

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2024년 12월 12일 (12.12.2024)



WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2024/253220 A1

(51) 국제특허분류:

G03F 7/00 (2006.01)

B29C 59/02 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2023/007846

(22) 국제출원일:

2023년 6월 8일 (08.06.2023)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(71) 출원인: 경북대학교 산학협력단 (KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 41566 대구광역시 북구 대학로 80(산격동), Daegu (KR).

(72) 발명자: kwak, moon kyu (KWAK, Moon Kyu); 42091 대구광역시 수성구 청호로 433, 101동 1401호, Daegu (KR). 김민수 (KIM, Minsu); 41848 대구광역시 서구 당산로 260, 2동 302호, Daegu (KR).

(74) 대리인: 윤귀상 (YUN, Kuisang); 08511 서울특별시 금천구 디지털로 9길 47 804호(가산동, 한신IT타워2차), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

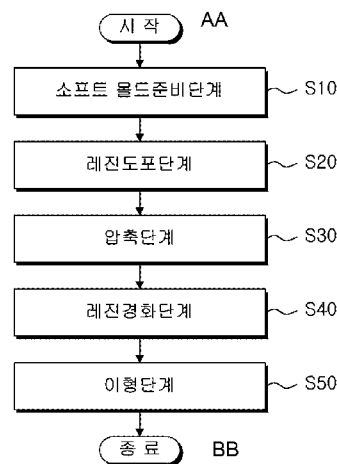
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: 3D MICROSTRUCTURE REPLICATION METHOD USING POISSON EFFECT

(54) 발명의 명칭: 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법



S10 ... Soft mold preparation step
S20 ... Resin application step
S30 ... Compression step
S40 ... Resin curing step
S50 ... Releasing step
AA ... Start
BB ... End

(57) Abstract: The present invention relates to a 3D microstructure replication method using a Poisson effect. According to the present invention, provided is a 3D microstructure replication method using a Poisson effect, comprising: a soft mold preparation step for forming a soft mold by transferring a superelastic material to a master mold by a soft lithography method; a resin application step for applying a resin to the soft mold; a compression step for applying vertical pressure to the upper surface of the soft mold and transforming the shape of the soft mold by using the Poisson effect due to the vertical pressure; a resin curing step for curing the resin by applying heat or ultraviolet rays to the transformed soft mold to generate a 3D microstructure; and a releasing step for removing the vertical pressure to restore the shape of the soft mold and releasing the 3D microstructure.

(57) 요약서: 본 발명은 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법에 관한 것으로, 본 발명에 따르면, 마스터 몰드에 소프트 리소그래피(Soft lithography) 방법으로 초탄성 재료를 전사하여, 소프트 몰드를 성형하는 소프트 몰드준비단계, 상기 소프트 몰드에 레진을 도포하는 레진도포단계, 상기 소프트 몰드의 상면에 수직 압력을 가하고, 수직 압력에 의한 포아송 효과를 이용해 상기 소프트 몰드의 형태를 변형시키는 압축단계, 형태가 변형된 상기 소프트 몰드에 열 또는 자외선을 가해 상기 레진을 경화시켜 상기 3D 미세구조물을 생성하는 레진 경화단계 및 상기 소프트 몰드에 수직 압력을 제거하여 상기 소프트 몰드의 형태를 복원시키고, 상기 3D 미세구조물을 이형시키는 이형단계를 포함하는 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법을 제공할 수 있다.

WO 2024/253220 A1

명세서

발명의 명칭: 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법

기술분야

- [1] 본 발명은 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 3차원적 미세구조체를 복제하는 과정에서 동일한 형태의 미세구조를 동일한 방법으로 반복 복제하여 3차원적 미세구조의 양산이 가능한 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 3차원 구조체를 제작하기 위해서는 3차원 구조체의 형상을 만들어 낼 수 있는 금형을 제작해야 한다.
- [3] 이를 위해 목형을 제작하고, 다수의 공정을 거쳐 최종적으로 금형을 만들어 3차원 구조체를 생산하게 된다.
- [4] 이때, 3차원 구조체의 금형을 만들어 내기 위해서 꽤속 조형 공정을 이용할 수 있다.
- [5] 여기서, 꽤속 조형 공정이란 종이, 왁스, ABS 및 플라스틱 등의 재료를 사용하여 3차원 캐드 데이터로부터 금형없이 직접 3차원 형상의 시작품을 성형하는 것을 말한다.
- [6] 이와 같은 신속성형 공정분야로, 한국공개특허 제10-2000-0054896호 '금속박판의 전기식 롤러용접을 이용한 3차원 시작품 제작방법 및 장치'가 공개되어 있다.
- [7] 종래 기술은, 같이 금속박판에 형상부를 제작하고, 형상부가 형성된 금속박판을 적층하여 용접롤러로 금속박판을 서로 용착시킴으로써, 원하는 형상의 시작품을 만들 수 있다.
- [8] 그러나, 종래 기술과 같은 3차원 구조체의 제조방법에서는, 금속박판의 두께를 줄이는 데 한계가 있고, 금속박판을 수 나노미터 내지 수십 나노미터의 두께로 작게 형성하는 경우, 금속박판을 롤러에 권취하기 어려운 문제가 발생할 수 있다.
- [9] 또한, 미세한 3차원 구조체에 대한 구조의 복제가 극히 제한되고, 생산성이 낮아 3차원 구조체의 양산이 힘들었다.
- [10] 따라서, 3차원 미세구조를 제작하고, 작업의 공정 수 및 복잡도를 감소시킴으로써, 양산이 가능한 미세구조 복제방법에 대한 개발이 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 상기와 같은 문제를 해결하고자, 본 발명은 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조물의 복제방법으로, 작업의 공정 수 및 복잡도를 감소시켜 효율적이고 정밀한 3D 미세구조물의 복제 및 양산 기술을 제공하는데 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [12] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법은 마스터 몰드에 소프트 리소그래피(Soft lithography) 방법으로 초탄성재료를 전사하여, 소프트 몰드를 성형하는 소프트 몰드준비단계, 상기 소프트 몰드에 레진을 도포하는 레진도포단계, 상기 소프트 몰드의 상면에 수직 압력을 가하고, 수직 압력에 의한 포아송 효과를 이용해 상기 소프트 몰드의 형태를 변형시키는 압축단계, 형태가 변형된 상기 소프트 몰드에 열 또는 자외선을 가해 상기 레진을 경화시켜 상기 3D 미세구조물을 생성하는 레진 경화단계 및 상기 소프트 몰드에 수직 압력을 제거하여 상기 소프트 몰드의 형태를 복원시키고, 상기 3D 미세구조물을 이형시키는 이형단계를 포함할 수 있다.
- [13] 또한, 소프트 몰드준비단계는 상기 마스터 몰드가 상측으로 이동할수록 좁아지는 형태로 형성된 격벽 및 상기 격벽의 외면에 형성된 돌출돌기를 포함할 수 있다.
- [14] 또한, 소프트 몰드준비단계는 상기 소프트 몰드가 상기 격벽에 의해 형성된 이격공간 및 상기 돌출돌기에 의해 형성된 공간인 레진 캐비티를 포함할 수 있다.
- [15] 또한, 상기 압축단계는 포아송 효과에 의해 상기 이격공간이 좁혀지고 상기 이격공간을 중심으로 이웃하여 위치한 상기 레진 캐비티가 연통된 상태가 되어 상기 3D 미세구조물을 형성할 수 있다.
- [16] 또한, 상기 압축단계는 하기 [수학식 1]을 통해 상기 이격공간의 현재 너비 변화에 따른 수직 변형률을 산출하고, 이 중 목표 수직 변형률 값을 선택하여 상기 목표 수직 변형률까지 상기 소프트 몰드의 형태를 변형시킬 수 있다.
- [17] [수학식 1]
- [18]
$$g = g_0 + d(1 - (1 - \varepsilon)^{-\nu})$$
- [19] (여기서, g 는 이격공간의 현재 너비, g_0 는 이격공간의 초기 너비, d 는 이격공간과 마주하는 이격공간 사이의 너비, ε 는 수직 변형률, ν 는 포아송비이다.)

