



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월12일
 (11) 등록번호 10-1999219
 (24) 등록일자 2019년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 E04G 21/04 (2006.01) E04B 1/35 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 E04G 21/04 (2013.01)
 E04B 1/35 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0097496
 (22) 출원일자 2017년08월01일
 심사청구일자 2017년08월01일
 (65) 공개번호 10-2019-0014287
 (43) 공개일자 2019년02월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP09203208 A*
 US20090066100 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 세종대학교산학협력단
 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
 (72) 발명자
 이재홍
 서울특별시 서초구 효령로 164, 7동 1307호(방배동, 신동아아파트)
 김동현
 서울특별시 송파구 올림픽로 135, 227동 1803호(잠실동, 리센즈)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 유명옥, 한승범

전체 청구항 수 : 총 9 항

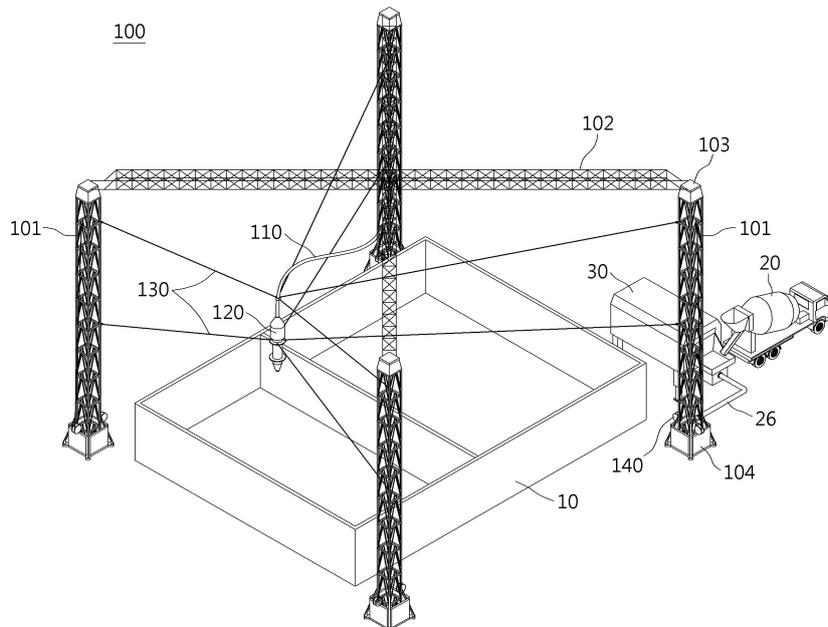
심사관 : 이영수

(54) 발명의 명칭 **현수식(懸垂式) 3차원 프린팅 장비**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비는, 적어도 3개의 수직 지지대; 상기 수직 지지대의 상단에 마련되는 적어도 2개의 수평 지지대; 상기 수직 지지대 중 어느 하나의 일측에 마련되는 재료 공급부; 일단은 상기 재료 공급부에 연결되고, 타단은 상기 수직 지지대 중 어느 하나와 상기 수평 지지대 중 어느 하나를 통과 (뒷면에 계속)

대표도



하여 자유단 상태로 마련되는 재료 공급관; 상기 재료 공급관의 타단에 연결되어 재료를 토출시키는 재료 토출부; 일단은 상기 수직 지지대를 경유하여 상기 재료 토출부에 연결되어 상기 재료 토출부를 현수 상태로 지지하는 제1 지지케이블; 일단은 상기 수직 지지대를 경유하여 상기 재료 공급관의 타단 측에 연결되어 상기 재료 공급관 및 상기 재료 토출부를 현수 상태로 지지하며, 상기 제1 지지케이블의 상부에 마련되는 제2 지지케이블; 및 상기 제1 지지케이블의 타단 및 상기 제2 지지케이블의 타단이 권선되는 케이블 와인딩부;를 포함하며, 상기 제1 지지케이블, 상기 제2 지지케이블 및 상기 케이블 와인딩부는 상기 수직 지지대 각각에 대해서 마련될 수 있다.

(52) CPC특허분류

E04G 2021/049 (2013.01)

(72) 발명자

이재욱

서울특별시 중랑구 겸재로40길 6 201호 (면목동)

이동규

부산광역시 사하구 하신번영로 365, 116동 1102호
(하단동, 가락타운1단지)

이승혜

서울특별시 중구 청구로1길 23, 105동 1301호(신당동, 삼성아파트)

곽관웅

서울특별시 서초구 신반포로23길 41 101동 502호
(잠원동, 신반포한신아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2017R1A4A1015660

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구실지원사업

연구과제명 병렬 케이블 로봇기반 건축물용 3D프린팅 기술

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 3개의 수직 지지대;

상기 수직 지지대의 상단에 마련되는 적어도 2개의 수평 지지대;

상기 수직 지지대 중 어느 하나의 일측에 마련되는 재료 공급부;

일단은 상기 재료 공급부에 연결되고, 타단은 상기 수직 지지대 중 어느 하나와 상기 수평 지지대 중 어느 하나를 통과하여 자유단 상태로 마련되는 재료 공급관;

상기 재료 공급관의 타단에 연결되어 재료를 토출시키는 재료 토출부;

일단은 상기 수직 지지대를 경유하여 상기 재료 토출부에 연결되어 상기 재료 토출부를 현수 상태로 지지하는 제1 지지케이블;

일단은 상기 수직 지지대를 경유하여 상기 재료 공급관의 타단 측에 연결되어 상기 재료 공급관 및 상기 재료 토출부를 현수 상태로 지지하며, 상기 제1 지지케이블의 상부에 마련되는 제2 지지케이블; 및

상기 제1 지지케이블의 타단 및 상기 제2 지지케이블의 타단이 권선되는 케이블 와인딩부;를 포함하며,

상기 제1 지지케이블, 상기 제2 지지케이블 및 상기 케이블 와인딩부는 상기 수직 지지대 각각에 대해서 마련되고,

상기 수직 지지대 중 어느 하나에 마련된 상기 케이블 와인딩부는, 동일한 수직 지지대에 마련된 상기 제1 지지케이블 및 상기 제2 지지케이블을 동일한 길이 만큼 동시에 감거나(wind) 또는 풀며(unwind), 나머지 수직 지지대에 마련된 상기 케이블 와인딩부와 연동하여 작동되며,

상기 수직 지지대에는 상기 제1 지지케이블이 경유하는 제1 폴리 및 상기 제2 지지케이블이 경유하는 제2 폴리가 마련되며,

상기 제1 폴리 및 상기 제2 폴리 사이의 간격은 각각 상기 재료 토출부 및 상기 재료 공급관에 연결되는 상기 제1 지지케이블의 끝단과 상기 제2 지지케이블의 끝단 사이의 간격 보다 크게 형성되는 것을 특징으로 하는 현수식 3차원 프린팅 장비.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

적어도 3개의 수직 지지대;

상기 수직 지지대의 상단에 마련되는 적어도 2개의 수평 지지대;

상기 수직 지지대 중 어느 하나의 일측에 마련되는 재료 공급부;

일단은 상기 재료 공급부에 연결되고, 타단은 상기 수직 지지대 중 어느 하나와 상기 수평 지지대 중 어느 하나를 통과하여 자유단 상태로 마련되는 재료 공급관;

상기 재료 공급관의 타단에 연결되어 재료를 토출시키는 재료 토출부;

일단은 상기 수직 지지대를 경유하여 상기 재료 토출부에 연결되어 상기 재료 토출부를 현수 상태로 지지하는

제1 지지케이블;

일단은 상기 수직 지지대를 경유하여 상기 재료 공급관의 타단 측에 연결되어 상기 재료 공급관 및 상기 재료 토출부를 현수 상태로 지지하며, 상기 제1 지지케이블의 상부에 마련되는 제2 지지케이블; 및

상기 제1 지지케이블의 타단 및 상기 제2 지지케이블의 타단이 권선되는 케이블 와인딩부;를 포함하며,

상기 제1 지지케이블, 상기 제2 지지케이블 및 상기 케이블 와인딩부는 상기 수직 지지대 각각에 대해서 마련되고,

상기 수직 지지대 중 어느 하나에 마련된 상기 케이블 와인딩부는, 동일한 수직 지지대에 마련된 상기 제1 지지케이블 및 상기 제2 지지케이블을 동일한 길이 만큼 동시에 감거나(wind) 또는 풀며(unwind), 나머지 수직 지지대에 마련된 상기 케이블 와인딩부와 연동하여 작동되며,

상기 재료 공급관에는 상기 제2 지지케이블의 일단이 연결되는 케이블연결부가 마련되며,

상기 케이블연결부와 상기 재료 토출부의 상단 사이에 위치하는 상기 재료 공급관의 하단부는 수직 자세로 상기 재료 토출부와 함께 움직이도록 형성되는 것을 특징으로 하는 현수식 3차원 프린팅 장비.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 재료 토출부에 연결된 상기 제1 지지케이블의 일단이 상기 제1 폴리와 동일한 높이에 있을 경우 상기 재료 토출부의 토출구는 건축되는 건축물의 최대 높이 보다 높은 지점에 위치하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 현수식 3차원 프린팅 장비.

청구항 6

제1항 및 제4항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수직 지지대의 높이는 건축되는 건축물의 최대 높이 보다 높게 형성되며, 상기 재료 토출부의 수평 이동 거리에 무관하게 상기 재료 토출부가 수직 자세를 유지하도록 건축물의 최대 높이 보다 높게 형성되는 것을 특징으로 하는 현수식 3차원 프린팅 장비.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 케이블 와인딩부에 의해 상기 제1 지지케이블 및 상기 제2 지지케이블이 감기거나 풀리면서 가변되는 상기 재료 토출부의 위치 또는 높이와 동기화 되도록 상기 재료 공급관이 감기거나 풀리는 공급관 와인딩부를 포함하는 것을 특징으로 하는 현수식 3차원 프린팅 장비.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 재료 토출부, 상기 케이블 와인딩부 또는 상기 재료 공급부와 상기 재료 공급관의 일단 사이에 연결되는 재료 펌핑부를 구동시키는 펌핑 구동부의 작동을 제어하는 프린팅 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 현수식 3차원 프린팅 장비.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 프린팅 제어부는,

상기 재료 토출부에 마련되어 상기 재료 토출부의 이동 거리, 경로 또는 위치를 감지하는 제1 센서;

상기 제1 지지케이블 또는 상기 제2 지지케이블 중 적어도 하나에 마련되어 상기 제1 지지케이블 또는 상기 제2 지지케이블이 감기거나 풀린 길이를 감지하는 제2 센서;

상기 제1 지지케이블 또는 상기 제2 지지케이블 중 적어도 하나에 마련되어 케이블에 걸리는 장력 또는 진동을 감지하는 장력센서;

상기 제1 센서 또는 상기 제2 센서의 감지 결과를 이용하여 상기 재료 토출부의 이동 길이 또는 상기 제1 지지케이블 또는 상기 제2 지지케이블이 감기거나 풀린 길이를 산출하는 길이 산출부; 및

상기 길이 산출부에서 산출된 길이 정보 또는 상기 장력센서에서 산출된 장력 정보를 이용하여 상기 케이블 와인딩부의 구동을 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 현수식 3차원 프린팅 장비.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 길이 산출부의 길이 정보를 이용하여 사전에 입력된 프린팅 경로를 따라 상기 재료 토출부가 움직이도록 상기 케이블 와인딩부를 제어하거나,

상기 장력센서의 장력 정보를 이용하여 상기 재료 토출부가 수직 자세를 유지하도록 상기 케이블 와인딩부를 제어하는 것을 특징으로 하는 현수식 3차원 프린팅 장비.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제어부는 상기 재료 토출부의 위치 또는 수직 자세 유지 여부에 따라 상기 재료 토출부에서 재료가 토출되는 상태를 제어하거나 단속하는 것을 특징으로 하는 현수식 3차원 프린팅 장비.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 현수식(懸垂式) 3차원 프린팅 장비에 관한 것으로, 보다 상세하게는 출력 건축물의 크기 한계를 극복하고 장비의 경량화가 가능하며 조립 및 해체가 용이하여 건설 현장에서 바로 운용할 수 있는 현수식 3차원 프린팅 장비에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3차원(3D, 3-Dimensional) 프린터를 이용하여 건축물 등의 구조물을 건설하거나 건축하는 3차원 프린팅 건축 기술이 최근에 등장하고 있다.

