



- (51) 국제특허분류:
H01L 21/027 (2006.01) H01L 21/265 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/003830
- (22) 국제출원일: 2015년 4월 16일 (16.04.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0052541 2015년 4월 14일 (14.04.2015) KR
- (71) 출원인: 서울대학교 산학협력단 (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY R&DB FOUNDATION) [KR/KR]; 151-015 서울시 관악구 관악로 1, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 안성훈 (AHN, Sung-Hoon); 463-777 경기도 성남시 분당구 중앙공원로 20, 시범단지현대아파트 414동 1401호, Gyeonggi-do (KR). 윤해성 (YOON, Hae-Sung); 137-849 서울시 서초구 명달로 1길 51, 금호어울림아파트 102동 302호, Seoul (KR). 장기환 (JANG, Ki-Hwan); 137-952 서울시 서초구 서초대로 38길 49, 동신아트빌라 302호, Seoul (KR). 김은섭 (KIM, Eun-Seob); 660-822 경상남도 진주시 정촌면 강주길 54번길 8, Gyeongsangnam-do (KR). 이현택 (LEE, Hyun-Tack); 431-801 경기도 안양시 동안구 귀인로 210, 현대홈타운아파트 204동 1906호, Gyeonggi-do (KR).

- (74) 대리인: 특허법인다울 (DAWOOL PATENT AND LAW FIRM); 135-913 서울시 강남구 봉은사로 224 혜전빌딩 5층, 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

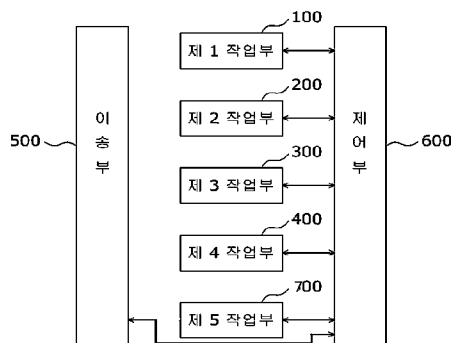
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, 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 제 21 조(3))

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR MANUFACTURING NANOSCALE THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE

(54) 발명의 명칭: 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 및 방법



- 100 ... First work part
200 ... Second work part
300 ... Third work part
400 ... Fourth work part
500 ... Transport part
600 ... Control part
700 ... Fifth work part

(57) Abstract: The present invention relates to an apparatus and a method for manufacturing a nanoscale three-dimensional structure. The apparatus for manufacturing a nanoscale three-dimensional structure according to the present invention is an apparatus for manufacturing a nanoscale three-dimensional structure using a nanofocused printing method and comprises: a first work part for coating a substrate with a sacrificial layer according to a first control signal; a second work part for, according to a second control signal, irradiating a focused ion beam and forming a three-dimensional structure frame by means of the irradiated focused ion beam; a third work part for accumulating nanoparticles, using a focused printing method, on the three-dimensional structure frame according to a third control signal; a fourth work part for removing, according to a fourth control signal, the sacrificial layer remaining on the substrate on which the nanoparticles are accumulated; a transport part for transporting, according to a transport signal, the substrate in order to provide the substrate to any one of the first work part, the second work part, the third work part, and the fourth work part; and a control part for storing a process plan and for generating the first control signal, the second control signal, the third control signal, the fourth control signal, and the transport signal according to the process plan.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



본 발명은, 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 및 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 나노스케일 3차원 구조 제작 장치는, 나노집속 프린팅 방식을 이용한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치에 있어서, 제 1 제어 신호에 따라 기판 상에 희생층을 코팅하는 제 1 작업부; 제 2 제어 신호에 따라 집속 이온빔을 주사하고, 주사된 상기 집속 이온빔에 의하여 3차원 구조 프레임을 형성하는 제 2 작업부; 제 3 제어 신호에 따라 상기 3차원 구조 프레임 상에 집속 인쇄 방식을 이용하여 나노 입자를 적층하는 제 3 작업부; 제 4 제어 신호에 따라 상기 나노 입자가 적층된 기판 상에 남아있는 상기 희생층을 제거하는 제 4 작업부; 이송 신호에 따라 상기 기판을 상기 제 1 작업부, 상기 제 2 작업부, 상기 제 3 작업부 및 상기 제 4 작업부 중 어느 하나에 제공하기 위하여 이송하는 이송부; 및 공정 계획이 저장되고, 상기 공정 계획에 따라 상기 제 1 제어 신호, 상기 제 2 제어 신호, 상기 제 3 제어 신호, 상기 제 4 제어 신호 및 상기 이송 신호를 생성하는 제어부를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 다양한 마이크로(Micro) 및 나노스케일의 초정밀도(Ultra-precision)가 요구되는 3차원 구조물의 제작에 적합한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근에 초정밀 가공기술은 점차 마이크로 정밀도를 갖는 공정에서부터 나노가공에까지 발전되어 왔으며, 이를 위하여 다양한 공정을 융합 및 발전시킴으로써 3차원의 나노 구조를 제작하고자 하는 연구가 진행되어 왔다.
- [3] 이와 같은 연구 중 국내외적으로 3차원의 나노구조를 제작하기 위한 기술 중 가장 많이 알려진 것은 반도체 공정이다. 반도체 제조공정으로 다양한 형상의 제작을 위하여 많은 연구가 진행되어오고 있으나, 실리콘 웨이퍼에 기반하기 때문에 형상, 재료 및 공정 조건에 의한 제한이 많으며 대부분의 공정이 레이어 기반(Layer-based) 방식으로 진행되어 좁은 공간 내에 3차원 자유 형상(Solid Freeform)을 형성하는 데에 적합하지 못한 단점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서 다양한 초정밀 가공 공정을 융합함으로써 형상, 재료 및 공정 조건 등에 의한 한계를 극복함과 동시에, 다양한 종류의 재료를 이용할 수 있는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [5] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [6] 상기 목적을 달성하기 위한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치는, 나노집속 프린팅 방식을 이용한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치에 있어서, 제1 제어 신호에 따라 기판 상에 희생층을 코팅하는 제1 작업부; 제2 제어 신호에 따라 집속 이온빔을 주사하고, 주사된 상기 집속 이온빔에 의하여 3차원 구조 프레임을 형성하는 제2 작업부; 제3 제어 신호에 따라 상기 3차원 구조 프레임 상에 집속 인쇄 방식을 이용하여 나노 입자를 적층하는 제3 작업부; 제4 제어 신호에 따라 상기 나노 입자가 적층된 기판 상에 남아있는 상기 희생층을 제거하는 제4 작업부; 이송 신호에 따라 상기 기판을 상기 제1 작업부, 상기 제2 작업부, 상기 제3 작업부 및 상기 제4 작업부 중 어느 하나에 제공하기 위하여

이송하는 이송부; 및 공정 계획이 저장되고, 상기 공정 계획에 따라 상기 제1 제어 신호, 상기 제2 제어 신호, 상기 제3 제어 신호, 상기 제4 제어 신호 및 상기 이송 신호를 생성하는 제어부를 포함한다.

- [7] 이 때, 상기 제2 작업부는, 상기 기판이 수용되는 이온빔 적용 챔버; 상기 이온빔 적용 챔버 내에 구비되어 상기 제2 제어 신호 중 이온빔 발생 신호에 따라 상기 집속 이온빔을 발생시키는 이온 소스; 및 상기 3차원 구조 프레임을 형성하기 위해 상기 제2 제어 신호 중 이온빔 제어 신호에 따라 상기 집속 이온빔을 제어하는 조리개와 렌즈를 포함할 수 있다.
- [8] 또한, 상기 제어부는, 상기 제2 작업부가 상기 제2 제어 신호에 따라 상기 희생층을 식각하는 식각 모드 및 식각된 경계면의 화학적 성분을 변화시키는 주사 모드 간에 모드 전환을 할 수 있도록 제어할 수 있다.
- [9] 한편, 상기 이온빔 적용 챔버는, 개폐가능한 제1 게이트를 구비하고, 상기 이송부에 의하여 상기 기판이 이송됨에 따라 상기 제1 게이트를 개폐할 수 있다.
- [10] 또한, 상기 제3 작업부는, 상기 기판이 수용되는 나노집속 인쇄 챔버; 상기 3차원 구조 프레임 상에 상기 제3 제어 신호 중 분사 신호에 따라 나노 입자를 분사하는 노즐; 및 상기 제3 제어 신호 중 공급 신호에 따라 상기 노즐에 나노 입자를 공급하는 공급부를 포함할 수 있다.
- [11] 한편, 상기 공급부는, 상기 나노 입자가 수용되는 탱크; 및 상기 탱크와 상기 노즐 사이의 경로에 형성되어 충격파를 가하는 밸브를 포함하고, 상기 노즐의 입구는 저압 측의 말단이 되고, 상기 탱크의 바닥은 고압 측의 말단이 됨에 따른 압력차가 발생하며, 상기 공급 신호에 따라 상기 밸브가 개방되어 상기 나노 입자가 가속화될 수 있다.
- [12] 또한, 상기 나노집속 인쇄 챔버는, 개폐가능한 제2 게이트를 구비하고, 상기 이송부에 의하여 상기 기판이 이송됨에 따라 상기 제2 게이트를 개폐할 수 있다.
- [13] 한편, 제5 제어 신호에 따라 상기 나노 입자가 적층된 기판에 대하여 평탄화하는 제5 작업부를 더 포함하고, 이송부는, 상기 이송 신호에 따라 상기 기판을 상기 제5 작업부에 제공하기 위하여 이송하고, 제어부는, 상기 공정 계획에 따라 상기 제5 제어 신호를 더 생성할 수 있다.
- [14] 또한, 상기 제5 작업부는, 마이크로 가공(Micro-Machining) 방식에 따라 평탄화 작업을 수행할 수 있다.
- [15] 한편, 상기 제3 작업부는, 상기 나노 입자가 적층된 상기 기판에 대하여 상기 나노 입자가 적층된 수평 상의 위치와 적층된 상기 기판의 수직상의 두께를 측정하고, 측정된 상기 위치 및 상기 두께를 상기 제어부에 출력하는 센서를 더 포함하고, 상기 공정 계획은, 상기 위치 및 상기 두께에 따라 상기 제5 제어 신호를 생성하는 명령을 포함할 수 있다.
- [16] 또한, 상기 제4 작업부는, 에천트를 사용하여 상기 희생층을 제거할 수 있다.
- [17] 이 때, 상기 에천트는 플라즈마일 수 있다.
- [18] 또한, 목적을 달성하기 위한 나노스케일 3차원 구조 제작 방법은, 나노집속

