(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월18일
(11) 등록번호 10-2364965
(24) 등록일자 2022년02월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 3/00 (2021.01) *B28B 1/16* (2006.01)
B29C 64/165 (2017.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01) *B33Y 70/00* (2020.01)
(52) CPC특허분류
B22F 10/00 (2021.08)
B28B 1/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7011457
(22) 출원일자(국제) 2017년09월20일
심사청구일자 2020년09월08일
(85) 번역문제출일자 2019년04월19일
(65) 공개번호 10-2019-0045392
(43) 공개일자 2019년05월02일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/052593
(87) 국제공개번호 WO 2018/057670
국제공개일자 2018년03월29일
(30) 우선권주장
62/397,549 2016년09월21일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US04472091 A*
US05555481 A*
US20130316149 A1*
US20150210010 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
신고브, 세르게이
미국 98056 워싱턴 엔이 렌턴 데이턴 에비뉴 821
(72) 발명자
신고브, 세르게이
미국 98056 워싱턴 엔이 렌턴 데이턴 에비뉴 821
(74) 대리인
남호현

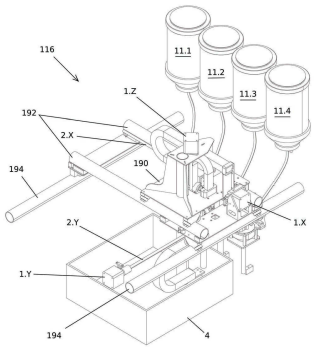
전체 청구항 수 : 총 22 항 심사관 : 방현석

(54) 발명의 명칭 **3D 프린터**

(57) 요 약

본 발명은 3차원 목표 형상을 갖는 대상물을 형성하기 위한 방법에 관한 것으로, 이 방법은 형성 분말, 지지 분말 및 결합제를 사용한다. 형성 분말은 결합제에 의해 지지 분말 보다 더 강하게 결합된다. 형성 분말과 지지 분말은, 형성 분말에서 3차원 형상을 함께 형성하는 지지 분말로 패턴화되는 형성 분말의 일련의 층으로 분배되고, 배치된 형성 분말에 결합제가 가해지고, 그리하여, 형성 분말과 결합제로 이루어진 대상물이 형성된다. 마지막으로, 형성된 대상물이 지지 분말로부터 분리된다.

대 표 도 - 도10a



(52) CPC특허분류
B29C 64/165 (2017.08)
B33Y 10/00 (2013.01)
B33Y 30/00 (2013.01)
B33Y 70/00 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

3차원 목표 형상을 갖는 대상물을 형성하기 위한 방법으로서,

a) 형성 분말, 지지 분말 및 결합제를 제공하는 단계;

b) 상기 형성 분말에서 3차원 형상을 함께 형성하는 지지 분말로 패턴화되는 형성 분말의 일련의 층으로 상기 형성 분말과 지지 분말을 분배하는 단계;

c) 상기 일련의 층으로 형성 분말과 지지 분말을 분배하는 단계 이후에, 적어도 상기 형성 분말에 상기 결합제를 가하여, 형성 분말과 결합제로 이루어진 상기 대상물을 형성하는 단계 - 상기 형성 분말은 상기 결합제에 의해 상기 지지 분말 보다 더 강하게 결합될 수 있음 -: 및

d) 상기 대상물을 상기 지지 분말로부터 분리시키는 단계를 포함하는, 3차원 목표 형상을 갖는 대상물을 형성하기 위한 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 형성 분말과 지지 분말은 주입 가능한, 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 결합제는 액체이고, 상기 형성 분말은 결합제로 젖을 수 있고, 상기 지지 분말은 결합제로 젖지 않는, 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 결합제가 가해질 때 상기 형성 분말과 지지 분말은 고체 입자로 유지되는, 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 결합제를 가열함으로써 상기 결합제가 상기 형성 분말을 결합시킬 수 있게끔 하는, 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 형성 분말은 금속 분말이고 상기 결합제는 용융된 금속인, 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 형성 분말은 금속 분말이고 상기 결합제는 금속이며, 결합제는 고체 입자 형태로 가해지고, 이어서, 결합제를 용융시키기에 충분한 온도로 가열하는, 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 형성 분말은 철 분말이고, 상기 지지 분말은 이산화규소 분말이며, 상기 결합제는 용융된 철-탄소 합금인, 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 형성 분말은 구리이고, 상기 지지 분말은 이산화규소 분말이며, 상기 결합제는 용융된 구리-은 합금인, 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 형성 분말은 시멘트 분말이고, 상기 지지 분말은 이산화규소 분말이며, 상기 결합제는 물인, 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 결합제는 에폭시이고, 상기 형성 분말은 상기 에폭시로 젖을 수 있는 폴리머이고, 상기 지지 분말은 에폭시로 젖지 않는 폴리머인, 방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 결합제는 접착제이고, 상기 형성 분말은 상기 접착제로 젖을 수 있는 폴리머이고, 상기 지지 분말은 접착제로 젖지 않는 폴리머인, 방법.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 형성 분말은 제1 유리 전이 온도를 가지며, 상기 지지 분말은 제1 유리 전이 온도 보다 높은 제2 유리 전이 온도를 가지며, 상기 결합제는, 상기 제1 유리 전이 온도 보다 높지만 상기 제2 유리 전이 온도 보다는 낮은 온도로 가열하여 제공되는, 방법.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

서로 다른 색을 갖는 둘 이상의 형성 분말을 더 포함하는 방법.

청구항 15

3차원의 물리적 대상물을 만들기 위한 장치로서,

(a) 프레임;

(b) 용기;

(c) 적어도 부분적으로 형성 분말로 충전되는 형성 분말 주입기 및 적어도 부분적으로 지지 분말로 충전되는 지지 분말 주입기 - 상기 주입기 각각은 분배 개구 및 이 분배 개구를 제어 가능하게 덮는 분배 플러그를 가짐 -;

(d) 상기 용기 위에서 상기 프레임에 의해 지지되며 또한 이동 요소를 포함하는 주입기 이동 및 분배 플러그 작동 어셈블리 - 상기 이동 요소는 상기 형성 분말 주입기 및 교대로 상기 지지 분말 주입기에 선택적으로 부착될 수 있고 또한 부착된 주입기를 서로 직교하는 3개의 차원으로 제어 가능하게 이동시킬 수 있고 또한 상기 분배 플러그를 제어할 수 있음 -; 및

(e) 3차원 목표 형상을 받기 위한 입력부를 포함하는 컴퓨팅 어셈블리를 포함하고,

상기 컴퓨팅 어셈블리는, 상기 주입기 이동 및 분배 플러그 작동 어셈블리를 제어하여 상기 주입기를 이동시키고 또한 상기 플러그를 선택적으로 개방하여, 분말이 상기 용기 안으로 주입되게 하고, 그리하여, 상기 형성 분

말에서 상기 목표 형상을 함께 형성하는 지지 분말로 패턴화되는 형성 분말의 일련의 층을 상기 용기 안에 생성하는, 3차원의 물리적 대상물을 만들기 위한 장치.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

제1 재충전 탱크와 적어도 하나의 제2 재충전 탱크를 더 포함하고, 상기 제 1 및 2 재충전 탱크 각각은 관련된 도킹 스테이션을 가지며, 주입기가 상기 도킹 스테이션에 도킹되고 물리적으로 지지될 수 있으며 또한 상기 재충전 탱크로부터 분말을 받을 수 있고, 상기 제1 재충전 탱크는 형성 분말을 담고 상기 제2 재충전 탱크는 지지 분말을 담는, 장치.

청구항 17

청구항 15에 있어서,

적어도 2개의 주입기를 포함하고, 제1 주입기는 제1 크기의 개구를 갖는 미세 주입기이고, 제2 주입기는 상기 제1 개구 보다 큰 제2 크기의 개구를 갖는 신속 주입기인, 장치.

청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 제2 크기의 개구 보다 큰 제3 크기의 개구를 갖는 제 3 주입기를 더 포함하는 장치.

청구항 19

청구항 17에 있어서,

상기 제 1 및 2 주입기는 형성 분말로 충전되는, 장치.

청구항 20

청구항 17에 있어서,

각 주입기를 위한 재충전 탱크를 포함하는 장치.

청구항 21

청구항 15에 있어서,

상기 주입기 각각은 플러그 로드를 포함하고, 상기 주입기 이동 및 분배 플러그 작동 어셈블리는, 플러그 로드를 상부 방향으로 이동시켜 상기 개구를 개방하고 하부 방향으로 이동시켜 상기 개구를 폐쇄하는 플러그 로드 액츄에이터를 포함하는, 장치.

청구항 22

청구항 21에 있어서,

상기 플러그 로드 액츄에이터는 주입기 내용물을 휘젖기 위해 상기 플러그 로드를 주기적으로 회전시키는, 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 대상물을 제조하기 위한 3D 프린터의 분야에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 3차원(3D) 인쇄가 현재 존재하고 있지만, 이 기술의 대부분은 사용하기에 비싸고, 특정한 프린터에서 사용될 수 있는 재료의 범위는 일반적으로 상당히 제한된다. 이는 특히 3D 인쇄를 통해 금속 부품을 제조하고 싶어하는

사람들에게 장애를 주게 된다.

발명의 내용

[0003] 개별적인 제1 양태에서, 본 발명은 3차원 목표 형상을 갖는 대상물을 형성하기 위한 방법의 형태를 취할 수 있고, 이 방법은 형성 분말, 지지 분말 및 결합제를 사용한다. 형성 분말은 결합제에 의해 지지 분말 보다 더 강하게 결합된다. 형성 분말과 지지 분말은, 형성 분말에서 3차원 형상을 함께 형성하는 지지 분말로 패턴화되는 형성 분말의 일련의 층으로 분배되고, 결합제가 형성 분말과 지지 분말의 층에 가해지고 굳게 되며, 그리하여 형성 분말과 결합제로 이루어진 대상물이 형성된다. 마지막으로, 형성된 대상물로부터 지지 분말이 제거된다.

[0004] 개별적인 제2 양태에서, 본 발명은 3차원의 물리적 대상물을 만들기 위한 장치의 형태를 취할 수 있고, 이 장치는 프레임과 팬을 포함한다. 형성 분말 주입기가 적어도 부분적으로 형성 분말로 충전되고, 지지 분말 주입기는 적어도 부분적으로 지지 분말로 충전되고, 이들 주입기 각각은 분배 개구 및 이 분배 개구를 제어 가능하게 덮는 분배 플러그를 갖는다. 주입기 이동 및 분배 플러그 작동 어셈블리가 팬 위에서 프레임에 의해 지지되며 또한 이동 요소를 포함하고, 이동 요소는 형성 분말 주입기 및 교대로 지지 분말 주입기에 선택적으로 부착될 수 있고 또한 부착된 주입기를 서로 직교하는 3개의 차원으로 제어 가능하게 이동시킬 수 있고 또한 분배 플러그를 제어할 수 있다. 3차원 목표 형상을 받기 위한 입력부를 포함하는 컴퓨터 어셈블리가 주입기 이동 및 분배 플러그 작동 어셈블리를 제어하여 주입기를 이동시키고 또한 플러그를 선택적으로 개방하여, 분말이 팬 안으로 주입되게 하고, 그리하여, 형성 분말에서 목표 형상을 함께 형성하는 지지 분말로 패턴화되는 형성 분말의 일련의 층을 팬 안에 생성한다.

도면의 간단한 설명

[0005] 도 1a, 1b 및 1c은 본 발명의 한 실시 형태에 따른 3D 프린터를 3개의 다른 각도에서 본 사시도이다.

도 2a, 2b 및 2c은 도 1a의 3D 프린터의 일 부품인 3D 프린터 포크의 상세도이다.

도 3a, 3b 및 3c은 도 1a의 프린터의 일 부품인 3D 프린터 주입기를 3개의 다른 각도에서 본 상세도이다.

도 3d 및 3e는 도 3a의 3D 프린터 주입기의 단면 상세도이다.

도 4a, 41.2 및 4c은 도 3a의 주입기를 잡고 있는 도 2a의 3D 프린터 포크 어셈블리의 상세도이다.

도 5a은 도 3a의 3D 프린터 주입기의 단면도로, 상승된 위치에 있는 플러그 로드를 나타낸다.

도 5b는 도 3a의 3D 프린터 주입기의 단면도로, 상승된 위치에 있는 플러그 로드를 나타낸다.

도 6a 및 6b는 도 1a의 3D 프린터의 일 부분을 형성하는 3D 프린터 재충전 어셈블리를 2개의 다른 각도에서 본 상세도이다.

도 7a은 도 6a의 3D 프린터 재충전 어셈블리의 단면 상세도로, 주입기는 없다.

도 7b는 도 6a의 3D 프린터 재충전 어셈블리의 단면 상세도로, 주입기가 있다.

도 8a ~ 8d는 가마 안에 배치되기 전에 충전되고 덮히는 과정에 있는 팬을 나타낸다.

도 9a는 3D 프린터의 대안적인 실시 형태의 전방 정상 측면 등각도이다

도 9b는 도 9a의 3D 프린터의 전방 저부 측면 등각도이다.

도 10a는 도 9a의 프린터의 전방 정상 측면 등각도이고, 내부 작용을 더 명확히 볼 수 있도록 프레임 요소는 제거되어 있다.

도 10b는 도 10a의 프린터 부분을 더 작은 시야각에서 본 전방 정상 측면 등각도이다.

도 11a는 도 9a의 프린터의 일 부분을 형성하는 포크 어셈블리의 전방 정상 측면 등각도이다.

도 11b는 도 11a의 포크 어셈블리의 후방 정상 측면 등각도이다.

도 11c는 도 11a의 포크 어셈블리의 측면도이다.

도 12a는 함께 결합되어 있는, 도 11a의 포크 어셈블리 및 도 9a의 프린터의 일 부분을 형성하는 주입기의 측면도이다.

도 12b는 도 12a에 나타나 있는 부분의 조합의 후방 정상 측면 등각도이다.

도 13a는 도 9a의 프린터의 일 부분을 형성하는 주입기의 상부 사시 등각도이다.

도 13b는 도 13a의 주입기의 단면도이다.

도 13c는 도 13a의 주입기의 하부 사시 등각도이다.

도 14a는 도 9a의 프린터의 일 부분을 형성하는 주입기의 대안적인 실시 형태의 정상 등각도이다.

도 14b는 도 14a의 주입기의 단면도이다.

도 14c는 도 14a의 주입기의 하부 사시 등각도이다.

도 15a는 도 9a의 프린터의 일 부분을 형성하는 주입기를 위한 도킹 스테이션의 등각도이다.

도 15b는 도 15a의 도킹 스테이션의 단면도이다.

도 16a는 도 9a의 프린터의 일부분을 함께 형성하는, 주입기가 부착되어 있는 도킹 스테이션의 등각 투상 단면도이다.

도 16b는 도 16a의 도킹 스테이션과 주입기의 측단면도이다.

도 17은 도 9a의 프린터의 블럭도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0006] 정의: 본 출원에서 "금속" 이라는 용어가 사용되며 금속 합금을 포함한다

[0007] 본 발명의 원리에 대한 이해를 촉진시키기 위해, 이제 도면에 도시되어 있는 실시 형태를 참조할 것이며 또한 특정한 언어를 사용하여 그 실시 형태를 설명할 것이다. 그럼에도 불구하고, 그에 의해 본 발명의 범위에 대한 제한이 의도되어 있지 않음을 이해할 것이다. 설명되는 실시 형태에서의 변화와 추가 수정 및 여기서 설명되는 바와 같은 본 발명의 원리의 추가 적용이, 통상적으로 당업자에게 일어나는 바와 같이 고려된다.

[0008] 주: N.1 ~ N.4(여기서 N은 정수)로 표시되어 있는 일 세트의 유사한 요소가 있는 경우, 이것들 중의 임의의 한 요소가 예컨대 N으로 표시될 것이고, N.1 ~ N.4 중의 어느 것을 말하는지는 중요하지 않다. 예컨대, 주입기(10.1 ~ 10.4) 중 임의의 하나를 말하는 경우, 이는 참조 번호 "10"으로 나타내질 것이다

[0009] 도 1a, 1b 및 1c은 3D 프린터를 다양한 각도에서 본 것이다. 3D 프린터(8)는 주로 팬(pan)(4)(용기라고도 함), 및 일 세트의 주입기(10.1 ~ 10.4)로 구성되고, 각 주입기는 도킹 스테이션(30.1 ~ 30.4)과 관련되어 있으며, 주입기(10)는 관련된 재충전 탱크(11)에 의해 재충전될 수 있다. 또한, 강성적인 프레임(3)이 도킹 스테이션(30.1 ~ 30.4) 및 주입기 이동 어셈블리(116)(도 10a)를 지지한다. 어셈블리(116)는 포크 어셈블리(5)("이동 요소"라고도 할 수 있음)를 포함하고, 이 포크 어셈블리는 선택된 주입기(10)에 부착되고, 주입기(10)를 도킹 스테이션(30)으로부터 제거하며, 포크 어셈블리(5)가 주입기(10)를 작동시킴에 따라 주입기(10)를 패턴을 통해 이동시켜, (아래에서 논의되는 주입기 플러그 로드(19)를 통해) 분말을 선택적으로 분배한다. 어셈블리(5)에 존재할 때 주입기(10)는 포크(6)에 안착된다. 따라서, 주입기 이동 어셈블리(116)를 주입기 이동 및 분배 플러그-작동 어셈블리(116)라고도 할 수 있다.

[0010] 3D 프린터는 팬(4)에서 3D 대상물을 층층이 형성하기 위해 형성 분말과 지지 분말을 사용한다. 각 층은 형성 분말로 충전되는 영역 또는 복수의 영역으로 이루어지고, 그 층에 있는 팬 영역의 나머지는 지지 분말로 충전된다. 한 실시 형태에서, 일 영역의 어떤 부분은 층의 주입 중에 건너 뛸 수 있고 나중에 그 위에 층을 주입할 때 충전되어, 주입 공정의 속도를 증가시킬 수 있다. 모든 층이 주입된 후에, 형성 분말은 결합제에 의해 결합되어 3D 대상물이 얻어지며, 그런 다음에 대상물은 지지 분말로부터 분리된다.

[0011] 다음과 같은 요건이 만족된다면, 분말은 어떤 적절한 재료로도 만들어질 수 있다:

[0012] 1. 형성 및 지지 분말은 주입 가능해야 하고, 또는 적절한 기구에 의해 적어도 원하는 패턴으로 배치될 수 있어야 한다.

[0013] 2. 형성 분말은 결합제에 의해 강하게 결합 가능해야 핸다.

[0014] 3. 지지 분말은 형성 분말의 경우 보다 결합제에 의해 훨씬 덜 강하게 결합 가능해야 한다.

[0015] 4. 형성 및 지지 분말은 형상 왜곡을 방지하기 위해 공정 중에 대부분 고체 입자로 유지되어야 한다.

[0016] 또한, 주변 가스는 위의 요건을 촉진시키도록 적절히 선택되는 것이 중요하다. 예컨대, 산화가 결합제 의한 형성 분말의 결합성에 부정적인 영향을 준다면, 주변 가스는 산화를 방지하도록 선택되어야 한다. 예컨대, 어떤 실시 형태에서, 주변 가스는 아르곤이다. 이들 실시 형태에서, 기구는 기밀한 챔버 안에 내포된다. 대안적인 실시 형태에서, 팬이 가열되기 전에, 산소와 결합하는 물질, 예컨대 코크스 형태의 탄소를 팬(4) 안에 둔다

[0017] 일 바람직한 실시 형태에서, 철 분말이 형성 분말로서 사용되고, 이산화규소 분말이 지지 분말로서 사용되며, 또한 높은 탄소 함량을 갖는 용융된 철-탄소 합금이 결합제로서 사용된다. 4.3%의 탄소 함량이 가장 낮은 용융 온도(약 1147℃)를 갖는 이점을 지니고 있지만, 변하는 탄소 함량을 갖는 철-탄소 합금이 사용될 수 있다. 이 합금은 일반적으로 "선철(Pig Iron)"으로서 이용 가능하고, 그래서 본 명세서에서는 간단히 "피그"라고 한다. 이 실시 형태에서, 분말은 정상 층이 노출된 형성 분말을 갖도록 주입된다.

