



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0042305
(43) 공개일자 2018년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 3/105 (2006.01) B33Y 30/00 (2015.01)
B33Y 40/00 (2015.01)
(52) CPC특허분류
B22F 3/1055 (2013.01)
B33Y 30/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7007493
(22) 출원일자(국제) 2016년09월14일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년03월15일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/051766
(87) 국제공개번호 WO 2017/048865
국제공개일자 2017년03월23일
(30) 우선권주장
62/219,605 2015년09월16일 미국(US)
62/262,667 2015년12월03일 미국(US)

(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
웅, 호우 티.
미국 95008 캘리포니아주 캠벨 키스 드라이브
4068
제하비, 래넌
미국 94085 캘리포니아주 서니베일 아마도르 애비
뉴 913
파티반들라, 나그 비.
미국 94566 캘리포니아주 플레젠튼 비에라 스트리트
3951
(74) 대리인
양영준, 백만기

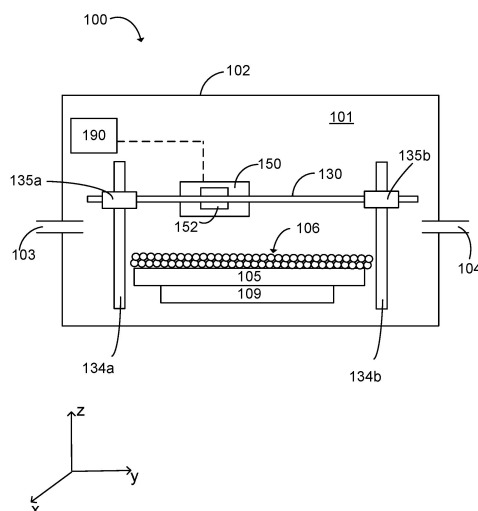
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 적층 제조 시스템을 위한 조절가능한 Z축 프린thead 모듈

(57) 요약

적층 제조 시스템은 제조 중인 개체를 지지하기 위한 최상부면을 갖는 플래튼; 수직 축을 따라 이동가능한 지지체; 지지체를 수직 축을 따라 이동시키기 위한 액츄에이터; 플래튼에 걸쳐 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 전달하기 위한 디스펜서; 피드 재료의 적어도 일부분을 용융시키도록 구성된 에너지 소스; 및 제어기를 포함한다. 디스펜서 및 에너지 소스는, 수직 축을 따른 지지체의 움직임이 디스펜서 및 에너지 소스를 함께 플래튼의 최상부면을 향해 또는 최상부면으로부터 멀리 이동시키도록 플래튼 위에서 지지체 상에 장착된다. 제어기는 액츄에이터, 디스펜서, 및 에너지 소스에 결합되고, 액츄에이터로 하여금 복수의 연속적인 층 각각이 전달된 후에 디스펜서 및 액츄에이터를 최상부면으로부터 멀리 상승시키기 위해 지지체를 이동시키게 하도록 구성된다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

B33Y 40/00 (2013.01)

Y02P 10/29 (2015.11)

명세서

청구범위

청구항 1

적층 제조 시스템으로서,

제조 중인 개체를 지지하기 위한 최상부면을 갖는 플래튼;

수직 축을 따라 이동가능한 지지체;

상기 지지체를 상기 수직 축을 따라 이동시키기 위한 액추에이터;

상기 플래튼에 걸쳐 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 전달하기 위한 디스펜서;

상기 피드 재료의 적어도 일부분을 용융시키도록 구성된 에너지 소스 - 상기 디스펜서 및 상기 에너지 소스는, 상기 수직 축을 따른 상기 지지체의 움직임이 상기 디스펜서 및 상기 에너지 소스를 함께 상기 플래튼의 상기 최상부면을 향해 또는 상기 최상부면으로부터 멀리 이동시키도록 상기 플래튼 위에서 상기 지지체 상에 장착됨 - ; 및

상기 액추에이터, 상기 디스펜서, 및 상기 에너지 소스에 결합되고, 상기 액추에이터로 하여금 상기 복수의 연속적인 층 각각이 전달된 후에 상기 디스펜서 및 상기 액추에이터를 상기 최상부면으로부터 멀리 상승시키기 위해 상기 지지체를 이동시키게 하도록 구성되는 제어기

를 포함하는 적층 제조 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 플래튼은 수직으로는 부동(immobile)이도록 구성되는, 적층 제조 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제어기는 상기 액추에이터로 하여금 상기 지지체를 층의 용융된 부분의 두께와 거의 동일한 한 거리만큼 이동시키게 하도록 구성되는, 적층 제조 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 지지체는 수평 축을 따라 이동가능하고, 상기 시스템은 상기 지지체를 상기 수평 축을 따라 이동시키기 위한 제2 액추에이터를 포함하고, 상기 제어기는 상기 제2 액추에이터에 결합되고, 상기 제어기는 상기 제2 액추에이터로 하여금, 상기 피드 재료의 층이 전달되는 동안 상기 플래튼의 상기 최상부면을 가로질러 상기 디스펜서를 스캔하기 위해 상기 지지체를 상기 수평 축을 따라 이동시키게 하도록 구성되는, 적층 제조 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 플래튼은 수평으로 부동이도록 구성되는, 적층 제조 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 지지체는 상기 플래튼 위에 수평으로 연장되는 플랫폼을 포함하고, 상기 플랫폼은 상기 플래튼의 대향 측들 상의 수평 레일들 상에 지지되고 상기 수평 레일들을 따라 이동가능한, 적층 제조 시스템.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 지지체는 상기 플래튼의 일 측 상의 하나 이상의 수평 레일 상에 지지되고 상기 하나 이상의 수평 레일을 따라 이동가능한, 적층 제조 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 하나 이상의 수평 레일은 상기 플레튼의 상기 일 측 상의 하나 이상의 수직 레일을 따라 지지되고 이동가능한, 적층 제조 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 디스펜서 및 상기 에너지 소스를 유지하는 프레임을 포함하고, 상기 지지체는 실질적 수직 플레이트(substantially vertical plate)를 포함하고, 상기 프레임의 수직 측면 패널은 상기 수직 플레이트에 기계적으로 고정되는, 적층 제조 시스템.

청구항 10

제4항에 있어서, 상기 지지체 및 상기 액추에이터는 이동가능한 로봇 암을 갖는 로봇을 포함하는, 적층 제조 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 로봇은 6축 로봇을 포함하는, 적층 제조 시스템.

청구항 12

적층 제조 시스템으로서,

제조 중인 개체를 지지하기 위한 최상부면을 갖는 플레튼;

수평 축을 따라 이동가능한 지지체 - 상기 지지체는 수직 플레이트를 포함함 - ;

상기 지지체를 상기 수평 축을 따라 이동시키기 위한 액추에이터;

제1 프레임 - 상기 제1 프레임은 제1 수직 측면 패널, 및 상기 제1 프레임에서 상기 제1 수직 측면 패널에 대향하는 측 상의 제2 수직 측면 패널을 갖고, 상기 제1 프레임의 상기 제1 수직 측면 패널은 상기 지지체에 기계적으로 고정됨 - ;

상기 제1 프레임의 상기 제2 수직 측면 패널에 기계적으로 고정된 제1 수직 측면 패널을 갖는 제2 프레임 - 상기 제1 프레임 및 상기 제2 프레임은 상기 플레튼 위에서 캔틸레버 배열로 유지되게 됨 - ;

상기 플레튼에 걸쳐 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 전달하기 위해 상기 제1 프레임 상에 장착되는 제1 디스펜서;

상기 플레튼에 걸쳐 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 전달하기 위해 상기 제2 프레임 상에 장착되는 제2 디스펜서 - 상기 수평 축을 따른 상기 지지체의 움직임은 상기 플레튼의 상기 최상부면을 가로질러 상기 수평 축을 따라 상기 제1 디스펜서 및 상기 제2 디스펜서를 함께 스캔함 - ; 및

상기 피드 재료의 적어도 일부를 용융시키도록 구성된 에너지 소스

를 포함하는 적층 제조 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제1 디스펜서는 상기 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 상기 플레튼의 제1 부분에 전달하도록 구성되고, 상기 제2 디스펜서는 상기 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 상기 제1 부분에 평행하게 연장되는 상기 플레튼의 제2 부분에 전달하도록 구성되도록, 상기 수직 플레이트, 상기 제1 프레임, 및 상기 제2 프레임은 상기 수평 축에 수직인 선을 따라 순서대로 위치되는, 적층 제조 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 에너지 소스는 상기 플레튼의 상기 제1 부분 상의 피드 재료를 용융시키기 위해 상기 제1 프레임 상에 장착된 제1 에너지 소스, 및 상기 플레튼의 상기 제2 부분 상의 피드 재료를 용융시키기 위해 상기 제2 프레임 상에 장착된 제2 에너지 소스를 포함하는, 적층 제조 시스템.

청구항 15

적층 제조 시스템으로서,

제조 중인 개체를 지지하기 위한 최상부면을 갖는 플레이트;

지지체;

상기 플레이트 및/또는 상기 지지체에 결합되어 그들 사이의 상대적인 움직임을 생성하기 위한 액추에이터 시스템;

상기 플레이트에 걸쳐 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 전달하기 위한 디스펜서;

상기 피드 재료의 적어도 일부분을 용융시키도록 구성된 에너지 소스 - 상기 디스펜서 및 상기 에너지 소스는 상기 플레이트 위에서 상기 지지체 상에 장착됨 - ;

상기 지지체와 상기 피드 재료의 연속적인 층들의 최상부면 사이의 거리를 측정하도록 구성된 측정 시스템; 및

상기 액추에이터, 상기 디스펜서, 및 상기 에너지 소스에 결합되고, 상기 액추에이터 시스템으로 하여금, 상기 디스펜서가 피드 재료의 층을 전달하는 동안 상기 지지체에 대한 상기 플레이트의 횡방향 움직임을 생성하게 하고, 상기 측정 시스템으로부터 측정값을 수신하고, 상기 액추에이터 시스템으로 하여금 상기 횡방향 움직임 동안 상기 지지체와 상기 최상부면 사이에 일정한 거리를 유지하도록 상기 횡방향 움직임 동안 상기 지지체에 대한 상기 플레이트의 수직 위치를 조절하게 하고, 상기 액추에이터 시스템으로 하여금 상기 복수의 연속적인 층 각각이 전달된 후에 상기 디스펜서와 상기 최상부면 사이의 거리를 증가시키기 위해 상기 플레이트와 상기 지지체 사이의 수직 움직임을 발생시키게 하도록 구성된 제어기

를 포함하는, 적층 제조 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적층 제조(additive manufacturing)에 관한 것이고, 더 구체적으로는 파우더의 층이 디스펜싱되는 3D 프린팅 프로세스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 입체 임의형상 제작(solid freeform fabrication) 또는 3D 프린팅이라고도 알려져 있는 적층 제조(additive manufacturing)(AM)는 원재료(일반적으로, 파우더, 액체, 현탁액, 또는 용해된 고체)로부터 일련의 2차원 층들 또는 단면들로 3차원 개체들이 구축되는 임의의 제조 프로세스를 지칭한다. 대조적으로, 전통적인 머시닝 기술들은 절삭 프로세스들(subtractive processes)을 수반하며, 나무 또는 금속의 블록과 같은 스톡 재료(stock material)로부터 절단되는 개체들을 생성한다.

[0003] 적층 제조에서는 다양한 적층 프로세스들이 이용될 수 있다. 다양한 프로세스들은 완성된 개체들을 생성하기 위해 층들이 퇴적되는 방식, 및 각각의 프로세스에서의 이용에 호환가능한 재료들에 있어서 차이가 있다. 일부 방법들은 층들을 생성하기 위해, 예를 들어, 선택적 레이저 용해(selective laser melting)(SLM) 또는 직접 금속 레이저 소결(direct metal laser sintering)(DMLS), 선택적 레이저 소결(selective laser sintering)(SLS), 용융 퇴적 모델링(fused deposition modeling)(FDM)과 같이, 재료를 용해하거나 연화(soften)하는 한편, 다른 방법들은 상이한 기술들, 예를 들어 스테레오리소그래피(stereolithography)(SLA)를 이용하여 액체 재료들을 경화(cure)한다.