프린팅 방식을 이용한 나노스케일 3차원 구조의 제작에 관한 공정 계획이 저장되는 제1 단계; 기판 상에 희생층을 코팅하는 제2 단계; 집속 이온빔을 주사하여 상기 희생층을 식각하는 제3 단계; 집속 이온빔을 주사하여 상기 희생층의 식각된 경계면의 화학적 성분을 변화시켜 3차원 구조 프레임을 생성하는 제4 단계; 상기 3차원 구조 프레임 상에 나노 입자를 집속 인쇄하는 제5 단계; 상기 나노 입자가 인쇄된 기판 상에 남아있는 상기 희생층을 제거하는 제6 단계; 및 상기 기판 상에 형성된 3차원 구조가 상기 공정 계획에 따른 3차원 구조에 정합하는지 판단하고, 정합하는 경우 공정을 종료하며, 정합하지 않는 경우 상기 제2 단계로 진행하는 제7 단계를 포함한다.

- [19] 이 때, 상기 제5 단계에 따라 상기 나노 입자가 집속 인쇄된 기판에 대하여 평탄화 작업을 수행하는 제8 단계를 더 포함할 수 있다.
- [20] 또한, 상기 평탄화 작업은 마이크로 가공(Micro-Machining) 방식에 따라 수행될 수 있다.
- [21] 한편, 상기 제6 단계는, 에천트를 사용하여 상기 희생층을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.
- [22] 이 때, 상기 에천트는 플라즈마일 수 있다.

발명의 효과

- [23] 개시된 기술의 실시예들은 다음의 장점을 포함하는 효과를 가질 수 있다. 다만, 개시된 기술의 실시예들이 이를 전부 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.
- [24] 본 발명에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 및 방법에 의하면, 다양한 마이크로(Micro) 및 나노스케일의 초정밀도(Ultra-precision)가 요구되는 3차원 구조물의 제작을 위하여 다양한 초정밀 가공 공정을 융합함으로써 형상, 재료 및 공정 조건 등에 의한 한계를 극복함과 동시에, 다양한 종류의 재료를 이용할 수 있는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 및 방법을 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [25] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치를 나타낸 도면이다.
- [26] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 중 제2 작업부를 상세히 설명한 도면이다.
- [27] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 중 제3 작업부를 상세히 설명한 도면이다.
- [28] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [29] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 방법을 나타낸 흐름도이다.

- [30] 도 6 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [31] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 방법에 의해 제작된 구조물의 사진이다.
- [32] [부호의 설명]
- [33] 100: 제1 작업부 200: 제2 작업부
- [34] 210: 이온빔 적용 챔버 211: 제1 게이트
- [35] 220: 이온 소스 231: 조리개
- [36] 232: 렌즈 232a: 제1 렌즈
- [37] 232b: 제2 렌즈 300: 제3 작업부
- [38] 310: 나노집속 인쇄 챔버 311: 제2 게이트
- [39] 320: 노즐 330: 공급부
- [40] 331: 밸브 332: 탱크
- [41] 340: 센서 400: 제4 작업부
- [42] 500: 이송부 600: 제어부
- [43] 700: 제5 작업부 1100: 기관
- [44] 1200: 희생층 1300: 집속 이온빔
- [45] 1400: 나노 입자

발명의 실시를 위한 형태

- [46] 개시된 기술에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 개시된 기술의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 개시된 기술의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [47] 한편, 본 출원에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.
- [48] “제1”, “제2” 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [49]
- [50] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치를 나타낸 도면으로, 도 1에 도시된 바와 같은 나노스케일 3차원 구조 제작 장치는, 제1 작업부(100), 제2 작업부(200), 제3 작업부(300), 제4 작업부(400), 이송부(500), 제어부(600) 및 제5 작업부(700)를 포함할 수 있다.
- [51] 제1 작업부(100)는, 제어부(600)로부터 제1 제어 신호를 입력받고, 입력받은 제1 제어 신호에 따라 기관 상에 희생층을 코팅한다. 즉, 제1 작업부(100)는, 기관 상에 폴리머(Polymer) 재질의 희생층을 코팅하는데, 이러한 희생층의 코팅 시

플라즈마 챔버가 사용될 수 있으며, 희생층을 구현하는 공정의 추가로 인하여 떠있는 구조를 포함한 실제적인 3차원 구조물이 인쇄가 가능하게 된다.

- [52] 또한, 제2 작업부(200)는, 제어부(600)로부터 제2 제어 신호를 입력받고, 입력받은 제2 제어 신호에 따라 기판, 희생층, 나노 입자 구조물 등에 대하여 집속 이온빔을 주사하고, 주사된 상기 집속 이온빔에 의하여 3차원 구조 프레임을 형성한다. 여기서, 제2 작업부(200)는, 집속 이온빔을 주사하여 희생층을 식각하고, 식각된 희생층의 경계면에 다시 집속 이온빔을 주사하여 경계면의 화학적 성분을 변화시킴으로써 제작하고자 하는 3차원 구조물의 프레임을 완성하게 된다.
- [53] 한편, 제3 작업부(300)는, 제어부(600)로부터 제3 제어 신호를 입력받고, 입력받은 제3 제어 신호에 따라 3차원 구조 프레임 상에 집속 인쇄 방식을 이용하여 나노 입자를 적층한다. 즉, 제3 작업부(300)는, 제2 작업부(200)가 희생층을 식각 및 성분 변화시켜 형성한 3차원 구조 프레임 내에 나노 입자를 분사하여 프레임 내부를 나노 입자로 충전함으로써 3차원 구조물 본체의 기초를 형성하게 된다.
- [54] 또한, 제4 작업부(400)는, 제어부(600)로부터 제4 제어 신호를 입력받고, 입력받은 제4 제어 신호에 따라 나노 입자가 적층된 기판 상에 남아있는 희생층을 제거한다. 즉, 제4 작업부(400)는, 희생층을 제거함으로써 기판 상에 제2 작업부(200)에 의하여 형성된 프레임과 제3 작업부(300)에 의하여 형성된 3차원 구조물 본체만을 남기게 된다. 이 때, 제4 작업부(400)가 희생층을 제거함에 있어서, 화학적으로 에천트(etchant), 특히, 플라즈마를 사용할 수 있으며, 이를 통하여 광 또는 열 조사에 의한 희생층 제거와는 달리 충전된 나노 입자의 성분, 즉, 조사량 특성에 구애받지 않고 희생층을 제거할 수 있다.
- [55] 한편, 이송부(500)는, 제어부(600)로부터 이송 신호를 입력받고, 입력받은 이송 신호에 따라 기판을 제1 작업부(100), 제2 작업부(200), 제3 작업부(300) 및 제4 작업부(400) 중 어느 하나에 제공하기 위하여 이송한다. 여기서, 이송부(500)는, 제1 작업부(100), 제2 작업부(200), 제3 작업부(300) 및 제4 작업부(400)에 형성된 하나의 출입구를 통하여 기판을 제공하는 형태일 수 있다. 한편, 제1 작업부(100), 제2 작업부(200), 제3 작업부(300) 및 제4 작업부(400)가 각각 양 측에 입구 및 출구를 가지는 방식으로, 제1 작업부(100)의 출구와 제2 작업부(200)의 입구 사이, 제2 작업부(200)의 출구와 제3 작업부(300)의 입구 사이, 제3 작업부(300)의 출구와 제4 작업부(400)의 입구 사이에 각각 통로를 형성한 경우에는, 이송부(500)는, 위의 통로를 관통하는 선형 운동을 통하여 제1 작업부(100), 제2 작업부(200), 제3 작업부(300) 및 제4 작업부(400)에 기판을 제공할 수도 있다.
- [56] 또한, 제어부(600)는, 공정 계획이 저장되고, 저장된 공정 계획에 따라 희생층을 코팅하기 위한 제1 제어 신호, 이온빔을 주사하기 위한 제2 제어 신호, 나노 입자를 집속 인쇄하기 위한 제3 제어 신호, 희생층을 제거하기 위한 제4 제어 신호 및 기판을 이송하기 위한 이송 신호를 생성하며, 생성된 제1 제어 신호를

제1 작업부(100)에 출력하고, 생성된 제2 제어 신호를 제2 작업부(200)에 출력하며, 생성된 제3 제어 신호를 제3 작업부(300)에 출력하고, 생성된 제4 제어 신호를 제4 작업부(400)에 출력하며, 생성된 이송 신호를 이송부(500)로 출력한다.

