



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0057841
(43) 공개일자 2020년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 64/393 (2017.01) B29C 64/209 (2017.01)
B33Y 30/00 (2015.01) B33Y 50/02 (2015.01)
(52) CPC특허분류
B29C 64/393 (2017.08)
B29C 64/209 (2017.08)
(21) 출원번호 10-2018-0140692
(22) 출원일자 2018년11월15일
심사청구일자 2018년11월15일

(71) 출원인
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
김동수
대전광역시 서구 청사로 70, 106동 802호(월평동, 누리아파트)
김민하
대전광역시 유성구 학하서로 166, 다솜 301호(덕명동)
(74) 대리인
이은철, 이우영

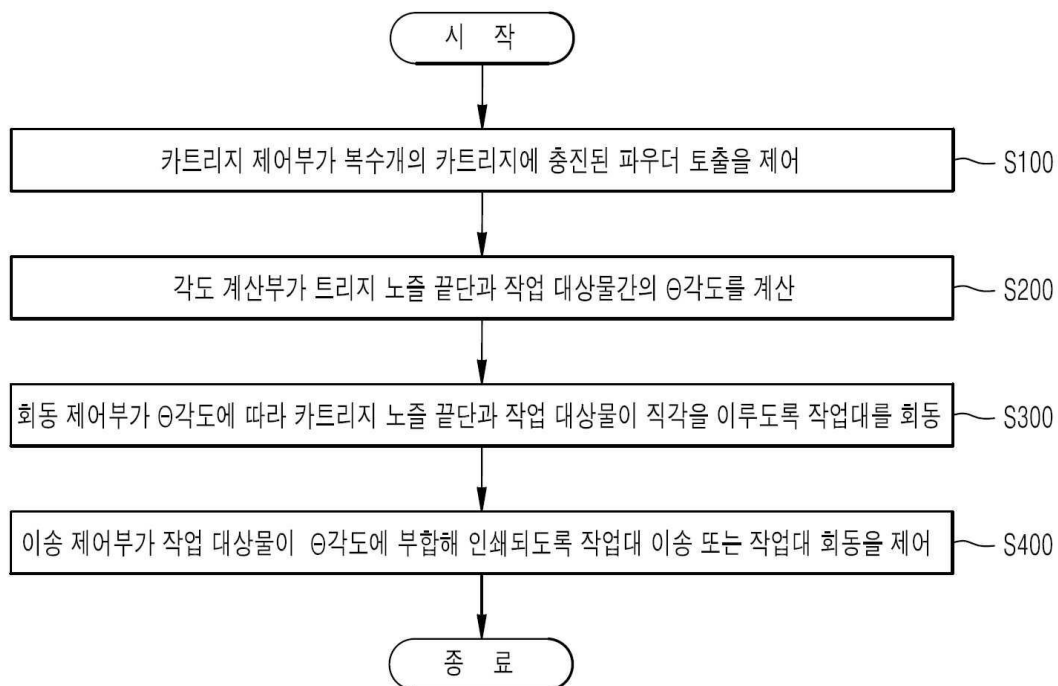
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치 및 방법을 개시한다. 보다 구체적으로 본 발명은, 카트리지 제어부가 복수개의 카트리지에 충전된 파우더 토출을 제어하는 (a) 단계; 각도 계산부가 업로드된 작업 대상 이미지를 스캔하고, 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물간의 θ 각도를 계산하는 (b) 단계; 회동 (뒷면에 계속)

대표도 - 도3



제어부가 계산된 각도에 따라 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루도록 작업대를 회동시키는 (c) 단계; 및 이송 제어부가 작업 대상물이 계산된 각도에 부합해 인쇄되도록 작업대 이송 또는 작업대 회동을 제어하는 (d) 단계를 포함한다.

이에 본 발명에 따르면, 서로 성격이 다른 이종의 잉크 토출 및 적층함으로써, 점도 특성이 상이한 재료들이 혼재되는 제품 제작을 가능하게 하고, x, y, z축 외에 디스펜서의 θ 각도를 조절하여 작업대를 원하는 각도로 회동시켜 곡면, 경사면 및 직각인 면에 대한 인쇄가 가능하다.