[0018] 철 분말과 SiO_2 분말의 3D 패턴이 생성된 후에, 형성 분말 형상의 변형을 피하기 위해, 관통 구멍을 갖는 분리기(110)가 분말 위에 배치되고, 피그 조각 및 코크스와 같은 탄소 조각이 그 분리기 상에 배치된다. SiO_2 분말이 용융된 피그의 흐름을 차단하는 것을 피하기 위해, 피그는 분리기(110)의 구멍을 덮어야 하고, 분리기는 노출된 형성 분말의 표면 위쪽에 있어야 한다. 그런 다음에, 방법의 나머지 동안에 팬(4)이 SiO_2 분말(어떤 방법에서는, 모래)로 충전된다. 탄소 조각은 가열시산소를 일산화탄소로 전환시켜 철의 산화를 방지하기 위해 필요하다. 팬(4)은 뚜껑으로 폐쇄되고 가마에 전달되어 가열된다. 가마 온도는 피그의 용융 온도 보다 높게 하지만 철 분말의 용융 온도 보다는 낮게 선택된다. 온도가 충분히 높게 되면, 피그는 용융되어 모세관 작용으로 철 분말을 젖게 하지만, 피그는 이산화규소 분말을 젖게 하지 않는데, 이산화규소 분말은 용융된 철에 의한 젖음에 저항한다. 팬은 특정한 길이의 시간(유지 시간이라고 함) 동안 그 온도로 유지된다. 유지 시간 동안, 용융된 피그의 탄소 원자는 철 분말의 입자 안으로 확산되어, 탄소 함량을 같게 한다. 유지 시간이 더 길면, 더 양호한 확산이 일어난다. 팬이 냉각된 후에, 프린트된 대상물은 지지 분말로부터 분리되고 피그의 나머지가 절단되어 떨어지게 된다. 바람직하게는, 프린트된 대상물은 정상부에서 추가적인 좁은 목부를 가지고 또한 그 목부 위쪽에서는 평평한 패드를 갖도록 설계되며, 그래서 용융된 피그는 패드와 목부를 통해 대상물을 젖게 하여, 대상물을 패드 및 피그의 나머지로부터 분리하는 목부를 절단 또는 끊는 것이 더 쉽게 된다. 프린트된 대상물의 결과적인 재료는 탄소 강이다. 추가 후처리 및 열처리를 사용하여 원하는 특성과 치수를 얻을 수 있다.

[0019] 다른 실시 형태에서, 형성 분말은 구리 분말이고, 지지 분말은 이산화규소이며, 결합제는 구리-은 합금이다.

[0020] 추가적인 실시 형태에서, 용융된 재료를 결합제로서 사용하는 대신에, 화학적 공정을 사용하여 형성 분말의 입자를 결합시킨다.

[0021] 한 실시 형태에서, 형성 분말은 시멘트이고, 지지 분말은 이산화규소이며, 결합제는 물이고, 이 물은 시멘트를 젖게 하여 결합을 일으키게 된다.

[0022] 다른 실시 형태에서, 에폭시가 결합제로서 사용된다. 형성 분말은, 예컨대, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 폴리에테르 에테르 케톤(PEEK), 나일론, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS), 폴리락트산(PLA), 폴리옥시메틸렌(POM), 폴리카보네이트(PC), 염화폴리비닐(PVC), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 (PE), 폴리프로필렌(PP), 폴리스티렌(PS), 폴리(메틸 메타크릴레이트)(PMMA), 폴리벤즈이미다졸(PBI), 폴리에테르 술폰(PES), 폴리에테르이미드(PEI), 산화폴리페닐렌(PPO), 또는 황화폴리페닐렌(PPS)과 같은 폴리머이고, 지지 분말은 동일한 리스의 다른 폴리머이다. 지지 분말용으로 사용되는 폴리머는 에폭시로 젖지 않으며, 형성 분말용으로 사용되는 폴리머는 에폭시로 젖을 수 있다.

[0023] 다른 실시 형태에서, 에폭시 대신에 접착제가 결합제로서 사용된다. 접착제는 화학적 또는 열적인 것일 수 있다.

[0024] 다른 실시 형태에서, 열을 사용하여 형성 분말의 입자를 결합시킨다. 형성 분말은 지지 분말의 유리 전이 온도 보다 낮은 유리 전이 온도를 갖도록 선택된다. 결합에 사용되는 온도는, 형성 분말의 유리 전이 온도 보다 높고 또한 형성 분말 입자를 강하게 함께 결합시키기에 충분하지만 지지 분말 입자를 강하게 결합시키기에는 아주 충분하지 않도록 선택되며, 그래서 지지 분말은 대상물을 끊지 않고 그 대상물로부터 분리될 수 있다. 선택된 온도는 형상 왜곡을 방지하기 위해 두 분말 모두의 융점 보다 낮아야 한다.

[0025] 다른 실시 형태에서, 서로 다른 색을 갖는 복수의 형성 분말을 사용하여, 색상이 다양한 대상물을 만들 수

있다.

[0026] 다시 도 1a, 1b 및 1c을 참조하면, 주입기 이동 어셈블리(116)는 스텝퍼 모터(1.X, 1.Y, 1.Z)를 포함하고, 이 모터는 리드 스크류(2.X, 2.Y, 2.Z)를 회전시켜, 주입기(10)를 잡고 있는 포크 어셈블리(5)를 X, Y 및 Z 축을 따라 3차원적으로 이동시킨다.

[0027] 도 2a, 2b 및 2c는 포크 어셈블리(5)의 상세를 나타낸다. 포크 어셈블리(5)는 4개의 주입기(10) 중의 어느 하나를 잡을 수 있고, 이들 주입기는 포크 어셈블리(5)와 접촉하는 부분에 관한 한 동일하다.

[0028] 도 3a, 3b, 3c, 3d 및 3e는 주입기(10)의 상세를 나타낸다.

[0029] 도 4a, 4b 및 4c는 포크 어셈블리(5)의 상세를 나타낸다(이 포크 어셈블리는 주입기(10)를 잡아 이동시키므로 이동 요소라고도 할 수 있음).

[0030] 이제 도 2a 내지 2c을 참조하면, 포크 어셈블리(5)는 주입 플러그 작동 스텝퍼 모터(1.P)를 가지며, 이 모터는 리드 스크류(2.P)를 회전시키고 주입기 제어 캐리지(15)를 수직 방향으로 이동시킨다. 이제, 주입기(10)(본 논의를 위해 포크 어셈블리(5)와 결합되어 있음)의 정상부를 나타내는 도 3a을 참조하면, 캐리지(15)가 아래로 이동함에 따라, 그 캐리지는 스프링(17)(도 2c)을 통해 시소(seesaw)(17)를 밀어 경사시킨다. 시소(16)가 경사짐에 따라 그 시소는 볼 베어링(18)을 위로 밀어 주입기 플러그 로드(19)(도 3d)를 상승시키고, 그래서 로드(19)의 단부는 더 이상 주입기 구멍(20)을 막지 않으며, 그래서 분말이 구멍(20)으로부터 흐를 수 있게 된다. 플러그 로드(19)의 단부가 주입기 구멍(20)을 막음에 따라, 이 단부를 "플러그"라고 할 수 있다.

[0031] 포크 어셈블리(5)는 또한 클로(claw)(21)를 회전시키는 플러그 로드 회전 스텝퍼 모터(1.S)를 포함한다. 캐리지(15)가 하강되면, 클로(21)가 노브(22)(도 3a)와 결합하여 이를 회전시킨다. 도 3e를 참조하면, 노브(22)는 축(23) 및 커클러(24)를 통해 주입기 플러그 로드(19)에 연결되어 있다. 축(23)은 브리지(26) 내부에 있는 다른 2개의 볼 베어링(나타나 있지 않음)에 의해 수평으로 유지되지만, 자유롭게 회전할 수 있고 또한 수직 방향으로 슬라이딩 가능하다. 스프링(25)이 플러그 로드(19)의 폐쇄력을 증가시킨다.

[0032] 도 5a 및 5b는 플러그 로드(19)가 약간 휘어져 있는 것을 나타내는데, 그래서 로드가 위로 움직이면 그 로드의 바닥 단부는 옆으로 움직이게 되며, 따라서 로드(19)가 회전하면 이 로드는 분말을 휘저어 유량과 농도를 증가시키게 된다. 로드(19)는 또한 가요적이고, 그래서 로드가 아래로 움직이면, 바닥의 경사부가 그 로드의 선단을 주입기의 중심으로 또한 구멍(20) 안으로 슬라이딩하여 개구를 밀봉하도록 안내한다.

[0033] 한 실시 형태에서, 4개의 주입기가 있는데, 2개는 지지 분말을 위한 것이고 나머지 2개는 형성 분말을 위한 것이다. 각 종류의 분말을 위한 두 주입기 중의 하나는 더 높은 해상도의 주입을 위한 더 작은 구멍(20)을 가지며, 다른 하나는 더 신속한 주입을 위한 더 큰 구멍(20)을 갖는다.

[0034] 도 6a, 6b, 7a 및 7b는 주입기 재충전 기구를 나타낸다. 각 주입기(10.1 ~ 10.4)는 그 자신의 재충전 탱크(11.1 ~ 11.4)로부터 각각 충전된다. 재충전 탱크(11.1 ~ 11.4)는 관(12)에 의해 인젝터 챔버(13)에 연결되어 있다. 도 7b에 상세히 나타나 있는 바와 같이, 인젝터 챔버는 바닥에서 구멍(35)을 가지며, 이 구멍은 재충전 개구로서 역할하고 또한 플러그(14)로 폐쇄되고, 이 플러그는 재충전 플러그로서 역할한다. 기어가 있는 스텝퍼 모터(31)가 케이블(32)을 감고 풀어 힌지(33) 상에서 재충전 어셈블리를 경사지게 한다. 재충전 어셈블리가 경사짐에 따라, 인젝터 챔버는 수직 방향으로 움직이게 된다. 주입기(10.1 ~ 10.4)가 그의 도킹 스테이션(30.1 ~ 30.4)과 결합하고 인젝터 챔버가 하강되면, 주입기의 로드(34)가 인젝터 플러그 로드(14)를 위로 밀어 구멍(35)을 개방시키고 분말이 재충전 탱크로부터 주입기 안으로 흐를 수 있게 해준다. 인젝터 챔버가 상승되거나 주입기(10.1 ~ 10.4)가 없으면, 로드(14)가 아래로 움직여 구멍(35)을 폐쇄시킨다.

[0035] 도 17a를 참조하면, 프린팅 공정이 시작되기 전에, 입체 인쇄술(STL) 파일(162)이 컴퓨터(160)에 로딩되고, 이 컴퓨터는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 메모리(일반적으로 슬라이서 프로그램이라고 함)로부터 로딩된 컴퓨터 프로그램을 실행하고, 이 프로그램은 STL 파일을 G-코드(제어기 보드(161)에 의해 이해될 수 있는 동작 명령의 일 형태임)로 변환시킨다. 제어기 보드(161)는 프린팅 공정을 통해 모터(1.x, 1.y, 1.z, 1.p 및 151)를 제어하는 일 세트의 신호를 생성한다. 이 공정의 시작시에, 포크 어셈블리(5)가 원하는 주입기(10)를 도킹 스테이션(30)으로부터 가지고 와서 팬(4) 위의 원하는 위치에 위치시킨다. 스텝퍼 모터(1.P)는 관통 구멍(20)(전술한 바와 같은)을 개방하며 분말이 팬으로 흐를 수 있게 해준다. 분말이 관통 구멍(20)으로부터 주입됨에 따라, 스텝퍼 모터(1.X, 1.Y)는 제어기 보드(161)에 의해 제어되어 포크 어셈블리(5)를 X, Y 패턴으로 움직여, 형성 분말 또는 지지 분말의 원하는 패턴을 생성한다. 그런 다음에 스텝퍼 모터(1.P)가 구멍(20)을 폐쇄시켜 분말의 흐름을 차단하고 주입기를 재충전 도킹 스테이션(30)에 복귀시킨다. 그런 다음에 팬이 원하는 대로 충전될 때

까지 포크 어셈블리(5)는 다른 주입기(10)를 가지고 온다.

[0036] 도 9a 내지 16b는 프린터(8)의 실시 형태에 대한 대안적인 실시 형태(108)를 나타낸다. 이 실시 형태(108)는, 도킹 스테이션(30) 및 포크 어셈블리(5)와는 일부 큰 차이가 있는 도킹 스테이션(140) 및 포크 어셈블리(105)를 포함한다. 넓게 검토해 보면, 도킹 스테이션(140)은 모터를 포함하지 않는다. 대신에, 재충전 작업은, 아래에서 더 설명하는 바와 같이, 포크 어셈블리의 일련이 운동에 의해 수행된다. 또한, 포크 어셈블리(105)는 스텝퍼 모터(1.p)가 아닌 DC 모터(151)를 사용하여, 주입기 플러그 로드(19)를 상승 및 하강시킨다. 하나의 다른 차이점으로, 프린터(108)는 조절 가능한 길이를 갖는 다리(130)를 구비하며, 그래서 프린트는 가마 기부(131) 위에 배치될 수 있다. 한 사용 방법에서, 프린터(108)는 형성 분말과 지지 분말을 내려 놓은 후에 멀어지게 상승되고, 가마의 나머지 부분이 가마 기부(131) 상에 놓여 가마를 완성하게 되며, 그래서 팬(4)과 그의 내용물이 그 자리에서 가열될 수 있다.

[0037] 먼저 도 15a, 15b 및 16a를 참조하면, 각 도킹 스테이션(140)은, 분말 주입 주둥이(143)까지 이르는 분말 통로(142)를 형성한다. 스테이션(140)은 지지 볼(163)(하나만 나타나 있음)을 더 포함한다. 추가로, 로커(rocker) 아암(141)이 스테이션(140)에 힌지식으로 연결되어 있고, 한쌍의 치부(145) 및 플러그(146)를 가지고 있다. 스프링이 로커 아암(141)을 분말 흐름 차단 위치로 가압하고, 이 위치에서 플러그(146)는 통로(142)와 주입 주둥이(143) 사이에 있게 된다. 주입기(10)가 도킹될 것임을 컴퓨터(160)가 결정하면, 이 컴퓨터는 모터(1.x, 1.y, 1.z)에 명령을 내려, 주입기(10)를 주입기(10)의 정상부의 일부분이 치부(145)의 바로 밑에 있게 되는 위치로 이동시키고, 그런 다음에 주입기(10)를 위쪽으로 밀어 치부(145)를 상승시키고 그리하여 로커 아암(141)을 분말 분배 위치에 있게 하고, 이 위치에서 플러그(146)는 주입 주둥이(143)의 정상부로부터 상승된다. 그런 다음, 주입기는 더 움직여 도킹 스테이션(140)과 접촉하여, 주입기(10)의 립(148)이 지지 볼(163) 상에 안착되고 또한 치부(145)는 주입기(10)의 정상 표면과 접촉하며, 그리하여, 주입기는 치부를 상승 위치에 유지시키고, 이에 따라, 플러그(146)는 주입 주둥이(143)를 막지 않는 위치에 유지된다. 마지막으로, 주입기(10)가 더 이상 포크 어셈블리에 안착되지 않을 때 포크 어셈블리(105)를 하강시키고 또한 이를 주입기(10)로부터 멀어지게 이동시킴으로써, 립(148)의 바닥에 있는 한쌍의 만입부(170)(도 13c)가 한쌍의 지지 볼(163)(도 15a)에 결합하여, 립이 포크 어셈블리(105)에 의해 풀려날 때 그 립을 유지한다. 이러한 설계는 4개의 전기 모터를 조명하여 비용, 복잡성 및 잠재적인 유지 보수 지출을 줄이는 이점을 갖는다.

[0038] 도 12a를 참조하면, 작동 아암(150)(힌지(149)에서 포크 어셈블리(105)에 힌지식으로 연결되어 있음)은 아래쪽으로 연장되어 있는 푸시 패널(156)을 포함한다. 아암(150)이 하강될 때, 이 아암은 주입기 로커 아암(16)(도 13a)을 아래로 누르고, 이 로커 아암은 볼 베어링(18)을 위로 상승시키고, 이에 따라 주입기 플러그 로드(19)가 상승되어 분말이 밖으로 흐를 수 있게 된다. 아암(150)이 그의 상승 위치로 복귀할 때, 주입기 플러그 로드(19)는 스프링(25)에 의해 아래쪽으로 가압되어, 분말의 흐름을 중단시키고, 힌지식으로 연결된 아암(16) 및 볼 베어링(18)이 또한 비분배 위치로 복귀하게 된다. 도 13a ~ 13c에 나타나 있는 주입기(10)와 도 14a ~ 14c에 나타나 있는 주입기 사이에는 약간의 차이가 있다. 더 미세한 분말 라인을 배치하기 위해 구멍(20)은 도 13a ~ 13c에 나타나 있는 주입기에서 더 작게 되어 있다. 프린터(8)에 대한 경우와 유사하게, 주입기(10)는 포크 어셈블리(105)에 있을 때 포크(106) 상에 안착된다.

[0039] 위에서 언급한 아암(150)의 운동은 DC 모터(151)(도 12b)에 의해 행해지고, 이 모터는 스풀(154)을 회전시켜, 풀리(157)와 결합하고 스위치(152)에 연결되어 있는 강 케이블(155)을 끌어 당기거나 놓아 준다. 아암(150)이 하측 위치에 있을 때 시작하여, 푸시 패널(156)은 로커 아암(16) 상에 안착되고, 그래서, 케이블 느슨함 위치에서 케이블(155)(스위치(155)가 배치되어 있음)에는 인장력이 거의 없다. 분말의 분배를 중단시키는 것이 필요하면, DC 모터(151)는 케이블(155)이 감기도록 스풀(154)을 회전시키고, 그리하여 스위치(152)는 케이블 팽팽함 위치로 전환되고(작업에 영향을 주지 않는 전환) 또한 케이블이 풀리(157)를 위로 끌어 당기고 그리하여 아암(150)이 위로 끌어 당겨지게 되며, 이 아암은 아암(150)의 경로를 따라 위치되어 있는 다른 스위치(나타나 있지 않음)에 접촉할 때가지 계속 상승하게 되며, 그 다른 스위치는 공정을 중단시키는 신호를 발생시킨다. DC 모터(151)는 내부 기어 어셈블리의 마찰로 그의 위치를 유지하며, 아암(150)은 아암(150)을 움직여 분말을 분배할 시간이 될 때까지 동일한 위치에 머무르게 된다. 이 작용이 필요하면, DC 모터(151)는 케이블(155)이 풀리도록 스풀(154)을 회전시키며, 그래서, 패널(156)이 아암(16) 상에 안착될 때까지 아암(150)이 하강된다. 이때, 케이블(155)은 충분히 느슨하게 되어, 스위치(152)가 케이블 느슨함 위치로 전환되어 (이 위치는 컴퓨터(160) 또는 대안적인 실시 형태에서는 단지 제어기 보드(161)에 의해 인지됨) 공정의 중단을 일으키게 되고, DC 모터는 다시 그 자리에서 멈추게 된다.

