(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월30일
(11) 등록번호 10-2515643
(24) 등록일자 2023년03월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 64/153 (2017.01) *B22F 10/20* (2021.01)
B22F 10/28 (2021.01) *B22F 10/30* (2021.01)
B22F 12/44 (2021.01) *B22F 12/49* (2021.01)
B29C 64/255 (2017.01) *B29C 64/264* (2017.01)
B29C 64/268 (2017.01) *B29C 64/282* (2017.01)
B33Y 10/00 (2015.01)
(52) CPC특허분류
B29C 64/153 (2017.08)
B22F 10/20 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2022-7034724(분할)
(22) 출원일자(국제) 2018년05월11일
심사청구일자 2022년10월05일
(85) 번역문제출일자 2022년10월05일
(65) 공개번호 10-2022-0140653
(43) 공개일자 2022년10월18일
(62) 원출원 특허 10-2019-7036411
원출원일자(국제) 2018년05월11일
심사청구일자 2021년04월26일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/032266
(87) 국제공개번호 WO 2018/209199
국제공개일자 2018년11월15일
(30) 우선권주장
62/504,822 2017년05월11일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2002287250 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
쇠라 테크널러지스 인코포레이티드
미합중국, 캘리포니아, 마운틴 뷰, 라 아베니다 스트리트 1060 (우편번호 94043)
(72) 발명자
데무스, 제임스, 에이.
미국 94043 캘리포니아 마운틴 뷰 라 아베니다 스트리트 1060
러드, 프랜시스. 엘.
미국 94043 캘리포니아 마운틴 뷰 라 아베니다 스트리트 1060
툼러, 에릭
미국 94043 캘리포니아 마운틴 뷰 라 아베니다 스트리트 1060
(74) 대리인
특허법인정특

전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 이상호

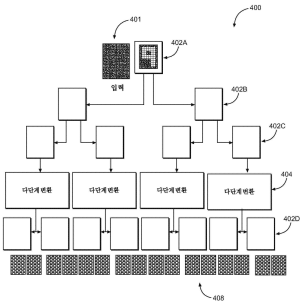
(54) 발명의 명칭 **적층 가공을 위한 패턴화된 광의 스위치야드 빔 라우팅**

(57) 요 약

소스 에너지를 효과적이고 효율적으로 이용하기 위해 고효율, 에너지 빔 패턴화 및 빔 조향에 관한 적층 가공 방법 및 장치가 제공된다. 일 실시예에서, 원치 않는 광의 리사이클링 및 재사용은 하나 이상의 광 밸브에 의해 생성된 다수의 광 패턴의 소스를 포함하고, 다수의 광 패턴 중 적어도 하나는 거부된 패턴화된 광으로부터 형성된

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4a



다. 이미지 릴레이는 다수의 광 패턴을 지향시키기 위해 사용되며, 빔 라우팅 시스템은 다수의 광 패턴을 수신하고 이들을 각각 분말 베드상의 한정된 영역으로 향하게한다.

(52) CPC특허분류
B22F 10/28 (2021.08)
B22F 10/30 (2021.08)
B22F 12/44 (2021.01)
B22F 12/49 (2021.01)
B29C 64/255 (2021.08)
B29C 64/264 (2021.08)
B29C 64/268 (2017.08)
B29C 64/282 (2017.08)
B33Y 10/00 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
US20140211174 A1
US20170120332 A1
US20170120518 A1
WO2016156824 A1
WO2017075285 A1

명 세 서

청구범위

청구항 1

적층 가공방법으로서,

적어도 하나의 층의 과립 재료를 분배하는 단계;

복수의 에너지 스위칭 유닛을 구비하는 스위치야드를 통해 제1 경로를 따라 제1 에너지 빔을 라우팅하는 단계;

제1 경로를 따라 라우팅한 후, 상기 적어도 하나의 층의 제1 부분에서 상기 제1 에너지 빔을 지향시키는 단계;

상기 제1 경로와는 다른 제2 경로를 따라 상기 스위치야드를 통해 제2 에너지 빔을 라우팅하는 단계;

제2 경로를 따라 라우팅한 후, 상기 적어도 하나의 층의, 상기 제1 부분과는 다른 제2 부분에서 상기 제2 에너지 빔을 지향시키는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 에너지 빔을 지향시킨 결과로서, 상기 제1 부분에 대응하는 과립 재료의 적어도 일부분을 병합하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2 에너지 빔을 지향시킨 결과로서, 상기 제2 부분에 대응하는 과립 재료의 적어도 일부분을 병합하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 적어도 하나의 층은 제1 분말 베드에 배치되는 상기 과립 재료의 제1 층을 포함하고;

상기 제1 부분은 상기 제1 층의 일부분을 형성하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 부분은 제1 층의 일부분을 형성하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 적어도 하나의 층은 제2 분말 베드에 배치된 과립 재료의 제2 층을 포함하며;

상기 제2 부분은 상기 제2 층의 일부분을 형성하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 에너지 빔을 지향시키는 것은 상기 스위치야드를 통한 상기 제1 경로를 위한 목적지를 형성하는 제1 에너지 조향 유닛에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제2 에너지 빔을 지향시키는 것은 상기 스위치야드를 통한 상기 제2 경로를 위한 목적지를 형성하는 제2 에너지 조향 유닛에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 및 제2 에너지 조향 유닛은 각각 미러 또는 솔리드 스테이트, 빔 조향 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제1 에너지 빔을 지향시키는 것 및 상기 제2 에너지 빔을 지향시키는 것은 실질적으로 동시에 일어나는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 복수의 에너지 스위칭 유닛들 중 적어도 일부의 에너지 스위칭 유닛은 이진 트리 스위칭 계층으로 배열되는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제1 에너지 빔을 생성하는 단계를 추가로 포함하되:

상기 제1 에너지 빔을 생성하는 단계는, 제1 에너지 패턴화 유닛에 의해, 적어도 하나의 광의 빔을 제1 포지티브 광 패턴 및 제2 네거티브 광 패턴으로 분할하는 것을 포함하며;

상기 제1 포지티브 광 패턴은 상기 제1 에너지 빔인 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제2 에너지 빔을 생성하는 단계를 추가로 포함하되,

상기 제2 에너지 빔을 생성하는 단계는, 제2 에너지 패턴화 유닛에 의해, 제2 네거티브 광 패턴을 제3 포지티브 광 패턴 및 제4 네거티브 광 패턴으로 분할하는 것을 포함하며;

상기 제3 포지티브 광 패턴은 상기 제2 에너지 빔인 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 적어도 하나의 층은 제1 분말 베드에 배치된 과립 재료의 제1 층을 포함하며;

상기 제1 부분은 상기 제1 층의 일부분을 형성하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제2 부분은 상기 제1 층의 일부분을 형성하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 적어도 하나의 층은 제2 분말 베드에 배치되는 과립 재료의 제2 층을 추가적으로 포함하며;

상기 제2 부분은 상기 제2 층의 일부분을 형성하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

청구항 17

적층 가공 방법에 있어서,

과립 재료의 적어도 하나의 층을 분배하는 단계;

제1 이차원 패턴화된 에너지 빔을 생성하는 단계;

복수의 에너지 스위칭 유닛을 구비하는 스위치야드를 통해 제1 경로를 따라 상기 제1 이차원 패턴화된 에너지 빔을 라우팅하는 단계;

제1 경로를 따라 라우팅한 후, 상기 적어도 하나의 층의 제1 부분에서 상기 제1 이차원 패턴화된 에너지 빔을 지향시키는 단계;

제2 이차원 패턴화된 에너지 빔을 생성하는 단계;

상기 제1 경로와는 다른 제2 경로를 따라 상기 스위치야드를 통해 상기 제2 이차원 패턴화된 에너지 빔을 라우팅하는 단계;

제2 경로를 따라 라우팅한 후, 상기 적어도 하나의 층의, 상기 제1 부분과는 다른 제2 부분에서 상기 제2 이차원 패턴화된 에너지 빔을 지향시키는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 적층 가공 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제1 이차원 패턴화된 에너지 빔을 지향시키는 것의 결과로서, 상기 제1 부분에 대응하는 상기 과립 재료의 적어도 일부를 병합하는 단계; 및

상기 제2 이차원 패턴화된 에너지 빔을 지향시키는 것의 결과로서, 상기 제2 부분에 대응하는 상기 과립 재료의 적어도 일부를 병합하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 적층 가공 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 제1 이차원 패턴화된 에너지 빔을 생성하는 것은, 제1 에너지 패턴화 유닛에 의해, 적어도 하나의 광의 빔을 제1 포지티브 광패턴 및 제2 네거티브 광 패턴으로 분할하는 것을 포함하고;

상기 제1 포지티브 광 패턴은 상기 제1 이차원 패턴화된 에너지 빔인 것을 특징으로 하는 적층 가공 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 제2 이차원 패턴화된 에너지 빔을 생성하는 것은, 제2 에너지 패턴화 유닛에 의해, 상기 제2 네거티브 광 패턴을 제2 네거티브 광 패턴을 제3 포지티브 광패턴 및 제4 네거티브 광 패턴으로 분할하는 것을 포함하고;

상기 제3 포지티브 광 패턴은 상기 제2 이차원 패턴화된 에너지 빔인 것을 특징으로 하는 적층 가공 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 특허 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 발명은 2017년 5월 11일자로 출원된 미국 특허 출원 번호 62/504,822의 우선권을 주장하는 가출원이 아닌 특허 출원의 일부이며, 이는 그 전문이 참조로 포함된다.

배 경 기 술

[0003] 본 발명은 일반적으로 적층 가공(additive manufacturing)을 위한 광학 기기에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 하나 이상의 패턴화된 광 빔을 지향시킬 수 있는 스위치야드 스타일의 빔 라우팅 서브 시스템을 포함하는 광학 시스템에 관한 것이다.

[0004] 레이저 광을 방향 전환(re-direction)시키기 위한 복합 시스템이 많은 고출력 응용 분야에서 사용되어 왔다. 예를 들어, 로렌스 리버모어 국립 연구소 (Lawrence Livermore National Laboratory)는 표적을 향해 레이저 빔을 방향 전환시킬 수 있는 국립 핵융합 시설(National Ignition Facility)을 지원한다. 빔 엔클로저는 다수의 유입되는 레이저 빔을 표적 챔버의 상부와 하부로 방향 전환시킨다. 레이저 빔이 레이저 베이를 통과한 후, 레이저 빔은 빔을 표적 챔버의 상반구 및 하반구로 방향 전환시키는 회전 미러를 구비한 빔 인클로저 시스템으로 들어간다. 이 수동 시스템은 병렬 레이저 빔 레이아웃을 표적 챔버의 구형 구성으로 변환한다. 작동시, 회전 미러는 다수의 레이저 빔이 방사상 라인을 따라 표적 챔버로 들어가도록 지향시켜 표적에 수렴하게 한다.

[0005] 적층 가공을 위한 레이저 기반 시스템은 또한 광의 방향 전환을 포함할 수 있다. 예를 들어, 한 유형의 다이오드 레이저 적층 가공은 다수의 빔을 단일 빔으로 결합한 다음 광원을 네거티브 및 포지티브 패턴 이미지로 분할함으로써 빔을 분리하는 것을 수반한다. 종종, 하나의 패턴화된 빔 이미지는 부품을 만드는 데 사용되고 다른 빔 이미지는 빔 덤프로 폐기된다. 이러한 패턴들은 전자기파 편광 상태를 회전시킴으로써 투과 또는 반사된 광의 공간 변조를 허용하는 액정 기반 광 밸브를 사용함으로써 생성될 수 있다. 하나의 전형적인 예는 액정으로 채워진 광 밸브를 통과하는 편광된 광의 "구동 빔"을 가질 수 있으며, 이는 그후 구동 빔의 편광 공간에 패턴을 공간적으로 임프린트시킨다. 원하는 광의 편광 상태는 광학 시스템의 나머지에 계속 유지될 수 있고, 원하지 않는 상태는 거부되어 빔 덤프 또는 다른 에너지 거부 장치에 버려진다.

[0006] 하나 이상의 이러한 패턴화되거나 패턴화되지 않은 빔을 분할, 결합 및 라우팅하는 것은 복잡할 수 있다. 패턴화되거나 패턴화되지 않은 빔을 효율적으로 라우팅하고 지향시킬 수 있는 시스템은 다수의 분말 베드의 사용을 단순화시키거나 빔의 전체적 또는 부분적 오버랩을 허용하거나, 혹은 거부되거나 원치않는 빔 패턴으로 인한 에너지 손실을 제한할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 본 발명의 비-제한적 및 비-배타적인 실시 예는 다음의 도면을 참조하여 설명되며, 달리 명시하지 않는 한, 동일한 도면 부호는 다양한 도면에 걸쳐 동일한 부분을 지칭한다.