(52) CPC특허분류

B33Y 50/02 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018R1A6A1A03026005
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 이공학학술연구기반구축
연구과제명 인쇄전자3D프린팅공학연구소
기 여 율 1/3
주관기관 한밭대학교
연구기간 2018.06.01 ~ 2019.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711049471
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(미래부)
연구과제명 롤투를 나노/마이크로 복합 프린팅 시스템 개발
기 여 율 1/3
주관기관 한밭대학교
연구기간 2017.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711033741
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 연구성과실용화진흥원
연구사업명 산학연협력활성화지원(연구성과실용화진흥원)
연구과제명 인쇄전자용 초정밀 롤투를 장비기반 이차전지의 고신뢰성 파우치 사업화
기 여 율 1/3
주관기관 (주)탑앤씨
연구기간 2014.09.01 ~ 2019.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수개의 카트리지에 충전된 파우더 토출을 제어하는 카트리지 제어부;

업로드된 작업 대상 이미지를 스캔하고, 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물간의 각도를 계산하는 각도 계산부;
및

계산된 θ 각도에 따라 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루도록 작업대를 회동시키는 회동 제어부를

포함하는 것을 특징으로 하는 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 카트리지 제어부는,

상기 카트리지 각각의 노즐 끝단이 상/하 수평을 이루는지 여부를 감지하는 센서모듈; 및

감지결과를 토대로 어느 하나의 카트리지의 노즐 끝단을 기준으로 다른 하나의 카트리지 노즐 끝단이 수평을 이루도록 미세조정하는 보정모듈을

포함하는 것을 특징으로 하는 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 각도 계산부는,

상기 카트리지로부터의 파우더 토출과 작업대 이송에 따라 실시간으로 가변되는 각도를 계산하되,

계산 각도는 카트리지 노즐 끝단을 기준으로 x축, y축 또는 z축으로 0도 내지 90도의 θ 각도인 것을 특징으로 하는 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 회동 제어부는,

상기 θ 각도에 부합하도록 작업대를 회동시키고, 작업대 회동을 통해 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루되,

상기 θ 각도가 x축을 기준으로 수평을 유지하도록 작업대 회동을 제어하는 것을 특징으로 하는 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치.

청구항 5

(a) 카트리지 제어부가 복수개의 카트리지에 충전된 파우더 토출을 제어하는 단계;

(b) 각도 계산부가 업로드된 작업 대상 이미지를 스캔하고, 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물간의 θ 각도를 계산하는 단계;

(c) 회동 제어부가 계산된 각도에 따라 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루도록 작업대를 회동시키는 단계; 및

(d) 이송 제어부가 작업 대상물이 계산된 각도에 부합해 인쇄되도록 작업대 이송 또는 작업대 회동을 제어하는 단계를

포함하는 것을 특징으로 하는 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

(a-1) 카트리지 제어부가 카트리지 각각의 노즐 끝단이 상/하 수평을 이루는지 여부를 감지하는 단계; 및

(a-2) 상기 (a-1) 단계의 감지결과 상/하 수평이 이뤄지지 않는 경우, 카트리지 제어부가 어느 하나의 카트리지의 노즐 끝단을 기준으로 다른 하나의 카트리지 노즐 끝단이 수평을 이루도록 미세조정을 수행하는 단계를

포함하는 것을 특징으로 하는 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

(b-1) 각도 계산부가 업로드된 작업 대상 이미지를 스캐닝하는 단계; 및

(b-2) 각도 계산부가 카트리지 노즐 끝단과 파우더가 도포되는 작업 대상물간의 θ 각도를 계산하는 단계를

포함하는 것을 특징으로 하는 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c-1) 회동 제어부가 상기 θ 각도에 부합하도록 작업대를 회동하는 단계; 및

(c-2) 회동 제어부가 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루도록 작업대 회동을 제어하는 단계를

포함하는 것을 특징으로 하는 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 서로 성격이 다른 이종의 잉크 토출 및 적층이 가능하고, x, y, z축 외에 디스펜서의 θ 각도를 조절하여 작업대를 원하는 각도로 회동시켜 곡면, 경사면 및 직각인 면에 대한 인쇄가 가능한 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3차원 (3D) 프린팅은 설계로부터 임의의 형상에 대한 3차원 물체를 제조하기 위한 공정으로, 파우더, 플라스틱 가루, 액체 또는 실을 층으로 겹겹이 쌓아올리는 방식인 적층형 방식, 큰 덩어리를 깎아 조각하는 방식인 절삭형 방식이 있다.