- [57] 한편, 제5 작업부(700)는, 제어부(600)로부터 제5 제어 신호를 입력받고, 입력받은 제5 제어 신호에 따라 나노 입자가 적층된 기판에 대하여 평탄화할 수 있다. 이와 관련하여, 이송부(500)는, 이송 신호에 따라 기판을 제5 작업부(700)에 제공하기 위하여 이송하고, 제어부(600)는, 공정 계획에 따라 기판 상에 형성된 구조물의 높이를 제어하기 위한 제5 제어 신호를 더 생성할 수 있다. 이 때, 제5 작업부(700)의 평탄화 작업은 마이크로 가공(Micro-Machining) 방식에 따라 수행될 수 있으며, 이를 통하여 충전된 나노 입자의 종류에 구애받지 않고 효과적으로 충전된 구조물에 대하여 평탄화 작업을 수행할 수 있다. 여기서, 구조물의 높이는, 희생층의 높이 미만으로 형성되도록 제어되기는 어려우나, 희생층의 높이 이상으로는 공정 계획에 따라 자유롭게 형성되도록 제어될 수 있다.

[58]

- [59] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 중 제2 작업부(200)를 상세히 설명한 도면으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 작업부(200)는, 이온빔 적용 챔버(210), 제1 게이트(211), 이온 소스(220) 및 조리개(231)와 렌즈(232)를 포함할 수 있다.

- [60] 이온빔 적용 챔버(210)는, 희생층이 코팅된 기판이 수용되고, 기판 상에 이온빔이 주사될 수 있도록 내부를 진공으로 유지하게 된다. 이 때, 이온빔 적용 챔버(210)는, 희생층이 코팅된 기판의 반출입을 위한 출입구로서 개폐 가능한 진공 도어인 제1 게이트(211)를 구비할 수 있는데, 이송부(500)에 의하여 기판이 이송됨에 따라 제1 게이트(211)를 개폐할 수 있다.

- [61] 또한, 이온 소스(220)는, 이온빔 적용 챔버(210) 내에 구비되어 제2 제어 신호 중 이온빔 발생 신호에 따라 집속 이온빔을 발생시킨다. 즉, 이온 소스(220)는, 이온을 발생시켜, 희생층을 식각하거나, 희생층의 식각된 경계면의 화학적 성분을 변화시키기 위한 것으로서, 끝 부분이 예리한 금속첨단 부분과 접촉되는 전극 사이에 전계를 걸어 하전입자를 끌어낸다. 이 하전입자는 가속전원에 의한 전압을 가속시켜 구조물과 충돌한다. 이온은 예리한 금속첨단 부분에 액체금속갈륨을 흐르게 하고 전계의 힘으로 이를 방사시켜 생성할 수 있다. 이 때, 가속전압과 렌즈(232)에 인가된 전압 및 조리개(231)를 통하여 이온빔의 지름을 제어할 수 있으며, 가속전압과 이온빔의 지름은 비례한다.

- [62] 한편, 조리개(231)는, 제어부(600)로부터 3차원 구조 프레임을 형성하기 위한 제2 제어 신호 중 이온빔 제어 신호를 입력받고, 입력받은 이온빔 제어 신호에 따라 집속 이온빔을 제어하는데, 이온 소스(220)에서 발생된 이온빔을 1차 집속하기 위한 것으로서, 이온 소스(220)에서 발생되어 퍼지는 이온빔의 각도를

제어하여 렌즈(232)로 집속 시킬 수 있다.

- [63] 또한, 렌즈(232)는, 제어부(600)로부터 3차원 구조 프레임을 형성하기 위한 제2 제어 신호 중 이온빔 제어 신호를 입력받고, 입력받은 이온빔 제어 신호에 따라 집속 이온빔을 제어하는데, 조리개(231)에서 1차 집속된 이온빔을 재차 집속하기 위한 것으로서, 조리개(231)에서 1차 집속된 이온 빔(250)을 2차 집속시키는 제1 렌즈(231a)와, 제1 렌즈(231a)에서 2차 집속된 이온 빔(250)을 재차 집속시키는 제2 렌즈(231b)를 포함할 수 있다. 이 때, 제1 렌즈(231a)는 집속렌즈를 사용하며, 제2 렌즈(231b)는 제1 렌즈(231a)에서 집속된 이온빔을 구조물의 표면에 초점을 맞추기 위해 대물렌즈를 사용할 수 있다. 한편, 대물렌즈를 통과하여 초점이 맞춰진 이온빔을 구조물 표면에 주사하기 위해 편향기(도시되지 않음)를 구비할 수도 있다. 이와 같은 구조에 의해 제2 작업부(200)는 조리개(231)와 렌즈(232)를 이용하여 이온 소스(220)에서 발생된 이온빔을 효과적으로 집속시켜 코팅된 희생층에 구조물의 프레임을 정밀하게 형성할 수 있게 된다.
- [64] 여기서, 제어부(600)는, 공정 계획에 따라 제2 제어 신호를 생성함으로써 제2 작업부(200)를 제어하고, 이를 통하여 제2 작업부(200)는, 희생층을 식각하는 식각 모드 및 식각된 경계면의 화학적 성분을 변화시키는 주사 모드 간에 모드 전환을 할 수 있다. 즉, 제어부(600)는, 제2 제어 신호를 통하여 제2 작업부(200)가 희생층을 식각할 뿐만 아니라 식각된 경계면의 화학적 성분을 변화시키도록 함으로써, 이후에 나노 입자가 적층될 경우 경계면에 의한 정밀한 프레임을 제공할 수 있게 된다.
- [65]
- [66] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치 중 제3 작업부(300)를 상세히 설명한 도면으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 제3 작업부(300)는, 나노집속 인쇄 챔버(310), 노즐(320), 공급부(330) 및 센서(340)를 포함할 수 있다.
- [67] 나노집속 인쇄 챔버(310)는, 희생층 상에 식각된 경계면에 의한 3차원 구조 프레임이 형성된 기판이 수용되고, 기판 상에 나노 입자가 집속 인쇄될 수 있도록 내부를 진공으로 유지하게 된다. 한편, 나노집속 인쇄 챔버(310)의 압력은 진공을 주로 사용하지만 그 범위는 저진공인 1Torr 내지 상압인 760Torr까지일 수 있다. 또한, 나노집속 인쇄 챔버(310)의 온도는 섭씨 150도 이하인 것이 바람직하나 이에 한정되지 않는다. 이 때, 나노집속 인쇄 챔버(310)는, 프레임이 형성된 기판의 반출입을 위한 출입구로서 개폐 가능한 진공 도어인 제2 게이트(311)를 구비할 수 있는데, 이송부(500)에 의하여 기판이 이송됨에 따라 제2 게이트(311)를 개폐할 수 있다.
- [68] 이 때, 이송부(500)는, 상술한 바와 같이 제1 작업부(100)의 출구와 제2 작업부(200)의 입구 사이에 기판 이송 통로(도시되지 않음)가 형성된 경우에 있어서, 기판은 이온빔 적용 챔버(210)에서 나노집속 인쇄 챔버(310)로 이송되거나 그 반대의 경우일 때, 두 챔버의 분위기가 상이하므로 기판은 기판

이송 통로에 잠시 머물게 된다. 즉, 이온빔 적용 챔버(210)의 기판이 나노집속 인쇄 챔버(310)로 이송될 경우, 제1 작업부(100)의 출구에 해당하는 이온빔 적용 챔버(210)의 게이트가 개방된 후 이온빔 적용 챔버(210)의 기판이 기판 이송 통로로 1차 이송된다. 또한, 이온빔 적용 챔버(210)의 게이트를 차단한 후 기판 이송 통로의 분위기를 나노집속 인쇄 챔버(310)와 동일하게 설정하고, 나노집속 인쇄 챔버(310)의 게이트를 개방하여 기판을 나노집속 인쇄 챔버(310)로 이송한다. 이 때, 그 반대의 경우도 동일하게 기판을 이송할 수 있다. 한편, 이온빔 적용 챔버(210)와 나노집속 인쇄 챔버(310) 사이에 하나의 게이트만이 구비될 수 있으며, 이 때, 하나의 게이트로 이온빔 적용 챔버(210)와 나노집속 인쇄 챔버(310)를 단절시켜 분위기를 서로 상이하게 할 수 있다. 즉, 이온빔 적용 챔버(210)와 나노집속 인쇄 챔버(310) 사이에 기판을 이송할 때 하나의 게이트를 개방하여 기판을 이송할 수 있으며, 기판 이송 후 게이트로 두 챔버 사이를 차단한 후 두 챔버의 분위기를 서로 상이하게 할 수 있다.