도 1a는 적층 가공 시스템을 도시한다.

도 1b는 적층 가공 시스템 상에 형성된 구조물의 평면도이다.

도 2는 적층 가공 방법을 도시한다.

도 3a는 레이저를 포함하는 적층 가공 시스템을 도시하는 도해이다.

도 3b는 도 3a에 도시된 광 패턴화 유닛의 상세 설명도이다.

도 3c는 다수의 이미지 릴레이(image relay)를 사용하여 광을 지향시키고 재패턴화(repatterning)하기 위한 "스위치야드(switchyard)"를 갖는 적층 가공 시스템의 일 실시예도이다.

도 3d는 패턴화된 2차원 에너지의 재사용을 지원하는 스위치야드 시스템을 도시한다.

도 3e는 미러 이미지 픽셀 재맵핑(mirror image pixel remapping)을 도시한다.

도 3f는 픽셀 재맵핑을 위한 일련의 이미지 변환 이미지 릴레이를 도시한다.

도 4a는 본 발명의 실시 예에 따른 적층 가공 공정에서 레이저 광 리사이클링을 위한 에너지 패턴화 이진 트리 시스템의 레이아웃의 다이어그램이다.

도 4b는 하나의 입력으로부터 다수의 출력으로의 패턴 리사이클링을 나타내는 다이어그램이다.

도 4c는 다수의 입력으로부터 하나의 출력으로의 패턴 리사이클링을 나타내는 다이어그램이다.

도 4d는 적어도 몇 개의 에너지 조향 유닛에 대해 스위칭이 이용 가능한 2개의 광 밸브 패턴화 단계 및 빔 방향 전환을 지원하는 스위치야드 개념의 구현의 개략 예시도이다.

도 4e는 모든 에너지 조향 유닛에 대해 스위칭이 이용 가능한 2개의 광 밸브 패턴화 단계 및 빔 방향 전환을 지원하는 스위치야드 개념의 구현의 개략 예시도이다.

도 5a는 인쇄 바를 구비하는 솔리드 스테이트 시스템을 사용하여 다수의 타일의 영역 인쇄를 나타내는 도해이다.

도 5b는 분말 베드와 동연(coextensive)하도록 크기가 정해진 매트릭스를 갖는 솔리드 스테이트 시스템을 사용하여 다수의 타일의 영역 인쇄를 나타내는 도해이다.

도 5c는 개별 조향 유닛을 갖고 분말 베드와 동연하도록 크기가 정해진 매트릭스를 갖는 솔리드 스테이트 시스템을 사용하여 복수의 타일의 영역 인쇄를 나타내는 도해이다.

도 6은 광 에너지 리사이클링의 양태를 나타내는 흐름도이다.

도 7은 솔리드 스테이트 시스템에서 광을 할당하기 위한 시간 알고리즘을 나타내는 흐름도이다.

도 8a 및 8b는 다수의 챔버를 지지하는 예시적인 솔리드 스테이트 스위치야드 시스템을 함께 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하의 상세한 설명에서, 본 설명의 일부를 형성하고 본 발명이 실시될 수 있는 특정 예시적인 실시예를 나타내는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 이 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자가 본 명세서에 개시된 개념들을 실시할 수 있을 만큼 충분히 상세히 설명되고, 다양한 개시된 실시예에 수정이 이루어질 수 있고, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 다른 실시예들이 사용될 수 있는 것으로 이해된다. 따라서, 이하의 상세한 설명은 본 발명을 제한하는 의미로 해석되어서는 안된다.

[0009] 본 발명은 인쇄될 패턴으로 인한 원치 않는 광의 거부에 의해 야기되는 바와 같이 적층 가공 시스템에서 낭비되는 광을 감소시키기에 적합한 "스위치야드" 스타일의 광학 시스템을 도시한다. 이 문맥에서 사용되는 용어 "스위치야드"는 복잡한 패턴(이 경우 공간 패턴이 구조화되거나 구조화되지 않은 빔에 부여된 평면)을 일련의 스위치 포인트를 통해 그의 생성으로부터 그의 배송지로 방향 전환하는 시스템 및 방법을 설명한다. 각 스위치 포인트는 선택에 따라서는 입사 빔의 공간 프로파일을 수정할 수 있다. 스위치야드 광학 시스템은 예를 들어 마스크가 광에 적용되는 레이저 기반 적층 가공 기술에 사용될 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 유리하게도, 본 발명에 따른 다양한 실시 예에서, 버려진 에너지는 균질화된 형태로 또는 높은 파워 효율 또는 높은 처리량 속도를 유지하는데 사용되는 패턴화된 광으로서 리사이클링될 수 있다. 더욱이, 버려진 에너지는 리사이클링 및 재사용되어 강도가 높아져 보다 까다로운 재료들을 인쇄할 수 있다.

[0010] 거부된 광을 리사이클링 및 재사용함으로써, 시스템의 강도가 거부된 광의 비율에 비례하여 증가될 수 있다. 이는 모든 에너지가 높은 인쇄 속도를 유지하는 데 사용할 수 있도록 한다. 또한, 광의 리사이클링은 단일 바가 빌드 플랫폼에 걸쳐 스윕하는 "바" 인쇄를 가능하게 한다. 대안적으로, 패턴 리사이클링은 빌드 플랫폼의 모든 영역을 인쇄하기 위해 이동을 요하지 않는 빌드 플랫폼과 동연(coextensive)하는 솔리드 스테이트 상태 매트릭스의 생성을 가능하게 한다.

[0011] 일 실시예에서 하나 이상의 레이저 또는 전자 빔을 포함하며, 하나 이상의 에너지 빔을 방출하도록 위치된 하나 이상의 에너지 소스를 갖는 적층 가공 시스템이 개시된다. 빔 성형 광학 기기는 에너지 소스로부터 하나 이상의 에너지 빔을 수신하고 단일 빔을 형성할 수 있다. 에너지 패턴화 유닛은 단일 빔을 수신하거나 생성하고 2차원 패턴을 빔에 전달(transfer)하고, 패턴화되지 않은 미사용된 에너지를 거부할 수 있다. 이미지 릴레이가 2차원 패턴화된 빔을 수신하고, 이를 2차원 이미지로서 높이 고정되거나 이동 가능한 빌드 플랫폼(build platform)(예를 들어, 분말 베드) 상의 원하는 위치에 집속한다. 특정 실시예에서, 에너지 패턴화 유닛으로부터 임의의 거부된 에너지의 일부 또는 전부가 재사용된다.

[0012] 일부 실시예에서, 레이저 어레이(들)로부터 오는 다수의 빔은 빔 균질화기(beam homogenizer)를 사용하여 결합된다. 이 결합된 빔은 투과형 또는 반사형 픽셀 어드레싱 가능한 광 밸브를 포함하는 에너지 패턴화 유닛으로 지향될 수 있다. 일 실시예에서, 픽셀 어드레싱 가능한 광 밸브(light valve)는 편광 소자를 갖는 액정 모듈, 및 2차원 입력 패턴을 제공하는 광 투사 유닛을 포함한다. 이미지 릴레이에 의해 집속된 2차원 이미지는 분말 베드상의 다수의 위치를 향해 순차적으로 지향되어 3D 구조물을 형성할 수 있다.

[0013] 도 1에 도시된 바와 같이, 적층 가공 시스템(100)은 하나 이상의 연속적인 또는 간헐적인 에너지 빔(들)을 빔성형 광학 기기(114)로 향하게 할 수 있는 에너지 소스(112)를 구비하는 에너지 패턴화 시스템(110)을 갖는다. 성형된 후에, 필요한 경우, 빔은 에너지 패턴화 유닛(116)에 의해 패턴화되고, 일반적으로 일부 에너지는 거부된 에너지 취급 유닛(118)으로 지향된다. 패턴화된 에너지는 이미지 릴레이(120)에 의해 전형적으로 베드(146) 부근에 집속되는 2차원 이미지(122)로서 물품 처리 유닛(140)을 향해 릴레이된다. (선택적인 벽(148)을 갖는) 베드(146)는 재료 디스펜서(142)에 의해 배출된 재료를 포함하는 챔버(144)를 형성할 수 있다. 이미지 릴레이(120)에 의해 지향된 패턴화된 에너지는 결정 구조를 용융, 융합, 소결, 병합(amalgamate), 변화시키거나, 응력 패턴에 영향을 미치거나 또는 배출된 재료(144)를 화학적으로 또는 물리적으로 변형시켜 원하는 특성을 갖는 구조물을 형성할 수 있다.

[0014] 에너지 소스(112)는 지향, 성형 및 패턴화될 수 있는 광자(광), 전자, 이온 또는 다른 적절한 에너지 빔 또는 플럭스를 생성한다. 다수의 에너지 소스는 조합으로 사용될 수 있다. 에너지 소스(112)는 레이저, 백열등, 집속된 태양광, 다른 광 소스, 전자 빔 또는 이온 빔을 포함할 수 있다. 가능한 레이저 유형은 가스 레이저, 화학 레이저, 염료 레이저, 금속 증기 레이저, 솔리드-스테이트 레이저(예를 들어, 섬유), 반도체(예를 들어, 다이오드) 레이저, 자유 전자 레이저, 가스 동적 레이저, "니켈 같은" 사마리움 레이저(Samarium laser), 라만 레이저(Raman laser), 또는 핵 펌핑 레이저(Nuclear pumped laser)를 포함하지만 이들로 제한되지 않는다.

[0015] 가스 레이저는 헬륨-네온 레이저, 아르곤 레이저, 크립톤 레이저, 크세논 이온 레이저, 질소 레이저, 이산화탄소 레이저, 일산화탄소 레이저 또는 엑시머 레이저와 같은 레이저를 포함할 수 있다.

[0016] 화학 레이저는 불화수소 레이저, 불화중수소 레이저, COIL(Chemical oxygen-iodine laser: 화학적 산소-요오드 레이저) 또는 Agil(All gas-phase iodine laser: 모든 가스상 요오드 레이저)와 같은 레이저를 포함할 수 있다.

[0017] 금속 증기 레이저는 헬륨-카드뮴(HeCd) 금속 증기 레이저, 헬륨-수은(HeHg) 금속 증기 레이저, 헬륨-셀레늄(HeSe) 금속 증기 레이저, 헬륨-은(HeAg) 금속 증기 레이저, 스트론튬 증기 레이저, 네온-구리(NeCu) 금속 증기 레이저, 구리 증기 레이저, 금 증기 레이저 또는 망간(Mn/$MnCl_2$) 증기 레이저와 같은 레이저를 포함할 수 있다.

[0018] 솔리드 스테이트 레이저는 루비 레이저, Nd:YAG 레이저, NdCrYAG 레이저, Er:YAG 레이저, 네오디뮴 YLF(Nd:YLF) 솔리드-스테이트 레이저, 네오디뮴 도핑된 이트륨 오쏘바나데이트(Nd:YVO_4) 레이저, 네오디뮴 도핑된 이트륨 칼슘 옥소보레이트 Nd:$YCa_4O(BO_3)^3$ 또는 간단히 Nd:YCOB, 네오디뮴 유리(Nd:유리) 레이저, 티타늄 사파이어(Ti:사파이어) 레이저, 튤륨 YAG(Tm:YAG) 레이저, 이테르븀 YAG(Yb:YAG) 레이저, 이테르븀:$2O_3$(유리 또는 세라믹) 레이저, 이테르븀 도핑된 유리 레이저(막대, 판/칩 및 섬유), 홀뮴 YAG(Ho:YAG) 레이저, 크롬 ZnSe(Cr:ZnSe) 레이저, 세륨 도핑된 리튬 스트론튬(또는 칼슘) 알루미늄 플루오라이드(Ce:LiSAF, Ce:LiCAF), 프로메튬 147 도핑된 인산염 유리(147Pm^{+3}:유리) 솔리드-스테이트 레이저, 크롬 도핑된 크리소베릴(chrysoberyl)(알렉산드라이트) 레이저, 에르븀 도핑된 안데르븀-이테르븀 공동-도핑된 유리 레이저, 3가 우라늄 도핑된 칼슘 플루오라이드(U:CaF2) 솔리드-스테이트 레이저, 2가 사마륨 도핑된 칼슘 플루오라이드(Sm:CaF_2)레이저 또는 F-중심 레이저와 같은 레이저를 포함할 수 있다.

