



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년01월13일  
(11) 등록번호 10-2488484  
(24) 등록일자 2023년01월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B29C 64/386 (2017.01) B29C 64/153 (2017.01)  
B29C 64/264 (2017.01) B29C 64/295 (2017.01)  
B33Y 10/00 (2015.01) B33Y 30/00 (2015.01)  
B33Y 50/02 (2015.01)
- (52) CPC특허분류  
B29C 64/386 (2021.08)  
B29C 64/153 (2017.08)
- (21) 출원번호 10-2020-7001993
- (22) 출원일자(국제) 2018년06월20일  
심사청구일자 2021년05월21일
- (85) 번역문제출일자 2020년01월21일
- (65) 공개번호 10-2020-0013065
- (43) 공개일자 2020년02월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/038565
- (87) 국제공개번호 WO 2018/237049  
국제공개일자 2018년12월27일
- (30) 우선권주장  
62/524,337 2017년06월23일 미국(US)  
15/992,081 2018년05월29일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2002069507 A\*  
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자  
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드  
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
- (72) 발명자  
이시카와, 데이비드 마사유키  
미국 94040 캘리포니아주 마운틴 뷰 클락 애비뉴 1009  
스테파스, 폴 제이.  
미국 95054 캘리포니아주 산타 클라라 아베니다 데 라고 4939  
조시, 에이제이 엠.  
미국 95135 캘리포니아주 산호세 실버랜드 드라이브 3071
- (74) 대리인  
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 13 항

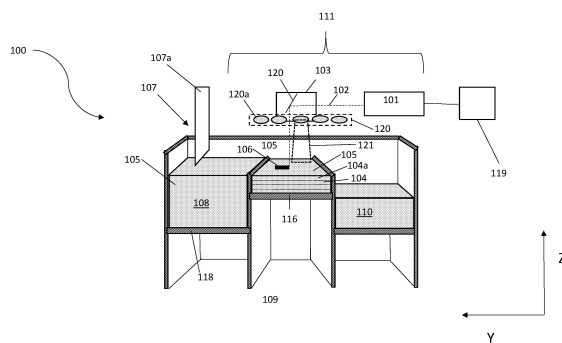
심사관 : 이상호

(54) 발명의 명칭 다수의 거울 스캐너들을 이용한 적층 제조

(57) 요약

적층 제조 장치는, 플랫폼, 플랫폼 상에 공급 물질의 복수의 연속적인 층들을 전달하기 위한 분배기, 하나 이상의 광 빔을 생성하기 위한 광원, 복수의 연속적인 층들의 최상위 층 상으로 제1 광 빔을 지향시키도록 위치되는 제1 갈보 거울 스캐너, 복수의 연속적인 층들의 최상위 층 상으로 제2 광 빔을 지향시키도록 위치되는 제2 갈보 거울 스캐너, 및 제1 갈보 거울 스캐너로 하여금 최상위 층의 영역을 사전 가열하거나 열처리하도록 제1 광 빔을 지향시키게 하고 제2 갈보 거울 스캐너로 하여금 최상위 층의 영역을 융합시키도록 제2 광 빔을 지향시키게 하게 구성되는 제어기를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*B29C 64/264* (2021.08)

*B29C 64/295* (2021.08)

*B33Y 10/00* (2013.01)

*B33Y 30/00* (2013.01)

*B33Y 50/02* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20140263209 A1\*

US20160052014 A1\*

JP2016540109 A

US20170173736 A1

US20170072463 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

적층 제조(additive manufacturing) 장치로서,

플랫폼;

상기 플랫폼 상에 분말의 복수의 연속적인 층들을 전달하기 위한 분배기;

하나 이상의 광 빔을 생성하기 위한 광원;

상기 복수의 연속적인 층들의 최상위 층 상으로 제1 광 빔을 지향시키도록 위치되는 제1 갈보(galvo) 거울 스캐너 - 상기 제1 갈보 거울 스캐너는 제1 이중 축 거울, 상기 제1 광 빔이 분말의 상기 최상위 층의 영역에 걸쳐 스캔가능하도록 제1 축 및 제2 축을 중심으로 상기 제1 이중 축 거울을 회전시키도록 구성된 제1 액추에이터, 및 제1 고정 렌즈(stationary lens)를 포함하고, 상기 제1 고정 렌즈는 상기 광원과 상기 제1 이중 축 거울 사이의 상기 제1 광 빔의 광 경로 내에 위치됨 -;

상기 복수의 연속적인 층들의 상기 최상위 층 상으로 제2 광 빔을 지향시키도록 위치되는 제2 갈보 거울 스캐너 - 상기 제2 갈보 거울 스캐너는 제2 이중 축 거울, 상기 제2 광 빔이 분말의 상기 최상위 층의 동일한 상기 영역에 걸쳐 스캔가능하도록 제3 축 및 제4 축을 중심으로 상기 제2 이중 축 거울을 회전시키도록 구성된 제2 액추에이터, 및 제2 고정 렌즈를 포함하고, 상기 제1 이중 축 거울 및 상기 제2 이중 축 거울은 독립적으로 이동 가능하고, 상기 제2 고정 렌즈는 상기 광원과 상기 제2 이중 축 거울 사이의 상기 제2 광 빔의 광 경로 내에 위치되고, 상기 제1 갈보 거울 스캐너 및 상기 제2 갈보 거울 스캐너는 광학 엔진 내부에 위치되고, 상기 제1 고정 렌즈 및 상기 제2 고정 렌즈는 상기 광학 엔진에 대해 고정됨 -; 및

상기 제1 액추에이터로 하여금 상기 최상위 층의 상기 영역의 적어도 일부분의 제1 가열을 수행하기 위해 상기 최상위 층 상의 제1 2차원 경로를 트레이싱하게끔 상기 제1 고정 렌즈로부터의 상기 제1 광 빔을 지향하도록 상기 제1 갈보 거울 스캐너의 상기 제1 이중 축 거울을 회전시키게 하고, 상기 제2 액추에이터로 하여금 상기 최상위 층의 동일한 상기 영역의 상기 적어도 일부분의 제2 가열을 수행하기 위해 상기 최상위 층 상의 독립적으로 제어가능한 제2 2차원 경로를 트레이싱하게끔 상기 제2 고정 렌즈로부터의 상기 제2 광 빔을 지향하도록 상기 제2 갈보 거울 스캐너의 상기 제2 이중 축 거울을 독립적으로 회전시키게 하도록 구성되는 제어기를 포함하는, 적층 제조 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 제어기는, 분말의 상기 최상위 층의 상기 영역이 상기 제2 광 빔에 의해 융합되기 전에 상기 영역을 사전 가열하도록 상기 제1 광 빔을 지향시키게 상기 제1 갈보 거울 스캐너를 제어하도록 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 제어기는, 분말의 상기 최상위 층의 상기 영역이 융합된 후에 상기 영역을 열처리하도록 상기 제1 광 빔을 지향시키게 상기 제1 갈보 거울 스캐너를 제어하도록 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 영역이 상기 제2 광 빔에 의해 융합되기 전에 상기 영역을 사전 가열할 뿐만 아니라 상기 영역이 융합된 후에 상기 영역을 열처리하도록 상기 제1 광 빔을 지향시키게 상기 제1 갈보 거울 스캐너를 제어하도록 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 플랫폼 위에 위치되는 복수의 열 램프들을 더 포함하며, 상기 제어기는, 상기 분말의 상기 최상위 층의 상기 영역을 적어도 부분적으로 사전 가열하도록 상기 복수의 열 램프들을 제어하게 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 플랫폼 위에 위치되는 복수의 열 램프들을 더 포함하며, 상기 제어기는, 분말의 상기 최상위 층의 상기 영역이 융합된 후에 상기 영역을 적어도 부분적으로 열처리하게 복수의 열 램프들을 제어하도록 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 7**

제5항에 있어서,

상기 제어기는, 분말의 상기 최상위 층의 상기 영역이 융합되기 전에 상기 영역을 부분적으로 사전 가열할 뿐만 아니라 상기 분말의 상기 최상위 층의 상기 영역이 융합된 후에 상기 영역을 적어도 부분적으로 열처리하도록 상기 복수의 열 램프들을 제어하게 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 플랫폼 상의 상기 복수의 연속적인 층들의 상기 최상위 층 상으로 제3 광 빔을 지향시키도록 위치되는 다면 거울 스캐너를 더 포함하는, 적층 제조 장치.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 제3 광 빔으로 하여금 분말의 상기 최상위 층의 상기 영역이 융합된 후에 상기 영역을 적어도 부분적으로 열처리하게 하도록 상기 다면 거울 스캐너를 제어하게 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 10**

제8항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 제3 광 빔으로 하여금 분말의 상기 최상위 층의 상기 영역이 융합되기 전에 상기 영역을 적어도 부분적으로 사전 가열하게 하도록 상기 다면 거울 스캐너를 제어하게 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

제1항에 있어서,

상기 제어기는, 제조되는 물체의 윤곽을 융합시키기 위해 상기 물체의 윤곽을 따른 경로를 트레이싱하도록 상기 제1 광 빔 또는 상기 제2 광 빔을 지향시키게 상기 제1 갈보 거울 스캐너 또는 상기 제2 갈보 거울 스캐너를 제어하도록 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 물체의 내부를 별개로 융합시키도록 상기 제2 갈보 거울 스캐너를 제어하게 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 14**

제12항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 물체의 윤곽을 따른 경로를 트레이싱하도록 상기 제1 광 빔을 지향시키게 상기 제1 갈보 거울 스캐너를 제어하도록 구성되는, 적층 제조 장치.

**청구항 15**

삭제

**발명의 설명**

**기술분야**

[0001] 본 명세서는, 3D 프린팅으로 또한 알려져 있는 적층 제조(additive manufacturing)에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 입체 임의형상 제작 또는 3D 프린팅으로 또한 알려져 있는 적층 제조(AM)는 원재료(예컨대, 분말들, 액체들, 현탁액들, 또는 용융된 고체들)를 2차원 층들로 연속적으로 분배하여 3차원 물체들이 구축되는 제조 프로세스를 지칭한다. 대조적으로, 종래의 기계가공 기법들은, 원자재(예컨대, 목재, 플라스틱, 또는 금속의 덩어리)로부터 물체들이 절단되는 절삭 프로세스들을 수반한다.

[0003] 다양한 적층 프로세스들이 적층 제조에서 사용될 수 있다. 일부 방법들, 예컨대, 선택적 레이저 용융(SLM) 또는 직접 금속 레이저 소결(DMLS), 선택적 레이저 소결(SLS), 융합 적층 모델링(FDM)은 층들을 생성하기 위해 물질을 용융 또는 연화시키는 한편, 다른 방법들, 예컨대 스테레오리소그래피(SLA)는 상이한 기술들을 사용하여 액체 물질들을 경화시킨다. 이러한 프로세스들은, 완성된 물체들을 생성하기 위해 층들이 형성되는 방식, 및 프로세스들에서의 사용에 호환가능한 물질들이 상이할 수 있다.

[0004] 적층 제조의 일부 형태들에서, 분말이 플랫폼 상에 배치되고, 레이저 빔이 분말 상에 패턴을 트레이싱하여 분말을 함께 융합시킴으로써 형상을 형성한다. 일단 형상이 형성되면, 플랫폼은 하강되고, 새로운 분말 층이 부가된다. 프로세스는, 부분이 완전히 형성될 때까지 반복된다.