[0003] 그러나, 종래의 3차원 프린팅 건축 기술은 단순 조립 또는 중소형 프로토타입(prototype) 건축물의 건축에만 이용되거나, 건축물 모형의 제작에만 이용되거나 시공자동화의 수준에는 도달했으나 아직까지 실용화 단계에는 이르지 못하고 있다.

[0004] 또한, 기존의 3차원 프린팅 건축 기술은 실용화에 이르기까지 다양한 문제점을 안고 있다. 예를 들면, 건축물의 다양한 요구 조건을 충족시키기 부족하고 시멘트 위주의 재료만 사용할 수 있으며 프린팅된 재료의 안전 강도 확보가 어렵고 구조적 신뢰성도 부족하다는 한계가 있었다. 뿐만 아니라, 기존의 3차원 프린팅 장비는 운반 또는 조립이 쉽지 않아서 건설 현장에서 직접 프린팅하는 것이 어렵다는 한계도 있었다.

[0005] 이러한 종래의 3차원 프린팅 건축 기술의 한계를 극복하기 위해서 갠트리 방식(gantry type)의 3차원 프린팅 기

술이 제안된 바 있다. 갠트리 방식 3차원 프린팅 장비는 다리구조 프레임방식의 장치로서, 트랙 위를 움직이는 갠트리 방식의 3차원 프린팅은 실험실 사이즈 장비와 건설현장 사이즈 장비로 나눌 수 있다. 실험실 사이즈의 장비는 부품제작용으로 사용하여 부품을 출력한 후 부품을 현장으로 이동시켜야 하기 때문에 이동에 제약이 있으며, 큰 사이즈의 벽체나 건축물을 한 번에 프린팅할 수 없다. 건설현장 사이즈의 갠트리 방식 장비는 중장비 수준의 크기와 무게로 인하여 과도한 규격의 부품을 사용해야 하며, 설치 및 운전이 높은 비용이 발생하고 설치 및 해체시 어려움이 있고 운전속도도 느리다는 단점이 있다.

[0006] 갠트리 방식 3차원 프린팅 장비의 문제를 해결하기 위해서 델타 방식(delta type) 장비, 스카라 방식(scara type) 장비, 로봇암 방식(robot arm type) 장비, 클립온 방식(clip-on type) 장비가 제안되었으나, 델타 방식 장비는 축의 높이가 출력물보다 매우 길어지고 장비 세팅이 어렵다는 단점이 있고, 스카라 방식 장비는 대형화가 어렵다는 문제가 있으며, 로봇암 방식 장비는 로봇 장비의 제작 및 운영에 많은 비용이 필요하다는 한계가 있고, 클립온 방식 장비는 출력물의 형태가 매우 제한적이라는 한계가 있다.

[0007] 따라서, 상기한 바와 같은 기존의 3차원 프린팅 건축 장비의 한계를 극복할 수 있는 새로운 형태의 3차원 프린팅 건축 장비에 대한 요구가 커지고 있다.

[0008] 본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명을 제안하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-1616306호(2016.04.22.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 건축물의 크기 한계를 극복하고 장비의 경량화가 가능하며 장비의 설치 및 해체가 용이하고 제작 및 운영 비용을 절감할 수 있는 현수식 3차원 프린팅 장비를 제공한다.

[0011] 본 발명은 공장에서 제작한 후 현장에서 조립하는 방식이 아니라, 건축물의 현장에서 일체화 시공이 가능하도록 케이블 또는 와이어 방식을 사용하여 건축물의 현장 일체화가 가능한 현수식 3차원 프린팅 장비를 제공한다.

[0012] 본 발명은 3차원 프린팅 건축물의 현장 일체화 시공 시에 종합적인 제어가 필요한, 케이블 또는 와이어, 케이블 와인딩부, 재료 공급관, 펌프 또는 재료 토출부 등을 독립적으로 제어함으로써 프린팅 작업의 정밀도를 높일 수 있는 현수식 3차원 프린팅 장비를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비는, 적어도 3개의 수직 지지대; 상기 수직 지지대의 상단에 마련되는 적어도 2개의 수평 지지대; 상기 수직 지지대 중 어느 하나의 일측에 마련되는 재료 공급부; 일단은 상기 재료 공급부에 연결되고, 타단은 상기 수직 지지대 중 어느 하나와 상기 수평 지지대 중 어느 하나를 통과하여 자유단 상태로 마련되는 재료 공급관; 상기 재료 공급관의 타단에 연결되어 재료를 토출시키는 재료 토출부; 일단은 상기 수직 지지대를 경유하여 상기 재료 토출부에 연결되어 상기 재료 토출부를 현수 상태로 지지하는 제1 지지케이블; 일단은 상기 수직 지지대를 경유하여 상기 재료 공급관의 타단 측에 연결되어 상기 재료 공급관 및 상기 재료 토출부를 현수 상태로 지지하며, 상기 제1 지지케이블의 상부에 마련되는 제2 지지케이블; 및 상기 제1 지지케이블의 타단 및 상기 제2 지지케이블의 타단이 권선되는 케이블 와인딩부;를 포함하며, 상기 제1 지지케이블, 상기 제2 지지케이블 및 상기 케이블 와인딩부는 상기 수직 지지대 각각에 대해서 마련될 수 있다.

[0014] 상기 수직 지지대 중 어느 하나에 마련된 상기 케이블 와인딩부는, 동일한 수직 지지대에 마련된 상기 제1 지지케이블 및 상기 제2 지지케이블을 동일한 길이 만큼 동시에 감거나(wind) 또는 풀며(unwind), 나머지 수직 지지대에 마련된 상기 케이블 와인딩부와 연동하여 작동될 수 있다.

- [0015] 상기 수직 지지대에는 상기 제1 지지케이블이 경유하는 제1 폴리 및 상기 제2 지지케이블이 경유하는 제2 폴리가 마련되며, 상기 제1 폴리 및 상기 제2 폴리 사이의 간격은 각각 상기 재료 토출부 및 상기 재료 공급관에 연결되는 상기 제1 지지케이블의 끝단과 상기 제2 지지케이블의 끝단 사이의 간격 보다 크게 형성될 수 있다.
- [0016] 상기 재료 공급관에는 상기 제2 지지케이블의 일단이 연결되는 케이블연결부가 마련되며, 상기 케이블연결부와 상기 재료 토출부의 상단 사이에 위치하는 상기 재료 공급관의 하단부는 수직 자세로 상기 재료 토출부와 함께 움직일 수 있다.
- [0017] 상기 재료 토출부에 연결된 상기 제1 지지케이블의 일단이 상기 제1 폴리와 동일한 높이에 있을 경우 상기 재료 토출부의 토출구는 건축되는 건축물의 최대 높이 보다 높은 지점에 위치할 수 있다.
- [0018] 상기 수직 지지대의 높이는 건축되는 건축물의 최대 높이 보다 높게 형성되며, 상기 재료 토출부의 수평 이동 거리에 무관하게 상기 재료 토출부가 수직 자세를 유지하도록 건축물의 최대 높이 보다 높게 형성될 수 있다.
- [0019] 상기 케이블 와인딩부에 의해 상기 제1 지지케이블 및 상기 제2 지지케이블이 감기거나 풀리면서 가변되는 상기 재료 토출부의 위치 또는 높이와 동기화 되도록 상기 재료 공급관이 감기거나 풀리는 공급관 와인딩부를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 재료 토출부, 상기 케이블 와인딩부 또는 상기 재료 공급부와 상기 재료 공급관의 일단 사이에 연결되는 재료 펌핑부를 구동시키는 펌프 구동부의 작동을 제어하는 프린팅 제어부를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 프린팅 제어부는, 상기 재료 토출부에 마련되어 상기 재료 토출부의 이동 거리, 경로 또는 위치를 감지하는 제1 센서; 상기 제1 지지케이블 또는 상기 제2 지지케이블 중 적어도 하나에 마련되어 상기 제1 지지케이블 또는 상기 제2 지지케이블이 감기거나 풀린 길이를 감지하는 제2 센서; 상기 제1 지지케이블 또는 상기 제2 지지케이블 중 적어도 하나에 마련되어 케이블에 걸리는 장력 또는 진동을 감지하는 장력센서; 상기 제1 센서 또는 상기 제2 센서의 감지 결과를 이용하여 상기 재료 토출부의 이동 길이 또는 상기 제1 지지케이블 또는 상기 제2 지지케이블이 감기거나 풀린 길이를 산출하는 길이 산출부; 및 상기 길이 산출부에서 산출된 길이 정보 또는 상기 장력센서에서 산출된 장력 정보를 이용하여 상기 케이블 와인딩부의 구동을 제어하는 제어부;를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 제어부는, 상기 길이 산출부의 길이 정보를 이용하여 사전에 입력된 프린팅 경로를 따라 상기 재료 토출부가 움직이도록 상기 케이블 와인딩부를 제어하거나, 상기 장력센서의 장력 정보를 이용하여 상기 재료 토출부가 수직 자세를 유지하도록 상기 케이블 와인딩부를 제어할 수 있다.
- [0023] 상기 제어부는 상기 재료 토출부의 위치 또는 수직 자세 유지 여부에 따라 상기 재료 토출부에서 재료가 토출되는 상태를 제어하거나 단속할 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비는 건축물의 크기 한계를 극복하고 장비의 경량화가 가능하며 장비의 설치 및 해체가 용이하고 제작 및 운영 비용을 절감할 수 있다.
- [0025] 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비는 현장에서 바로 적용하여 건축물의 건축에 이용될 수 있으며, 건축물의 현장에서 일체화 시공이 가능하다.
- [0026] 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비는 건축물의 현장 일체화 시공 시에 종합적인 제어가 필요한, 케이블 또는 와이어, 케이블 와인딩부, 재료 공급관, 펌프 또는 재료 토출부 등을 독립적으로 제어함으로써 프린팅 작업의 정밀도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비를 개략적으로 도시한 사시도이다.
- 도 2는 도 1에 따른 프린팅 장비의 재료 공급부를 도시한 도면이다.
- 도 3 및 도 4는 도 1에 따른 프린팅 장비의 재료 토출부와 수직 지지부의 높이 관계를 도시한 도면이다.
- 도 5는 도 1에 따른 프린팅 장비의 재료 토출부와 재료 공급관을 지지하는 지지케이블을 도시한 도면이다.
- 도 6은 도 1에 따른 프린팅 장비의 케이블 와인딩부의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.

도 7은 도 1에 따른 프린팅 장비의 프린팅 제어부의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.

도 8은 도 1에 따른 프린팅 장비의 요부를 개략적으로 도시한 평면도이다.

도 9는 도 1에 따른 프린팅 장비의 재료 토출부의 수평 이송거리와 높이 관계를 도시한 도면이다.

도 10은 도 1에 따른 프린팅 장비의 재료 토출부를 도시한 도면이다.