[69] 또한, 노즐(320)은, 제어부(600)로부터 제3 제어 신호 중 분사 신호를 입력받고, 입력받은 분사 신호에 따라 3차원 구조 프레임을 충전하기 위한 나노 입자를 분사한다. 여기서, 노즐(320)은, 분사구와 노즐목을 포함하는데, 노즐목은 내부 구경이 노즐목에서 분사구까지 점차 감소하거나 노즐목에서 분사구까지 점차 감소하다가 확대되도록 형성할 수 있으며, 이를 통하여 노즐(320)을 통해 분사되는 분말이 소정 속도, 예를 들어, 300 내지 1200m/sec의 속도를 갖게 할 수 있다. 한편, 도 3에 도시된 바에 의하면, 노즐(320)이 기판과 수직으로 구비되어 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 노즐(320)이 기판의 면에 대해 경사지게 구비되어, 노즐(320)에서 분사되는 분말이 기판 면에 대하여 경사지게 적층되게 할 수 있다. 이 때, 노즐(320)을 기판 면에 대해 수직으로 구비하고, 기판을 노즐(320)에 대해 경사지도록 기판을 기울일 수도 있다. 상술한 바와 같이 노즐(320)의 분사 방향과 기판의 면이 이루는 각도를 조정함으로써 나노 입자의 충전 효율을 향상시킬 수 있다.

[70] 한편, 공급부(330)는, 제어부(600)로부터 제3 제어 신호 중 공급 신호를 입력받고, 입력받은 공급 신호에 따라 노즐(320)에 나노 입자를 공급한다. 즉, 공급부(330)는 배관에 연결되어 배관을 통해 노즐에 분말을 공급하기 위한 것으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 공급부(330)는 도 3에 도시된 바와 같이 밸브(331)와 탱크(332)를 포함한다. 이때, 공급부(330)에 의하여 공급되는 분말은 금속, 세라믹, 폴리머 또는 복합재료를 포함할 수 있으며, 분말의 입자 크기는 0.01 내지 10 μ m인 것이 바람직하다. 또한, 노즐(320)과 공급부(330) 사이의 배관에 필터부(미도시)를 추가하여 운반되는 분말을 가스 중에 부유시켜 소정 크기 이상의 분말을 필터링 할 수도 있다.

[71] 여기서, 공급부(330) 내에 장착된 밸브(331)는, 탱크(332)와 노즐(320) 사이의 경로에 형성되어 충격파를 가하는 역할을 하고, 공급부(330) 내에 장착된 탱크(332)는 나노 입자를 수용하는 역할을 한다. 이 때, 탱크(332)의 하부 측은

상부 측에 비하여 상대적으로 고압부가 되고, 나노집속 인쇄 챔버(310)의 진공 또는 저진공 상태의 유지에 따라 노즐(320)의 입구 측은 저압 측의 말단이 되고, 탱크(332)의 바닥면은 고압 측의 말단이 된다. 여기서, 저압인 노즐(320)의 입구 측과 고압인 탱크(332)의 바닥면의 압력 차가 밸브(331)의 개방에 의하여 붕괴되는 경우에, 탱크(332)에 연결된 압력 조정기(도시되지 않음)에 의하여 붕괴에 의한 에너지가 나노 입자에 전달되고, 이에 따라 나노 입자가 가속화되며 에어로졸화가 가능해진다.

[72] 또한, 센서(340)는, 나노 입자가 적층된 기판에 대하여 나노 입자가 적층된 수평상의 위치와 적층된 기판의 수직상의 두께를 측정하고, 측정된 위치 및 두께를 제어부(600)에 출력한다. 이에 대응하여, 제어부(600)는, 제어부(600) 내에 저장된 공정 계획에 의하여 센서(340)에서 입력된 위치 및 두께에 따라 제5 제어 신호를 생성하고, 제5 제어 신호는 제5 작업부(700)에 입력되어 평탄화 작업의 두께를 제어하는 역할을 한다.

[73]

[74] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 방법을 나타낸 흐름도이며, 도 6 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 나노스케일 3차원 구조 제작 방법에 의해 제작된 구조물의 사진으로, 도 1 내지 도 11을 참조하여 본 발명의 나노스케일 3차원 구조 제작 방법에 대하여 설명하면 하기와 같다.

[75] 먼저, 제어부(600)에 나노집속 프린팅 방식을 이용한 나노스케일 3차원 구조의 제작에 관한 공정 계획이 저장된다(S100). 여기서, 공정 계획은 컴퓨터 프로그램 형식으로 저장될 수 있고, 제어부(600)는 저장된 프로그램에 따라 제1 제어 신호 내지 제5 제어 신호 및 이송 신호를 생성함으로써 다양한 형태의 나노스케일 3차원 구조를 제작할 수 있도록 장치를 제어할 수 있다.

[76] 또한, 제1 작업부(100)는, 제어부(600)로부터 제1 제어 신호를 입력받고, 입력된 제1 제어 신호에 따라 도 6에 도시된 바와 같이 기판(1100) 상에 희생층(1200)을 코팅한다(S200). 여기서, 희생층(1200)은 폴리머 재질일 수 있다.

[77] 한편, 제2 작업부(200)는, 제어부(600)로부터 제2 제어 신호를 입력받고, 입력된 제2 제어 신호에 따라 도 7에 도시된 바와 같이 집속 이온빔(1300)을 주사하여 희생층(1200)을 식각한다(S300). 즉, 도 7에 도시된 바에 의하면, 제어부(600)의 공정 계획에 따른 3차원 구조의 형태는 그 단면이 'T'자 형태이며, 제2 작업부(200)는, 제어부(600)로부터의 제2 제어 신호에 의하여 희생층(1200)을 식각하여 'T'자 형태의 공간을 형성한다.

[78] 또한, 제2 작업부(200)는, 제어부(600)로부터 제2 제어 신호를 입력받고, 입력된 제2 제어 신호에 따라 집속 이온빔을 주사하여 희생층(1200)의 식각된 경계면의 화학적 성분을 변화시켜 도 8에 도시된 바와 같은 형태의 3차원 구조

프레임(1210)을 생성한다(S400). 여기서, 제2 작업부(200)는, 경계면의 화학적 성분을 변화시킴으로써 이후에 희생층 제거용 에천트가 적용되는 경우에도 도 8에 도시된 바와 같은 형태의 3차원 구조 프레임(1210)은 제거되지 않고 남아있도록 한다.

- [79] 한편, 제3 작업부(300)는, 제어부(600)로부터 제3 제어 신호를 입력받고, 입력된 제3 제어 신호에 따라 3차원 구조 프레임 상에 나노 입자(1400)를 집속 인쇄한다(S500). 여기서, 제2 작업부(200)에 의하여 3차원 구조 프레임(1210)이 생성된 후에도 희생층이 제거되기 전에는 도 9에 도시된 바와 같이 기판(1100) 상에 코팅된 희생층(1200)에 있어서 'T'자 형상의 공간이 형성된 형태를 유지하고 있으며, 제3 작업부(300)가 나노 입자(1400)를 집속 인쇄 방식으로 분사하면서 위와 같이 형성된 공간을 충전하게 된다.
- [80] 이 때, 제5 작업부(700)는, 제어부(600)로부터 제5 제어 신호를 입력받고, 입력된 제5 제어 신호에 따라 나노 입자(1400)가 집속 인쇄된 기판(1100)에 대하여 평탄화 작업을 수행할 수 있다(S510). 여기서, 상술한 평탄화 작업은, 도 10에 도시된 바와 같이 마이크로 가공(Micro-Machining) 방식에 따라 수행될 수 있으며, 이러한 초소형 스케일의 공구를 이용한 국부 평탄화, 즉, 기계식 가공에 의하여 더욱 정밀한 3차원 구조를 제작할 수 있다.
- [81] 또한, 제4 작업부(400)는, 제어부(600)로부터 제4 제어 신호를 입력받고, 입력된 제4 제어 신호에 따라 나노 입자가 인쇄된 기판 상에 남아있는 희생층(1200)을 제거한다(S600). 이 때, 제4 작업부(400)가 희생층(1200)을 제거함에 있어서, 화학적으로 에천트(etchant), 특히, 플라즈마를 사용할 수 있다.
- [82] 한편, 제어부(600)는, 제4 작업부(400) 내에 장착되고 3차원 구조의 두께 및 위치를 검출하는 센서(도시되지 않음)에 의하여, 기판 상에 형성된 3차원 구조가 상기 공정 계획에 따른 3차원 구조에 정합하는지 판단하고, 정합하는 경우 공정을 종료하며, 정합하지 않는 경우 기판(1100) 상에 희생층(1200)을 코팅하는 단계(S200)로 진행한다(S700).
- [83] 상술한 방법에 의하여 도 11에 도시된 바와 같이 'T'자 형태의 나노스케일 3차원 구조가 제작될 수 있으며, 특히, 희생층(1200)의 코팅 및 제거에 의하여 공중에 떠 있는(Overhang) 구조의 제작이 가능하게 된다.
- [84]
- [85] 이러한 개시된 기술인 방법 및 장치는 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 개시된 기술의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