**발명의 내용**

[0005] 본 명세서는, 적층 제조에 관한 기술들을 설명한다.

[0006] 일 양상에서, 적층 제조 장치는, 플랫폼, 플랫폼 상에 공급 물질의 복수의 연속적인 층들을 전달하기 위한 분배기, 하나 이상의 광 빔을 생성하기 위한 광원, 복수의 연속적인 층들의 최상위 층 상으로 제1 광 빔을 지향시키도록 위치되는 제1 갈보(galvo) 거울 스캐너, 복수의 연속적인 층들의 최상위 층 상으로 제2 광 빔을 지향시키도록 위치되는 제2 갈보 거울 스캐너, 및 제1 갈보 거울 스캐너로 하여금 최상위 층의 영역을 사전 가열하거나 열처리하도록 제1 광 빔을 지향시키게 하고 제2 갈보 거울 스캐너로 하여금 최상위 층의 영역을 융합시키도록 제2 광 빔을 지향시키게 하게 구성되는 제어기를 포함한다.

[0007] 구현들은 다음의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0008] 제어기는, 영역이 제2 광 빔에 의해 융합되기 전에 영역을 사전 가열할 뿐만 아니라 영역이 융합된 후에 영역을 열처리하도록 제1 광 빔을 지향시키게, 제1 갈보 거울 스캐너를 제어하도록 구성될 수 있다. 제어기는, 분말 베드(bed)의 영역이 융합된 후에 영역을 열처리하도록 제1 광 빔을 지향시키게, 제2 갈보 거울 스캐너를 제어하도록 구성될 수 있다. 복수의 열 램프들이 분말 베드 위에 위치될 수 있다. 제어기는, 분말 베드의 영역을 적어도 부분적으로 사전 가열하도록 복수의 열 램프들을 제어하게 구성될 수 있다. 제어기는, 분말 베드의 영역이 융합된 후에 영역을 적어도 부분적으로 열처리하도록 복수의 열 램프들을 제어하게 구성될 수 있다.

[0009] 플랫폼 상의 복수의 연속적인 층들의 최상위 층 상으로 제3 광 빔을 지향시키도록 다면 거울 스캐너(polygon mirror scanner)가 위치될 수 있다. 제어기는, 제3 광 빔으로 하여금 분말 베드의 영역이 융합된 후에 영역을 적어도 부분적으로 열처리하게 하도록 다면 레이저 스캐너를 제어하게 구성될 수 있다. 제어기는, 제3 광 빔으로 하여금 분말 베드의 영역이 융합되기 전에 영역을 적어도 부분적으로 사전 가열하게 하도록 다면 레이저 스

캐너를 제어하게 구성될 수 있다. 광원은 레이저일 수 있고, 에너지 빔은 레이저 빔일 수 있다. 제어기는, 제 1 거울 갈보 스캐너로 하여금 제1 광 빔을 공급 물질의 최상위 층 상으로 제1 경로를 따라 지향시키게 하고, 제 2 갈보 거울 스캐너로 하여금 제2 광 빔을 공급 물질의 최상위 층 상으로 제2 경로를 따라 지향시키게 하도록 구성될 수 있다.

[0010] 다른 양상에서, 적층 제조 장치는, 플랫폼, 플랫폼 상에 공급 물질의 복수의 연속적인 층들을 전달하기 위한 분배기, 공급 물질의 층의 사전 가열, 융합, 및 열처리를 제공하기 위한 하나 이상의 에너지원들 — 하나 이상의 에너지원들은, 공급 물질의 선택가능한 복셀들의 융합을 제공하도록 구성됨 —, 및 제어기를 포함한다. 제어기는, 복수의 미리 결정된 셀 처리법들을 저장하고 — 각각의 셀 처리법은 복수의 복셀들을 포괄하는 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 처리하기 위해 에너지 빔이 따라야 할 경로를 표시하는 스캔 경로 데이터를 포함하고, 상이한 셀 처리법들은 에너지 빔에 대한 상이한 경로들을 가짐 —, 융합시킬 공급 물질의 층의 영역을 설명하는 데이터를 수신하고, 영역을 실질적으로 망라하는 복수의 비-중첩 셀들의 조합을 결정하고 — 복수의 셀들의 각각의 셀은 복수의 미리 결정된 셀 처리법들로부터 선택된 연관된 셀 처리법을 가짐 —, 하나 이상의 에너지원으로 하여금 복수의 셀들을 순차적으로 처리하게 하고, 각각의 셀에 대해, 하나 이상의 에너지원으로 하여금 에너지 빔을 생성하게 하여 에너지 빔으로 하여금 셀과 연관된 셀 처리법에 대한 제1 경로를 따르게 하도록 구성된다.

[0011] 구현들은 다음의 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0012] 각각의 셀 처리법은, 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 사전 가열하기 위해 셀 내에서 에너지 빔이 따라야 할 제1 경로를 표시하는 제1 스캔 경로 데이터를 포함할 수 있다. 제어기는, 제1 스캔 경로를 따르게 에너지 빔을 지향시키도록 갈보 거울 스캐너를 제어하게 구성될 수 있다. 제어기는, 제1 스캔 경로를 따르게 에너지 빔을 지향시키도록 다면 거울 스캐너를 제어하게 구성될 수 있다. 각각의 셀 처리법은, 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 융합시키기 위해 셀 내에서 에너지 빔이 따라야 할 제2 경로를 표시하는 제2 스캔 경로 데이터를 포함할 수 있다. 제어기는, 제2 스캔 경로를 따르게 에너지 빔을 지향시키도록 갈보 거울 스캐너를 제어하게 구성될 수 있다.

[0013] 각각의 셀 처리법은, 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 열처리하기 위해 셀 내에서 에너지 빔이 따라야 할 제3 경로를 표시하는 제3 스캔 경로 데이터를 포함할 수 있다. 제어기는, 제3 스캔 경로를 따르게 에너지 빔을 지향시키도록 갈보 거울 스캐너를 제어하게 구성될 수 있다. 제어기는, 제3 스캔 경로를 따르게 에너지 빔을 지향시키도록 다면 거울 스캐너를 제어하게 구성될 수 있다.

[0014] 각각의 셀 처리법은, 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 사전 가열하기 위해 셀 내에서 에너지 빔이 따라야 할 제1 경로를 표시하는 제1 스캔 경로 데이터, 및 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 융합시키기 위해 셀 내에서 에너지 빔이 따라야 할 제2 경로를 표시하는 제2 스캔 경로 데이터를 포함할 수 있으며, 상이한 셀 처리법들은, 에너지 빔에 대한 상이한 제1 경로들 또는 상이한 제2 경로들 중 적어도 하나를 가질 수 있다.

[0015] 각각의 셀 처리법은, 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 융합시키기 위해 셀 내에서 에너지 빔이 따라야 할 제2 경로를 표시하는 제2 스캔 경로 데이터, 및 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 열처리하기 위해 셀 내에서 에너지 빔이 따라야 할 제3 경로를 표시하는 제3 스캔 경로 데이터를 포함할 수 있으며, 상이한 셀 처리법들은, 에너지 빔에 대한 상이한 제2 경로들 또는 상이한 제3 경로들 중 적어도 하나를 가질 수 있다.

[0016] 본 명세서에 설명된 주제의 특정 구현들은, 다음의 이점들 중 하나 이상을 실현하도록 구현될 수 있다. 사전 가열 및 사후 가열이 제어될 수 있다. 융합에 사용되는 빔이 필요로 하는 전력의 양이 감소될 수 있고/거나, 빔이 층에 걸쳐 더 신속하게 이동할 수 있으며, 그에 따라, 처리량이 증가될 수 있다. 게다가, 바람직한 처리 온도 설정점으로부터의 온도 편차들의 빈도 및 심각도가 감소될 수 있다. 온도 편차들을 감소시키는 것은, 열 응력을 감소시키고, 용융 풀 키홀(melt pool keyhole) 깊이 및 안정성을 개선하고, 열 변동으로 인한 미세구조 변동을 감소시키는 데 유리하다. 이러한 처리 이점들은, 부분 다공성, 내피로성, 항복 강도를 직접적으로 개선하고, 사후 처리를 단순화시킬 수 있다.

[0017] 본 명세서에서 설명되는 주제의 하나 이상의 구현의 세부사항들은, 첨부된 도면들 및 아래의 설명에서 기재된다. 본 주제의 다른 특징들, 양상들 및 이점들은, 설명, 도면들 및 청구항들로부터 명백해질 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0018] 도 1은, 예시적인 적층 제조 시스템의 사시 단면도의 개략도이다.

도 2a는, 예시적인 광학 엔진을 포함하는 에너지 전달 시스템의 평면도의 개략도이다.

도 2b는, 도 2a의 광학 엔진의 측면도의 개략도이다.

도 2c는, 도 2a의 광학 엔진의 정면도의 개략도이다.

도 2d는, 다른 광학 엔진의 측면도의 개략도이다.

도 3a 내지 도 3d는, 예시적인 다각형들 및 스캔 경로들의 개략도들이다.

도 4a는, 예시적인 광학 장치의 평면도의 개략도이다.

도 4b는, 예시적인 광학 장치의 평면도의 다른 개략도이다.

도 5는, 예시적인 능동 광학 조립체의 개략도이다.

다양한 도면들에서 동일한 참조 번호들 및 지정들은 동일한 요소들을 표시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0019] 적층 제조 프로세스는, 플래튼 또는 이전에 퇴적된 층 상에 공급 물질, 예컨대 분말의 층을 분배하는 것 이후에, 공급 물질의 층의 부분들을 융합시키기 위한 방법이 후속되는 것을 수반할 수 있다. 에너지원은 공급 물질을 가열하여 공급 물질이 고화되게 하는데, 예컨대, 분말이 융합되게 한다. 그러나, 부분 품질 및 수율 요건들을 충족시키기 위해서는 정밀한 열 제어가 필요할 수 있다. 과열은 용융 프로세스 동안의 불안정한 용융 풀 키홀 형성 및 붕괴로 인해 다공성을 초래할 수 있다. 반면에, 너무 적은 열이 가해지거나 너무 많은 열이 손실되는 경우, 융합이 불완전할 수 있다. 게다가, 최상부 층 위에 가파른 공간적 열 구배가 존재하는 경우, 뒤틀림, 응력이 유발한 균열, 또는 변형이 발생할 수 있다.

[0020] 적층 제조 프로세스에서, 공급 물질은 플래튼 위에 퇴적되기 전에 가열될 수 있다. 이는, 특정 복셀을 고화시키기 위해 스캐닝 빔이 필요로 하는 전력의 양을 감소시킬 수 있다. 이는 빔이 층에 걸쳐 더 신속하게 이동하는 것을 허용하며, 그에 따라, 처리량이 증가될 수 있다. 게다가, 이는, 온도 요동들의 크기를 감소시킬 수 있으며, 그에 따라 열 응력이 감소되고 물질 특성들이 개선된다.

