



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월06일
(11) 등록번호 10-2236112
(24) 등록일자 2021년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 64/153 (2017.01) B22F 3/105 (2006.01)
B29C 64/268 (2017.01) B33Y 10/00 (2015.01)
(52) CPC특허분류
B29C 64/153 (2017.08)
B22F 10/00 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2019-0093237
(22) 출원일자 2019년07월31일
심사청구일자 2019년07월31일
(65) 공개번호 10-2021-0016131
(43) 공개일자 2021년02월15일
(56) 선행기술조사문헌
JP6545411 B1*
JP2005067998 A
KR1020180052225 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
이창우
대전광역시 서구 청사서로 29 103동 605호 (월평동, 셋별아파트)
하태호
대전광역시 유성구 신성로 58번길 28 (파크빌라) 301호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 천지, 김동진

전체 청구항 수 : 총 12 항

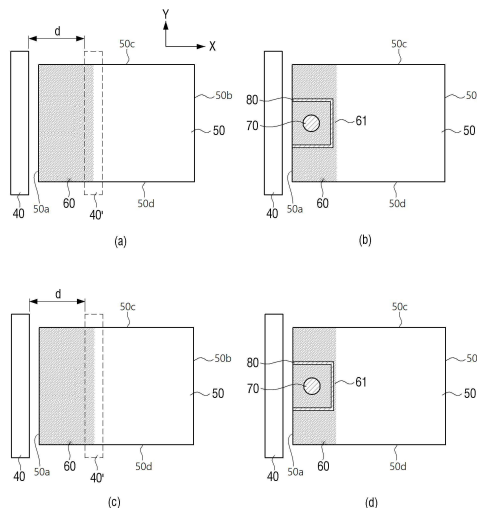
심사관 : 이상호

(54) 발명의 명칭 베드의 일부 영역에서 3차원 프린팅이 가능한 3차원 프린팅 방법 및 이에 사용되는 3차원 프린터

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 분말적층용융(PBF) 방식의 3차원 프린터를 이용한 프린팅 방법으로서, 프린터의 베드의 일부 영역에 분말 재료를 적층하는 적층 단계; 제작할 구조물의 2차원 형상 정보에 기초하여, 적층된 분말 재료에 레이저를 조사하여 2차원의 구조물 및 장벽층을 소결하는 소결 단계; 및 상기 적층 단계와 소결 단계를 복수회 반복하여 3차원 구조물과 장벽층을 형성하는 단계;를 포함하고, 상기 장벽층은 상기 베드의 상기 일부 영역과 이를 제외한 나머지 영역을 구획하도록 배치된 것을 특징으로 하는 3차원 프린팅 방법을 제공한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

B22F 10/10 (2021.01)
B29C 64/268 (2017.08)
B29C 64/30 (2017.08)
B33Y 10/00 (2013.01)
B33Y 30/00 (2013.01)

(72) 발명자

허세곤

대전광역시 유성구 지족북로 33

신현섭

대전광역시 대덕구 대덕대로 1587 (석봉동)

이필호

서울특별시 강남구 남부순환로359길 41 (도곡동)

명세서

청구범위

청구항 1

분말적층용융(PBF) 방식의 3차원 프린터를 이용한 프린팅 방법으로서,
 스크래퍼를 이용하여 프린터의 베드의 일부 영역에 분말 재료를 적층하는 적층 단계;
 제작할 구조물의 2차원 형상 정보에 기초하여, 적층된 분말 재료에 레이저를 조사하여 2차원의 구조물 및 제1 장벽층을 소결하는 소결 단계; 및
 상기 적층 단계와 소결 단계를 복수회 반복하여 3차원 구조물과 제1 장벽층을 형성하는 단계;를 포함하고,
 상기 제1 장벽층은 상기 베드의 상기 일부 영역과 이를 제외한 나머지 영역을 구획하도록 배치되고,
 상기 제1 장벽층을 형성할 때, 제1 장벽층의 높이가 올라갈수록, 제1 장벽층이 상기 3차원 구조물을 향해 기울어지도록 경사지게 형성하고 상기 스크래퍼의 대기 지점에서부터 반환 지점까지의 이동 거리(d)가 점차 짧아지도록 구성한 것을 특징으로 하는 3차원 프린팅 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 반환 지점은 상기 제1 장벽층을 통과한 임의의 지점으로 기설정된 것을 특징으로 하는 3차원 프린팅 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 적층 단계 전에, 분말 재료 공급부에서 기설정된 양의 분말 재료를 상기 스크래퍼의 대기 지점과 상기 베드 사이에 배출하는 단계;를 더 포함하고,
 상기 분말 재료의 공급량은 상기 스크래퍼의 상기 거리(d)에 기초하여 설정되는 것을 특징으로 하는 3차원 프린팅 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 제1 장벽층이 상기 3차원 구조물의 적어도 두 측면을 둘러싸도록 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 프린팅 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 제1 장벽층이 위에서 볼 때 격자 형태로 형성되고 격자 사이의 공간에 분말 재료가 채워져 있는 것을 특징으로 하는 3차원 프린팅 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

분말적층용융(PBF) 방식의 3차원 프린터를 이용한 프린팅 방법으로서,
 스크래퍼를 이용하여 프린터의 베드의 일부 영역에 분말 재료를 적층하는 적층 단계;
 제작할 구조물의 2차원 형상 정보에 기초하여, 적층된 분말 재료에 레이저를 조사하여 2차원의 구조물, 제1 장

벽층, 및 제2 장벽층을 소결하는 소결 단계; 및

상기 적층 단계와 소결 단계를 복수회 반복하여 3차원 구조물, 제1 장벽층, 및 제2 장벽층을 형성하는 단계;를 포함하고,

상기 제1 장벽층은 상기 베드의 상기 일부 영역과 이를 제외한 나머지 영역을 구획하도록 배치되고,

상기 제2 장벽층은 제1 장벽층에 인접하되 제1 장벽층을 중심으로 상기 구조물에 반대되는 영역에 배치되며,

상기 제2 장벽층을 형성할 때, 제2 장벽층의 높이가 올라갈수록, 제2 장벽층이 상기 제1 장벽층을 향해 기울어지도록 경사지게 형성하고 상기 스크래퍼의 대기 지점에서부터 반환 지점까지의 이동 거리(d)가 점차 짧아지도록 구성한 것을 특징으로 하는 3차원 프린팅 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

3차원 구조물을 형성하는 분말적층용융(PBF) 방식의 3차원 프린터로서,

승강 가능한 베이스 플레이트와 프린터 본체부의 측벽으로 둘러싸인 베드(50);

상기 베드에 공급할 분말 재료를 공급하는 재료 공급부(21);

재료 공급부에서 배출된 분말 재료를 베드에 적층하는 스크래퍼(40);

베드에 적층된 분말 재료에 레이저를 조사하여 소결하는 레이저 조사 장치(15); 및

스크래퍼와 레이저 조사 장치의 동작을 제어하는 제어부;를 포함하고,

상기 제어부는, 상기 스크래퍼가 베드의 일부 영역에 분말 재료를 적층하고 이 적층된 분말 재료에 레이저를 조사하여 3차원 구조물, 제1 장벽층, 및 제2 장벽층을 형성하도록 제어하며,

상기 제1 장벽층은 상기 베드의 상기 일부 영역과 이를 제외한 나머지 영역을 구획하도록 배치되고, 상기 제2 장벽층은 제1 장벽층에 인접하되 제1 장벽층을 중심으로 상기 구조물에 반대되는 영역에 배치되며,

상기 제2 장벽층의 높이가 올라갈수록, 제2 장벽층이 상기 제1 장벽층을 향해 기울어지도록 경사지게 형성하고 상기 스크래퍼의 대기 지점에서부터 반환 지점까지의 이동 거리(d)가 점차 짧아지도록 구성한 것을 특징으로 하는 3차원 프린터.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제어부가, 상기 스크래퍼가 기설정된 대기 지점에서부터 상기 제2 장벽층을 통과한 지점까지의 거리(d)를 왕복하며 분말 재료를 적층하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 3차원 프린터.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제어부가, 상기 재료 공급부에서 베드에 공급할 분말 재료의 공급량을 스크래퍼의 상기 거리(d)에 기초하여 설정하는 것을 특징으로 하는 3차원 프린터.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 제1 장벽층이 상기 3차원 구조물의 적어도 두 측면을 둘러싸도록 형성된 것을 특징으로 하는 3차원 프린터.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 제1 장벽층이 위에서 볼 때 격자 형태로 형성되고 격자 사이의 공간에 분말 재료가 채워져 있는 것을 특징으로 하는 3차원 프린터.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 반환 지점은 상기 제2 장벽층을 통과한 임의의 지점으로 기설정된 것을 특징으로 하는 3차원 프린터.

청구항 15

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 3차원 프린팅 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 프린터 베드의 일부 영역만을 사용하여 3차원 구조물을 제작함으로써 분말 재료 사용량을 줄이고 신속한 프린팅 작업이 가능한 3차원 프린팅 방법 및 이에 사용되는 3차원 프린터에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 3차원(3D) 프린팅 기술은 복잡한 3차원 형상 제작에 용이하고 다품종 소량생산 환경에 적합하여 각종 산업분야에서 수요가 증가하고 있다. 금속 분말을 이용한 3차원 프린팅 방식으로 PBF(Powder Bed Fusion) 방식이 있다.