[0040] 포크 어셈블리(105)는 수직으로 수직 관(186)(도 10b)에 타고, 이 수직 관은 부분적으로 에워싸인 공간(188)을

통해 연장되어 있고, 한쌍의 상측 볼 베어링(182)과 하측 볼 베어링(184)이 그 타기를 부드럽게 해준다. 수직 관(186)은 캐리지(190) 상에 타고, 이 캐리지는 관(192) 상에서 옆으로 움직이고 또한 관(194)(도 10b) 상에서는 앞뒤로 움직이게 된다. 관(192, 194)은 캐리지(190) 및 포크 어셈블리(105)(역시 관(186) 상에서 움직임)의 운동을 위한 경량이지만 강성적인 구조물을 제공한다. 다른 곳에서 언급한 바와 같이, 이 운동은 모터(1.X, 1.Y, 1.Z)에 의해 일어난다.

[0041] 실시예 1:

[0042] 한 실시예에서, 다음과 같은 파라미터를 사용하여 고탄소강 3D 인쇄 대상물을 제조하였다.

[0043] 형성 분말: IRON100

[0044] IRON100에 대한 상세 및 주문 정보는 인터넷 주소 http://www.iron-powder.com/wp-content/uploads/2014/03/IRON100_Specifications.pdf에서 찾을 수 있다.

[0045] 다음은 IRON100에 관한 몇몇 정보이다:

[0046] 화학적 분석(중량으로)

[0047] Fe 99.5%+

[0048] O 0.200%

[0049] C 0.030%

[0050] Si 0.030%

[0051] 유량 29.00 sec/50g

[0052] 입자 크기 <212 미크론

[0053] 중간 입자 크기: 100 미크론

[0054] 지지 분말: OK85

[0055] USSilica의 제품인 OK85에 대한 상세는 다음의 인터넷 주소에서 찾을 수 있고, 역시 아래에 나타나 있다.

[0056] http://www.ussilica.com/sites/ussilica.com/uploads/files/product-data-sheets/industry/foundry/OK85.pdf

[0057] 입자 형상: 둥근 형상

[0058] 융점: 3100°F

[0059] 광물: 석영

[0060] 전형적인 화학적 분석: SiO_2(이산화규소) 99.8%

[0061] 입자 크기: <425 미크론

[0062] 중간 입자 크기: 150 미크론

[0063] SORELMETAL GRADE RF1

[0064] 탄소 규소 망간 인 황

[0065] 4.25% 0.15% 0.022% 0.033% 0.013%

[0066] 이용 가능한 잉곳(ingot) 크기(근사치)

[0067] 1 85 × 120 × 55mm (7.25" × 4.7 × 2.5)

[0068] 중량(근사치)

[0069] 5.54 kb (12 lbs.)

[0070] 주입기 구멍 직경: 작은 구멍은 1 mm 이고 큰 구멍은 4 mm.

[0071] 주입 중의 주입기 수평 이동 속도(mm/sec):

[0072] 형성 분말: 2

[0073] 지지 분말: 8

[0074] 가마 세팅:

[0075] 경사: 600℃/시간

[0076] 유지 온도: 1250℃

[0077] 유지 시간: 4 시간

[0078] 실시예 2:

[0079] 다른 실시예에서는 다음을 제외하고 유사한 파라미터를 사용하였다:

[0080] OK85 분말을 여과하여 최대 입자의 25% 및 최소 입자의 5%를 제거했다.

[0081] IRON100 분말을 여과하여 최소 입자의 20%를 제거했다.

[0082] 주입기 구멍 직경: 작은 구멍은 1 ㎜ 이고 큰 구멍은 2 ㎜.

[0083] 주입 중의 주입기 수평 이동 속도(㎜/sec):

[0084] 형성 분말: 16

[0085] 지지 분말: 20

[0086] 가마 세팅

[0087] 경사: 600℃/시간

[0088] 유지 온도: 1180℃

[0089] 유지 시간: 2 시간

[0090] 이제, 도 8a 내지 8d를 참조하면, 3D 프린터에 의해 형성 분말과 지지 분말로 팬(4)을 충전하는 공정이 완료된 후에, 개구를 가지며 이 개구를 통과하는 액체 흐름을 촉진하도록 성형된 쉘프(shelf)(110)가 이 분말 위에 배치된다. 피그 조각(111)과 코크스 조각(112)이 쉘프(110) 위에 배치되고, 뚜껑(113)이 이 모두의 위에 배치된다. 그런 다음, 모래와 같은 불활성 입자 재료가 뚜껑(113)의 구멍(114)을 통해 주입된다. 이는 쉘프가 들리는 것을 방지하고 또한 쉘프가 SiO_2 분말을 단단히 압축된 상태로 유지시켜, 용융된 피그가 SiO_2을 상승시키는 것을 방지하는데에 도움을 준다.

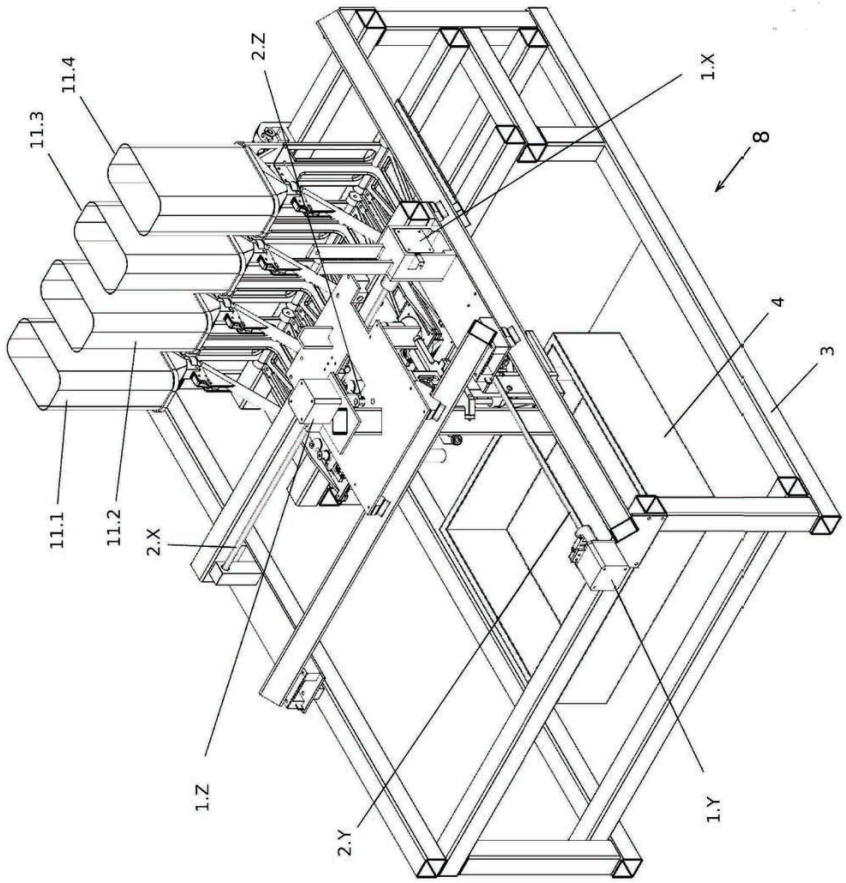
[0091] 산업상 이용 가능성

[0092] 본 발명은 3D 인쇄를 통해 대상물을 제조하는데에 산업적으로 이용될 수 있다.

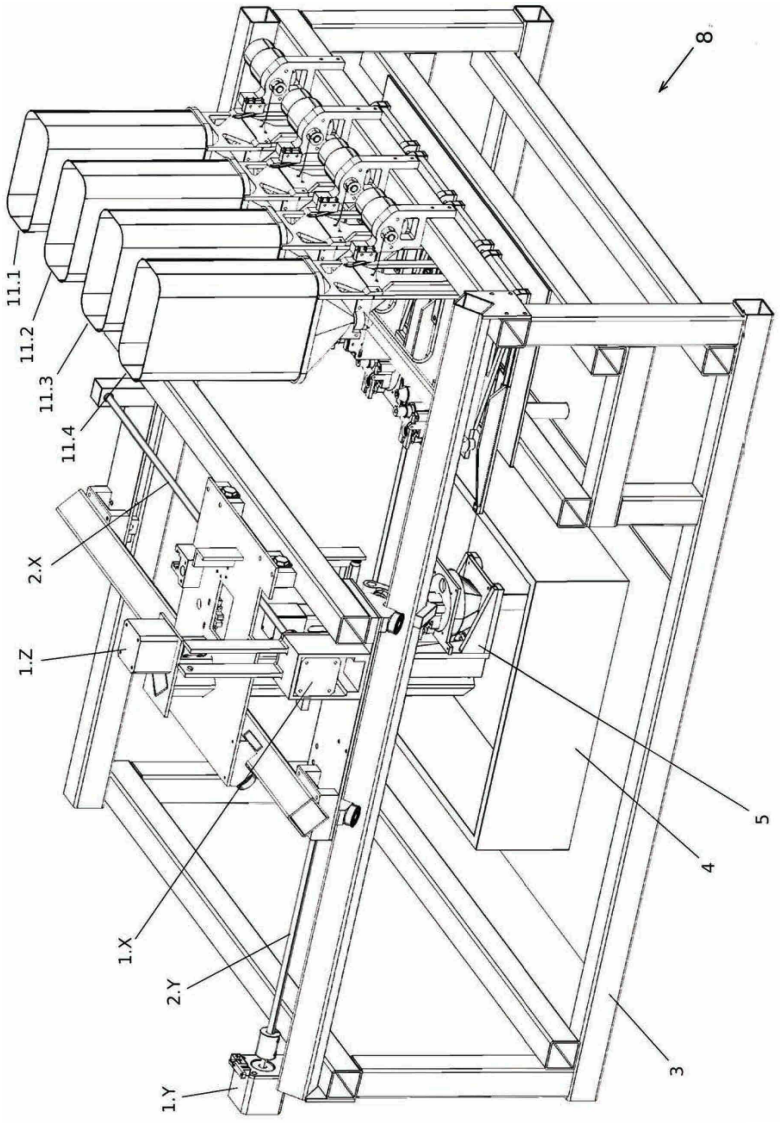
[0093] 많은 예시적인 양태 및 실시 실시 형태가 위에서 논의되었지만, 당업자는 어떤 수정, 치환, 추가 및 이의 부분적인 조합을 인식할 것이다. 그러므로, 다음의 첨부된 청구 범위 및 그 후에 소개되는 청구 범위는, 그의 진정한 정신 및 범위 내에 있는 모든 그러한 수정, 치환, 추가 및 부분적인 조합을 포함하는 것으로 해석되도록 되어 있다.