[0019] 반도체 레이저는 GaN, InGaN, AlGaInP, AlGaAs, InGaAsP, GaInP, InGaAs, InGaAsO, GaInAsSb, 납염, 수직 공동 표면 방출 레이저(Vertical cavity surface emitting laser: VCSEL), 양자 캐스케이드 레이저, 하이브리드 실리콘 레이저, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0020] 예를 들어, 일 실시예에서 단일 Nd:YAG q-스위칭 레이저가 다수의 반도체 레이저와 함께 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 전자 빔은 자외선 반도체 레이저 어레이와 함께 사용될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 2차원 어레이의 레이저가 사용될 수 있다. 다수의 에너지 소스를 갖는 일부 실시예에서, 에너지 빔의 사전-패턴화(pre-patterning)는 에너지 소스를 선택적으로 활성화 및 비활성화함으로써 수행될 수 있다.

[0021] 빔 성형 유닛(114)은 에너지 소스(112)로부터 수신된 하나 이상의 에너지 빔을 결합, 집속, 발산, 반사, 굴절, 균질화, 강도 조절, 주파수 조절, 또는 성형하고, 에너지 패턴화 유닛(116)쪽으로 지향시키는 다양한 이미징 광학 기기를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 이산 광 파장을 각각 갖는 다수의 광 빔은 파장 선택성 미러(예를 들어, 이색성) 또는 회절 소자를 사용하여 결합될 수 있다. 다른 실시예에서, 다수의 빔은 다면 미러, 마이크로 렌즈, 및 굴절 광학 소자 또는 회절 광학 소자를 사용하여 균질화되거나 결합될 수 있다.

[0022] 에너지 패턴화 유닛(116)은 정적 또는 동적 에너지 패턴화 소자들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광자, 전자 또는 이온 빔은 고정된 소자들 또는 이동 가능 소자들을 갖는 마스크들에 의해 차단될 수 있다. 이미지 패턴화의 유연성과 용이성을 증가시키기 위해, 픽셀 어드레싱 가능한 마스킹, 이미지 생성, 또는 투과가 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 에너지 패턴화 유닛은 단독으로 또는 다른 패턴화 메커니즘과 함께 패턴화를 제공하기 위해 어드레싱 가능한 광 밸브들을 포함한다. 광 밸브들은 투과 소자, 반사 소자이거나, 또는 투과 소자와 반사 소자들의 조합을 사용할 수 있다. 패턴은 전기적 어드레싱 또는 광학적 어드레싱을 사용하여 동적으로 수정될 수 있다. 일 실시예에서, 투과형의 광학적으로 어드레싱되는 광 밸브는 밸브를 통과하는 광의 편광을 회전시키는 역할을 하고, 광학적으로 어드레싱되는 픽셀들은 광 투사 소스에 의해 정의된 패턴을 형성한다. 다른 실시예에서, 반사형 광학적으로 어드레싱되는 광 밸브는 판독 빔(read beam)의 편광을 수정하기 위해 기록 빔(write beam)을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 전자 패턴화 디바이스는 전기적 자극 소스 또는 광자 자극 소스로부터 어드레스 패턴을 수신하고 패턴화된 전자 방출을 생성한다.

[0023] 거부된 에너지 취급 유닛(118)은 패턴화되지 않고 에너지 패턴 이미지 릴레이(120)를 통과한 에너지를 분산, 방향 전환 또는 이용하는데 사용된다. 일 실시예에서, 거부된 에너지 취급 유닛(118)은 에너지 패턴화 유닛(116)으로부터 열을 제거하는 수동 또는 능동 냉각 소자들을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 거부된 에너지 취급 유닛은 에너지 패턴을 정의하는데 사용되지 않는 임의의 에너지 빔을 흡수하고 열로 변환하는 "빔 덤프(beam dump)"를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 거부된 에너지 빔은 빔 성형 광학 기기(114)를 사용하여 리사이클링될수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 거부된 에너지 빔은 가열 또는 추가적인 패턴화를 위해 물품 처리 유닛(140)으로 지향될 수 있다. 특정 실시예에서, 거부된 에너지 빔은 추가적인 에너지 패턴화 시스템 또는 물품 처리 유닛으로 지향될 수 있다.

[0024] 이미지 릴레이(120)는 에너지 패턴화 유닛(116)으로부터 패턴화된 이미지(전형적으로 2차원)를 수신하고 이를 물품 처리 유닛(140)을 향해 안내한다. 빔 성형 광학 기기(114)와 유사한 방식으로, 이미지 릴레이(120)는 패턴화된 이미지를 결합, 집속, 발산, 반사, 굴절, 강도 조절, 주파수 조절, 또는 성형 및 지향하는 광학 기기를 포함할 수 있다.

[0025] 물품 처리 유닛(140)은 벽을 갖는 챔버(148) 및 베드(144), 및 재료를 분배하기 위한 재료 디스펜서(142)를 포함할 수 있다. 재료 디스펜서(142)는 재료 유형 또는 입자 크기를 분배, 제거, 혼합하거나, 계조 또는 변화를 제공하거나 또는 재료의 층 두께를 조절할 수 있다. 재료는 금속, 세라믹, 유리, 중합체 분말, 고체로부터 액체로 그리고 다시 액체로부터 고체로 열에 의해 유도된 상 변화를 겪을 수 있는 다른 용융 가능한 재료, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 이 재료는 용융 가능한 재료 및 용융 가능하지 않는 재료의 복합체를 더 포함할 수 있으며, 여기서 성분들 중 하나 또는 둘 모두는 이미징 릴레이 시스템에 의해 선택적으로 표적화되어 용융 가능한 성분을 용융시키고 용융 가능하지 않은 재료를 남기거나 성분이 증발/파괴/연소 또는 파괴적인 공정을 받게 할수 있다. 특정 실시예에서, 재료의 슬러리, 스프레이, 코팅, 와이어, 스트립 또는 시트(sheet)가 사용될 수 있다. 원치 않는 재료는 송풍기, 진공 시스템, 베드(146)의 스위핑(sweeping), 진동(vibrating), 요동(shaking), 팁핑(tipping) 또는 반전(inversion)을 사용하여 일회 쓰고 버리거나 또는 리사이클링을 위해 제거될 수 있다.

[0026] 재료 취급 구성 요소들에 추가하여, 물품 처리 유닛(140)은 3D 구조물을 유지 및 지지하는 구성 요소들, 챔버를 가열하거나 또는 냉각하는 기구, 보조 또는 지지 광학 기기, 및 재료 또는 환경 상태를 모니터링하거나 또는 조절하는 센서 및 제어 기구를 포함할 수 있다. 물품 처리 유닛은 원치 않는 화학적 상호 작용을 줄일 뿐만 아니라 (특히 반응성 금속과) 화재 또는 폭발의 위험을 완화하기 위해 진공 또는 불활성(inert) 가스 분위기를 전체적으로 또는 부분적으로 지원할 수 있다.

[0027] 제어 프로세서(150)는 적층 가공 시스템(100)의 임의의 구성 요소들을 제어하도록 연결될 수 있다. 제어 프로세서(150)는 동작을 조정하기 위해 다양한 센서, 액추에이터, 가열 또는 냉각 시스템, 모니터 및 제어기에 연결될 수 있다. 이미저, 광 강도 모니터, 열, 압력 또는 가스 센서를 포함한 광범위한 센서들이 제어 또는 모니터링에 사용되는 정보를 제공하는데 사용될 수 있다. 제어 프로세서는 단일 중앙 제어기일 수도 있고, 또는 대안적으로 하나 이상의 독립적인 제어 시스템을 포함할 수도 있다. 제어 프로세서(150)는 가공 명령의 입력을 가능케하는 인터페이스를 구비한다. 광범위한 센서들의 사용은 품질, 제조 처리량 및 에너지 효율을 향상시키는 다양한 피드백 제어 메커니즘을 가능하게한다.

[0028] 도 1b는 재료(144)를 지지하는 베드(146)를 나타내는 도해이다. 일련의 순차적으로 적용된 2차원 패턴화된 에너지 빔 이미지(파선 윤곽(124)의 정사각형)를 사용하여, 구조물(149)이 적층 가공된다. 이해될 수 있는 바와 같

이, 비-정사각형 경계를 갖는 이미지 패턴이 사용될 수 있고, 중첩 또는 상호 침투 이미지들이 사용될수 있고, 이미지들이 둘 이상의 에너지 패턴화 시스템에 의해 제공될 수 있다. 다른 실시예에서, 이미지는 지향된 전자 빔 또는 이온 빔으로 형성되거나, 또는 인쇄된 시스템 또는 선택적인 스프레이 시스템으로 형성될 수있다.

[0029] 도 2는 설명된 광학적 구성 요소 및 기계적 구성 요소에 의해 지지되는 적층 가공 공정의 일 실시예를 도시하는 흐름도이다. 단계(202)에서, 재료는 베드, 챔버 또는 다른 적절한 지지부에 위치된다. 이 재료는, 용융, 융합, 소결되고, 결정 구조를 변화시키도록 유도되거나, 응력 패턴에 영향을 받거나, 또는 화학적으로 또는 물리적으로 변형되어 원하는 특성을 갖는 구조물을 형성할 수 있다.

[0030] 단계(204)에서, 솔리드 스테이트 레이저 또는 반도체 레이저 또는 배선을 따라 전자를 흘려 보내는 전기 파워 공급원(이들로만 제한되는 것은 않음)을 포함하는 하나 이상의 에너지 방출기에 의해 패턴화되지 않은 에너지가 방출된다. 단계(206)에서, 패턴화되지 않은 에너지는 성형되고 수정된다(예를 들어, 강도 변조되거나 집속된다). 단계(208)에서, 이 패턴화되지 않은 에너지는 패턴화되고, 패턴의 일부를 형성하지 않는 에너지는 단계(210)에서 취급된다(이것은 폐열로 전환되는 것이나 또는 패턴화된 에너지 또는 패턴화되지 않은 에너지로 리사이클링되는 것을 포함할 수 있다). 단계(212)에서, 이제 2차원 이미지를 형성하는 패턴화된 에너지는 재료를 향해 릴레이된다. 단계(214)에서, 이미지는 재료에 적용되어 3D 구조물의 일부를 형성한다. 이들 단계는 이미지(또는 다른 이미지 및 후속 이미지)가 재료의 상부 층의 모든 필요한 구역(region)에 적용될 때까지 반복될 수 있다(루프 218). 재료의 상부 층에 에너지를 인가하는 것이 종료되면, 새로운 층이 적용되어 (루프 216) 3D 구조물을 계속 형성할 수 있다. 이러한 공정 루프는 3D 구조물이 완료될 때까지 계속되며, 이때 남아 있는 과잉 재료는 제거하거나 리사이클링될 수 있다.

[0031] 도 3a는 에너지 패턴화 시스템(310)의 일부로서 다수의 반도체 레이저를 사용하는 적층 가공 시스템(300)의 일 실시예이다. 제어 프로세서(350)는 다양한 센서, 액추에이터, 가열 또는 냉각 시스템, 모니터 및 제어기에 연결되어, 다수의 레이저(312), 광 패턴화 유닛(316), 및 이미지 릴레이(320)뿐만 아니라 시스템(300)의 임의의 다른 구성 요소의 동작을 조정할 수 있다. 이들 연결은 일반적으로 시스템(300)의 구성 요소들을 둘러싸는 파선 윤곽(351)으로 표시된다. 이해될 수 있는 바와 같이 이들 연결은 연속적 또는 간헐적으로 유선 또는 무선으로 이루어질 수 있고, 피드백 성능(예를 들어, 열적 가열은 감지된 온도에 따라 조절될 수 있음)을 포함할 수 있다. 다수의 레이저(312)는 1000 nm 파장의 광의 빔(301)을 방출할 수 있고, 이 빔은 예를 들어 폭 90 mm x 높이 20 mm이다. 빔(301)은 이미징 광학 기기(370)에 의해 빔(303)을 생성하도록 크기가 조절된다. 빔(303)은 폭 6mm x 높이 6mm이며, 광 균질화 디바이스(372)에 입사하고, 이 광 균질화 디바이스는 광을 함께 혼합하여 혼합된 빔(305)을 생성한다. 이후 빔(305)은 이미징 조립체(374)에 입사하고, 이 이미징 조립체(374)는 광을 빔(307)으로 재성형하고 나서 핫 콜드 미러(hot cold mirror)(376)에 입사한다. 미러(376)는 1000 nm 광을 통과시키지만 450 nm 광을 반사시킨다. 1080p 픽셀 해상도 및 450 nm의 저출력 광을 투사할 수 있는 광 프로젝터(378)는 빔(309)을 방출하고 이 빔(309)은 핫 콜드 미러(376)에 입사한다. 빔(307)과 빔(309)은 빔(311)으로 중첩되고, 두 빔은 광학적으로 어드레싱되는 광 밸브(380)에 20 mm 폭, 20 mm 높이 이미지로 이미징된다. 균질화기(372) 및 프로젝터(378)로부터 형성된 이미지들이 재생성되고 광 밸브(380) 상에 중첩된다.

