



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월02일  
(11) 등록번호 10-2461421  
(24) 등록일자 2022년10월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B29C 64/321 (2017.01) B01J 13/00 (2018.01)  
B29C 64/141 (2017.01) B29C 64/209 (2017.01)  
B29C 64/314 (2017.01) B33Y 10/00 (2015.01)  
B33Y 40/00 (2020.01)
- (52) CPC특허분류  
B29C 64/321 (2017.08)  
B01J 13/0095 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0089796
- (22) 출원일자 2018년08월01일  
심사청구일자 2021년07월26일
- (65) 공개번호 10-2019-0021157
- (43) 공개일자 2019년03월05일
- (30) 우선권주장  
15/683,531 2017년08월22일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
KR1020170087407 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
팔로 알토 리서치 센터 인코포레이티드  
미국 캘리포니아주 94304 팔로 알토 코요테 힐 로드 3333
- (72) 발명자  
데이비드 매튜 존슨  
미국 94107 캘리포니아 샌프란시스코 아파트 512 브래넌 스트리트 200  
스콧 에이. 엘로드  
미국 94020 캘리포니아 라 혼다 피.오. 박스 448 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
장훈

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 이태우

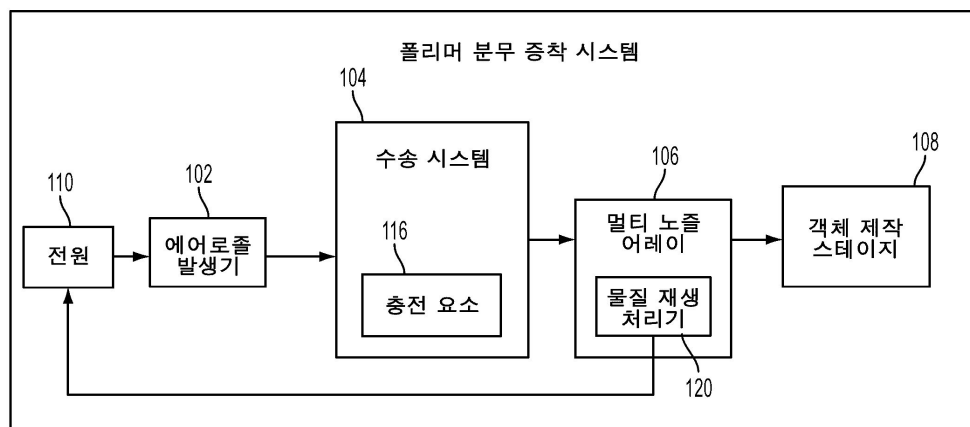
(54) 발명의 명칭 3차원 프린팅을 위한 고체 입자들의 정전기 폴리머 에어로졸 증착 및 퓨징

(57) 요약

적층 가공 시스템은 파우더를 에어로졸화하기 위한 에어로졸 발생기, 증착면, 상기 증착면에 블랭킷 전하를 인가하기 위한 면 대전 요소, 상기 증착면에서 상기 블랭킷 전하의 부분들을 선택적으로 제거하기 위한 대전 프린트 헤드, 및 상기 에어로졸 파우더를 상기 에어로졸 발생기로부터 상기 증착면으로 수송하기 위한 수송 시스템으로 (뒷면에 계속)

대표도

100 ↙



서, 상기 블랭킷 전하의 반대 전하를 상기 에어로졸 파우더에 인가하기 위한 에어로졸 대전 요소를 갖는, 상기 수송 시스템을 갖는다. 적층 가공 방법은 비말 발생기에서 파우더로부터 에어로졸을 생성하는 단계, 제1 전하를 갖는 대전된 에어로졸을 생성하기 위해 상기 에어로졸을 대전시키는 단계, 상기 제1 전하와 반대 극성의 제2 전하를 갖는 블랭킷 전하를 증착면 상에 형성하는 단계, 상기 블랭킷 전하의 영역들을 선택적으로 제거하는 단계, 및 상기 대전된 에어로졸을 상기 대전된 영역들로 수송하여 상기 대전된 에어로졸로부터 상기 대전된 영역들 상에 구조들을 형성하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