도면

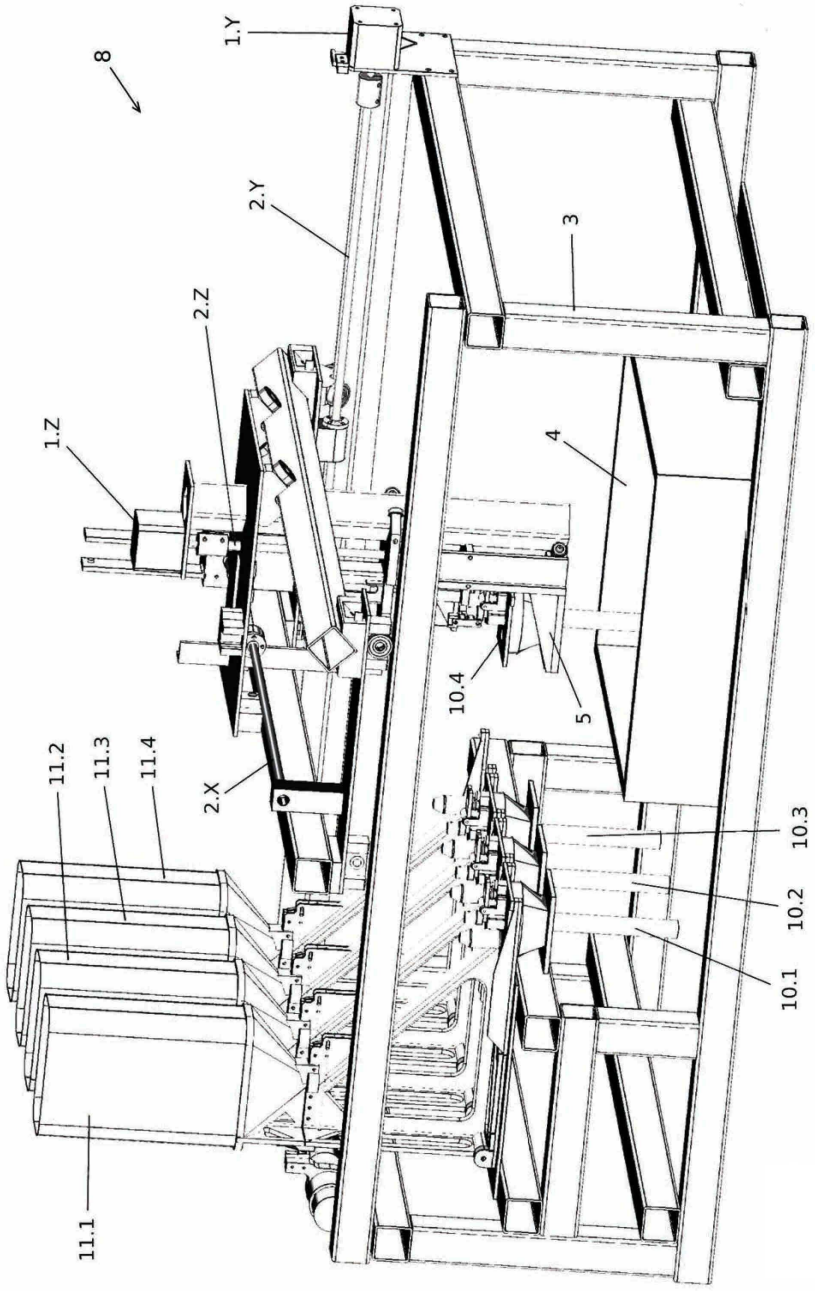
도면1a



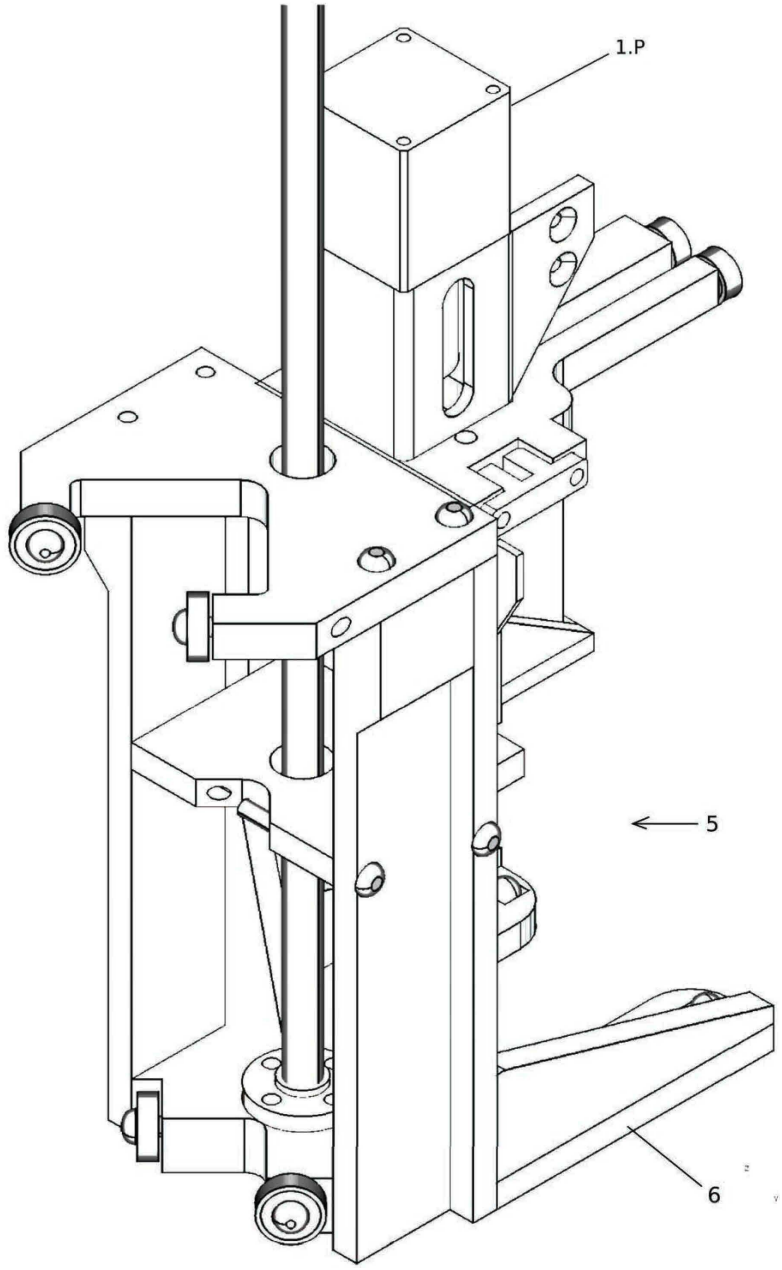
도면1b



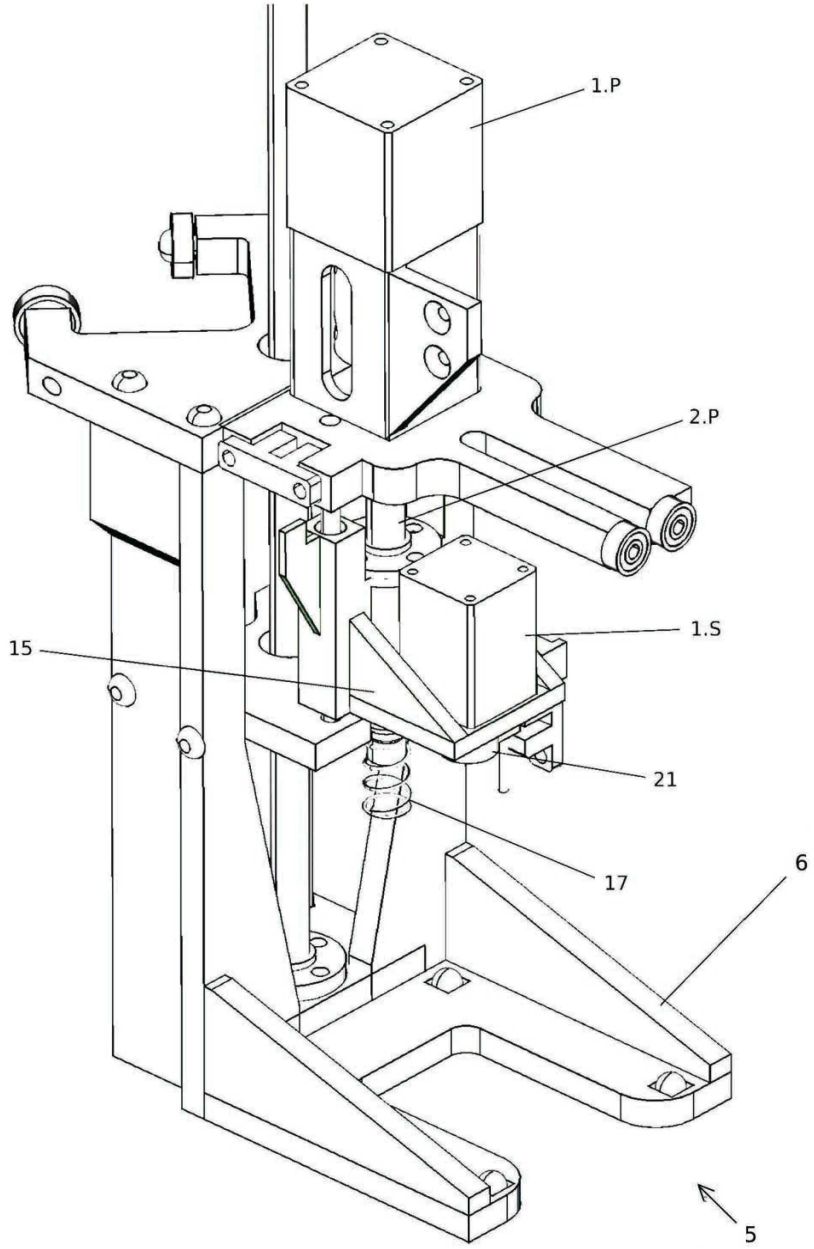
도면1c



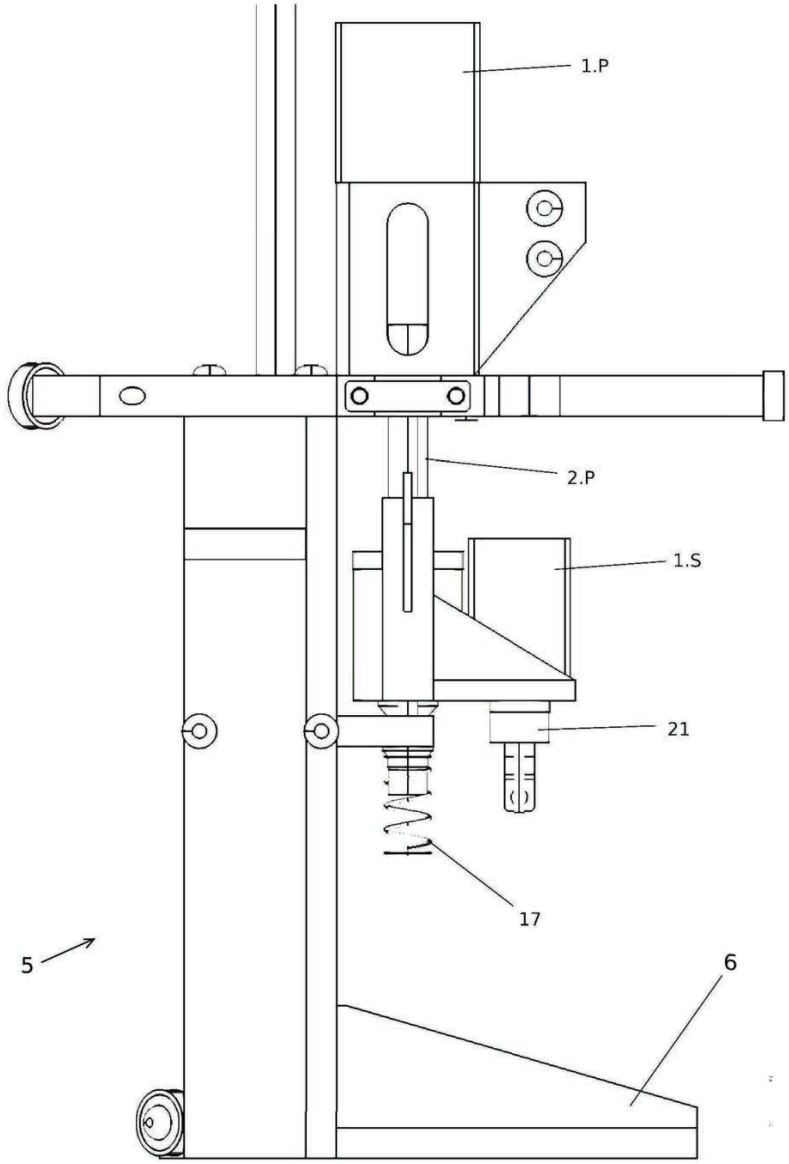
도면2a



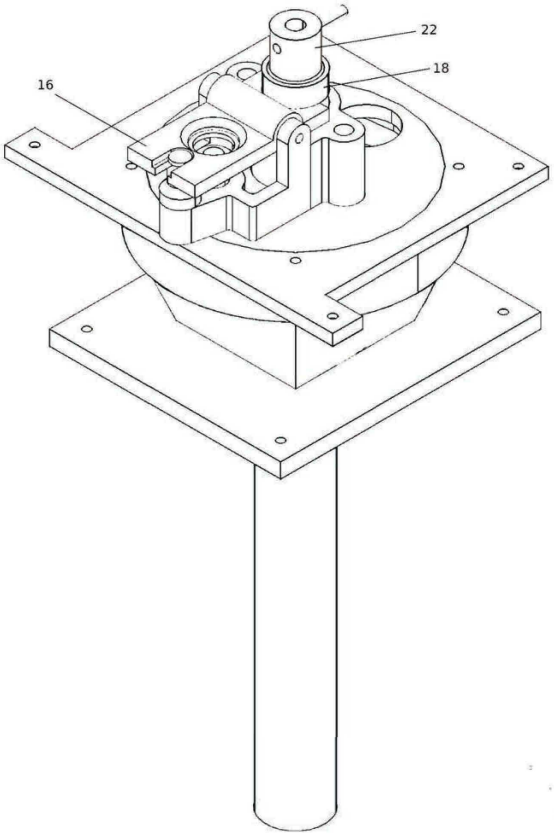
도면2b



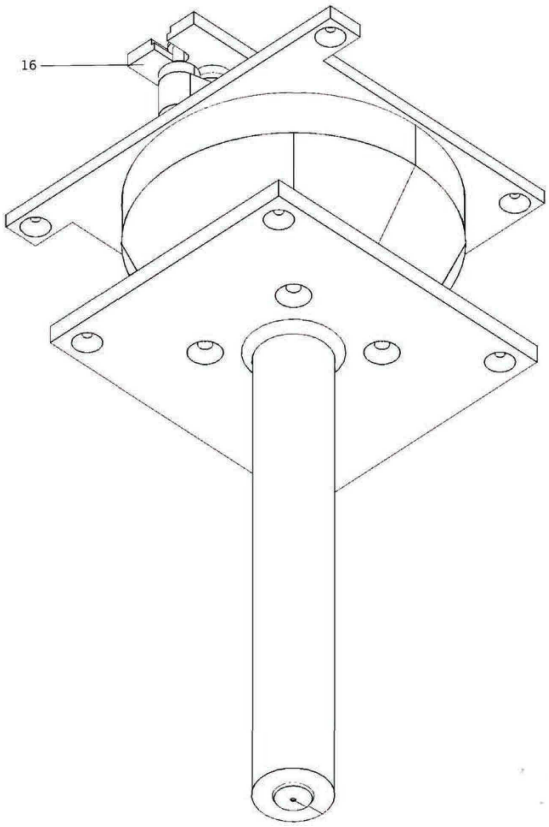
도면2c



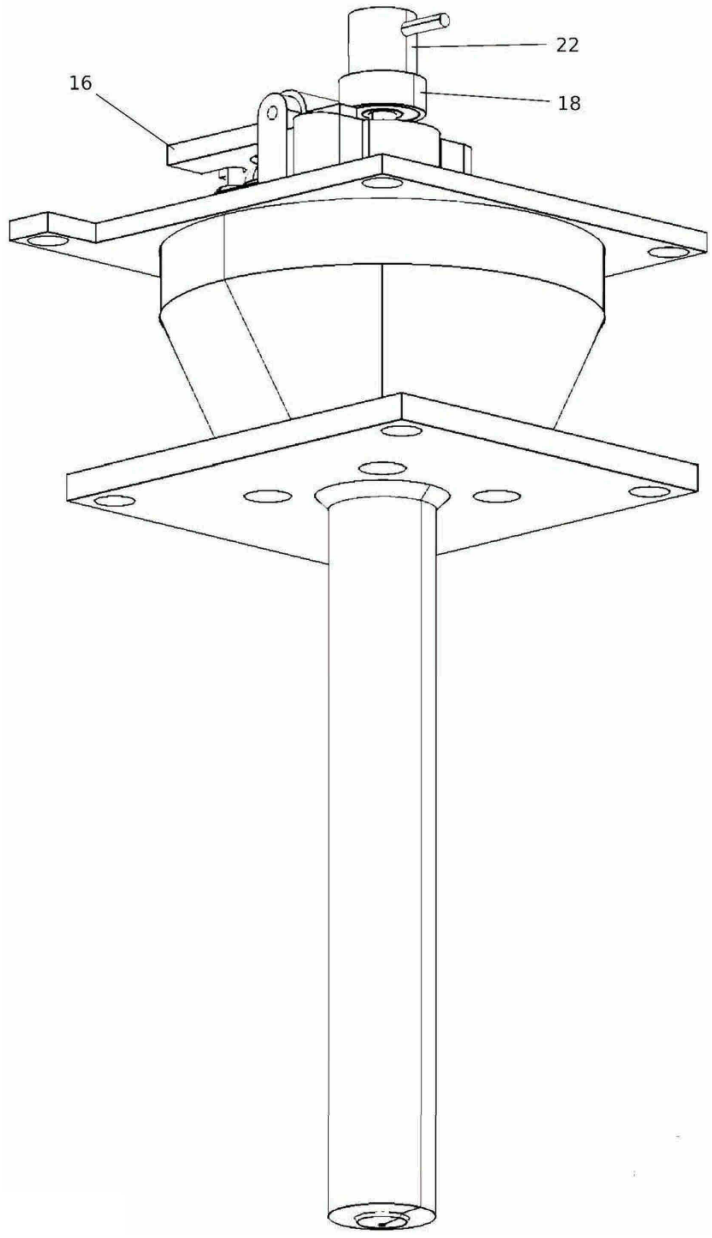
도면3a



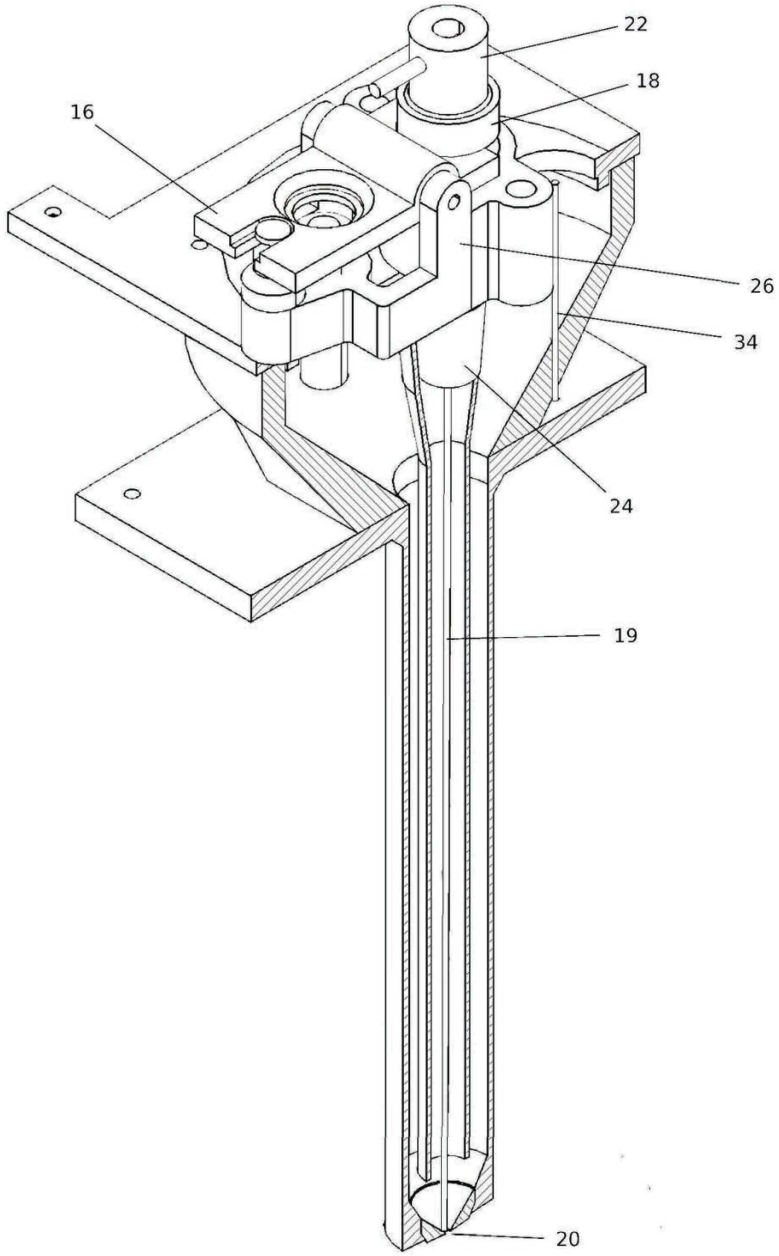
도면3b



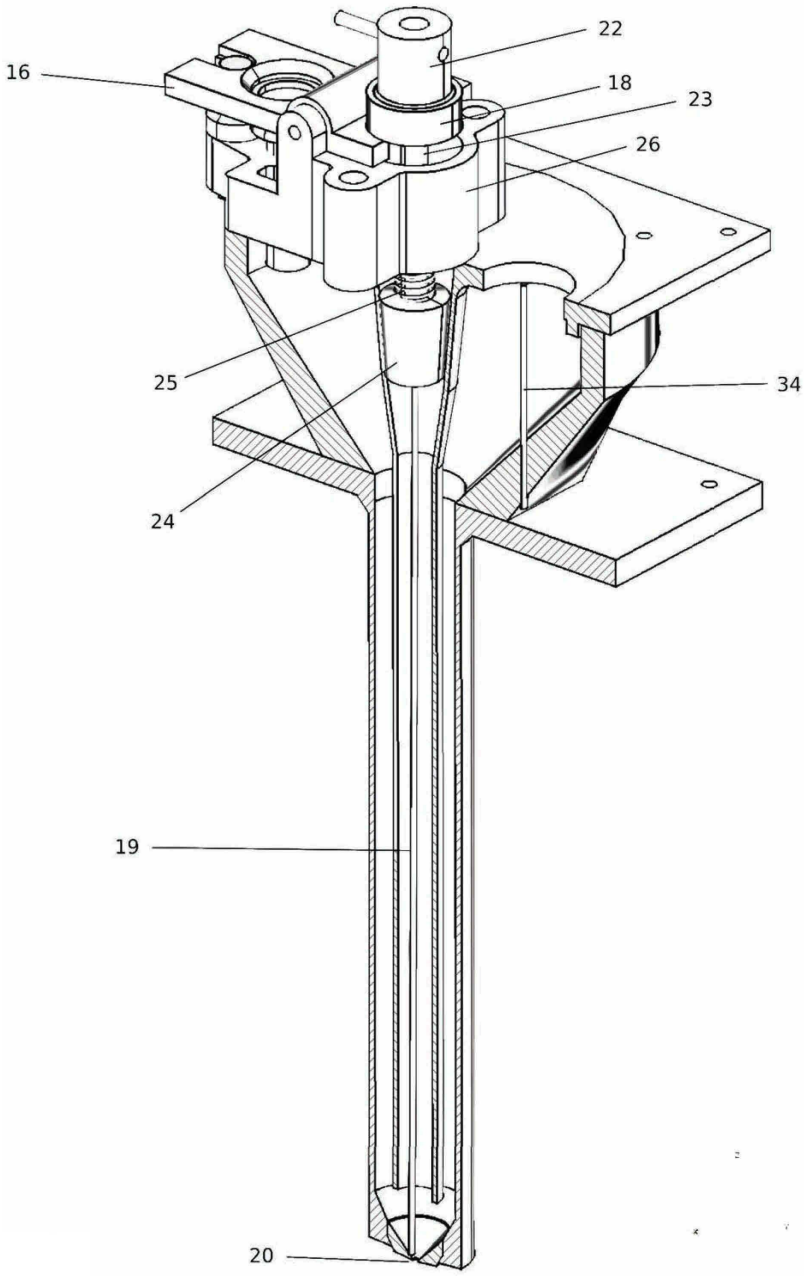
도면3c