[0021] 분말을 지지하는 플랫폼을 사전 가열하는 것은, 짧은 부분들에 대한 최상부 층들의 온도 프로파일을 제어할 수 있지만, 높은 부분들에 대해서는 완화시키지 못하며, 심지어 그러한 부분들에 대한 온도 제어를 악화시킬 수 있다. 플랫폼으로부터 부분으로 전도된 열은 높은 부분들의 최상부 층들에는 도달하지 않을 것인데, 그 이유는, 구축이 진행됨에 따라, 사전 가열된 플랫폼으로부터 공급 물질의 최상위 층까지의 거리가 너무 크기 때문이다. 높은 부분들의 최상부 층들을 가열하려 시도하기 위해 플랫폼으로부터의 열의 양을 증가시키는 것은 최하부 층들이 과열되는 것을 야기한다.

[0022] 그러나, 제조 프로세스 동안 열 구배를 감소시키기 위해, 공급 분말 및 최상위 용융된 층들이, 융합 전에, 고정된 또는 스캐닝된 광 빔에 의해 사전 가열될 수 있으며, 이는 소결 품질 및 처리량을 개선할 수 있다. 감소된 열 구배는, 제조 프로세스 동안의 열 응력들을 적어도 부분적으로 감소시킬 수 있다. 냉각물을 제어하여 그에 의해 잔류 응력을 감소시키고, 예컨대, 부분의 뒤틀림 및 균열의 가능성을 감소시킴으로써 소결 품질을 추가적으로 개선하기 위해, 융합 이후에, 스캐닝된 또는 고정된 광 빔에 의해, 융합된 구획들에 또한 열이 가해질 수 있다("열처리" 또는 "사후 가열"로 또한 지칭됨). 열은 또한, 복사, 대류, 및 전도 손실들로 인한 열 불균일성을 보상하는 데 사용될 수 있다.

[0023] 본 개시내용은, 적층 제조를 위한 방법 및 장치를 설명한다. 장치는, 적어도 하나의 갈보 거울 스캐너 및 열 램프들의 어레이를 갖는 광학 엔진을 포함할 수 있다. 그러한 광학 엔진을 포함하는 광학 조립체는, 제조 프로세스 동안 공급 물질을 사전 가열, 융합, 및/또는 열처리하도록 하나 이상의 광 빔을 지향시킬 수 있다.

[0024] 특정 구현들은, 상이한 에너지 집광원(point source)들, 이를테면, 필라멘트들 또는 다이오드들, 및 플랫폼 상에 복사선 기반 가열 프로파일을 지향시키고 성형하기 위한 광학 요소들, 이를테면, 반사기들 또는 렌즈들을 수반한다. IR 램프 어레이들은, 하나 이상의 IR 램프 필라멘트로부터 플랫폼으로, 패터닝된 또는 균일한 복사선을 동시에 가할 수 있다. 반사 및 집속(focusing) 요소들은 IR 램프 어레이 아래의 플랫폼 상의 가열 프로파일에 영향을 준다. IR 램프 어레이는 몇 초 내지 몇 시간의 지속기간 동안 열을 가할 수 있고, 1 제곱미터 플랫폼들을 넘어 규모조정가능하다.

[0025] 일부 경우들에서, 예컨대, IR 램프의 전형적인 스폿 크기보다 작은 부분들 또는 그러한 스폿 크기보다 작은 더

큰 부분들의 일부들을 구축할 때, 개별적인 IR 램프의 열 영향을 받는 구역 내의 작은 구역을 가열할 필요가 있다. 다만 가열은 IR 램프들보다 더 효과적일 수 있는데, 그 이유는, 공급 물질 상에 입사되는 다이오드 스폿이 실질적으로 덜 확산되고, 밀리미터 규모 또는 더 작은 규모로 더 집중되기 때문이다. 갈보 가열은, IR 램프들보다 더 높은 와트 밀도 및 더 작은 스폿 크기를 용이하게 함에 있어 다만 가열과 유사할 수 있다. 또한, 갈보 가열은, 미세하고 복잡한 패턴들의 가열을 가능하게 하는 부가된 이점을 갖는다. 예컨대, 갈보 가열은, 열 교환기들에서 발견되는 얇은 벽들에 대응할 구역들을 가열하는 데 적합하다. 갈보 가열에 비해 다만 가열의 이점은, 조향 거울들을 배향시키는 동안 점광원을 끄는 시간이 감소되는 것에 기인한 더 높은 레이저 활용이다. 따라서, 다만 가열은, 규칙적인 다각형 형상 패턴들을 가열하는 데 더 효과적이다. 다각형 형상 패턴들은 부분의 해치 영역을 채우는 데 사용될 수 있다.

[0026] 본 주제의 예시적인 구현은, 부분을 상승된 온도로 가열하고 유지하여 잔류 응력을 감소시키기 위해 IR 램프 가열하는 것, 최상위 층의 해치 구역의 부분들을 상승된 온도로 유지하여 국부 냉각률을 제어하기 위해 레이저 용융과 동시에 다만 가열하는 것, 및 윤곽들 및 얇은 벽 구획들을 상승된 온도로 유지하여 국부 냉각률을 제어하기 위해 레이저 용융과 동시에 갈보 가열하는 것이다. 예시적인 구현이 최상위 층 상의 온도 제어를 다룬다는 것이 주목할 만하고, 부분이 더 높아질수록 주목할 만하다. 본 기법들은, 최하부로부터 열을 지향시키는 종래의 구축 판 가열기들과 호환가능하다.

[0027] 도 1은, 예시적인 적층 제조 시스템(100)을 도시한다. 적층 제조 시스템(100)은, 제조되는 물체를 유지하기 위한 구축 플랫폼(116), 플랫폼(116) 위에 공급 물질(105)의 연속적인 층들(104)을 전달하기 위한 공급 물질 전달 시스템(107), 및 공급 물질의 각각의 층의 용융, 사전 가열, 및/또는 열처리에 사용될 다수의 광 빔들을 생성하기 위한 광학 조립체(111)를 포함한다.

[0028] 일부 구현들, 이를테면, 도 1에 예시된 구현에서, 공급 물질 전달 시스템(107)은, 공급 물질 저장소(108)로부터의 공급 물질(105)을 구축 플랫폼(116)에 걸쳐 밀어내기 위한 평평한 블레이드 또는 패들(107a)을 포함할 수 있다. 그러한 구현에서, 공급 물질 저장소(108)는 또한, 구축 플랫폼(116)에 인접하게 위치한 공급 플랫폼(118)을 포함할 수 있다. 공급 플랫폼(118)이 상승되어 구축 플랫폼(116)의 표고(level) 위로 일부 공급 물질을 상승시킬 수 있고, 블레이드 또는 패들(107a)은 공급 플랫폼(118)으로부터의 공급 물질(105)을 구축 플랫폼(116) 상으로 밀어낼 수 있다.

[0029] 대안적으로 또는 그에 부가하여, 공급 물질 전달 시스템(107)은 분배기를 포함할 수 있으며, 분배기는, 플랫폼(116) 위에 매달리고 복수의 애퍼처들 또는 노즐들을 가지며, 그들을 통해, 분말이 계량되고 유동한다. 예컨대, 분말은, 중력 하에서 유동하도록 제약되는 요소를 통해 스톱플링되거나 다른 방식으로 계량될 수 있거나, 예컨대, 압전 액추에이터에 의해 토출될 수 있다. 개별적인 애퍼처들 또는 노즐들의 분배의 제어는, 공압식 밸브들, 마이크로전자기계 시스템(MEMS) 밸브들, 솔레노이드 밸브들, 및/또는 자기 밸브들에 의해 제공될 수 있다. 분말을 분배하는 데 사용될 수 있는 다른 시스템들은, 애퍼처들을 갖는 롤러, 및 복수의 애퍼처들을 갖는 튜브 내부의 어거(auger)를 포함한다.

[0030] 임의적으로, 시스템(100)은, 구축 플랫폼(116) 위에 퇴적된 공급 물질들의 층을 압축 및/또는 평활화하기 위한 압축 및/또는 평탄화 메커니즘을 포함할 수 있다. 예컨대, 시스템은, 구동 시스템, 예컨대 선형 액추에이터에 의해 플랫폼(116)의 표면과 평행하게 이동가능한 롤러 또는 블레이드를 포함할 수 있다.

[0031] 공급 물질(105)은 금속성 입자들을 포함할 수 있다. 금속성 입자들의 예들은, 금속들, 합금들, 및 금속간 합금들을 포함한다. 금속성 입자들에 대한 물질들의 예들은, 알루미늄, 티타늄, 스테인리스 강, 니켈, 코발트, 크롬, 바나듐, 및 이러한 금속들의 다양한 합금들 또는 금속간 합금들을 포함한다.

[0032] 공급 물질(105)은 세라믹 입자들을 포함할 수 있다. 세라믹 물질들의 예들은, 금속 산화물, 이를테면, 세리아, 알루미늄, 실리카, 질화알루미늄, 질화규소, 탄화규소, 또는 이러한 물질들의 조합, 이를테면 알루미늄 합금 분말을 포함한다.

[0033] 공급 물질은, 건조 분말들 또는 액체 현탁액의 분말들, 또는 물질의 슬러리 현탁액일 수 있다. 예컨대, 압전 프린트헤드를 사용하는 분배기의 경우, 공급 물질은 전형적으로 액체 현탁액의 입자들일 것이다. 예컨대, 분배기는, 분말 물질의 층들을 형성하기 위해, 캐리어 유체, 예컨대, 고중기압 캐리어, 예컨대, 이소프로필 알코올(IPA), 에탄올, 또는 N-메틸-2-피롤리돈(NMP)으로 분말을 전달할 수 있다. 캐리어 유체는 층에 대한 소결 단계 전에 증발될 수 있다. 대안적으로, 건식 분배 메커니즘, 예컨대, 초음파 교반 및 가압된 불활성 가스에 의해 보조되는 노즐들의 어레이가 제1 입자들을 분배하는 데 이용될 수 있다.