[0004] 소결은 개체들을 생성하기 위해, 작은 그래인들, 예를 들어 파우더들을 용융시키는 프로세스이다. 소결은 통상적으로 파우더를 가열하는 것을 수반한다. 파우더형 재료가 소결 프로세스에서 충분한 온도로 가열될 때, 파우더 입자들 내의 원자들이 입자들의 경계들에 걸쳐서 확산되고, 그에 의해 입자들을 함께 용융시켜 고체 단편(solid piece)을 형성하게 된다. 용해와는 대조적으로, 소결에서 이용되는 파우더는 액체 위상에 도달할 필요가 없다. 소결 온도는 재료의 녹는점에 도달하지 않아도 되므로, 소결은 텅스텐 및 몰리브덴과 같은 높은 녹는 점들을 갖는 재료들에 대해 종종 이용된다. 소결 및 용해 둘 다 적층 제조에서 이용될 수 있다.

[0005] 종래의 파우더 기반 적층 제조 시스템들은 스테이지 상에 파우더형 재료의 층을 퇴적할 수 있다. 레이저 빔 또는 전자 빔은 파우더형 재료를 소결 또는 용해시키기 위한 에너지 소스로서 이용되고, 전형적으로, 빔은 파우더형 재료의 층 내의 선택된 지점 상에 지향되고, 층에 걸쳐 선택된 위치들에서의 활성화와 함께 래스터 스캔된다. 제1 층 상의 선택된 위치들 전부가 소결 또는 용해되고 나면, 스테이지가 하강되고, 파우더형 재료

의 새로운 층이 완성된 층의 최상부에 퇴적되고, 프로세스는 요구되는 개체가 생성될 때까지 층별로 반복된다.

발명의 내용

- [0006] 일 양태에서, 적층 제조 시스템은 제조 중인 개체를 지지하기 위한 최상부면을 갖는 플레이트; 수직 축을 따라 이동가능한 지지체; 지지체를 수직 축을 따라 이동시키기 위한 액츄에이터; 플레이트에 걸쳐 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 전달하기 위한 디스펜서; 피드 재료의 적어도 일부분을 용융시키도록 구성된 에너지 소스; 및 제어기를 포함한다. 디스펜서 및 에너지 소스는, 수직 축을 따른 지지체의 움직임이 디스펜서 및 에너지 소스를 함께 플레이트의 최상부면을 향해 또는 최상부면으로부터 멀리 이동시키도록 플레이트 위에서 지지체 상에 장착된다. 제어기는 액츄에이터, 디스펜서, 및 에너지 소스에 결합되고, 액츄에이터로 하여금 복수의 연속적인 층 각각이 전달된 후에 디스펜서 및 액츄에이터를 최상부면으로부터 멀리 상승시키기 위해 지지체를 이동시키게 하도록 구성된다.
- [0007] 특징들은 이하의 것들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 플레이트는 수직으로는 부동(immobile)이도록 구성될 수 있다. 제어기는 액츄에이터로 하여금 지지체를 층의 용융된 부분의 두께와 거의 동일한 거리만큼 이동시키게 하도록 구성될 수 있다. 지지체는 수평 축을 따라 이동가능할 수 있다. 시스템은 지지체를 수평 축을 따라 이동시키기 위한 제2 액츄에이터를 포함할 수 있고, 제어기는 제2 액츄에이터에 결합될 수 있고, 제어기는 제2 액츄에이터로 하여금, 피드 재료의 층이 전달되는 동안 플레이트의 최상부면에 걸쳐 디스펜서를 스캔하기 위해 지지체를 수평 축을 따라 이동시키게 하도록 구성될 수 있다. 플레이트는 수평으로 부동이도록 구성될 수 있다.
- [0008] 지지체는 플레이트 위에 수평으로 연장되는 플랫폼을 포함할 수 있고, 플랫폼은 플레이트의 대향 측들 상의 수평 레일들 상에 지지되고 그러한 수평 레일들을 따라 이동가능할 수 있다. 수평 레일들은 플레이트의 대향 측들 상의 수직 레일들을 따라 지지되고 이동가능할 수 있다. 프레임은 디스펜서 및 에너지 소스를 유지할 수 있고, 프레임은 플랫폼 내의 애퍼처에 들어맞을 수 있다. 지지체는 플레이트의 일 측 상의 하나 이상의 수평 레일 상에 지지되고 그러한 하나 이상의 수평 레일을 따라 이동가능할 수 있다. 하나 이상의 수평 레일은 플레이트의 일 측 상의 하나 이상의 수직 레일을 따라 지지되고 이동가능할 수 있다. 프레임은 디스펜서 및 에너지 소스를 유지할 수 있고, 지지체는 실질적 수직 플레이트(substantially vertical plate)를 포함할 수 있고, 프레임의 수직 측면 패널은 수직 플레이트에 기계적으로 고정될 수 있다.
- [0009] 지지체 및 액츄에이터는 이동가능한 로봇 암을 갖는 로봇을 포함할 수 있다. 로봇은 6축 로봇일 수 있다.
- [0010] 열 소스는 피드 재료가 용융되는 온도보다 낮은 온도로 층을 가열시키도록 구성될 수 있고, 열 소스는 지지체 상에 장착될 수 있다. 열 소스는 열 램프들의 어레이를 포함할 수 있다. 제2 축을 따라 연장되는 롤러 또는 블레이드는 피드 재료의 층을 평활화하도록 구성될 수 있고, 롤러 또는 블레이드는 지지체 상에 장착될 수 있다.
- [0011] 다른 양태에서, 적층 제조 시스템은 제조 중인 개체를 지지하기 위한 최상부면을 갖는 플레이트; 수평 축을 따라 이동가능한 지지체 - 지지체는 수직 플레이트를 포함함 - ; 지지체를 수평 축을 따라 이동시키기 위한 액츄에이터; 제1 프레임; 플레이트 위에 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 전달하기 위해 제1 프레임 상에 장착되는 제1 디스펜서; 제2 프레임; 플레이트 위에 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 전달하기 위해 제2 프레임 상에 장착되는 제2 디스펜서; 및 피드 재료의 적어도 일부를 용융시키도록 구성된 에너지 소스를 포함한다. 제1 프레임은 제1 수직 측면 패널, 및 제1 프레임에서 제1 수직 측면 패널에 대향하는 측 상의 제2 수직 측면 패널을 갖고, 제1 프레임의 제1 수직 측면 패널은 지지체에 기계적으로 고정된다. 제2 프레임은 제1 프레임의 제2 수직 측면 패널에 기계적으로 고정된 제1 수직 측면 패널을 갖고, 그에 의해 제1 프레임 및 제2 프레임은 플레이트 위에서 캔틸레버 배열로 유지되게 된다. 수평 축을 따른 지지체의 움직임은 제1 디스펜서 및 제2 디스펜서를 함께 플레이트의 최상부면을 가로질러 수직 축을 따라 스캔한다.
- [0012] 특징들은 이하의 것들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 제1 디스펜서는 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 플레이트의 제1 부분에 전달하도록 구성되고, 제2 디스펜서는 피드 재료의 복수의 연속적인 층을 제1 부분에 평행하게 연장되는 플레이트의 제2 부분에 전달하도록 구성되도록, 수직 플레이트, 제1 프레임, 및 제2 프레임은 수평 축에 수직인 선을 따라 순서대로 위치될 수 있다.
- [0013] 에너지 소스는 플레이트의 제1 부분 상의 피드 재료를 용융시키기 위해 제1 프레임 상에 장착된 제1 에너지 소스, 및 플레이트의 제2 부분 상의 피드 재료를 용융시키기 위해 제2 프레임 상에 장착된 제2 에너지 소스를 포함할 수 있다. 열 소스는 피드 재료가 용융되는 온도보다 낮은 온도로 층을 가열시키도록 구성될 수 있고, 열 소스는

지지체 상에 장착될 수 있다. 열 소스는 플레이트의 제1 부분 상의 피드 재료를 가열하기 위해 제1 프레임 상에 장착된 제1 열 소스, 및 플레이트의 제2 부분 상의 피드 재료를 가열하기 위해 제2 프레임 상에 장착된 제2 열 소스를 포함할 수 있다. 각각의 열 소스는 열 램프들의 어레이를 포함할 수 있다.

[0014] 상술한 것의 이점들은 이하의 것을 포함할 수 있지만, 그에 한정되지는 않는다. 적층 제조 시스템의 컴포넌트들, 예를 들어 피드 재료 디스펜서 및 에너지 소스(프린트헤드 모듈 내에 배열될 수 있음)와, 처리 중인 피드 재료의 층 사이의 거리를 조절하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 컴포넌트들과 처리 중인 피드 재료의 층 사이에 일정한 거리를 유지함으로써, 적층 제조 프로세스의 품질이 개선될 수 있는데, 예를 들어 선택된 위치들을 용융시키는 신뢰도, 디스펜싱된 층의 두께 균일성, 용융된 재료의 재료 특성들의 균일성이 개선될 수 있다.

[0015] 적층 제조 프로세스의 수율 및 구축 베드 크기(build bed size)가 증가함에 따라, 피드 재료를 지지하는 플레이트를 이동시키는 것은 어려워질 수 있다. 그러므로, 적층 제조 프로세스 동안, 플레이트를 고정시켜 유지하고, 프린트헤드 모듈들을 플레이트를 향해 또는 플레이트로부터 멀리 이동시키는 것이 바람직할 수 있다. 이것은 예를 들어 1톤 이상 정도의 극도로 부피가 큰 컴포넌트들이 적층 제조에 의해 제조되는 것을 허용할 수 있다.

[0016] 하나 이상의 구현의 상세가 이하의 설명 및 첨부 도면에 제시된다. 다른 잠재적 특징들, 양태들 및 이점들은 설명, 도면 및 청구항들로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1a는 예시적인 적층 제조 시스템의 개략적 측면도를 도시한다.

도 1b는 도 1a에 도시된 적층 제조 시스템의 상부도이다.

도 2a는 예시적인 적층 제조 시스템의 사시도이다.

도 2b는 도 2a에 도시된 적층 제조 시스템의 상부도이다.

도 3은 예시적인 적층 제조 시스템의 개략적 측면도를 도시한다.

도 4는 예시적인 적층 제조 시스템의 개략도를 도시한다.

도 5는 프린트헤드 모듈의 측면도를 도시한다.

다양한 도면들 내의 유사한 참조 번호들 및 명칭들은 유사한 구성요소들을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 적층 제조 시스템은 플레이트 상에 피드 재료[예를 들어, 파우더들, 액체들, 현탁액들(suspensions), 용해된 고체들(molten solids)]의 층을 퇴적하기 위한 디스펜서, 및 피드 재료의 층의 부분들을 용융시키기 위한 에너지 소스를 포함한다. 디스펜서/에너지 소스와, 디스펜서 및 에너지 소스 모듈에 대면하는 피드 재료의 층(이하, "대면 표면"이라고 지칭됨) 사이의 거리는 제조 프로세스 동안 층마다 변하지 않은 채로 남아있는 것이 바람직하다. 예를 들어, 에너지 소스 및 대면 표면(facing surface)으로부터의 거리가 변한다면, 피드 재료를 용융시키는 데에 요구되는 전력의 양이 변할 수 있고, 이는 용융 단계의 신뢰도를 감소시킬 수 있다. 또한, 에너지 소스가 대면 표면에서 초점이 맞지 않게 되는 일이 없을 것을 보장하기 위해, 에너지 소스(예를 들어, 레이저)와 대면 표면 사이의 거리를 조절하는 것이 바람직할 수 있다. 다른 예로서, 디스펜서 및 대면 표면으로부터의 거리가 변하는 경우, 대면 표면 상으로의 피드 재료의 분산은 영향을 받을 수 있고, 이것은 디스펜싱 단계의 신뢰도를 감소시킬 수 있다.