도 11은 도 7에 따른 프린팅 제어부에 의한 프린팅 제어 방법을 설명하는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비를 개략적으로 도시한 사시도, 도 2는 도 1에 따른 프린팅 장비의 재료 공급부를 도시한 도면, 도 3 및 도 4는 도 1에 따른 프린팅 장비의 재료 토출부와 수직 지지부의 높이 관계를 도시한 도면, 도 5는 도 1에 따른 프린팅 장비의 재료 토출부와 재료 공급관을 지지하는 지지케이블을 도시한 도면, 도 6은 도 1에 따른 프린팅 장비의 케이블 와인딩부의 구성을 개략적으로 도시한 블록도, 도 7은 도 1에 따른 프린팅 장비의 프린팅 제어부의 구성을 개략적으로 도시한 블록도, 도 8은 도 1에 따른 프린팅 장비의 요부를 개략적으로 도시한 평면도, 도 9는 도 1에 따른 프린팅 장비의 재료 토출부의 수평 이송거리와 높이 관계를 도시한 도면, 도 10은 도 1에 따른 프린팅 장비의 재료 토출부를 도시한 도면, 도 11은 도 7에 따른 프린팅 제어부에 의한 프린팅 제어 방법을 설명하는 순서도이다.
- [0030] 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비는 건설 분야 뿐만 아니라 다양한 분야에 적용될 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해서 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비가 건설 분야 즉, 건축물의 건축에 적용되는 경우를 한 일례로 들어 설명한다.
- [0031] 도 1 내지 도 5를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)에 대해서 설명한다. 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)는, 적어도 3개의 수직 지지대(101)에 연결되어 있는 지지케이블(130, 도 1 참조)에 의해서 공중에 매달린 상태로 제공되는 재료 토출부(120) 즉, 노즐(nozzle)을 포함할 수 있다. 이와 같이, 재료(예를 들면, 액상의 비빔 시멘트)를 토출시키는 재료 토출부(120)가 공중에 매달린 상태 즉, 현수(懸垂, hanging) 상태로 제공된다.
- [0032] 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)는 3차원 프린팅을 수행하는 재료 토출부(120)가 지지케이블(130)에 매달린 상태로 제공되기 때문에 프린팅 장비(100)의 전체적인 구성이 간단하면서도 쉽게 조립 및 해제 작업을 할 수 있다. 또한, 재료 토출부(120)만 XYZ축 방향으로 이동하면 되기 때문에 재료 토출부(120)의 위치 제어가 용이하며 비교적 정확하게 재료 토출부(120)의 위치를 제어할 수 있다.
- [0033] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)는, 적어도 3개의 수직 지지대(101), 수직 지지대(101)의 상단에 마련되는 적어도 2개의 수평 지지대(102), 수직 지지대(101) 중 어느 하나의 일측에 마련되는 재료 공급부(20), 일단은 재료 공급부(20)에 연결되고 타단은 수직 지지대(101) 중 어느 하나와 수평 지지대(102) 중 어느 하나를 통과하여 자유단 상태로 마련되는 재료 공급관(110), 재료 공급관(110)의 타단에 연결되어 재료를 토출시키는 재료 토출부(120), 일단은 수직 지지대(101)를 경유하여 재료 토출부(120)에 연결되어 재료 토출부(120)를 현수 상태로 지지하는 제1 지지케이블(131), 일단은 수직 지지대(101)를 경유하여 재료 공급관(110)의 타단 측에 연결되어 재료 공급관(110) 및 재료 토출부(120)를 현수 상태로 지지하며 제1 지지케이블(131)의 상부에 마련되는 제2 지지케이블(132) 및 제1 지지케이블(131)의 타단 및 제2 지지케이블(132)의 타단이 권선되는 케이블 와인딩부(140)를 포함할 수 있다.
- [0034] 여기서, 제1 지지케이블(131), 제2 지지케이블(132) 및 케이블 와인딩부(140)는 수직 지지대(101) 각각에 대해서 마련될 수 있다.
- [0035] 상기 재료 토출부(120)는 수직 지지대(101) 마다 마련되는 제1 및 제2 지지케이블(131,132)의 일단에 연결되어 공중에 매달린 상태로 제공되고, 재료 토출부(120)가 연결된 제1 및 제2 지지케이블(131,132)의 타단은 각각의 수직 지지대(101)에 마련된 케이블 와인딩부(140)에 감기거나 폴리도록 제공될 수 있다.
- [0036] 따라서, 각각의 수직 지지대(101) 마다 마련된 각각의 케이블 와인딩부(140)의 작동에 의해서 제1 및 제2 지지케이블(131,132)이 감기거나 풀리면서 재료 토출부(120)의 위치를 조정하게 된다.

- [0037] 수직 지지대(101)는 본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)의 전체적인 형태를 유지하고 기본 하중을 지지하는 기둥 부재이다. 수직 지지대(101)는 조립과 분해가 쉽도록 래티스(lattice) 형태로 마련되거나 크레인타워(crane tower)의 형태로 마련되는 것이 바람직하다.
- [0038] 도 1에는 수직 지지대(101)가 4개인 프린팅 장비(100)가 도시되어 있으나, 수직 지지대(101)를 3개만 구비하더라도 본 발명에 따른 프린팅 장비(100)를 구현할 수 있다. 수직 지지대(101)가 3개인 경우에는 이웃하는 수직 지지대(101) 사이의 각도가 120도가 되도록 배치되는 것이 바람직하다. 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)는 3개 이상의 수직 지지대(101)를 포함하여 형성될 수 있다.
- [0039] 수직 지지대(101)의 높이는 건축하고자 하는 건축물(10)의 최대 높이 보다 충분히 높은 것이 바람직하다. 수직 지지대(101)와 건축물(10)의 높이 관계에 대해서는 후술하기로 한다.
- [0040] 수직 지지대(101)는 프린팅 작업을 하는 동안 프린팅 장비(100)를 안정적으로 지지하는 역할을 해야 한다. 따라서, 수직 지지대(101)는 설치된 후에는 프린팅 장비(100)에 가해지는 외력을 충분히 견딜 수 있어야 하고 외력을 받더라도 설치된 고정 위치가 변하면 안 된다. 이를 위해서, 수직 지지대(101)의 하단에는 충분한 무게를 가지는 웨이트부(104)가 형성될 수 있다. 웨이트부(104)는 콘크리트 블록 또는 금속 블록을 다수개 적층하여 형성될 수 있다. 적층되는 개수를 조절하여 수직 지지대(101)의 하중을 조정할 수 있다.
- [0041] 또한, 웨이트부(104)의 하단 또는 수직 지지대(101)의 하단에는 바퀴(105)가 마련될 수도 있다. 바퀴(105)가 마련되기 때문에 본 발명의 일 실시예에 따른 프린팅 장비(100)는 조립 또는 설치된 상태에서 이동이 가능하고, 하나의 건축물에 대한 작업을 완료한 후에는 이동하여 다른 건축물의 건축 작업을 할 수 있다.
- [0042] 바퀴(105)는 작업자들에 의해서 수동으로 구동될 뿐만 아니라, 별도의 바퀴 구동부(미도시)를 구비하여 자동으로 바퀴(105)를 구동시킬 수도 있다. 자동으로 바퀴(105)를 구동시킬 경우에는 작업자가 운전 제어를 할 수 있는 별도의 조정기(미도시)가 마련되는 것이 바람직하다.
- [0043] 수직 지지대(101)의 상단에는 적어도 2개의 수평 지지대(102)가 마련될 수 있다. 수평 지지대(102)는 적어도 3개로 마련되는 수직 지지대(101)의 상단을 서로 연결하는 형태로 마련될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이 수직 지지대(101)가 4개인 경우에는 2개의 수평 지지대(102) 각각의 양단이 마주 보는 수직 지지대(101)의 상단에 연결되도록 마련하거나, 4개의 수평 지지대(102) 각각의 일단은 수직 지지대(101)의 상단에 연결되고 4개의 수평 지지대(102)의 타단은 한 곳에서 서로 연결되도록 마련될 수도 있다.
- [0044] 만약, 수직 지지대(101)가 3개이면, 수평 지지대(102)도 3개 마련되고 일단은 수직 지지대(101)의 상단에 연결되고 타단은 한 곳에서 서로 연결되도록 마련될 수도 있다.
- [0045] 수평 지지대(102)도 수직 지지대(101)와 유사하게 조립 및 분해가 용이하도록 래티스 형태로 마련되는 것이 바람직하다. 즉, 수평 지지대(102)는 래티스 빔(lattice beam) 형태로 마련될 수 있다.
- [0046] 수평 지지대(102)의 일단이 연결되는 수직 지지대(101)의 상단에는 크레인 마스트(103)가 마련될 수 있다. 크레인 마스트(103)는 수직 지지대(101)와 수평 지지대(102)의 연결 상태를 견고하게 유지하는 기능을 할 수 있다.
- [0047] 도면에 도시된 바와 같이, 수직 지지대(101) 및 수평 지지대(102)는 그 내부에 충분한 공간이 형성되는 사각 기둥 형태를 가진다. 수직 지지대(101) 또는 수평 지지대(102)의 내부에는 재료 공급관(110)이 지나가거나 지지케이블(131, 132)이 지나갈 수 있다.
- [0048] 재료 토출부(120)를 통해서 토출되는 재료는 재료 공급부(20)를 통해서 프린팅 장비(100)에 공급될 수 있다. 재료 공급부(20)는 도시된 바와 같이 레미콘 차량일 수도 있고 다른 형태의 장비일 수도 있다.
- [0049] 재료 공급부(20)는 일반적으로 지상에 위치하게 되는데, 재료 토출부(120)는 재료 공급부(20) 보다 높은 곳에 위치한다. 따라서, 재료 공급부(20)에서부터 재료 토출부(120)까지 재료를 공급하기 위해서 재료 펌핑부(30)가 마련될 수 있다.
- [0050] 도 2를 참조하면, 재료 공급부(20)의 일측에 재료 펌핑부(30)가 마련되는 것이 바람직하고, 재료 공급부(20)와 재료 펌핑부(30)는 튜브 또는 호스 형태의 배관(26)에 의해 서로 연결될 수 있다. 배관(26)을 통해 재료 공급부(20)에서 재료 펌핑부(30)로 이송된 재료는 재료 펌핑부(30)의 펌핑 작동에 의해서 높은 지점에 위치하는 재료 토출부(120)까지 이송될 수 있다.
- [0051] 재료 펌핑부(30)는 펌프(pump)와 유사한 기능을 하는데, 재료 펌핑부(30)의 펌핑 작동을 위한 펌핑 구동부(미도

시)가 별도로 마련될 수 있다. 상기 펌핑 구동부는 전동기 또는 모터로 구현되는 것이 바람직하다.