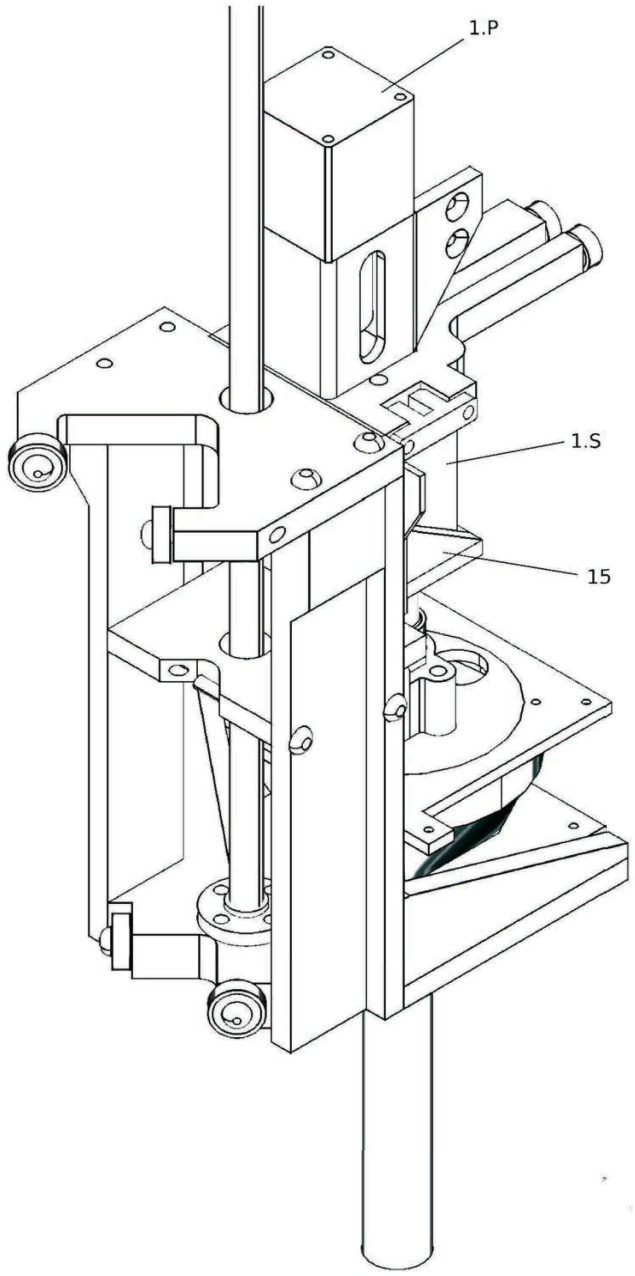
도면3d



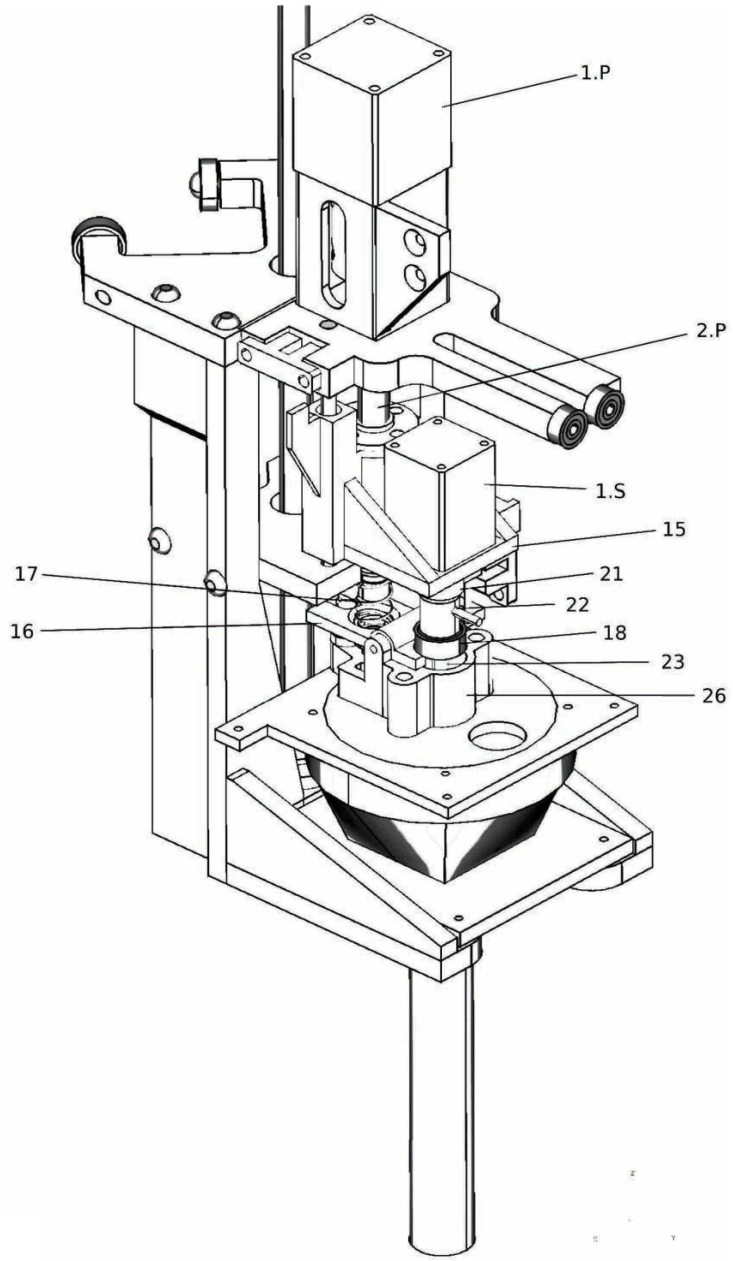
도면3e



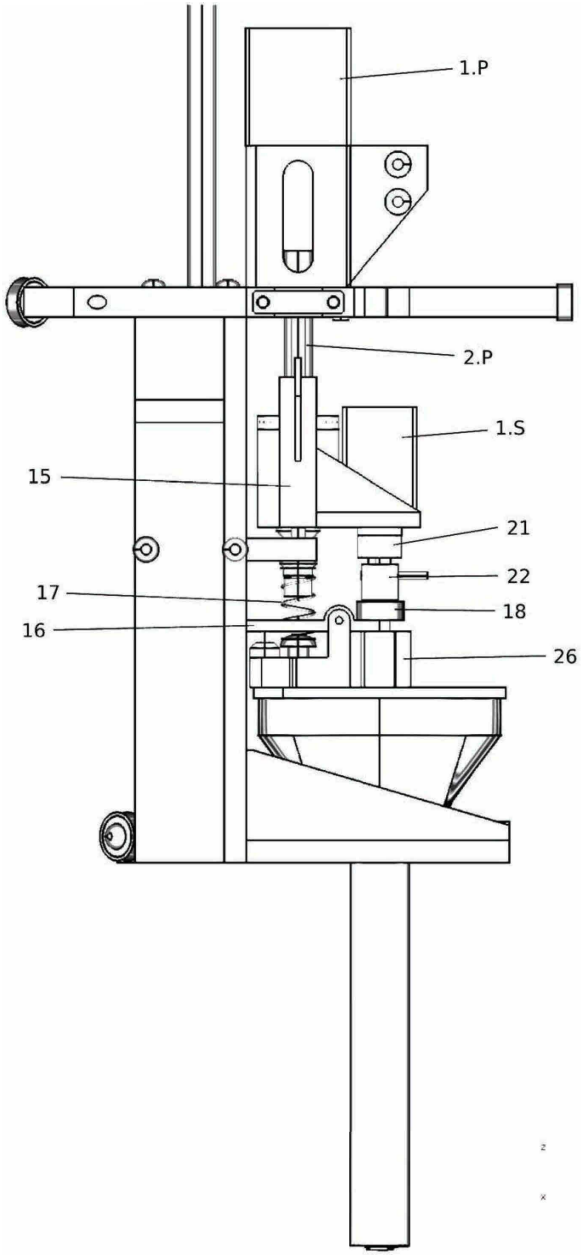
도면4a



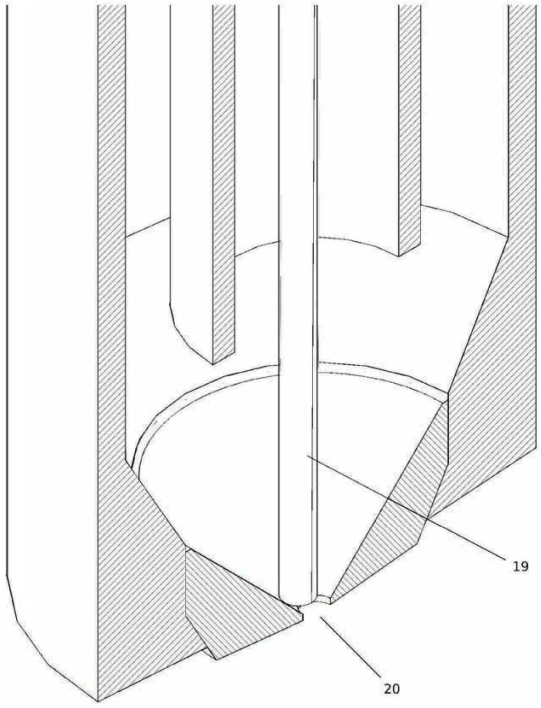
도면4b



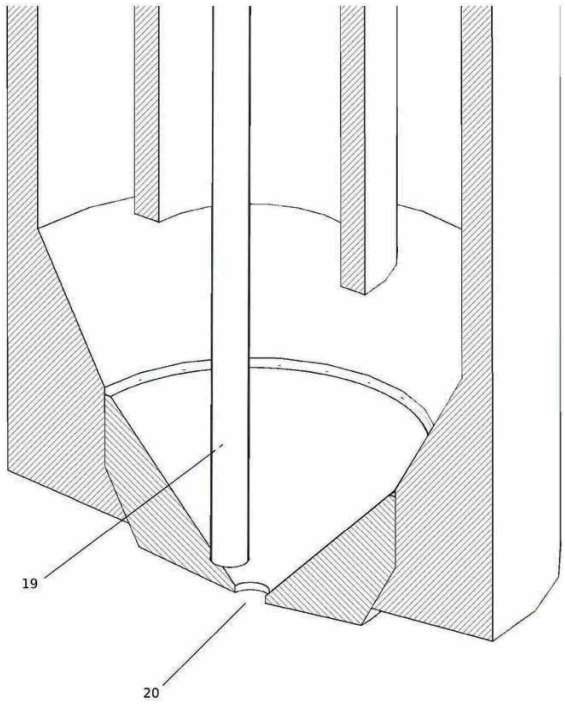
도면4c



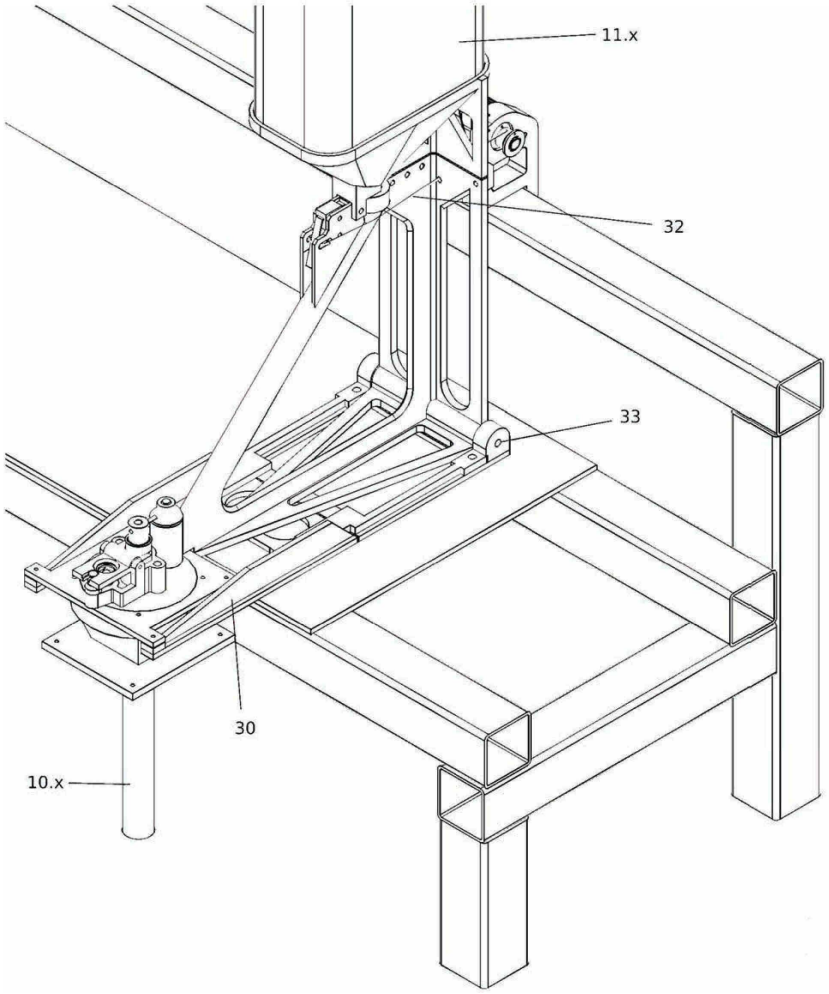
도면5a



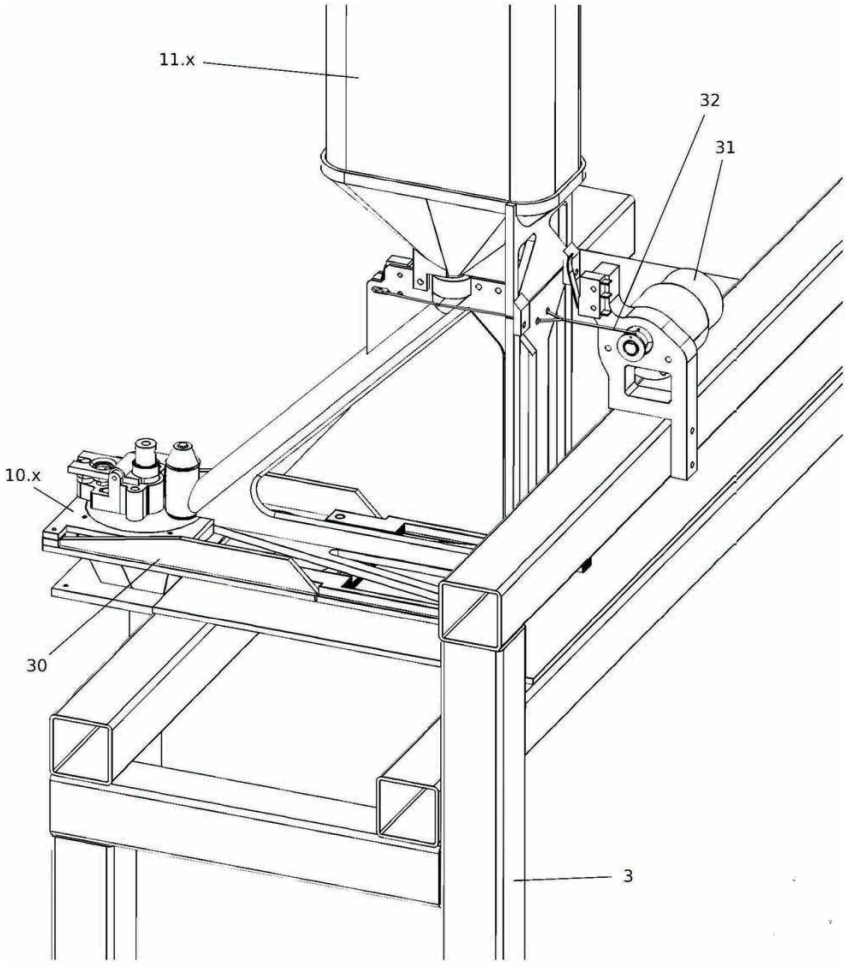
도면5b



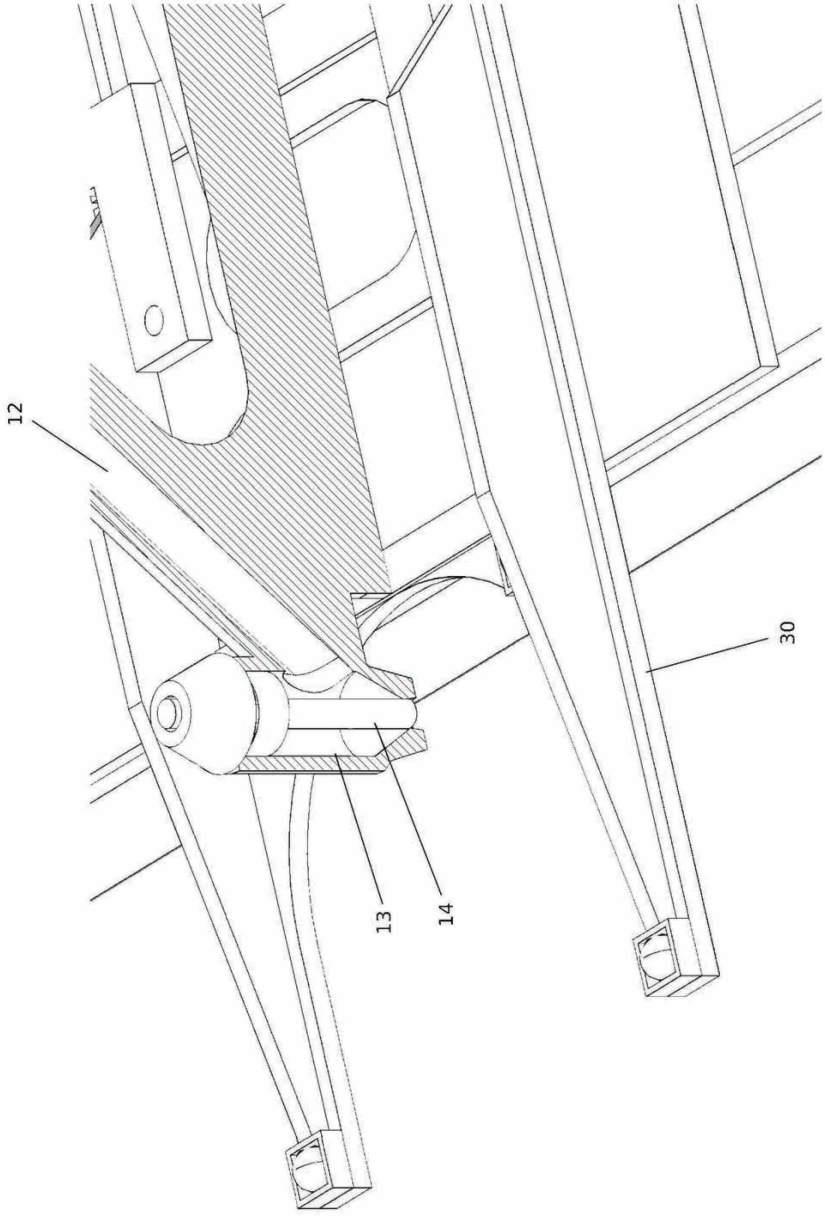
도면6a



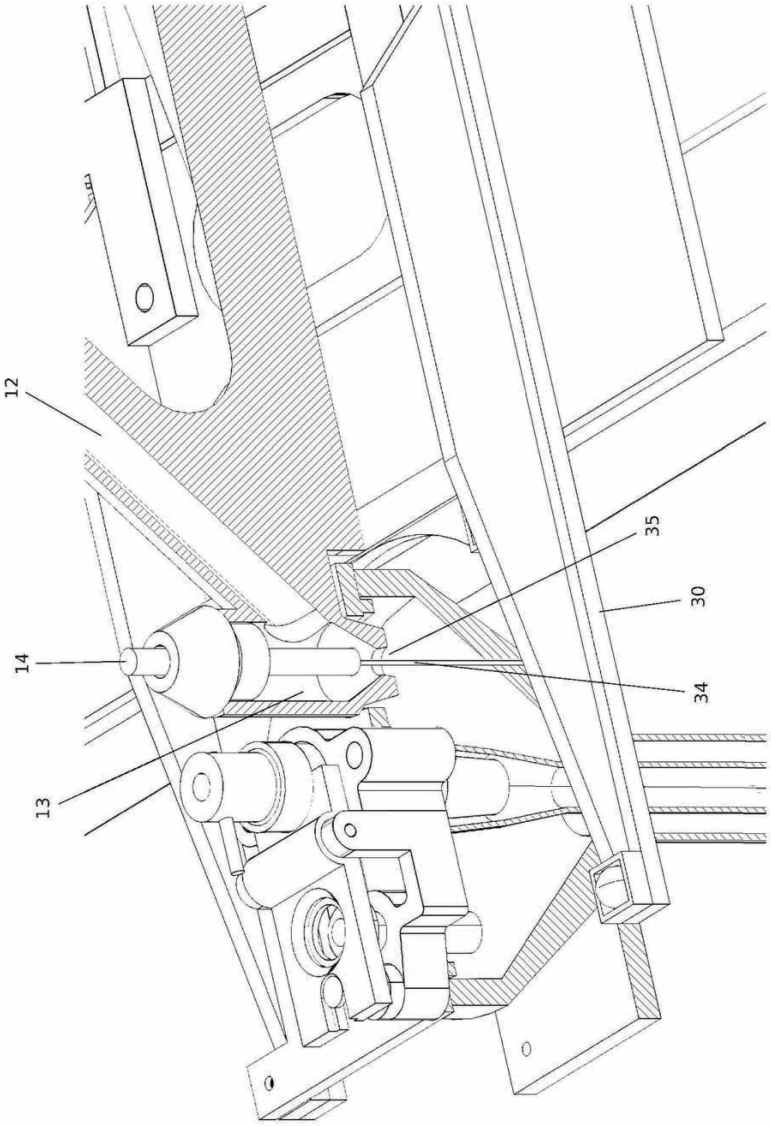
도면6b