발명의 효과

- [20] 상기와 같은 본 발명의 실시 예에 따른 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법은 포아송 효과에 의한 몰드의 형태 변형을 유도함으로써, μm 단위의 너비를 가지는 3D 구조물의 미세구조를 복제할 수 있다.
- [21] 또한, 포아송 효과를 적용할 수 있는 소프트 몰드를 사용하여 작업의 공정 수 및 복잡도를 감소시킬 수 있다.
- [22] 또한, 대면적, 연속적 생산으로 동일한 형태의 3D 미세구조물을 정확도 높게 양산할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [23] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법을 개략적으로 도시한 흐름도이다.
- [24] 도 2는 도 1의 마스터 몰드를 도시한 예시도이다.

- [25] 도 3은 도 1의 소프트 몰드를 도시한 예시도이다.
- [26] 도 4a 내지 도 4c는, 도 3의 종단면도로, 소프트 몰드가 압축단계를 통해 형태가 변형되는 순서를 도시한 예시도이다.
- [27] 도 5a는 도 1의 압축단계가 이루어지지 않을 경우 복제되는 3D 미세구조물, 도 5b는 압축단계가 이루어지는 경우 복제되는 3D 미세구조물, 도 5c는 도 5b를 확대한 3D 미세구조물을 나타낸 사진이다.
- [28] 도 6a는 도 5a와 다른 형태의 3D 미세구조물, 도 6b는 도 5b와 다른 형태의 3D 미세구조물, 도 6c는 도 5c와 다른 형태의 3D 미세구조물을 나타낸 사진이다.
- [29] 도 7a는 복제할 3D 미세구조물 타겟 패턴을 나타낸 예시도이고, 도 7b 및 도 7c는 도 1에 의해 도 7a의 형태로 복제한 3D 미세구조물을 나타낸 사진이다.
- [30] 도 8a는 도 7a와 다른 형태의 3D 미세구조물 타겟 패턴을 나타낸 예시도이고, 도 8b 및 도 8c는 도 8a의 형태로 복제한 3D 미세구조물을 나타낸 사진이다.
- [31] 도 9a 내지 도 9d는 도 1에 의해 각각 다른 수직 변형률로 복제된 3D 미세구조물을 나타낸 사진이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [32] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [33] 본 출원에서 사용 한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 등을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 구성요소 등을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [34] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 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 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [35] 여기서, 반복되는 설명, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능, 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 본 발명의 실시형태는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다.

- [36] 이하, 본 발명의 실시 예를 설명하기 위한 도 1 내지 도 9를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [37]
- [38] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법을 개략적으로 도시한 흐름도이고, 도 2는 도 1의 마스터 몰드를 도시한 예시도이며, 도 3은 도 1의 소프트 몰드를 도시한 예시도이고, 도 4a 내지 도 4c는 도 3의 종단면도로, 소프트 몰드가 압축단계를 통해 형태가 변형되는 순서를 도시한 예시도이며, 도 5a는 도 1의 압축단계가 이루어지지 않을 경우 복제되는 3D 미세구조물, 도 5b는 압축단계가 이루어지는 경우 복제되는 3D 미세구조물, 도 5c는 도 5b를 확대한 3D 미세구조물을 나타낸 사진이고, 도 6a는 도 5a와 다른 형태의 3D 미세구조물, 도 6b는 도 5b와 다른 형태의 3D 미세구조물, 도 6c는 도 5c와 다른 형태의 3D 미세구조물을 나타낸 사진이며, 도 7a는 복제할 3D 미세구조물 타겟 패턴을 나타낸 예시도이고, 도 7b 및 도 7c는 도 1에 의해 도 7a의 형태로 복제한 3D 미세구조물을 나타낸 사진이며, 도 8a는 도 7a와 다른 형태의 3D 미세구조물 타겟 패턴을 나타낸 예시도이고, 도 8b 및 도 8c는 도 8a의 형태로 복제한 3D 미세구조물을 나타낸 사진이며, 도 9a 내지 도 9d는 도 1에 의해 각각 다른 수직 변형률로 복제된 3D 미세구조물을 나타낸 사진이다.
- [39]
- [40] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법은 μm 단위의 너비를 가지는 3D 미세구조물을 복제하는 방법으로, 소프트 몰드준비단계(S10), 레진도포단계(S20), 압축단계(S30), 레진 경화단계(S40) 및 이형단계(S50)를 포함할 수 있다.
- [41] 먼저, 소프트 몰드준비단계(S10)는 마스터 몰드(10)에 소프트 리소그래피(Soft lithography) 방법으로 초탄성재료를 전사하여, 소프트 몰드(20)를 성형하는 단계이다.
- [42] 여기서, 도 2를 참조하면 마스터 몰드(10)는 상측으로 이동할수록 좁아지는 형태로 형성된 격벽(11) 및 격벽(11)의 외면에 형성된 돌출돌기(12)를 포함할 수 있다.
- [43] 구체적으로, 마스터 몰드(10)는 두 개의 광자와 펄스 레이저를 이용하여 펄스 레이저가 초점이 맞는 부분에 두 개의 광자가 흡수되어 화학반응을 일으키고, 화학반응에 의해 생성되는 물질의 적층으로 물체를 출력하는 3D 프린팅 방식인 2PP(2 Photon Polymerization) 방식으로 제작될 수 있다.
- [44] 이에, 마스터 몰드(10)를 세밀하게 제작할 수 있다.
- [45] 또한, 격벽(11)은 복제하고자 하는 3D 미세구조물의 너비와 같거나 넓은 너비를 가질 수 있다.
- [46] 이에, 3D 미세구조물은 격벽(11)에 의해 형성되는 이격공간(21)으로부터 안정적으로 이형될 수 있다.

- [47] 또한, 돌출돌기(11)는 사용자가 복제하고자 하는 3D 미세구조물의 형태에 따라 형태가 달라질 수 있다.
- [48] 구체적으로 돌출돌기(11)는 3D 미세구조물의 일부 형태로, 복수의 돌출돌기(11)가 모여 하나의 3D 미세구조물의 형태를 이룰 수 있다.
- [49] 예를 들면, 도 2에 도시된 바와 같이 하프 링(Half ring) 형태의 3D 미세구조물을 복제할 경우, 돌출돌기(11)는 하프 링이 좌, 우 대칭을 이루도록 나누어진 형태로 형성될 수도 있다.
- [50] 소프트 리소그래피 방법은 유연한 유기물질을 사용하여 패턴이나 구조물을 만드는 전사법이다.
- [51] 구체적으로 소프트 리소그래피 방법은 레플리카 몰딩, 모세관 힘 리소그래피, 모세관-미세몰딩, 미세전사몰딩, 액체중재전사몰딩 등의 몰딩 방법이 사용될 수 있다.
- [52] 또한, 유연한 무유기물질로는 초탄성재료가 이용될 수 있다.
- [53] 여기서, 초탄성재료는 물체의 변형이 약 500% 이상이 발생하더라도, 하중을 제거하였을 때, 초기 상태로 되돌아가는 재료를 뜻하는 것이다.
- [54] 이러한 초탄성재료는 실리콘, 고무 등이 사용될 수 있다.
- [55] 이에, 소프트 몰드(20)는 수직 압력(VP)에 의해 형태가 변형되어도 초기 형태로 되돌아올 수 있어, 재사용이 가능하고, 3D 미세구조물의 형태를 일관성 있게 제작할 수 있다.
- [56] 또한, 도 3을 참조하면 소프트 몰드(20)는, 소프트 몰드(20)가 격벽(11)에 의해 형성된 이격공간(21) 및 돌출돌기(12)에 의해 형성된 공간인 레진 캐비티(22)를 포함할 수 있다.
- [57] 구체적으로, 이격공간(21)은 격벽(11)으로 인해, 하측이 개방되고, 상측으로 이동할수록 좁아지는 형태로 형성될 수 있다.
- [58] 이에, 소프트 몰드(20)는 포아송 효과(PE)가 적용될 수 있는 이격공간(21)이 마련될 수 있다.
- [59] 또한, 레진 캐비티(22)는 돌출돌기(12)로 인해, 돌출돌기(12)의 형태로 함몰된 공간을 형성할 수 있다.
- [60] 즉, 소프트 몰드(20)는 마스터 몰드(10)의 역상으로 형성될 수 있다.
- [61] 다음으로, 레진도포단계(S20)는 소프트 몰드(20)에 레진을 도포하는 단계이다.
- [62] 구체적으로, 레진도포단계(S20)는 이격공간(21) 및 레진 캐비티(22)에 레진을 도포할 수 있다.
- [63] 이때, 레진도포단계(S20)는 이격공간(21) 및 레진 캐비티(22)에 3D 미세구조물이 형태를 이룰 수 있을 정도의 레진을 도포할 수 있다.
- [64] 또한, 레진도포단계(S20)는 사용자의 요구에 따라 열 경화성 레진 또는 자외선 경화성 레진을 사용할 수 있다.