[0003] PBF 방식은 평평한 바닥에 금속 분말을 한 층씩 적층한 후 레이저로 소결하여 구조물을 제작하는 방법으로 제작과 조각이 상대적으로 간편하며 다른 프린팅 방식에 비해 상대적으로 밀도가 높은 3차원 구조물을 제작하기에 용이하다.

[0004] 도1은 종래의 일반적인 PBF 방식의 3차원 프린터의 일부 구성요소를 위에서 바라본 모습을 개략적으로 나타내었다. 우선 스크래퍼(2)를 이용하여 3차원 프린터의 베드(1)에 분말 재료(3)를 얇게 적층한다. 즉 스크래퍼(2)가 베드(1)의 일 측면에서 반대편 측면까지 베드(1)를 가로지르는 이동 거리(D)를 왕복하여 대략 30 내지 50 마이크로미터의 두께로 분말 재료(3)를 적층하고 분말 재료(3)에 레이저를 조사하여 구조물(5)을 소결하여 형성한다. 그 후 베드(1)의 바닥면을 대략 30 내지 50 마이크로미터 하강하고 스크래퍼(2)가 분말 재료를 다시 그 위에 적층하고 이 적층된 분말에 레이저를 조사하여 구조물을 형성하며 이와 같은 분말 적층 및 소결 동작을 반복하여 3차원 구조물을 형성한다.

[0005] 그런데 이러한 종래의 프린팅 동작은 작은 크기의 3차원 구조물(5)을 제작할 때 불필요하게 분말 재료를 낭비하는 문제가 있다. 즉, 프린팅 대상인 구조물을 균일한 밀도로 소결하여 제작하기 위해서는 구조물의 크기에 관계없이 베드(1) 전체 영역에 분말을 모두 채우면서 작업해야 하므로, 베드의 면적이 크고 제작 대상인 구조물의 크기가 매우 작더라도 베드의 전체 면적에 걸쳐 분말 재료를 도포해야 해서 분말 재료를 불필요하게 낭비하게 된다. 또한 이 경우 스크래퍼(2)가 매번 이동 거리(D)를 왕복 이동하며 베드(1)의 전체 영역에 분말을 적층해야 하므로 작은 크기의 구조물을 생산하는 경우에도 작업 시간이 오래 걸려 생산성이 저하되는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 특허문헌1: 한국 특허등록번호 제10-1855184호 (2018년 5월 11일 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 작은 크기의 3차원 구조물 제작시 사용되는 분말 재료의 소비량을 줄이고 프린팅 작업도 신속히 수행할 수 있는 3차원 프린팅 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 분말적층용용(PBF) 방식의 3차원 프린터를 이용한 프린팅 방법으로서, 프린터의 베드의 일부 영역에 분말 재료를 적층하는 적층 단계; 제작할 구조물의 2차원 형상 정보에 기초하여, 적층된 분말 재료에 레이저를 조사하여 2차원의 구조물 및 장벽층을 소결하는 소결 단계; 및 상기 적층 단계와 소결 단계를 복수회 반복하여 3차원 구조물과 장벽층을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 장벽층은 상기 베드의 상기 일부 영역과 이를 제외한 나머지 영역을 구획하도록 배치된 것을 특징으로 하는 3차원 프린팅 방법을 제공한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 3차원 구조물을 형성하는 분말적층용용(PBF) 방식의 3차원 프린터로서, 승강 가능한 베이스 플레이트와 프린터 본체부의 측벽으로 둘러싸인 베드; 상기 베드에 공급할 분말 재료를 공급하는 재료 공급부; 재료 공급부에서 배출된 분말 재료를 베드에 적층하는 스크래퍼; 베드에 적층된 분말 재료에 레이저를 조사하여 소결하는 레이저 조사 장치; 및 스크래퍼와 레이저 조사 장치의 동작을 제어하는 제어부;를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 스크래퍼가 베드의 일부 영역에 분말 재료를 적층하고 이 적층된 분말 재료에 레이저를 조사하여 3차원 구조물 및 장벽층을 형성하도록 제어하며, 상기 장벽층은 상기 베드의 상기 일부 영역과 이를 제외한 나머지 영역을 구획하도록 배치된 것을 특징으로 하는 3차원 프린터를 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면 3차원 구조물 제작을 위해 베드 전체에 분말 재료를 적층하지 않아도 되어 분말 재료를 불필요하게 낭비하지 않으며 스크래퍼의 이동 거리가 줄어들기 때문에 3차원 프린팅 작업을 신속히 수행할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도1은 종래의 3차원 프린터의 프린팅 동작을 설명하는 도면,
- 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 프린터를 설명하기 위한 도면,
- 도3 및 도4는 일 실시예에 따른 3차원 구조물 제작 방법을 설명하는 도면,
- 도5 및 도6은 대안적 실시예에 따른 구조물과 장벽층의 예시적 배치 형태를 나타내는 도면,
- 도7은 대안적 실시예에 따른 장벽층의 구성을 설명하는 도면,
- 도8은 다른 대안적 실시예에 따른 3차원 구조물 제작 방법을 설명하는 도면,
- 도9는 다른 대안적 실시예에 따른 3차원 구조물과 장벽층을 나타내는 도면,
- 도10은 다른 대안적 실시예에 따른 3차원 구조물과 장벽층을 나타내는 도면,
- 도11은 다른 대안적 실시예에 따른 3차원 구조물 제작 방법을 설명하는 도면,
- 도12는 다른 대안적 실시예에 따른 3차원 구조물과 장벽층을 나타내는 도면,
- 도13은 장벽층을 적층하는 예시적 방법을 설명하는 도면,
- 도14는 장벽층을 적층하는 다른 예시적 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0013] 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한

다(comprise)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

- [0014] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 아래의 특정 실시예를 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특징적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특징적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는 데 있어 혼돈을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0015] 이하의 실시예에서 본 발명의 3차원 프린터가 분말적층용융(PBF: Powder Bed Fusion) 방식의 프린터인 것으로 전제하고 설명한다. PBF 방식의 프린터는 분말 형태의 재료에 고에너지 빔(예컨대 레이저나 전자빔 등)을 조사하고 분말을 소결하여 물품을 제작하는 프린터이며, 당업계에서 SLS (Selective Laser Sintering), DMLS(Direct Metal Laser Sintering), SLM(Selective Laser Melting), 또는 EBM(Electron Beam Melting) 방식 등으로 언급되기도 한다. 따라서 본 발명은 PBF 프린터에 제한되지 않으며 분말 재료를 소결하여 물품을 제작하는 임의의 방식의 3차원 프린터에 적용될 수 있다.
- [0016] 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 PBF 방식의 3차원 프린터를 나타낸다.
- [0017] 도면을 참조하면, 일 실시예에 따른 3차원 프린터는 레이저 출력장치(10), 레이저 조사장치(15), 및 재료 공급부(21), 재료 회수부(23), 그리고 베드(50)를 구비한 본체부(20)를 포함할 수 있다.
- [0018] 레이저 출력장치(10)는 분말 재료(60)를 소결하기 위한 레이저를 출력한다. 레이저 출력장치(10)는 그 자체로 레이저를 생성하는 레이저 생성부를 포함할 수 있고, 대안적으로, 레이저 생성부(도시 생략)에서 생성된 레이저를 레이저 조사장치(15)측으로 전송하는 장치일 수도 있다.
- [0019] 분말 재료를 소결하기 위한 용도의 레이저로서 예컨대 30W 내지 1000W, 바람직하게는 500W의 에너지를 갖는 Nd:YAG 레이저를 사용할 수 있으나 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 구체적 실시 형태에 따라 다양한 파장과 출력 에너지의 레이저가 사용될 수 있다.
- [0020] 레이저 출력장치(10)에서 출력된 레이저(L)는 미러(11) 또는 광섬유 등 하나 이상의 광학요소에 의해 레이저 조사장치(15)로 전달된다. 레이저 조사장치(15)는 베드(50)에 적층된 분말 재료(60)에 레이저(L)를 조사하여 분말 재료를 소결하여 3차원 구조물을 제작(프린팅)한다. 일 실시예에서 레이저 조사장치(15)는 갈바노 스캐너(Galvano scanner)로 구현될 수 있고, 레이저의 방향을 조정하여 프린팅 영역 내의 임의의 지점에 레이저를 조사할 수 있다.
- [0021] 도면에 도시하지 않았지만 일 실시예에서 레이저 조사장치(15)를 베드(50)에 평행한 평면(즉 X-Y 평면)을 따라 이송하는 이송기구를 더 포함할 수 있다. 추가적으로, 이송기구가 레이저 조사장치(15)를 수직 방향(즉 Z축 방향)으로 이송할 수도 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에서 본체부(20)는 재료 공급부(21), 재료 회수부(23), 스크래퍼(40), 및 베드(50)를 구비할 수 있다.
- [0023] 재료 공급부(21)는 분말 재료(60)를 저장하고 일정량씩 상부로 배출한다. 예를 들어 도면에 도시한 것처럼 재료 공급부(21)의 하부에 승강부(22)가 설치되어 일정 높이만큼 상승하면서 재료 공급부(21) 내의 분말 재료(60)를 일정량씩 밖으로 배출할 수 있다.
- [0024] 본 발명에서 분말 재료(60)는 레이저에 의해 소결가능한 임의의 재질의 분말일 수 있다. 예를 들어 일 실시예에서 분말 재료가 금속 분말 또는 플라스틱 수지재 분말일 수 있다. 대안적으로, 재료 공급부(21)가 하나 이상 구비되어 한 종류 이상의 분말 재료를 사용할 수도 있다.
- [0025] 베드(50)는 분말 재료(60)를 수용할 수 있도록 본체부(20)에 형성된다. 일 실시예에서 베드(50)의 내부 영역은 하부의 베이스 플레이트(30) 및 네 측면의 본체부(20) 측벽에 의해 정의된다. 베이스 플레이트(30)는 승강수단(31)에 의해 상하로 움직일 수 있다. 최초로 베이스 플레이트(30)는 본체부(20)의 상부면과 동일한 높이였다가 승강부(31)에 의해 예컨대 1회에 대략 30 μ m 내지 50 μ m 높이씩 하강한다. 1회 하강할 때마다 재료 공급부(21)에서 분말 재료(60)가 본체부(20) 상부면으로 배출되면 스크래퍼(40)가 배출된 분말을 베드(50)측으로 밀어서 베이스 플레이트(30)의 상부면에 일정하게 도포한다. 즉 도면에서 본체부(20)의 왼쪽 끝단에 배치된 스크래퍼(40)가 오른쪽 끝단까지 왕복 이동하며 분말 재료(60)를 베이스 플레이트(30) 상부면에 균일하게 도포하고 도포 후 남은 잔여 분말 재료를 재료 회수부(23)로 회수한다. 이와 같이 베드(50)에 분말 재료가 한 층씩 적층될 때

