빔의 가공 경로간의 거리차이는 $100\mu m$ 내지 $400\mu m$ 로 가공한다.

[0036] 도 3을 참조하면, 레이저 출력에 따른 초소수성 표면이 제작되는 범위를 나타낸 표로, 가공속도나 레이저 출력 등은 대상물의 재료와 다른 가공인자(스캔 속도, 레이저 빔의 가공 경로간의 거리차이(단계 크기))에 따라 차이가 발생하고, 일반적으로 레이저 출력이 높을수록 초소수성 표면을 확보하기 위한 레이저 스캔 속도 범위가 넓어지고 레이저 가공 경로 간의 거리차이 범위가 넓어지게 된다. 반대로 레이저 출력이 낮으면 초소수성이 가능한 레이저 스캔 속도도 느려져야 하고 레이저 가공 경로 간의 거리차이도 좁아져야 초소수성을 부여할 수 있다.

[0037] 도 3은 일 실시예로, 레이저 출력이 5W, 7.5W, 10W로 높아질수록 접촉각이 150° 이상이 되는 초소수성 표면 제작이 되는 가공 경로간의 거리차이(μm)와 스캔 스피드(mm/s)의 범위가 넓어짐을 알 수 있다.

[0038] 또한, 상기 레이저 빔이 이동하며 상기 금속재료의 표면을 가공하는 단계(S121)에서, 단위 면적당 레이저 입력 에너지는 [수학식 1]에 의하여 산출된다.

[0039] [수학식 1]

$$E = \frac{P}{v_s \times \Delta x}$$

[0040]

[0041] 여기서, E는 단위 면적당 레이저 입력 에너지(J/mm^2), P는 레이저 세기(W), v_s 는 스캔 스피드(mm/s), Δx 는 레이저 빔의 가공 경로간의 거리차이(μm)이다.

[0042] [수학식 1]을 이용하여, 동일한 오일 및 재료 조건에서 단위 면적당 입력되는 에너지의 절대적인 크기에 의해서 결정되어 지고 오일의 높이에 의한 영향 및 가공재료의 영향에 의해 바뀔 수는 있지만 특정한 단위 면적당 입력 에너지의 크기에 의해 초소수성 표면 가공여부가 결정된다.

[0043] 이를 바탕으로, 상기 단위 면적당 레이저 입력 에너지 범위는, $0.13J/mm^2$ 이상 또는 $0.5J/mm^2$ 이상임을 확인했으며, 이때, 최소 $0.13J/mm^2$ 의 에너지 출력이 요구되고, 안정적인 가공을 위해서는 $0.5J/mm^2$ 의 에너지 출력이 필요하다. 이는 소재의 가공으로 인한 마이크로나노 구조 형성 및 표면에너지를 충분히 줄일 수 있는 오일과의 충분한 결합을 위해서는 $0.5J/mm^2$ 이상의 레이저 가공에너지가 필요하다는 것이다. 또한, $1000J/mm^2$ 이상의 레이저 가공에너지의 경우 과도한 에너지를 공급하여 제대로 된 초소수성 표면 제작이 불가하다.

[0044] 이하부터는, 도 4를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 초소수성 금속표면 가공장치(100)에 대해 설명하도록 한다.

[0045] 본 발명의 초소수성 금속표면 가공장치(100)는 스테이지(110), 레이저부(120), 스캐너(130) 및 제어부(140)를 포함한다.

[0046] 상기 스테이지(110)는 내부에 실리콘 오일(O) 및 금속재료(M)가 수용된다. 여기서, 상기 스테이지(110) 내부에 수용되는 오일(O)은 실리콘 오일(O)을 사용할 수 있지만, 실란계열, 플로린계열의 오일도 사용할 수 있다.

[0047] 상기 레이저부(120)는 상기 금속재료(M)에 레이저를 조사하여 금속재료(M)의 표면을 소수성으로 가공한다.

[0048] 상기 스캐너(130)는 상기 레이저부(120)에서 조사된 레이저를 상기 금속재료(M)의 표면에 조사하기 위해 제1거울(131) 및 제2거울(132)이 형성된다.

[0049] 상기 제1거울(131)은 상기 레이저부(120)에서 조사된 레이저를 반사하고, 상기 제2거울(132)은 상기 제1거울(131)로부터 이격 배치되고, 상기 제1거울(131)에서 반사된 레이저를 상기 금속재료(M)의 표면에 조사한다.

[0050] 상기 제어부(140)는 상기 레이저부(120) 및 스캐너(130)를 제어하고, 상기 레이저부(120)가 조사하는 레이저의

세기 및 상기 스캐너(130)의 제1거울(131) 및 제2거울(132)의 각도를 제어하여 금속재료(M)의 표면에 초소수성을 부여하게 된다. 또한, 상기 제어부(140)는 [수학식 1]에 의하여 레이저 세기를 산출하고, 이를 이용하여 상기 레이저부(120)를 제어한다.