*B29C 64/141* (2021.08)

*B29C 64/209* (2017.08)

*B29C 64/314* (2017.08)

*B33Y 10/30* (2018.01)

*B33Y 40/00* (2013.01)

(72) 발명자

**데이비드 케이. 비에젤센**

미국 94028 캘리포니아 포틀라 밸리 미모사 웨이  
200

**빅터 알프레드 벅**

미국 94550 캘리포니아 리버모어 사라 코트 4604

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

적층 가공 시스템으로서,

파우더 소스(powder source);

에어로졸 파우더를 만들기 위해 상기 파우더 소스로부터 파우더를 에어로졸화하기 위해 가스의 흐름을 이용하는 에어로졸 발생기;

증착면;

상기 증착면에 블랭킷 전하를 인가하기 위한 면 대전 요소;

상기 증착면에서 상기 블랭킷 전하의 부분들을 선택적으로 제거하기 위한 대전 프린트 헤드;

가스의 제 2 흐름 또는 진공 중 어느 하나를 포함하고 상기 에어로졸 파우더를 상기 에어로졸 발생기로부터 상기 증착면으로 수송하기 위한 수송 시스템으로서, 상기 에어로졸이 상기 증착면의 전하가 남아 있는 부분들 상에 제조되는 부분을 형성하도록 상기 수송 시스템 내에서 상기 블랭킷 전하의 반대 전하를 상기 에어로졸 파우더에 인가하기 위한 에어로졸 대전 요소를 갖는, 상기 수송 시스템;

상기 에어로졸 파우더를 상기 증착면 상으로 분배하기 위해 상기 수송 시스템으로부터 상기 에어로졸 파우더를 수용하는 노즐; 및

상기 증착면을 홀드하기 위한 이동가능한 객체 제작 스테이지로서, 상기 노즐에 대해 병진운동가능한, 상기 객체 제작 스테이지를 포함하는, 시스템.

**청구항 2**

청구항 1에 있어서, 입자들의 크기들을 선택하기 위해 상기 수송 시스템에 관성 충돌기(inertial impactor)를 더 포함하는, 시스템.

**청구항 3**

청구항 1에 있어서, 상기 수송 시스템에 필터를 더 포함하는, 시스템.

**청구항 4**

청구항 1에 있어서, 구조들 사이에 담체(supporting material)를 분배시키기 위한 분배기를 더 포함하는, 시스템.

**청구항 5**

청구항 1에 있어서, 상기 면 대전 요소는 코로트론(corotron)을 포함하는, 시스템.

**청구항 6**

청구항 1에 있어서, 상기 대전 프린트 헤드는 이온그래픽 프린트 헤드(ionographic print head)를 포함하는, 시스템.

**청구항 7**

청구항 1에 있어서, 상기 수송 시스템은 상기 에어로졸 파우더가 상기 에어로졸 발생기와 상기 증착면 사이에서 이동할 때 상기 에어로졸 파우더를 포함하기 위한 배관을 포함하는, 시스템.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시 내용은 폴리머 분무 증착, 보다 상세하게는 파우더들을 사용한 폴리머 분무 증착에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 부품들의 주문 제조업은 성장 산업이고 광범위한 적용예를 갖는다. 전통적으로, 사출 성형 기계들 및 다른 기계 가공 기술들이 객체들의 모델들을 생성하거나 객체들을 직접 만들기 위해 사용되었다. 보다 구체적으로, 유리, 금속들, 열가소성 플라스틱들, 및 다른 폴리머들과 같은 가열된 물질들이 목적하는 객체의 형상으로 특정적으로 형성된 사출 금형으로 주입된다. 물질은 금형에서 냉각되고 금형의 형상을 채용하여 객체를 형성할 수 있다. 사출 금형들은 만드는 데 비용이 많이 들고 시간 소모가 크며, 객체를 만드는 시간 및 비용을 더 늘리지 않고 객체의 형상 변경을 수용하는 것이 어렵다.