[0032] 광학적으로 어드레싱되는 광 밸브(380)는 (전형적으로 400 nm 내지 500 nm 범위에 이르는) 광에 의해 자극되고, 편광 회전 패턴을 투과된 빔(313)으로 임프린트(imprint)하고 이 투과된 빔(313)은 편광자(polarizer)(382)에 입사한다. 편광자(382)는 두 개의 편광 상태를 분리하고, p-편광을 빔(317)으로 투과시키고 s-편광을 빔(315)으로 반사하며, 이 빔(315)은 거부된 에너지를 취급하는 빔 덤프(318)로 보내진다. 이해되는 바와 같이, 다른 실시예에서, 이 편광은 반전될 수 있는데, 즉 s-편광은 빔(317)으로 형성되고, p-편광은 빔(315)으로 반사될 수 있다. 빔(317)은 패턴화된 광을 크기 조정하는 광학 기기(384)를 포함하는 최종 이미징 조립체(320)에 들어간다. 이 빔은 이동식 미러(386)에서 빔(319)으로 반사되고, 이 빔(319)은 물품 처리 유닛(340) 내의 재료 베드(344)에 인가되는 집속된 이미지에서 종료한다. 이미지의 피사계 심도(depth of field)는 다수의 층에 걸치도록 선택되고, 일부 층의 에러 또는 오프셋의 범위 내에서 최적의 집속을 제공한다.

[0033] 베드(390)는 재료 디스펜서(342)에 의해 분배된 재료(344)를 포함하는 챔버 벽(388)들 내에서 상승 또는 하강(수직으로 인덱싱될(indexed))될 수 있다. 특정 실시예에서, 베드(390)는 고정된 상태로 유지될 수 있고, 최종 이미징 조립체(320)의 광학 기기는 수직으로 상승 또는 하강될 수 있다. 재료 분배는 스위퍼 기구(sweeper mechanism)(392)에 의해 제공되고, 이 스위퍼 기구는 호퍼(hopper)(394)에 유지된 분말을 고르게 확산시켜, 필요에 따라 새로운 재료 층을 제공할 수 있다. 폭 6 mm x 높이 6 mm의 이미지는 베드의 상이한 위치에서 이동식 미러(386)에 의해 순차적으로 지향될 수 있다.

[0034] 이 적층 가공 시스템(300)에서 분말화된 세라믹 또는 금속 재료를 사용할 때, 분말은 부품이 형성될 때 베이스 기판(및 후속 층들)의 상부 상에 약 1개 내지 3개의 입자 두께의 얇은 층으로 확산될 수 있다. 분말이 패턴화된 빔(319)에 의해 용융되거나, 소결되거나, 융합될 때, 분말은 하부 층과 결합하여 견고한 구조물을 생성한다. 패턴화된 빔(319)은 40 Hz에서 펄스 방식으로 동작될 수 있고, 분말의 선택된 패턴화된 영역이 용융될 때까지 10 ms 내지 0.5 ms의 간격으로 (3 ms 내지 0.1 ms가 바람직함) 후속 6 mm x 6 mm 이미지 위치로 이동할 수있다. 베드(390)는 이후 하나의 층에 대응하는 두께만큼 하강하고, 스위퍼 기구(392)는 새로운 분말화된 재료층을 확산시킨다. 이 과정은 2D 층이 원하는 3D 구조물 형성할 때까지 반복된다. 특정 실시예에서, 물품 처리 유닛(340)은 제어된 분위기를 가질 수 있다. 이를 통해 반응성 재료는 산화 또는 화학 반응 또는 (반응성 금속이 사용되는 경우) 화재 또는 폭발의 위험 없이 불활성 가스 또는 진공 환경에서 제조될 수 있다.

[0035] 도 3b는 도 3a의 광 패턴화 유닛(316)의 동작을 보다 상세히 설명한다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 대표적인 입력 패턴(333)(여기서는 숫자 "9"로 표시됨)은 미러(376)를 향하여 빔(309)으로서 투사되는 광의 8x12 픽셀 어레이로 한정된다. 각 그레이(grey) 픽셀은 광으로 채워진 픽셀을 나타내는 반면, 백색 픽셀은 광이 없는 픽셀이다. 실제로, 각 픽셀은 무광, 부분 광 강도 또는 최대 광 강도를 포함하여 다양한 레벨의 광을 가질 수있다. 빔(307)을 형성하는 패턴화되지 않은 광(331)은 핫/콜드 미러(376)로 향하고 이 미러를 통과하고, 이 미러에서 광은 패턴화된 빔(309)과 결합된다. 패턴화된 빔(309)은 케이블(X5)을 통해 컴퓨터(X3)에 의해 제어되는 광 프로젝터(378)에 의해 생성된다. 핫/콜드 미러(376)에 의해 반사된 후 패턴화된 광 빔(311)은 빔(307)과 빔(309)의 중첩으로부터 빔(311)으로 형성되고, 두 빔은 광학적으로 어드레싱되는 광 밸브(380)로 이미징된다. 패턴화되지 않은 광(331)의 편광 상태를 회전시킬 수 있는 광학적으로 어드레싱되는 광 밸브(380)는 패턴화된 광 빔(309, 311), 및 케이블(X4)을 통해 컴퓨터(X3)로부터 나오는 전기적 신호에 의해 자극되어, 숫자 "9"의 패턴으로 편광된 광(307, 311)의 편광 상태를 빔(313)으로 선택적으로 회전시키지 않는다. 빔(313)에서 패턴(333)을 나타내는 비-회전된 광은 이후 편광자 미러(382)를 통과하는 것이 허용되어 빔(317) 및 패턴(335)이 형성된다. 제2 회전 상태의 편광된 광은, 편광자 미러(382)에 의해, 광이 없는 숫자 "9"로 구성된 음의 픽셀 패턴(337)을 갖는 빔(315)으로 거부된다.

[0036] 다른 유형의 광 밸브가 대신 사용되거나 설명된 광 밸브와 조합하여 사용될 수 있다. 반사형 광 밸브 또는 선택적인 회절 또는 굴절에 기초한 광 밸브도 사용될 수 있다. 특정 실시예에서, 비-광학적으로 어드레싱되는 광 밸브가 사용될 수 있다. 이들 광 밸브는 전기적으로 어드레싱 가능한 픽셀 소자, 이동식 미러 또는 마이크로미러 시스템, 압전 또는 마이크로 작동식 광학 시스템, 고정된 또는 이동 가능한 마스크, 또는 차폐물, 또는 고강도 광 패턴화를 제공할 수 있는 임의의 다른 종래의 시스템을 포함할 수 있지만, 이로 제한되는 것은 아니다. 전자 빔 패턴화를 위해, 이들 밸브는 어드레스 위치에 기초하여 전자를 선택적으로 방출하여, 이에 따라 밸브를 떠나는 전자 빔에 패턴을 부여할 수 있다.

[0037] 도 3c는 에너지 스위칭 유닛(X0)의 상세 및 동작을 도시한다. 도 3c에 도시된 바와 같이, s-편광 상태에서 대표적인 입력 패턴(376)(여기서는 8x12 픽셀 어레이의 숫자 "9"로 표시됨)을 갖는 광 빔(311)이 단일 픽셀 액정(LC) 셀(380)에 입사된다. 원하는 경우, 빔(311)의 편광 상태를 회전시키는 LC 셀(380)은 케이블(X4)을 통해 컴퓨터(X3)에 전기적으로 자극되어, 편광(311)의 편광 상태를 빔(313)에서 p- 편광 상태로 선택적으로 회전시킨 후 편광기 요소(382)를 통해 전체 빔을 이미지 정보(335)를 운반하는 빔(317)내로 통과시킨다. 대안적으로, LC 셀(380)은 빔(311)의 편광 상태를 회전시키지 말 것을 컴퓨터(X3)에 의해 케이블(X4)을 통해 지시를 받아 빔(313)의 s-편광의 편광 상태를 보존하고, 이미지 정보(337)를 운반하는 빔(315)으로의 반사를 야기할 수 있다. 편광기 소자(382)는 또한 이미지 정보(X2)를 운반하는 소스 빔(X1)으로부터 광을 수신하는데 사용될 수 있다. 빔(X1)의 라우팅은 그의 편광 상태에 기초하여 전적으로 수동적이며, 빔(X1)가 s-pol이면, 빔(X1)은 빔(317)내로 반사되거나, 이와는 달리 p-pol이면 빔(315)내로 전송될 것이다.

[0038] 다른 유형의 에너지 스위칭 장치들이 대체되거나 설명된 LC 셀과 함께 사용될 수 있다. 반사형 LC 셀 또는 이동식 미러와 같은 기계적 움직임 또는 선택적 굴절에 기반한 에너지 스위칭 장치가 또한 사용될 수 있고, 피에조 또는 미세 작동식 광학 시스템, 고정식 또는 이동식 마스크 또는 쉴드 또는 기타 통상적인 시스템이 고강도 에너지 스위칭을 제공할 수 있다. 전자 빔의 경우, 이들 스위칭 메커니즘들은 빔을 상이한 채널 또는 경로로 지향시키는 큰 EM 필드 어레이로 구성될 수 있다.

[0039] 도 3d는 패턴화된 2차원 에너지의 재사용을 가능하게하는 스위치야드 시스템을 포함하는 적층 가공 시스템의 일 실시 예이다. 도 1a와 관련하여 논의된 실시 예와 유사하게, 적층 가공 시스템(220)은 하나 이상의 연속적이거나 간헐적인 에너지 빔(들)을 빔 성형 광학기기(114)를 향해 지향시키는 에너지 소스(112)을 구비하는 에너지 패턴화 시스템을 갖는다. 성형 후, 빔은 에너지 패턴화 유닛(230)에 의해 2차원 패턴화되고, 일반적으로 일부

에너지는 거부된 에너지 취급 유닛(222)으로 보내진다. 패턴화된 에너지는 다수의 이미지 릴레이(232) 중 하나에 의해 하나 이상의 물품 처리 유닛(234A, 234B, 234C 또는 234D)을 향해, 전형적으로 이동 가능하거나 고정된 높이 베드 근처에 집속되는 2차원 이미지로서 릴레이된다. 베드(선택적인 벽을 가짐)는 재료 디스펜서에 의해 분배된 재료를 포함하는 챔버를 형성할 수 있다. 이미지 릴레이(232)에 의해 지향된 패턴화된 에너지는 결정 구조를 용융, 융합, 소결, 병합, 변화시키거나, 응력 패턴에 영향을 미치거나, 또는 배출된 재료를 화학적 또는 물리적으로 변형시켜 원하는 특성을 갖는 구조물을 형성할 수 있다.

[0040] 이 실시 예에서, 거부된 에너지 취급 유닛은 거부된 패턴화된 에너지의 재사용을 허용하기 위한 다수의 구성 요소를 갖는다. 릴레이(228A, 228B, 228C)는 각각 에너지를 전기 발생기(224), 가열/냉각 열 관리 시스템(225) 또는 에너지 덤프(226)로 전달할 수 있다. 선택에 따라, 릴레이(228C)는 추가 처리를 위해 패턴화된 에너지를 이미지 릴레이(232)에 보낼 수 있다. 다른 실시 예들에서, 패턴화된 에너지는 에너지 소스(112)에 의해 제공된 에너지 빔(들)에의 삽입을 위해 릴레이(228C)에 의해 릴레이(228B 및 228A)로 보내질 수 있다. 패턴화된 이미지의 재사용이 이미지 릴레이(232)를 사용하여 또한 가능하다. 이미지는 하나 이상의 물품 처리 유닛(234A-D)으로의 배포를 위해 방향 전환, 반전, 미러링, 서브 패턴화 또는 다른 방식으로 변환될 수 있다. 유리하게도, 패턴화된 광의 재사용은 적층 가공 공정의 에너지 효율을 개선시킬 수 있고, 일부 경우에서 베드로 향하는 에너지 강도를 개선하거나 가공 시간을 감소시킬 수 있다.

[0041] 도 3d는 거부된 에너지 빔의 재사용을 위한 간단한 기하학적 변환을 나타내는 도해(235)이다. 입력 패턴(236)은 미러 이미지 픽셀 패턴(238)을 제공할 수 있는 이미지 릴레이(237)로 보내진다. 알 수 있는 바와 같이, 기하학적 변환, 또는 개별 픽셀 및 픽셀 그룹의 패턴 재맵핑을 비롯한 보다 복잡한 픽셀 변환이 가능하다. 빔 덤프에서 버려지는 대신, 이러한 재맵핑된 패턴은 제조 처리량 또는 빔 강도를 향상시키기 위해 물품 처리 유닛으로 보내질 수 있다.