- [0052] 배관(26)을 통해서 재료 펌핑부(30)에 이송된 재료는 상기 펌핑 구동부에 의해서 재료 펌핑부(30)에서부터 재료 토출부(120)로 이송되는데, 재료 펌핑부(30)와 재료 토출부(120)를 연결하는 재료 공급관(110)을 통해서 재료 토출부(120)로 이송된다.
- [0053] 재료 공급관(110)은 재료 펌핑부(30)에서 펌핑되어 유출된 재료를 재료 토출부(120)까지 이송하기 위한 이송배관 또는 튜브이다. 재료 공급관(110)은 플렉시블(flexible)한 형태 또는 재질로 형성될 수 있다. 즉, 재료 공급관(110)은 고압용 플렉시블 튜브 또는 파이프의 형태를 가지는 것이 바람직하다.
- [0054] 또한, 재료 공급관(110)은 높은 곳에 매달린 상태로 지지되고 있는 재료 토출부(120)에 연결될 수 있도록 충분한 길이를 가져야 한다. 또한, 재료 토출부(120)가 재료 토출 또는 프린팅 작업을 수행하기 위해서 XYZ축 방향으로 움직일 때 재료 토출부(120)의 움직임을 방해하지 않거나 재료 토출부(120)가 수직 자세를 유지할 수 있도록 재료 공급관(110)은 충분한 길이와 유연성을 가져야 한다.
- [0055] 재료 공급관(110)은 상기한 바와 같이 일단은 재료 공급부(20)에 연결되고 타단은 수직 지지대(101) 중 어느 하나와 수평 지지대(102) 중 어느 하나를 통과하여 자유단 상태로 마련되며, 자유단 상태의 타단에 재료 토출부(120)가 연결된다.
- [0056] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 재료 공급관(110)은 어느 하나의 수직 지지대(101)의 전체를 통과하고 어느 하나의 수평 지지대(102)의 일부를 통과한 후에 아래 쪽으로 충분한 길이만큼 연장된 상태에서 재료 토출부(120)에 연결되는 것이 바람직하다. 이처럼 재료 공급관(110)은 재료 토출부(120)의 움직임을 방해하지 않도록 충분한 길이를 가져야 한다.
- [0057] 한편, 재료 공급관(110)을 감거나 풀어서 재료 공급관(110)의 길이를 조절하는 공급관 와인딩부(미도시)가 재료 공급부(20) 또는 재료 펌핑부(30)의 일측에 마련될 수 있다.
- [0058] 상기 공급관 와인딩부는 후술하는 프린팅 제어부(200)에 의해서 제어될 수 있으며, 후술할 케이블 와인딩부(140)에 의해 제1 지지케이블(131) 및 제2 지지케이블(132)이 감기거나 풀리면서 가변되는 재료 토출부(120)의 위치 또는 높이와 동기화 되도록 재료 공급관(110)을 감거나(wind) 풀어서(unwind) 재료 공급관(110)의 길이를 조절할 수 있다.
- [0059] 재료 토출부(120)를 공중에 매달린 상태로 지지하는 지지케이블(130)은, 일단은 수직 지지대(101)를 경유하여 재료 토출부(120)에 연결되어 재료 토출부(120)를 현수 상태로 지지하는 제1 지지케이블(131) 및 일단은 수직 지지대(101)를 경유하여 재료 공급관(110)의 타단 측에 연결되어 재료 공급관(110) 및 재료 토출부(120)를 현수 상태로 지지하며 제1 지지케이블(131)의 상부에 마련되는 제2 지지케이블(132)을 포함할 수 있다.
- [0060] 제1 및 제2 지지케이블(131,132)은 각각 수직 지지대(101)와 동일한 개수만큼 마련된다. 각각의 제1 및 제2 지지케이블(131,132)의 일단은 재료 토출부(120) 또는 재료 공급관(110)에 연결되고 타단은 어느 하나의 수직 지지대(101)를 경유하여 즉, 거쳐서 수직 지지대(101)의 하단 인근에 마련된 케이블 와인딩부(140)에 연결된다. 케이블 와인딩부(140)도 수직 지지대(101)와 동일한 개수로 마련된다.
- [0061] 여기서, 동일한 수직 지지대(101)를 거치는 제1 및 제2 지지케이블(131,132)은 동일한 케이블 와인딩부(140)에 권선된다. 즉, 하나의 케이블 와인딩부(140)에 의해서 제1 지지케이블(131)과 제2 지지케이블(132)을 동시에 감거나 풀어서 지지케이블(131,132)의 길이 및 재료 토출부(120)의 위치 또는 높이를 가변하게 된다.
- [0062] 도 3을 참조하면, 각각의 수직 지지대(101)에는 제1 지지케이블(131)이 경유하는 제1 폴리(161) 및 제2 지지케이블(132)이 경유하는 제2 폴리(162)가 마련될 수 있다. 제1 폴리(161) 및 제2 폴리(162)는 각각 제1 및 제2 지지케이블(131,132)이 수직 지지대(101)를 경유하는 경로에 따라서 1개만 마련되거나 2개가 마련될 수도 있다. 도 3의 경우에는 제1 폴리(161)는 1개로 형성되고 제2 폴리(162)는 2개로 형성되어 있다. 다만, 제1 및 제2 지지케이블(131,132)이 동일한 케이블 와인딩부(140)에 권선되기 때문에, 케이블 와인딩부(140)에서 풀리거나 감기는 과정 중에 제1 지지케이블(131)과 제2 지지케이블(132)이 서로 엉키지 않도록 제1 폴리(161)와 제2 폴리(162)의 개수를 결정하는 것이 바람직하다.
- [0063] 도 3 및 도 4를 참조하면, 제1 폴리(161)와 제2 폴리(162) 사이의 간격은 각각 재료 토출부(120) 및 재료 공급관(110)에 연결되는 제1 지지케이블(131)의 끝단과 제2 지지케이블(132)의 끝단 사이의 간격 보다 크게 형성될 수 있다. 즉, 제1 폴리(161)의 높이(H3)와 제2 폴리(162)의 높이(H4) 차이는 재료 토출부(120)에 연결되는 제1 지지케이블(131)의 끝단의 높이(H6)와 재료 공급관(110)에 연결되는 제2 지지케이블(132)의 끝단의 높이(H5) 차

이 보다 크게 형성되는 것이 바람직하다.

- [0064] 제1 폴리(161)와 제2 폴리(162) 사이의 간격은 각각 재료 토출부(120) 및 재료 공급관(110)에 연결되는 제1 지지케이블(131)의 끝단과 제2 지지케이블(132)의 끝단 사이의 간격 보다 크게 형성되어야 재료 토출부(120)가 최대 높이까지 상승하더라도 수직 자세를 유지할 수 있다.
- [0065] 도 4 및 도 5를 참조하면, 제1 지지케이블(131)은 재료 토출부(120)에 연결되는 반면에, 제2 지지케이블(132)은 재료 토출부(120)가 아니라 재료 공급관(110)에 연결됨을 알 수 있다. 제2 지지케이블(132)은 재료 공급관(110)의 타단 측에 연결되며 재료 토출부(120)에 인접하는 위치에서 재료 공급관(110)에 연결되는 것이 바람직하다. 왜냐하면, 제2 지지케이블(132)은 재료 토출부(120)가 수직 자세를 유지하면서 움직일 수 있도록 재료 토출부(120)를 지지해야 하기 때문이다. 다시 말하면, 제1 지지케이블(131)은 재료 토출부(120)의 XYZ축 방향 위치를 제어할 수 있도록 재료 토출부(120)에 연결되는 반면에, 제2 지지케이블(132)은 재료 토출부(120)의 수직 자세를 유지할 수 있도록 재료 공급관(110)의 하단 쪽에 연결될 수 있다.
- [0066] 제1 지지케이블(131)은 재료 토출부(120)에 연결되고 제2 지지케이블(132)은 제1 지지케이블(131)의 위쪽에 마련되며 제1 지지케이블(131)과 이격되도록 재료 공급관(110)에 연결되는 형태, 즉, 제1 지지케이블(131)과 제2 지지케이블(132)이 병렬적으로 제공됨으로써, 재료 토출부(120)의 위치 또는 높이를 정확하게 제어할 수 있고 재료 토출부(120)에 걸리는 진동을 억제할 수 있다. 제1 및 제2 지지케이블(131, 132)의 관점에서 보면, 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)는 케이블(또는 와이어) 기반 병렬 3차원 프린팅 장비라고 할 수 있다.
- [0067] 도 4를 참조하면, 재료 토출부(120)에 연결되는 제1 지지케이블(131)의 끝단의 높이(H6)와 재료 공급관(110)에 연결되는 제2 지지케이블(132)의 끝단의 높이(H5) 차이는 대략 재료 토출부(120)의 높이 보다 조금 더 크거나 비슷하다. 재료 공급관(110)에 연결된 제2 지지케이블(132)의 끝단에 걸리는 무게는 재료 공급관(110)의 하단부(113) 무게와 재료 토출부(120)의 무게를 포함하는 반면에, 재료 토출부(120)에 연결된 제1 지지케이블(131)의 끝단에 걸리는 무게는 재료 토출부(120)의 무게만 포함하기 때문에 제2 지지케이블(132)의 끝단에 더 큰 힘(무게)이 걸리면서 재료 토출부(120)의 수직 자세를 유지할 수 있다. 즉, 제2 지지케이블(132)의 끝단에 재료 토출부(120)가 마치 매달려 있는 것과 같은 효과를 얻을 수 있기 때문에 재료 토출부(120)의 수직 자세가 유지될 수 있다.
- [0068] 한편, 제2 지지케이블(132)은 재료 공급관(110)의 일정한 부분에 연결되는 것이 바람직하다. 예를 들면, 제2 지지케이블(132)이 연결되는 부분과 재료 토출부(120)의 상단 사이에 위치하는 재료 공급관(110)의 하단부(113)가 대략 재료 토출부(120)의 길이(높이)와 동일하거나 조금 짧도록 제2 지지케이블(132)은 재료 공급관(110)의 일정한 부분에 연결될 수 있다. 이와 같이, 제2 지지케이블(132)이 재료 공급관(110)에 연결되는 부분 내지 위치를 고정하기 위해서, 재료 공급관(110)에는 제2 지지케이블(132)의 일단이 연결되는 케이블연결부(112)가 마련될 수 있다.
- [0069] 케이블연결부(112)는 증공의 원통형 부재로서 제2 지지케이블(132)의 외면에 밀착 결합될 수 있다. 케이블연결부(112)와 재료 토출부(120)의 상단 사이에 위치하는 재료 공급관(110)의 하단부(113)는 수직 자세를 유지한 상태로 재료 토출부(120)와 재료 공급관(110)의 하단부(113)가 함께 움직일 수 있다.
- [0070] 상기에서 언급한 바와 같이, 제2 지지케이블(132)은 케이블 와인딩부(140)에 감기거나 풀리면서 재료 토출부(120)의 수직 자세를 유지하는 기능을 담당할 수 있다. 반면에, 제1 지지케이블(131)은 재료 토출부(120)에 직접 연결되어 있기 때문에 케이블 와인딩부(140)에 감기거나 풀리면서 재료 토출부(120)가 XYZ축 방향으로 이동하는 것을 제어할 수 있다.
- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)는 프린팅 제어부(200)에 사전에 입력된 건축물에 대한 정보를 바탕으로 재료 토출부(120)가 이동하면서 재료를 토출하여 건축물을 만들게 된다. 따라서, 재료 토출부(120)가 XYZ축을 따라 3차원으로 자유롭게 움직이되, 건축물을 만들기 위한 좌표 정보에 따라 재료 토출부(120)가 정확하게 움직일 수 있어야 한다. 제1 지지케이블(131)은 재료 토출부(120)의 3차원 움직임을 지지하거나 제어할 수 있다.
- [0072] 도 8에는 본 발명의 일 실시예에 따른 프린팅 장비(100)의 평면도가 개략적으로 도시되어 있다. 3차원 프린팅 장비(100)에 의해서 만들어지는 건축물(10)의 벽면이 점선으로 표시되어 있는데 재료 토출부(120)는 벽면을 만들기 위해서 직사각형의 경로를 따라 X-Y축 방향으로 움직여야 한다. 이러한 움직임은 제1 지지케이블(131) 및 케이블 와인딩부(140)에 의해서 구현될 수 있다. 또한, 도 4에 도시된 바와 같이, 재료 토출부(120)는 건축물(10)의 벽면의 높이가 커짐에 따라 위쪽으로 상승하면서 재료를 토출해야 하는데, 이러한 상승 운동 즉, Z축 방

향으로 움직이는 것도 제1 지지케이블(131) 및 케이블 와인딩부(140)에 의해서 구현될 수 있다.