- [65] 다음으로, 압축단계(S30)는 소프트 몰드(20)의 상면에 수직 압력(VP)을 가하고, 수직 압력(VP)에 의한 포아송 효과(PE)를 이용해 소프트 몰드(20)의 형태를 변형시키는 단계이다.
- [66] 이때, 압축단계(S30)는 소프트 몰드(20)의 상면과 하면에 기관(미도시)을 대고, 수직 압력(VP)을 가할 수 있다.
- [67] 여기서, 기관은 유리, 실리콘 웨이퍼, 필름 등이 사용될 수 있다.
- [68] 이에, 압축단계(S30)는 소프트 몰드(20)의 상면에 대는 기관으로 소프트 몰드(20)의 전체 면적에 동일한 세기의 수직 압력(VP)을 가할 수 있다.
- [69] 또한, 압축단계(S30)는 소프트 몰드(20)의 하면에 대는 기관에 레진을 도포하여, 소프트 몰드(20)의 형태 변형 시 소프트 몰드(20)와의 마찰에 의해 발생할 수 있는 형태 변형 방해, 마모, 열 등의 문제를 줄일 수 있다.
- [70] 또한, 압축단계(S30)는 소프트 몰드(20)에 수직 압력(VP)을 가함으로써, 소프트 몰드(20)에 포아송 효과(PE)를 발생시킬 수 있다.
- [71] 여기서, 포아송 효과(PE)는 물체가 한 방향으로 압축되는 경우, 압축되는 방향과 직각을 이루는 방향으로 확장하려는 성질이다.
- [72] 이에, 압축단계(S30)는 소프트 몰드(20)에 수직 압력(VP)을 가해 수직 압력(VP)과 직각을 이루며 수평방향으로 발생하는 힘을 발생시킴으로써, 소프트 몰드(20)를 변형시켜 이격공간(21)을 좁힐 수 있다.
- [73] 구체적으로, 도 4를 참조하면, 도 4a는 레진도포단계(S20) 이후, 레진이 도포된 소프트 몰드(20)의 단면 상태를 나타낸 것이다.
- [74] 또한, 도 4b는 도 4a 상태에서 소프트 몰드(20)에 수직 압력(VP)을 가한 상태이다.
- [75] 이때, 소프트 몰드(20)가 포아송 효과(PE)에 의해 이격공간(21)이 내측으로 힘을 받는 것을 확인할 수 있다.
- [76] 또한, 도 4c는 도 4b의 상태에서, 수직 압력(VP)이 계속 가해져 포아송 효과(PE)를 받아 이격공간(21)이 좁혀진 상태를 나타낸 것이다.
- [77] 이에, 이격공간(21)을 중심으로 이웃하여 위치한 레진 캐비티(22)가 연통된 상태가 되어 도포된 레진이 레진 캐비티(22)에 채워져 3D 미세구조물의 형태를 이루는 것을 확인할 수 있다.
- [78] 또한, 도 5 및 도 6a 내지 도 6c를 참조하면, 도 6a는 압축단계(S30)가 이루어지지 않을 경우, 복제되는 3D 구조물의 형태를 나타낸 것이다.
- [79] 여기서, 이격공간(21)과 레진 캐비티(22)의 형태가 그대로 복제된 것을 확인할 수 있다.
- [80] 또한, 도 5 및 도 6b는 압축단계(S30)가 이루어졌을 경우, 복제되는 3D 구조물의 형태를 나타낸 것이다.
- [81] 여기서, 이격공간(21)의 형태는 좁혀지고, 이격공간(21)을 중심으로 이웃하여 위치한 레진 캐비티(22)가 연통된 상태가 되어 3D 미세구조물의 형태를 이루는 것을 확인할 수 있다.

- [82] 또한, 도 5 및 도 6c는 도 6b의 3D 구조물을 확대한 것을 나타낸 것이다.
- [83] 여기서, 3D 미세구조물이 레진 캐비티(22)가 연통되어 완전한 형태의 3D 미세구조물이 복제된 것을 확인할 수 있다.
- [84] 또한, 압축단계(S30)는 하기 [수학식 1]을 통해 상기 이격공간의 현재 너비 변화에 따른 수직 변형률을 산출하고, 이 중 목표 수직 변형률 값을 선택하여 목표 수직 변형률까지 소프트 몰드(20)의 형태를 변형할 수 있다.
- [85] [수학식 1]
- [86]
$$g = g_0 + d(1 - (1 - \varepsilon)^{-\nu})$$
- [87] 여기서, g 는 이격공간(21)의 현재 너비, g_0 는 이격공간(21)의 초기 너비, d 는 이격공간(21)과 마주하는 이격공간(21) 사이의 너비, ε 는 수직 변형률, ν 는 포아송비이다.
- [88] 또한, 포아송비는, 소프트 몰드(20)의 변형에 대한 변형률의 비를 나타내는 것으로, 소프트 몰드(20)의 높이가 변화된 수직 변형률과, 소프트 몰드(20)의 폭이 변화된 수평 변형률을 통해 산출될 수 있다.
- [89] 구체적으로, 포아송비는, '- 수평 변형률 / 수직 변형률'으로 산출될 수 있다.
- [90] 이때, 포아송비를 구하기 위해 '-'를 취하는 것은, 수평 변형률이 양수가 되면, 수직 변형률이 음수가 되고, 수평 변형률이 음수가 되면, 수직 변형률이 양수가 되기 때문에 포아송비를 양의 값으로 산출하기 위함이다.
- [91] 이때, 바람직한 목표 수직 변형률은 g 의 값 즉, 이격공간(21)의 현재 너비를 0에 근접하게 만드는 값으로 선택될 수 있다.
- [92] 또한, 바람직한 목표 수직 변형률은, 0에 근접하게 만드는 값들의 범위로 선택될 수도 있다.
- [93] 또한, 수직 변형률은 사용자가 복제하고자 하는 3D 미세구조물의 형태에 따라 g 의 값이 달라질 수 있다.
- [94] 이에, 사용자가 복제하고자 하는 3D 미세구조물의 형태를 복제하기 위해 필요한 목표 수직 변형률을 산출하여 3D 미세구조물의 정확한 형태를 복제할 수 있는 소프트 몰드(20)를 제작할 수 있다.
- [95] 다음으로, 레진 경화단계(S40)는 형태가 변형된 소프트 몰드(20)에 열 또는 자외선을 가해 레진을 경화시켜 3D 미세구조물을 생성할 수 있다.
- [96] 구체적으로, 레진 경화단계(S40)는 소프트 몰드(20)에 수직 압력이 제거되지 않은 상태에서, 열 경화성 레진일 경우, 열을 가해 열 경화성 레진을 경화시킬 수 있다.
- [97] 또한, 자외선 경화성 레진일 경우, 자외선을 가해 자외선 경화성 레진을 경화시킬 수 있다.
- [98] 더욱 구체적으로, 열 경화성 레진일 경우, 20°C이상, 100°C이하의 온도로 열 경화성 레진을 경화시킬 수 있다.