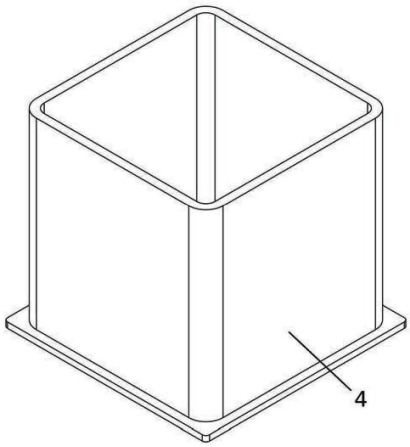
도면7a



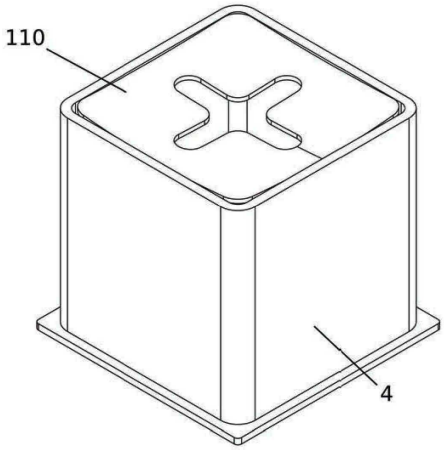
도면7b



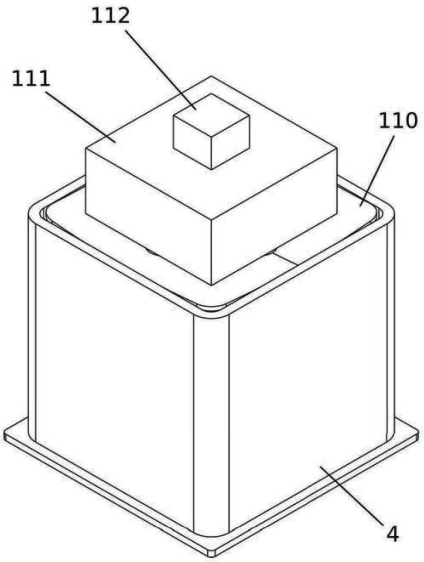
도면8a



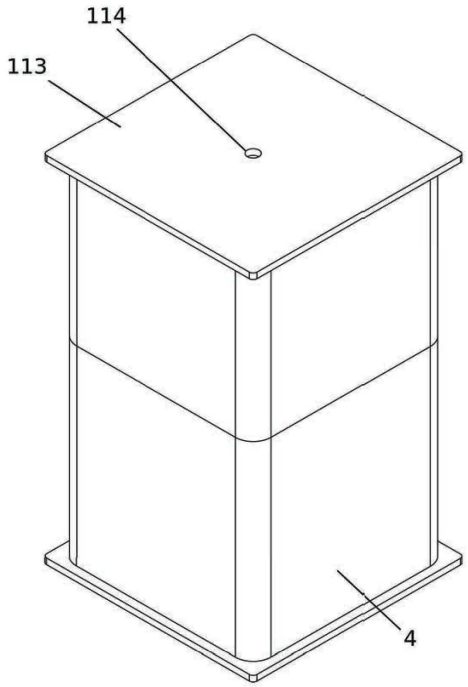
도면8b



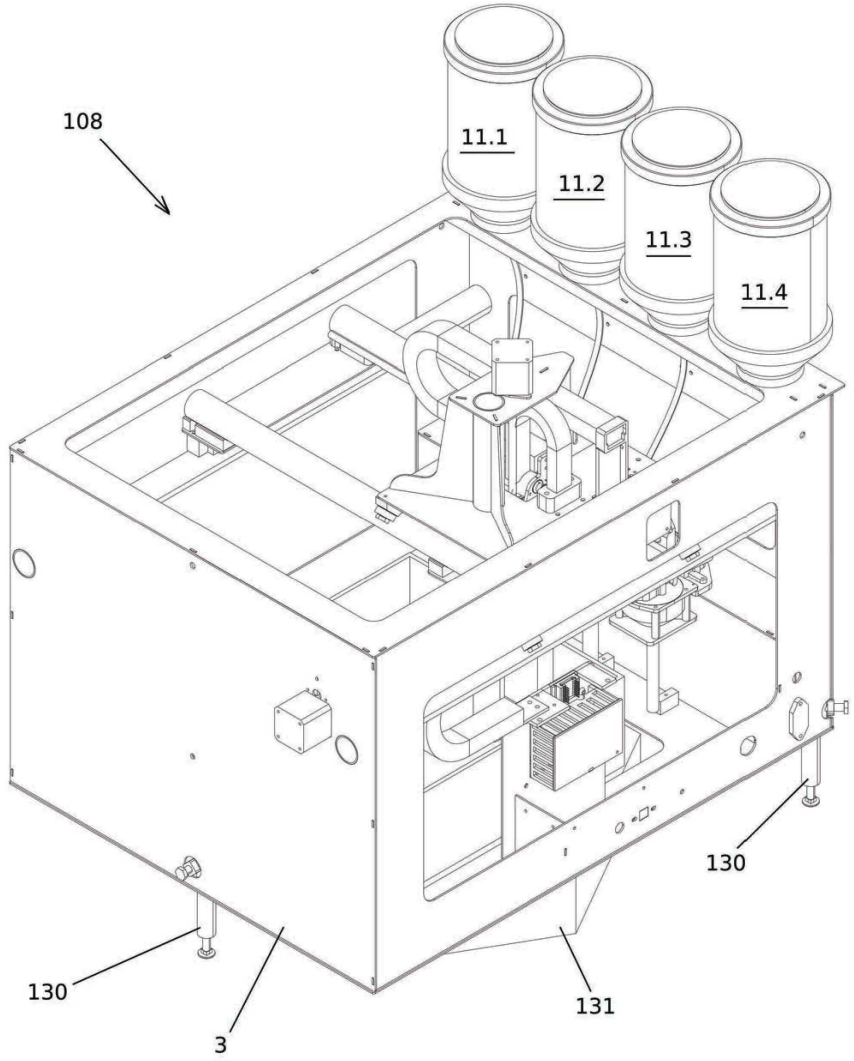
도면8c



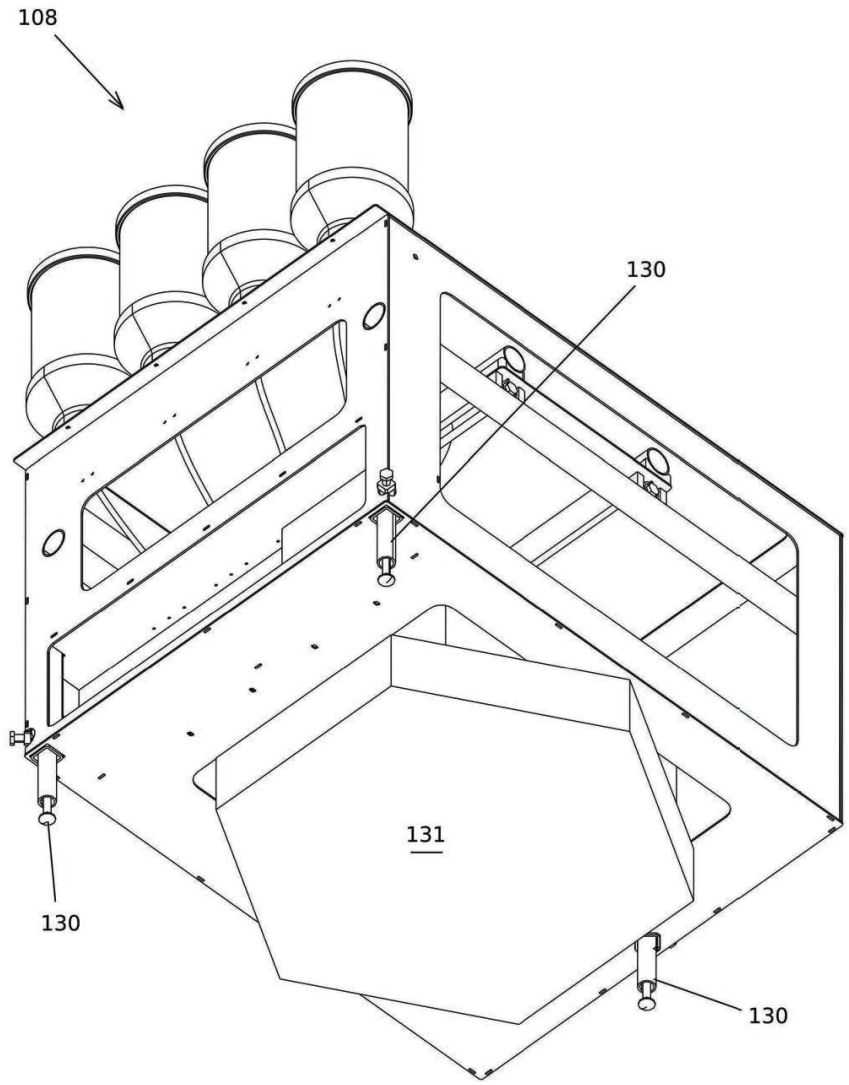
도면8d



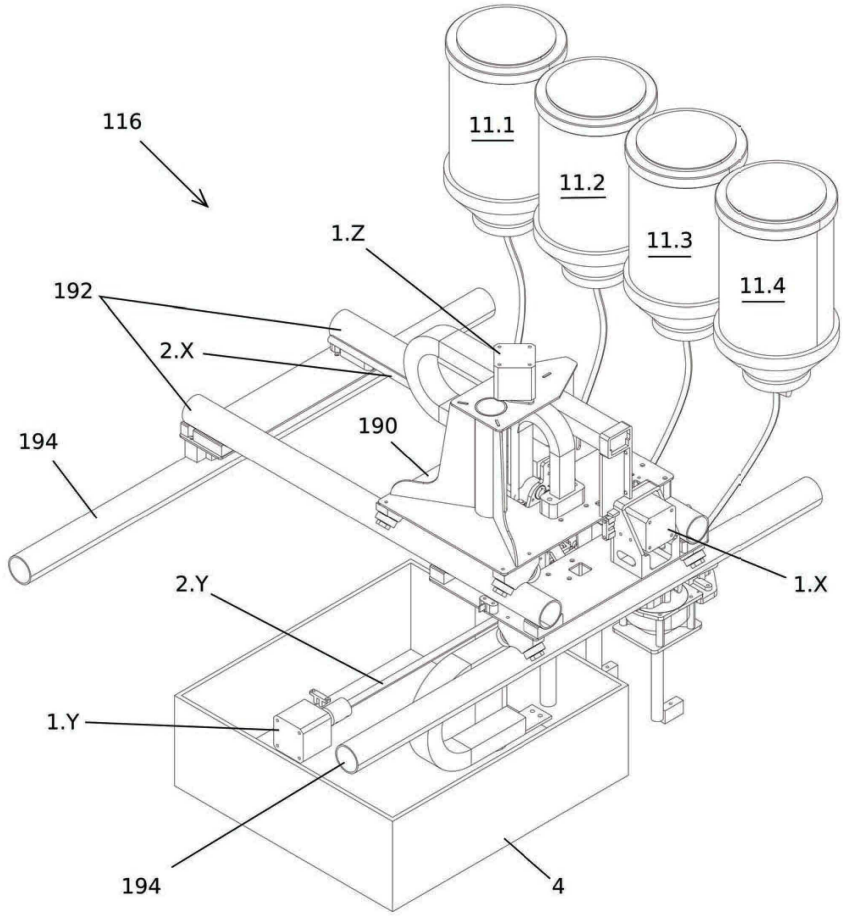
도면9a



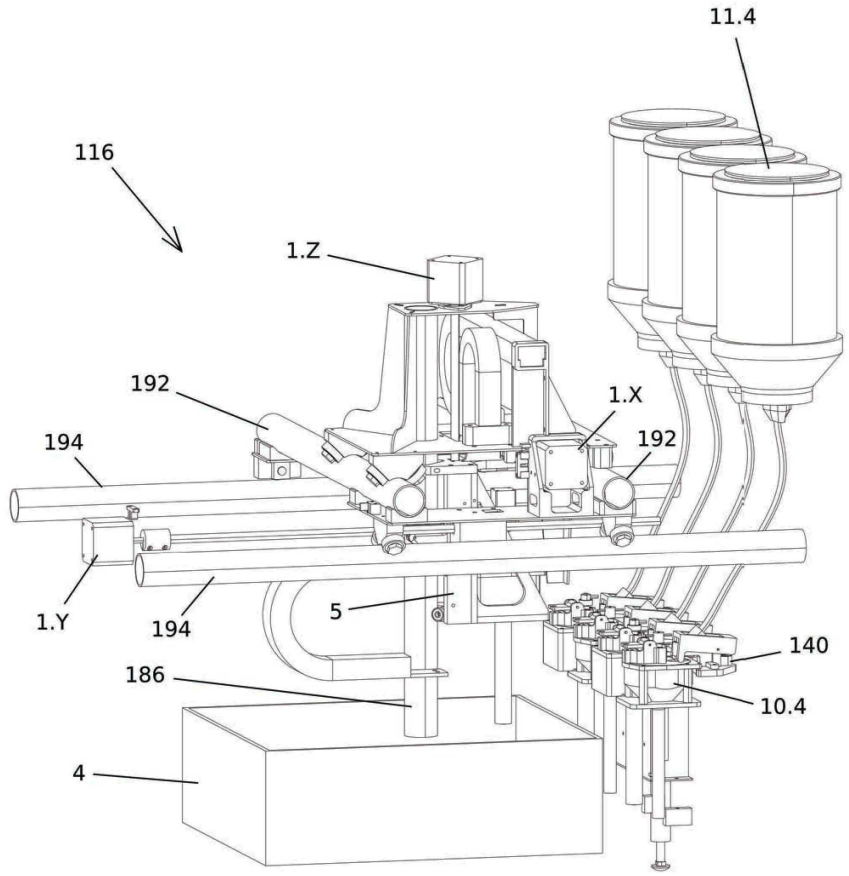
도면9b



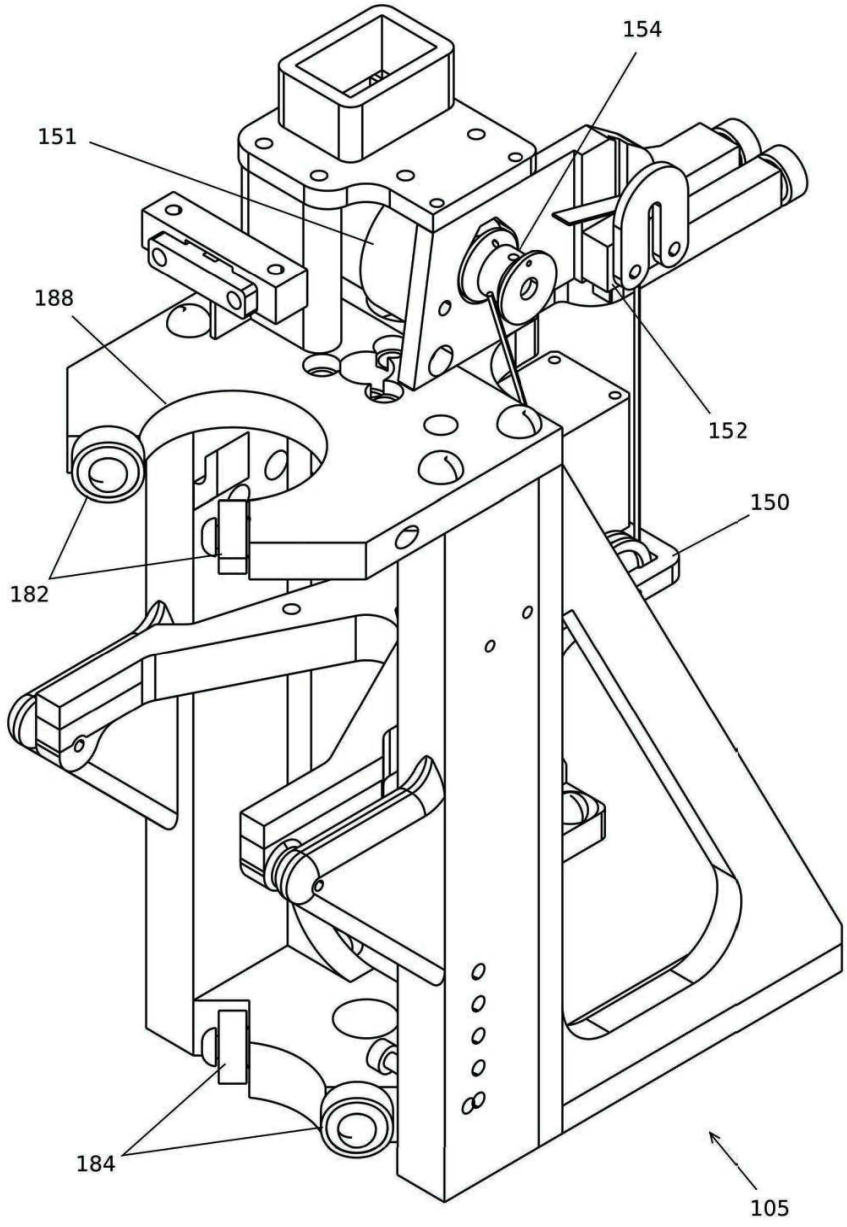
도면10a