[0019] 플레이트(피드 재료가 그 위에 퇴적됨)와 디스펜서 및 에너지 소스가 제조 프로세스 동안 수직으로 조절되는 경우, 디스펜서 또는 에너지 소스와 대면 표면 사이의 거리는 피드 재료의 새로운 층의 퇴적 및 처리와 함께 감소할 수 있다. 예를 들어, 디스펜서 또는 에너지 소스 모듈과 대면 표면 사이의 거리의 감소는, 플레이트가 이동되지 않는다면, 피드 재료의 새롭게 퇴적되고 처리된 층의 두께만큼 감소할 수 있다.

[0020] 새롭게 퇴적된 층의 두께는 플레이트의 한 영역으로부터 다른 영역으로 변화하는 것이 바람직할 수 있다. 그러한 경우에서, 새롭게 퇴적되는 층이 처리되고 있는 동안, 디스펜서/에너지 소스와의 수직 거리는 조절될 필요가 있을 수 있다.

[0021] 피드 재료의 새로운 층의 퇴적 후에, 플레이트와 디스펜서 또는 에너지 소스 모듈 사이의 상대적 거리가 피드 재료의 새로운 층의 두께만큼 증가된다면, 프린트헤드 모듈과 피드 재료의 대면 표면 사이의 거리는 층마다(from

layer-to-layer) 일정하게 유지될 수 있다. 이것은 디스펜서 및 에너지 소스를 지지하는 플레튼 또는 프레임은 피드 재료의 새롭게 퇴적된 층의 두께에 대응하는 거리만큼 서로로부터 멀리 이동시킴으로써 달성될 수 있다.

[0022] 플레튼의 크기가 제조 프로세스의 더 큰 구축 베드 크기를 지지하도록 증가됨에 따라, 제조 프로세스 동안 플레튼을 이동시키는 것은 더 어려워질 수 있다. 예를 들어, 퇴적된 피드 재료와 함께 플레튼의 중량은 상당할 수 있고, 이것은 플레튼을 이동시키는 것을 실행불가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 제트 엔진 부품은 수백 파운드의 중량을 가질 수 있다. 또한, 전체 플레튼의 수직 위치를 제조 프로세스에 바람직한 정밀도로 조절하는 것이 어려워질 수 있다. 그러므로, 적층 제조 시스템은 디스펜서 및 에너지 소스를 이동시키도록 구성될 수 있다. 이것은 디스펜서 및 에너지 소스를 이동시킬 수 있는 메커니즘, 예를 들어 갠트리, 캔틸레버 마운팅, 또는 로봇 암에 의해 달성될 수 있다. 예를 들어, 디스펜서 및 에너지 소스와 대면 표면 사이의 거리가 패드 재료의 층별 처리로부터, 또는 피드 재료의 층의 처리 동안 조절될 수 있도록, 디스펜서 및 에너지 소스 둘 다는 (예를 들어, 피드 재료의 새롭게 퇴적된 층의 두께에 대응하는 거리만큼) 플레튼에 평행하게, 또는 플레튼으로부터 멀리/플레튼을 향해 이동하도록 구성될 수 있다.

[0023] 또한, 피드 재료의 새로운 층이 처리되고 있는 동안, 디스펜서 및 에너지 소스와 플레튼 사이의 거리를 변경하는 것이 바람직할 수 있다. 이것은 대면 표면이 플레튼에 실질적으로 평행하지 않은 경우에 바람직할 수 있다. 예를 들어, (대면 표면과 플레튼 사이의 거리가 플레튼의 표면을 따라 변화하도록) 플레튼의 표면이 불균일한 경우, 또는 퇴적된 층들의 두께가 불균일한 경우, 제조 프로세스 동안 디스펜서 및 에너지 소스와 대면 표면 사이의 거리가 변하지 않은 채로 유지될 것을 보장하기 위해, 디스펜서와 에너지 소스가 플레튼에 대해 이동할 필요가 있을 수 있다.

[0024] 도 1a 및 도 1b는 예시적인 적층 제조 시스템(100)의 개략도를 도시한다. 시스템(100)은 하우징(102)을 포함할 수 있고 하우징에 의해 둘러싸일 수 있다. 하우징(102)은 예를 들어 하우징 내부의 챔버(101) 내에서 진공 환경, 예를 들어 약 1 Torr 이하의 압력들이 유지되는 것을 허용할 수 있다. 대안적으로, 챔버(101)의 내부는 실질적으로 순수한 가스, 예를 들어 미립자들을 제거하도록 필터링된 가스일 수 있거나, 챔버는 대기로 배기될 수 있거나 대기를 초과하는 정압(positive pressure)으로 유지될 수 있다. 가스는 가스 소스(도시되지 않음)로부터 가스 유입부(103)를 통해, 또는 가스 나이프를 통해 챔버(101)에 진입할 수 있다. 가스 나이프는 구축 베드 스테이지의 폭에 걸쳐서 실질적으로 균일한 유량으로 불활성 가스를 디스펜싱할 수 있다. 가스 나이프는 z축을 따라 이동가능할 수 있다. 가스 나이프는 프린트헤드 플랫폼(150)에 통합될 수 있거나 별개의 유닛일 수 있다. 챔버로부터의 가스는 z축을 따라 이동할 수 있거나 고정될 수 있는 진공 배기부(104)를 통해 제거될 수 있다.

[0025] 시스템(100)은 피드 재료의 층을 수용하거나 지지하는 플레튼(105)을 포함한다. 플레튼(105)은 가열기(109), 예를 들어 저항성 가열기 또는 하부 램프 어레이를 포함하거나 그 위에 배치될 수 있고, 가열기는 플레튼(105)을 가열할 수 있고, 그에 따라 플레튼(105) 상에 퇴적된 피드 재료를 가열할 수 있다.

[0026] 프린트헤드 플랫폼/지지체(150)는 플레튼(105) 위에 위치된다. 프린트헤드 플랫폼(150)은 하나 이상의 프린트헤드 모듈(110)을 운반하도록 구성된다(도 1b 참조). 각각의 프린트헤드 모듈은 플랫폼(150) 상에 제거가능하게 장착된다. 프린트헤드 플랫폼(150)은 갠트리(130)에 의해 지지될 수 있고, 갠트리의 일부를 형성할 수 있다. 액추에이터 시스템(152)은 프린트헤드 플랫폼(150)이 (예를 들어, y축을 따라) 플레튼(105)을 가로질러 이동하는 것을 허용한다. 갠트리(130)는 수직 지지체들(134a 및 134b), 예를 들어 수직 레일들 또는 샤프트들에 의해 지지된다. 수직 지지체들(134a 및 134b)은 플레튼(105)으로부터 분리되고 플레튼 상에 장착되지 않으며, 플레튼(105)에 대해 이동하지 않을 수 있다. 지지체들(134a 및 134b) 및 플레튼(105)은 예를 들어 하우징(102)에 의해 지지될 수 있다.

[0027] 액추에이터들(135a 및 135b)은 각각 수직 지지체들(134a 및 134b)에 대해 갠트리(130)를 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 액추에이터들(135a, 135b)은 수직 지지체들(134a 및 134b)과 슬라이딩 체결(sliding engagement)되어 있을 수 있다. 결과적으로, 플랫폼(150)은 z축을 따라 플레튼(105)에 대해 이동할 수 있다.

[0028] 갠트리(130)를 따라 - 액추에이터(152)에 의해 - 플랫폼(150)의 수평 위치를 조절함으로써, 예를 들어, 플랫폼(150)이 제조 프로세스를 수행하면서 플레튼(105)을 가로질러 이동하고 있을 때, 플랫폼(150)은 플레튼(105)에 실질적으로 평행하게 이동하도록 구성될 수 있다. 액추에이터(152)가 기판을 가로질러 플랫폼(150)을 스캔하고, 피드 재료의 전체 층이 플랫폼(150)에 의해 퇴적되고 처리되고 나면, 액추에이터들(135a 및 135b)은 갠트리(130)[및 그에 따라 플랫폼(150)]을 퇴적되고 용융된 피드 재료의 층의 두께에 대응하는 거리만큼 z 방향을 따라 플레튼(105)에 대해 이동시킬 수 있다.

- [0029] 플랫폼(150)은 플레튼(105) 상에 퇴적된 피드 재료의 대면 표면(106) 중에서 플랫폼(150) 아래에 놓인 부분과 플랫폼(150) 사이의 거리를 검출할 수 있는 계측 시스템을 포함할 수 있다. 예를 들어, 계측 시스템은 광전 센서 또는 레이저 센서일 수 있다. 플랫폼이 (y 방향을 따라) 플레튼(105)을 가로질러 슬라이딩할 때, 계측 시스템은 플랫폼(150)과 대면 표면(106) 사이의 거리를 주기적으로 측정할 수 있고, 측정값에 관련된 정보를 제어기(190)에 송신할 수 있다. 대면 표면(106)이 불균일한 경우, 즉 플랫폼(150)이 플레튼(105) 위를 슬라이딩할 때, 플랫폼(150)과 대면 표면(106) 사이의 거리가 변하는 경우, 계측 시스템은 이러한 정보를 제어기(190)에 전할 것이다. 플랫폼이 플레튼(105) 위를 (y 방향을 따라) 슬라이딩할 때, 플랫폼(150) 바로 아래에 놓인 대면 표면(106)의 부분과 플랫폼(150) 사이의 거리가 변하지 않은 채로 유지되도록, 제어기(190)는 갠트리(130)를 조절하기 위해 액추에이터들(135a 및 135b)에 신호를 송신할 수 있다.
- [0030] 제어기(190)는 적층 제조 프로세스의 다양한 양태들을 제어한다. 예를 들어, 제어기(190)는 액추에이터 시스템들(152, 134a 및 135b)을 제어하고, 따라서 프린트헤드 플랫폼(150)의 움직임을 제어한다. 제어기(190)는 또한 프린트헤드 플랫폼(150) 내에 포함된 프린트헤드 모듈들(110)(도 1b 참조)의 상대적 움직임 및 동작을 제어할 수 있다. 제어기는 또한 프린트헤드 플랫폼(150)에 포함된 다양한 "전역적" 프린팅 컴포넌트들의 동작을 제어할 수 있다.
- [0031] 도 1b는 도 1a에 도시된 예시적인 적층 제조 시스템(100)의 상부도이다. 프린트헤드 플랫폼(150)은 갠트리(130)의 수평 지지체들(130a 및 130b), 예를 들어 레일들 또는 샤프트들 상에 슬라이드가능하게 장착된다. 갠트리(130)의 레일들(130a 및 130b) 상에서 - 예를 들어 액추에이터(152)(도 1a에 도시됨)에 의해 구동되는 대로 - 슬라이딩함으로써, 프린트헤드 플랫폼(150)은 플레튼(105) 위를 (y축을 따라) 횡단할 수 있다.
- [0032] 레일(130a)은 레일(130a)의 단부들에서 수직 지지체들(134a 및 134b)에 의해 지지된다. (z 방향을 따른) 지지체들(134a 및 134b)에 대한 레일들(130a)의 단부들의 위치는 각각 액추에이터들(135a 및 135b)에 의해 제어될 수 있다. 마찬가지로, (z 방향을 따른) 수직 지지체들(134c 및 134d)에 대한 레일(130b)의 단부들의 위치는 각각 액추에이터들(135c 및 135d)에 의해 제어될 수 있다.
- [0033] 액추에이터들(135a-d)은 제어기(190)에 의해 제어될 수 있다. 제어기(190)는 또한 플랫폼(150) 내의 전역적 프린팅 컴포넌트들(122 및 120)을 제어할 수 있다. 전역적 프린팅 컴포넌트들(120/122)은 플랫폼(150)과 대면 표면(106) 사이의 거리, 또는 대면 표면의 온도에 관한 정보를 측정하고 제어기(190)에 전할 수 있는 계측 시스템을 포함할 수 있다. 플랫폼이 (y 방향을 따라) 플레튼(105) 위를 슬라이딩할 때, 또는 피드 재료의 층이 퇴적 및 처리된 후에, 플랫폼(150)과 대면 표면(106) 사이의 거리가 변하지 않은 채로 유지되도록, 제어기(190)는 또한 액추에이터들(135a-d)을 제어할 수 있다. 제어기(190)는 또한 전역적 프린팅 컴포넌트(122) 내에 포함될 수 있는 스프레더들(예를 들어, 블레이드 또는 롤러)을 제어할 수 있다.
- [0034] 프린트헤드 플랫폼(150)은 하나 이상의 프린트헤드 모듈(110)을 포함할 수 있다. 각각의 프린트헤드 모듈(110)은 플랫폼(150) 상에 제거가능하게 장착될 수 있다. 예를 들어, 프린트헤드 모듈은 프린트헤드 플랫폼(150) 내의 애퍼처에 들어맞을 수 있다. 이러한 맥락에서 "제거가능하게 장착된다"는 것은, 프린트헤드(110)가 플랫폼(150)에 대해 고정된 위치에 기계적으로 유지되지만, 프린트헤드(110)가 표준의 핸드헬드형 구성 도구들, 예를 들어 렌치들 또는 파워 스크류드라이버들(power screwdrivers)을 이용하여, 프린트헤드 또는 플랫폼에 대한 손상없이 제거될 수 있도록, 프린트헤드(110)가 설치될 수 있음을 의미한다. 예를 들어, 프린트헤드(110)의 프레임이 기계적 파스너들, 예를 들어 너트들 및 볼트들에 의해 플랫폼(150)에 고정될 수 있다. 조작자가 프린트헤드(110)를 제거하기를 원할 때, 볼트들이 풀어지고, 프린트헤드가 들어내어진다.
- [0035] 추가로, 프린트헤드(110), 및 프린트헤드 내의 컴포넌트들, 예를 들어 디스펜서들, 스프레더들(예를 들어, 롤러들 또는 블레이드들), 열 소스 및 에너지 소스는, 플랫폼(150)으로부터 단일 유닛으로서 장착 및 분해될 수 있도록 구성될 수 있다. 이것은 적층 제조 시스템(100)의 더 쉬운 구성 및 복구를 허용한다.
- [0036] 도 1b에 도시된 바와 같이, 복수의 프린트헤드 모듈(110)은 플레튼(105)의 전체 폭에 걸쳐지도록 스테거 방식(staggered fashion)으로 배열될 수 있다. 이것은 제조될 개체의 층이 플레튼(105) 위에서의 플랫폼(150)의 단일 통과(single pass)로 제조되는 것을 허용한다. 프린트헤드 모듈들(110)은 플레튼 상에 퇴적되는 피드 재료의 직사각형 스트립들에 대해 제조 프로세스를 수행한다.
- [0037] 플랫폼(150)은 전역적 프린팅 컴포넌트들(120 및 122)을 또한 지지할 수 있다. 이러한 전역적 프린팅 컴포넌트들은 프린트헤드(110)의 프레임 상이 아니라, 플랫폼(150) 바로 위에 장착된다. 프린팅 컴포넌트(120)는 퇴적되는 피드 재료를 디스펜싱하고 평활화할 수 있는 전역적 디스펜서일 수 있다. 일부 구현에서, 프린팅 컴포넌