- [99] 구체적으로, 열 경화성 레진은, 사용하는 열 경화성 레진의 종류에 따라 열 경화를 위한 온도가 20°C이상, 100°C이하의 범위 내에서 다양하게 형성될 수 있다.
- [100] 여기서, 레진 경화단계(S40)는 20°C미만의 온도로 경화할 경우, 열 경화성 레진이 완전히 경화되지 않아, 3D 미세구조물의 형태를 유지하기 어려울 수 있고, 100°C 초과 온도으로 경화할 경우, 과하게 경화되어 3D 미세구조물의 수축이 일어날 수 있다.
- [101] 또한, 자외선 경화성 레진일 경우, 광대역 자외선을 10mW/cm²이상, 1000mW/cm²이하의 세기로 1분 이상, 10분 이하로 조사하여 경화시킬 수 있다.
- [102] 구체적으로, 자외선 경화성 레진은, 사용하는 자외선 경화성 레진의 종류에 따라 자외선 경화를 위한 적정 광량이 10mW/cm²이상, 1000mW/cm²이하의 범위 내에서 다양하게 형성될 수 있다.
- [103] 여기서, 레진 경화단계(S40)는 광대역 자외선을 10mW/cm²미만의 세기로 경화할 경우, 자외선 경화성 레진이 완전히 경화되지 않아, 3D 미세구조물의 형태를 유지하기 어려울 수 있고, 1000mW/cm²초과의 세기로 경화할 경우, 과하게 경화되어 3D 미세구조물의 수축이 일어날 수 있다.
- [104] 또한, 레진 경화단계(S40)는 광대역 자외선을 1분 미만으로 조사할 경우, 자외선 경화성 레진이 완전히 경화되지 않아, 3D 미세구조물의 형태를 유지하기 어려울 수 있고, 10분 초과로 조사할 경우, 이미 충분히 경화된 상태로 작업의 비효율을 발생시킬 수 있다.
- [105] 다음으로, 이형단계(S50)는 소프트 몰드(20)에 수직 압력을 제거하여 소프트 몰드(20)의 형태를 복원시키고, 3D 미세구조물을 이형시키는 단계이다.
- [106] 이때, 이형단계(S50)는 소프트 몰드(20)의 이격공간(21) 너비가 3D 미세구조물의 너비보다 넓은 초기 상태로 복원되면서, 3D 미세구조물이 안전하게 이형될 수 있다.
- [107] 또한, 이형단계(S50)는 소프트 몰드(20)의 형태에 따라, 다수의 3D 미세구조물을 이형시킬 수 있다.
- [108] 상기에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법은 포아송 효과(PE)를 이용하여 3D 미세구조물을 복제함으로써, 기존 미세구조물 복제 대비 더욱 정밀한 형태의 3D 미세구조물을 복제할 수 있다.
- [109] 또한, 포아송 효과(PE)를 적용할 수 있는 초탄성재료로 형성된 소프트 몰드(20)를 사용하여 작업의 공정 수 및 복잡도를 감소시킬 수 있다.
- [110] 또한, 소프트 몰드(20)의 재사용으로 대면적, 연속적 생산으로 동일한 형태의 3D 미세구조물을 정확도 높게 양산할 수 있다.
- [111] 또한, 도 7a와 같이 사용자의 요구에 따른 3D 미세구조물의 타겟 패턴에 따라 도 7b 및 도 7c와 같이 3D 공간을 활용하여 면적 대비 밀도 높은 3D 미세구조물의 배열을 제작할 수 있다.

- [112] 또한, 도 8a와 같이 종래의 기술로 복제하기 힘들었던 연결된 고리 형태의 타겟 패턴을 가진 3D 미세구조물을 도 8b 및 도 8c와 같이 복제할 수 있다.
- [113] 이와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제 방법은 미세 박막, 초발수성 표면 등의 건축자재, 전자용 부재, 화장품 등 넓은 산업분야에 적용되는 3D 미세구조물을 복제할 수 있다.
- [114]
- [115] 이하, 실시 예에 의하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다.
- [116] 단, 하기 실시 예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시 예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [117] [실시 예]
- [118] [실시 예 1]
- [119] $10\mu\text{m}$ 너비를 가진 3D 미세구조물을 복제하기 위해, $15\mu\text{m}$ 초기 너비의 이격공간 및 그물 형태의 레진 캐비티가 형성된 소프트 몰드를 준비하고, 소프트 몰드의 캐비티와 이격공간에 자외선 경화성 레진인 MINS 311RM을 도포하였으며, 목표 수직 변형률 값을 약 0.292로 하여 목표 수직 변형률 값에 도달할 때까지 수직 압력을 가해, 소프트 몰드의 형태를 변형시켰고, $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 세기의 광대역 자외선을 1분간 조사하여 MINS 311RM를 경화시켰으며, 이후, 수직 압력을 제거하고, 3D 미세구조물을 복제하였다.
- [120]
- [121] [비교 예 1]
- [122] 실시 예 1과 동일한 방법으로 복제되되, 목표 수직 변형률 값을 약 0.224로 하여 3D 미세구조물을 복제하였다.
- [123]
- [124] [비교 예 2]
- [125] 실시 예 1과 동일한 방법으로 복제되되, 목표 수직 변형률 값을 약 0.252로 하여 3D 미세구조물을 복제하였다.
- [126]
- [127] [비교 예 3]
- [128] 실시 예 1과 동일한 방법으로 복제되되, 목표 수직 변형률 값을 약 0.324로 하여 3D 미세구조물을 복제하였다.
- [129]
- [130] [실험 예 1] 3D 미세구조물의 복제 형태 평가
- [131] 본 실험에서는 SEM(Scanning Electron Microscope)를 사용하여 실시 예 1의 3D 미세구조물을 촬영하고, 복제 형태를 평가하였다.
- [132] 이때, 비교를 위해, 실시 예 1과 동일하게 비교 예 1 내지 비교 예 3의 3D 미세구조물을 촬영하고, 복제 형태를 평가하였다.
- [133] 먼저, $10\mu\text{m}$ 너비를 가진 3D 미세구조물을 바람직한 형태로 복제하기 위한, 목표 수직 변형률 값의 범위는 0.275 내지 0.295이다.

- [134] 이때, 목표 수직 변형률 값의 범위는, $10\mu\text{m}$ 너비를 가진 3D 미세구조물을 복제할 경우 필요한 목표 수직 변형률의 범위일 뿐, 이에 한정하지 않고, 복제하고자 하는 3D 미세구조물의 형태에 따라 다양하게 형성될 수 있다.
- [135] 실시 예 1은 도 9c와 같이, 3D 미세구조물이 그물의 형태가 서로 끊기지 않고, 완전히 연결되며, 그 형태가 정확하고 단단하게 형성된 것을 확인할 수 있다.
- [136] 또한, 비교 예 1은 도 9a와 같이, 3D 미세구조물이 그물의 형태를 이루는 레진 캐비티의 형태보다는, 이격공간의 형태와 가까운 형태이며, 그 형태가 온전하게 형성되지 않은 것을 확인할 수 있다.
- [137] 또한, 비교 예 2는 도 9b와 같이, 3D 미세구조물이 그물의 형태가 서로 끊겨 있고, 부분적으로는 이격공간의 형태와 가까운 형태이며, 그 형태가 온전하게 형성되지 않은 것을 확인할 수 있다.
- [138] 또한, 비교 예 3은 도 9d와 같이 3D 미세구조물이 부분적으로는 그물의 형태를 형성하나, 서로 끊긴 부분이 많은 것을 확인할 수 있으며, 그 형태가 온전하게 형성되지 않은 것을 확인할 수 있다.
- [139] 이를 통해, 바람직한 목표 수직 변형률 범위에 포함되는 목표 수직 변형률로 복제되는 실시 예 1의 3D 미세구조물이, 바람직한 목표 수직 변형률 범위를 벗어나는 목표 수직 변형률로 복제되는 비교 예 1 내지 비교 예 3의 3D 미세구조물에 비해 그 형태가 온전하게 복제되는 것으로 판단할 수 있다.
- [140] 나아가, 포아송 효과를 이용하여 사용자가 복제하고자 하는 3D 미세구조물을 정확도 높게 복제할 수 있는 것을 확인할 수 있다.
- [141]
- [142] 이상에서 설명한 본 발명의 실시 예는 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시 예의 구성에 대응하는 기능을 실현하기 위한 방법, 그 방법에 포함된 구성 등을 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시 예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.
- [143] 또한, 이상에서 본 발명의 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.
- [144]
- [145] [부호의 설명]
- [146] 10 : 마스터 몰드
- [147] 11 : 격벽
- [148] 12 : 돌출돌기
- [149] 20 : 소프트 몰드
- [150] 21 : 이격공간
- [151] 22 : 레진 캐비티