마다 레이저 조사장치(15)가 2차원 구조물의 형상 정보에 기초하여 분말 재료에 레이저(L)를 조사하여 소결하는 동작을 반복하여 3차원 구조물을 제작할 수 있다.

[0026] 한편 본 발명의 대안적 실시예에서 프린터의 본체부(20)는 구체적 실시 형태에 따라 재료 공급부(21), 재료 회수부(23), 및 베드(50)의 구조나 배치관계가 달라질 수 있다. 예를 들어 도면에 도시한 실시예에서는 베드(50)의 좌측으로 재료 공급부(21)와 재료 회수부(23)가 배치되어 있지만 대안적 실시예에서 재료 공급부(21)와 회수부(23)가 베드(50)의 양쪽에 각각 위치할 수도 있다. 또한 재료 공급부(21)가 본체부(20) 내에 매설되지 않고 본체부(20)의 상부에 배치되거나 스크래퍼(40) 내부에 위치할 수도 있고 이 경우 분말 재료(60)가 본체부(20)의 상부에서 본체부(20)의 표면으로 떨어지며 공급된다.

[0027] 또한 도면에 도시하지 않았지만 바람직한 일 실시예에서 3차원 프린터는 제어부(도시 생략)를 더 포함한다. 제어부는 상술한 레이저 출력장치(10), 레이저 조사장치(15), 승강수단(22,31), 스크래퍼(40) 등 프린터의 각종 구성요소들의 각각의 동작을 제어할 수 있다. 예를 들어 제어부는 레이저 출력장치(10)에 의해 출력되는 레이저의 출력에너지 조절 및/또는 온/오프, 레이저 조사장치(15)에 의한 레이저 조사 방향의 조절 및 각 레이저 조사장치(15)의 이송 동작, 승강수단(22)의 승강/하강 동작 및 매회 공급해야 할 분말 재료의 공급량 조절, 승강수단(31)의 승강/하강 동작 및 매회 하강시의 하강 높이 조절, 그리고 스크래퍼(40)의 동작 등을 제어할 수 있다.

[0028] 이제 도3과 도4를 참조하여 일 실시예에 따른 3차원 구조물 제작 방법을 설명하기로 한다. 도3은 3차원 프린터의 일부 구성요소를 위에서 바라본 모습을 개략적으로 나타낸다. 도3에서 베드(50)를 둘러싸는 네 측면(50a, 50b, 50c, 50d)을 도시하였고 스크래퍼(40)가 베드(50)의 일 측면(50a)에 인접하여 배치되어 있다. 레이저 관련 장치들(10, 11, 15)과 재료 공급부(21) 및 재료 회수부(23)는 설명의 편의를 위해 생략하였음을 이해할 것이다.

[0029] 도4는 3차원 프린터의 일부 구성요소를 측면에서 바라본 단면을 개략적으로 나타내었다. 설명의 편의를 위해 레이저 관련 장치들과 재료 공급부(21) 및 회수부(23)를 생략하였다. 그러나 당업자는 분말 재료(60)를 베드(50) 위에 매회 적층할 때마다 재료 공급부(21)가 기설정된 양의 분말 재료를 스크래퍼(40)의 대기 지점과 베드(50) 사이에 배출하는 동작을 수행함을 이해할 것이다.

[0030] 도3(a)와 도4(a)를 참조하면, 스크래퍼(40)가 베드(50)의 일부 영역에 분말 재료(60)를 적층한다. 즉 도시한 일 실시예에서 스크래퍼(40)가 최초의 대기 지점(예컨대 도면에서 실선으로 도시한 스크래퍼(40)의 위치)에서부터 기설정된 소정 거리(d) 떨어진 반환 지점(예컨대 도면에서 점선으로 표시한 스크래퍼(40)의 위치)까지 이동한 뒤 대기 지점으로 다시 복귀한다. 이에 따라 분말 재료(60)가 베드(50)의 전체 면적이 아닌 일부 영역에만 적층된다.

[0031] 그 후 도3(b)와 도4(b)에 도시한 것처럼, 레이저 조사장치(15)에서 분말 재료(60)에 레이저(L)를 조사하여 2차원 구조물(70)과 장벽층(80)을 소결하여 형성한다. 여기서 2차원 구조물은 프린터로 제작하려는 3차원 구조물을 일정 간격씩 수평 방향으로 슬라이싱한 형상이며, 실제로는 적층된 분말 재료(60) 만큼의 두께를 갖고 있어 3차원 형상이지만 최종적인 3차원 구조물과의 구별을 위해 당업계에서 일반적으로 2차원 구조물로 언급함을 당업자는 이해할 것이다.

[0032] 한편 본 발명에서 장벽층(80)은 분말 재료(60)의 적층이 무너지는 것을 방지하기 위해 3차원 구조물에 일정 거리(예를 들어, 수 밀리미터 내지 수 센티미터) 인접한 위치에 형성된다. 장벽층(80)은 구조물(70)에서 수평방향으로 일정 거리 이격되어 구조물(70)의 적어도 한 면을 둘러싸도록 형성된다. 예를 들어 도3(b)에 도시한 것처럼 장벽층(80)이 베드(50)의 일 측면(50a)를 제외한 세 측면에서 구조물(70)을 둘러싸도록 형성될 수 있다. 이와 같이 구조물(70) 주위에 장벽층(80)을 형성함으로써 장벽층(80)이 베드(50) 중 분말 재료가 적층되는 영역과 적층되지 않는 영역을 구획하는 역할을 하고 분말 재료(60)가 구조물(70) 주위에 균일하고 평탄하게 적층될 수 있도록 한다.

[0033] 일 실시예에서 3차원 구조물(70)을 베드(50)의 중앙이 아니라 가능한 한 스크래퍼(40)의 대기 지점에 가까운 베드(50)의 측면(50a)에 인접하게 위치시키는 것이 바람직하다. 장벽층(80)도 가능한 한 구조물(70)을 가깝게 둘러싸도록 형성하는 것이 바람직하며, 장벽층(80)의 두께나 형상 그리고 형성 위치는 구체적 실시예에 따라 달라질 수 있다. 3차원 구조물(70)을 완성했을 때 장벽층(80)은 베이스 플레이트(30)에서 분리되어 버려지게 된다. 그러므로 장벽층(80) 형성시 조사되는 레이저 조사량을 줄이고 버려지는 분말의 양도 줄이기 위해, 장벽층(80)의 폭은 가능하면 좁은 것이 바람직하다. 일 실시예에서 장벽층(80)의 폭은 1 밀리미터일 수 있으며, 구체적 실시 형태에 따라 장벽층(80)의 폭이 이보다 작거나 클 수 있다.