- [0034] 적층 제조 시스템(100)은, 물체(106)를 형성할 수 있는 미리 정의된 패턴을 표현하는 디지털 데이터를 저장할 수 있는 제어기(119)를 포함한다. 제어기(119)는, 공급 물질의 층의 융합, 사전 가열, 및/또는 열처리에 사용될 다수의 광 빔들을 생성하도록 광학 조립체(111)를 제어한다.
- [0035] 광학 조립체(111)는, 하나 이상의 열 램프(120a)를 포함할 수 있는 열 램프들의 어레이(120)를 포함할 수 있다. 각각의 열 램프(120a)는, 공급 물질(105)의 최외측 층(104a)에 충돌하도록 광 빔(121)을 생성할 수 있다. 각각의 광 빔은, 플랫폼(116)의 특정된 구획 상의 공급 물질(105)에 열을 제공할 수 있다. 열은, 공급 물질(105)의 일부분을 적어도 부분적으로 사전 가열 또는 열처리하는 데 사용될 수 있다.
- [0036] 광학 조립체(111)는, 공급 물질(105)의 최외측 층(104a)에 충돌하도록 광 빔(102)을 생성하기 위한 광원(101)을 포함한다. 광 빔(102)은, 제어기(119)에 저장된 미리 정의된 패턴에 따라 공급 물질(105)을 융합시키기에 충분한 열을 선택적으로 전달한다. 본 명세서의 맥락에서의 융합은, 용융 및 고화, 또는 여전히 고체 형태인 동안의 소결, 또는 분말을 융합시키는 다른 프로세스들을 포함할 수 있다. 예시된 구현이 단일 광 빔을 방출하는 단일 광원을 활용하지만, 다수의 광원들이 사용되어 다수의 광 빔들을 생성할 수 있다. 그러한 구현들의 예들은 본 개시내용 내에서 나중에 더 상세히 주어진다.
- [0037] 일반적으로, 광원(101)에 의해 생성된 광 빔(102)은, 공급 물질의 개별적인 복셀에 대응하는(또는 그를 선택적으로 융합시키도록 제어가능한) 스폿 크기를 갖는다. 대조적으로, 각각의 램프(120a)에 의해 생성된 광 빔(121)은, 광 빔(102)보다 더 큰 스폿을 공급 물질 상에 갖는다. 광 빔(121)은 다수의 복셀들, 예컨대, 적어도 5 x 5 복셀 영역에 걸쳐 있을 수 있다.
- [0038] 광 빔(102)은, 광학 엔진(103)에 의해, 적어도 제1 축(Y-축으로 또한 지칭됨)을 따라 스캐닝하게 된다. 광학 엔진(103)은 제어기(119)에 의해 제어되고, 본 개시내용 내에서 나중에 더 상세히 설명된다.
- [0039] Y-축은, 플랫폼에 걸친 분배기(107)의 움직임, 예컨대, 블레이드 또는 노즐들의 움직임의 방향(예컨대, 도 1에서 좌측에서 우측으로의 방향)과 평행할 수 있다. 대안적으로, Y-축은 분배기(107)의 움직임의 방향에 수직일 수 있다.
- [0040] X-축을 따른 광 빔(102)의 이동은, 플랫폼(116)의 움직임에 의해, 광학 엔진(103)을 유지하는 지지부의 움직임에 의해, Y-축을 중심으로 광학 엔진(103)의 일부분을 기울이는 것에 의해, 이중 축 갈보 거울을 사용하는 것에 의해, 또는 광학 엔진(103) 이전 또는 이후에 그리고 광 빔(102)의 경로 내에 위치되는 별개의 갈보 거울 스캐너를 배치하여 X-축을 따라 광 빔(102)을 편향시킴으로써 가능해질 수 있다.
- [0041] 광원(101)이 다수의 광 빔들을 생성하는 경우, 상이한 광 빔들은 상이한 메커니즘들을 사용하여 X-축을 따른 이동을 제공할 수 있다. 예컨대, 광학 엔진(103)은 제2 갈보 거울 스캐너를 가질 수 있다. 일부 구현들에서, X-축을 따른 상이한 광 빔들의 움직임은 독립적으로 제어될 수 있다. 일부 구현들에서, 예컨대, 스캐너들이 측방향으로 이동가능한 동일한 지지부에 부착되는 경우, 광 빔들은 X-축을 따른 지지부에 대한 고정된 상대적 위치를 갖는다.
- [0042] X-축을 따른 광 빔(들)(121)의 이동은, 플랫폼(116)의 움직임 또는 램프 어레이(120)를 유지하는 지지부의 움직임에 의해 가능해질 수 있다. 일부 구현들에서, 램프 어레이(120)는 광학 엔진(103)과 동일한 이동가능한 지지부에 고정되며, 이러한 경우에서, 단일 액추에이터가 사용되어 둘 모두를 동기적으로 X-축을 따라 이동시킬 수 있다. 일부 구현들에서, 램프 어레이(120) 및 광학 엔진(103)은 별개의 지지부들을 갖고, 독립적으로 이동가능하다.
- [0043] 도 2a 내지 도 2c는, 예시적인 광학 엔진(103)의 평면도, 정면도, 및 측면도를 각각 도시한다. 광학 엔진(103)은, 갈보 거울 스캐너와 같은 거울 스캐너(202a)를 포함할 수 있다. 갈보 거울 스캐너(202a)는 이동가능한 거울(204) 및 집속 렌즈들(206)을 포함한다. 갈보 거울 스캐너(202a)는, 플랫폼(116) 상의 공급 물질(105)의 층에 충돌하도록 광 빔, 이를테면 광 빔(102)을 지향시킬 수 있다. 집속 렌즈(206)는, 공급 물질의 최외측 층(104a)에 원하는 스폿 크기를 제공하기 위해 광 빔(102)을 집속시킨다. 갈보 거울 스캐너(202a)는, 공급 분말(105)을 사전 가열하거나, 공급 분말(105)을 융합시키거나, 또는 공급 분말(105)이 융합된 후에 그를 열처리하는 데 사용되거나, 또는 이들의 임의의 조합에 대해 사용될 수 있다. 본 개시내용의 맥락에서의 열처리는, 공급 물질이 융합된 후에 그의 냉각률을 제어하는 것을 포함한다.
- [0044] 광학 엔진(103)은 또한, 제2 갈보 거울 스캐너(202b)와 같은 제2 거울 스캐너(202a)를 포함할 수 있다. 제2 갈보 거울 스캐너(202b)는, 플랫폼(116) 상의 공급 물질(105)의 층에 충돌하도록 제2 광 빔을 지향시킬 수 있다.

구성에서, 제2 갈보 거울 스캐너(202b)는 그 외에는 갈보 거울 스캐너(202a)와 유사할 수 있다. 제2 거울 스캐너(202b)는, 공급 분말(105)을 사전 가열하거나, 공급 분말(105)을 융합시키거나, 공급 분말(105)이 융합된 후에 그를 열처리하는 데 사용되거나, 또는 이들의 임의의 조합에 대해 사용될 수 있다. 본 개시내용의 맥락에서의 열처리하는, 공급 물질이 융합된 후에 그의 냉각률을 제어하는 것을 포함한다.

[0045] 대안적으로, 도 2d를 참조하면, 거울 스캐너들(202a 및 202b) 중 어느 하나 또는 둘 모두에 회전식 다면 거울 스캐너(202c)가 사용될 수 있다. 회전식 다면 거울 스캐너(202c)는, 미러링된 측부들을 갖는 회전가능 다각형(204a) 및 집속 렌즈들(206)을 포함한다. 다각형이 회전함에 따라, 광 빔(102)이 공급 물질의 층에 걸쳐 스윙된다.

[0046] 일부 구현들에서, 제1 거울 스캐너(202a), 예컨대 제1 갈보 거울 스캐너는, 공급 분말(105)을 사전 가열하는 데 사용되고, 제2 거울 스캐너(202b), 예컨대 제2 갈보 거울 스캐너는 공급 물질(105)을 융합시키는 데 사용된다. 일부 구현들에서, 제1 거울 스캐너(202a), 예컨대 제1 갈보 거울 스캐너는, 공급 물질(105)을 융합시키는 데 사용되고, 제2 거울 스캐너(202b), 예컨대 제2 갈보 거울 스캐너는 융합된 공급 물질(105)을 열처리하는 데 사용된다. 일부 구현들에서, 제1 거울 스캐너(202a), 예컨대 제1 갈보 거울 스캐너는, 공급 분말(105)을 사전 가열하는 것 및 열처리하는 것 둘 모두에 사용되고, 제2 거울 스캐너(202b), 예컨대 제2 갈보 거울 스캐너는 공급 물질(105)을 융합시키는 데 사용된다.

[0047] 각각의 광 빔에 대해, 층 상에서 경로를 따라 광 빔이 스윙평함에 따라, 광 빔은, 예컨대, 공급 물질(110)의 층들의 선택된 구역들에 에너지를 전달하기 위해, 개개의 광원으로 하여금 광 빔을 켜거나 끄게 함으로써 변조될 수 있다. 예시적인 스캔 구역들의 세트가 도 3a 내지 도 3d에 도시된다.

[0048] 도 3a에서, 제1 광 경로는 갈보 거울 스캐너, 이를테면 제2 갈보 거울 스캐너(202b)를 이용하여 트레이싱될 수 있다. 이러한 경로를 따르는 광 빔은 공급 물질의 온도를 융합 온도를 초과하여 상승시킬 수 있다. 이러한 기법은, 제조되는 물체의 윤곽을 융합시키는 데 사용될 수 있고, 물체의 내부는 별개로 융합될 수 있다.

[0049] 제어기(119)는, 다수의 미리 결정된 셀 처리법들을 저장할 수 있다. 셀은, 다수의 복셀들을 포괄하는 공급 물질의 영역이다. 각각의 셀 처리법은, 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 처리하기 위해 에너지 빔이 따라야 할 경로를 표시하는 스캔 경로 데이터를 포함한다. 상이한 셀 처리법들은 에너지 빔에 대한 상이한 경로들을 갖는다.

[0050] 제어기는, 물체를 형성하기 위해 융합시킬 공급 물질의 층의 영역을 설명하는, 예컨대 컴퓨터 판독가능 포맷의 데이터를 수신하도록 구성된다. 예컨대, 융합시킬 영역의 윤곽은, 도 3a에서 갈보 거울 스캐너에 의해 트레이싱된 초기 외곽선일 수 있다.

[0051] 제어기는 또한, 영역을 실질적으로 망라하는 복수의 비-중첩 셀들의 조합을 결정하도록 구성된다. 각각의 셀은, 연관된 셀 처리법, 즉, 저장된 복수의 미리 결정된 셀 처리법들 중 하나를 갖는다. 사실상, 제어기는, 융합될 영역을, 각각이 연관된 셀 처리법을 갖는 개별적인 셀들로 분해한다. 예시적인 다각형 셀(304)(이러한 경우에는, 사다리꼴)이 도 3b 내지 도 3d에 예시된다.

[0052] 제어기(119)는 또한, 하나 이상의 에너지원으로 하여금 복수의 셀들을 순차적으로 처리하게 할 수 있다. 각각의 셀에 대해, 제어기(119)는, 광원(101)으로 하여금 광 빔(102)을 생성하게 하고, 거울 스캐너로 하여금 셀과 연관된 셀 처리법에 의해 식별된 경로를 따라 광 빔을 지향시키게 할 수 있다.

[0053] 각각의 셀 처리법은, 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 사전 가열하기 위해 셀 내에서 광 빔이 따라야 할 제1 경로(306a)를 표시하는 제1 스캔 경로 데이터를 포함할 수 있다. 예컨대, 제어기(119)는, 제1 스캔 경로(306a)를 따라 광 빔을 지향시키도록 갈보 거울 스캐너, 이를테면 갈보 거울 스캐너(202a)를 제어할 수 있다. 일부 구현들에서, 갈보 거울 스캐너 대신 또는 그에 부가하여 다면 거울 스캐너가 사용될 수 있다. 이러한 경우에서, 경로는 평행한 선들의 세트일 것이다.

[0054] 각각의 셀 처리법은 또한, 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 융합시키기 위해 셀 내에서 광 빔이 따라야 할 제2 경로(306b)를 표시하는 제2 스캔 경로 데이터를 포함할 수 있다. 예컨대, 제어기(119)는, 제2 스캔 경로(306b)를 따라 에너지 빔을 지향시키도록 갈보 거울 스캐너, 이를테면 갈보 거울 스캐너(202b)를 제어할 수 있다. 제2 경로(306b)가 제1 경로(306a)와 동일할 필요는 없다. 일부 구현들에서, 갈보 거울 스캐너 대신 또는 그에 부가하여 다면 거울 스캐너가 사용될 수 있다. 이러한 경우에서, 경로는 평행한 선들의 세트일 것이다.