- [0073] 도 5를 참조하면, 제1 지지케이블(131)의 일단은 재료 토출부(120)에 직접 연결될 수도 있고, 재료 토출부(120)의 외면에 형성된 별도의 연결부재(미도시)에 제1 지지케이블(131)이 연결될 수도 있다.
- [0074] 제1 및 제2 지지케이블(131,132)이 감기거나 풀릴 수 있도록 연결된 케이블 와인딩부(140)는 일종의 윈치(winch)라고 할 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 케이블 와인딩부(140)는 구동모터(141), 구동모터(141)에 의해서 회전하는 와이어 드럼(142,143)을 포함할 수 있다. 여기서, 와이어 드럼(142,143)은 2개가 마련되고 구동모터(141)의 출력축에 각각 연결될 수 있다. 와이어 드럼(142,143) 각각에는 제1 지지케이블(131) 및 제2 지지케이블(132)이 권선될 수 있다(도 6(a) 참조). 이와 같이, 구동모터(141)의 출력축에 2개의 와이어 드럼(142,143)이 직결되어 있기 때문에 와이어 드럼(142,143)에 각각 권선되는 제1 및 제2 지지케이블(131,132)은 동일한 속도로 동시에 감기거나 풀릴 수 있다. 이 때, 와이어 드럼(142,143)의 직경 크기를 다르게 하여 제1 및 제2 지지케이블(131,132)이 감기거나 풀리는 길이를 다르게 할 수도 있다.
- [0075] 또한, 도 6(b)에 도시된 바와 같이, 케이블 와인딩부(140)는 감속기(145)를 더 포함할 수도 있다. 즉, 감속기(145)의 일단에 구동모터(141)가 연결되고 타단에 2개의 와이어 드럼(142,143)이 연결될 수도 있다. 감속기(145)에 의해서 구동모터(141)의 출력 속도 또는 세기를 줄여서 와이어 드럼(142,143)을 회전시킬 수도 있다. 이때, 감속기(145)에 의해서 와이어 드럼(142,143) 각각의 회전 속도 또는 세기가 다르도록 제어할 수도 있다.
- [0076] 앞서 설명한 바와 같이, 제1 및 제2 지지케이블(131,132)과 이들이 권선되는 케이블 와인딩부(140)는 각각의 수직 지지대(101) 마다 개별적으로 마련될 수 있는데, 수직 지지대(101) 중 어느 하나에 마련된 케이블 와인딩부(101)는 동일한 수직 지지대(101)에 마련된 제1 지지케이블(131) 및 제2 지지케이블(132)을 동일한 길이 만큼 동시에 감거나(wind) 또는 풀며(unwind), 나머지 수직 지지대(101)에 마련된 케이블 와인딩부(140)와 연동하여 작동될 수 있다. 여기서, 나머지 수직 지지대(101)에 마련된 케이블 와인딩부(140)와 연동하여 작동한다는 의미에 대해서는 도 8을 참조하여 설명한다.
- [0077] 도 8을 참조하면, 재료 토출부(120)가 우측으로 이동하면서 건축물(10)을 만들기 위해서 맨 위쪽에 있는 제1 및 제2 지지케이블(131,132)과 좌측에 있는 제1 및 제2 지지케이블은 길이가 늘어나야 하지만, 우측에 있는 제1 및 제2 지지케이블은 길이가 짧아져야 하고 아래쪽에 있는 제1 및 제2 지지케이블은 길이 변화가 거의 없거나 조금 늘어나야 한다. 이와 같이, 각각의 지지케이블의 길이가 늘어나거나 줄어들 수 있도록 각각의 케이블 와인딩부(140)는 나머지 케이블 와인딩부와 연동하여 작동하게 된다.
- [0078] 한편, 도 3 및 도 4를 참조하면, 재료 토출부(120)에 연결된 제1 지지케이블(131)의 일단이 제1 폴리(161)와 동일한 높이에 있을 경우 재료 토출부(120)의 하단 즉, 토출구(123, 도 10 참조)는 건축되는 건축물(10)의 최대 높이(H1) 보다 높은 지점에 위치할 수 있다.
- [0079] 재료 토출부(120)에 연결된 제1 지지케이블(131)의 일단의 높이(H6)가 제1 폴리(161)의 높이(H3)와 동일하게 된 상태에서 재료 공급관(110)의 하단부(113)와 재료 토출부(120)는 수직 자세를 유지해야 하기 때문에 건축물(10)의 최대 높이(H1)는 재료 토출부(120)의 하단 보다 아래쪽에 위치해야만 건축물(10)이 프린팅 작업을 방해하지 않을 수 있다.
- [0080] 또한, 수직 지지대(101)의 높이(H2)는 건축되는 건축물(10)의 최대 높이(H1) 보다 높게 형성되되, 재료 토출부(120)의 수평 이동 거리에 무관하게 재료 토출부(120)가 수직 자세를 유지하도록 건축물(10)의 최대 높이(H1) 보다 높게 형성될 수 있다.
- [0081] 도 9를 참조하면, 재료 토출부(120)는 건축물(10)의 길이(L1, L1') 만큼 이동하게 되는데, 건축물(10)의 길이(L1)가 짧은 경우에는 재료 토출부(120)에 연결된 제1 지지케이블(131)을 지지하는 제1 폴리의 높이(H6', H6'')가 낮으나 높으나 재료 토출부(120)와 재료 공급관(110)의 하단부(113)는 수직 자세를 유지할 수 있다(L1 지점에서의 점선 그림 참조). 하지만, 건축물(10)의 길이(L1')가 긴 경우에는 재료 토출부(120)에 연결된 제1 지지케이블(131)을 지지하는 제1 폴리의 높이(H6')가 높으면 재료 토출부(120)와 재료 공급관(110)의 하단부(113)가 수직 자세를 유지할 수 있지만 제1 폴리의 높이(H6'')가 낮으면 재료 토출부(120)와 재료 공급관(110)의 하단부(113)는 수직 자세를 유지하지 못하고 제1 지지케이블(131)이 당기는 힘 때문에 기울어질 수 있다(L1' 지점에서의 점선 그림 참조). 따라서, 재료 토출부(120)와 재료 공급관(110)의 하단부(113)가 수직 자세를 유지하면서 건축물(10)의 모든 지점까지 이동할 수 있기 위해서는 제1 폴리(161)의 높이(H6) 즉, 수직 지지대(101)의 높이(H1)가 건축물(10)의 최대 높이(H1) 보다 충분히 높아야 한다. 이러한 높이 관계는 피타고라스의 정리로부터 유도될 수 있다.

- [0082] 한편, 도 10에는 재료 토출부(120)가 도시되어 있다. 재료 토출부(120)는 건축물(10)을 만들기 위한 재료(예를 들면, 액상의 비빔 시멘트)를 토출시키는 노즐(nozzle)이라고 할 수 있다.
- [0083] 도 10을 참조하면, 재료 토출부(120)는, 재료 공급관(110)에 직접 연결되는 하우징(121), 하우징(121)의 내부에 마련되어 재료를 아래쪽으로 이송하는 재료 이송부(125) 및 재료 이송부(125)를 회전시키는 이송 구동부(124)를 포함할 수 있다. 이때, 재료 공급관(110)에서 공급된 재료는 재료 이송부(125)가 회전함에 따라 아래쪽으로 이동하여 토출구(123)를 통해 토출됨으로써 재료가 프린팅 되어 건축물(10)이 만들어지게 된다.
- [0084] 도 10에 도시된 바와 같이, 재료 토출부(120)에는 재료 공급관(110)에서 공급된 재료를 일시 저장하는 체임버(chamber)와 같은 구성이 없다. 재료 공급관(110)을 통해서 공급되는 무거운 토출 재료가 곧바로 직접 재료 토출부(120)의 하우징(121) 안으로 공급되는 구조이다. 만약, 재료 토출부(120)에 무거운 중량의 재료가 저장되는 체임버와 같은 구조가 있으면, 재료 토출부(120)에 걸리는 하중이 증가하여 재료 토출부(120)의 위치 또는 자세를 제어하는 것이 쉽지 않을 수 있다.
- [0085] 이와 같이, 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)는 재료 토출부(120)의 하우징(121)에 재료 공급관(110)이 직접 연결되기 때문에 재료 공급관(110)에서 공급된 무거운 중량의 재료를 일시 저장하거나 가두어 두는 체임버가 필요 없고, 재료 토출부(120)의 막힘 현상 또는 맥동 현상을 방지할 수 있다. 보다 자세히 말하면, 재료 이송부(125)가 나선 또는 스파이럴 형태 또는 스크류 형상의 블레이드(미도시)를 포함하는데, 이러한 블레이드에 의해서 무거운 중량의 재료가 곧바로 토출구(123)를 통해 토출되는 것을 차단할 수 있기 때문에 재료 토출부(120)의 막힘 현상 또는 맥동 현상을 방지할 수 있다.
- [0086] 도 10을 참조하면, 하우징(121)의 하부에는 원추형의 노즐 캡(122)이 체결되고, 노즐 캡(122)에는 재료가 토출되는 토출구(123)가 마련될 수 있다. 여기서, 토출구(123)에는 재료의 토출을 단속하는 즉, 재료를 토출하거나 토출을 차단하는 토출개폐부(미도시)가 형성될 수 있다. 상기 토출개폐부는 토출구(123)를 열고 닫는 도어 기능을 하는 부재로서, 토출 작업을 하는 경우에는 토출구(123)를 개방하지만, 토출을 중단하고 다음 토출 지점(프린팅 지점)으로 재료 토출부(120)를 이동하거나 잘못된 지점에서 토출이 발생한 경우에는 토출구(123)를 단도록 작동될 수 있다. 상기 토출개폐부는 프린팅 제어부(200)에 의해서 작동이 제어될 수 있다.
- [0087] 하우징(121)의 내부에는 재료 이송부(125)를 회전시키는 이송 구동부(124)가 마련될 수 있는데, 이송 구동부(124)는 재료 이송부(125)를 회전시킬 수 있는 모터 또는 전동기로 마련된다. 이송 구동부(124) 역시 프린팅 제어부(200)에 의해서 작동이 제어될 수 있다.
- [0088] 한편, 재료 토출부(120)는, 토출구(123)가 원형이 아닌 경우에 토출구(123)의 방향을 회전시키는 노즐 회전부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 재료 토출부(120)가 재료를 토출하면서 토출 경로를 변경해야 하는 경우에, 토출구(123)가 원형인 경우에는 방향에 따른 토출 형태의 차이가 없지만, 토출구(123)가 만약 직사각형 모양인 경우에는 장변 방향으로 이송되거나 단변 방향으로 이송되는 경우 각각 토출 형태가 달라질 수 있다. 따라서, 토출 형태가 달라지는 것을 방지하기 위해서 상기 노즐 회전부를 구비하여 재료 토출부(120)를 회전시킬 수도 있다. 이때, 상기 노즐 회전부는 프린팅 제어부(200)에 의해서 작동이 제어될 수 있다.
- [0089] 본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)는 도 7에 도시된 바와 같은 프린팅 제어부(200)를 포함할 수 있다. 프린팅 제어부(200)는 재료 토출부(120), 케이블 와인딩부(140) 또는 상기 펌핑 구동부의 작동을 제어할 뿐만 아니라, 이송 구동부(124), 상기 노즐 회전부는 또는 상기 토출개폐부 등의 작동도 제어할 수 있다.
- [0090] 프린팅 제어부(200)의 가장 중요한 기능은 재료 토출부(120)의 토출(프린팅) 작동 및 위치를 제어하는 것이다. 이를 위해, 프린팅 제어부(200)는, 재료 토출부(120)에 마련되어 재료 토출부(120)의 이동 거리, 경로 또는 위치를 감지하는 제1 센서(210), 제1 지지케이블(131) 또는 제2 지지케이블(132) 중 적어도 하나에 마련되어 제1 지지케이블(131) 또는 제2 지지케이블(132)이 감기거나 풀린 길이를 감지하는 제2 센서(220), 제1 지지케이블(131) 또는 제2 지지케이블(132) 중 적어도 하나에 마련되어 지지케이블에 걸리는 장력 또는 진동을 감지하는 장력센서(230), 제1 센서(210) 또는 제2 센서(220)의 감지 결과를 이용하여 재료 토출부(120)의 이동 길이 또는 제1 지지케이블(131) 또는 제2 지지케이블(132)이 감기거나 풀린 길이를 산출하는 길이 산출부(240) 및 길이 산출부(240)에서 산출된 길이 정보 또는 장력센서(230)에서 산출된 장력 정보를 이용하여 케이블 와인딩부(140)의 구동을 제어하는 제어부(250)를 포함할 수 있다.
- [0091] 제1 센서(210)는 재료 토출부(120)가 사전에 입력된 프린팅 경로를 따라서 정확하게 이동하고 있는지 여부를 감지하는 센서로서, 광센서 등으로 마련될 수 있다. 예를 들면, 제1 센서(210)는 재료 토출부(120)의 토출구(12

3)에 마련되어, 토출구(123)와 프린팅된 재료의 상면 사이의 거리(간격)를 센싱함으로써 재료 토출부(120)가 입력된 프린팅 경로를 따라서 이동하고 있는지 감지할 수 있다. 센싱 결과 입력된 프린팅 경로를 벗어난 것으로 판단된 경우 프린팅 제어부(200)는 재료 토출부(120)의 이송 구동부(124)의 작동을 멈추고 상기 토출개폐부를 제어하여 토출구(123)를 닫을 수 있다. 토출구(123)를 닫은 상태에서 케이블 와인딩부(140)를 작동시켜서 재료 토출부(120)가 정확한 프린팅 경로 상에 위치하도록 제어할 수 있다.