[0051] [수학식 1]

$$E = \frac{P}{v_s \times \Delta x}$$

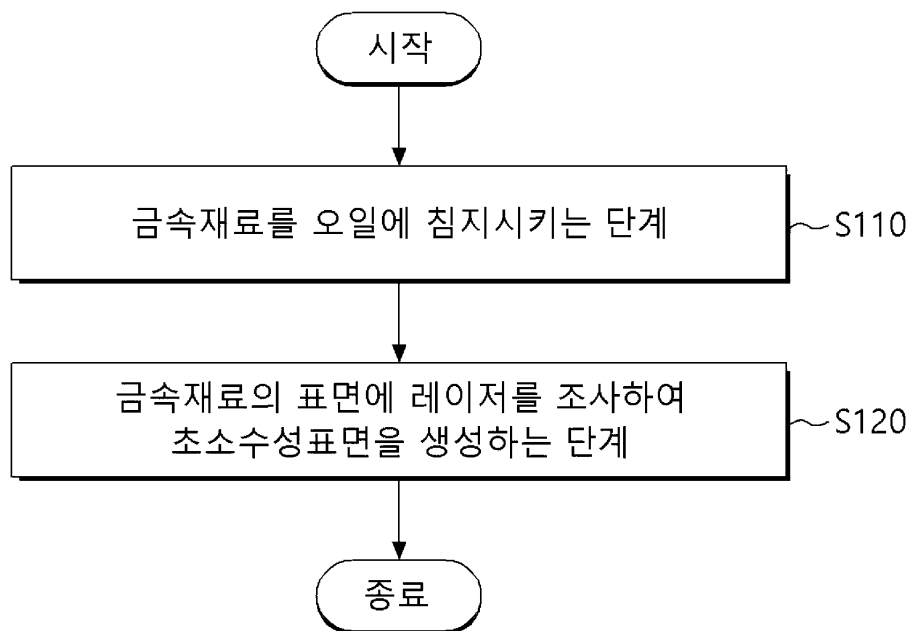
[0052] 여기서, E는 단위 면적당 레이저 입력 에너지(J/mm^2), P는 레이저 세기(W), v_s 는 스캔 스피드(mm/s), Δx 는 레이저 빔의 가공 경로간의 거리차이(μm)이다.

부호의 설명

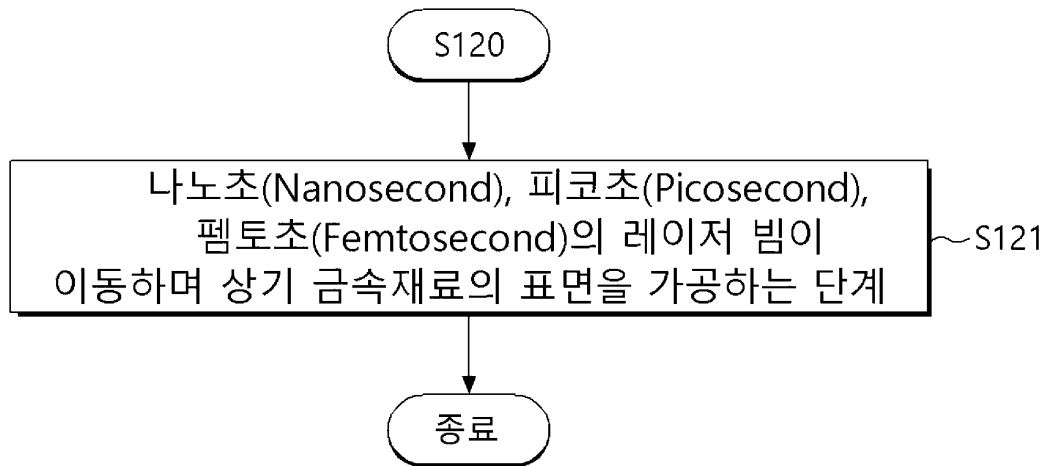
[0054] 100 : 초소수성 금속표면 가공장치
110 : 스테이지 120 : 레이저부
130 : 스캐너 131 : 제1거울
132 : 제2거울 140 : 제어부
O : 오일 M : 금속재료

도면

도면1



도면2



도면3

스캔 속도 (mm/s)	0.5 - 1mm											
	레이저 세기 (W)				레이저 빔의 가공 경로간의 거리차이 (μm)							
300												
200												
100												
50												
20												
10												

CA > 150° & AS ≤ 90°(SA = 90°가 아닌 SA)	100	200	300	400
	100	200	300	400
	100	200	300	400
	100	200	300	400
CA > 150° & AS ≤ 90°	100	200	300	400
	100	200	300	400
	100	200	300	400
	100	200	300	400
CA > 150° & AS < 10°	100	200	300	400
	100	200	300	400
	100	200	300	400
	100	200	300	400

도면4

100