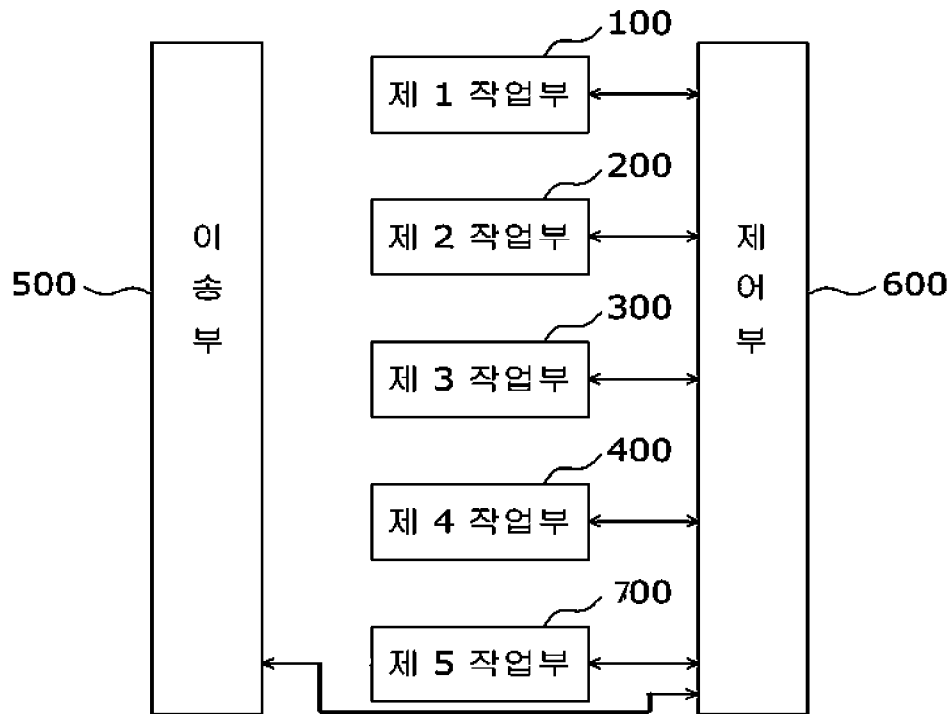
청구범위

- [청구항 1] 나노집속 프린팅 방식을 이용한 나노스케일 3차원 구조 제작 장치에 있어서,
제1 제어 신호에 따라 기판 상에 희생층을 코팅하는 제1 작업부;
제2 제어 신호에 따라 집속 이온빔을 주사하고, 주사된 상기 집속 이온빔에 의하여 3차원 구조 프레임을 형성하는 제2 작업부;
제3 제어 신호에 따라 상기 3차원 구조 프레임 상에 집속 인쇄 방식을 이용하여 나노 입자를 적층하는 제3 작업부;
제4 제어 신호에 따라 상기 나노 입자가 적층된 기판 상에 남아있는 상기 희생층을 제거하는 제4 작업부;
이송 신호에 따라 상기 기판을 상기 제1 작업부, 상기 제2 작업부, 상기 제3 작업부 및 상기 제4 작업부 중 어느 하나에 제공하기 위하여 이송하는 이송부; 및
공정 계획이 저장되고, 상기 공정 계획에 따라 상기 제1 제어 신호, 상기 제2 제어 신호, 상기 제3 제어 신호, 상기 제4 제어 신호 및 상기 이송 신호를 생성하는 제어부를 포함하는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 제2 작업부는,
상기 기판이 수용되는 이온빔 적용 챔버;
상기 이온빔 적용 챔버 내에 구비되어 상기 제2 제어 신호 중 이온빔 발생 신호에 따라 상기 집속 이온빔을 발생시키는 이온 소스; 및
상기 3차원 구조 프레임을 형성하기 위해 상기 제2 제어 신호 중 이온빔 제어 신호에 따라 상기 집속 이온빔을 제어하는 조리개와 렌즈를 포함하는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 제어부는, 상기 제2 작업부가 상기 제2 제어 신호에 따라 상기 희생층을 식각하는 식각 모드 및 식각된 경계면의 화학적 성분을 변화시키는 주사 모드 간에 모드 전환을 할 수 있도록 제어하는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 4] 청구항 2에 있어서,
상기 이온빔 적용 챔버는, 개폐가능한 제1 게이트를 구비하고,
상기 이송부에 의하여 상기 기판이 이송됨에 따라 상기 제1 게이트를 개폐하는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 제3 작업부는,

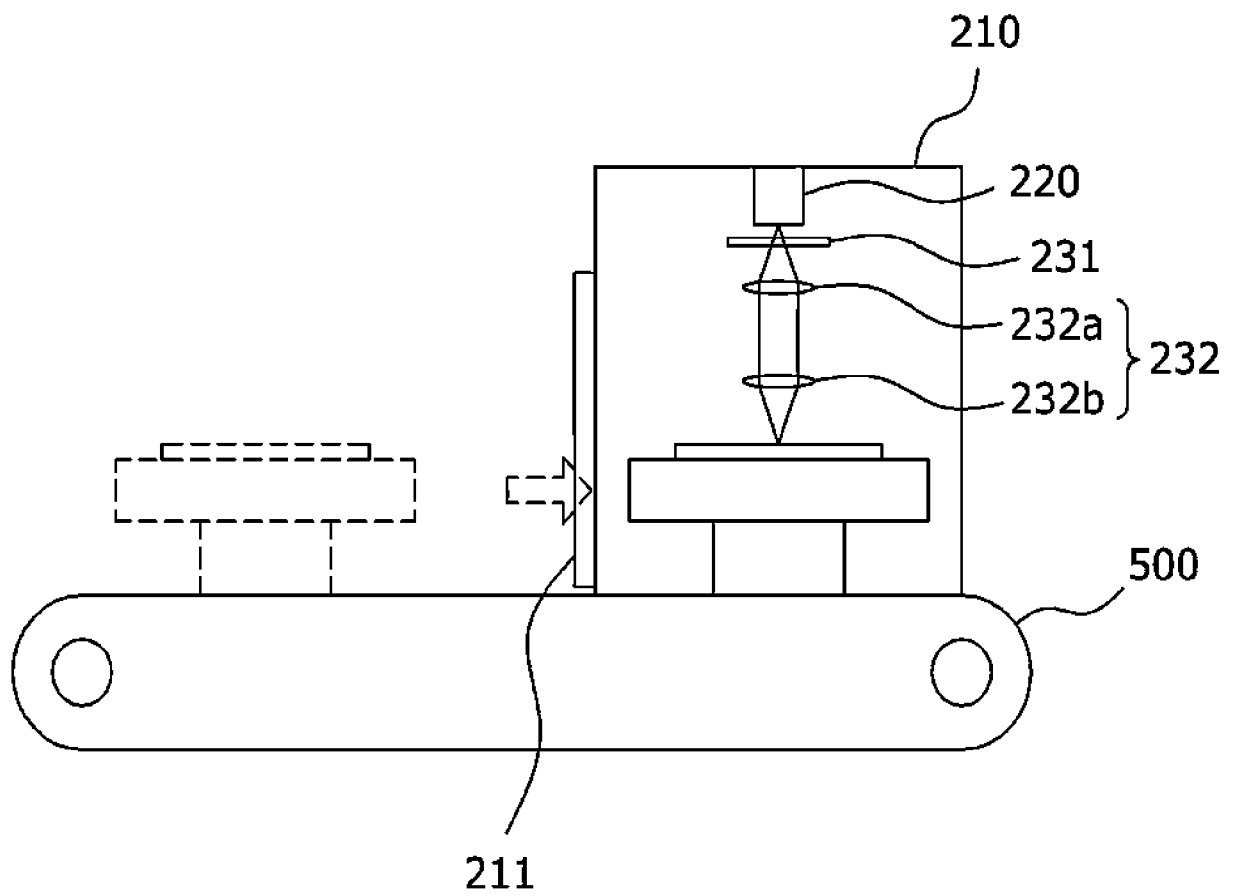
- 상기 기판이 수용되는 나노집속 인쇄 챔버;
 상기 3차원 구조 프레임 상에 상기 제3 제어 신호 중 분사 신호에 따라 나노 입자를 분사하는 노즐; 및
 상기 제3 제어 신호 중 공급 신호에 따라 상기 노즐에 나노 입자를 공급하는 공급부를 포함하는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 6] 청구항 5에 있어서,
 상기 공급부는,
 상기 나노 입자가 수용되는 탱크; 및
 상기 탱크와 상기 노즐 사이의 경로에 형성되어 충격파를 가하는 밸브를 포함하고,
 상기 노즐의 입구는 저압 측의 말단이 되고, 상기 탱크의 바닥은 고압 측의 말단이 됨에 따른 압력차가 발생하며, 상기 공급 신호에 따라 상기 밸브가 개방되어 상기 나노 입자가 가속화되는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 7] 청구항 5에 있어서,
 상기 나노집속 인쇄 챔버는, 개폐가능한 제2 게이트를 구비하고,
 상기 이송부에 의하여 상기 기판이 이송됨에 따라 상기 제2 게이트를 개폐하는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 8] 청구항 1에 있어서,
 제5 제어 신호에 따라 상기 나노 입자가 적층된 기판에 대하여 평탄화하는 제5 작업부를 더 포함하고,
 이송부는, 상기 이송 신호에 따라 상기 기판을 상기 제5 작업부에 제공하기 위하여 이송하고, 제어부는, 상기 공정 계획에 따라 상기 제5 제어 신호를 더 생성하는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 9] 청구항 8에 있어서,
 상기 제5 작업부는, 마이크로 가공(Micro-Machining) 방식에 따라 평탄화 작업을 수행하는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 10] 청구항 8에 있어서,
 상기 제3 작업부는,
 상기 나노 입자가 적층된 상기 기판에 대하여 상기 나노 입자가 적층된 수평 상의 위치와 적층된 상기 기판의 수직상의 두께를 측정하고, 측정된 상기 위치 및 상기 두께를 상기 제어부에 출력하는 센서를 더 포함하고,
 상기 공정 계획은, 상기 위치 및 상기 두께에 따라 상기 제5 제어 신호를 생성하는 명령을 포함하는 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 11] 청구항 1에 있어서,
 상기 제4 작업부는, 에천트를 사용하여 상기 희생층을 제거하는