트(120)는 또한 예를 들어 전역적 계측 시스템(122)과 유사한 전역적 계측 시스템일 수 있다. 전역적 계측 시스템은 센서, 썬열 이미저(thermal imager), 또는 광학 카메라 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 전역적 프린팅 컴포넌트들(120/122)은 챔버(101) 내로 가스(예를 들어, 불활성 가스)를 디스펜싱할 수 있는 에어 나이프를 포함할 수 있다.

[0038] 일부 구현에서, 시스템(150)이 플랫폰(105)을 가로질러 좌측으로부터 우측으로 (+y 방향을 따라) 이동할 때, 제1 전역적 계측 시스템(120)은 시스템의 리딩 에지(leading edge)를 형성하고, 프린트헤드 모듈들(110)이 그에 후속하며, 결국에는 마지막에 제2 전역적 계측 시스템(122)이 후속한다. 그러므로, 시스템(150)의 리딩 에지에 있는 전역적 계측 시스템(120)은 다양한 파라미터들, 예컨대 플랫폰(150)과 대면 표면(106) 사이의 수직 거리 및/또는 온도를 측정할 수 있다.

[0039] 계측 시스템(들)으로부터의 데이터는 프린트헤드 모듈들(110)의 동작을 제어하기 위해 제어기(190)에 공급될 수 있다. 예를 들어, 피드 재료 디스펜서가 제어가능한 경우, 플랫폰(150)과 표면(106) 사이의 거리의 측정값들은 층 두께 균일성을 개선하기 위해 디스펜싱할 재료의 양을 결정하기 위해 제어기에 의해 이용될 수 있다. 마찬가지로, 층의 온도에 관한 데이터는 용융될 부분들이 균일한 온도로 상승되도록 열 소스 및/또는 에너지 소스에 전달되는 전력을 제어하기 위해 이용될 수 있다. 시스템(150)의 트레일링 에지(trailing edge)에 있는 전역적 계측 시스템(122)은 적층 제조 프로세스에 연관된 다양한 파라미터들, 예를 들어 용융된/용해된 피드 재료의 온도 및/또는 표면 거칠기를 측정할 수 있다. 다시, 이러한 데이터는 개선된 균일성 및 결함 보상을 제공하기 위해, 예를 들어 피드백/피드포워드 루프 내에서 프린트헤드 모듈들(110)의 동작을 제어하기 위해 제어기(190)에 공급될 수 있다.

[0040] 일부 구현들에서, 전역적 계측 시스템(122)은 계측 시스템의 각각의 세그먼트가 하나 이상의 프린트헤드 모듈에 의해 용융되는 피드 재료의 측정들을 행하는 것을 책임지도록, x 방향을 따라 수 개의 세그먼트로 분할될 수 있다.

[0041] 일부 구현들에서, 적층 제조 프로세스는 단방향성일 수 있는데, 즉 적층 제조 프로세스는 플랫폰(150)이 좌측으로부터 우측으로 이동하고 있을 때에만, 또는 우측으로부터 좌측으로 이동하고 있을 때에만 발생한다. 다른 예에서, 적층 제조 프로세스는 양방향성일 수 있는데, 즉 적층 제조 프로세스는 플랫폰(150)이 좌측에서 우측으로, 그리고 우측에서 좌측으로 이동하고 있을 때 모두에서 발생한다.

[0042] 각각의 층이 제조된 후에 프린트헤드 플랫폰(150)의 수직 위치를 조절함으로써, 디스펜서 및 에너지 소스와 대면 표면(106) 사이의 거리는 제조 프로세스 동안 층마다 일정하게 유지된다. 더욱이, 일부 구현들에서, 예를 들어 플랫폰(105)의 표면 또는 층 두께의 불균일성을 보상하기 위해, 또는 구축 프로세스의 수율을 증가시키기 위해, 프린트헤드 플랫폰(150)이 층의 제조를 위해 플랫폰(105)을 가로질러 스캔함에 따라 수직 위치가 조절될 수 있다.

[0043] 도 2a - 도 2b는 프린트헤드 모듈들이 플랫폰 위에 캔틸레버 배열로 유지되는 예시적인 적층 제조 시스템(200)의 개략도를 도시한다. 즉, 프린트헤드들은 양쪽의 에지들이 아니라 한쪽에서만 지지된다.

[0044] 챔버(101)는 도 2a - 도 2b에는 도시되지 않았지만, 존재할 수 있다. 시스템(200)은 플랫폰(105) 상에서 제조 프로세스를 수행하는 프린트헤드 모듈(110)(y축을 따라 배열됨)을 포함한다. 도 1a 및 도 1b와 마찬가지로, 시스템(200) 내의 프린트헤드 모듈(110)은 (y 방향을 따라) 플랫폰(105)을 가로질러, 그리고 (z 방향을 따라) 플랫폰(105)의 표면에 수직하게 이동하도록 구성된다. 도 1a 및 도 1b에 관련하여 설명된 것들과 마찬가지로의 이유로, 모듈들(110)을 플랫폰(105)을 향해, 그리고 플랫폰(105)으로부터 멀리 이동시키는 것이 바람직하다.

[0045] 프린트헤드 모듈(110)은 호퍼(hopper)(220), 프레임(240), 및 열 램프 어레이(255)를 포함할 수 있다[적층 제조 프로세스 동안의 프린트헤드 모듈(110) 및 그 동작의 상세는 도 5에 설명될 것이다]. 호퍼(220)는 프린트헤드 모듈(110) 내의 디스펜서에 의해 플랫폰(105) 상에 디스펜싱되는 피드 재료를 유지한다. 프레임(240)은 제1 측면 패널(240a) 및 제2 측면 패널(240b)을 포함한다. 지지 플레이트(242)가 (y축을 따라) 수평 지지체들(236a 및 236b)를 따라 슬라이딩하도록 액츄에이터(262)(도 2b에 도시됨)에 의해 구동될 수 있도록, 제2 측면 패널(240b)은 수평 지지체들(236a 및 236b)에 결합된 수직 지지 플레이트(242)에 제거가능하게 부착된다. 수평 지지체들(236a-b)은 수평 프레임(238)에 부착된다. 프린트헤드 모듈(110), 수직 지지 플레이트(242), 수평 지지체들(236a-b), 및 수평 프레임(238)은 함께 프린팅 배열(270)(도 2b에 도시됨)을 구성한다.

[0046] 일부 구현들에서, 다른 프린트헤드 모듈(110)(도시되지 않음)은 x축을 따라 연장되도록 제1 측면 패널(240a)을 따라 프린트헤드 모듈(110)(도 2a에 도시됨)에 제거가능하게 부착될 수 있다. 예를 들어, 하나의 프린트헤드

모듈의 측면 패널은 다른 프린트헤드 모듈의 측면 패널에 접하고 그에 고정될 수 있다. 그러한 배열은 제조 프로세스가 수직 지지 플레이트(242)에 부착된 단일 프린트헤드 모듈(110)에 의해서는 액세스가능하지 않은 플레이트의 부분들 상에서 (x방향을 따라) 발생하는 것을 허용할 수 있다.