[0003] 모델들 또는 객체들을 직접 만들기 위해 사출 금형들을 변경하는 데 드는 비용, 시간, 및 어려움에 대응하여 적층 가공 산업이 발달하기 시작했다. 공지된 적층 가공 기술들은 다른 것들 중에서도 용융 적층 모델링(FDM, fused deposition modeling), 광조형법(SLA, stereolithography), 선택적 레이저 소결(SLS, selective laser sintering), 및 분사 시스템들을 포함한다. 각각의 공지된 적층 가공 기술들은 재료들, 비용, 및/또는 용적 수용력에 한계가 있으며 이는 열가소성 플라스틱 물질들의 완전 집합을 사용하여 적은 생산량을 제작하고, 주문 제조하며 시제품화하는 것을 막는다. 나아가, 공지된 적층 가공 기술들은 사출 성형과 같은 전통 기술들에 의해 생산되는 질의 객체의 기계적 속성들, 표면 마감, 및 특징 모사를 갖고 부품을 정확하게 만들 수 없다.

[0004] 적층 가공이 적용에 충분한 성능의 부품들을 생산하지 못하는 상황들에서, 저 비용 도구들을 사용하는 빠른 컴퓨터 수치 제어(CNC, computer numerical control) 기계 가공 및 빠른 사출 성형의 전체 산업이 일어나고 있다. 그러나, 이러한 기술들은 적층 가공 기술들보다 비용이 상당히 많이 들고 그것들 자체의 과정상 한계들이 있다.

[0005] 산업은 보다 저 품질의 객체를 생산했던 사출 성형 및 적층 가공 기술들과 같이 전통적인, 그러나 값비싸고, 유연성이 없으며 시간 소모가 큰 기술들에 의해 생산되는 고 품질, 고 용량 수용 객체와 아마도 목적하는 구조적 무결성을 갖지 않고, 그리고 때때로 목적하는 재료들을 갖지 않으나, 보다 빠른 속도 및 유연성을 갖는 것 중 어느 하나로 결정하도록 요구 받았다.

[0006] 예를 들어, FDM 및 SLS는 사용될 수 있는 물질의 유형이 제한되고 100% 미만 밀도의 객체를 만든다. 빠른 CNC 성형은 특징이 보다 상세하고 마감이 보다 뛰어난 보다 양호한 품질의 객체들을 가지나, 비용이 많이 든다. 공지된 적층 가공 기술들로 만들어지는 시제품들은 보통 사출 금형이 대규모, 고 품질 사출 성형 생산을 위해 만들어지는 최종 설계가 선택될 때까지 개량된다. 그러한 다단계 생산 과정도 또한 시간 소모가 크고 비용이 많이 든다.

[0007] 하나의 방법은 폴리머 분무 증착(PSD)을 수반한다. 이러한 공정은 폴리머 액적들의 비말 또는 에어로졸을 형성하고 그것들을 대전시켜 그것들이 대전된 표면 상에 선택적으로 증착되게 한다. 에어로졸의 형성은 많은 형태를 취할 수 있다. 그것들 중 많은 것은 제어된 온도 및 불활성 분위기를 필요로 한다. 이러한 것들은 통상적으로 보다 높은 비용 및 보다 복잡한 제조 환경들을 초래한다.

**발명의 내용**

[0008] 일 실시예는 적층 가공 시스템이며, 상기 적층 가공 시스템은 파우더를 에어로졸화하기 위한 에어로졸 발생기, 증착면, 상기 증착면에 블랭킹 전하를 인가하기 위한 면 대전 요소, 상기 증착면에서 상기 블랭킹 전하의 부분

들을 선택적으로 제거하기 위한 대전 프린트 헤드, 및 상기 에어로졸 파우더를 상기 에어로졸 발생기로부터 상기 증착면으로 수송하기 위한 수송 시스템으로서, 상기 블랭킷 전하의 반대 전하를 상기 에어로졸 파우더에 인가하기 위한 에어로졸 대전 요소를 갖는, 상기 수송 시스템을 갖는다.