- [0034] 스크래퍼(40)는 베드(50)의 일 측면(50a)에서부터 장벽층(80)까지 분말 재료(60)를 균일하고 평탄하게 적층하면 충분하므로 장벽층(80)을 통과한 직후 또는 장벽층(80)의 통과 후 임의의 지점까지 이동한 뒤 복귀할 수 있으며 발명의 구체적 실시 형태에 따라 반환 지점이 달라질 수 있다. 일반적으로 한번 사용된 분말을 재사용할 수 있지만 분말을 자주 사용하면 분말이 산화되거나 손상되기 때문에 가능하면 재사용되는 분말량을 줄이는 것이 바람직하다. 따라서 장벽층(80) 바깥 영역의 분말 재료(61)의 양을 줄이기 위해, 일 실시예에서, 스크래퍼(40)의 반환 지점을 장벽층(80)의 상부면을 통과한 직후의 지점으로 설정할 수 있으며 이 경우 장벽층(80) 바깥 영역의 분말 재료(61)를 가능한 줄일 수 있는 이점이 있다.
- [0035] 베드(50) 내에서 구조물(70)을 형성할 위치, 구조물(70)을 둘러싸는 장벽층(80)의 형상, 및 스크래퍼(40)의 반환 지점은 제어부에 의해 미리 설정될 수 있다. 예를 들어, 제어부는 제작할 3차원 구조물(70)의 크기에 기초하여 베드(50) 내에서 구조물(70)을 제작 위치를 결정하고 이 제작 위치에 따라 장벽층(80)의 모양과 위치를 결정하고 장벽층(80)의 위치에 따라 스크래퍼(40)의 반환 지점을 결정할 수 있다. 또한 스크래퍼(40)의 반환 지점이 결정되면 스크래퍼(40)의 이동 거리(d)가 결정되므로 재료 공급부(21)에서 매회 공급할 분말 재료의 공급량을 이동 거리(d)에 기초하여 설정할 수 있다.
- [0036] 위와 같이 분말 재료의 한 층에 대한 적층과 소결 동작을 완료하면 도3(c)와 도4(c)에 도시한 것처럼 베이스 플레이트(30)가 소정 높이(예컨대 30 μ m 내지 50 μ m) 하강하고 베드(50)의 일부 영역에 새로운 층의 분말 재료(60)를 적층한다. 도3(c)에서도 스크래퍼(40)가 최초의 대기 지점에서 출발하여 소정 거리(d)의 반환 지점(점선으로 표시한 스크래퍼(40')의 위치)까지만 이동한 뒤 대기 지점으로 복귀함으로써 베드(50)의 일부 영역에만 분말 재료를 적층한다.
- [0037] 그 후 도3(d)와 도4(d)에 도시한 것처럼 레이저 조사장치(15)에서 분말 재료(60)에 레이저(L)를 조사하여 구조물(70)과 장벽층(80)을 소결하여 형성하고, 이러한 적층 단계와 소결 단계를 반복하여 최종적으로 3차원 구조물 및 이와 동일 높이를 가지며 구조물을 둘러싸는 장벽층(80)을 형성할 수 있다.
- [0038] 상술한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제작할 3차원 구조물(70)을 형성할 위치를 베드(50)의 중앙이 아니라 가능한 한 스크래퍼(40)의 대기 지점에 가까운 베드(50)의 측면(50a)에 인접하게 위치시키고 구조물(70)과 이를 둘러싸는 장벽층(80)까지만 분말 재료를 적층함으로써 3차원 구조물 제작을 위해 베드(50) 전체에 분말 재료를 도포할 필요가 없어 분말 재료를 불필요하게 낭비하지 않고 스크래퍼(40)의 이동 거리도 줄일 수 있어 구조물을 단시간에 제조하는 이점을 가진다.
- [0039] 도5 및 도6은 대안적 실시예에 따른 구조물과 장벽층의 예시적 배치 형태를 나타낸다.
- [0040] 예를 들어 크기가 작은 하나의 3차원 구조물(70)만 제작할 경우 도5에 도시한 것처럼 구조물(70)을 베드(50)의 모퉁이에 형성하는 것이 바람직하다. 구조물(70)을 스크래퍼(40)의 대기 지점에서 가까운 베드(50)의 서로 이웃한 두 측면(예컨대 50a 및 50c)에 인접하게 위치시키고 장벽층(80)이 구조물(70)을 두 측면을 둘러싸도록 형성한다. 또 다른 예로서, 크기가 작은 복수개의 3차원 구조물을 제작할 경우 도6에 도시한 것처럼 복수개 구조물(71,72,73)을 스크래퍼(40)의 대기 지점에 가까운 베드(50)의 측면(50a)에 인접하게 위치시키고 장벽층(80)이 구조물(71,72,73)의 일 측면을 막도록 형성할 수 있다.
- [0041] 이와 같이 제작할 구조물(70)의 크기와 개수에 따라 구조물을 가능한 스크래퍼(40)에 가깝게 베드(50)의 적절한 곳에 위치시키고 그에 따라 장벽층(80)의 형상과 위치를 결정할 수 있다. 또한 구조물(70)과 장벽층(80)의 위치와 형상이 결정되면 장벽층(80)을 통과한 임의의 지점을 스크래퍼(40)의 반환 지점으로 설정하여 스크래퍼의 이동 거리(d)를 최소화할 수 있다.
- [0042] 도7은 대안적 실시예에 따른 장벽층(80)을 설명하는 도면이다. 도7에 장벽층(80)의 일부 영역의 확대도를 도시하였다. 이 대안적 실시예에서 장벽층(80)은 위에서 볼 때 격자 형태로 형성된다. 즉 장벽층(80)은 Y방향으로 형성되는 다수의 제1 방향 층(810)과 X방향으로 형성되는 다수의 제2 방향 층(820)으로 구성되어 위에서 볼 때 격자 형상으로 형성된다.
- [0043] 이러한 장벽층 구조에 의하면 각 격자 사이의 영역(830)에는 레이저가 조사되지 않아 장벽층이 형성되지 않으므로 분말 재료(60)가 분말 형태 그대로 남아있게 되어 이 영역(830)의 분말 재료를 재사용할 수 있다. 따라서 이 대안적 실시예에서는 분말 재료의 사용량을 최대한 줄이면서 장벽층(80) 형성으로 인한 효과를 얻을 수 있다.
- [0044] 또한 도7에 도시한 실시예에서는 장벽층을 격자 형태로 형성하는 것으로 도시하였지만, 이는 예시적 구성이며, 예컨대 허니컴 구조 등 내부에 빈 공간을 갖도록 하는 임의의 형상을 갖도록 장벽층을 형성할 수도 있다.

- [0045] 한편, 예컨대 도3과 도4를 참조하여 설명한 바와 같이 장벽층(80)의 바깥 영역의 분말 재료(61)(즉, 장벽층(80)과 베드(50)의 일 측면(50b) 사이의 분말 재료)의 양을 가능한 줄이는 것이 바람직하므로 스크래퍼(40)의 반환 지점을 장벽층(80)의 상부면을 통과한 직후의 지점으로 설정하는 것이 바람직하다. 그러나 반환 지점을 이렇게 장벽층(80)에 가깝게 설정할 경우, 구조물(70)과 장벽층(80)을 점차 적층할수록 장벽층(80) 바깥 영역에서 베드(50)의 바닥면으로부터 장벽층(80)의 상단부의 높이가 높아지므로 장벽층(80)의 바깥 영역에서 분말 재료(61)가 점차 가파른 경사면으로 쌓이다가 급격히 무너지는 경우가 발생할 수 있고, 이렇게 되면 그 다음번 적층 단계에서 장벽층(80)을 제대로 형성하지 못하게 된다. 장벽층(80) 형성이 제대로 되지 않으면 장벽층(80) 내의 분말 재료(60)를 균일하고 평탄하게 유지할 수 없게 되어 3차원 구조물(70)에 불량 발생한다. 그러므로 장벽층(80) 바깥 영역의 분말 재료(61)의 양을 가능한 한 줄이되 장벽층(80) 형성에 영향이 없도록 하는 방안이 필요하다.
- [0046] 이와 관련하여 도8 내지 도10은 이러한 문제를 해결하는 대안적 실시예를 나타낸다.
- [0047] 도8은 대안적 실시예에 따른 3차원 구조물 제작 방법을 나타낸 것으로, 도8(a)는 3차원 프린터의 일부 구성요소를 위에서 바라본 모습이고 도8(b)는 측면에서 바라본 단면을 개략적으로 나타내었다.
- [0048] 이 실시예에 따르면, 장벽층(80)의 바깥 영역에서 분말 재료(60)의 적층이 무너지는 것을 방지하기 위해 장벽층(80)을 3차원 구조물(70)에서 일정 거리 인접한 위치에 형성함과 동시에 장벽층(80)의 바깥 영역에 추가 장벽층(81)을 형성한다. 추가 장벽층(81)의 형성 위치는 장벽층(80)의 바깥 영역, 즉 장벽층(80)을 중심으로 구조물(70)에 반대되는 영역 또는 장벽층(80)에서 베드(50)의 일 측면(50b)을 향하는 영역이다. 일 실시예에서 추가 장벽층(81)은 장벽층(80)에서 대략 5밀리미터 내지 10밀리미터 이격되고 폭은 예컨대 1밀리미터로 형성될 수 있다. 그러나 추가 장벽층(81)의 형상이나 길이, 폭 등의 수치는 구체적인 실시 형태에 따라 달라질 수 있다.
- [0049] 이 때 스크래퍼(40)의 반환 지점이 적어도 추가 장벽층(81)을 통과한 지점이 되도록 한다. 예컨대 스크래퍼(40)가 추가 장벽층(81)을 통과한 직후 또는 추가 장벽층(81)의 통과 후 임의의 지점까지 이동한 뒤 복귀하도록 한다.
- [0050] 이 대안적 실시예에 따르면, 구조물(70), 장벽층(80), 및 추가 장벽층(81)을 점차 적층할 경우 추가 장벽층(81)의 바깥 영역의 분말 재료(61)가 가파른 경사면으로 적층되어 적층이 무너지게 되더라도 추가 장벽층(81)만 그에 따른 영향을 받으며 장벽층(80) 안쪽의 분말 재료(60)를 균일하고 평탄하게 적층하는 것이 가능하다.
- [0051] 또한, 높이가 높은 구조물(70)을 형성해야 할 경우 추가 장벽층(81)을 둘 이상 형성할 수도 있다. 예를 들어 도9는 제1 추가 장벽층(81a)의 바깥 영역에 또 다른 제2 추가 장벽층(81b)을 형성한 실시예를 나타낸다. 이 경우 제2 추가 장벽층(81b)의 바깥 영역의 분말 재료(61)가 매우 가파른 경사면으로 적층되어 일부 적층이 무너지더라도 적어도 두 개의 장벽층(80,81a)이 완충 역할을 하므로 장벽층(80) 안쪽의 분말 재료(60)를 균일하고 평탄하게 적층할 수 있으며, 이와 같이 구조물(70)의 적층 높이 등에 따라 추가 장벽층(81)의 형상이나 개수 등을 설정할 수 있다.
- [0052] 도10은 다른 대안적 실시예에 따른 3차원 구조물과 장벽층의 예시적 배치 형태를 나타낸다. 도10(a)는 도5의 실시예에 추가 장벽층(81)을 추가로 형성한 실시예이고 도10(b)는 도6의 실시예에 추가 장벽층(81)을 추가로 형성한 모습을 각각 나타내며, 이와 같이 제작할 구조물(70)의 크기나 개수에 따라 추가 장벽층(81)의 형상, 길이, 개수 등을 다양하게 설정할 수 있다.
- [0053] 도11은 또 다른 대안적 실시예에 따른 3차원 구조물 제작 방법을 설명하는 도면이다.
- [0054] 도11(a)를 참조하면, 이 대안적 실시예에서 스크래퍼는 스크래퍼의 진행방향(즉, X방향)을 따라 2개의 스크래퍼(40a,40b)로 분할되어 구성된다. 또한 도면에 도시하지 않았지만 스크래퍼의 분할에 대응하여 재료 공급부(21) 내부의 승강부(22)도 2개로 분할되어 구성할 수 있다. 이 실시예에 따르면, 예컨대 크기가 작은 3차원 구조물(70)만 제작할 경우 도면과 같이 제1 스크래퍼(40a)만 동작시켜 구조물(70)을 제작할 수 있으며 따라서 분말 재료(60)가 불필요하게 소비되는 것을 방지한다. 도시한 실시예에서는 스크래퍼를 2개로 분할하였지만 구체적인 실시 형태에 따라 스크래퍼를 3개 이상으로 분할할 수 있고 그에 따라 재료 공급부(21)의 승강부(22)도 3개 이상으로 분할될 수 있음은 물론이다.
- [0055] 또한 도11(b)에 도시한 바와 같이, 이 경우에도 추가 장벽층(81)을 형성할 수 있다. 도시한 실시예의 경우 장벽층(80)의 바깥 영역, 즉 베드(50)의 두 측면(50b,50d)을 향하는 영역에 걸쳐 장벽층(80)이 형성되어 있으므로, 도시한 것처럼 추가 장벽층(81)도 이 두 방향을 향해 형성함으로써 장벽층(80) 안쪽의 분말 재료(60)를 균일하