[0003] 종래의 3D프린터의 주재료는 플라스틱이었지만, 이제는 3D프린터기가 널리 보급되어 여러 분야에 쓰이게 되었다. 그래서 재료도 초콜릿 등의 음식재료, 나일론, 금속, 세라믹 등으로 다양해졌고, 치아, 인공 관절 또는 두개골 등을 제조하는 의료 부분, 신발 또는 드레스 등을 제조하는 의류 부분, 수도관, 내외벽 또는 실내디자인

등을 제조하는 건축 부분 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

- [0004] 그러나, 종래의 3D 프린터는 그 해상도가 낮아 0.1~0.01mm 이하 수준의 미세 가공이 불가능하고, 3D 프린팅 공정이 고온에서 진행되기 때문에 금속이나 반도체 등 전자회로용 재료를 소화할 수 없다는 문제점이 있다.
- [0005] 또한, 산업계에서 0.001mm 수준의 초미세 무늬를 인쇄하는 3D 프린팅 기술이 개발된바 있으나, 이 기술을 적용해 실제로 곡면, 경사면 또는 직각인 면에 대한 전자인쇄 기술의 상용화는 요원한 실정이다.
- [0006] 이처럼 곡면, 경사면 또는 직각인 면에 대한 전자인쇄가 가능하다면 착용이 가능하고 비정형 입체 구조로 소형화된 전자 디바이스에 대한 인쇄가 가능하고, 슈퍼커패시터를 포함한 이차전지나 디스플레이 소자, 바이오 헬스 장비, 정보통신기기에 대한 제작도 가능할 것이다.
- [0007] 이에 본 출원인은 상기의 문제점을 고려하여 작업대(빌드 플레이트 또는 디스펜서)를 원하는 θ 각도로 회동시켜 곡면, 경사면 및 직각인 면에 대한 인쇄가 가능하게 하는 본 발명을 착안하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1518087호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 목적은, 서로 성격이 다른 이중의 잉크 토출 및 적층함으로써, 점도 특성이 상이한 재료들이 혼재되는 제품 제작을 가능하게 하고, x, y, z축 외에 디스펜서의 θ 각도를 조절하여 작업대를 원하는 각도로 회동시켜 곡면, 경사면 및 직각인 면에 대한 인쇄가 가능하게 하는 4D 프린팅 장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치는, 복수개의 카트리지에 충전된 파우더 토출을 제어하는 카트리지 제어부; 업로드된 작업 대상 이미지를 스캔하고, 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물간의 각도를 계산하는 각도 계산부; 및 계산된 θ 각도에 따라 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루도록 작업대를 회동시키는 회동 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 바람직하게는, 카트리지 제어부는, 카트리지 각각의 노즐 끝단이 상/하 수평을 이루는지 여부를 감지하는 센서 모듈; 및 감지결과를 토대로 어느 하나의 카트리지의 노즐 끝단을 기준으로 다른 하나의 카트리지 노즐 끝단이 수평을 이루도록 미세조정하는 보정모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 각도 계산부는 카트리지로부터의 파우더 토출과 작업대 이송에 따라 실시간으로 가변되는 각도를 계산하되, 계산 각도는 카트리지 노즐 끝단을 기준으로 x축, y축 또는 z축으로 0도 내지 90도의 θ 각도인 것을 특징으로 한다.
- [0013] 회동 제어부는 θ 각도에 부합하도록 작업대를 회동시키고, 작업대 회동을 통해 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루되, θ 각도가 x축을 기준으로 수평을 유지하도록 작업대 회동을 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 전술한 장치를 기반으로 하는 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법은, 카트리지 제어부가 복수개의 카트리지에 충전된 파우더 토출을 제어하는 (a) 단계; 각도 계산부가 업로드된 작업 대상 이미지를 스캔하고, 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물간의 θ 각도를 계산하는 (b) 단계; 회동 제어부가 계산된 각도에 따라 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루도록 작업대를 회동시키는 (c) 단계; 및 이송 제어부가 작업 대상물이 계산된 각도에 부합해 인쇄되도록 작업대 이송 또는 작업대

회동을 제어하는 (d) 단계를 포함한다.