[0042] 도 3e는 재사용을 위해 거부된 에너지 빔의 다수의 변환을 나타내는 도해(235)이다. 입력 패턴(236)이 픽셀 패턴(238)을 제공할 수 있는 일련의 이미지 릴레이(237B-E)로 보내진다.

[0043] 광 리사이클링 및 재사용을 지원하는 다른 실시 예에서, 하나 이상의 광원으로부터의 다수의 광 빔이 제공된다. 다수의 광 빔은 제 1 광 빔을 제공하기 위해 재성형 및 혼합될 수 있다. 공간 편광 패턴이 제 1 광 빔 상에 적용되어 제 2 광 빔을 제공할 수 있다. 제 2 광 빔의 편광 상태는 제 3 광 빔을 반사하기 위해 분할될 수 있으며, 제 3 광빔은 제 4 광 빔으로 재성형될 수 있다. 제 4 광빔은 다수의 광빔 중 하나로서 도입되어 제 5 광빔을 생성할 수 있다. 사실상, 이 시스템 또는 유사한 시스템은 적층 가공 시스템과 관련된 에너지 비용을 줄일 수 있다. 편광 수정 모드에서 작동하는 공간 편광 밸브 또는 광 밸브에 의해 거부된 원하지 않는 광을 수집, 빔 결합, 균질화 및 재도입함으로써, 전체 투과 광 파워는 광 밸브에 의해 적용된 패턴에 의해 잠재적으로 영향을 받지 않을 수 있다. 이는 유리하게도 광 밸브를 통과하는 광을 원하는 패턴으로 효과적으로 재분배시켜, 패턴화된 영역의 양에 비례하여 광 강도를 증가시킨다.

[0044] 다수의 레이저의 빔을 단일 빔으로 결합하는 것은 빔 강도를 증가시키는 한 가지 방법이다. 일 실시 예에서, 각각 별개의 광 파장을 갖는 다수의 광 빔은 파장 선택 미러 또는 회절 요소를 사용하여 결합될 수 있다. 특정 실시 예에서, 파장 의존 굴절 효과에 민감하지 않은 반사 광학 요소들은 다파장 빔을 안내하는데 사용될 수 있다.

[0045] 패턴화된 광은 실질적인 물리적 움직임을 필요로 하지 않는 이동식 미러, 프리즘, 회절 광학 소자 또는 솔리드 스테이트 광학 시스템을 사용하여 지향될 수 있다. 일 실시예에서, 분말 베드의 상부 표면의 위치에서 입사광의 강도 및 픽셀 크기와 관련된 배율 비 및 이미지 거리가 적층 가공된 3차원(3D) 인쇄 작업에 대해 결정될 수 있다. 복수의 렌즈 조립체 중 하나는 배율 비를 갖는 입사광을 제공하도록 구성될 수 있으며, 이 렌즈 조립체는 제 1 세트의 광학 렌즈 및 제 2 세트의 광학 렌즈를 가지며, 제 2 세트의 광학 렌즈는 이 렌즈 조립체로부터 스왑가능하다. 보상 갠트리에 장착된 하나 이상의 미러 세트 및 빌드 플랫폼 갠트리에 장착된 최종 미러의 회전은 전구체 미러로부터 입사광을 분말 베드의 상부 표면 위치로 지향시키는데 사용될 수 있다. 보상 갠트리 및 빌드 플랫폼 갠트리의 병진 이동은 또한 전구체 미러로부터 분말 베드의 상부 표면 위치까지의 입사광의 거리가 이미지 거리와 실질적으로 동일하게 하는 것을 보장할 수 있다. 사실상, 이는 시스템의 높은 가용성을 보장하면서 상이한 분말 재료들에 대한 빌드 영역의 위치에 걸쳐 광 빔 전달 크기 및 강도를 빠르게 변경할 수 있게 한다.

[0046] 특정 실시 예들에서, 각각 분말 베드를 보유하기 위한 빌드 플랫폼을 갖는 복수의 빌드 챔버가 하나 이상의 입사 에너지 빔을 수신하여 챔버내로 지향시키도록 배열된 다수의 광학-기계 조립체와 함께 사용될 수 있다. 다수의 챔버는 하나 이상의 빌드 챔버 내에서 하나 이상의 인쇄 작업을 동시에 할 수 있게 한다. 다른 실시 예들에서, 제거 가능한 챔버 측벽은 빌드 챔버들로부터 인쇄된 물체들의 제거를 단순화할 수 있어서, 분말 재료들의

빠른 교환을 가능하게 한다. 챔버에는 조정 가능한 공정 온도 제어 장치가 장착될 수 있다.

[0047] 다른 실시 예에서, 하나 이상의 빌드 챔버는 고정된 높이로 유지되는 빌드 챔버를 가질 수 있고, 광학 기기는 수직으로 움직일 수 있다. 렌즈 조립체의 최종 광학 기기와 분말 베드의 상부 표면 사이의 거리는 빌드 플랫폼을 고정된 상태로 유지하면서 최종 광학 기기를 분말 층의 두께와 동등한 거리만큼 위로 인덱스함으로써 본질적으로 일정해지도록 관리될 수 있다. 유리하게도, 빌드 플랫폼을 수직으로 이동시키는 것에 비해, 빌드 플랫폼의 항상 변화하는 질량의 정밀한 미크론 스케일 이동이 필요하지 않기 때문에 크고 무거운 물체를 보다 쉽게 가공할 수 있다. 전형적으로, 부피가 ~ 0.1-0.2 입방 미터 이상(즉, 100-200 리터 이상 또는 500-1,000kg 이상)인 금속 분말을 위한 빌드 챔버는 빌드 플랫폼을 고정된 높이로 유지하는 것이 가장 유익하다.

[0048] 일 실시 예에서, 분말 베드 층의 일부는 빌드 플랫폼에 분말 베드 층의 다른 부분을 포함하도록 분말 베드 층의 융합된 부분으로부터 하나 이상의 임시 벽을 형성하도록 선택적으로 용융 또는 융합될 수 있다. 선택된 실시 예에서, 유체 통로가 개선된 열 관리를 가능하도록 하나 이상의 제 1 벽에 형성될 수 있다.

[0049] 개선된 분말 취급은 개선된 적층 가공 시스템의 또 하나의 양상일 수 있다. 분말 베드를 지지하는 빌드 플랫폼은 호퍼 내의 빌드 플랫폼으로부터 분말 베드를 실질적으로 분리하기 위해 틸팅, 반전 및 요동할 수 있다. 분말 베드를 형성하는 분말 재료는 이후 인쇄 작업에서 재사용하기 위해 호퍼에 수집될 수 있다. 분말 수집 공정은 자동화될 수 있으며, 진공 또는 가스 제트 시스템이 또한 분말 이탈 및 제거를 돕기 위해 사용된다

[0050] 개시된 적층 가공 시스템의 일부 실시 예는 이용 가능한 챔버보다 더 긴 부품을 용이하게 취급하도록 구성될 수 있다. 연속적인(긴) 부품은 제 1 구역에서 제 2 구역으로 길이 방향으로 순차적으로 전진될 수 있다. 제 1 구역에서, 과립 재료의 선택된 과립이 병합될 수 있다. 제 2 구역에서, 과립 재료의 병합되지않은 과립이 제거될 수 있다. 연속적인 부품의 제 1 부분은 제 2 구역으로부터 제 3 구역으로 전진될 수 있는 반면, 연속적인 부품의 마지막 부분은 제 1 구역내에 형성되고 제 1 부분은 측 방향 및 횡 방향으로 동일한 위치에 유지되며, 여기서 제 1 부분은 제 1 구역 및 제 2 구역 내에 점유된다. 사실상, 적층 가공 및 세정(예를 들어, 사용되지 않거나 병합되지 않은 과립 재료의 분리 및/또는 재활용)은 부품 컨베이어의 상이한 위치 또는 구역에서 과립 재료 및/또는 부품의 제거를 위해 중지할 필요없이 병렬로(즉, 동시에) 수행될 수 있다.

[0051] 다른 실시 예에서, 적층 가공 성능은 인클로저의 내부와 인클로저의 외부 사이에서 가스 재료의 교환을 제한하는 인클로저를 사용함으로써 개선될 수 있다. 에어 록은 인클로저의 내부와 외부 사이에 인터페이스를 제공하며, 내부는 파워 베드 융합을 지지하는 것을 포함하여 다수의 적층 가공 챔버를 구비한다. 가스 관리 시스템은 내부의 가스 산소를 제한 산소 농도 이하로 유지하여 시스템에서 사용할 수 있는 분말 및 처리 유형에 있어서 유연성을 증가시킨다.

[0052] 다른 가공 실시 예에서, 인클로저 내에 3D 인쇄기가 포함됨으로써 성능이 향상될 수 있으며, 인쇄기는 2,000 킬로그램 이상의 무게를 갖는 부품을 생성할 수 있다. 가스 관리 시스템은 인클로저 내의 가스 산소를 대기 레벨 아래의 농도로 유지할 수 있다. 일부 실시 예에서, 바퀴가 달린 차량은 인클로저 내부에서 에어 록을 통해 부품을 인클로저와 에어 록 모두의 외부의 위치로 운송할 수 있는데, 이는 에어 록이 인클로저 내부의 가스 환경과 인클로저 외부의 가스 환경 사이를 완충하도록 작동하기 때문이다.

[0053] 다른 제조 실시예는 분말 베드 융합 적층 가공 시스템에서 분말 샘플을 실시간으로 수집하는 것을 포함한다. 공정 중의 분말 샘플의 수집 및 특성 분석을 위해 인제스터(ingester) 시스템이 사용된다. 수집은 주기적으로 수행될 수 있으며, 특성화 결과는 분말 베드 융합 공정의 조정을 가져온다. 인제스터 시스템은 인쇄기 파라미터 수정 또는 허가된 분말 재료의 적절한 사용 검증과 같은 하나 이상의 검사, 공정 조정 또는 작업을 위해 선택적으로 사용될 수 있다.

[0054] 사람이 이동시키기가 어렵거나 불가능한 부품의 조작을 가능하게 하는 크레인, 리프팅 갠트리, 로봇 암 등과 같은 조작기 장치를 사용함으로써 제공될 수 있는 적층 가공 공정에 대한 또 다른 개선이 설명된다. 조작기 장치는 부품의 재배치 또는 조작을 가능하게 하기 위해 부품 상에 다양한 영구적 또는 일시적인 적층 가공 조작 포인트를 파악할 수 있다.

[0055] 본 발명에 따르면, 거부된, 원치 않는 및/또는 사용되지 않은 광을 리사이클링할 수 있는 광학 시스템이 제공된다. 원치 않는 광을 리사이클링하고 재사용하면 빌드 플랫폼에 제공되는 레이저 방출 광의 강도를 증가시킬 수 있다. 또한, 원치 않는 광을 리사이클링하고 재사용하면 시스템과 관련된 에너지 비용을 줄일 수 있다. 공간 편광 밸브 또는 편광 수정 모드에서 작동하는 광 밸브에 의해 거부된 원하지 않는 광을 수집, 빔 결합, 균질화 및 재도입함으로써, 전체 투과 광 파워는 광 밸브에 의해 적용된 패턴에 의해 잠재적으로 영향을 받지 않을 수 있

다. 이는 유리하게도 광 밸브를 통과한 광을 원하는 패턴에 효과적으로 재분배시켜, 패턴화된 영역의 양에 비례하여 광 강도를 증가시킨다. 이는 (예컨대,도 1a 내지 도 3b와 관련하여 본 명세서에 기술된 것과 같은)분말 베드 융합 기술을 사용하는 진보된 적층 가공 방법과 관련하여 특히 레이저 적층 가공과 관련하여 특별한 사용을 갖는다. 이는 증가된 강도는 체류 시간을 짧게하고 인쇄 속도를 빠르게 함으로써 효율을 유지하면서 재료 변환 속도를 증가시킬 수 있기 때문이다.

[0056] 광 밸브 또는 광 변조기에 의해, 광의 공간 패턴이 광 빔에 임프린트될 수 있다. 광학 강도가 광학 시스템의 관심사 또는 장점인 경우, 시스템 파워의 보존이 우선 사항이다. 액정 기반 장치는 빔에서 "픽셀"을 선택적으로 회전시킨 다음, 편광자를 통해 빔을 통과시켜 회전된 픽셀과 회전되지 않은 픽셀을 분리함으로써 편광 빔을 패턴화할 수 있다. 거부된 편광 상태를 버리는 대신에, 광자는 원래의 입력 빔(들)과 결합하여 광 밸브에 균질화될 수 있다. 광 경로는 3개의 세그먼트 즉, 1) 광원(들)과 광 밸브 사이의 광 투과율(여기에서는 "f_1"로 표시됨), 2) 예를 들어 리턴 루프를 계산하는 광 밸브와 소스 사이의 광 투과율 (여기에서는 "f_2"로 표시됨) 및 원하는 전송 상태에 대해 패턴화된 광 밸브의 비율(여기에서는 "f_p"로 표시됨)로 분할될 수 있다. 최종 광 파워는 수학 식 1에서 다음과 같이 표현될 수 있다.