고 평탄하게 적층할 수 있다.

- [0056] 도12는 다른 대안적 실시예에 따른 3차원 구조물과 장벽층을 나타낸다.
- [0057] 도12(a)를 참조하면, 이 대안적 실시예에서 3차원 구조물(70)에서 일정 거리 인접한 위치에 장벽층(80)과 추가 장벽층(81)을 형성하는 것은 예컨대 도8(b)의 실시예와 동일하다. 그러나 도12의 대안적 실시예에 따르면 추가 장벽층(81)의 형성시 추가 장벽층(81)의 높이가 올라갈수록 안쪽으로 기울어지도록(즉, 장벽층(80)을 향해 기울어지도록) 경사지게 형성한다. 즉 장벽층(80)은 수직으로 적층하여 형성하지만 추가 장벽층(81)은 매 층마다 형성시 구조물(70)을 향하는 방향으로 적층함으로써 구조물(70)을 향해 기울어져서 경사지게 형성하며, 이 실시예에 의하면 추가 장벽층(81)의 바깥 영역의 분말 재료(61)를 상대적으로 덜 가파르게 쌓여지므로 분말 재료(61)의 소비량을 줄이는 효과가 있다.
- [0058] 이와 관련하여 도13은 장벽층을 수직으로 적층할 경우의 예시적 적층 방법을 나타내고 도14는 장벽층을 안쪽으로 경사지게 형성하는 예시적 적층 방법을 나타낸다. 우선 도13(a)를 참조하면, 베이스 플레이트(30) 위에 제1 층의 분말 재료(60a)를 적층한다. 이 때 스크래퍼(40')가 최초 대기 지점에서부터 "d"만큼 떨어진 반환지점(R)까지 이동하며 분말 재료(60a)를 평탄하게 적층한다. 그런데 분말 재료(60a)의 최외측(도면에서는 오른쪽)에 분말 재료를 받치는 부재가 없으므로 최외측 분말이 약간씩 무너지는 현상이 발생하며, 예컨대 반환지점(R) 보다 약간 안쪽의 제1 지점(P1)까지 분말 재료가 평탄하게 유지되지만 제1 지점(P1) 이후부터는 경사지면서 높이가 낮아질 것이다. 따라서 도13(b)에 도시한 것처럼 레이저를 조사하여 추가 장벽층을 형성하기 위해, 반환지점(R)이 아니라 제1 지점(P1)까지의 소정 폭을 갖는 제1 층의 추가 장벽층(81a)을 형성한다.
- [0059] 그 후 도13(c)에 도시한 바와 같이, 스크래퍼로 제2 층의 분말 재료(60b)를 적층할 때 적어도 제1 지점(P1)과 동일한 위치인 제2 지점(P2)까지 분말 재료(60b)를 평탄하게 유지하려면 도시한 것처럼 스크래퍼(40')를 최초의 반환지점(R) 보다 약간 더 바깥까지(도면에서 오른쪽까지) 이동시켜야 하고, 그 후 레이저를 조사하여 제2 층의 추가 장벽층(81b)을 제1 층의 추가 장벽층(81a)에 수직으로 형성할 수 있다(도13(d)).
- [0060] 이와 같이 추가 장벽층(81)을 수직으로 형성하기 위해서는, 분말 재료의 적층 높이가 높아질수록 분말 재료 적층의 무너짐을 방지하기 위해 스크래퍼의 실제 반환지점을 최초 반환지점(R) 보다 조금씩 바깥으로 옮기며 적층하는 것이 바람직하다.
- [0061] 도14는 도12에 도시한 것처럼 추가 장벽층(81)을 안쪽으로 경사지게 형성하는 방법을 나타낸 것으로, 도14(a) 및 도14(b)는 도13(a) 및 도13(b)와 각각 동일하다. 즉, 스크래퍼(40')를 최초 대기 지점에서 d만큼 떨어진 반환지점(R)까지 이동하며 제1 층의 분말 재료(60a)를 적층하고 레이저를 조사하여 제1 지점(P1)까지 소정 폭을 갖는 제1 층의 추가 장벽층(81a)을 형성한다.
- [0062] 그 후 도14(c)의 단계에서, 스크래퍼를 최초 반환지점(R)까지만 이동시켜 제2 층의 분말 재료(60b)를 적층하며, 이 경우 제2 층의 분말 재료(60b)는 제1 층의 분말 재료(60a)의 평탄화가 유지되는 제1 지점(P1)보다 안쪽(도면에서 왼쪽)의 제2 지점(P2)까지만 평탄화가 유지될 것이다. 따라서 제2 층의 추가 장벽층(81b)을 형성할 때, 도14(d)에 도시한 바와 같이 제1 층의 추가 장벽층(81a) 보다 안쪽으로 형성하며, 이와 같이 도14(a) 내지 14(d)를 반복하여 추가 장벽층(81)을 구조물(70)을 향하는 안쪽으로 경사지게 형성하게 된다.
- [0063] 도13(d)와 도14(d)의 비교에서 알 수 있듯이 추가 장벽층(81)을 안쪽으로 경사지게 형성할 경우 추가 장벽층(81) 바깥 영역에 쌓이는 분말 재료(61)의 양을 더 줄일 수 있다. 아래층의 추가 장벽층(예컨대 81a)이 그 상방향의 분말 재료(61)를 지지하는 역할을 하며 또한 추가 장벽층(81)의 적층 높이가 높아지더라도 스크래퍼(40')의 반환지점(R)을 일정하게 유지하기 때문이다.
- [0064] 또한 대안적 실시예에서, 적층 높이가 높아짐에 따라 스크래퍼의 실제 반환지점을 최초 반환지점(R)보다 더 안쪽으로(즉 구조물(70)을 향하는 방향으로) 변경하면 더 많이 경사진 추가 장벽층(81)을 형성할 수 있고 바깥 영역의 분말 재료(61)도 더 감소시킬 수 있다. 예를 들어 도12(b)에 도시한 것처럼 아래쪽 추가 장벽층과 그 위쪽 층의 추가 장벽층이 접하는 영역을 가능한 최소화하면서 추가 장벽층의 각 층(81a 내지 81d)을 적층 형성하여 추가 장벽층(81) 바깥 영역의 분말 재료(61)의 양을 대폭 감소시킬 수 있다.
- [0065] 도12 내지 도14는 추가 장벽층(81)을 경사지게 형성하는 것을 예로서 설명한 것이며, 예컨대 추가 장벽층(81) 없이 장벽층(80)만 형성하는 실시예에서는 장벽층(80)을 구조물(70)을 향해 경사지게 형성할 수 있으며, 둘 이상의 추가 장벽층(81)을 형성하는 실시예에서는 가장 바깥쪽 추가 장벽층을 위와 같이 경사지게 형성할 수도 있음을 이해할 것이다.