[0009] 다른 실시예는 적층 가공 방법이며, 상기 적층 가공 방법은 비말 발생기에서 파우더로부터 에어로졸을 생성하는 단계, 제1 전하를 갖는 대전된 에어로졸을 생성하기 위해 상기 에어로졸을 대전시키는 단계, 상기 제1 전하와 반대 극성의 제2 전하를 갖는 증착면 상에 블랭킷 전하를 형성하는 단계, 상기 블랭킷 전하의 영역들을 선택적으로 제거하는 단계, 및 상기 대전된 에어로졸을 상기 대전된 영역들로 수송하여 상기 대전된 에어로졸로부터 상기 대전된 영역들 상에 구조들을 형성하는 단계를 포함한다.

**도면의 간단한 설명**

[0010] 도 1은 3-차원 적층 가공 시스템의 일 실시예를 도시한다.  
 도 2는 3-차원 적층 가공 시스템의 다른 실시예를 도시한다.  
 도 3은 복귀 및 재생 처리 경로의 일 실시예를 도시한다.  
 도 4는 담체(support material)와 3-차원 적층 가공 시스템의 일 실시예를 도시한다.  
 도 5는 3-차원 적층 가공 방법의 일 실시예를 도시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0011] 여기서의 실시예들은 그렇지 않으면 이를 수 있는 것보다 넓은 범위의 열가소성 물질들을 이용하는 3-차원, 디지털, 적층 가공 기술들의 이점들을 제공한다. 그것들은 보다 전통적인 제조 기술들, 이를테면 사출 성형 공정들과 복잡도 및 구조적 무결성이 유사하게 생산된 객체들의 최소 배선폭 해상력을 야기한다. 여기에서의 시스템들 및 방법들은 고 분자량 폴리머 파우더 및 다른 열가소성 플라스틱들, 이를테면 나이론, 폴리스티렌, 폴리카보네이트, 폴리프로필렌, 폴리실론, 및 아세탈을 에어로졸화하고 3-차원 객체들로 만들 수 있다. 파우더의 사용은 유체에 영향을 미치는 온도 및 분위기에 관한 제조 제약들 중 일부를 완화시킬 수 있다.

[0012] 도 1은 에어로졸 발생기(102), 수송 시스템(104), 멀티 노즐 어레이(106), 및 객체 제작 스테이지(108)를 포함하는 폴리머 증착 시스템(100)의 블록도를 도시한다. 에어로졸 발생기(102)는 파우더 소스(110)로부터 파우더를 수용한다. 파우더의 에어로졸은 해당 기술에 주지된 많은 상이한 방법, 이를테면 미국 특허 번호 2,862,646에 개시되거나, 또는 [www.tsi.com/small-scale-powder-disperser-3443](http://www.tsi.com/small-scale-powder-disperser-3443)에서 찾아볼 수 있는 방법들로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 고속 가스 스트림이 부분적으로 파우더로 채워진 용기로 분다. 공기 흐름은 입자들을 이동시키고 흐름의 무질서한 성질은 그것이 에어로졸을 만들도록 공기 및 파우더를 혼합시킨다. 이러한 에어로졸은 다른 흐름 또는 진공을 이용하여 용기에서 제거될 수 있다.