- [0047] 프린팅 배열(270)(도 2b 참조)은 제조 프로세스 동안 플레이트(105)을 향해, 또는 플레이트로부터 멀리 이동하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 플레이트(105)의 표면이 x-y 평면으로 배열된 경우, 프린팅 배열(270)은 z축을 따라 이동하도록 구성될 수 있다. 이것은 프린팅 배열(270)이 수직 지지체들(236c-d)을 따라 슬라이딩하도록 구동 시스템(260)에 의해 구동될 수 있도록, 수평 프레임(238)을 수직 지지체들(236c 및 236d)에 결합함으로써 달성될 수 있다.
- [0048] 구동 시스템은 샤프트(260b)를 구동하는 액츄에이터/모터(260a)를 포함한다. 샤프트(260b)가 회전할 때, 프레임(238)이 지지체들(236c, 236d)을 따라 (z축 상에서) 위 또는 아래로 구동되도록, 샤프트(260b)의 일부는 프레임(238)을 통해 스레드 애퍼처(threaded aperture)(도 2a에서는 애퍼처가 가려져 있음)와 스레드 체결(threaded engagement)을 이룰 수 있다.
- [0049] 대안적으로 또는 추가적으로, 구동 샤프트(260b)는 링크지(260c), 예를 들어 벨트 또는 체인에 의해, 별도의 샤프트(260d)에 결합될 수 있다. 샤프트(260d)가 회전할 때, 프레임(238)이 지지체들(236c, 236d)을 따라 위 또는 아래로 구동되도록, 샤프트(260d)의 일부는 프레임(238) 내의 스레드 애퍼처(260e)와 스레드 체결을 이룰 수 있다. 구동 시스템(260)은 프린팅 배열(270)이 나노미터 내지 마이크로 내지 밀리미터 범위의 스텝 크기(step-size)로 수직 이동될 수 있도록 구성될 수 있다.
- [0050] 도 2b는 도 2a에 설명된 시스템(200)의 상부도이다. 프린트헤드 모듈(110)을 y 방향을 따라 구동하는 제2 모터(262)가 프린팅 배열(270) 뒤에 위치된다. 시스템(200)은 프린트헤드 모듈을 x축을 따라 이동시킬 수 있는 메커니즘(예를 들어, 액츄에이터 또는 모터)를 또한 포함할 수 있다.
- [0051] 도 2a에 도시된 바와 같이, 2개의 프린트헤드 모듈(110)은 y축을 따라 배열된다. 2개의 프린트헤드 모듈을 이러한 방식으로 배열하면, 프린트헤드 모듈들(110)이 플레이트(105)을 가로질러 통과(pass)할 때마다 피드 재료의 2개의 층의 퇴적 및 처리를 허용할 수 있다. 이는 또한 프린팅 배열(270)이 더 넓은 영역에 걸쳐 제조 프로세스를 수행하는 것을 허용할 수 있다. 이것은 제조 시간을 감소시킬 수 있다. 그러나, y축을 따라 단 하나의 프린트헤드 모듈이 존재할 수 있다.
- [0052] 각각의 층이 제조된 후에 프린트헤드 모듈(들)(110)의 수직 위치를 조절함으로써, 디스펜서 및 에너지 소스와 대면 표면(106) 사이의 거리는 제조 프로세스 동안 층마다 일정하게 유지되거나 조절될 수 있다. 더욱이, 일부 구현들에서, 예를 들어 플레이트(105)의 표면 또는 층 두께의 불균일성을 보상하기 위해, 프린트헤드 모듈(들)(110)이 층의 제조를 위해 플레이트(105)을 가로질러 스캔함에 따라 수직 위치가 조절될 수 있다.
- [0053] 도 3에서, 프린트헤드 플랫폼(150)은 프린트헤드 플랫폼(150)을 이동시킬 수 있는 로봇(332)의 로봇 암(331)에 부착된다. 최소한, 로봇(332)은 플레이트(105) 위에서(x-y 평면에서) 플레이트(105)을 향해 또는 플레이트로부터 멀리 (z 방향을 따라) 플랫폼(150)을 이동시킬 수 있는 3축 로봇이다. 일부 구현들에서, 로봇(332)은 플랫폼(150)의 움직임의 6개의 자유도, 즉 x, y 및 z축 중 임의의 것을 따르는 병진, 및 x, y, 및 z축 중 임의의 것에 대한 회전을 갖는 6축 로봇이다.
- [0054] 다시, 각각의 프린트헤드 모듈(110)(도 1b 참조)은 플랫폼(150) 상에 제거가능하게 장착될 수 있다. 로봇 암(331)의 움직임은 제어기(190)에 의해 제어된다. 도 1a 및 도 1b에 설명된 바와 같이, 프린트헤드 플랫폼(150)은 프린트헤드 플랫폼(150)과 대면 표면(106) 중 (z 방향을 따라) 프린트헤드 플랫폼(150) 아래에 놓인 부분 사이의 거리가 제조 프로세스 동안 층마다 일정하게 유지될 것을 보장하기 위해, 제조 프로세스 동안 z 방향을 따라 이동될 수 있다. 더욱이, 일부 구현들에서, 예를 들어 플레이트(105)의 표면 또는 층 두께의 불균일성을 보상하기 위해, 프린트헤드 플랫폼(150)이 층의 제조를 위해 플레이트(105)을 가로질러 스캔함에 따라 수직 위치가 조절될 수 있다.
- [0055] 도 4는 예시적인 적층 제조 시스템(400)의 예시의 상부도를 도시한다. 도 1a 및 도 1b에 설명된 시스템과 마찬가지로, 시스템(400)은 하우징(102)을 포함하고 하우징에 의해 둘러싸인다. 하우징(102)은 예를 들어 하우징 내부의 챔버(101) 내에서 진공 환경이 유지되는 것을 허용할 수 있다. 대안적으로, 챔버(101)의 내부는 실질적으로 순수한 가스, 예를 들어 미립자들을 제거하도록 필터링된 가스일 수 있거나, 챔버는 대기로 배기될 수 있다. 가스는 가스 소스(도시되지 않음)로부터 가스 유입부(103)를 통해 챔버(101)에 진입할 수 있다. 챔버로부터의 가스는 진공 배기부(104)를 통해 제거될 수 있다. 가스 유입부(103)는 대면 표면을 가로질러 층류 가스

유동이 가능해지도록 프린트헤드 플랫폼과 통합될 수 있거나, 대면 표면에 가까울 수 있는 에어 나이프에 연결될 수 있다. 진공 배기부(104)는 에어 나이프에 대향하여 위치될 수 있다.

[0056] 프린트헤드 플랫폼(450)은 갠트리(130)의 수평 지지체들(130a 및 130b), 예를 들어 레일들 또는 샤프트들 상에 슬라이드가능하게 장착된다. 액추에이터 시스템(152)(도 1a에 도시됨)은 프린트헤드 플랫폼(450)이 갠트리(130)의 레일들(130a 및 130b)을 따라 슬라이딩하여 (y 방향을 따라) 플레튼(105)을 가로질러 횡단하는 것을 허용한다. 레일(130a)은 레일(130a)의 단부들에서 수직 지지체들(134a 및 134b)에 의해 지지된다. (z 방향을 따른) 수직 지지체들(134a 및 134b) 상에서의 레일(130a)의 수직 위치는 각각 액추에이터들(135a 및 135b)에 의해 제어될 수 있다. 마찬가지로, (z 방향을 따른) 수직 지지체들(134c 및 134d) 상에서의 레일(130b)의 수직 위치는 각각 액추에이터들(135c 및 135d)에 의해 제어될 수 있다.

[0057] 플랫폼(450)은 프린트헤드 모듈(110)을 지지한다. 프린트헤드 모듈(110)은 트랙(430) 상에 장착되고, 액추에이터(420)에 의해 x방향으로 트랙들을 따라 이동할 수 있다. 액추에이터, 및 그에 따른 시스템(450) 내의 모듈(110)의 위치는 제어기(190)에 의해 제어될 수 있다.

[0058] 적층 제조 시스템(400)에서, 프린트헤드 플랫폼(450)은 플레튼의 길이(y축)를 따라 증분적으로 이동한다. 프린트헤드 플랫폼(450)의 각각의 증분적 움직임에 대해, 프린트헤드 모듈(110)은 플레튼의 폭을 따라(x 방향을 따라) 플레튼의 한 단부로부터 다른 단부로 이동한다. 제어기(190)는 프린트헤드(110)가 전체 플레튼(105)을 가로질러 스캐닝하도록 프린트헤드 플랫폼의 (y 방향을 따른) 움직임을 프린트헤드 모듈의 (x 방향을 따른) 움직임과 조화시킬 수 있다. 이것은 적층 제조 프로세스가 전체 플레튼(105)에 걸쳐 수행되는 것을 허용한다.

[0059] 액추에이터들(135a-d 및 420)은 제어기(190)에 의해 제어될 수 있다. 제어기(190)는 플랫폼(150)의 (y 방향을 따른) 움직임과 프린트헤드 모듈(110)의 (x 방향을 따른) 움직임을 결합으로 인해 모듈(110)이 플레튼(105) 위에서 이동할 때 대면 표면(106) 중 (z 방향을 따라) 모듈(110) 아래에 놓인 부분과 프린트헤드 모듈(110) 사이의 거리가 변하지 않은 채로 유지되도록 액추에이터들(135a-d 및 420)을 제어할 수 있다. 더욱이, 각각의 층이 퇴적되고 용융된 후에 플랫폼(450)의 수직 위치가 상승될 수 있고, 따라서 프린트헤드 모듈(110)과 대면 표면(106)의 일부분 사이의 거리는 층마다 일정하게 유지된다.

[0060] 도 5는 프린트헤드 모듈(110)에 의한 적층 제조 프로세스의 개략도이다. 적층 제조 시스템(100)(도 1a 및 도 1b에도 설명됨)은 플레튼(105) 위에서 (예를 들어, y 방향을 따라) 이동할 수 있고 적층 제조 프로세스를 수행할 수 있는 하나의 프린트헤드 모듈(110) 또는 프린트헤드 모듈의 어레이를 포함한다. 프린트헤드 모듈의 다양한 프린트헤드 컴포넌트들은 적층 제조 프로세스의 방향을 따라(예를 들어, +y 방향을 따라) 배열된다. 추가로, 일부 구현들에서, 프린트헤드 컴포넌트들은 프린트헤드 모듈의 프레임에 대해 (예를 들어, 액추에이터 또는 모터에 의해) 이동할 수 있다. 이하에서, 프린트헤드 컴포넌트들은 (z 방향을 따라) 프린트헤드 모듈(110) 아래의 퇴적된 피드 재료(514)(및 선택적으로 512)의 대면 표면(106)의 주어진 스트립 상에서 적층 제조 프로세스를 수행하는 순서로 설명될 것이다.

[0061] 프린트헤드 모듈은 제1 피드 재료(514)를 퇴적하는 제1 디스펜서(504)[프린트헤드 모듈(110)의 리딩 에지 상에 있음]을 포함한다. 디스펜서(504)는 적층 제조 프로세스 동안 프린트헤드 모듈이 (y 방향을 따라) 이동하는 방향에 실질적으로 수직한 (x축을 따른) 플레튼의 폭을 가로질러 연장되는 도관, 예를 들어 속이 빈 실린더로 구성된다. 도관은 피드 재료(514)를 저장하는 호퍼[예를 들어, 도 2a의 호퍼(220)]에 결합된다. 도관은 속이 빈 공간 및 오거(auger)를 둘러싼다. 오거는 재료 디스펜서에 장착되고, 모터는 예를 들어 구동 샤프트에 의해 오거를 (도관에 대해) 회전시킬 수 있다.

[0062] 오거가 회전함에 따라, 호퍼로부터 피드 재료(514)가 흡입된다. 도관은 그 길이를 따라(x 방향을 따라) 배열된 복수의 개구를 가질 수 있고, 그러한 개구로부터 피드 재료(514)가 플레튼 상에 디스펜싱될 수 있다. 개구들을 통한 피드 재료의 유량은 제어기(190)(도 1a에 도시됨)에 의해 제어될 수 있는 액추에이터에 의해 조절될 수 있다. 피드 재료의 유량은 또한 오거의 회전 속도를 변경함으로써, 또는 오거를 더 큰 피드 재료 유동을 허용할 수 있는 다른 오거로 교체함으로써 제어될 수 있다. 예를 들어, 오거의 회전 속도를 증가시키면, 피드 재료가 디스펜싱되는 속도를 증가시킬 수 있고, 그 반대로도 된다. 다른 예들에서, 도관은 도관의 길이를 따라(x축을 따라) 연속적인 슬롯을 가질 수 있다.

[0063] 선택적으로, 제1 스프레더(540)(예를 들어, 롤러 또는 블레이드)는 디스펜서(504)를 뒤따르고, 퇴적된 피드 재료를 플레튼(105)에 걸쳐서 고르게 분산/평활화한다. 선택적 제2 디스펜서(505)는 제2 피드 재료(512)를 퇴적하기 위해 제1 분산 메커니즘(540)을 뒤따를 수 있다. 피드 재료들(512 및 514)은 상이한 크기들 또는 구조적

특성들을 가질 수 있고/있거나, 상이한 재료 조성을 가질 수 있다. 예를 들어, 피드 재료(512 및 514)는 상이한 용해/소결 온도들을 가질 수 있다. 예를 들어, 제2 피드 재료(512)는 제1 피드 재료(514)보다 작을 수 있고, 따라서 피드 재료(514)의 입자들 사이의 간극 공간들(interstitial spaces)을 채울 수 있다. 제2 피드 재료 디스펜서(505)에는 퇴적된 피드 재료들(512 및 514)을 분산/평활화하는 선택적 제2 스프레더(541)(예를 들어, 롤러 또는 블레이드)가 후속된다.