[0092] 제2 센서(220)는 제1 지지케이블(131) 또는 제2 지지케이블(132) 중 적어도 하나에 마련되는 가속도 센서 등으로 마련될 수 있다. 케이블 와인딩부(140)가 작동함에 따라 제1 또는 제2 지지케이블(131,132)이 풀리거나 감긴 길이를 감지하여 재료 토출부(120)의 XYZ축 상에서의 위치를 제어할 수 있다.

[0093] 장력센서(230)는 제1 지지케이블(131) 또는 제2 지지케이블(132) 중 적어도 하나에 마련되어 제1 또는 제2 지지케이블(131,132)에 걸리는 장력을 감지할 수 있다. 프린팅 제어부(200)에는 제1 및 제2 지지케이블(131,132)의 한계 장력 또는 허용 장력 값이 입력되고, 장력센서(240)에서 감지된 장력값과 한계 장력 또는 허용 장력 값을 비교하여 재료 토출부(120)가 수직 자세를 유지하고 있는지 또는 제1 또는 제2 지지케이블(131,132)의 파손 위험성이 있는지 감지하고 그 결과를 제어부(250)에 전송하여 케이블 와인딩부(140)의 작동을 제어할 수 있다.

[0094] 예를 들면, 작업 현장에 강한 바람이 불어서 재료 토출부(120)가 흔들리는 경우에는 작업을 중단해야 하는데, 바람에 의해서 재료 토출부(120)가 수직 자세를 유지하지 못하고 흔들리게 되면 제1 또는 제2 지지케이블(131,132)에 걸리는 장력 변화가 심하게 일어나고, 이를 장력센서(230)가 감지하여 재료 토출부(120)의 이동을 중단할 수 있다. 또한, 재료 토출부(120)에 막동 현상이나 막힘 현상이 일어나면 재료 토출부(120)에 걸리는 하중이 증가하게 되고 이에 따라 제1 또는 제2 지지케이블(131,132)에 걸리는 장력 변화를 장력센서(230)가 감지하여 재료 토출부(120)의 이동이 중단되도록 케이블 와인딩부(140)를 제어할 수도 있다.

[0095] 이와 같이, 제어부(250)는, 길이 산출부(240)의 길이 정보를 이용하여 사전에 입력된 프린팅 경로를 따라 재료 토출부(120)가 움직이도록 케이블 와인딩부(140)를 제어하거나, 장력센서(230)의 장력 정보(장력 값)를 이용하여 재료 토출부(120)가 수직 자세를 유지하도록 케이블 와인딩부(140)를 제어할 수 있다.

[0096] 또한, 제어부(250)는 재료 토출부(140)의 위치 또는 수직 자세 유지 여부에 따라 재료 토출부(120)에서 재료가 토출되는 상태를 제어하거나 단속할 수 있다.

[0097] 프린팅 제어부(200)는 출력부(260)를 포함할 수 있는데, 출력부(260)는 제1 및 제2 센서(210,220), 장력센서(230), 길이산출부(240) 등의 출력값을 사용자에게 시각적으로 보여 줄 수 있는 디스플레이라고 할 수 있다. 출력부(260)는 별도로 구비될 수도 있지만, 사용자의 스마트폰이 출력부(260)의 기능을 할 수도 있다.

[0098] 도 11은 도 7에 따른 프린팅 제어부에 의한 프린팅 제어 방법을 설명하는 순서도이다. 도 11을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)의 프린팅 제어 방법은, 제1 센서(210) 및 제2 센서(220)를 통해 케이블 와인딩부(140)의 와이어 드럼(142,143)의 회전 또는 재료 토출부(120)의 위치를 감지하는 단계(S110), 제1 및 제2 센서(210,220)의 센서값을 이용하여 지지케이블(131,132) 또는 재료 토출부(120)의 이동 길이를 산출하는 단계(S120), 장력센서(230)를 통해 지지케이블(131,132)의 장력을 감지하는 단계(S130) 및 재료 토출부(120)의 이동길이 및 장력을 포함하는 지지케이블(131,132)의 상태 정보를 출력하는 단계(S140)를 포함할 수 있다.

[0099] 프린팅 제어부(200)는 상기 단계 S110~S140을 통해서 재료 토출부(120)의 위치, 수직 자세 등을 제어하게 된다.

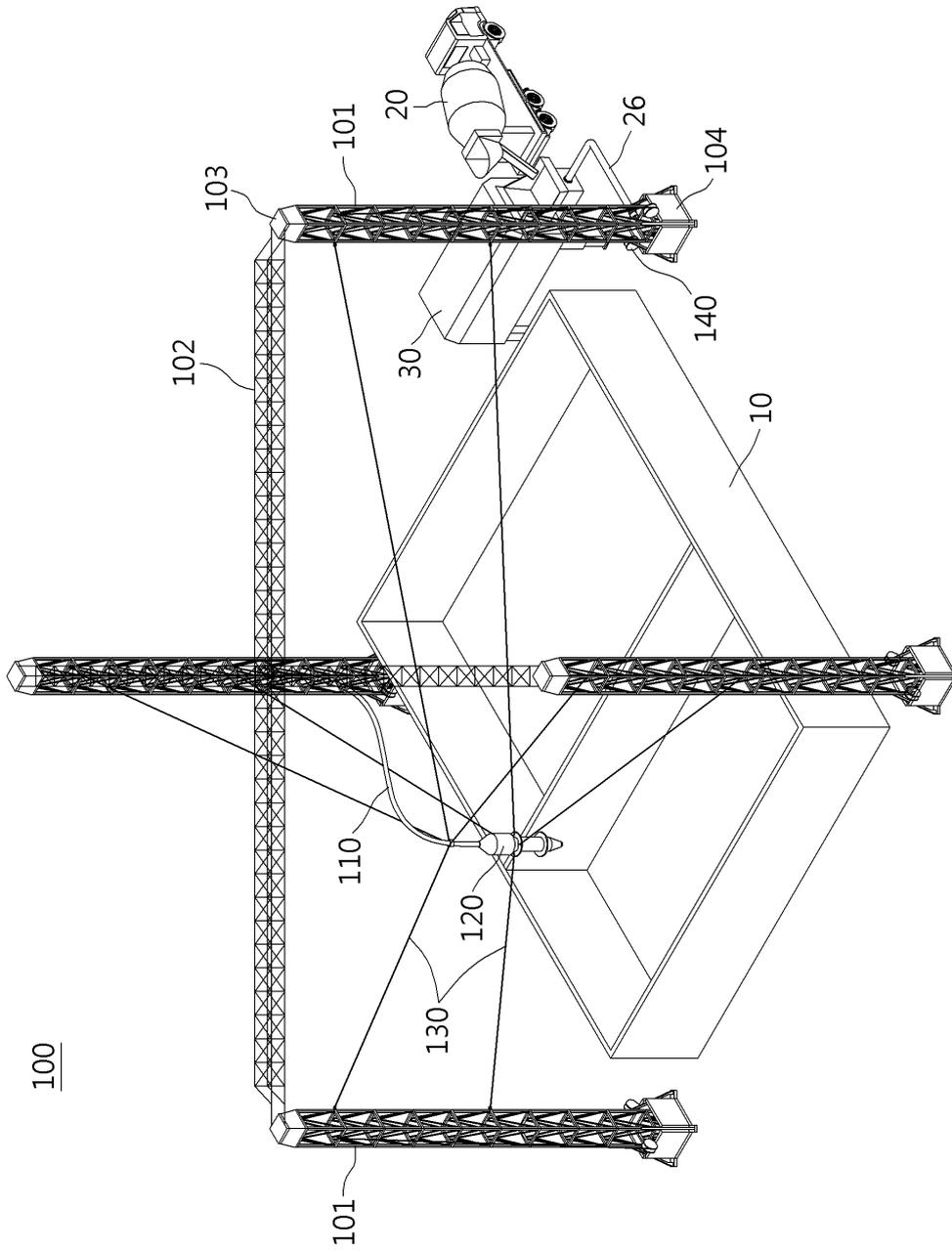
[0100] 상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 현수식 3차원 프린팅 장비(100)는 프린팅 제어부(200)를 구비함으로써, 건축물의 현장 일체화 시공 시에 종합적인 제어가 필요한, 지지케이블(또는 와이어), 케이블 와인딩부, 재료 공급관, 재료 펌핑부(또는 펌프) 또는 재료 토출부(또는 노즐) 등을 독립적으로 제어함으로써 프린팅 작업의 정밀도를 높일 수 있다.

[0102] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

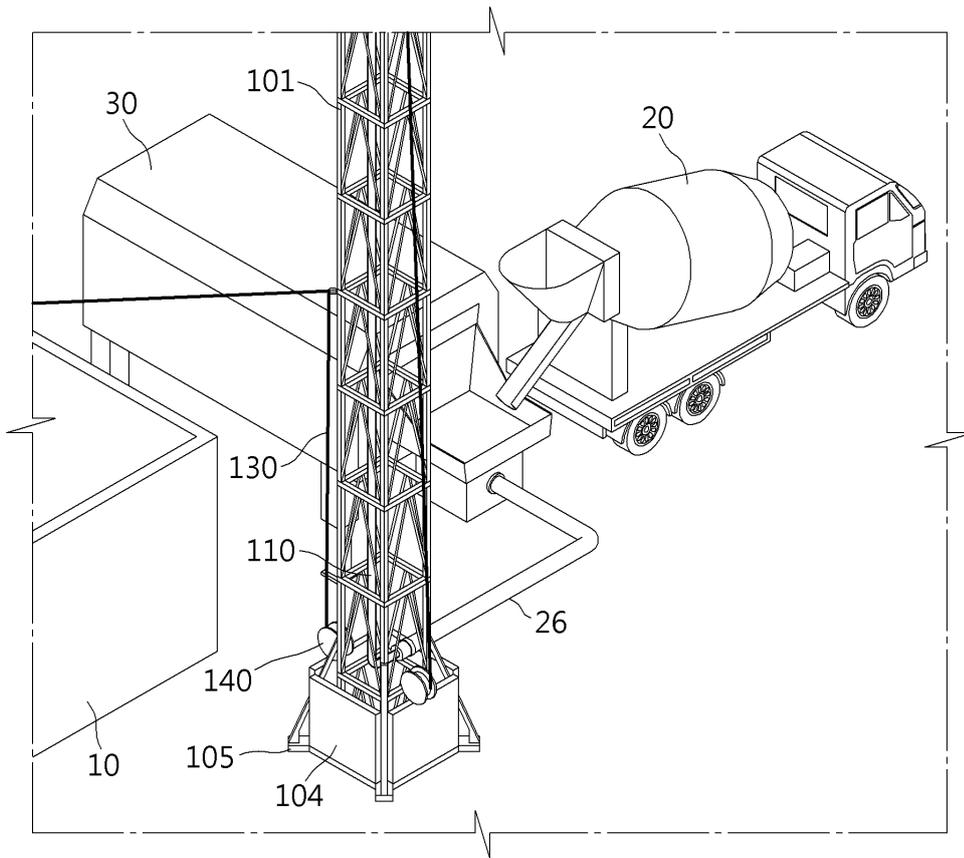
부호의 설명

[0103]	10: 건축물	20: 재료 공급부
	30: 재료 펌핑부	100: 현수식 3차원 프린팅 장비
	101: 수직 지지대	102: 수평 지지대
	110: 재료 공급관	120: 재료 토출부
	125: 재료 이송부	130: 지지케이블
	131: 제1 지지케이블	132: 제2 지지케이블
	140: 케이블 와인딩부	142,143: 와이어 드럼
	200: 프린팅 제어부	210: 제1 센서
	220: 제2 센서	230: 장력센서