- 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 12] 청구항 11에 있어서,
상기 에천트는 플라즈마인 나노스케일 3차원 구조 제작 장치.
- [청구항 13] 나노집속 프린팅 방식을 이용한 나노스케일 3차원 구조의 제작에
관한 공정 계획이 저장되는 제1 단계;
기판 상에 희생층을 코팅하는 제2 단계;
집속 이온빔을 주사하여 상기 희생층을 식각하는 제3 단계;
집속 이온빔을 주사하여 상기 희생층의 식각된 경계면의 화학적
성분을 변화시켜 3차원 구조 프레임을 생성하는 제4 단계;
상기 3차원 구조 프레임 상에 나노 입자를 집속 인쇄하는 제5 단계;
상기 나노 입자가 인쇄된 기판 상에 남아있는 상기 희생층을
제거하는 제6 단계; 및
상기 기판 상에 형성된 3차원 구조가 상기 공정 계획에 따른 3차원
구조에 정합하는지 판단하고, 정합하는 경우 공정을 종료하며,
정합하지 않는 경우 상기 제2 단계로 진행하는 제7 단계를
포함하는 나노스케일 3차원 구조 제작 방법.
- [청구항 14] 청구항 13에 있어서,
상기 제5 단계에 따라 상기 나노 입자가 집속 인쇄된 기판에
대하여 평탄화 작업을 수행하는 제8 단계를 더 포함하는
나노스케일 3차원 구조 제작 방법.
- [청구항 15] 청구항 14에 있어서,
상기 평탄화 작업은 마이크로 가공(Micro-Machining) 방식에 따라
수행되는 나노스케일 3차원 구조 제작 방법.
- [청구항 16] 청구항 13에 있어서,
상기 제6 단계는, 에천트를 사용하여 상기 희생층을 제거하는
단계를 포함하는 나노스케일 3차원 구조 제작 방법.
- [청구항 17] 청구항 16에 있어서,
상기 에천트는 플라즈마인 나노스케일 3차원 구조 제작 방법.

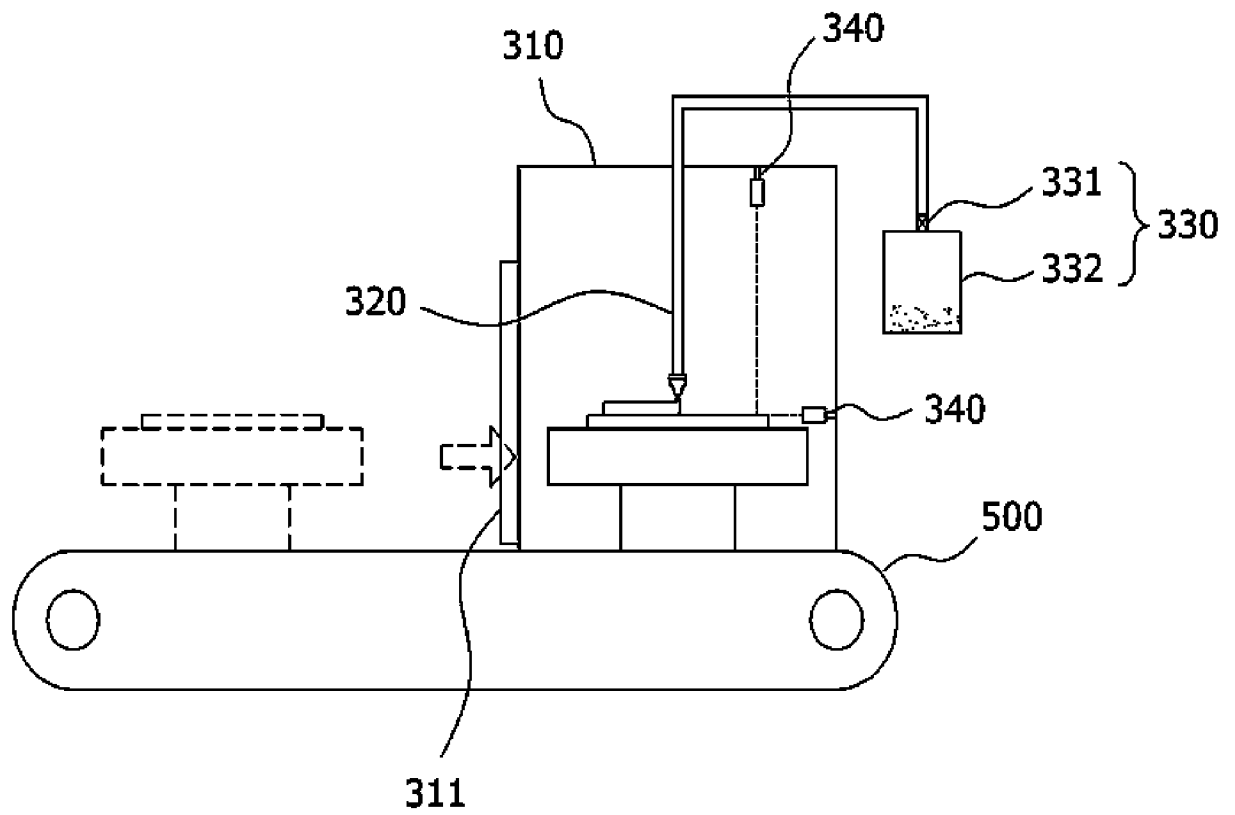
[도1]



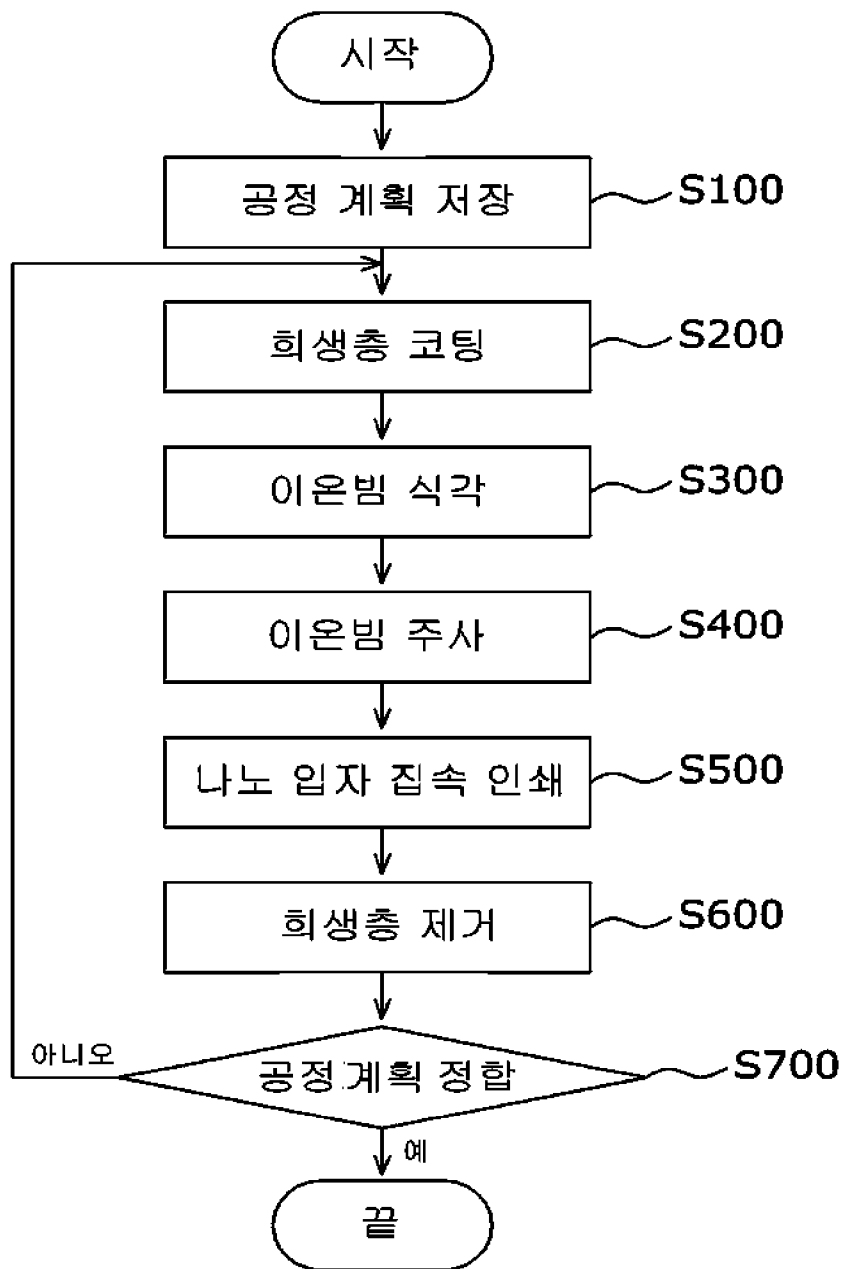
[도2]