- [152] PE : 포아송 효과
- [153] R : 레진
- [154] VP : 수직 압력

청구범위

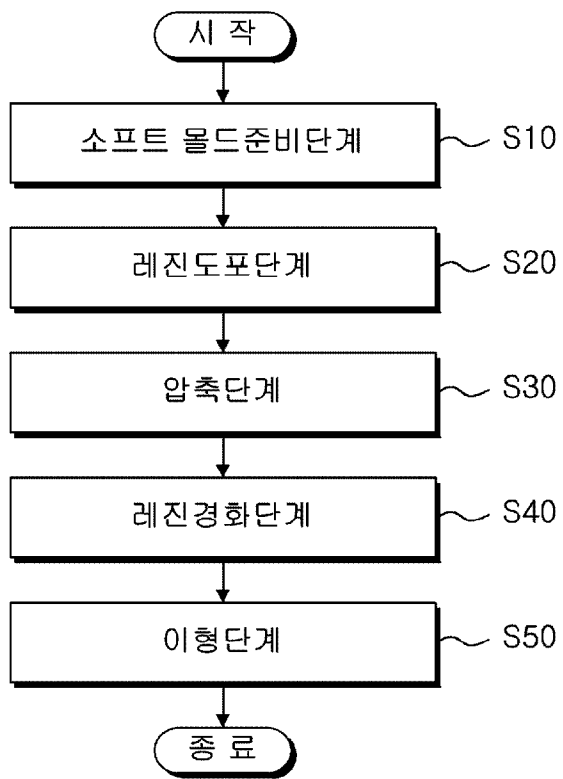
- [청구항 1] 마스터 몰드에 소프트 리소그래피(Soft lithography) 방법으로 초탄성재료를 전사하여, 소프트 몰드를 성형하는 소프트 몰드준비단계;
상기 소프트 몰드에 레진을 도포하는 레진도포단계;
상기 소프트 몰드의 상면에 수직 압력을 가하고, 수직 압력에 의한 포아송 효과를 이용해 상기 소프트 몰드의 형태를 변형시키는 압축단계;
형태가 변형된 상기 소프트 몰드에 열 또는 자외선을 가해 상기 레진을 경화시켜 상기 3D 미세구조물을 생성하는 레진 경화단계 및
상기 소프트 몰드에 수직 압력을 제거하여 상기 소프트 몰드의 형태를 복원시키고, 상기 3D 미세구조물을 이형시키는 이형단계를 포함하는 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
소프트 몰드준비단계는,
상기 마스터 몰드가 상측으로 이동할수록 좁아지는 형태로 형성된 격벽 및 상기 격벽의 외면에 형성된 돌출돌기를 포함하는 것을 특징으로 하는 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법.
- [청구항 3] 제 2항에 있어서,
소프트 몰드준비단계는,
상기 소프트 몰드가 상기 격벽에 의해 형성된 이격공간 및 상기 돌출돌기에 의해 형성된 공간인 레진 캐비티를 포함하는 것을 특징으로 하는 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법.
- [청구항 4] 제 3항에 있어서,
상기 압축단계는,
포아송 효과에 의해 상기 이격공간이 좁혀지고 상기 이격공간을 중심으로 이웃하여 위치한 상기 레진 캐비티가 연통된 상태가 되어 상기 3D 미세구조물을 형성하는 것을 특징으로 하는 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법.
- [청구항 5] 제 4항에 있어서,
상기 압축단계는,
하기 [수학식 1]을 통해 상기 이격공간의 현재 너비 변화에 따른 수직 변형률을 산출하고, 이 중 목표 수직 변형률 값을 선택하여 상기 목표 수직 변형률까지 상기 소프트 몰드의 형태를 변형시키는 것을 특징으로 하는 포아송 효과를 이용한 3D 미세구조 복제방법.

[수학식 1]

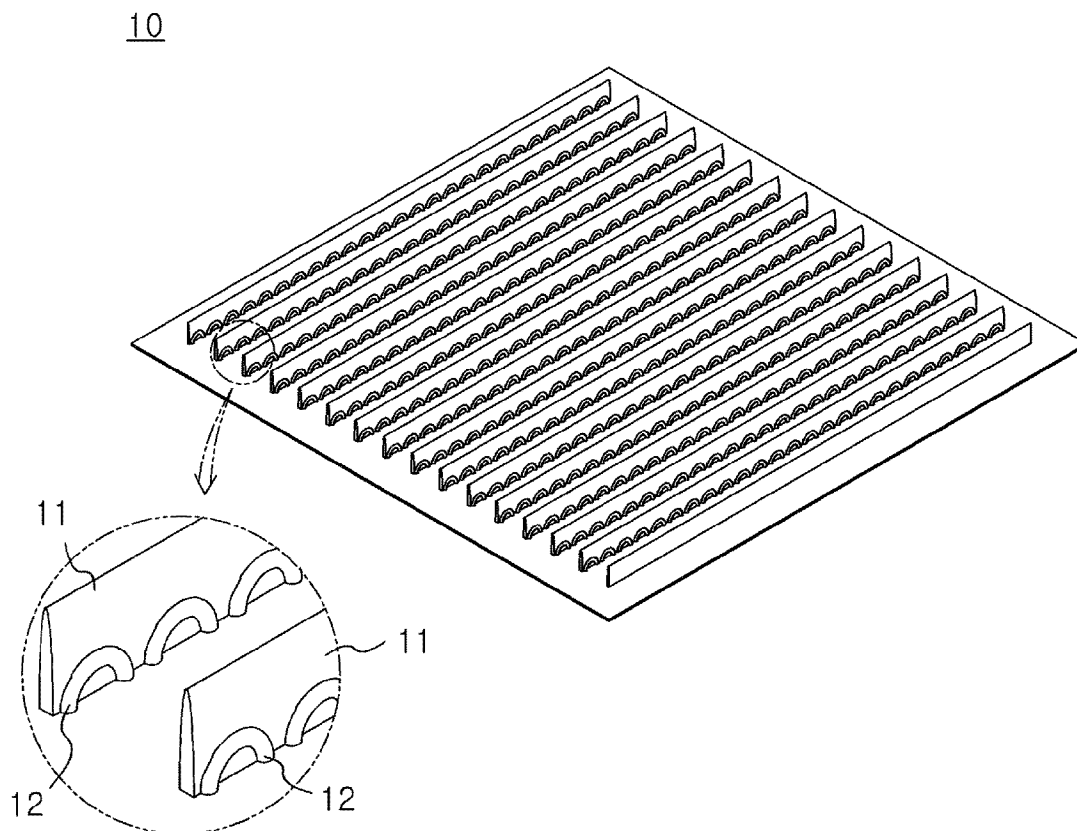
$$g = g_0 + d(1 - (1 - \varepsilon)^{-\nu})$$

(여기서, g 는 이격공간의 현재 너비, g_0 는 이격공간의 초기 너비, d 는 이격공간과 마주하는 이격공간 사이의 너비, ε 는 수직 변형률, ν 는 포아송비이다.)