[0064] 피드 재료는 파우더일 수 있다. 예를 들어, 피드 재료는 금속, 예를 들어 강철, 알루미늄, 코발트, 크롬, 및 티타늄, 합금 혼합물들, 세라믹들, 조성물들, 또는 그린 샌드(green sand)로 구성된 입자들의 파우더일 수 있다. 피드 재료는 또한 폴리머 재료들을 포함할 수 있다.

[0065] 선택적 계측 시스템(552)은 분산 메커니즘(dispersion mechanism)(541)에 후속할 수 있고, 조면계(profilometer), 썬더 이미지, 또는 광학 카메라 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 계측 시스템(552)은 대면 표면(106) 중 (z 방향을 따라) 센서 아래에 놓인 부분과 프린트헤드 모듈(110) 사이의 거리를 측정할 수 있는 센서, 예를 들어 광전 센서 또는 레이저 센서를 포함할 수 있다. 계측 시스템(552)은 또한 예를 들어 퇴적된 피드 재료들의 표면 거칠기를 측정할 수 있다. 피드 재료들을 용융/용해하기 전에 퇴적된 피드 재료의 거칠기를 아는 것은, 제조 프로세스를 제어함으로써 적층 제조 프로세스의 품질을 개선하는 데에 도움이 될 수 있다.

[0066] 다음은 퇴적된 피드 재료의 온도를 상승시키기 위한 선택적인 열 소스(534)이다. 도 5에 설명된 실시예에서, 열 소스(534)는 열 램프 어레이이다. 열 램프 어레이(534)는 퇴적된 피드 재료(512)(및 존재한다면 514)를 그 소결 또는 용해 온도들보다 낮은 온도로 가열할 수 있다. 열 램프 어레이(534)는 어레이, 예를 들어 육방 최밀 집 패킹 어레이(hexagonal closest packed array)로 배열된 복수의 열 램프를 포함한다. 각각의 열 램프에 전달되는 에너지는 제어기[예를 들어, 제어기(190)]에 의해 제어될 수 있다. 열 램프 각각에 전달되는 에너지를 변경하면, 열 램프에 의해 복사되는 에너지를 변경할 수 있다. 그러므로, 열 램프 어레이에 의해 발생하는 에너지의 공간 분포는 제어기에 의해 제어될 수 있다. 결과적으로, 플레이트 상의 대면 표면(106) 중에서 열 램프 어레이(534)로부터의 에너지를 수용하는 부분은 온도 분포를 가질 수 있다. 즉, 열 램프 어레이(534)는 퇴적된 피드 재료의 위에서 언급된 부분의 온도 분포의 제어를 제공할 수 있다.

[0067] 열 소스(534) 다음은, 층의 선택된 부분들을, 예를 들어 그 소결 온도 또는 용해 온도를 초과하는 온도로 상승 시킴으로써(그리고, 다음으로 그 부분의 냉각을 허용함으로써) 용융시키기 위한 에너지 소스(560)이다. 예를 들어, 에너지 소스(560)는 빔(575)을 방출할 수 있다. 빔(575)은 예를 들어 레이저에 의해 발생하는 레이저 빔, 이온 소스에 의해 발생하는 이온 빔, 또는 전자 총에 의해 발생하는 전자 빔일 수 있다. 빔(575)은 퇴적된 피드 재료들 중 하나 또는 둘 다의 온도를 각자의 녹는점들 위로 상승시킬 수 있다. 에너지 소스(560)는 또한 피드 재료를 용해시킬 수 있는 복수의 빔(575)을 생성할 수 있다.

[0068] 더욱이, 에너지 소스(560)는 퇴적된 피드 재료의 요구되는 영역들을 선택적으로 용융시키기 위해 선택적으로 활성화될 수 있다. 예를 들어, 에너지 소스(560)는 대면 표면(106)의 특정 부분에 충돌하는 빔(575)을 방출할 수 있고, 그에 의해 그 부분 내에 퇴적된 피드 재료 중 하나 또는 둘 다를 용해할 수 있다. 에너지 소스(560)에 의해 대면 표면(106)의 특정 부분들을 선택적으로 가열하는 것은, 에너지 소스(560)의 선택적 활성화와 함께, 에너지 소스(560)를 프린트헤드 모듈 프레임에 대해 이동시키는 것에 의해, 또는 빔(575)을 대면 표면(106)에 걸쳐 이동시키는 것에 의해, 또는 둘 다에 의해 달성될 수 있다.

[0069] 예를 들어, 에너지 소스(560)는 제어기(190)(도 1a 참조)에 의해 제어되는 모터 또는 액츄에이터에 의해 프린트헤드 모듈의 움직임(예를 들어, y축)에 수직인 방향(예를 들어, x축)을 따라 이동할 수 있다. 다른 예에서, 에너지 소스(560)는 프린트헤드 모듈 프레임에 대해 이동하지 않을 수 있다. 그러나, 에너지 소스(560)는 프린트헤드 모듈의 움직임의 방향에 수직인 방향을 따라 빔(575)을 편향시킬 수 있는 메커니즘, 예를 들어 검류(galvo) 또는 압전 마이크로미터 디바이스 상에 장착된 미러를 포함할 수 있다. 마이크로미터 디바이스는 프린트헤드 모듈의 움직임의 방향에 수직인 방향을 따라 배열되는 미러들의 선형 어레이를 포함할 수 있다. 앞에서 언급된 경우들 모두에서, 피드 재료에 대한 빔(575)의 충돌 위치는 변화한다.

[0070] 상이한 용해 또는 소결 온도를 갖는 2가지 피드 재료가 이용되는 경우, 에너지 소스(560)는 프린트헤드 모듈(110) 아래의 대면 표면(106)의 전체 부분을 제1 피드 재료 및 제2 피드 재료의 용해 또는 소결 온도들 사이의 온도로 상승시킬 수 있다. 따라서, 피드 재료들 중 단 하나만이 용융될 것이다. 이것은 에너지 소스(560)에 의한 선택적 용융을 불필요하게 한다.

[0071] 선택적 제2 계측 시스템(550)이 에너지 소스(360)를 뒤따른다. 제2 계측 시스템(550)은 예를 들어 용해된 피드

재료의 속성들(온도, 표면 거칠기 등)을 측정할 수 있다. 이것은 적층 제조 프로세스의 품질을 개선하도록 프로세스 파라미터들을 조절하기 위해 제어기에 의해 이용될 수 있다. 또한, 제2 계측 시스템(550)은 대면 표면(106) 중 (z 방향을 따라) 센서 아래에 놓인 부분과 프린트헤드 모듈(110) 사이의 거리를 측정할 수 있는 센서, 예를 들어 광전 센서 또는 레이저 센서를 포함할 수 있다.

[0072] 프린트헤드 모듈(110)의 일부 구현들에서, 프린트헤드 컴포넌트들은 도 5에 설명된 것과는 다른 순서로 배열될 수 있다. 예를 들어, 프린트헤드 모듈(110)은 리딩 에지로부터 트레일링 에지까지의 순서로, 계측 시스템, 제1 디스펜서, 제1 분산 메커니즘(예를 들어, 롤러 또는 블레이드), 제2 디스펜서, 제2 분산 메커니즘(예를 들어, 롤러 또는 블레이드), 제1 에너지 소스(예를 들어, 열 램프), 제2 에너지 소스(예를 들어, 레이저 시스템), 및 계측 시스템을 포함할 수 있다.

[0073] 금속들 및 세라믹들의 적층 제조를 위한 처리 조건들은 플라스틱들을 위한 것들과 상당히 다르다. 예를 들어, 일반적으로, 금속들 및 세라믹들은 상당히 더 높은 처리 온도들을 필요로 한다. 따라서, 플라스틱을 위한 3D 프린팅 기술들은 금속 또는 세라믹 처리에 적용가능하지 않을 수 있고, 장비는 등가가 아닐 수 있다. 그러나, 본 명세서에 설명된 일부 기술들은 폴리머 파우더들, 예를 들어 나일론, ABS, 폴리에테르에테르케톤(polyetheretherketone)(PEEK), 폴리에테르케톤케톤(polyetherketoneketone)(PEKK), 폴리우레탄, 폴리에스테르, 폴리유산(polylactic acid), PET, 폴리이미드, 폴리머 블렌드들, 및 폴리스티렌에 적용가능할 수 있다.

[0074] 제어기(190), 및 본 명세서에 설명된 시스템들의 다른 컴퓨팅 디바이스 부분은 디지털 전자 회로망으로, 또는 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어, 또는 하드웨어로 구현될 수 있다. 예를 들어, 제어기는 컴퓨터 프로그램 제품 내에, 예를 들어 비일시적 머신 판독가능한 저장 매체 내에 저장된 대로의 컴퓨터 프로그램을 실행하기 위한 프로세서를 포함할 수 있다. 그러한 컴퓨터 프로그램(프로그램, 소프트웨어, 소프트웨어 애플리케이션 또는 코드로도 알려져 있음)은 컴파일 또는 해석된 언어를 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 작성될 수 있고, 독립형 프로그램(stand-alone program)으로서, 또는 모듈, 컴포넌트, 서브루틴, 또는 컴퓨팅 환경에서 이용하기에 적합한 다른 유닛으로서 배치되는 것을 포함하여, 임의의 형태로 배치될 수 있다.

[0075] 제어기(190), 및 설명된 시스템들의 다른 컴퓨팅 디바이스 부분은 각각의 층에 대해 피드 재료가 퇴적되어야 하는 패턴을 식별하는 데이터 개체, 예를 들어, 컴퓨터 이용 설계(CAD) 호환가능한 파일을 저장하기 위한 비일시적 컴퓨터 판독가능한 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 데이터 개체는 STL 포맷 파일(STL-formatted file), 3D 제조 포맷(3D Manufacturing Format)(3MF) 파일, 또는 적층 제조 파일 포맷(Additive Manufacturing File Format)(AMF) 파일일 수 있다. 예를 들어, 제어기는 원격 컴퓨터로부터 데이터 개체를 수신할 수 있다. 예를 들어 펌웨어 또는 소프트웨어에 의해 제어되는 제어기(190) 내의 프로세서는 각각의 층에 대해 지정된 패턴을 용융시키도록 장치(100)의 컴포넌트들을 제어하는 데에 필요한 신호들의 집합을 생성하기 위해, 컴퓨터로부터 수신된 데이터 개체를 해석할 수 있다.

[0076] 하나 이상의 피드 재료 디스펜서는 피드 재료의 층을 퇴적하기 위해 하나 이상의 피드 재료를 전달할 수 있고, 일부 구현들에서, 피드 재료는 하나 이상의 피드 재료 디스펜서에 의해 선택적으로 퇴적될 수 있다. 피드 재료가 플레이트 상에 디스펜싱된 후에, 스프레더, 예를 들어 롤러 또는 블레이드는 플레이트에 걸쳐 피드 재료를 분산시킬 수 있다. 피드 재료의 층의 요구되는 부분들을 용융시키는 것은 하나 이상의 에너지 소스로부터 에너지를 공급함으로써 달성될 수 있다. 예를 들어, 에너지 소스들은 하나 이상의 레이저, 및/또는 열 램프들의 어레이들일 수 있다. 열 램프들의 어레이들은 플레이트의 위 또는 아래에, 또는 적층 제조 장치의 챔버 내의 다른 곳에 위치될 수 있다. 에너지 소스로부터의 에너지는 피드 재료를 가열하고, 피드 재료가 함께 용융되어 고체 단편을 형성하게 한다. 적층 제조 시스템은 적층 제조 프로세스(이하, "제조 프로세스"라고 지칭됨)의 다양한 파라미터들, 예를 들어 열 균일성, 표면 균일성, 및/또는 퇴적된 피드 재료의 응력을 측정하는 하나 이상의 계측 시스템을 또한 포함할 수 있다.