- [0055] 각각의 셀 처리법은 또한, 셀 내의 공급 물질의 하나 이상의 복셀을 열처리하기 위해 셀 내에서 에너지 빔이 따라야 할 제3 경로(306c)를 표시하는 제3 스캔 경로 데이터를 포함할 수 있다. 예컨대, 제어기(119)는, 제3 스캔 경로(306c)를 따라 에너지 빔을 지향시키도록 갈보 거울 스캐너, 이를테면 갈보 거울 스캐너(202b)를 제어할 수 있다. 일부 구현들에서, 갈보 거울 스캐너 대신 또는 그에 부가하여 다면 거울 스캐너가 사용될 수 있다. 제3 경로(306c)가 제1 경로(306a) 또는 제2 경로(306b)와 동일할 필요는 없다.
- [0056] 이전에 설명된 예들 모두에서, 상이한 셀 처리법들은, 에너지 빔에 대한 상이한 제1 경로들(306a) 또는 상이한 제2 경로들(306b) 중 적어도 하나를 가질 수 있다. 유사하게, 이전에 설명된 예들 모두는, 에너지 빔에 대한 상이한 제2 경로들(306b) 또는 상이한 제3 경로들(306c) 중 적어도 하나를 갖는 상이한 셀 처리법들을 포함할 수 있다. 즉, 제1 경로(306a)의 스캔 패턴은 제2 경로(306b)의 스캔 패턴과 상이할 수 있고, 제2 경로(306b)의 스캔 패턴은 제3 경로(306c)에 대한 스캔 패턴과 상이할 수 있다.
- [0057] 도 4a는, 본 개시내용의 양상들을 이용하여 구현될 수 있는 광원(101) 구성의 예를 도시한다. 예시된 구현에서, 광원(101)은, 빔 분할기(304)를 향해 제1 광 빔(302)을 방출한다. 빔 분할기(304)는, 광원(101)으로부터 방출된 제1 광 빔(302)을 제2 광 빔(302a), 제3 광 빔(302b), 및 제4 광 빔(302c)으로 분할할 수 있다. 제2 광 빔(302a)은 제1 갈보 거울 스캐너(202a)를 향해 지향되고, 제3 광 빔(302b)은 제2 갈보 거울 스캐너(202b)를 향해 지향되고, 제4 광 빔(302c)은 제3 갈보 거울 스캐너(202c)를 향해 지향된다. 예시된 구현이 광 빔을 3개의 상이한 광학 성분으로 지향시키는 빔 분할기(304)를 도시하지만, 빔 분할기(304)는 임의의 수의 광 빔들을 지향시키도록 구성될 수 있다. 예컨대, 광학 엔진(103)이 제1 갈보 거울 스캐너(202a) 및 제2 갈보 거울 스캐너(202b)만을 포함하는 경우, 빔 분할기(304)는 제2 광 빔(302a) 및 제3 광 빔(302b)만을 생성할 수 있다. 일부 구현들에서, 제1 광 빔(302)의 전력 밀도는 광원(101)에 의해 변조될 수 있다. 일부 구현들에서, 빔 분할기는, 광 빔들 중 하나 이상에 대한 전력 밀도 변조 메커니즘을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 하나 이상의 별개의 독립형 전력 밀도 변조 메커니즘이 사용될 수 있다.
- [0058] 도 4b는, 본 개시내용의 양상들을 이용하여 구현될 수 있는 예시적인 광학 엔진 구성을 도시한다. 예시된 구현은, 제1 광원(304a), 제2 광원(304b), 및 제3 광원(304c)을 포함한다. 제1 광원(304a)은, 제1 갈보 거울 스캐너(202a)를 향해 제1 광 빔(302a)을 방출한다. 제2 광원(304b)은, 제2 갈보 거울 스캐너(202b)를 향해 제2 광 빔(302b)을 방출한다. 제3 광원(304c)은, 제3 갈보 거울 스캐너(202c)를 향해 제3 광 빔(302c)을 방출한다.
- [0059] 예시된 구현이 광 빔을 3개의 상이한 광학 성분으로 지향시키는 3개의 별개의 광원을 도시하지만, 임의의 수의 광원들이 사용될 수 있다. 예컨대, 광학 엔진(103)이 제1 갈보 거울 스캐너(202a) 및 제2 갈보 거울 스캐너(202b)만을 포함하는 경우, 제1 광원(304a) 및 제2 광원(304b)만이 포함된 광원들일 수 있다. 광원들 각각은 광 빔들의 전력 밀도를 개별적으로 변조할 수 있다. 일부 구현들에서, 하나 이상의 별개의 독립형 전력 밀도 변조 메커니즘이 사용될 수 있다.
- [0060] 빔 분할기(304), 및 다수의 광원들(304a, 304b, 및 304c)의 사용이 별개의 구현들에서 설명되었지만, 2개의 개념은 조합되어 사용될 수 있다. 예컨대, 제1 광 빔은, 제1 광원으로부터 빔 분할기를 향해 방출될 수 있다. 빔 분할기는, 제1 광 빔을 제2 및 제3 광 빔으로 분할할 수 있다. 제2 광 빔은 제1 갈보 거울 스캐너(202a)로 지향될 수 있는 한편, 제3 광 빔은 제2 갈보 거울 스캐너(202b)를 향해 지향될 수 있다. 제2 광원은, 제3 갈보 거울 스캐너(202c)를 향해 제4 광 빔을 방출할 수 있다.
- [0061] 동작의 일부 양상들에서, 제어기(119)는, 광원(101) 및 갈보 거울 스캐너(202)로 하여금, 도 5에 도시된 바와 같이, 공급 물질(105)의 층의 구역의 적어도 일부분에 광 빔을 가하게 할 수 있다. 그러한 구현에서, 열 램프(120)는 또한, 공급 물질(105)의 층의 구역의 적어도 일부분에 넓은 에너지 빔(502)을 방출할 수 있다.
- [0062] 동작의 일부 양상들에서, 제어기(119)는, 공급 물질(105)의 영역이 제2 갈보 거울 스캐너(202b)에 의해 융합되기 전에 영역을 사전 가열할 뿐만 아니라 영역이 제2 갈보 거울 스캐너(202b)에 의해 융합된 후에 영역을 열처리하도록 제1 갈보 거울 스캐너(202a)를 제어하게 구성된다. 제어기(119)는, 공급 분말(105)의 영역이 제2 갈보 거울 스캐너(202b)에 의해 융합된 후에 영역을 열처리하도록 광 빔을 지향시키게 제2 갈보 거울 스캐너(202b)를 제어할 수 있다.
- [0063] 동작의 일부 양상들에서, 제어기는, 공급 분말(105)의 영역을 적어도 부분적으로 사전 가열하도록 복수의 열 램프들(120)을 제어할 수 있다. 제어기는 또한, 공급 분말(105)의 영역이 융합된 후에 영역을 적어도 부분적으로 열처리하도록 복수의 열 램프들을 제어할 수 있다.
- [0064] 일부 구현들에서, 제3 광 빔을 공급 분말(105)의 최상위 층 상으로 지향시키도록 다면 거울 스캐너가 위치될 수

있다. 그러한 구현에서, 제어기는, 공급 분말(105)의 영역이 제2 갈보 거울 스캐너(202b)에 의해 융합된 후에 영역을 적어도 부분적으로 열처리하도록 광 빔을 지향시키게 다면 거울 스캐너를 제어할 수 있다. 제어기는 또한, 공급 분말(105)의 영역이 제2 갈보 거울 스캐너(202b)로부터의 광 빔에 의해 융합되기 전에 영역을 적어도 부분적으로 사전 가열하도록 다면 거울 스캐너를 제어할 수 있다.

[0065] 일부 구현들에서, 적층 제조 시스템(100)은, 공급 물질의 최상층 층 상으로 열을 지향시키도록 배열되는 다른 열원, 예컨대, 하나 이상의 IR 램프를 포함한다. 다른 열원을 사용하여 공급 물질의 층의 제1 영역을 사전 가열한 후에, 공급 물질의 층의 제2 영역이, 제1 광 빔을 공급 물질의 층의 제2 영역 상으로 반사하는 다면 거울 스캐너, 이를테면, 다면 거울 스캐너를 이용하여 사전 가열될 수 있다. 제2 영역은 공급 물질의 층의 제1 영역과 상이할 수 있다. 공급 물질의 층의 제1 영역을 융합시킨 후에, 공급 물질의 층의 제2 영역이, 제1 영역이 사전 가열된 후에 제2 광 빔을 공급 물질의 층의 제2 영역 상으로 반사하는 갈보 거울 스캐너, 이를테면, 갈보 거울 스캐너(202)를 이용하여 융합될 수 있다. 제2 영역은 공급 물질의 층의 제1 영역과 상이할 수 있다.

[0066] 제어기 및 컴퓨팅 디바이스들이 이러한 동작들 및 본원에서 설명된 다른 프로세스들 및 동작들을 구현할 수 있다. 위에 설명된 바와 같이, 제어기(119)는, 시스템(100)의 다양한 구성요소들에 연결되는 하나 이상의 처리 디바이스를 포함할 수 있다. 제어기(119)는 동작을 조정할 수 있고, 장치(100)로 하여금 위에서 설명된 다양한 기능적 동작들 또는 단계들의 시퀀스를 수행하게 할 수 있다.

[0067] 본원에서 설명된 시스템들의 일부인 제어기(119) 및 다른 컴퓨팅 디바이스들은, 디지털 전자 회로로 또는 컴퓨터 소프트웨어, 펌웨어, 또는 하드웨어로 구현될 수 있다. 예컨대, 제어기는 컴퓨터 프로그램 제품, 예컨대, 비-일시적인 기계 판독가능 저장 매체에 저장되는 바와 같은 컴퓨터 프로그램을 실행하기 위한 프로세서를 포함할 수 있다. 그러한 컴퓨터 프로그램(프로그램, 소프트웨어, 소프트웨어 애플리케이션, 또는 코드로 또한 알려져 있음)은, 컴파일 또는 해석되는 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 작성될 수 있고, 이는 독립형 프로그램 또는 모듈, 컴포넌트, 서브루틴 또는 컴퓨팅 환경에서 사용하기에 적합한 다른 유닛을 포함하는 임의의 형태로 배포될 수 있다.

[0068] 설명된 시스템들의 제어기(119) 및 다른 컴퓨팅 디바이스들 부분은, 공급 물질이 각각의 층에 대해 퇴적되어야 하는 패턴을 식별하는 데이터 객체, 예컨대, 컴퓨터 지원 설계(CAD) 호환가능 파일을 저장하기 위한 비-일시적인 컴퓨터 판독가능 매체를 포함할 수 있다. 예컨대, 데이터 객체는 STL 포맷형 파일, 3D 제조 포맷(3MF) 파일 또는 적층 제조 파일 포맷(AMF) 파일일 수 있다. 예컨대, 제어기는 원격 컴퓨터로부터 데이터 객체를 수신할 수 있다. 예컨대, 펌웨어 또는 소프트웨어에 의해 제어되는 바와 같은 제어기(119)의 프로세서는, 각각의 층에 대해 특정된 패턴을 융합시키기 위해 시스템(100)의 구성요소들을 제어하는 데 필요한 신호들의 세트를 생성하기 위해, 컴퓨터로부터 수신된 데이터 객체를 해석할 수 있다.