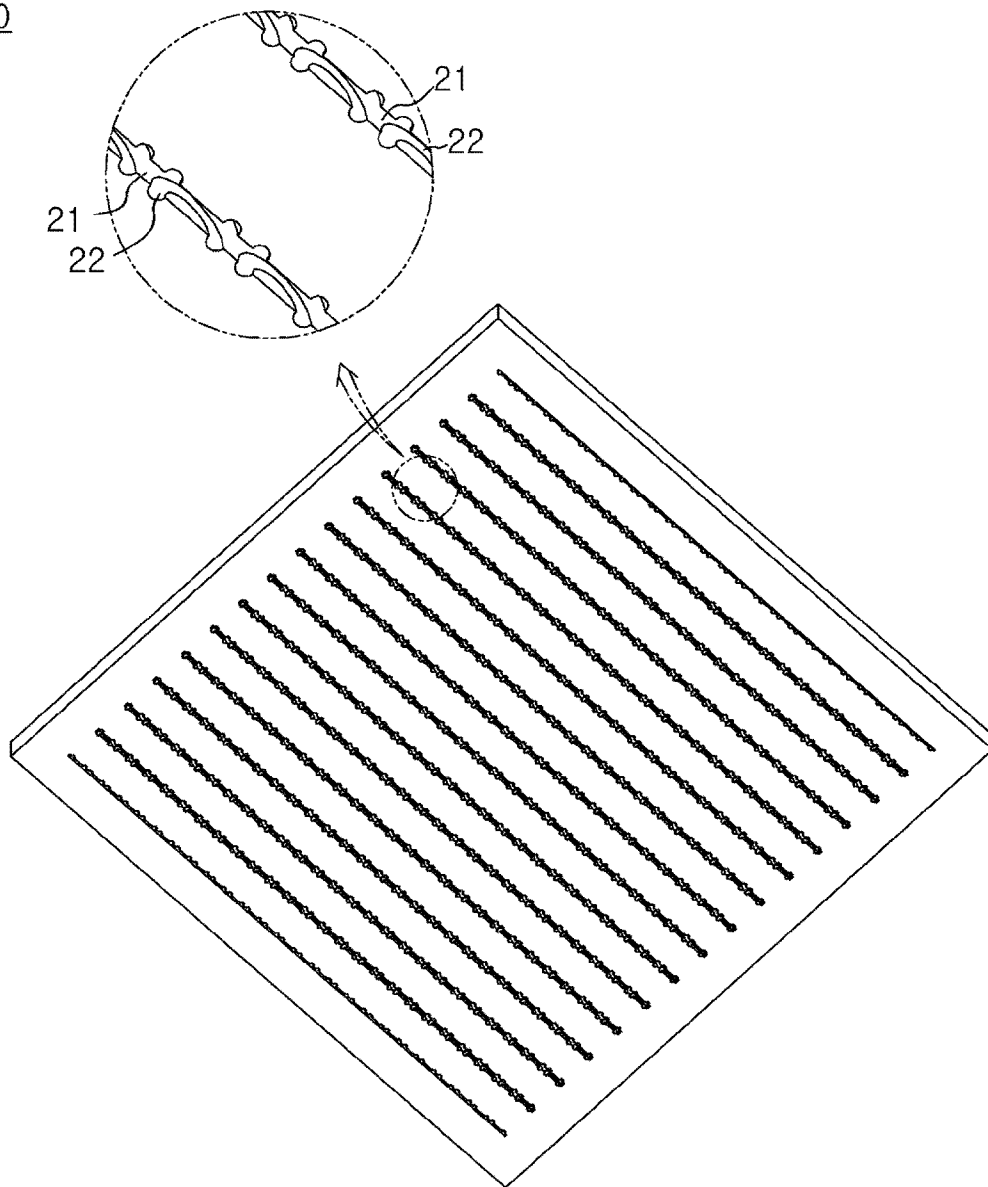
[도1]



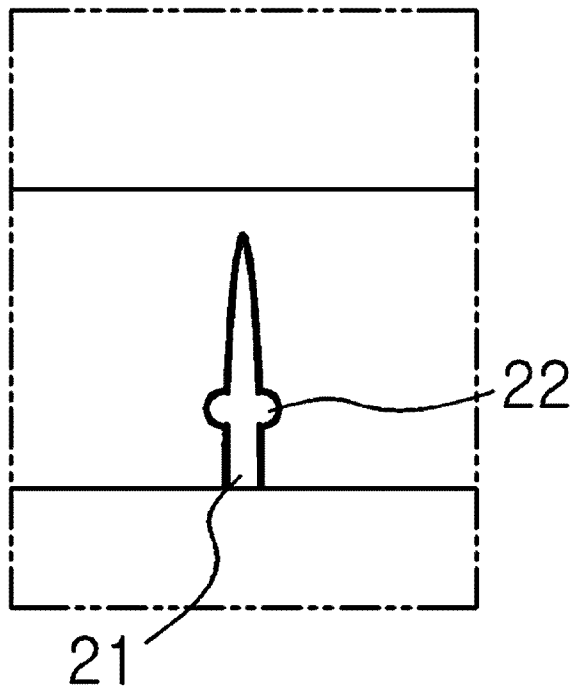
[도2]



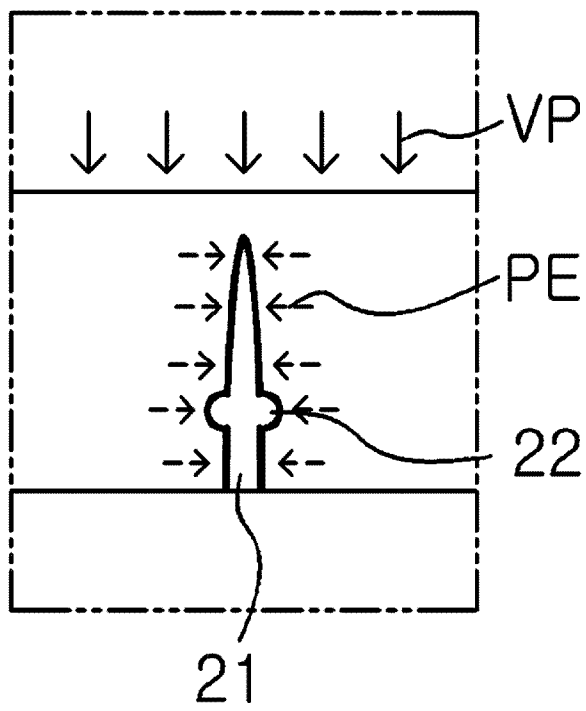
[도3]

20

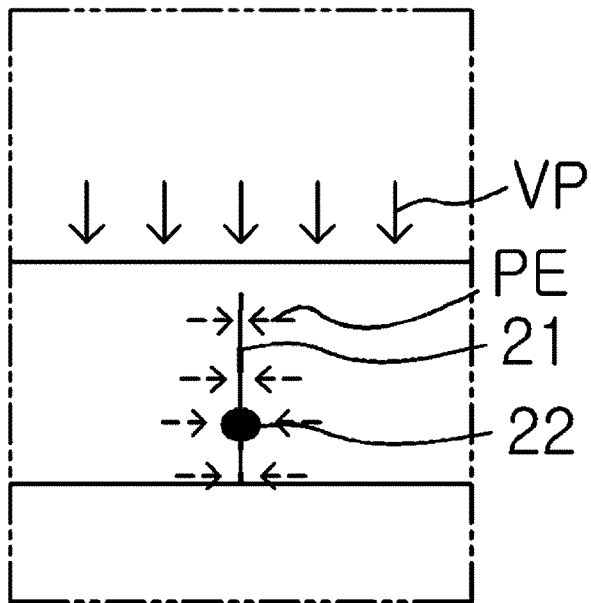
[도4a]



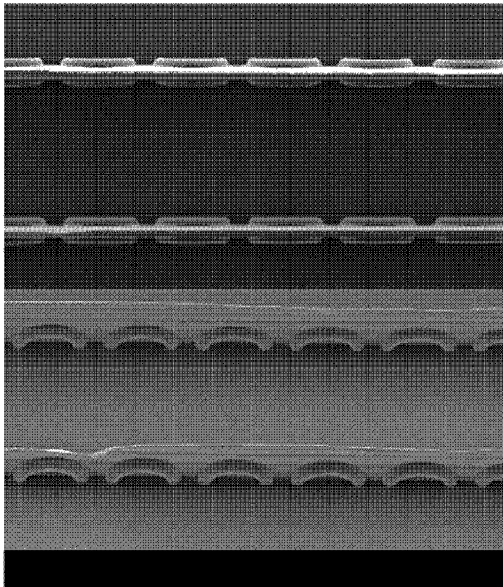
[도4b]



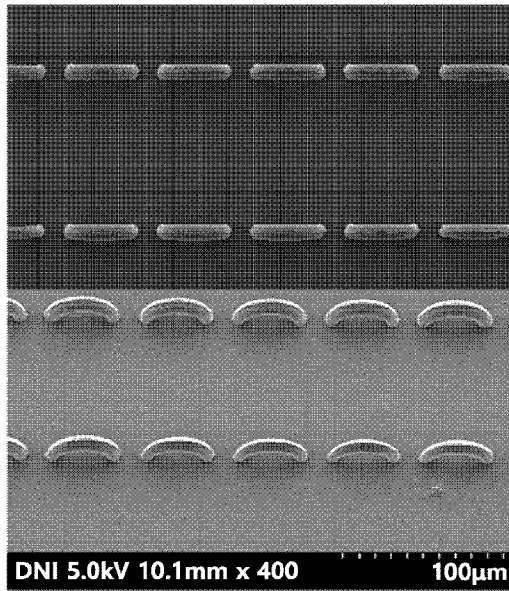
[도4c]