[0015] 바람직하게는 (a) 단계는, 카트리지 제어부가 카트리지 각각의 노즐 끝단이 상/하 수평을 이루는지 여부를 감지하는 (a-1) 단계; 및 (a-1) 단계의 감지결과 상/하 수평이 이뤄지지 않는 경우, 카트리지 제어부가 어느 하나의 카트리지의 노즐 끝단을 기준으로 다른 하나의 카트리지 노즐 끝단이 수평을 이루도록 미세조정을 수행하는 (a-2) 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] (b) 단계는, 각도 계산부가 업로드된 작업 대상 이미지를 스캐닝하는 (b-1) 단계; 및 각도 계산부가 카트리지 노즐 끝단과 파우더가 도포되는 작업 대상물간의 θ 각도를 계산하는 (b-2) 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] (c) 단계는, 회동 제어부가 상기 θ 각도에 부합하도록 작업대를 회동하는 (c-1) 단계; 및 회동 제어부가 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루도록 작업대 회동을 제어하는 (c-2) 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따르면, 서로 성격이 다른 이중의 잉크 토출 및 적층함으로써, 점도 특성이 상이한 재료들이 혼재되는 제품 제작을 가능하게 하고, x, y, z축 외에 디스펜서의 θ 각도를 조절하여 작업대를 원하는 각도로 회동시켜 곡면, 경사면 및 직각인 면에 대한 인쇄가 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0019] 본 명세서에서 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 것이며, 후술하는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치를 도시한 블록도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치의 회동 제어부의 작동양태를 도시한 예시도.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법을 도시한 순서도.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법의 제S100단계의 세부과정을 도시한 순서도.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법의 제S200단계의 세부과정을 도시한 순서도.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법의 제S300단계의 세부과정을 도시한 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.

[0021] 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해 질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치(100)를 도시한 블록도이다.

- [0023] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예가 적용되는 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치(100)는, 복수개의 카트리지에 충전된 파우더 토출을 제어하는 카트리지 제어부(102)와, 업로드된 작업 대상 이미지를 스캔하고, 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물간의 각도를 계산하는 각도 계산부(104)와, 계산된 각도에 따라 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루도록 작업대를 회동시키는 회동 제어부(106), 및 작업 대상물이 계산된 각도에 부합해 인쇄되도록 작업대 이송 또는 작업대 회동을 제어하는 이송 제어부(108)를 포함하여 구성된다.
- [0024] 구체적으로, 카트리지 제어부(102)는 단일 디스펜서에 구비된 복수개의 카트리지 간의 상/하 정렬이 일치하도록 제어하고, 작업 대상의 재질 또는 점도 특성에 따라 서로 다른 이종의 파우더가 충전될 수 있다.