[0013] 그 다음 수송 시스템(104)은 에어로졸화된 파우더를 에어로졸 발생기(102)로부터 파우더를 객체 제작 스테이지에서의 표면 상으로 분배하는 멀티 노즐 어레이(106)로 수송한다. 수송 시스템(104)은 제1 극성의 전하를 갖는 비말을 대전시키는 대전 요소(116)를 포함한다. 이후에 보다 상세하게 논의될 바와 같이, 증착면은 반대 전하를 갖는 영역들을 가져 에어로졸화된 파우더 입자들을 그러한 영역들로 끌어당길 것이다. 그 다음 대전된 에어로졸은 멀티 노즐 어레이를 사용하여 증착면에 인가된다. 임의의 '폐(waste)' 또는 남은 물질은 물질 재생 처리기(120)에 의해 재생될 수 있다.

[0014] 도 2는 적층 가공 시스템(200)의 대안적인 도면을 도시한다. 에어로졸 발생기(206)는 입자들로서 도시된 파우더(204)를 에어로졸화한다. 공기 스트림(202)으로 이루어질 수 있는 수송 시스템(208)은 에어로졸화된 파우더를 에어로졸 발생기(206)로부터 증착면(214)으로 수송한다. 일 실시예에서, 수송 시스템은 필요에 따라 절연된 배관, 외장 공기 흐름, 및 가능한 여과를 포함할 수 있다. 덧붙여, 수송 스트림은 크기 선택을 가능하게 하기 위한 불활성 충격기, 뿐만 아니라 필요에 따라 필터들을 포함할 수도 있다.

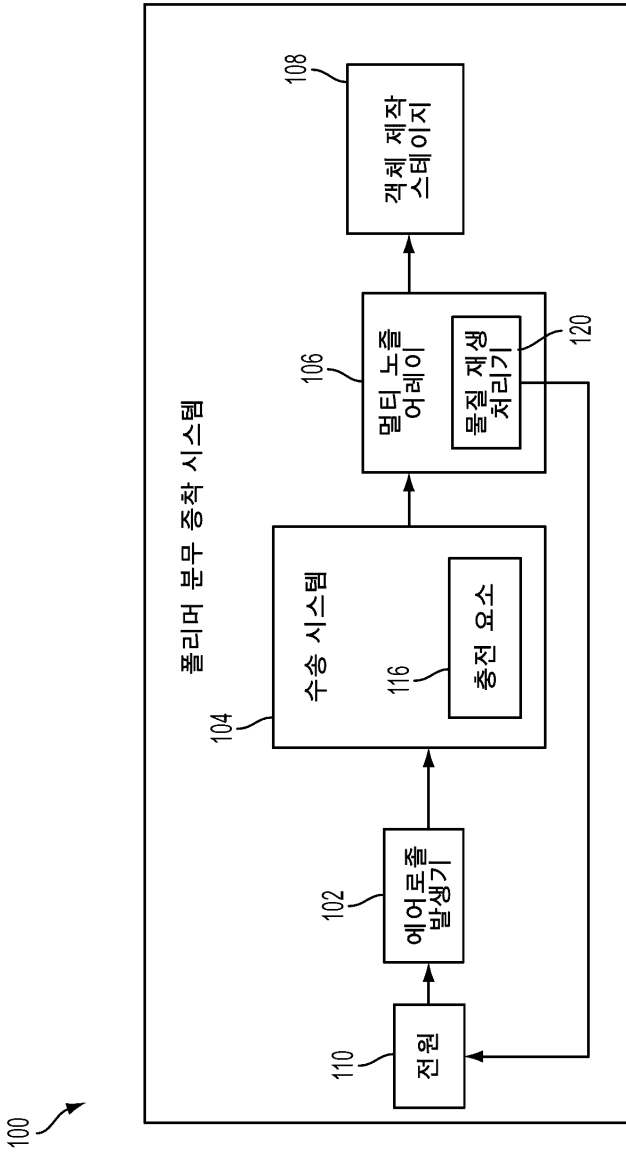
[0015] 대전 요소(210)는 제1 극성의 전하를 에어로졸에 인가한다. 이는 에어로졸이 통과하는 전계를 발생시키기 위해 수송 시스템의 어느 하나의 층 상에 전극들의 집합을 수반할 수 있다. 증착면(214)은 대전된 입자들 이를테면 216을 수용할 것이다. 일 실시예에서, 증착면은 증착 노즐 어레이에 관해 이동하는 3-축(x, y, 및 z) 스테이지일 수 있는 스테이지(218) 상에 놓인다.