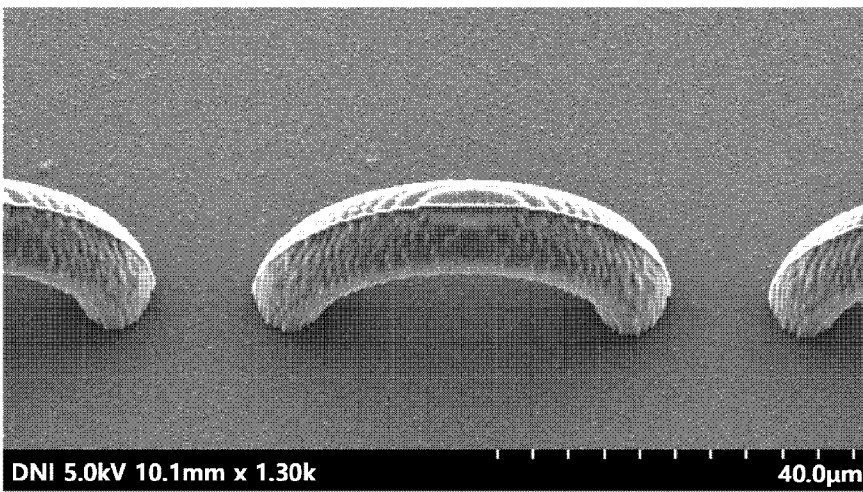
[도5a]



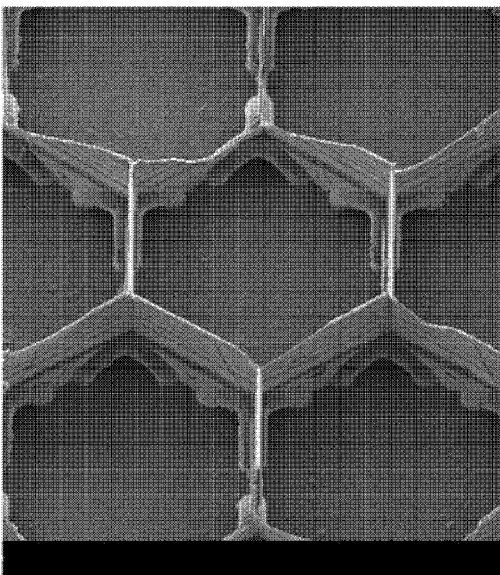
[도5b]



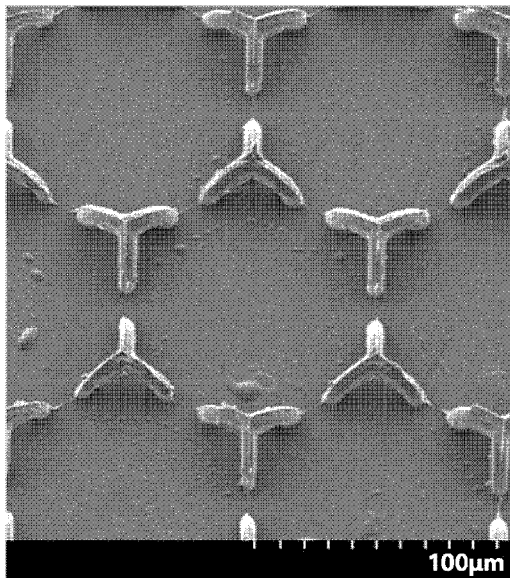
[도5c]



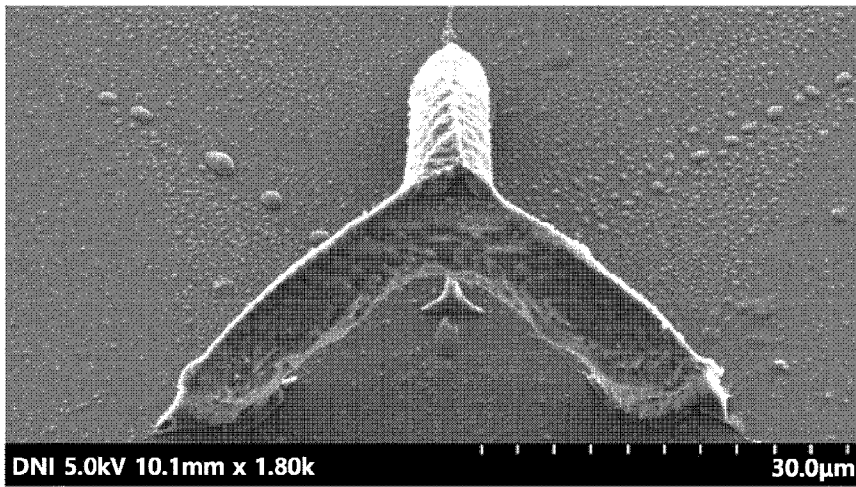
[도6a]



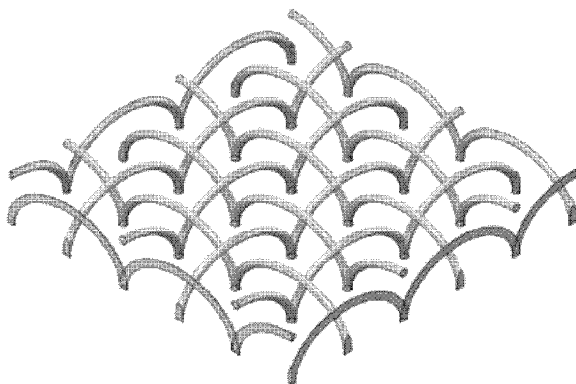
[도6b]



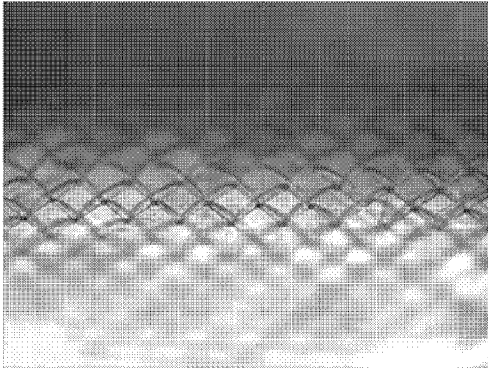
[도6c]



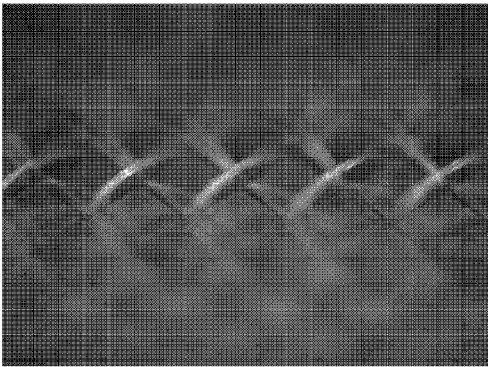
[도7a]



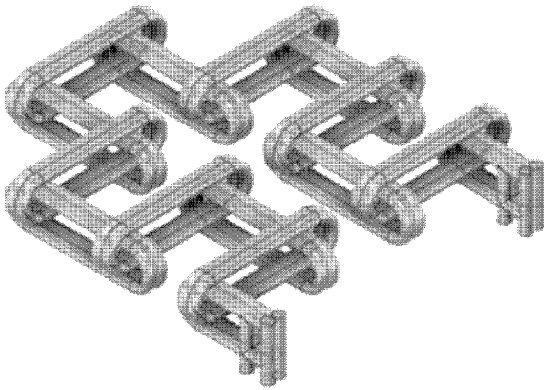
[도7b]