- [0025] 예컨대, 카트리지는 파우더의 점도 특성에 따라 저점도 파우더를 수용한 서멀버블 카트리지 또는 중점도 파우더를 수용한 피에조 카트리지가 혼재되어 구비될 수 있다. 또한, 파우더의 색상에 따라 다수의 카트리지가 구비될 수 있다.
- [0026] 또한, 카트리지 제어부(102)는 디스펜서에 구비된 센서모듈(102a)을 통해 카트리지 각각의 노즐 끝단이 상/하 수평을 이루는지 여부를 감지하고, 보정모듈(102b)이 감지결과를 토대로 어느 하나의 카트리지의 노즐 끝단을 기준으로 다른 하나의 카트리지 노즐 끝단이 수평을 이루도록 미세조정을 수행한다.
- [0027] 아울러, 카트리지 제어부(102)는 카트리지로부터 토출되어 적층된 파우더에 자외선을 조사하여 경화시키는 UV모듈(102c)을 포함하여 구성된다.
- [0028] 각도 계산부(104)는 CCD(Charge Coupled Device)카메라(104a)를 통해 업로드된 작업 대상 이미지를 기준으로 카트리지 노즐 끝단과 파우더가 도포되는 작업 대상물간의 각도를 계산하여 회동 제어부(106)로 인가한다.
- [0029] 이때, 각도 계산부(104)는 카트리지로부터의 파우더 토출과 작업대 이송에 따라 실시간으로 가변되는 각도를 계산하며, 계산 각도는 카트리지 노즐 끝단을 기준으로 x축, y축 또는 z축으로 0도 내지 90도의 θ 각도를 갖는다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 회동 제어부(106)는 각도 계산부(104)로부터 인가받은 각도 계산 값(이하, ' θ 각도' 이라고 함)에 부합하도록 작업대를 회동시키고, 작업대 회동을 통해 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루고, θ 각도가 x축을 기준으로 수평을 유지하도록 작업대 회동을 제어한다.
- [0031] 예컨대, 파우더가 도포된 면과 수직인 면에 이종의 파우더를 도포하는 경우, 회동 제어부(106)가 인가받은 90도의 각도에 부합하도록 파우더가 기 도포된 면을 기준으로 90도의 각도로 작업대를 회동시킴과 동시에 각도가 x축을 기준으로 수평을 유지하도록 회동시키고, 인쇄 대상면에 이종의 파우더가 도포된 이후, 인가받은 θ 각도가 0도인 경우, x축을 기준으로 수평을 유지하도록 작업대를 원위치로 복귀시키게 된다.
- [0032] 이송 제어부(108)는 업로드된 작업 대상 이미지와 각도 계산부(104)로부터 인가받은 θ 각도에 부합하도록 작업대 이송을 제어하고, 카트리지 제어부(102)에 의해 토출되는 파우더 상단과 카트리지 노즐 끝단이 기 설정된 간격을 유지하도록 작업대 이송을 제어한다.
- [0033] 즉, 이송 제어부(108)는 작업 대상물이 계산된 각도에 부합하여 인쇄되도록 작업대 이송 또는 작업대 회동을 제어한다.
- [0034] 진술한 바와 같은, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수개의 카트리지를 구성하고 계산된 각도에 따라 작업대를 회동시킬 수 있는바, 파우더가 도포된 면과 곡면, 경사면 또는 직각인 면으로 이종의 파우더를 도포할 수 있다.
- [0035] 따라서, 플라스틱 재료의 파우더가 도포된 기관의 곡면, 경사면 또는 직각인 면에 금속 재료의 파우더를 도포하여 전자인쇄가 가능한바, 착용이 가능하고 비정형 입체 구조로 소형화된 전자 디바이스에 대한 인쇄, 슈퍼커패시터를 포함한 이차전지나 디스플레이 소자, 바이오 헬스 장비, 정보통신기기에 대한 제작도 가능하다.
- [0036] 이하, 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법에 대해 살펴보면 아래와 같다.
- [0037] 먼저, 카트리지 제어부(102)가 복수개의 카트리지에 충전된 파우더 토출을 제어한다(S100).
- [0038] 이어서, 각도 계산부(104)가 업로드된 작업 대상 이미지를 스캔하고, 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물간의 θ