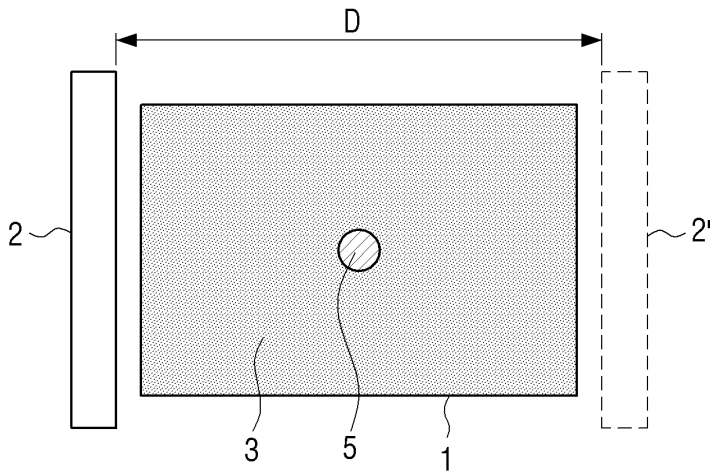
[0066] 이상과 같이 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 명세서의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능함을 이해할 수 있다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

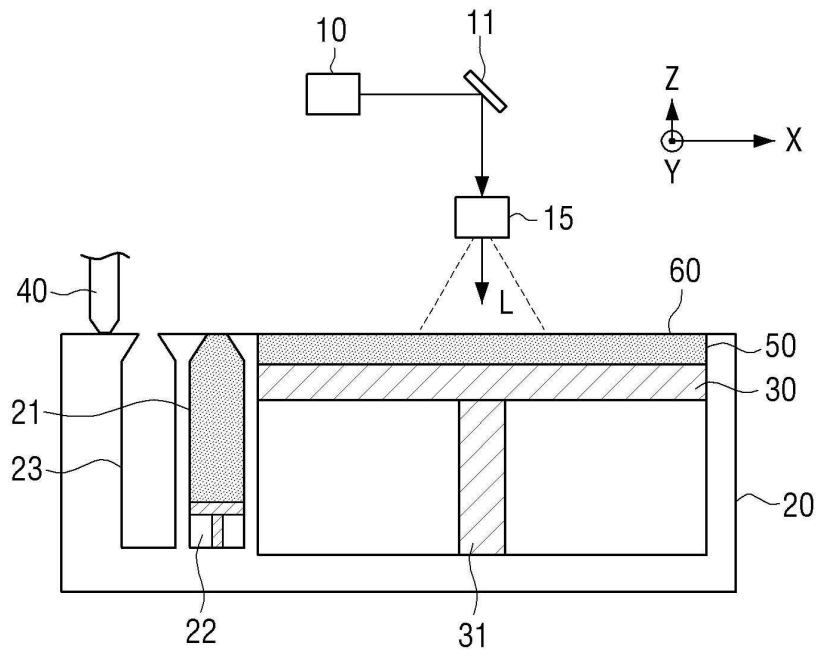
- [0067]
- | | |
|--------------|-------------|
| 10: 레이저 출력장치 | 11: 미러 |
| 15: 레이저 조사장치 | 20: 본체부 |
| 21: 재료 공급부 | 23: 재료 회수부 |
| 30: 베이스 플레이트 | 40: 스크래퍼 |
| 50: 베드 | 60: 분말 재료 |
| 70: 구조물 | 80, 81: 장벽층 |