[0016] 대전된 입자들이 증착면에 이르기 전에, 선택적의 선택적 영역들이 반대 전하를 수용한다. 일 실시예에서, 제1

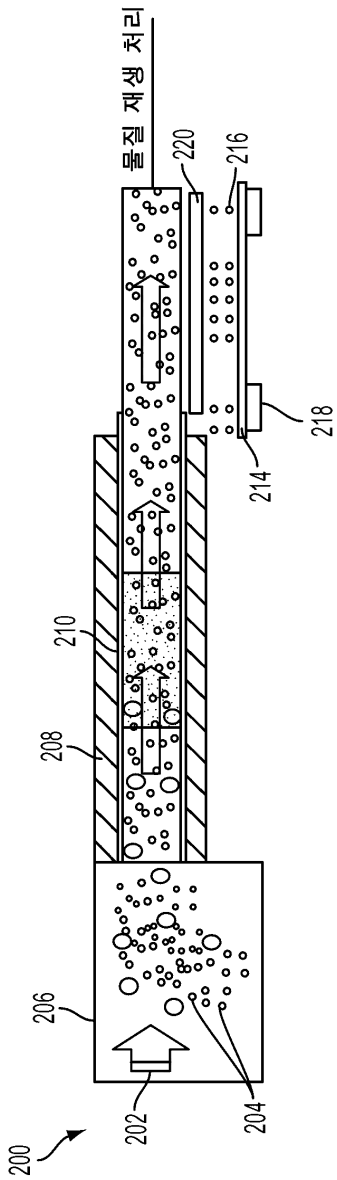
대전 장치 이블테면 커로트론(220)(코로나 대전 장치)는 제1 극성과 반대 극성의 블랭킷 전하를 증착면에 인가한다. 도 2는 대전 장치(220)를 도시하지만, 그것은 단지 파우더 비말의 도달 이전에만 존재할 것이다.