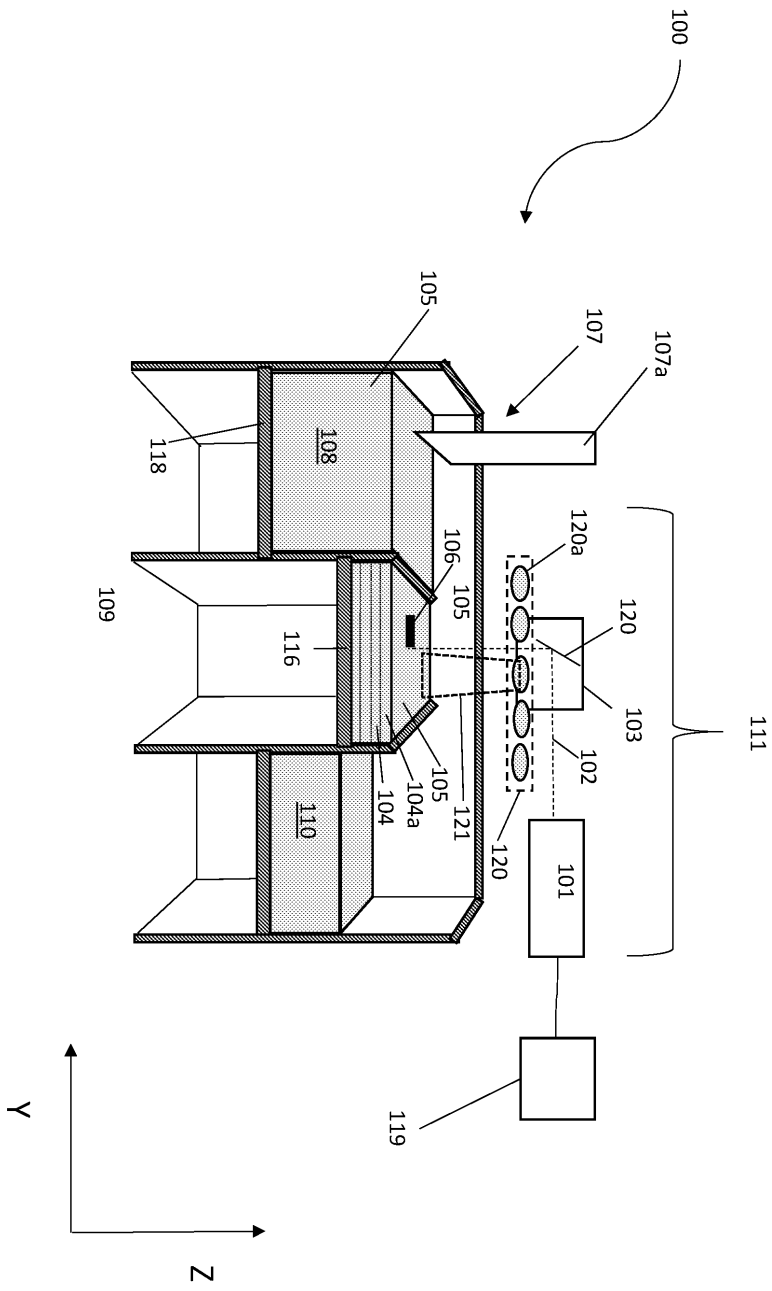
[0069] 금속들 및 세라믹들의 적층 제조를 위한 처리 조건들은 플라스틱들에 대한 것들과 상당히 상이하다. 예컨대, 일반적으로, 금속들 및 세라믹들은 상당히 더 높은 처리 온도들을 요구한다. 따라서, 플라스틱을 위한 3D 프린팅 기법들은 금속 또는 세라믹 처리에 적용가능하지 않을 수 있고, 장비가 동등하지 않을 수 있다. 그러나, 본원에 설명된 일부 기법들은 중합체 분말들, 예컨대, 나일론, ABS, 폴리에테르에테르케톤(PEEK), 폴리에테르케톤(PEKK) 및 폴리스티렌에 적용가능할 수 있다.

[0070] 본 명세서가 많은 특정한 구현 세부사항들을 포함하지만, 이들은 임의의 발명들 또는 청구될 수도 있는 것의 범위에 대한 제한들로서 해석되어서는 안되며, 오히려, 특정 발명들의 특정 구현들에 특정한 특징들의 설명들로서 해석되어야 한다. 별개의 구현들의 맥락에서 본 명세서에 설명되는 특정 특징들은 또한, 단일 구현으로 조합되어 구현될 수 있다. 역으로, 단일 구현의 맥락에서 설명되는 다양한 특징들은 또한, 다수의 구현들에서 별개로, 또는 임의의 적합한 하위 조합으로 구현될 수 있다. 더욱이, 특징들이 특정 조합들로 작용하는 것으로 위에서 설명되고 심지어 처음에 이와 같이 청구될 수 있지만, 일부 경우들에서, 청구되는 조합으로부터의 하나 이상의 특징이 그 조합으로부터 제거될 수 있고, 청구된 조합은 하위 조합 또는 하위 조합의 변형과 관련될 수 있다.

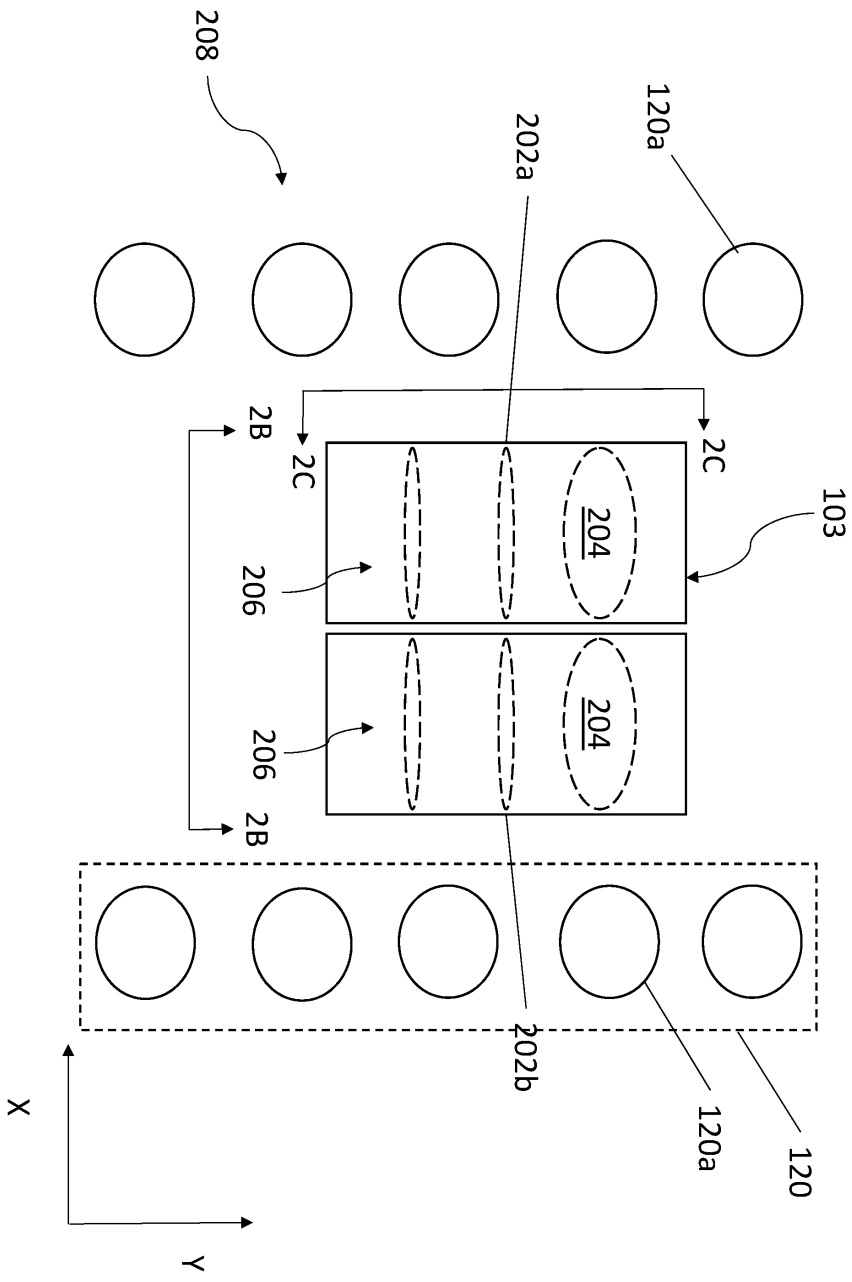
[0071] 유사하게, 동작들이 특정 순서로 도면들에 도시되지만, 이는, 바람직한 결과들을 달성하기 위해, 그러한 동작들이 도시된 특정 순서로 또는 순차적 순서로 수행되거나, 또는 예시된 모든 동작들이 수행되는 것을 요구하는 것으로서 이해되어서는 안된다. 또한, 위에 설명된 구현들의 다양한 시스템 구성요소들의 분리는 모든 구현들에서 그러한 분리를 요구하는 것으로서 이해되지 않아야 하며, 설명된 프로그램 구성요소들 및 시스템들은 일반적으로 단일 소프트웨어 제품에 함께 통합되거나 또는 다수의 소프트웨어 제품들로 패키징될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

- [0072] 따라서, 본 주제의 특정 구현들이 설명되었다. 다른 구현들이 다음의 청구항들의 범위 내에 있다.
- [0073] ● 임의적으로, 적층 제조 시스템(100)의 일부 부분들, 예컨대, 구축 플랫폼(116) 및 공급 물질 전달 시스템(107)은 하우스징에 의해 에워싸일 수 있다. 하우스징은, 예컨대, 하우스징 내부의 챔버에서 진공 환경, 예컨대, 약 1 Torr 또는 그 미만의 압력들이 유지될 수 있게 할 수 있다. 대안적으로, 챔버의 내부는, 실질적으로 순수한 가스, 예컨대, 필터링되어 수분, 산소, 및/또는 미립자들이 제거된 가스일 수 있거나, 챔버가 대기로 통기될 수 있다. 순수한 가스는, 불활성 가스들, 이를테면, 아르곤, 질소, 크세논, 및 혼합된 불활성 가스들을 구성할 수 있다.
- [0074] ● 본 기법들은, 물질이 기초 부분에 국부적으로 융합되거나 부가되어 손상된 부분들을 수리하거나 재작업하는 하이브리드 적층 제조에 사용될 수 있다.
- [0075] 일부 경우들에서, 청구항들에 언급된 동작들은 상이한 순서로 수행될 수 있고 여전히 바람직한 결과들을 달성할 수 있다. 부가적으로, 첨부한 도면들에 도시된 프로세스들은, 원하는 결과들을 달성하기 위해, 도시된 특정 순서 또는 순차적인 순서를 반드시 요구하지는 않는다.