[0057] 수학식 1:

[0058]
$$P = P_0 \frac{(f_1 f_p)}{1 - f_1 f_2 (1 - f_p)}$$

[0059] 따라서, 수학 식 1에 따르면, 투과율 f_1 및 f_2가 1의 최대 값으로 증가함에 따라, 최종 파워는 패턴화되는 빔의 비율에 관계없이 초기 파워와 동일하다. 최종 강도는 패턴화된 영역의 양에 비례하는 초기 강도에 비해 증가된다. 이러한 증가된 강도는 체류 시간에 보상을 요구하지만, 이것은 선험적으로 알려져있다.

[0060] 이 개념의 예시적인 구현은 분말 재료 층을 용융시키기 위해 레이저가 사용되는 적층 가공 분야에 있다. 빔 리사이클링 없이 패턴화된 영역 충진율이 감소함에 따라 재료 인쇄 속도도 감소하여 인쇄기의 전체 대량 생산 속도가 낮아진다. 광의 리사이클링으로 인한 체류 시간의 보상은 강도가 높을수록 체류 시간이 비선형 방식으로 단축되도록 한다. 체류 시간이 짧을수록 인쇄 속도가 빨라지고 전체 질량 변환 속도가 빨라진다. 이러한 충진율이 낮은 인쇄 영역에 대한 재료 인쇄 속도를 높이는 기능을 통해 적층 가공 기계는 엔지니어링된 형상 변환 속도에 대해 높은 레벨의 분말를 유지할 수 있게하여 고성능 제품을 얻을 수 있다.

[0061] 이 개념의 추가의 예시적인 구현은 빌드 플랫폼 위를 스위프하며, 분말 기판으로부터 2차원(2D) 솔리드 스테이트 층을 생성하기 위해 스윕됨에 따라 온 및 오프로 변조되는 광 바를 사용하는 것이다. 이 예와 함께 리사이클링된 광을 사용하는 것은 신규한 것이다. 전체 빌드 플랫폼 위를 스위프하는 바의 사용은 항상 100% 충진율로 인쇄할 수 있어야 함을 요한다. 그러나 통상적으로 빌드 플랫폼 중 10-33% 만이 사용된다. 이러한 낮은 충진율은 평균적으로 레이저 출력의 자본 장비가 시스템에 비해 3-10배 큰 크기임을 의미한다. 그러나, 광을 리사이클링하고 충진율에 비례하여 필요한 체류 시간과 일치하도록 바 스위핑 속도를 수정할 수 있으면, 최적의 충진율 효율에 가까워 지도록 인쇄 속도를 높일 수 있다. 이러한 경우, 자본 장비가 완전히 활용될 수 있다. 광 바 스위핑을 사용하여 인쇄할 수 있는 능력은 단방향 인쇄를 가능하게하여 광 주변을 이동하는 데 필요한 갠트리 시스템을 단순화한다. 이러한 능력은 또한 분말 스위핑 메커니즘의 용이한 통합을 가능하게한다.

[0062] 인쇄 바 개념의 추가의 예시적인 구현은 바를 따르며, 이전 층이 인쇄될 때 다음 분말 층을 내려 놓는 분말 분배 시스템을 포함한다. 이는 유리하게도 시스템 다운 시간을 최소화할 수 있다.

[0063] 광 리사이클링의 다른 구현 예는 하나 이상의 다른 인쇄 챔버와 광을 공유하는 것이다. 이 예는 사용 가능한 레이저 광을 주문형 리소스처럼 효과적으로 만들며, 대부분 파워는 벽면 콘센트에서 이용가능하다.

[0064] 도 2와 관련한 설명에서 전술한 바와 같이. 광 리사이클링은 균질화된, 패턴이 없는 광 빔의 재사용으로 제한될 필요는 없다. 패턴화된 이미지의 재사용이 또한 가능하며, 거부된 광 패턴은 하나 이상의 물품 처리 유닛으로의 분배를 위해 반전, 미러링, 서브 패턴화 또는 변환될 수 있다.

[0065] 도 4a는 하나의 입력(401)으로부터 2^n 이미지 및 (2n-1)의 패턴화 레벨(402a-d)을 생성할 수 있는 에너지 패턴화 이진 트리 시스템(400)을 나타내는 도해이다. 각각의 단계에서, "포지티브" 광 패턴 및 "네거티브" 또는 거부된 광 패턴 대응 물이 생성되어 적층 패턴화 유닛을 향해 또는 패턴화된 출력(408)으로서 지향될 수 있다. 각

각의 광 패턴은 패턴을 수정하거나, 선택된 패턴 영역에서 강도를 감소시키거나, 광 특성을 변경할 수 있는 다단계 변환(404)을 통해 추가로 수정될 수 있다.

[0066] 도 4b는 광 패턴화 및 조향 기능이 결합된 메커니즘(412)을 사용하여 하나의 입력(411)으로부터 다수의 출력(414)으로의 패턴 리사이클링을 나타내는 도해(410)이다. 이 예에서, 4 개의 출력 경로가 제공되는데, 제 1의 가능한 출력 경로는 패턴화된 광을 갖지 않고, 제 2 출력 경로는 감소된 광 강도의 미러링된 패턴을 갖지만 입력 패턴(411)과 동일하며, 제 3 출력 경로는 광 픽셀 방향 전환에 의해 생성된 새로운 패턴을 갖고, 제 4 출력 경로는 상당히 더 작고 더 높은 강도 패턴을 갖는다. 이해할 수 있는 바와 같이, 이들 패턴은 단지 예일 뿐이며, 더 작거나 더 크거나, 상이한 형상이거나, 더 낮거나 더 높은 광 강도 패턴을 갖는 매우 다양한 출력 패턴이 적절한 조정으로 형성될 수 있다. 일부 실시 예에서, 출력 패턴은 전체 입력 이미지의 광학적 반사, 반전 등에 의해 수정될 수 있는 반면, 다른 실시 예에서, 픽셀 블록 또는 개별 픽셀 레벨 조정이 가능하다.

[0067] 도 4c는 광 패턴화 및 조향 기능이 결합된 메커니즘(422)을 사용하여 다수의 입력(421)으로부터 출력(424)으로의 패턴 리사이클링을 나타내는 도해(420)이다. 이 예에서, 4 개의 패턴화된 입력은, 입력 패턴 1과 일치시켜 결합하기 위해 광 입력 패턴 2, 3 및 4를 회전시키거나 뒤집음으로써 더 높은 강도의 출력(424)으로 결합된다. 도해 4b와 유사하게, 이들 패턴은 단지 예일 뿐이며, 패턴 및 광 강도에 대한 전체 이미지, 픽셀 블록 또는 개별 픽셀 레벨 수정이 허용된다는 것을 이해해야 한다.

[0068] 도 4d는 각각의 이미지가 에너지 조향 유닛의 절반에만 액세스할 수 있는 2 개의 광 밸브 패턴화 단계 및 빔 방향전환을 상세히 설명하는 적층 가공을 위한 스위치야드 개념의 구현의 개략적 예시도이다. 이 예에서, 하나의 이미지는 빔 조향 유닛(471, 462, 472, 466)에만 액세스할 수 있는 반면, 두 번째 이미지는 빔 조향 유닛(470, 473, 455, 474)에 액세스할 수 있다. 동작시, s-편광 상태의 패턴화되지 않은 적외선 빔(430)은 프로젝터 경유 빔(434)으로부터 패턴화된 자외선 이미지(433)에 의해 어드레스되는 에너지 패턴화 유닛(432)(예를 들어,도 3b의 광 패턴화 유닛(316)과 유사)에 입사된다 (여기서는 8x12 픽셀 포맷으로 숫자 "9"를 표현함). UV 광이 에너지 패턴화 유닛에 입사될 때마다, 이미지 정보(433)를 포함하는 빔(431)의 편광 상태가 유지된다. 430 내부의 편광자 요소와의 입사시, 에너지 패턴화 유닛(432)은 빔을 분할하여, 빔(435)을 따라 p- 편광 상태의 이미지(446)를 에너지 스위칭 유닛(447)으로 향하게 한다(예를 들어, 도 3c에서 X_0으로 기술됨). s-편광 상태의 이미지(437)는 이후 빔(436)을 따라 이미지 정보(439)를 포함하는 UV 빔(440)에 의해 어드레스되는 제 2 에너지 패턴화 유닛(438)에 전송된다. 에너지 패턴화 유닛(438)은 빔(441)을 따라 p-pol 상태의 이미지(442)를 에너지 스위칭 유닛(449)에 전송한다. 에너지 패턴화 유닛(438)으로부터 s-pol의 이미지(444)는 빔(443)을 따라 빔 덤프(445)로 전송되며, 여기서 거부되거나 이용된다.

[0069] 446으로 표시된 제 1 이미지는 p-pol 상태에서 이미지 정보(446)를 포함하는 빔(435)을 수신하는 에너지 스위칭 유닛(447)에 입사되고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(447)은 이미지 정보(446)를 여전히 포함하고 p-편광을 유지하면서 그것을 변경함이 없이 빔(457)에 전달하며, 그것은 그후 에너지 스위칭 유닛(458)에 입사된다. 에너지 스위칭 유닛(458)은 이미지 정보(446)를 포함하는 빔(457)을 수신하고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(458)은 빔(457)을 이미지 정보(446)를 여전히 포함하면서 s-편광 상태로 변환하여 그것을 빔(463)에 전달하며, 그것은 그후 에너지 스위칭 유닛(464)에 입사된다. 에너지 스위칭 유닛(464)은 이미지 정보(446)를 포함하는 빔(463)을 수신하고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(464)은 빔(463)을 이미지 정보(446)를 여전히 포함하면서 s-편광 상태를 유지한 채로 그것을 빔(465)에 전달하며, 그것은 그후 에너지 조향 유닛(466)에 입사된다. 기계식(회전식) 검류계 또는 다른 솔리드 스테이트 또는 회전 장치일 수 있는 에너지 조향 유닛(466)은 자신의 운동 범위내에서 빔(465)을 인쇄 베드상의 원하는 타일 위치로 지향시킨다.

[0070] 442로 표시된 제 2 이미지는 p-pol 상태에서 이미지 정보(442)를 포함하는 빔(441)을 수신하는 에너지 스위칭 유닛(449)에 입사되고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(449)은 이미지 정보(442)를 여전히 포함하고 p-편광을 유지하면서 그것을 변경함이 없이 빔(450)에 전달하며, 그후 그것은 에너지 스위칭 유닛(451)에 입사된다. 에너지 스위칭 유닛(451)은 이미지 정보(442)를 포함하는 빔(450)을 수신하고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(451)은 이미지 정보(442)를 여전히 포함하고 p-편광 상태를 유지한 채로 그것을 빔(467)에 전달하며, 그후 그것은 에너지 스위칭 유닛(468)에 입사된다. 에너지 스위칭 유닛(468)은 이미지 정보(442)를 포함하는 빔(467)을 수신하고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(468)은 이미지 정보(442)를 여전히 포함하고 p-편광 상태를 유지한 채로 그것을 빔(469)에 전달하고, 그후 그것은 에너지 조향 유닛(470)에 입사된다. 기계식(회전식) 검류계 또는 다른 솔리드 스테이트 또는 회전 장치일 수 있는 에너지 조향 유닛(470)은 자신의 운동 범위내에서 빔(469)을 인쇄 베드상의 원하는 타일 위치로 지향시킨다. 이 예에서,적어도 도 3d 및 도 5a 내지 도 5c에 대해 본 발명에서 논

의된 바와 같은 이미지 릴레이가 빔(435/441)과 에너지 조향 유닛 사이에서 발생한다. 렌즈, 미러 및 다른 사전, 사후 또는 중간 광학 기기는 도 4d에는 도시되지 않았지만 필요시 활용될 수 있다.