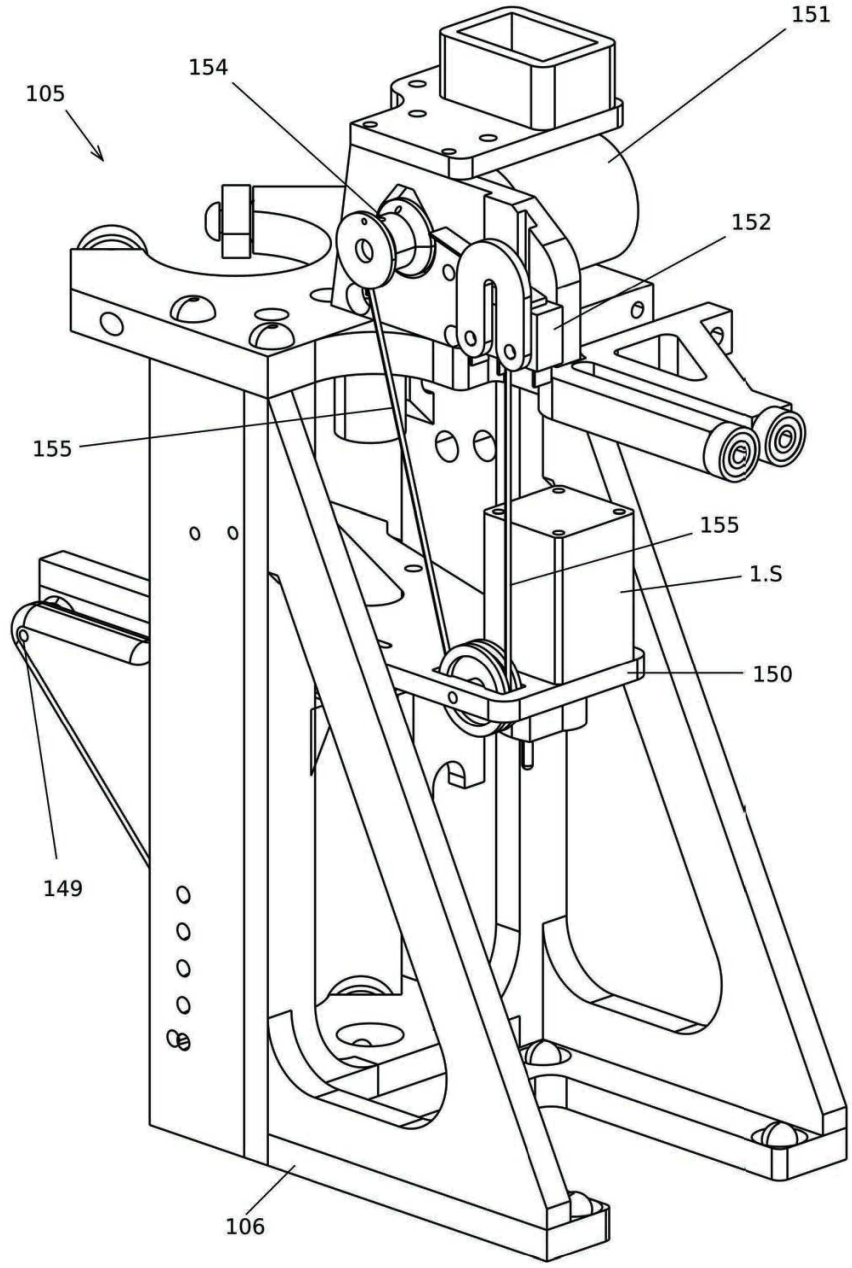
도면10b



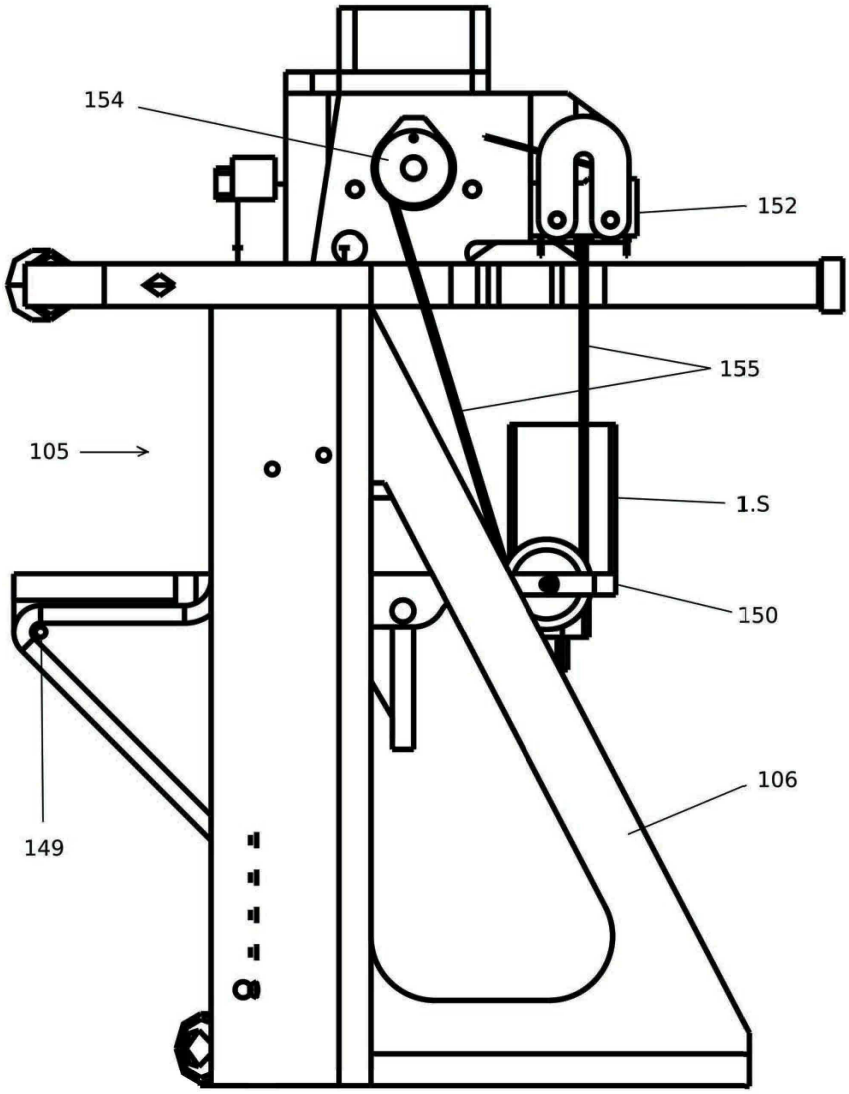
도면11a



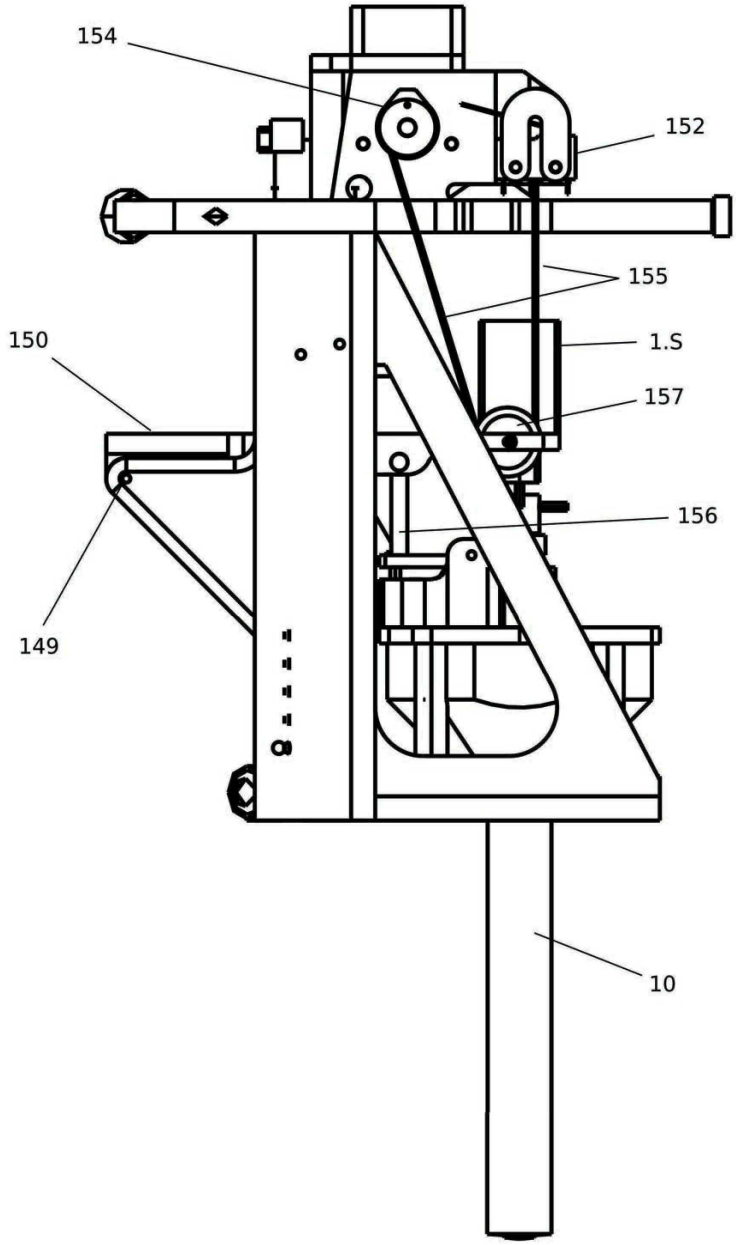
도면11b



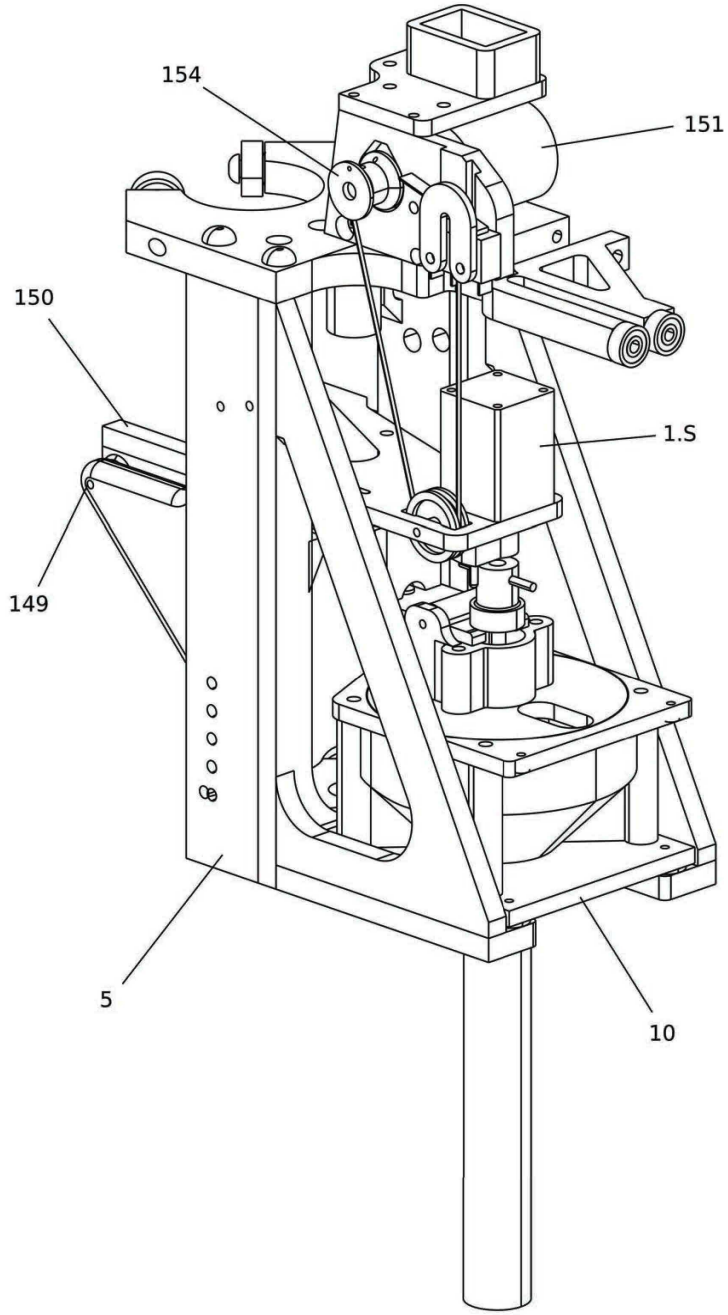
도면11c



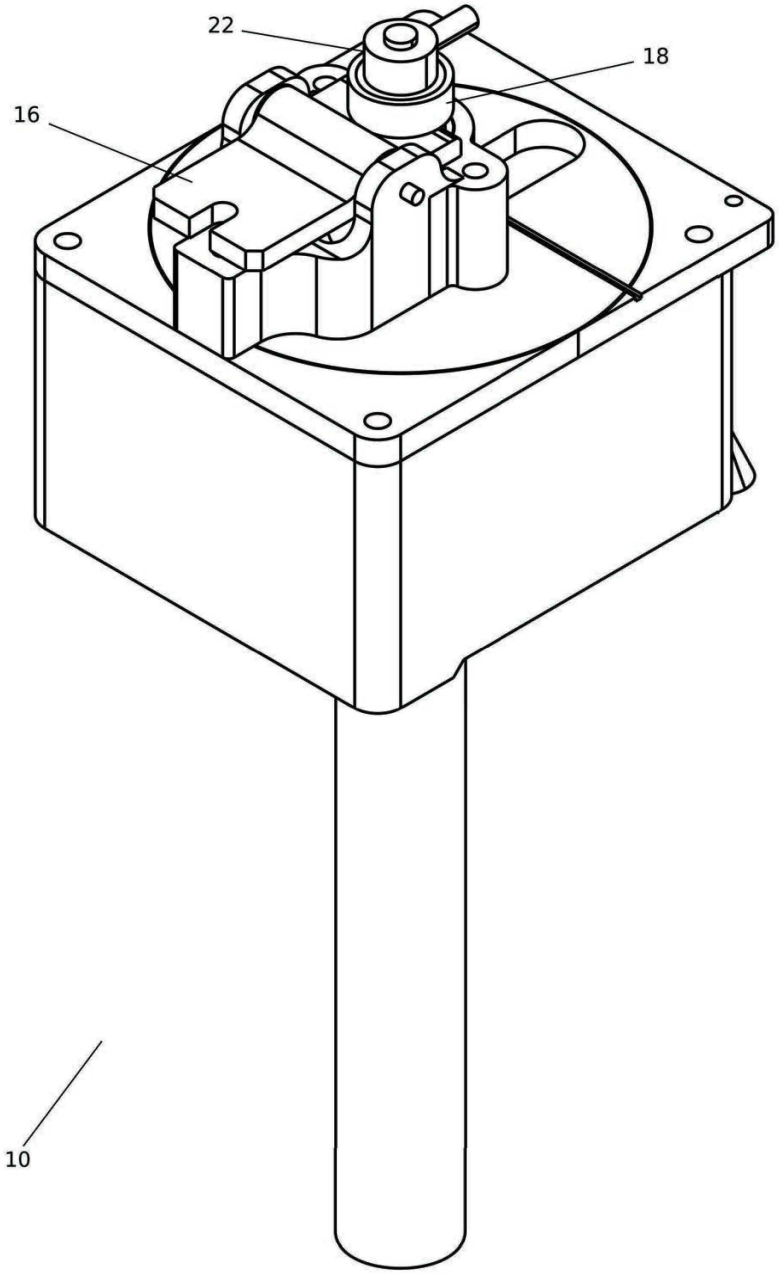
도면12a



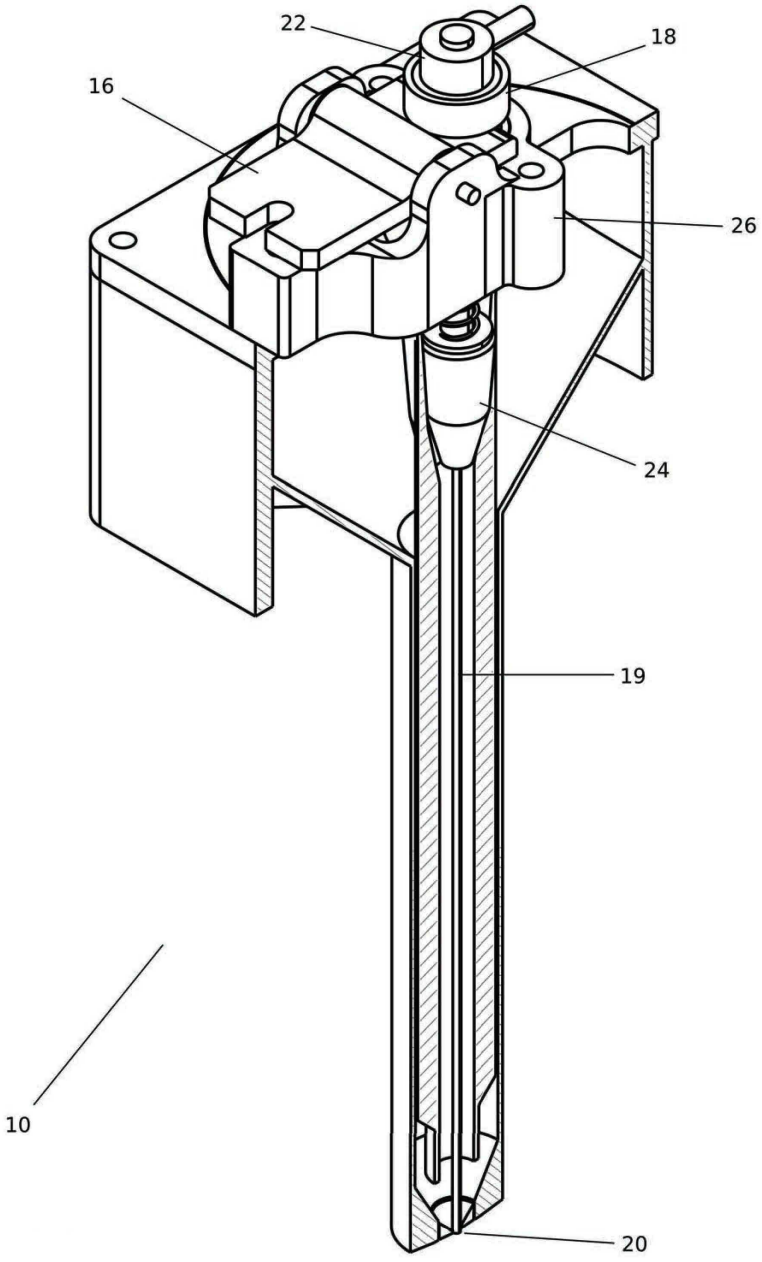
도면12b



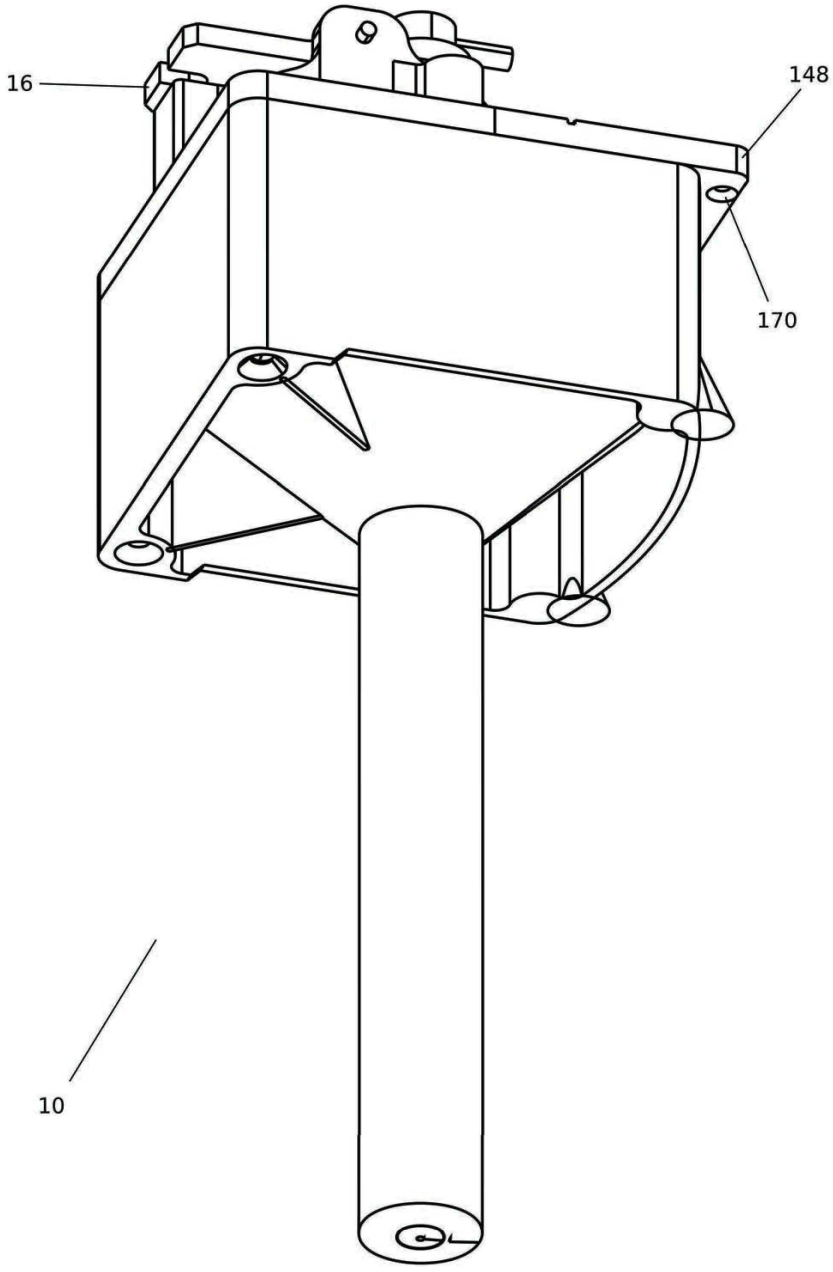
도면13a



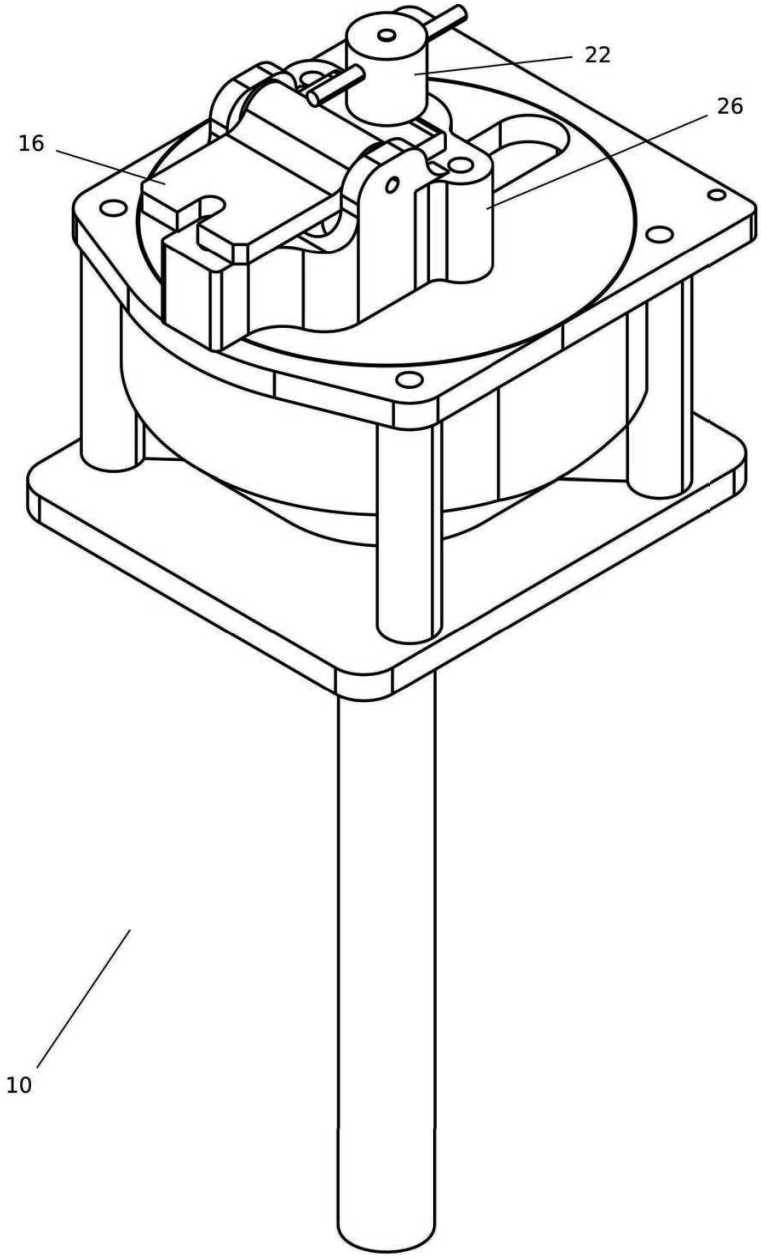
도면13b



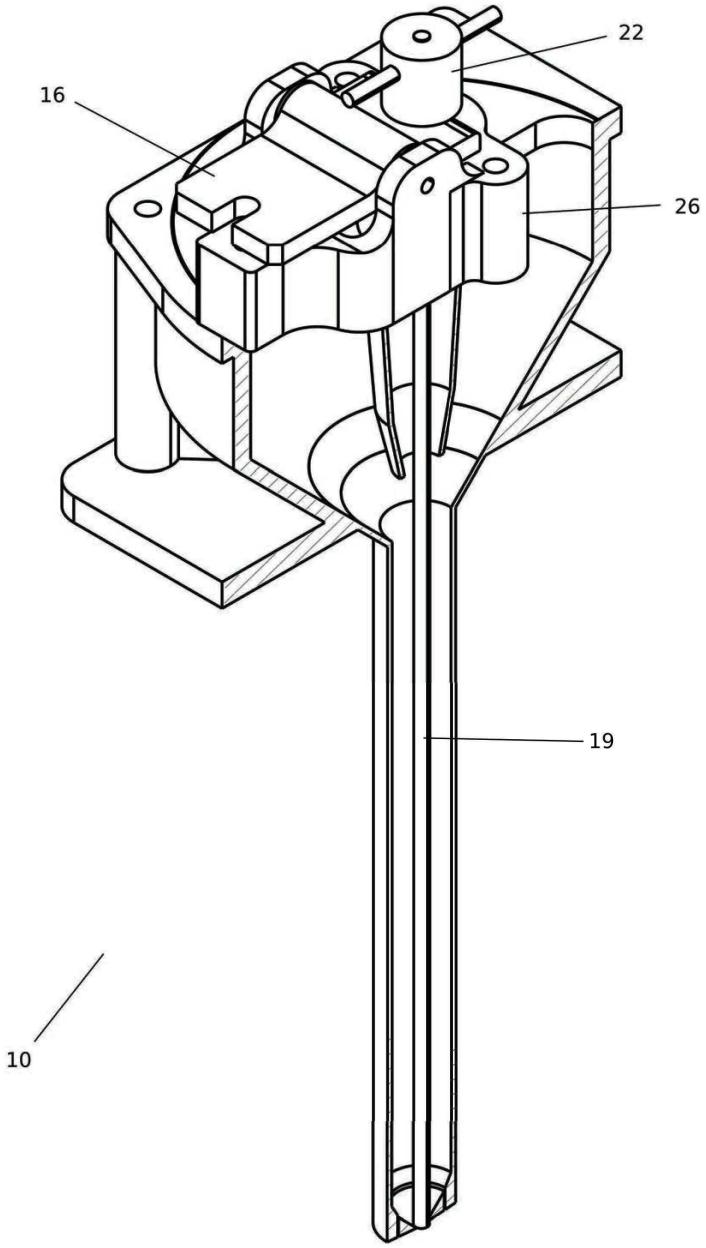
도면13c