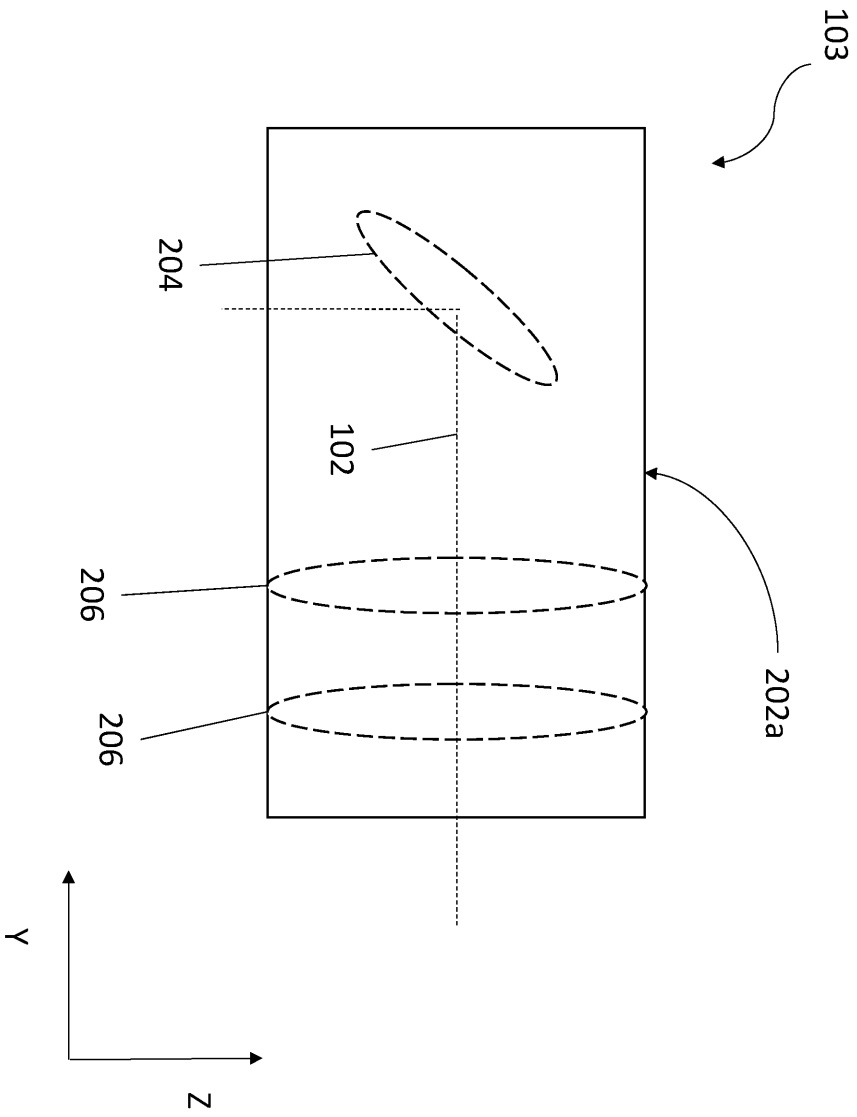
도면  
도면1



도면2a

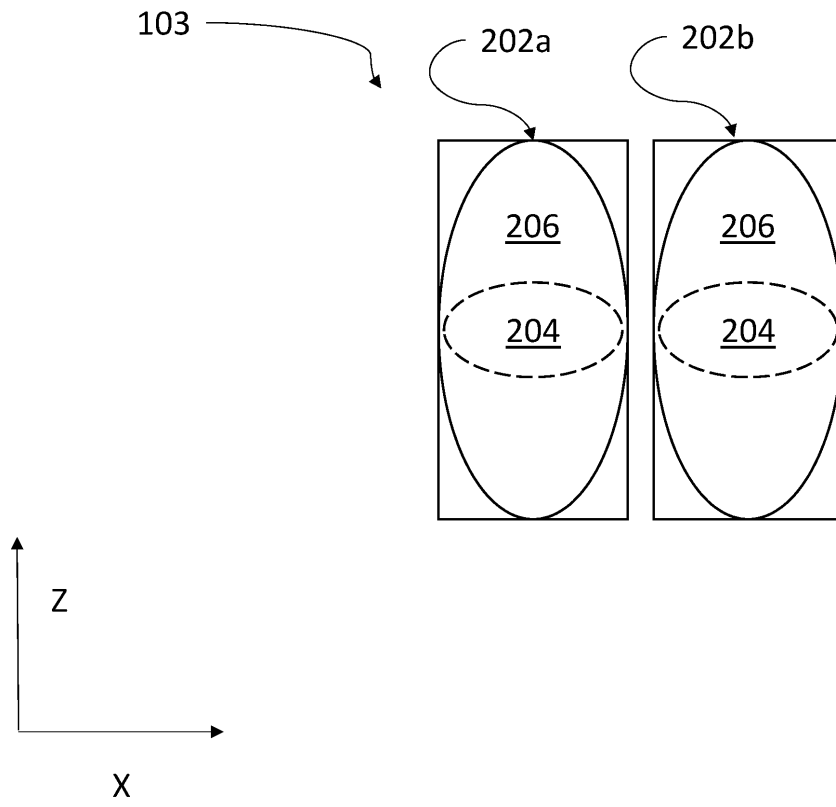


도면2b

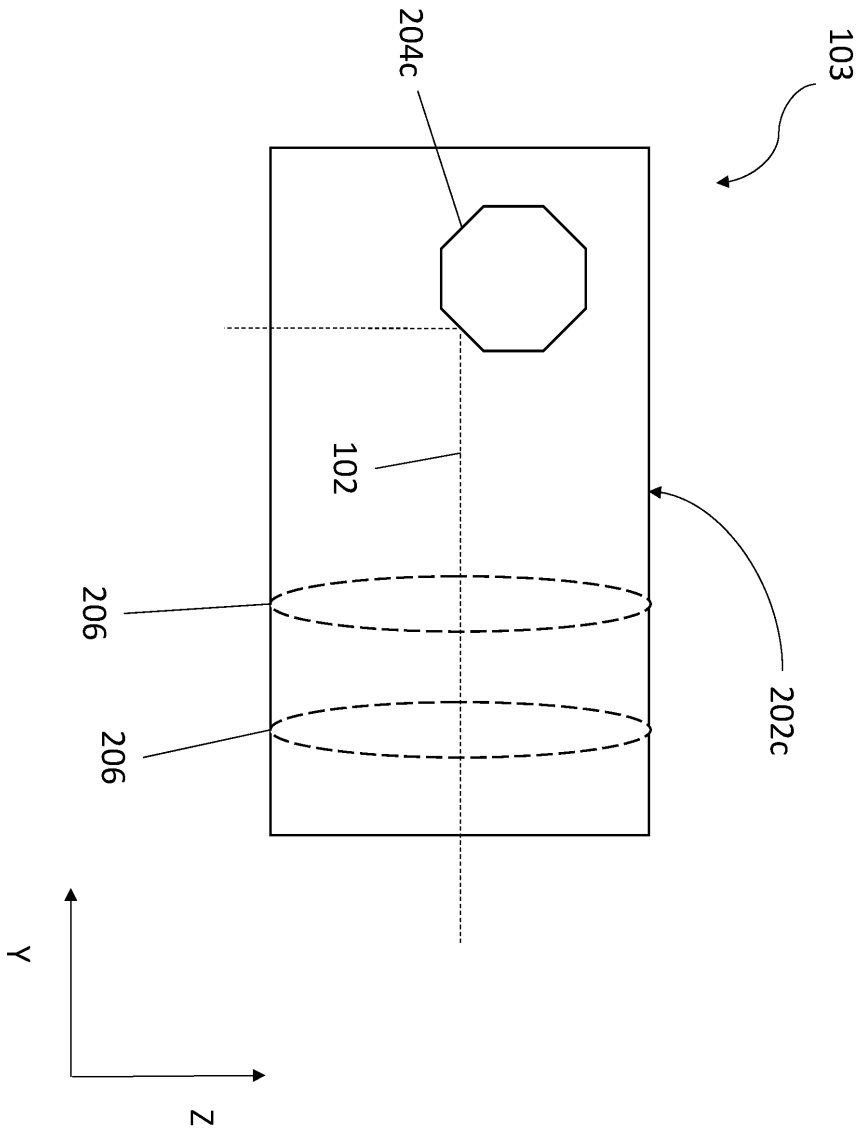




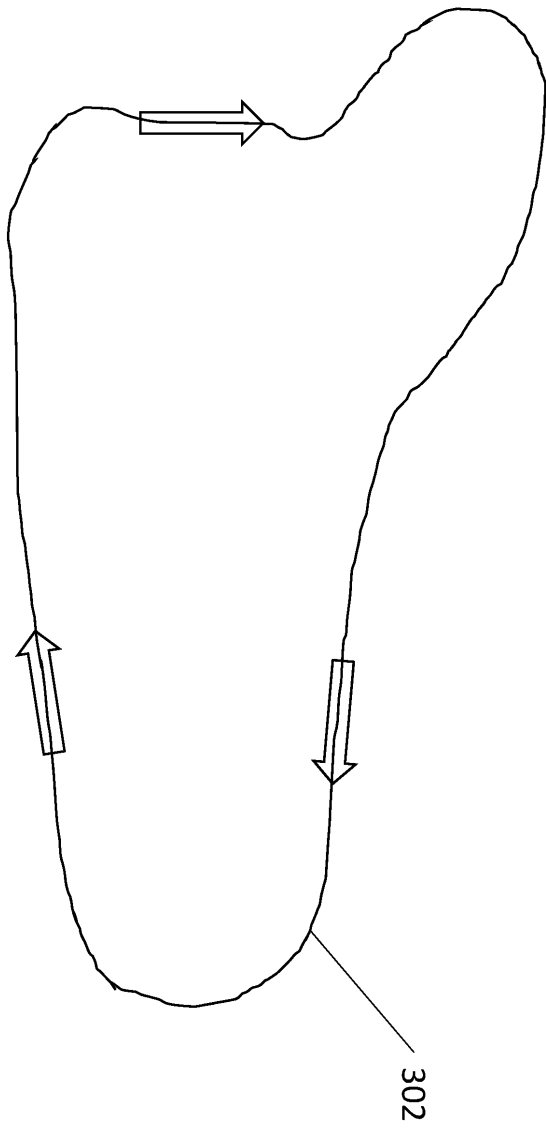
도면2c



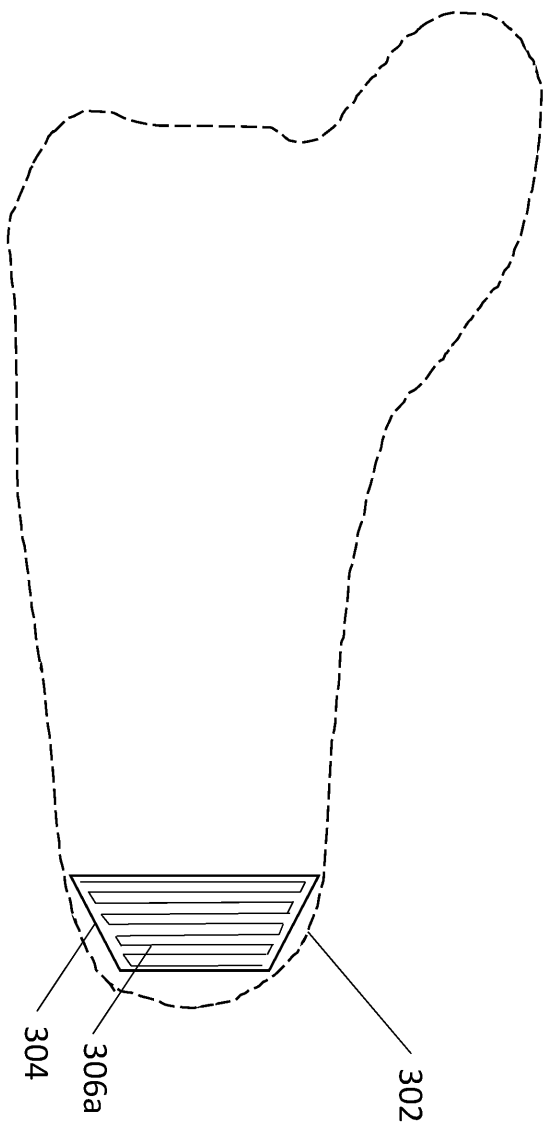