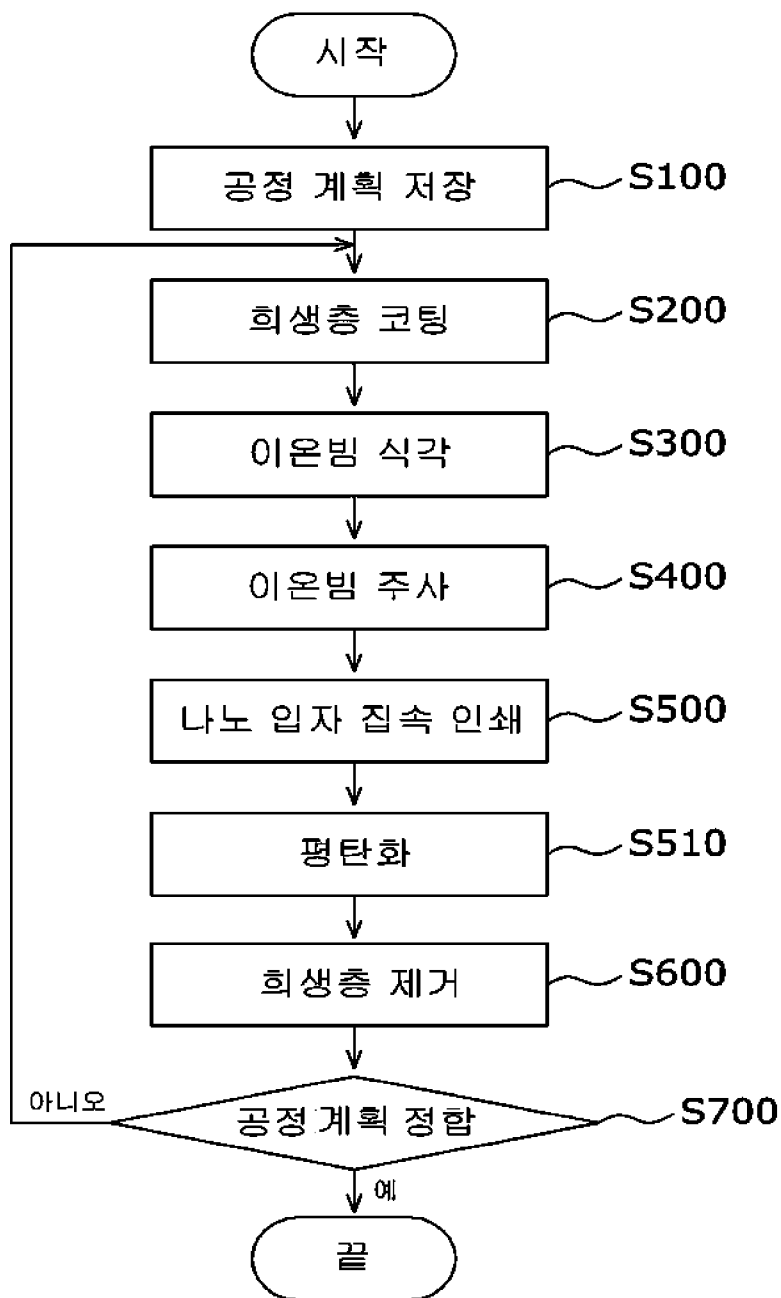
[도3]



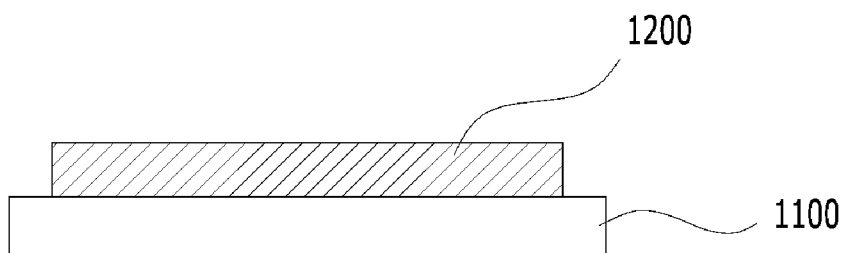
[도4]



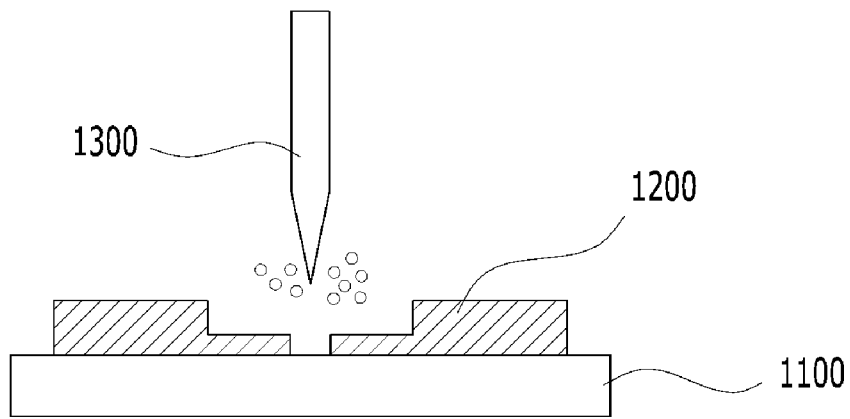
[도5]



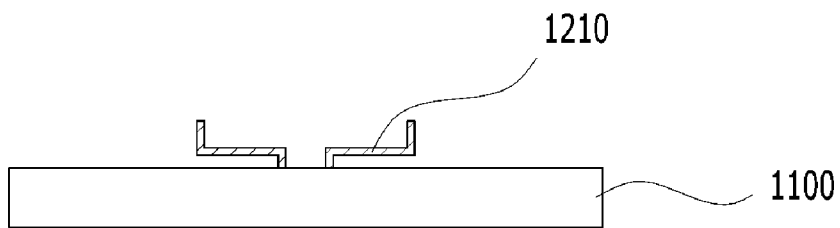
[도6]



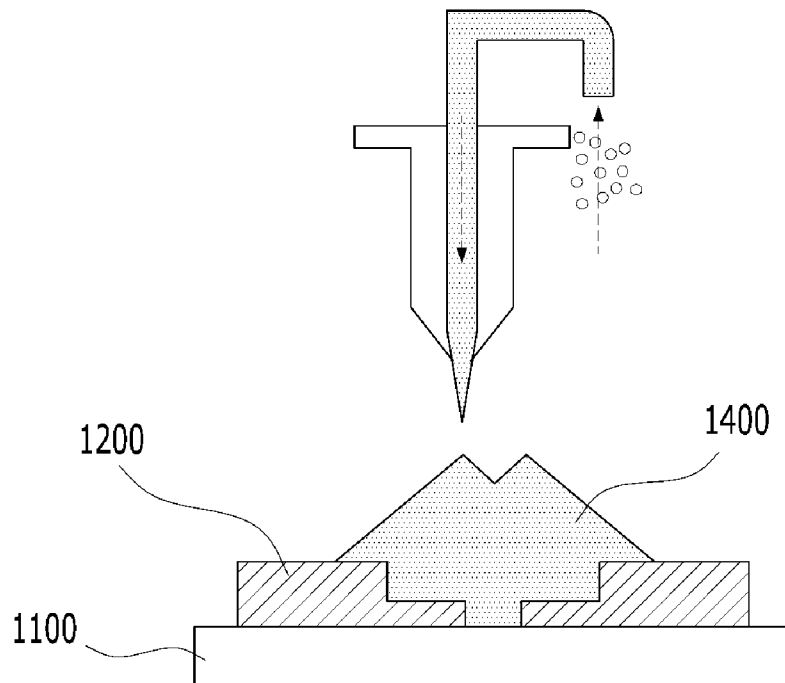
[도7]