[0071] 도 4e는 2 개의 광 밸브 패턴화 단계 및 빔 방향 전환을 상세히 설명하는 스위치야드 개념의 구현의 개략적인 예시도이며, 여기서 에너지 조향 유닛 전체에 액세스하기 위한 스위칭이 설명된다. 이 예에서, 하나의 이미지가 이제 빔 조향 유닛(471, 462, 472, 466, 470, 473, 455, 474)에 액세스할 수 있다. s-편광 상태의 패턴화되지 않은 적외선 빔(430)은 프로젝트 경유 빔(434)으로부터 패턴화된 자외선 이미지(433)(여기서는 "8x12 픽셀 포맷으로 숫자 "9"를 표현함)에 의해 어드레스되는 에너지 패턴화 유닛(432)(도 3b에서 316으로 기술됨)에 입사된다. UV 광이 에너지 패턴화 유닛에 입사될 때마다, 이미지 정보(430)를 포함하는 빔(431)의 편광 상태가 유지된다. 430 내부의 편광자 요소와의 입사시, 에너지 패턴화 유닛(432)은 빔을 분할하여, (도 3c에서 X_0로 기술된 바와 같이) 빔(435)을 따라 p-편광 상태의 이미지(446)를 에너지 스위칭 유닛(447)로 지향시킨다. s-편광 상태의 이미지(437)는 그후 빔(436)을 따라 이미지 정보(439)를 포함하는 UV 빔(440)에 의해 어드레스되는 제 2 에너지 패턴화 유닛(438)에 전송된다. 에너지 패턴화 유닛(438)은 빔(441)을 따라 p-pol 상태의 이미지(442)를 에너지 스위칭 유닛(449)에 전송한다. 에너지 패턴화 유닛(438)으로부터 s-pol의 이미지(444)는 빔(443)을 따라 빔 덤프(445)로 전송되며, 여기서 거부되거나, 이용된다.

[0072] 446으로 표시된 제 1 이미지는 p-pol 상태에서 이미지 정보(446)를 포함하는 빔(435)을 수신하는 에너지 스위칭 유닛(447)에 입사되고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(447)은 편광 상태를 s-편광으로 수정하여, 이미지 정보(446)을 여전히 포함한 채로 빔(448)에 스위칭되게 하며, 이후 그것은 에너지 스위칭 유닛(449)에 입사된다. 에너지 스위칭 유닛(449)은 이미지 정보(446)를 포함하는 빔(448)을 수신하고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(449)은 이미지 정보(446)를 여전히 포함하고 s-편광 상태를 유지하면서 그것을 변경함이 없이 빔(450)에 전달하며, 그것은 이후 에너지 스위칭 유닛(451)에 입사된다(이 공정은 도 3c에서 빔(X1)과 빔(317)내의 편광자(382)와의 상호 작용에 의해 상세히 설명된다). 에너지 스위칭 유닛(451)은 이미지 정보(446)를 포함하는 빔(450)을 수신하고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(451)은 이미지 정보(446)를 여전히 포함하고 s-편광 상태를 유지한 채로 그것을 빔(452)에 전달하고, 이후 그것은 에너지 스위칭 유닛(453)에 입사된다. 에너지 스위칭 유닛(453)은 이미지 정보(446)를 포함하는 빔(452)을 수신하고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(453)은 그것을 이미지 정보(446)를 여전히 포함하고 p-편광 상태로 유지한 채로 빔(454)에 전달하며, 이후 그것은 에너지 조향 유닛(455)에 입사된다. 기계식(회전식) 검류계 또는 다른 솔리드 스테이트 또는 회전 장치일 수 있는 에너지 조향 유닛(455)은 자신의 운동 범위내에서 인쇄 베드상의 원하는 타일 위치로 빔(454)을 지향시킨다.

[0073] 442로 표시된 제 2 이미지는 p-pol 상태에서 이미지 정보(442)를 포함하는 빔(441)을 수신하는 에너지 스위칭 유닛(449)에 입사되고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(449)은 편광 상태를 s-편광으로 수정하고, 이미지 정보(442)를 여전히 포함한 채로 빔(456)에 스위칭되게 하고, 이후 그것은 에너지 스위칭 유닛(447)에 입사된다. 에너지 스위칭 유닛(447)은 이미지 정보(442)를 포함하는 빔(456)을 수신하고, 이 예에서, 에너지 스위칭 유닛(447)은 이미지 정보(442)를 여전히 포함하고 s-편광 상태를 유지한 채로 변경함이 없이 그것을 빔(457)에 전달하며, 이후 그것은 에너지 스위칭 유닛(458)에 입사된다 (이 공정은 도 3c에서 빔(X1)과 빔(317)내의 편광자(382)와의 상호 작용에 의해 상세히 설명된다). 에너지 스위칭 유닛(458)은 이미지 정보(442)를 포함하는 빔(457)을 수신하고, 이 예에서, 여전히 이미지 정보(442)를 포함한 채 p-편광 상태로 수정하여 그것을 빔(459)에 전달하고, 그것은 이후 에너지 스위칭 유닛(460)에 입사된다. 에너지 스위칭 유닛(460)은 이미지 정보(442)를 포함하는 빔(459)을 수신하고, 이 예에서, 여전히 이미지 정보(442)를 포함한 채 s-편광 상태로 수정하여 그것을 빔(461)에 전달하고, 그것은 에너지 조향 유닛(462)에 입사된다. 기계식(회전식) 검류계 또는 다른 솔리드 스테이트 또는 회전 장치일 수 있는 에너지 조향 유닛(462)은 빔(461)을 자신의 운동 범위내에서 인쇄 베드상의 원하는 타일 위치로 향하게 한다. 이 예에서,적어도 도 3d 및 도 5a 내지 5c에 대해 본 발명에서 논의된 바와 같은 이미지 릴레이가 빔(435/441)과 에너지 조향 유닛 사이에서 발생한다. 렌즈, 미러 및 다른 사전, 사후 또는 중간 광학 기기는 도 4e에 도시되지 않았지만 필요시 활용될 수 있다.

[0074] 도 5a는 인쇄 바 개념을 사용하여 다수의 타일의 영역 인쇄를 나타내는 도해(500)이다. 인쇄 바(506)는 검류계 미러 세트, 또는 이동식 미러를 필요로 하지 않는 솔리드 스테이트 시스템을 포함할 수 있다. 다수의 입력 패턴(503)이 다수의 이미지 릴레이(504)에 의해 이미지 파이프 및 광학 기기의 솔리드 스테이트 어레이를 포함하는 인쇄 바(506) 내로 방향 전환된다. 인쇄 바(506)는 도면에 도시된 바와 같이 단일 축을 따라 분말 베드(510)를 가로 질러 이동하여 하나 이상의 타일(512)을 선택적으로 조사할 수 있다. 더 큰 분말 베드를 갖는 다른 실시 예에서, 인쇄 바는 분말 베드(510)를 덮도록 X 및 Y 축 모두를 따라 이동될 수 있다. 일 실시 예에서, 인쇄 바와 관련된 광학 기기는 단일 타일 크기를 지지하도록 고정될 수 있는 반면, 다른 실시 예에서, 이동가능한 광학

기기는 타일 크기를 증가 또는 감소시키거나 인쇄 바의 임의의 Z축 이동을 보상하기 위해 사용될 수 있다 . 다른 실시 예에서, 패턴화된 이미지는 도 4a과 관련하여 논의된 에너지 패턴화 이진 트리 시스템(이에만 제한되는 것은 아님)을 포함하여 리사이클링 광 패턴을 사용하여 생성될 수 있다. 특정 실시 예에서, 주어진 시간 내에 다수의 타일이 동시에 인쇄될 수 있다. 대안적으로, 이용 가능한 패턴 에너지, 열적 문제 또는 기타 인쇄 바 구성 문제로 인해 완전 활용이 불가능한 경우 타일의 서브세트가 상이한 시간에 인쇄될 수 있다.

[0075] 도 5b는 다수의 빔 조향 유닛으로 구성된 오버 헤드 고정 어레이 시스템을 사용하여 다수의 타일의 영역 인쇄를 나타내는 도해(501)이다. 508에서 구획된 단위 셀로서의 빔 조향 유닛은 이동식 미러(검류계) 또는 대안적인 솔리드 스테이트 빔 조향 시스템으로 구성될 수 있다. 다수의 입력 패턴(503)은 다수의 이미지 릴레이(504)에 의해 광학 어레이를 포함하는 매트릭스(508)로 방향전환된다. 매트릭스(508)는 분말과 동연하도록 크기가 정해지고, 분말 베드(510)를 가로 질러 이동할 필요가 없다. 이는 실질적으로 인쇄 바 이동과 관련된 오류를 크게 줄이고 시스템의 조립 및 작동을 단순화할 수 있다. 일 실시 예에서, 매트릭스와 관련된 광학 기기는 단일 타일 크기를 지지하도록 고정될 수 있는 반면, 다른 실시 예에서, 이동식 광학 기기는 타일 크기를 증가 또는 감소시키거나 매트릭스(508)의 임의의 Z-축 이동을 보상하기 위해 사용될 수 있다. 도 5a에 관해 논의된 실시 예와 같이, 패턴화된 이미지는 도 4a, 4d 또는 4e와 관련하여 논의된 에너지 패턴화 이진 트리 시스템(이에만 제한되는 것은 아님)을 포함하여 리사이클링 광 패턴을 사용하여 생성될 수 있다. 특정 실시 예에서, 주어진 시간 내에 다수의 타일이 동시에 인쇄될 수 있다. 대안적으로, 이용 가능한 패턴 에너지, 열적 문제 또는 기타 매트릭스 구성 문제로 인해 완전 활용이 불가능한 경우 타일의 서브세트가 상이한 시간에 인쇄될 수 있다.

[0076] 도 5c는 대안적인 계층적 시스템을 사용하는 다수의 타일의 영역 인쇄를 나타내는 도해(502)이다. 다수의 입력 패턴(503)은 다수의 이미지 릴레이(504)에 의해 개별적인 빔 조향 유닛(510)으로 방향 전환되며, 이 개별적인 빔 조향 유닛(510)은 패턴화된 이미지를 다수의 광학 기기 및 빔 조향 유닛을 포함하는 매트릭스(508)에 지향시킨다. 매트릭스(508)는 분말과 동연하도록 크기가 정해지고, 분말 베드(510)를 가로 질러 이동할 필요가 없다. 도 5a에 관해 논의된 실시 예와 같이, 패턴화된 이미지는 도 4a와 관련하여 논의된 에너지 패턴화 이진 트리 시스템(이에만 제한되는 것은 아님)을 포함하여 리사이클링 광 패턴을 사용하여 생성될 수 있다. 특정 실시 예에서, 주어진 시간 내에 다수의 타일이 동시에 인쇄될 수 있다. 대안적으로, 이용 가능한 패턴 에너지, 열적 문제 또는 기타 매트릭스 구성 문제로 인해 완전 활용이 불가능한 경우 타일의 서브세트가 상이한 시간에 인쇄될 수 있다.

[0077] 도 6은 광 에너지 리사이클링의 양태를 나타내는 흐름도(600)이다. 도면에 도시된 바와 같이, 소정 영역(예를 들어, 단일 인쇄 베드)에 광 에너지를 분배하는 방법이 도시되어 있다. 단계(602)에서, 의도된 인쇄 물체(지지 구조를 포함함)는 계산적으로 j(여기서, j = 1 내지 J) 개의 슬라이스로 분할되거나 슬라이스된다. 전형적으로, 전체 인쇄 물체가 분할되지만, 특정 실시 예에서 전체 인쇄 물체의 서브 세트 또는 부분들이 가공될 수 있다. 계산적으로 정의된 각각의 슬라이스는 다음 슬라이스 전에 완전히 인쇄된다.

[0078] 단계 604에서, 각각의 슬라이스에 대해, 인쇄될 모든 픽셀이 결정되고 타일로 분할된다. 타일은 정사각형, 직사각형 또는 원형을 포함한 모든 모양으로 구성할 수 있다. 타일은 인접한 타일과 연속적일 필요는 없으며, 동일한 형상일 필요는 없다. 각각의 타일은 투과성 또는 반사성 광 밸브 또는 본 명세서에 개시된 다른 에너지 빔 패턴화 유닛에 의해 지향된 2차원 에너지 빔 이미지에 의해 전체적으로 어드레싱될 수 있어야한다.

[0079] 단계 606에서, K 타일들을 인쇄하기 위한 시퀀스가 설정된다. 전형적으로, 근접한 타일 또는 인접한 타일들은 순차적으로 처리될 수 있지만, 일부 실시 예에서는 넓게 분리된 타일들이 처리될 수 있다. 이는 부품 또는 인쇄 베드의 열 분배 및 냉각을 좋게할 수 있다.

[0080] 단계 608에서, 각각의 원하는 타일을 생성하기위한 패턴화된 에너지가 결정된다. 단계(610)에서, 슬라이스 j에서 K 타일들의 인쇄가 완료되고, 공정은 모든 J 슬라이스에 대해 반복된다.