각도를 계산한다(S200).

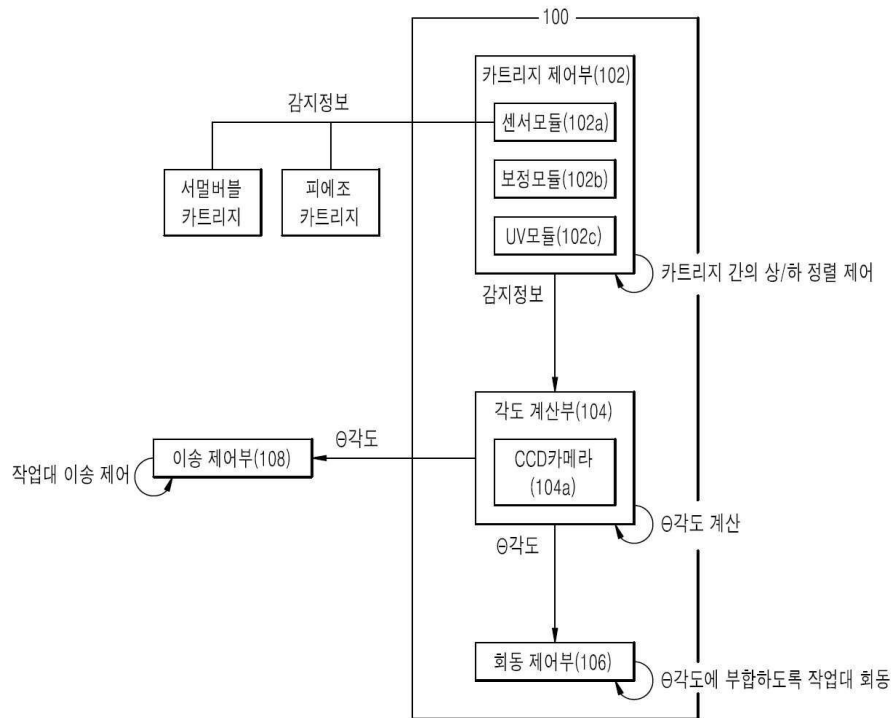
- [0039] 뒤이어, 회동 제어부(106)가 계산된 각도에 따라 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루도록 작업대를 회동시킨다(S300).
- [0040] 그리고, 이송 제어부(108)가 작업 대상물이 계산된 Θ 각도에 부합해 인쇄되도록 작업대 이송 또는 작업대 회동을 제어한다(S400).
- [0041] 이하, 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법의 제S100단계의 세부과정에 대해 살펴보면 아래와 같다.
- [0042] 먼저, 카트리지 제어부(102)가 센서모듈(102a)을 통해 카트리지 각각의 노즐 끝단이 상/하 수평을 이루는지 여부를 감지한다(S102).
- [0043] 제S102단계의 감지결과, 상/하 수평이 이뤄지지 않는 경우, 카트리지 제어부(102)가 보정모듈(102b)을 통해 어느 하나의 카트리지의 노즐 끝단을 기준으로 다른 하나의 카트리지 노즐 끝단이 수평을 이루도록 미세조정을 수행한다(S104).
- [0044] 이하, 도 5를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법의 제S200단계의 세부과정에 대해 살펴보면 아래와 같다.
- [0045] 제S100단계 이후, 각도 계산부(104)가 업로드된 작업 대상 이미지를 스캐닝한다(S202).
- [0046] 그리고, 각도 계산부(104)가 CCD카메라(104a)를 통해 카트리지 노즐 끝단과 파우더가 도포되는 작업 대상물간의 Θ 각도를 계산한다(S204).
- [0047] 이하, 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 방법의 제S300단계의 세부과정에 대해 살펴보면 아래와 같다.
- [0048] 제S200단계 이후, 회동 제어부(106)가 각도 계산부(104)로부터 인가받은 Θ 각도에 부합하도록 작업대를 회동시킨다(S302).
- [0049] 그리고, 회동 제어부(106)가 카트리지 노즐 끝단과 작업 대상물이 직각을 이루도록 작업대 회동을 제어한다(S304). 이때, 회동 제어부(106)는 각도가 x축을 기준으로 수평을 유지하도록 작업대 회동을 제어한다.
- [0050] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

부호의 설명

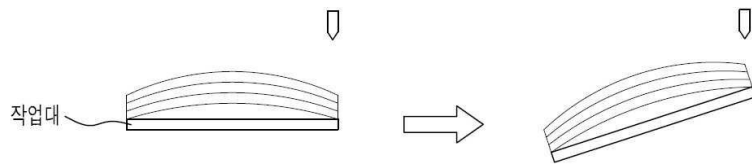
- [0051] 100: 작업대 회동을 통해 곡면 구조물 제작이 가능한 4D 프린팅 장치
- 102: 카트리지 제어부
- 102a: 센서모듈
- 102b: 보정모듈
- 104: 각도 계산부
- 104a: CCD카메라
- 106: 회동 제어부
- 108: 이송 제어부