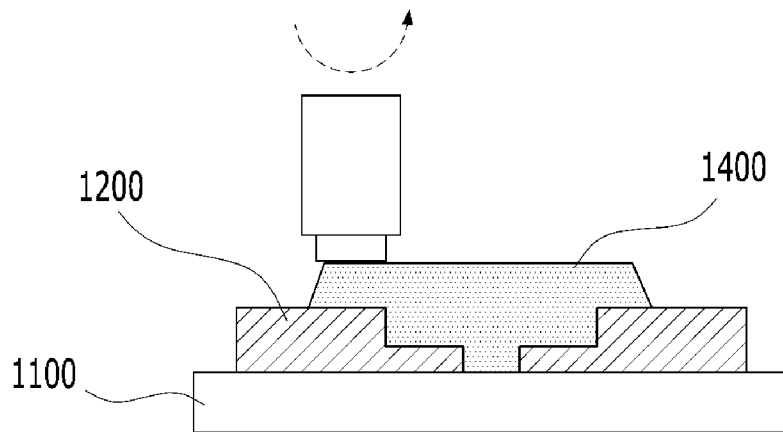
[도8]



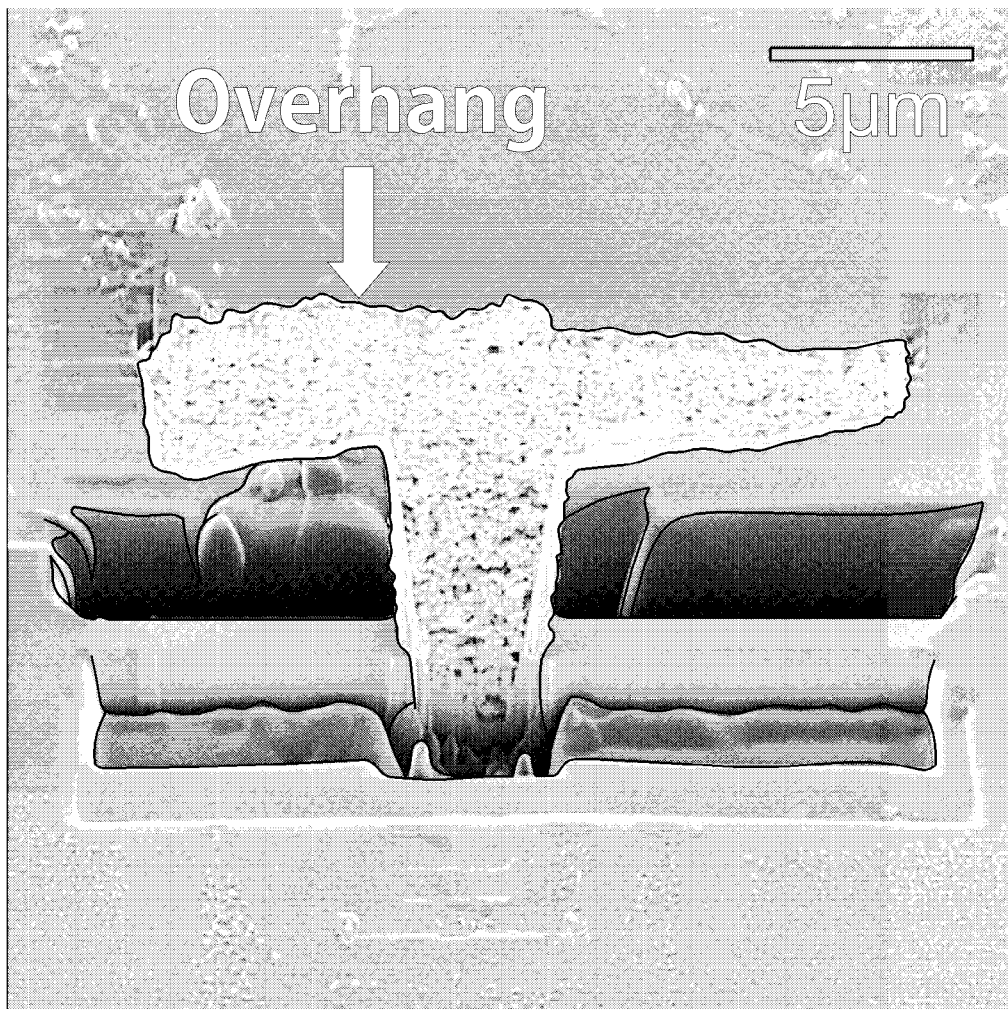
[도9]



[도10]



[도11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/003830**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 21/027(2006.01)i, H01L 21/265(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)

H01L 21/027; H01L 21/3065; H01L 41/04; H01L 21/28; H05K 3/10; H01K 3/10; G03F 1/72; H01L 21/265

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: 3D, printed, sacrificial layer, focused ion beam

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2012-0034862 A (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY R&DB FOUNDATION) 13 April 2012 See abstract, paragraphs [0004], [0025]-[0065] and figures 1-4.	1-2,4-12
A		3,13-17
A	KR 10-0690930 B1 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 09 March 2007 See abstract, paragraphs [0028]-[0081] and figures 2a-3.	1-17
A	US 2005-0269901 A1 (KUBENA, Randall L. et al.) 08 December 2005 See abstract, paragraphs [0025]-[0030] and figures 1-3.	1-17
A	KR 10-2015-0022697 A (HITACHI HIGH-TECH. SCIENCE CORPORATION) 04 March 2015 See abstract, paragraphs [0065]-[0113] and figures 1-4.	1-17
A	US 2007-0220744 A1 (KITAOKA, Kenji et al.) 27 September 2007 See abstract, paragraphs [0052]-[0090] and figures 1-12.	1-17



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

“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

28 DECEMBER 2015 (28.12.2015)

Date of mailing of the international search report

28 DECEMBER 2015 (28.12.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/003830

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0034862 A	13/04/2012	KR 10-1172859 B1	09/08/2012
KR 10-0690930 B1	09/03/2007	JP 2007-298944 A	15/11/2007
		JP 5289703 B2	11/09/2013
		US 2007-0259474 A1	08/11/2007
		US 7517467 B2	14/04/2009
US 2005-0269901 A1	08/12/2005	US 2004-0085159 A1	06/05/2004
		US 6922118 B2	26/07/2005
		US 7282834 B2	16/10/2007
KR 10-2015-0022697 A	04/03/2015	CN 104425199 A	18/03/2015
		JP 2015-062170 A	02/04/2015
		US 2015-0053866 A1	26/02/2015
US 2007-0220744 A1	27/09/2007	CN 1922416 A	28/02/2007
		CN 1922416 B	05/05/2010
		EP 1863327 A1	05/12/2007
		US 2007-0236039 A1	11/10/2007
		US 7775595 B2	17/08/2010
		WO 2005-078312 A2	25/08/2005
		WO 2005-078312 A3	26/01/2006
		WO 2006-100790 A1	28/09/2006

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01L 21/027(2006.01)i, H01L 21/265(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01L 21/027; H01L 21/3065; H01L 41/04; H01L 21/28; H05K 3/10; H01K 3/10; G03F 1/72; H01L 21/265

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: 3차원, 인쇄, 회생층, 집속 이온빔

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2012-0034862 A (서울대학교산학협력단) 2012.04.13 요약, 문단 [0004], [0025]-[0065] 및 도면 1-4 참조.	1-2, 4-12
A		3, 13-17
A	KR 10-0690930 B1 (한국기계연구원) 2007.03.09 요약, 문단 [0028]-[0081] 및 도면 2a-3 참조.	1-17
A	US 2005-0269901 A1 (RANDALL L. KUBENA 등) 2005.12.08 요약, 문단 [0025]-[0030] 및 도면 1-3 참조.	1-17
A	KR 10-2015-0022697 A (가부시키가이샤 히다치 하이테크 사이언스) 2015.03.04 요약, 문단 [0065]-[0113] 및 도면 1-4 참조.	1-17
A	US 2007-0220744 A1 (KENJI KITAOKA 등) 2007.09.27 요약, 문단 [0052]-[0090] 및 도면 1-12 참조.	1-17

☐ 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

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 12월 28일 (28.12.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 12월 28일 (28.12.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

최상원

전화번호 +82-42-481-8291



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0034862 A	2012/04/13	KR 10-1172859 B1	2012/08/09
KR 10-0690930 B1	2007/03/09	JP 2007-298944 A	2007/11/15
		JP 5289703 B2	2013/09/11
		US 2007-0259474 A1	2007/11/08
		US 7517467 B2	2009/04/14
US 2005-0269901 A1	2005/12/08	US 2004-0085159 A1	2004/05/06
		US 6922118 B2	2005/07/26
		US 7282834 B2	2007/10/16
KR 10-2015-0022697 A	2015/03/04	CN 104425199 A	2015/03/18
		JP 2015-062170 A	2015/04/02
		US 2015-0053866 A1	2015/02/26
US 2007-0220744 A1	2007/09/27	CN 1922416 A	2007/02/28
		CN 1922416 B	2010/05/05
		EP 1863327 A1	2007/12/05
		US 2007-0236039 A1	2007/10/11
		US 7775595 B2	2010/08/17
		WO 2005-078312 A2	2005/08/25
		WO 2005-078312 A3	2006/01/26
		WO 2006-100790 A1	2006/09/28