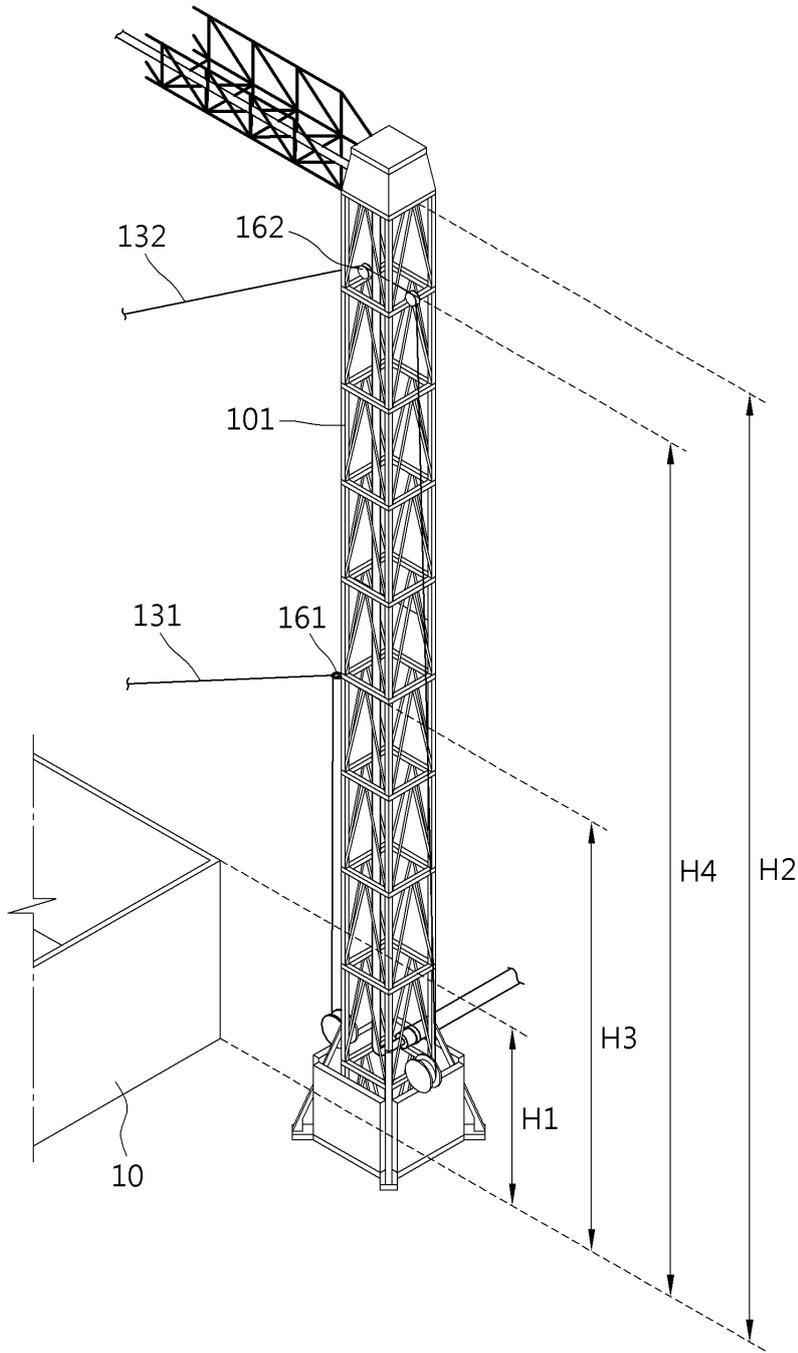
도면
도면1



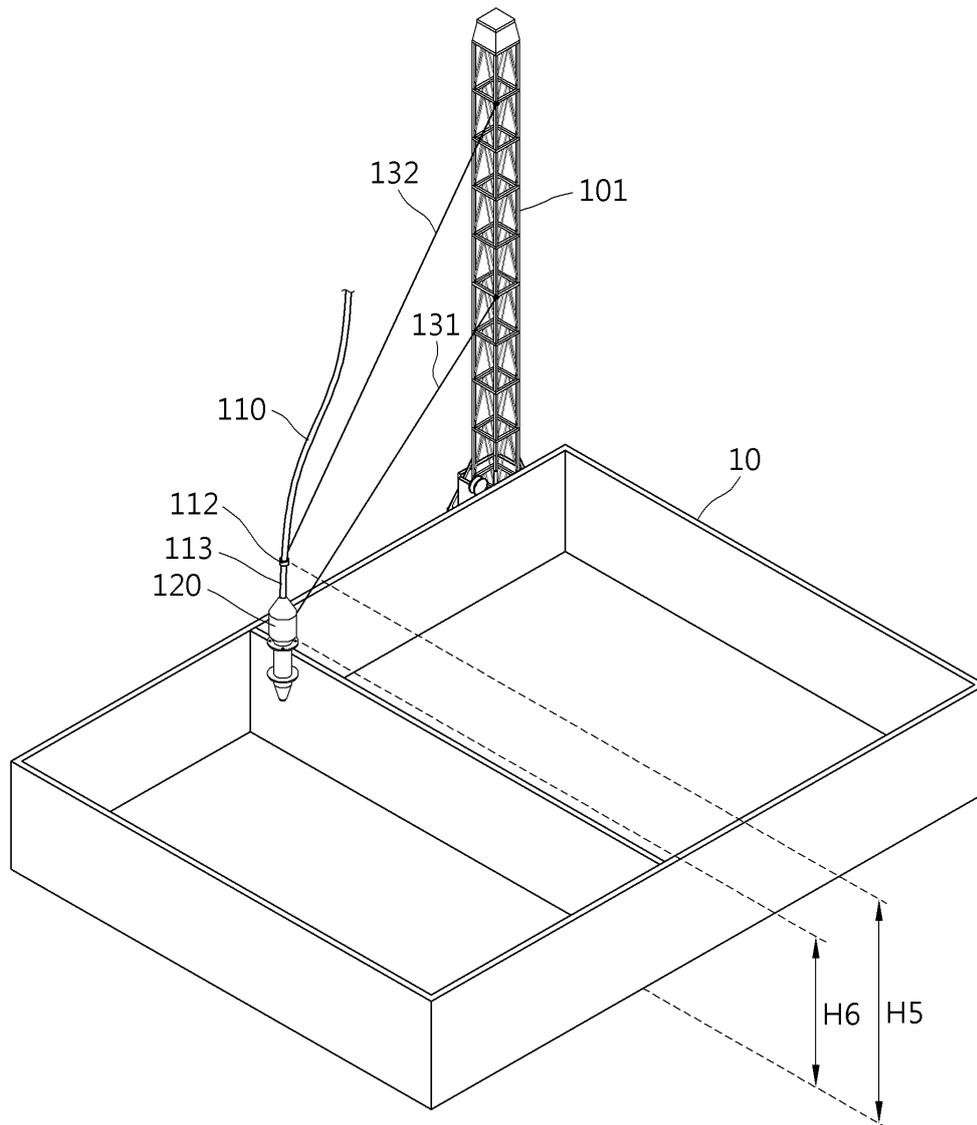
도면2



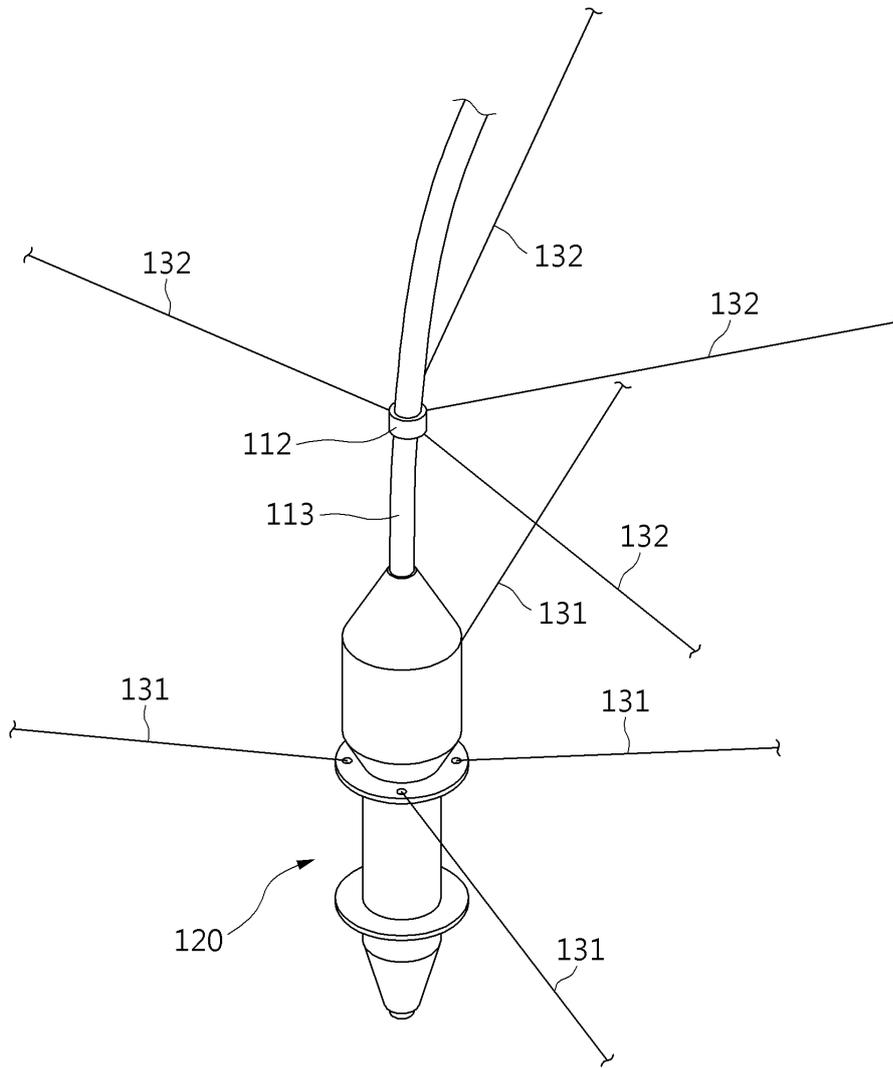
도면3



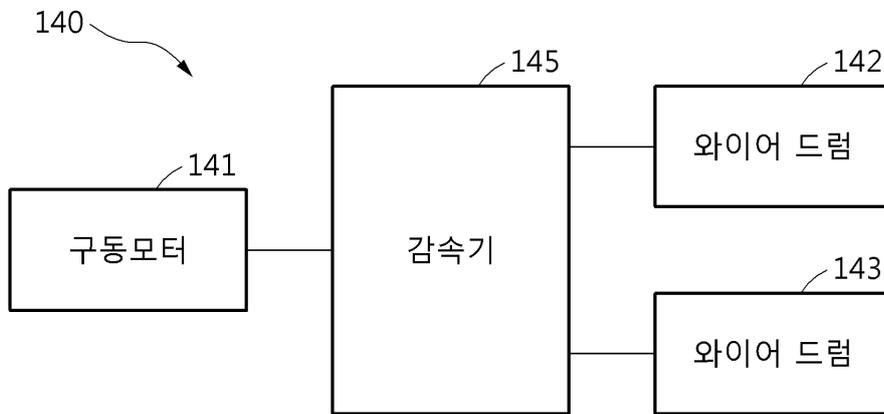
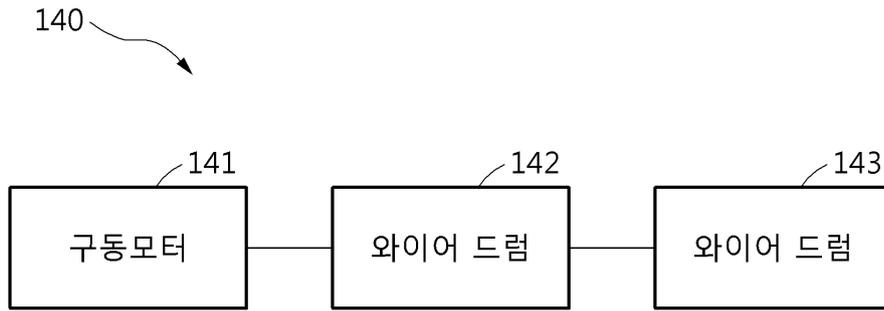
도면4