[0077] 다양한 프린트헤드 컴포넌트들, 예를 들어 피드 재료 디스펜서, 열 소스, 및 에너지 소스를 포함하는 표준화된 프린트헤드 모듈을 갖는 것이 바람직하다. 이러한 맥락에서의 "표준화된"은 각각의 프린트헤드 모듈이 실질적으로 동일함을 나타낸다(디스펜서들 사이에서 달라지는 일련 번호 또는 펌웨어 버전과 같은 소프트웨어 예외들이 있을 수 있음). 표준화된 프린트헤드 모듈은 적층 제조 시스템들의 구성 및 복구를 단순화하는데, 예를 들어 프린트헤드는 임의의 호환가능한 적층 제조 시스템 내에서 동작가능할 수 있는 "플러그 앤드 플레이(plug and play)" 모듈로서 동작가능할 수 있다. 표준화된 프린트헤드 구성은 또한 적층 제조 시스템들의 스케일링이 제조될 개체의 크기를 수용할 수 있게 할 수 있다. 프린트헤드 모듈은 제조 프로세스 동안 플레이트에 대해, 예

를 들어 x , y , 및 z 데카르트 축을 따라 이동할 수 있다. 플랫폼은 이동불가능하게 구성될 수 있는데, 즉 플랫폼은 x - y 평면 내에서 또는 z 축을 따라 이동하지 않을 수 있다.

[0078] 다수의 구현들이 설명되었다. 그럼에도 불구하고, 다양한 수정이 이루어질 수 있음이 이해될 것이다. 예를 들면, 이하와 같다:

[0079] ● 디스펜싱 시스템(들), 스프레더(들), 감지 시스템(들), 열 소스 및/또는 에너지 소스와 같이, 위에서 프린트 헤드의 일부로서 설명된 다양한 컴포넌트들은 프린트헤드 내부를 대신하여, 갠트리 상에 장착될 수 있거나, 갠트리를 지지하는 프레임 상에 장착될 수 있다.

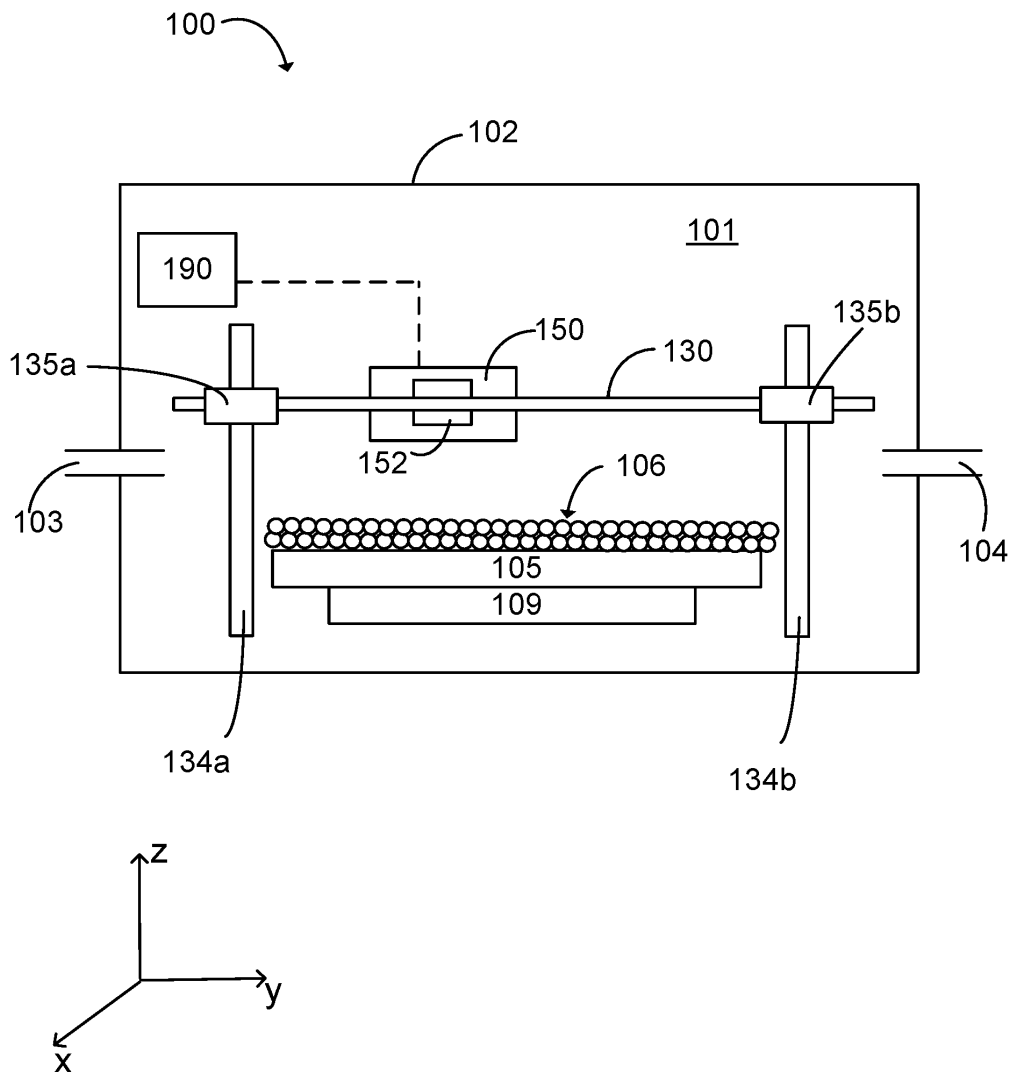
[0080] ● 수평 이동하는 컴포넌트가 수직 이동하는 컴포넌트 상에 지지되는 것을 대신하여, 수직 이동하는 컴포넌트가 수평 이동하는 컴포넌트 상에 지지될 수 있다. 따라서, 예를 들어 시스템은 제자리에 고정되는 수평 연장 레일들, 및 수평 레일들 상에서 수평 이동하도록 구성되는 수직 연장 레일들을 포함할 수 있다.

[0081] ● 프린트헤드 모듈을 갖는 것을 대신하여, 디스펜서 및 에너지 소스는 지지체 상에, 예를 들어 플랫폼(150) 상에 직접 장착될 수 있다.

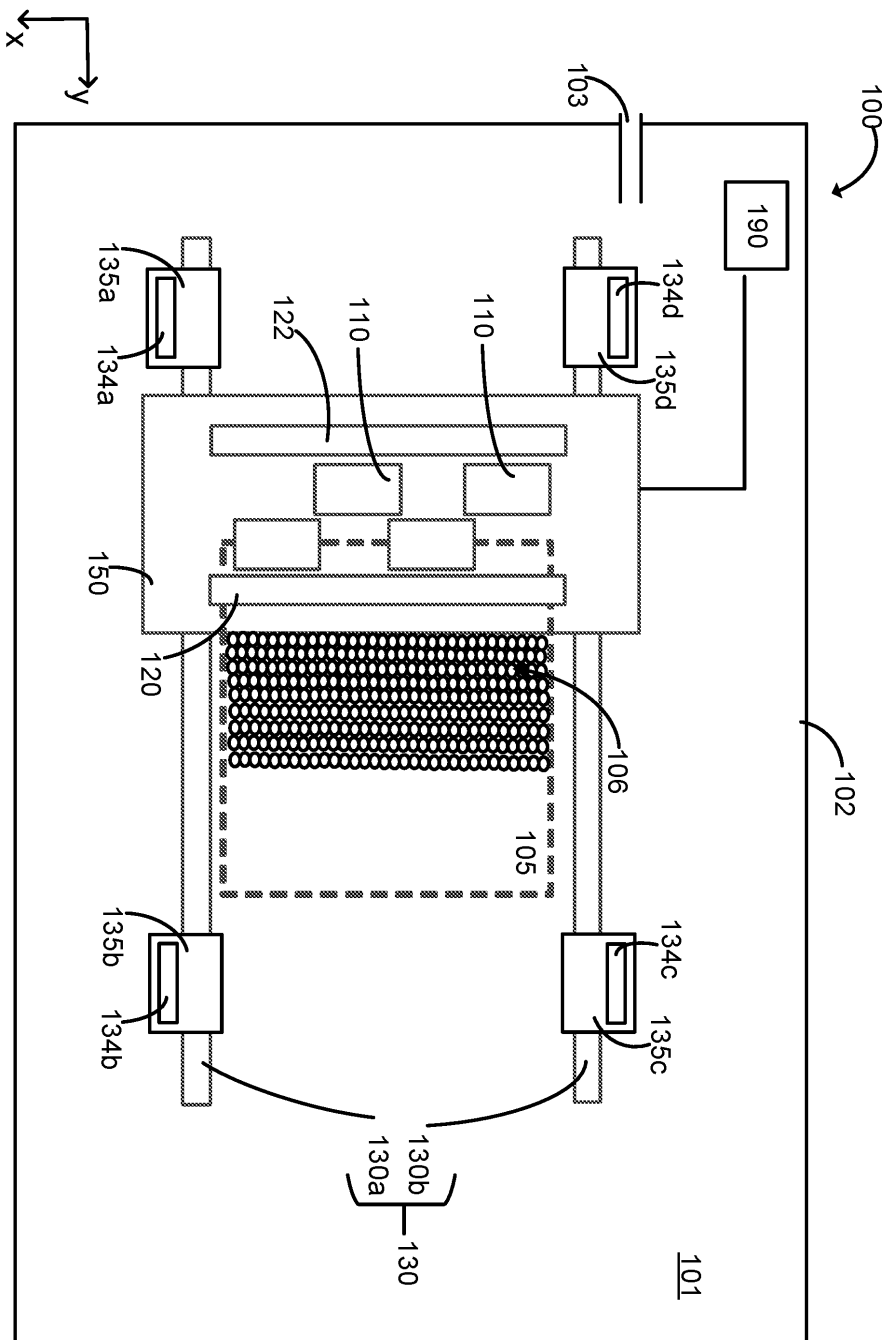
[0082] 따라서, 다른 구현예들은 청구항들의 범위 내에 있다.