도면2d



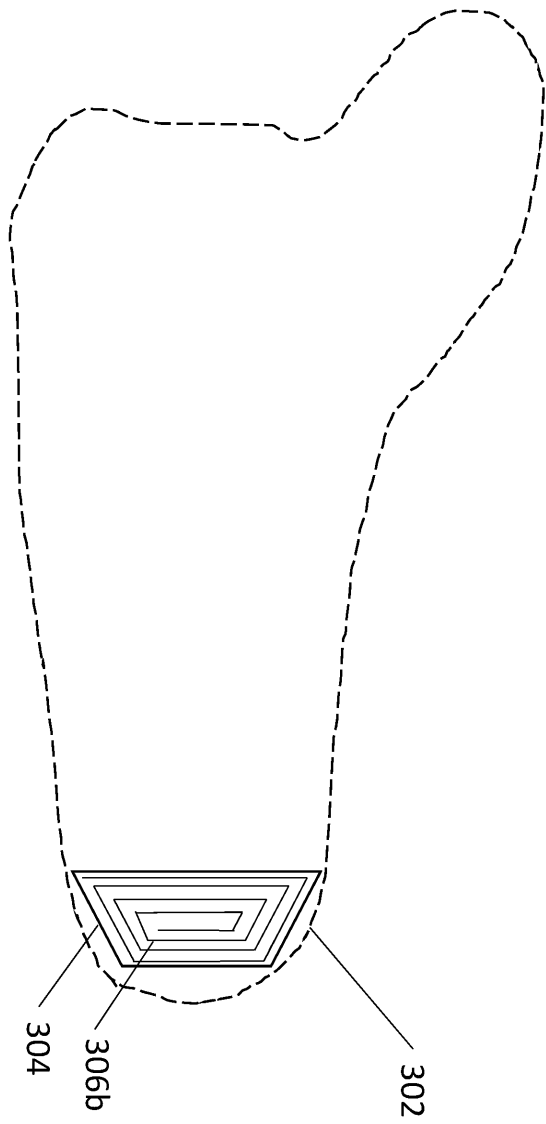
도면3a



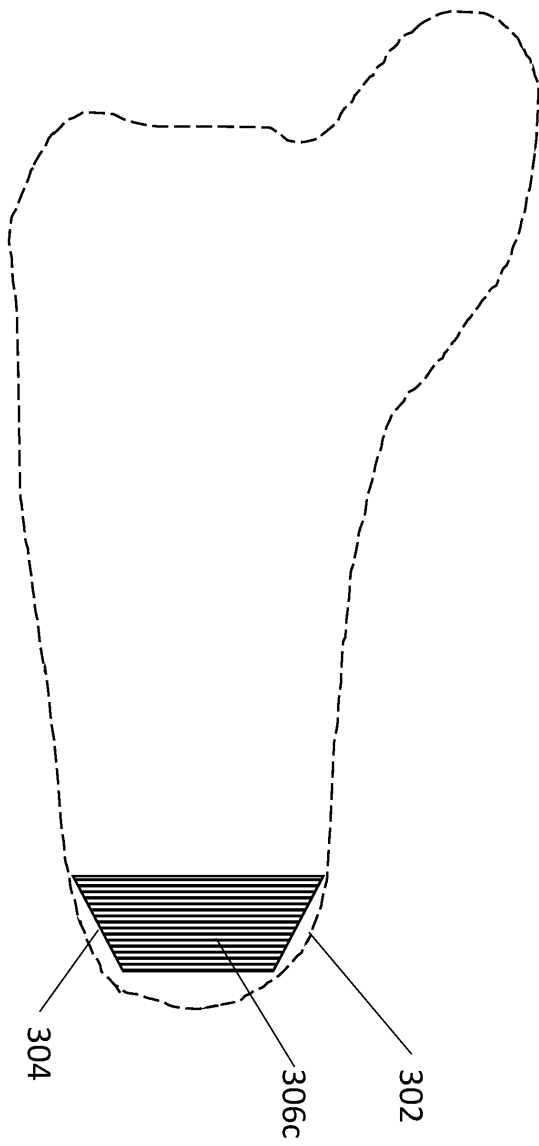
도면3b



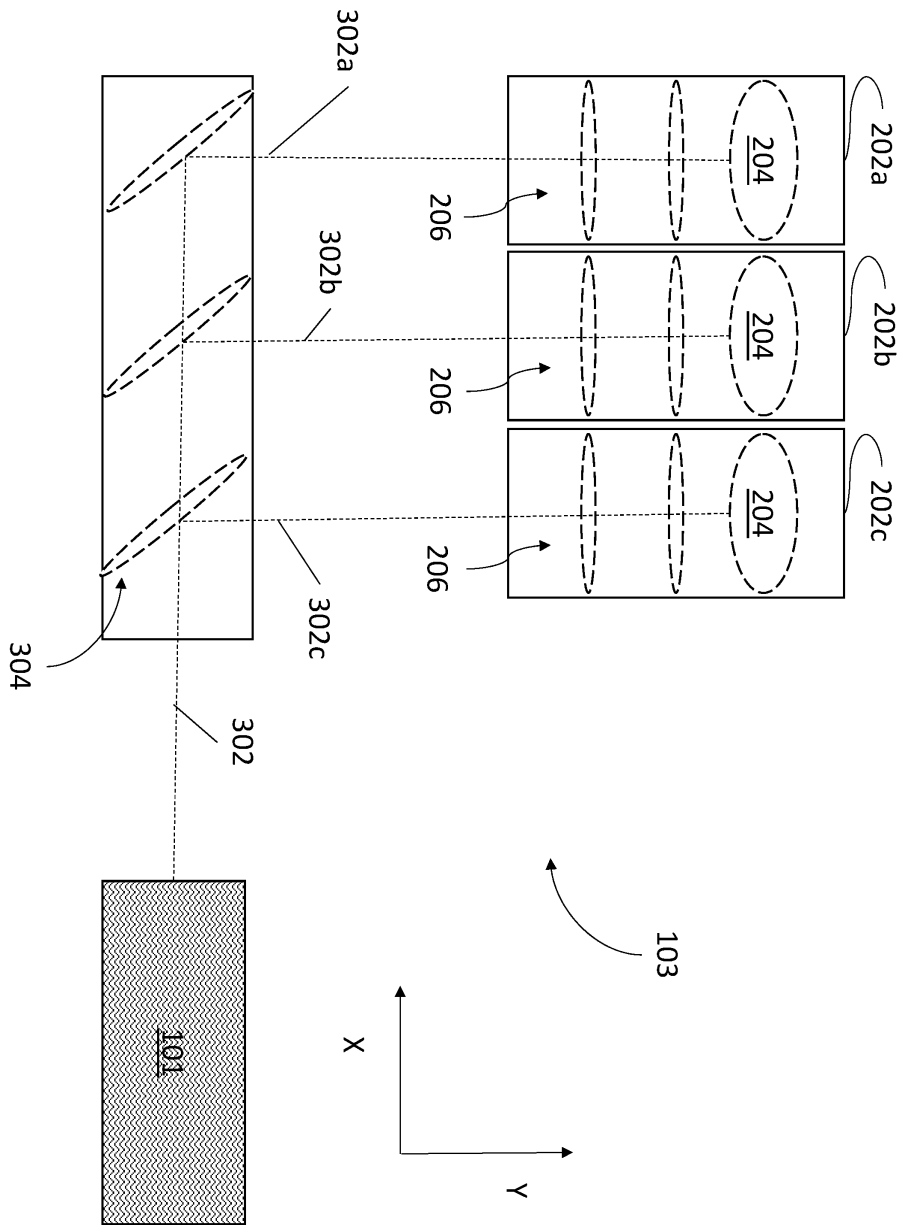
도면3c



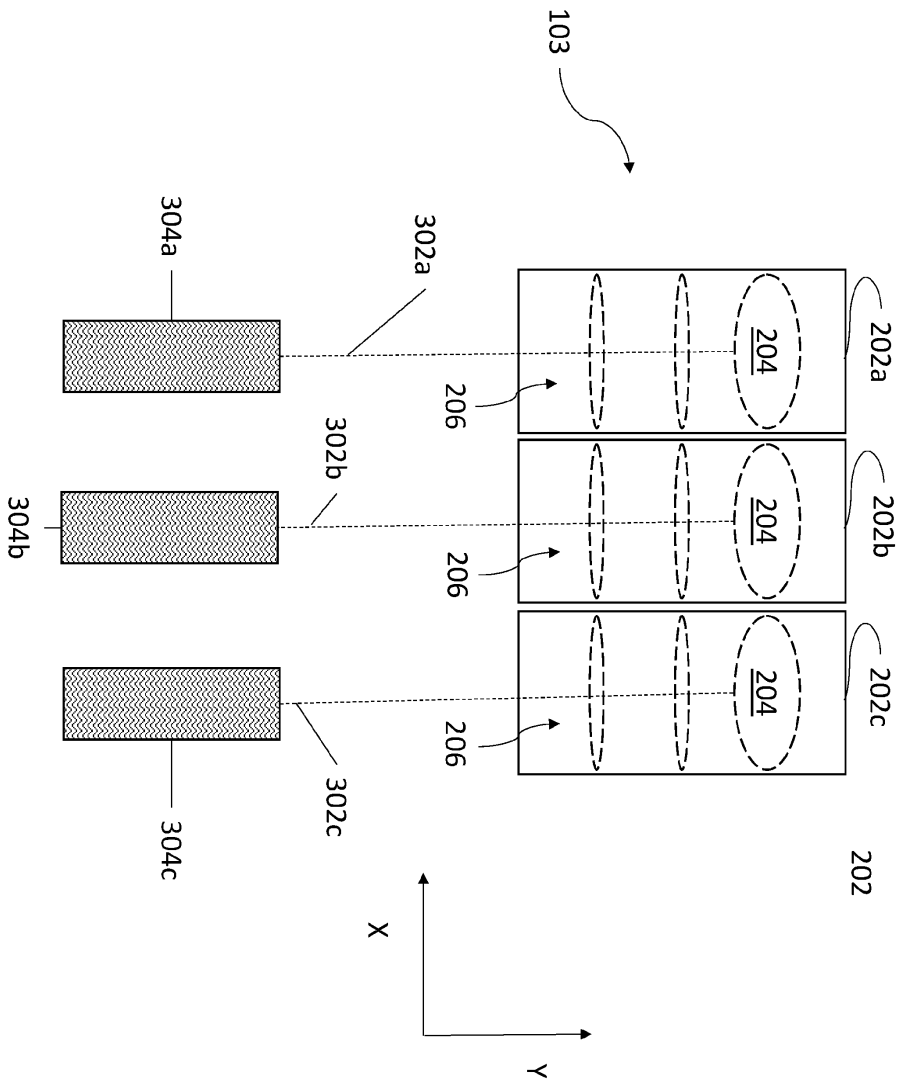
도면3d



도면4a



도면4b





도면5