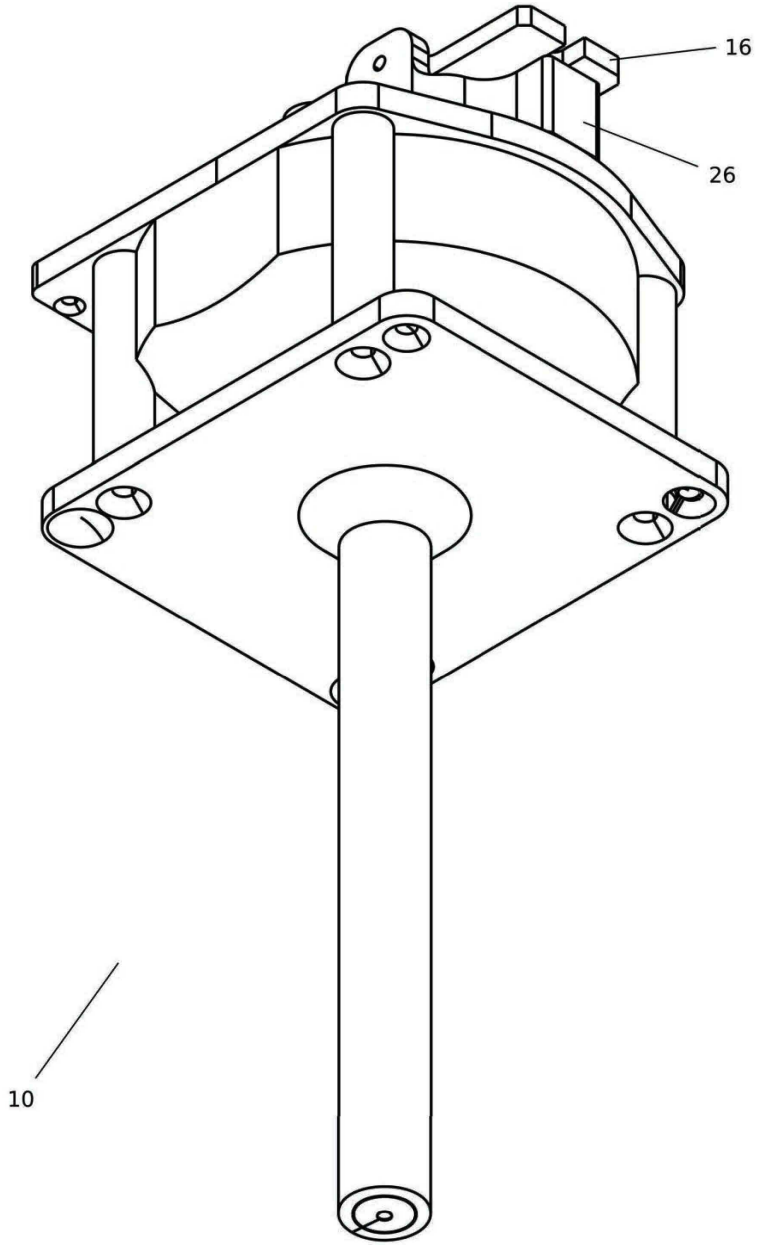
도면14a



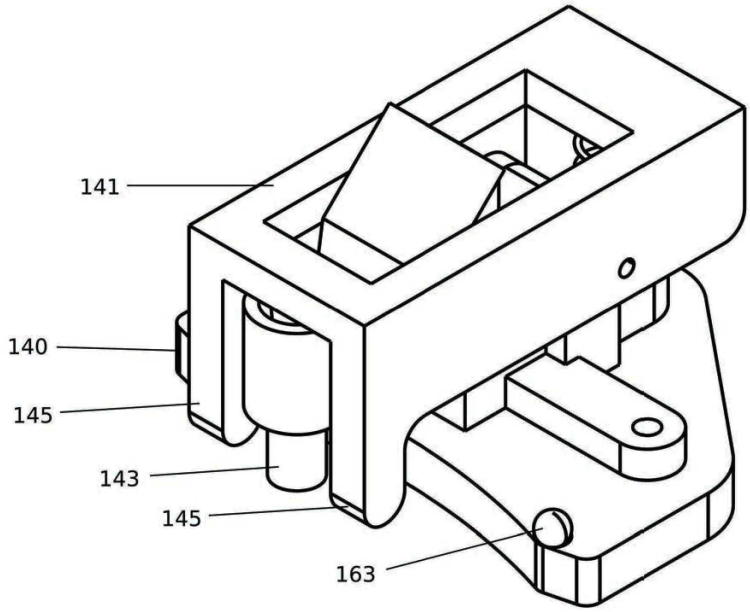
도면14b



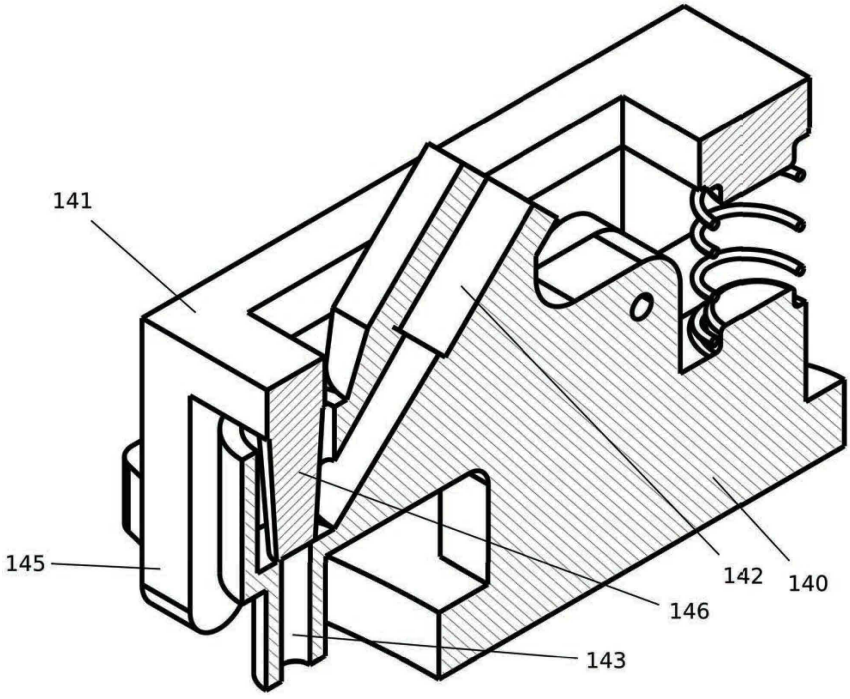
도면14c



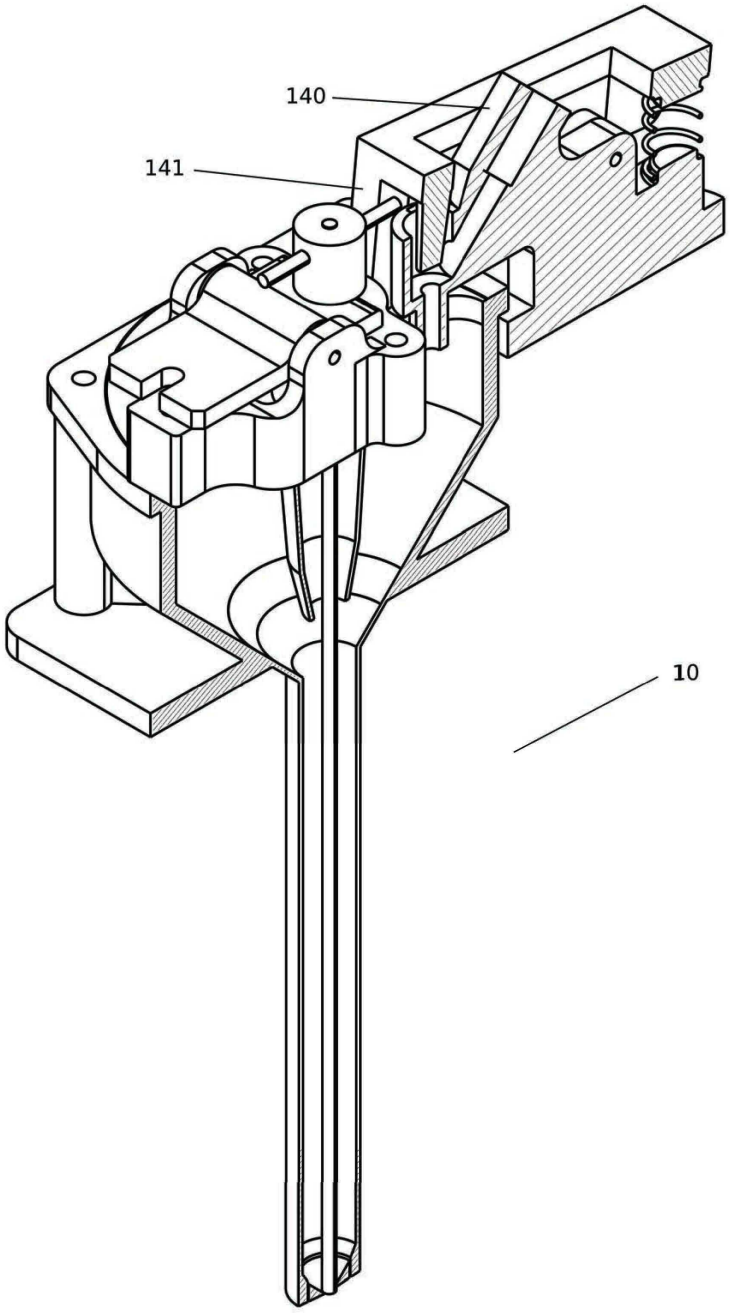
도면15a



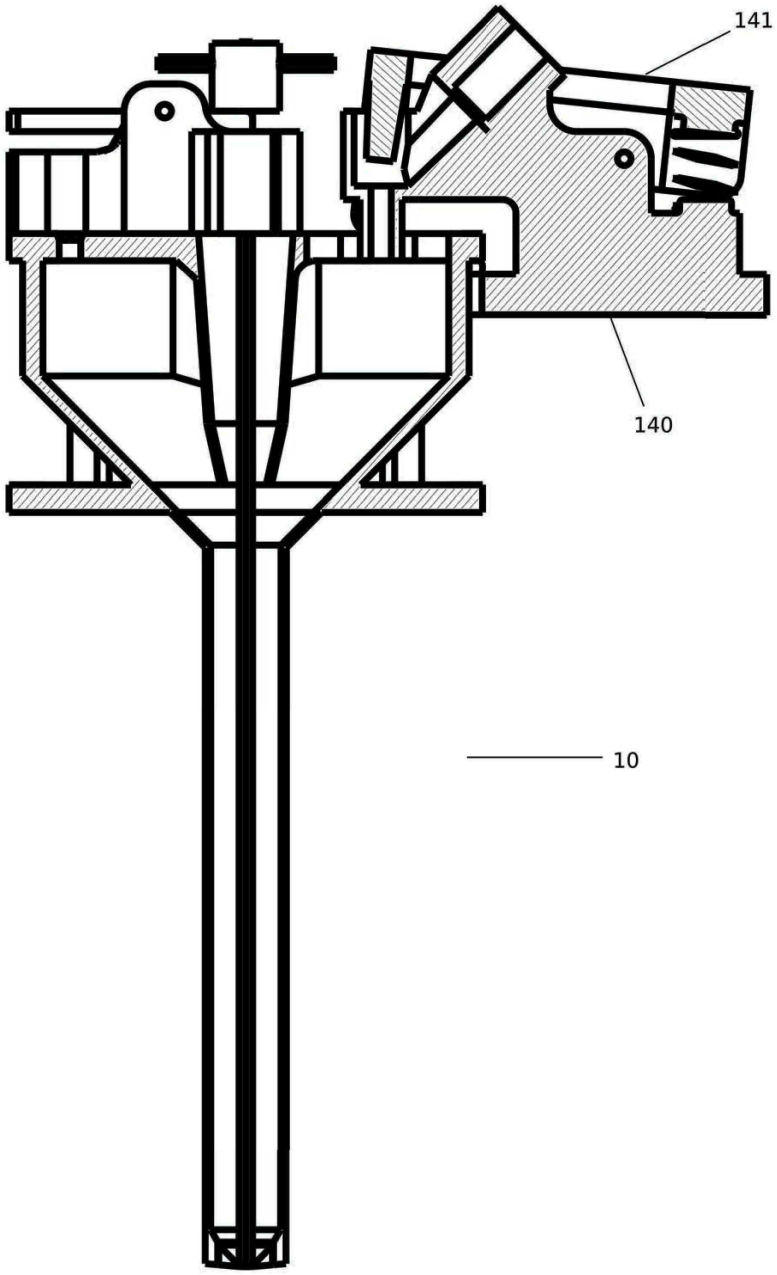
도면15b



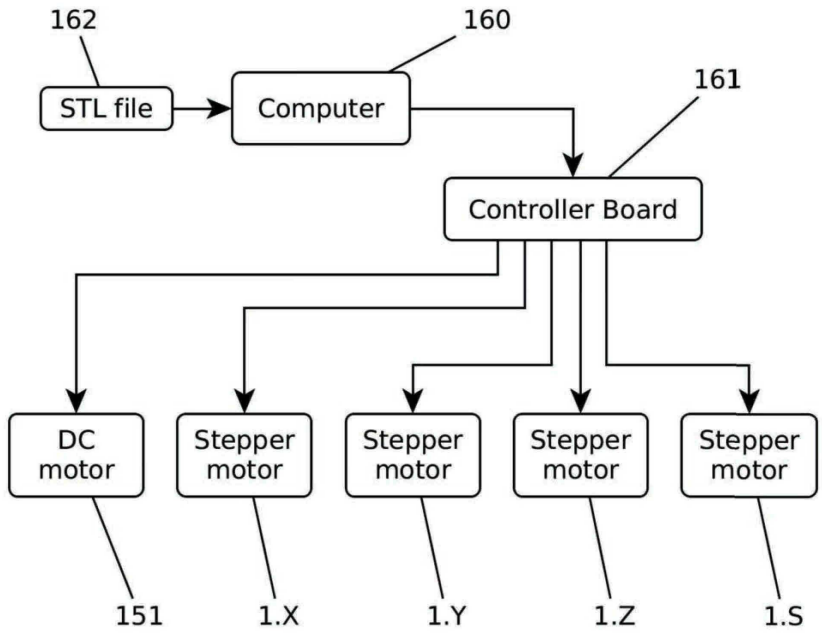
도면16a



도면16b



도면17a


162
160
161
STL file
Computer
Controller Board
DC motor
Stepper motor
Stepper motor
Stepper motor
Stepper motor
151
1.X
1.Y
1.Z
1.S