도면

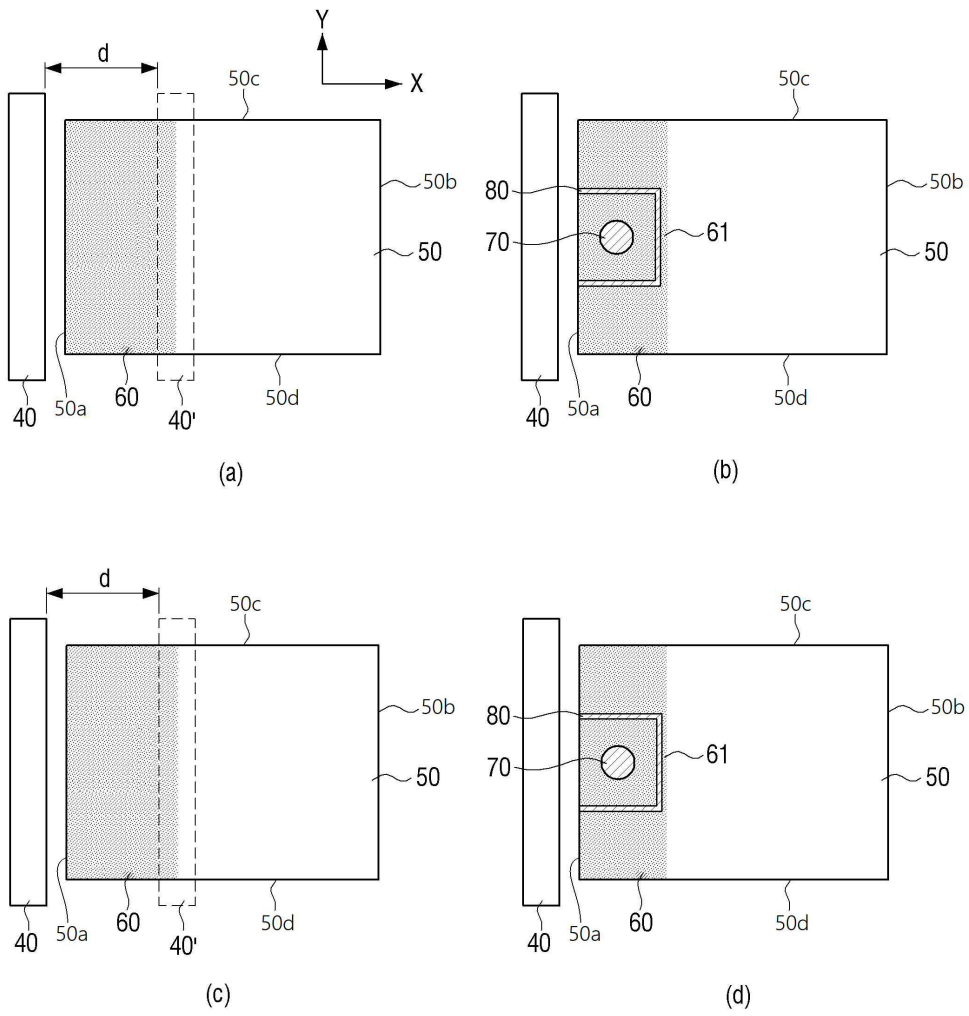
도면1



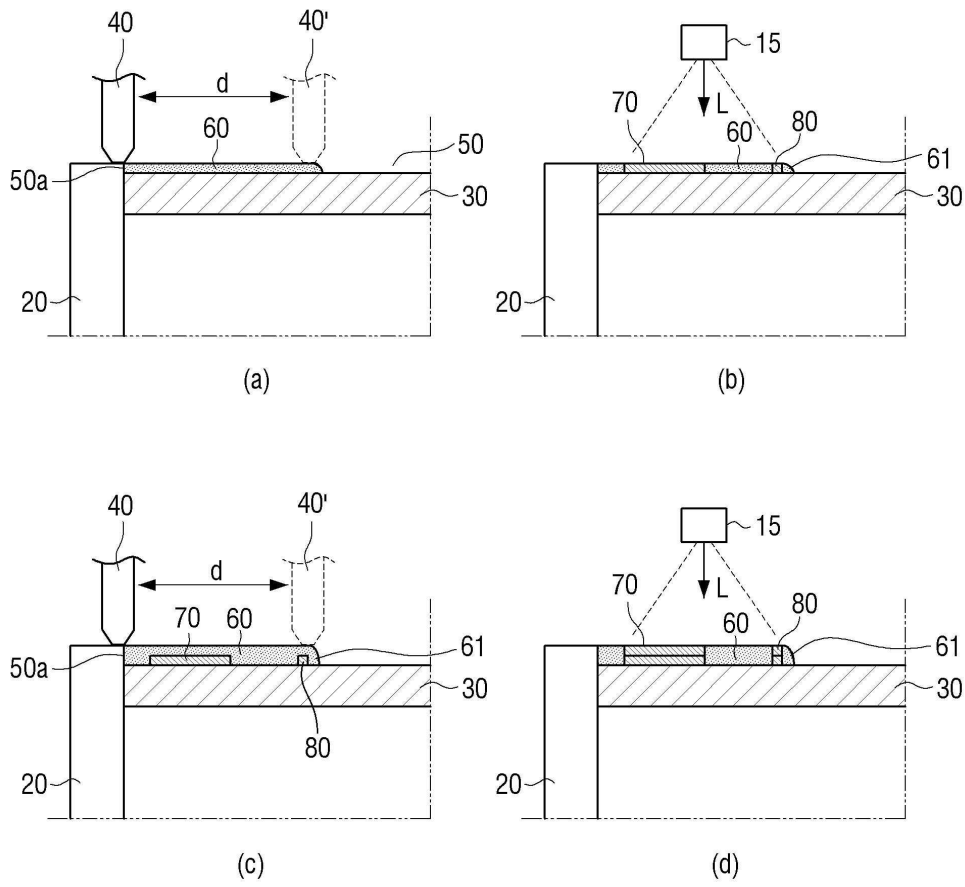
도면2



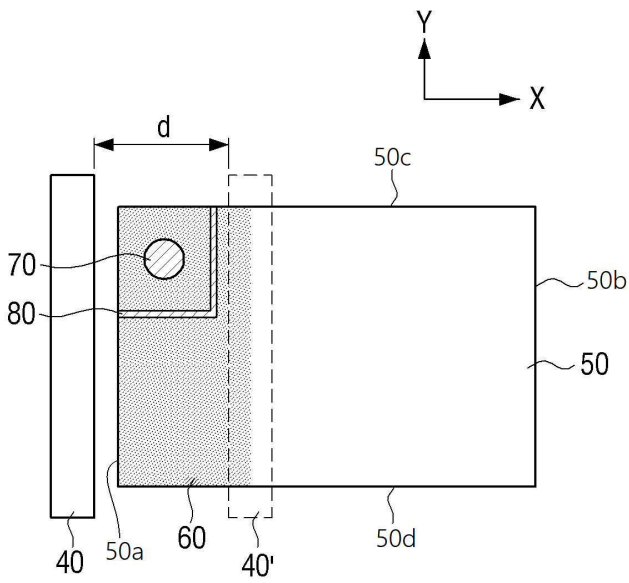
도면3



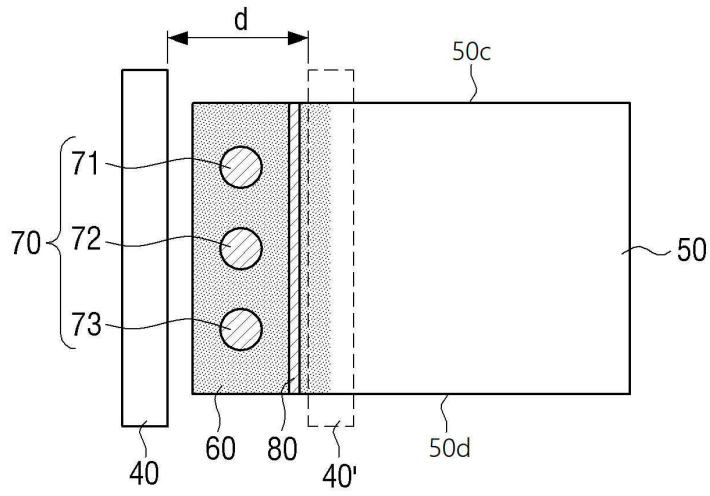
도면4



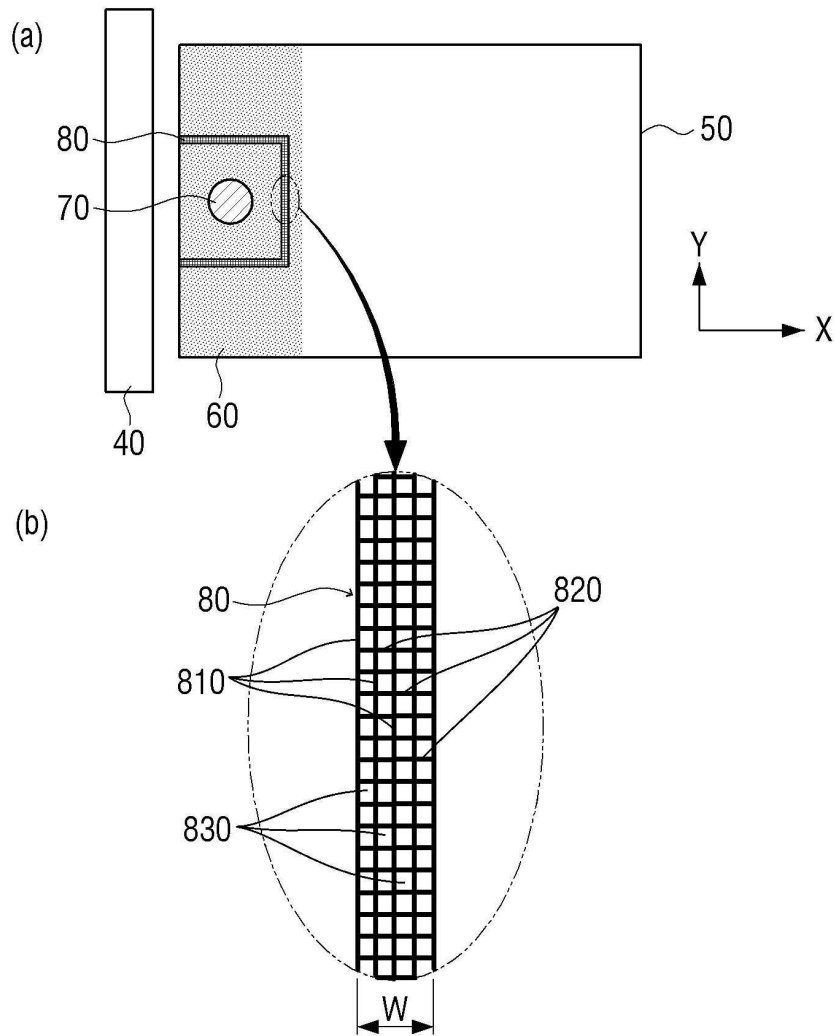
도면5



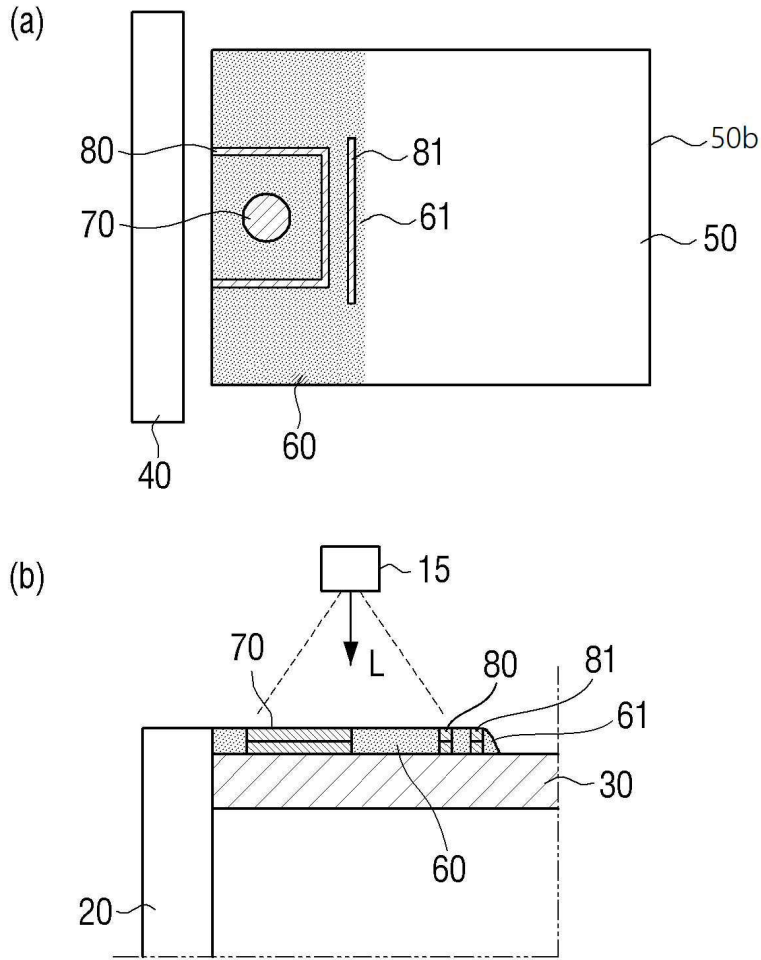
도면6