도면

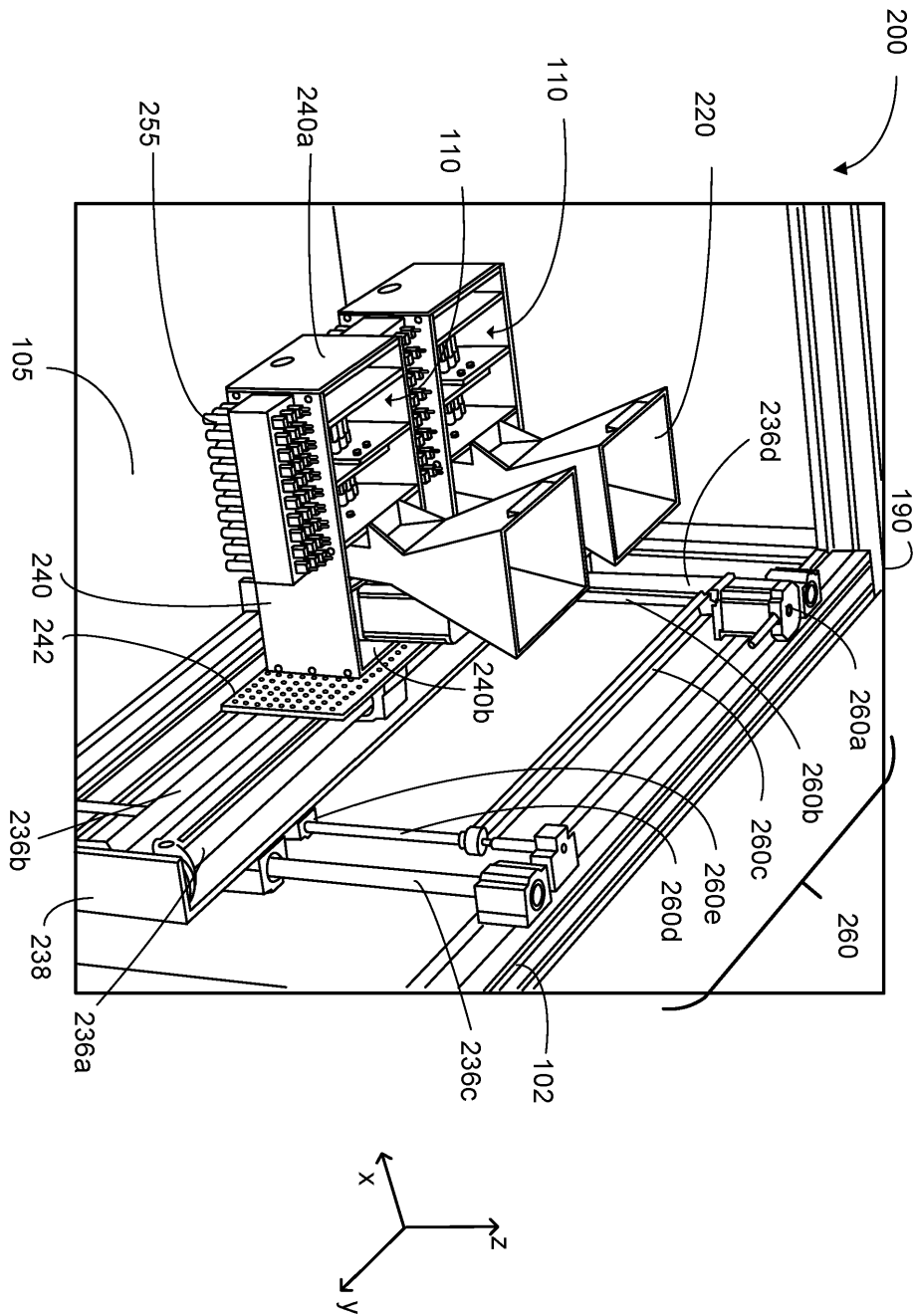
도면1a



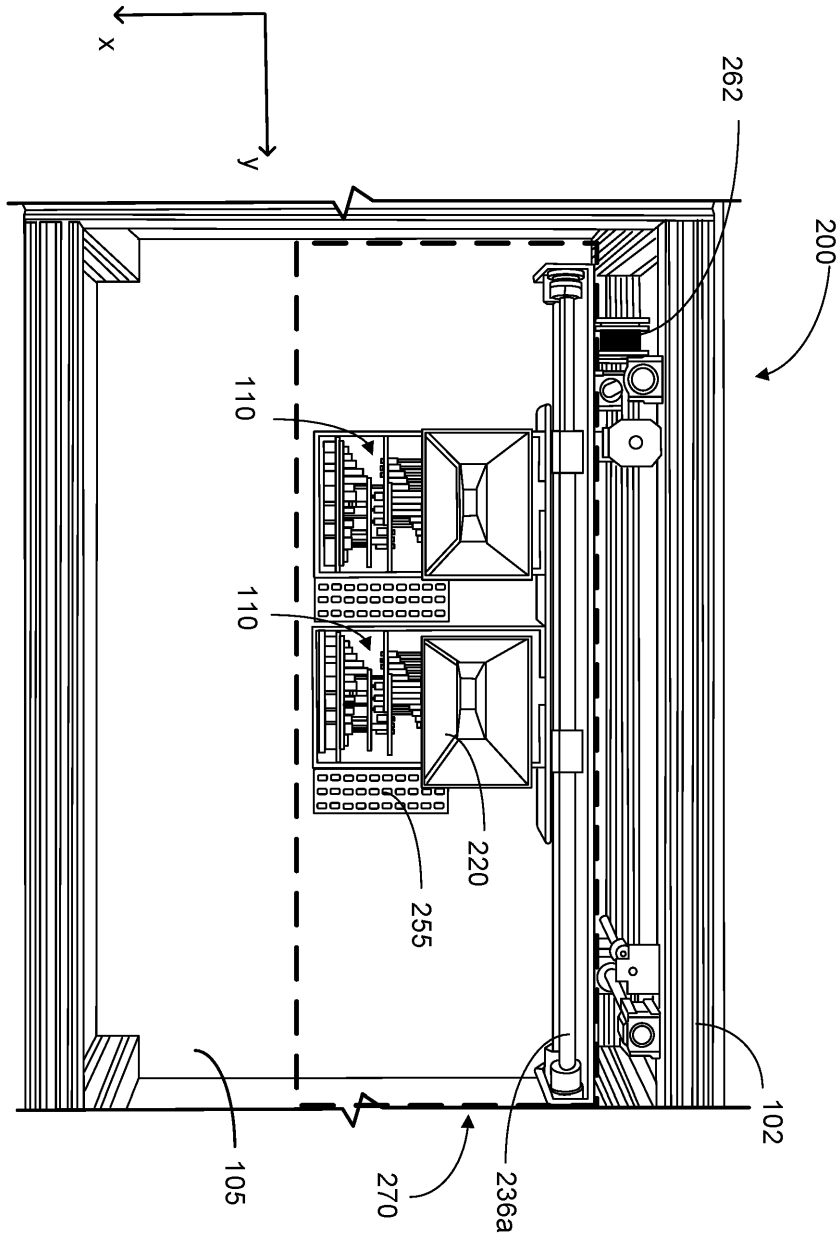
도면1b



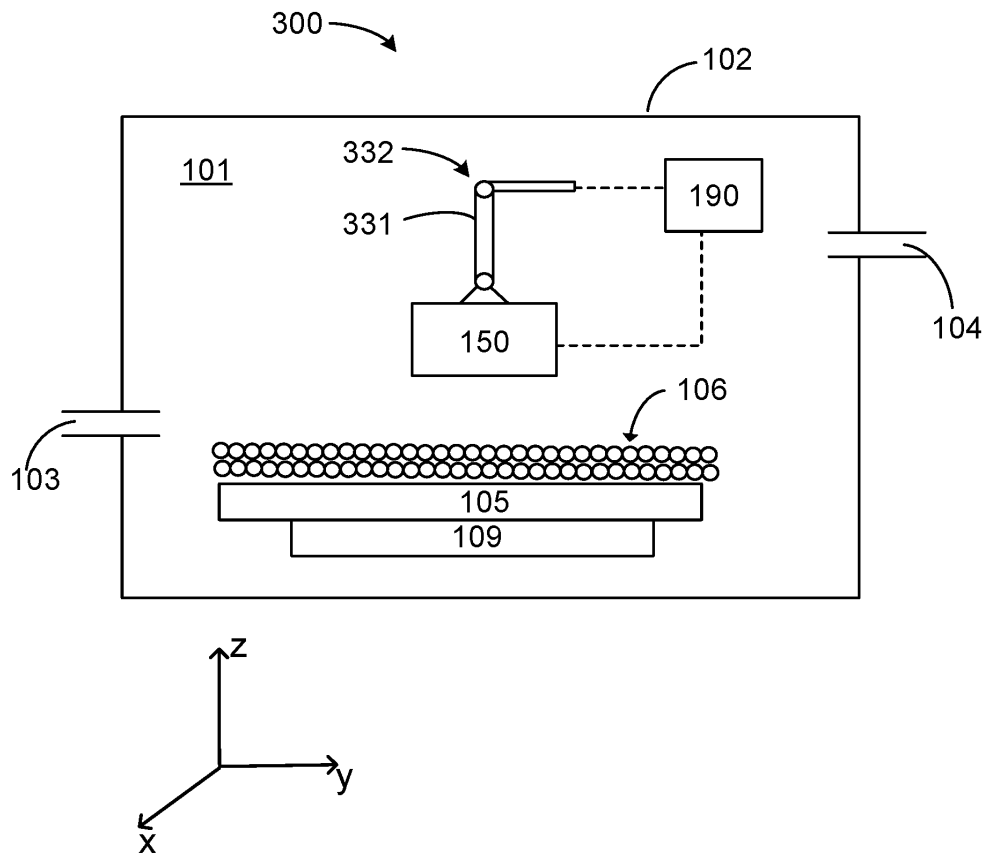
도면2a



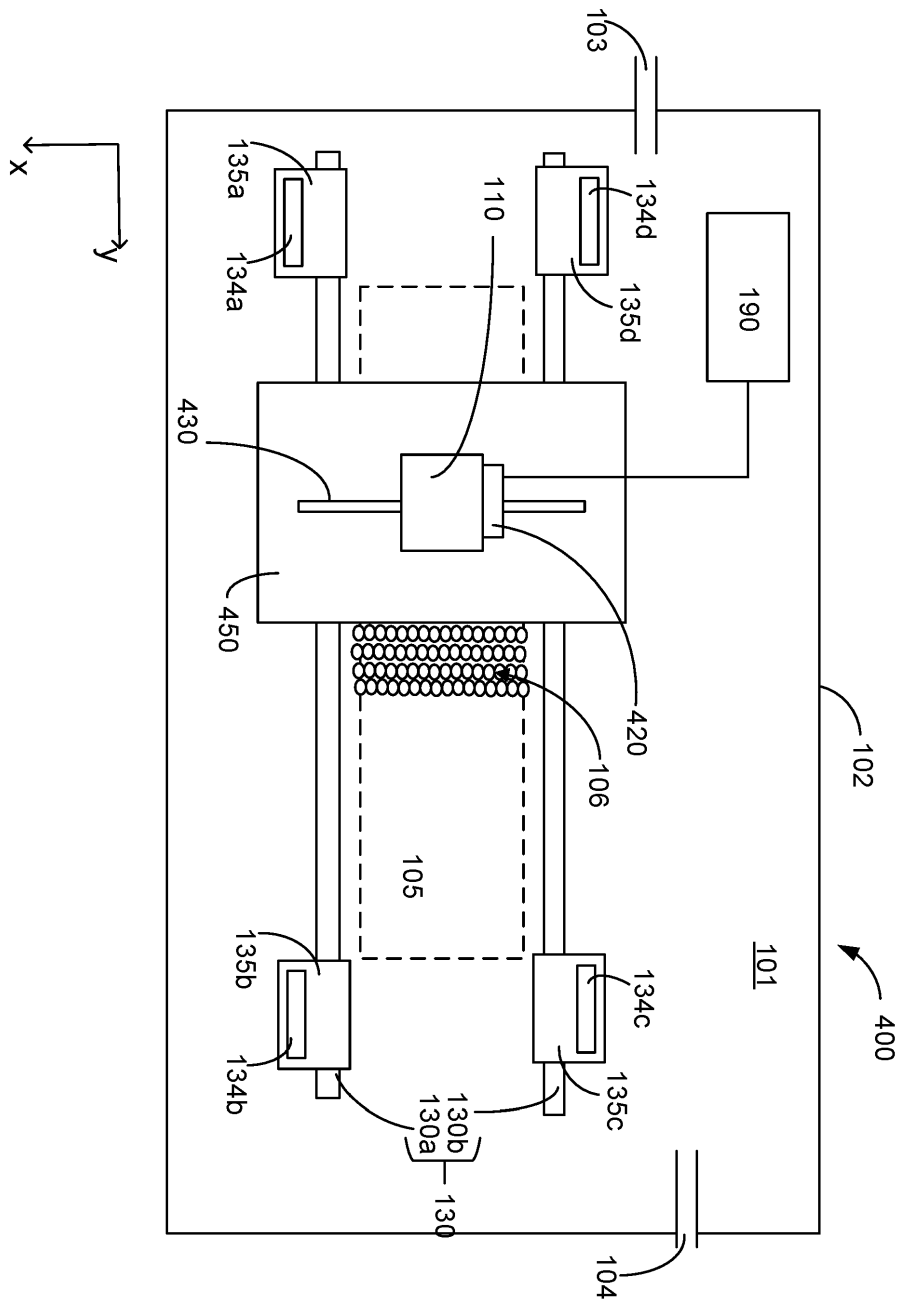
도면2b



도면3



도면4



도면5