- [0017] 증착면 상에 블랭킷 전하가 형성된 후에는, 다른 대전 장치, 이블테면 이온그래픽 프린트 헤드가 면의 비-부품 부분들로부터의 전하를 중성화한다. 입자들은 여전히 반대 전하를 갖는 증착면의 부분들로 이끌려 갈 것이다.
- [0018] 파우더 비말로부터의 입자들이 증착면에 이르고 반대로 대전된 영역들에 '고착(stick)'되면, 부품들 또는 다른 구조들이 형성되기 시작할 것이다. 부품들의 형성 동안 또는 그 후, 파우더 물질은 물질을 부품들로 퓨징하기 위해 가열 처리될 수 있다. 퓨징은 열 및/또는 압력의 인가를 통해 이루어질 수 있다. 열은 적외선원, 가열된 롤러, 또는 고온 공기의 사용을 통해 인가될 수 있다. 다른 실시예들은 UV 경화 파우더로 만들어지는 파우더 형성물을 경화시키기 위해 자외선 광의 인가를 수반할 수 있다. 덧붙여, 파우더 에어로졸은 또한 퓨징을 돕기 위해 가압될 수도 있다.
- [0019] 파우더 물질이 증착면의 선택된 영역들에 수집됨에 따라, 파우더 비말의 부분들은 증착면에서 떨어질 것이다. 몇몇 실시예에서, 고착되지 않은 파우더 물질은 다시 에어로졸 발생기(206)로 재생 처리될 수 있다. 물질 재생 처리는 통상적으로 열 또는 증착면의 대전된 영역들에서 형성되는 부품들을 퓨징하기 위해 사용되는 다른 에너지에서 떠나 일어날 것이다. 도 3은 도 1로부터의 재생 처리 경로(120)의 예를 도시한다. 파우더 물질은 증착면(214)을 지나 흐르고 입자들(216)의 일부가 증착면(214)의 영역들에 부착된다.
- [0020] 도 4에 도시된 바와 같이, 파우더 물질이 부품들 이블테면 300을 형성하기 위해 퓨징되면, 임의의 담체(302)가 매끄럽고 평평한 표면을 만들기 위해 갭들 이블테면 308을 채울 수 있다. 물질은 노즐(304)로부터 갭들에 이룰 수 있고 닥터 블레이드(306) 또는 다른 구현예가 구조적으로 보다 강인한 부품들을 제공하기 위해 그것을 갭들로 매끈하게 펼 수 있다.
- [0021] 도 5는 전체 방법 흐름의 실시예를 도시한다. 400에서, 증착면은 블랭킷 전하를 수용한다. 402에서 다른 장치, 이블테면 이온그래픽 프린트 헤드는 증착면으로부터의 전하를 선택적으로 중성화한다. 그 동안, 404에서 시스템은 파우더로부터 에어로졸을 생성하고 그것을 증착면으로 수송한다(406). 에어로졸이 수송되는 동안, 408에서 그것은 대전 처리된다. 에어로졸이 증착면에 이를 때, 410에서 그것은 목적하는 구조들을 형성하기 위해 면 상에 퓨징된다. 임의적 단계에서, 담체가 이전에 논의된, 갭들을 채운다.
- [0022] 이러한 방식으로, 3-차원 적층 가공은 파우더를 사용하는 제조 방법으로 부품들을 만들 수 있다. 이는 분말 증착을 위한 폴리머의 형성을 위한 덜 복잡하고 덜 비싼 제조 방법을 제공할 수 있다.
- [0023] 위에서 개시된 그리고 다른 특징들 및 기능들의 변이들, 또는 그것들의 대안들이 많은 다른 상이한 시스템 또는 적용예로 조합될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 다음 청구범위에 의해 포함되도록 의도되는 다양한 현재 예측하지 못하거나 예상하지 못한 대안, 변형, 변경, 또는 개선이 또한 후에 해당 기술분야에서의 통상의 기술자들에 의해 이루어질 수 있다.

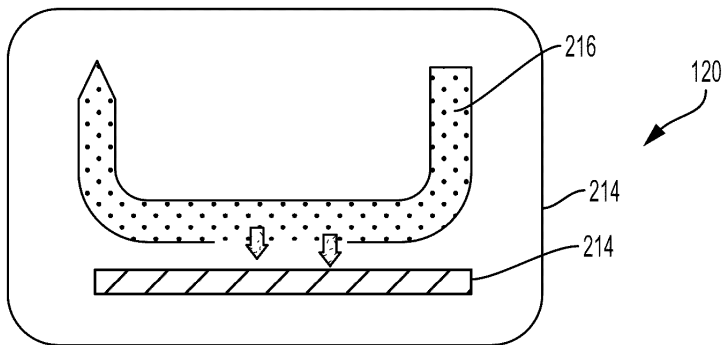
도면  
도면1



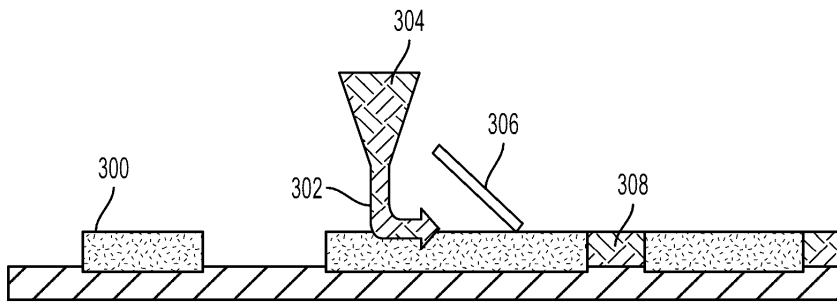
도면2



도면3



도면4



도면5