도면

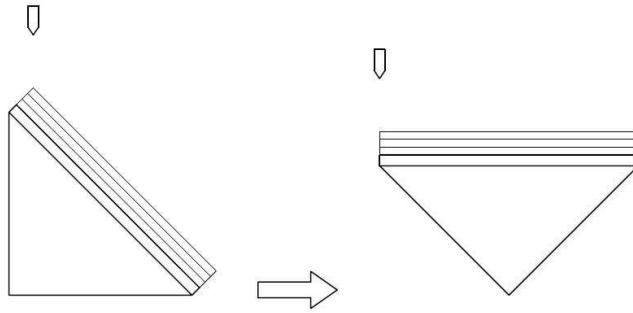
도면1



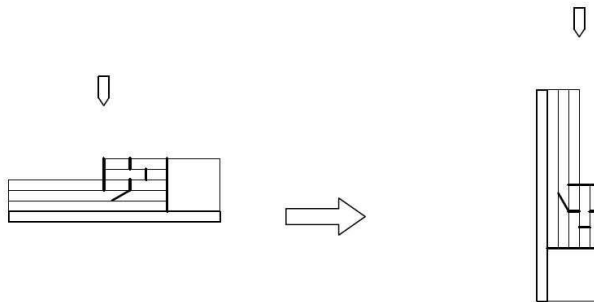
도면2



곡면 인쇄: 곡면이 수평을 유지하도록 작업대 회동

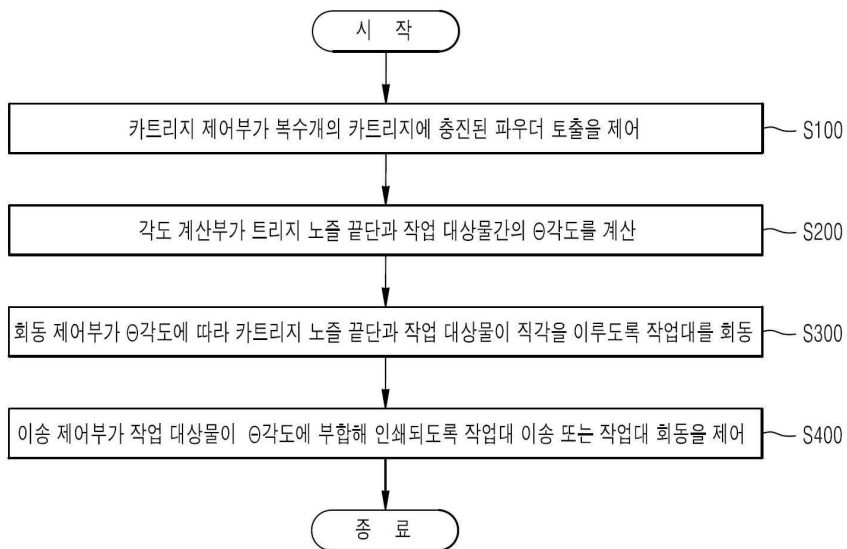


경사면 인쇄: 경사면이 수평을 유지하도록 작업대 회동

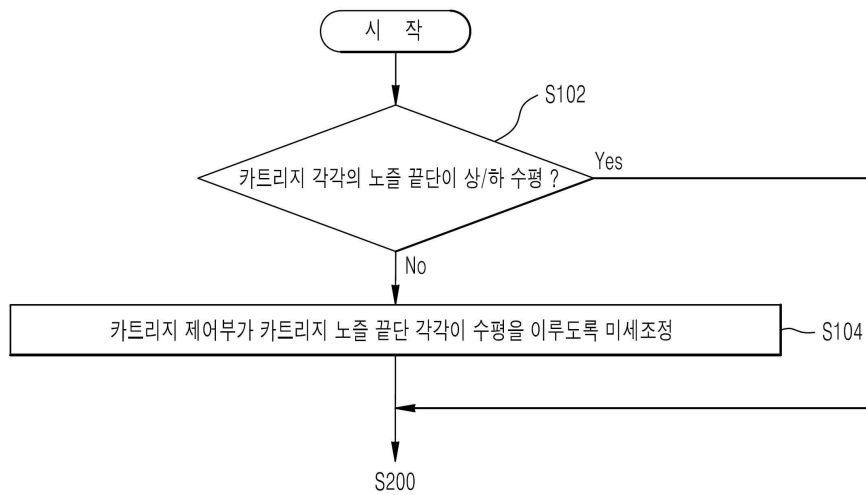


곡면 인쇄: : 직각인 면이 수평을 유지하도록 작업대 회동

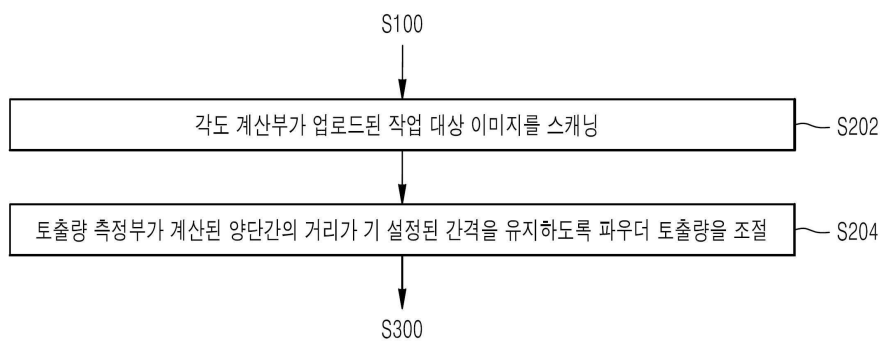
도면3



도면4



도면5



도면6