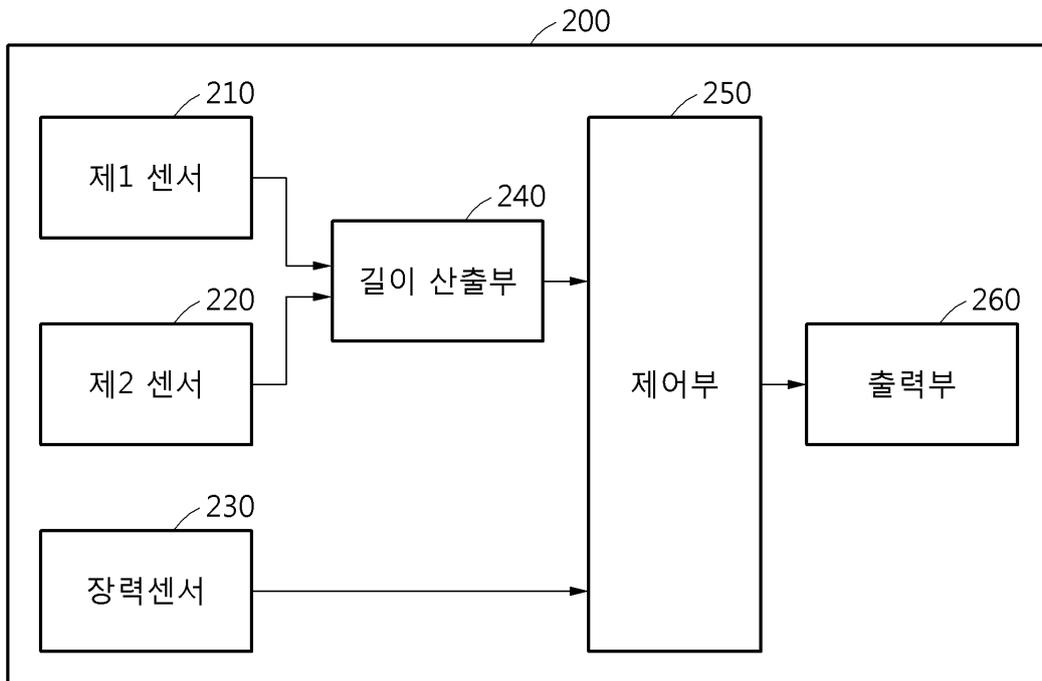
도면5



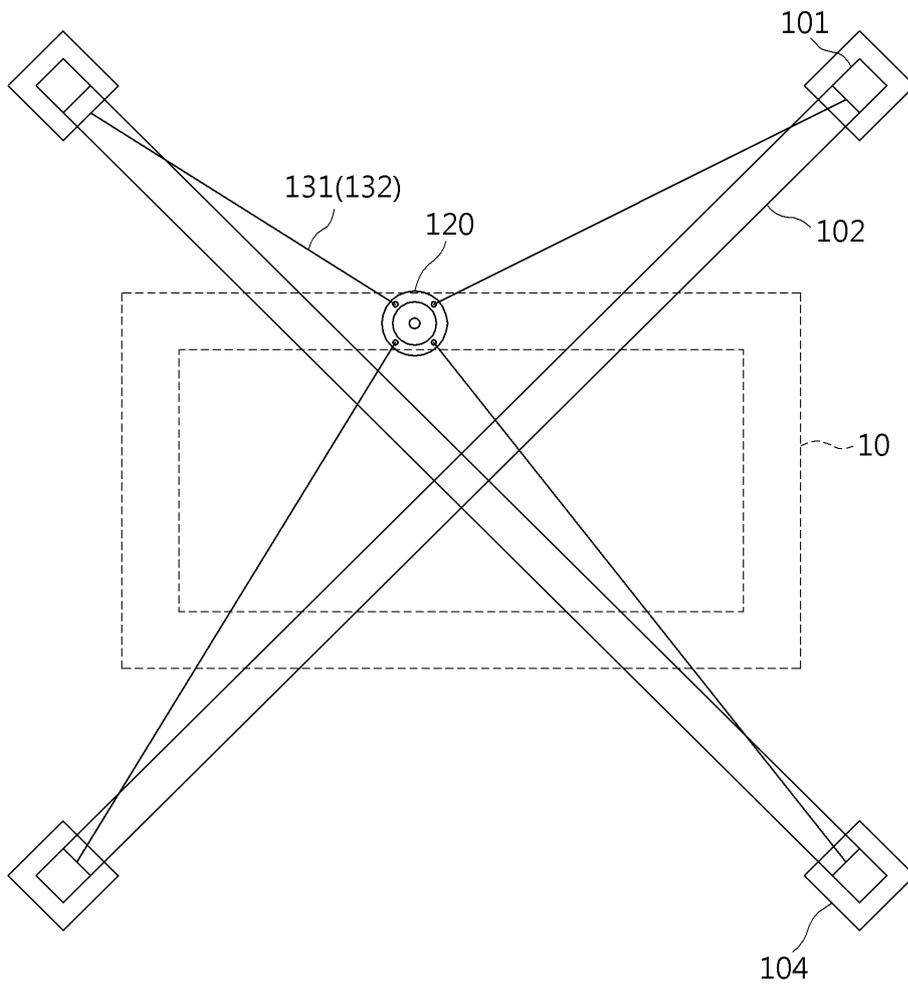
도면6



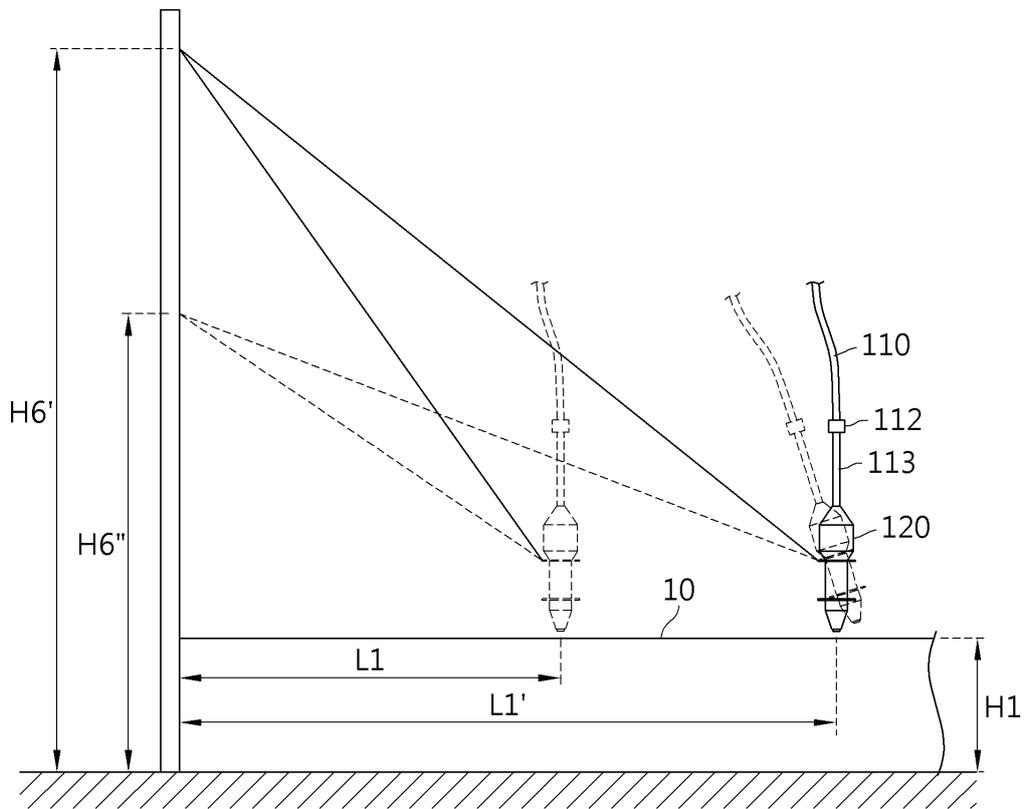
도면7



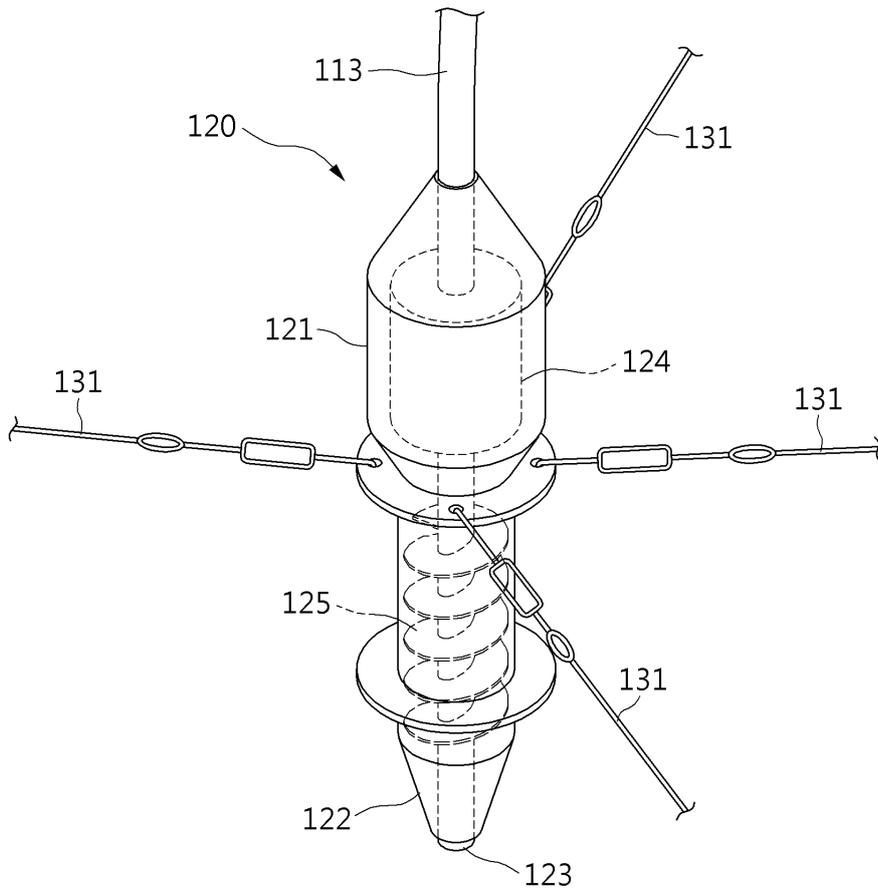
도면8



도면9



도면10



도면11