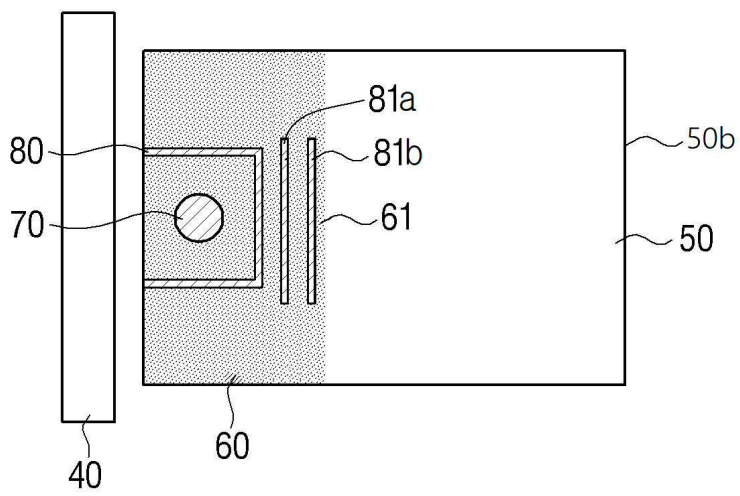
도면7



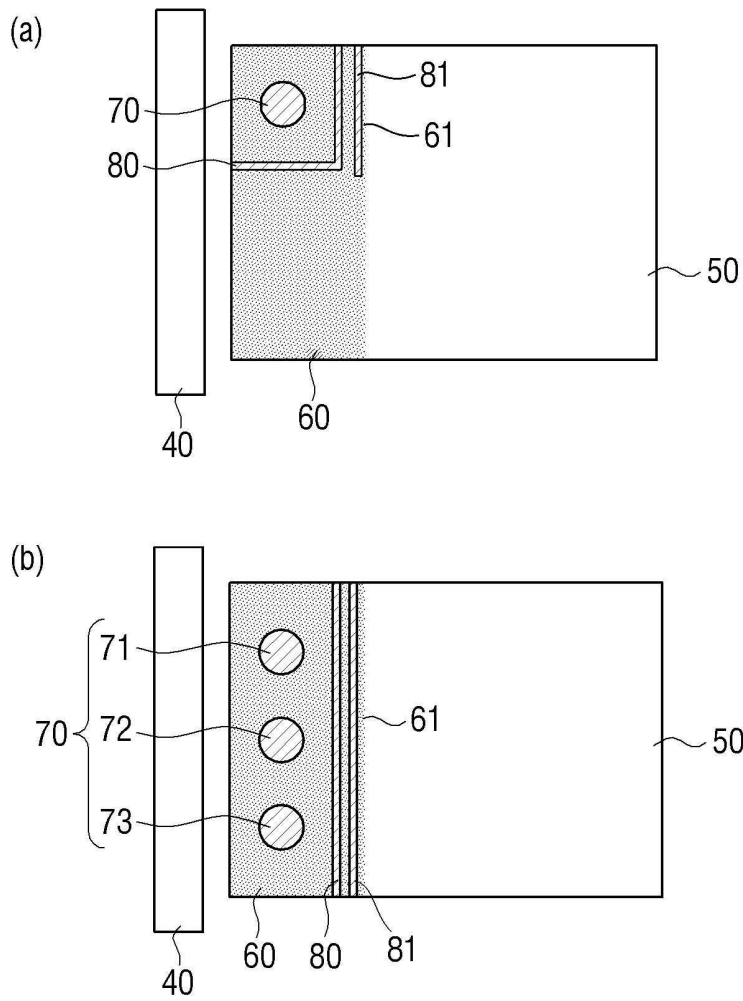
도면8



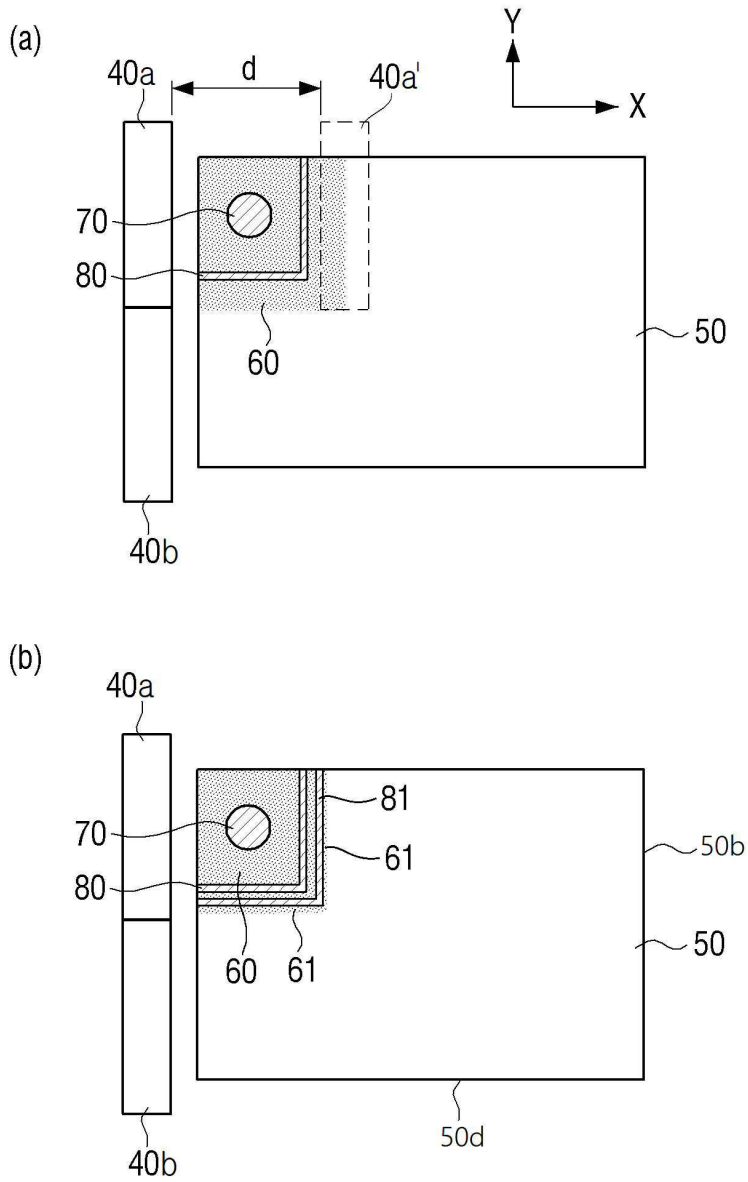
도면9



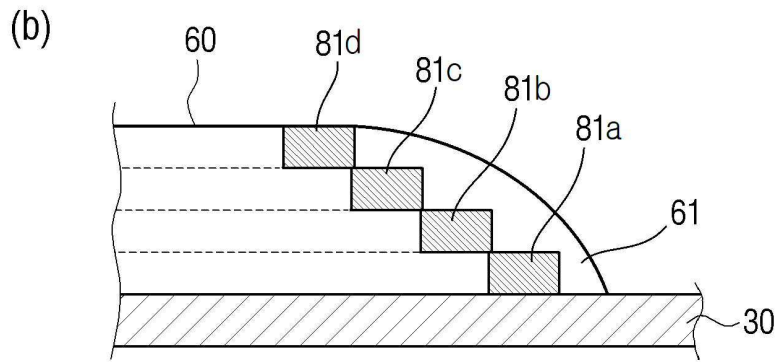
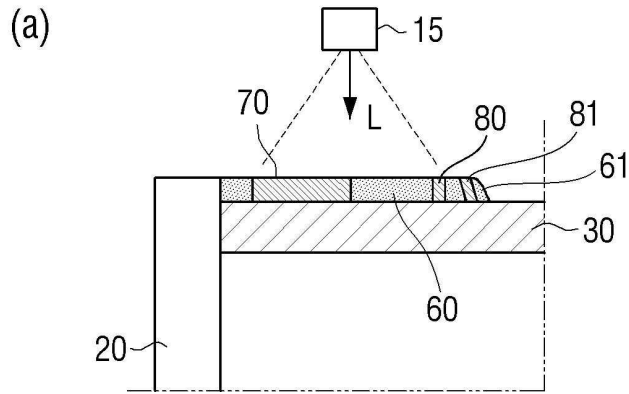
도면10



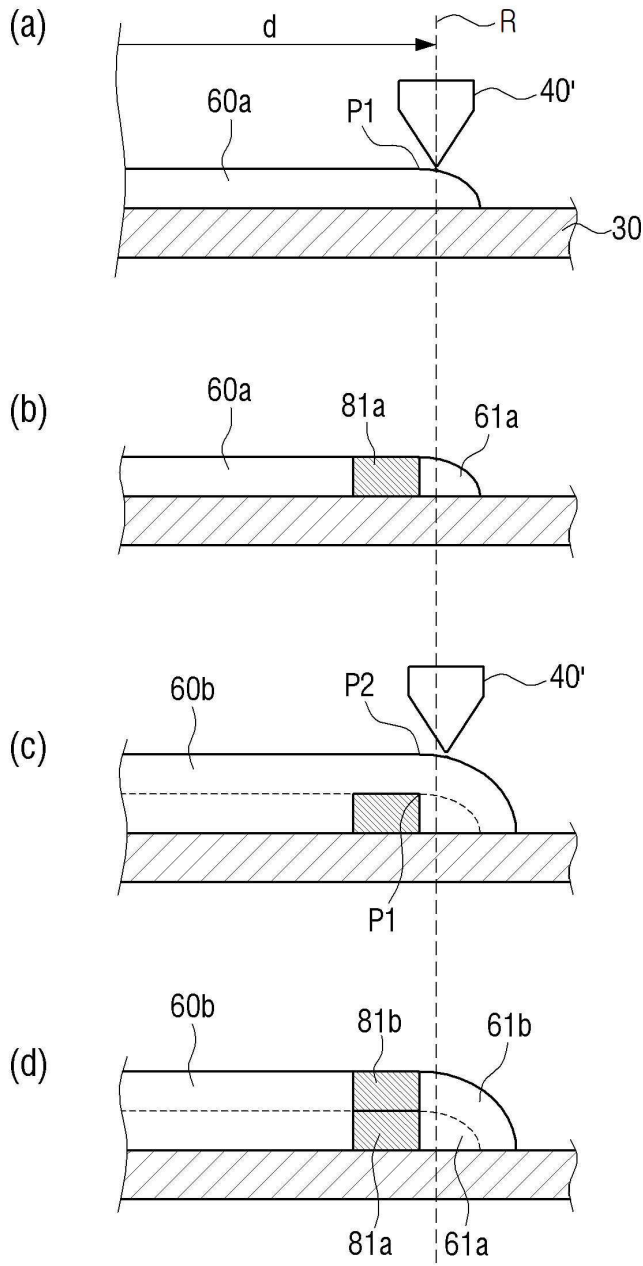
도면11



도면12



도면13



도면14