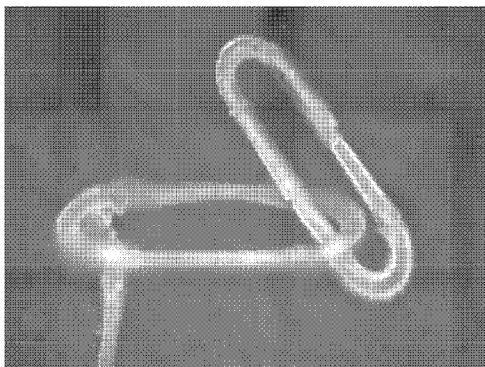
[도7c]



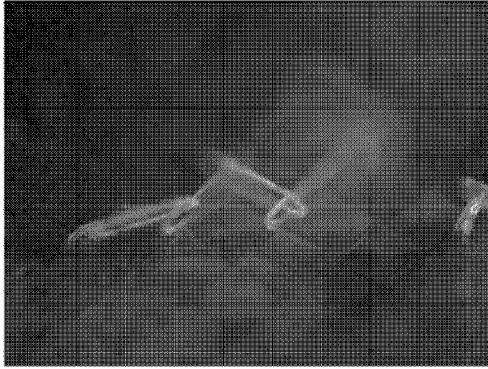
[도8a]



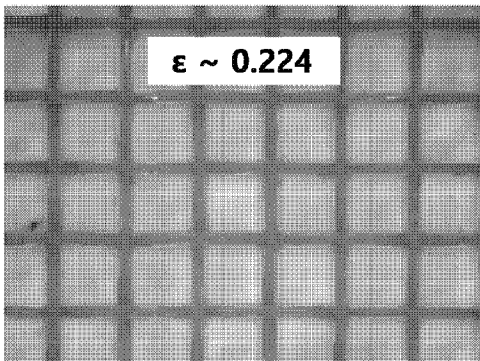
[도8b]



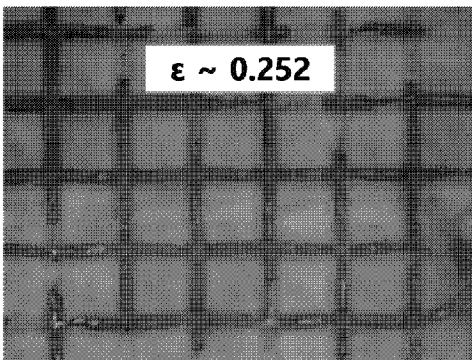
[도8c]



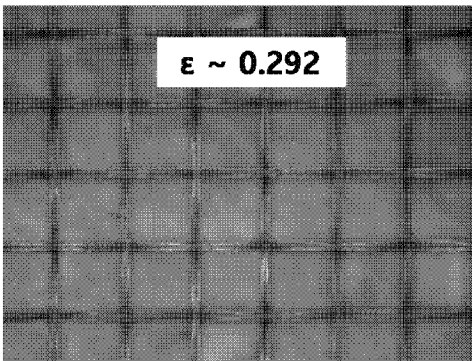
[도9a]



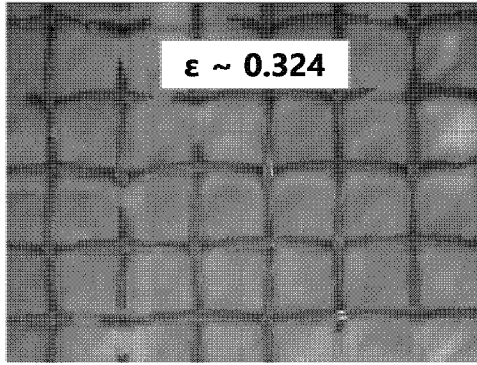
[도9b]



[도9c]



[도9d]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/007846

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G03F 7/00**(2006.01)i; **B29C 59/02**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03F 7/00(2006.01); B29C 59/02(2006.01); G02B 5/20(2006.01); G02F 1/13357(2006.01); H01J 11/44(2012.01);
H01L 21/027(2006.01); H01L 21/28(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 소프트 몰드(soft mold), 포아송(poisson), 3D, 수직(perpendicular), 레진(resin)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	KIM, Minsu et al. Poisson Effect-Assisted Replication Lithography for Repetitive Fabrication of 3D Microstructures. 2023 MRS spring meeting & exhibit. Symposium EL18, 11 April 2023. [Retrieved on 16 February 2024]. Retrieved from <URL: https://www.mrs.org/meetings-events/spring-meetings-exhibits/2023-mrs-spring-meeting/call-for-papers/symposium-sessions-detail/2023_mrs_spring_meeting/el18 >. See page 16.	1 2-5
Y	KR 10-2008-0107801 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 11 December 2008 (2008-12-11) See paragraph [0073] and figure 2f.	2-5
A	KR 10-2011-0134175 A (MIRAENANOTECH CO., LTD.) 14 December 2011 (2011-12-14) See claims 1-21.	1-5
A	KR 10-2010-0049324 A (LG CHEM, LTD.) 12 May 2010 (2010-05-12) See claims 1-9.	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 March 2024

Date of mailing of the international search report

05 March 2024

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/007846

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-0643684 B1 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 10 November 2006 (2006-11-10) See claim 1.	1-5
E	KR 10-2023-0101293 A (KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 06 July 2023 (2023-07-06) See entire document.	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2023/007846

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2008-0107801	A	11 December 2008	US	2008-0303180	A1	11 December 2008
				US	8323537	B2	04 December 2012
KR	10-2011-0134175	A	14 December 2011	None			
KR	10-2010-0049324	A	12 May 2010	None			
KR	10-0643684	B1	10 November 2006	CN	100536072	C	02 September 2009
				CN	101167161	A	23 April 2008
				EP	1943667	A1	16 July 2008
				JP	2008-535019	A	28 August 2008
				JP	5154403	B2	27 February 2013
				US	2008-0182081	A1	31 July 2008
				US	7989154	B2	02 August 2011
				WO	2007-052978	A1	10 May 2007
KR	10-2023-0101293	A	06 July 2023	None			

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G03F 7/00(2006.01)i; B29C 59/02(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G03F 7/00(2006.01); B29C 59/02(2006.01); G02B 5/20(2006.01); G02F 1/13357(2006.01); H01J 11/44(2012.01); H01L 21/027(2006.01); H01L 21/28(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 소프트 몰드(soft mold), 포아송(poisson), 3D, 수직(perpendicular), 레진(resin)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X Y	MINSU KIM 등, Poisson Effect-Assisted Replication Lithography for Repetitive Fabrication of 3D Microstructures, 2023 MRS spring meeting & exhibit, Symposium EL18, 2023.04.11., [검색일: 2024.02.16.], 출처<URL: https://www.mrs.org/meetings-events/spring-meetings-exhibits/2023-mrs-spring-meeting/call-for-papers/symposium-sessions-detail/2023_mrs_spring_meeting/el18 > 페이지 16	1 2-5
Y	KR 10-2008-0107801 A (삼성전자주식회사) 2008.12.11 단락 [0073] 및 도면 2f	2-5
A	KR 10-2011-0134175 A (미래나노텍(주)) 2011.12.14 청구항 1-21	1-5
A	KR 10-2010-0049324 A (주식회사 엔지화학) 2010.05.12 청구항 1-9	1-5
A	KR 10-0643684 B1 (한국과학기술원) 2006.11.10 청구항 1	1-5
☒ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2024년03월05일(05.03.2024)		국제조사보고서 발송일 2024년03월05일(05.03.2024)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 허주형 전화번호 +82-42-481-5373

C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
E	KR 10-2023-0101293 A (경북대학교 산학협력단) 2023.07.06 전체문헌	1-5

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2008-0107801 A	2008/12/11	US 2008-0303180 A1	2008/12/11
		US 8323537 B2	2012/12/04
KR 10-2011-0134175 A	2011/12/14	없음	
KR 10-2010-0049324 A	2010/05/12	없음	
KR 10-0643684 B1	2006/11/10	CN 100536072 C	2009/09/02
		CN 101167161 A	2008/04/23
		EP 1943667 A1	2008/07/16
		JP 2008-535019 A	2008/08/28
		JP 5154403 B2	2013/02/27
		US 2008-0182081 A1	2008/07/31
		US 7989154 B2	2011/08/02
		WO 2007-052978 A1	2007/05/10
KR 10-2023-0101293 A	2023/07/06	없음	