[0081] 단계(612)에서, 광 밸브로부터 거부된 에너지는 리사이클링 및/또는 집중되어 인쇄 성능을 향상시키거나 전체 에너지 사용량을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 4백만(4M) 픽셀을 처리할 수 있는 광 밸브가 사용되는 경우, 1백만(1M) 픽셀을 포함하는 타일을 정의하고, 모든 광을 남아 있는 1M 픽셀에 리사이클링시킬 수 있다. 이는 유효 광 강도를 최대 4배 증가시킬 수 있다. 각 슬라이스/타일 및 주어진 재료 및 결합할 층 깊이에 대해 파워 플럭스 범위를 효과적으로 조정할 수 있는 능력은 시스템 설계 및 운영에 유연성을 제공한다. 예를 들어, 이 방법은 유입 파워 플럭스가 P0이지만, 유효한 재료 용융 또는 정의된 층 두께를 위해 P0 < P1 <= P <= P2과 같은 보다 높은 값 P가 필요한 시스템에서 유용하다. 이 방법은 [PI, P2] 범위 내에서 파워 레벨 P를 집중시킴으로써 그 시간 간격에서 용융을 위해 적절한 수의 픽셀을 이미징하기 위한 리사이클링 또는 집중된 에너지를 사용할

수 있다.

[0082] 도 7은 주어진 시간 동안 이용 가능한 광 또는 에너지를 일시적으로 할당하는 방법을 나타내는 흐름도(720)이다. 전형적으로, 광 또는 에너지는 패턴화된 이미지를 수신하고 부품을 형성할 준비가된 하나 이상의 인쇄 베드에서만 지향되지만, 특정 실시 예에서, 그 에너지의 일부는 균질화되어 일반적인 챔버 가열 또는 분말 베드 컨디셔닝에 사용될 수 있다.

[0083] 상기 방법의 단계(722)에서, 인쇄가 완료될 때까지 일련의 시간 단계(t)가 정의된다. 단계(724)에서, 각각의 시간 간격마다, 모든(또는 많은) 가능한 인쇄 위치 및 타일의 리스트가 생성된다. 다수의 인쇄 베드를 포함하는 일 실시 예에서, 각각의 인쇄 베드에 대한 하나의 적합한 타일이 선택된다. 단계(728)에서, 적합한 타일들 중에 이용 가능한 광을 할당하는 방법에 대한 결정이 이루어진다. 결정은 픽셀 치수, 타일 우선 순위, 픽셀 재맵핑 성능 또는 재료 속성에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 수요가 적은 픽셀은 수요가 많은 픽셀로 재맵핑하거나 "리사이클링"하여 파워 레벨 P를 집중시킬 수 있다. 다른 실시 예에서, 선택된 타일은 다른 타일보다 우선적으로 인쇄될 수 있다. 이는 최근에 인쇄된 타일에 인접하거나 열처리를 위한 냉각/가열 속도를 관리할 수 있게한다. 할당 에너지는 또한, 타일 인쇄 우선 순위를 수정하기 위한 회전, 반전 또는 미러링 성능의 가용성과 함께 픽셀 인쇄 매핑 시스템에 의존할 수 있다. 여러 유형의 재료가 동일하거나 다른 인쇄 베드에 사용되는 경우, 파워 레벨 또는 에너지 농도는 재료의 녹는 점에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 강철에는 파워 레벨 P_1가 필요할 수 있지만 텅스텐에는 더 높은 플럭스 P_2가 필요할 수 있다.

[0084] 단계(730)에서, 에너지는 단계(728)에서 결정된 바와 같이 패턴화되고, 단계(732)에서 선택된 모든 타일은 동시에 패턴화된 에너지를 수신한다. 일부 실시 예에서, 타일을 향한 에너지 패턴의 서브 세트는 용융 또는 융합보다는 가열에 사용될 수 있다. 마지막으로, 공정은 단계 722에서 정의된 다음 시간 간격 동안 반복된다. 도 8a 및 8b는 다수의 챔버를 지지하는 예시적인 스위치야드 시스템(800A 및 800B)을 함께 도시한다. 다수의 에너지 빔 입력은 패턴화되지 않은 파워 빔 생성기(802), 패턴화된 기록 빔(804) 또는 빔 리사이클링 주입 포트(806)를 통해 제공되는 리사이클링된 에너지를 포함할 수 있다. 에너지는 광 밸브(808)에 의해 패턴화되어 에너지 빔을 포지티브 및 네거티브 이미지(810)로 분할한다. 네거티브 빔(812)은 스위치야드(820)를 통해 재매핑되거나 주입 포트(806)를 통해 리사이클링될 수 있다. 포지티브 이미지는 스위치야드(820)로 라우팅되어 원하는 챔버 섹션 또는 챔버로 향할 수 있다. 재매핑된 네가티브 파워 빔(816)에 대한 스위치야드 입력과 포지티브 파워 빔(818) 모두는 스위치야드(820)에서 라우팅, 결합, 방향 전환될 수 있거나, 강도 또는 패턴이 수정될 수 있다. 스위치야드(820)로부터의 출력은 하나 이상의 챔버(822), 하나 이상의 서브 챔버(824) 또는 다수의 챔버 내의 다수의 서브 챔버로 향할 수 있다.

[0085] 유리하게도, 스위치야드 시스템은 이미지 릴레이가, 적층 가공 분말 베드상에 생성 전사되는 이미지의 공간 및 각도 파워 밀도 함량(에탕듀의 형태)을 유지하는 실시 예를 지원할 수 있다. 이는 각도 파워 밀도를 보존하지 않고 공간 특성을 유지하는 많은 통상적인 이미지 릴레이 시스템과 다르다. 또한 공간 특성을 보존하지 않고 각도 파워 밀도를 유지하는 많은 통상적인 파워 전송 광학 기기(예:비 이미징 광학 기기)와 다르다. 스위치야드 시스템의 선택된 실시 예는 하나 이상의 스위칭 레벨을 통해 공간 및 각도 파워 밀도를 임의의 수의 인쇄 챔버로 보존할 수 있게한다.

[0086] 본 발명의 목적을 위해, 에탕듀는 소스 관점에서, 소스 영역의 곱 및 시스템의 입사 동공이 소스로부터 보여지는 바와 같은 솔리드 스테이트 각으로 정의될 수 있다. 동등하게, 시스템 관점에서,에탕듀는 입구 동공의 면적과 동공으로부터 본 것처럼 소스가 섭입하는 입체각을 곱한 것과 동일하다.

[0087] 에탕듀는 광 파워가 보존되는 모든 광학 시스템에서 결코 감소하지 않기 때문에 중요한다. 완벽한 광학 시스템은 소스와 동일한 특성으로 이미지를 생성한다. 에탕듀는 이상적인 광학 시스템에서 일정한 성질을 공유하는 라그랑주 불변 및 광학 불변에 관련된다. 광학 시스템의 광도는 에탕듀에 대한 광속의 미분과 동일하다. 에탕듀는 mm * mrad 단위의 BPP(beam parameter product)에 의해 고려될 수도 있다. 이것은 이미지 평면의 수신 각도에 곱해진 사각형 수신 영역의 길이와 비교하여 소스의 방출 각도에 곱해진 사각형 방출 영역의 길이에 대응한다. 일 실시 예에서, 2차원 패턴화된 에너지 빔은 빔 패턴화 유닛에서 생성되고 적어도 하나의 분말 베드에서 수신된 2차원 패턴화된 이미지의 각도 파워 밀도의 50% 이상 및 에탕듀 함량의 75% 이상을 유지한다. 다른 바람직한 실시 예에서, 2차원 패턴화된 에너지 빔은 빔 패턴화 유닛에서 생성되고 적어도 하나의 분말 베드에서 수신된 2차원 패턴화된 이미지의 각도 파워 밀도의 70% 이상 및 에탕듀 함량의 85% 이상을 유지한다. 특정 실시 예에서, 파워는 하나 이상의 다이오드 레이저에 의해 제공된다.

[0088] 알 수 있는 바와 같이, 전술한 실시 예들과 함께 사용하기에 적합한 많은 응용들이 있다. 예를 들어, 의료 응용 분야는 의료용 레이저의 모양과 강도를 패턴화하여 빠른 문신 또는 포트 와인 얼룩 제거를 포함하여 문신 잉크를 보다 빠르게 포화시켜 고객에게 피해와 고통을 줄인다. 패턴화 형태 및 강도 레벨에 의해 다양한 조직에서 외과적 소작이 이루어지듯이, 원하는 치료에 기초하여 패턴화 형태 및 강도에 의한 피부 재포장 또는 변형이 가능하다. 다른 잠재적인 응용은 광 역학 요법 또는 형광단 패턴화를 통한 패턴 광 및 강도를 이용한 암 제거이다. 마찬가지로 뼈, 치아, 눈 렌즈 또는 눈 백내장 제거는 더 낮은 열 충격 패턴화 및 재구성을 통해 개선될 수 있다.

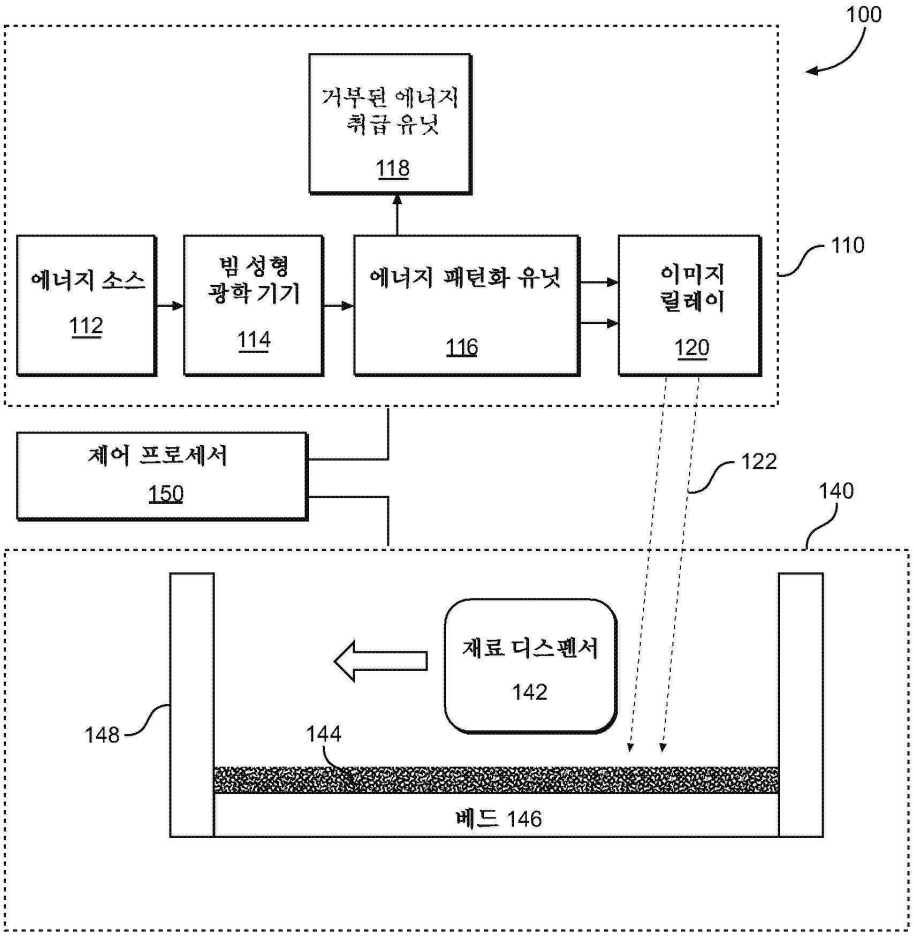
[0089] 재료 공정은 또한 기술된 광 처리 방법 및 시스템에 의해 개선될 수 있으며, 3D 인쇄 부품의 제조, 디버링, 스무딩 또는 질감 표면 처리가 적층 가공되거나 가공된 부품의 표면 처리가 단순화된다. '투명한' 구조의 응력(제거 또는 향상)을 대량으로 수정할 수 있다. 중요한 정렬 조립체에서의 이미지 기반 용접; 응력 계측을 이용해서만 볼 수 있는 응력 패턴을 삽입하는 이미지 기반 제품 인증; 이미지 기반 드릴링 역시 개선된다.

[0090] 군사 응용 분야에는 응력 패턴 인증, 에너지 무기 수차 보정의 위상 및 진폭 패턴화 및 표적 표면 침투 향상이 포함될 수 있다. 설명된 시간 기반 빔 조향은 중앙 집중식 무기 시스템을 여러 개의 방출 포트로 시간 공유하는데 직접 적용할 수 있다. 다른 군사 응용 분야에는 이미지 형태의 플라즈마 생성 및 렌즈 생성, 깨지기 쉽고 포지셔닝이 어려운 광 기계 시스템을 사용하지 않고도 다수의 물체를 동시에 표적화할 수 있다.

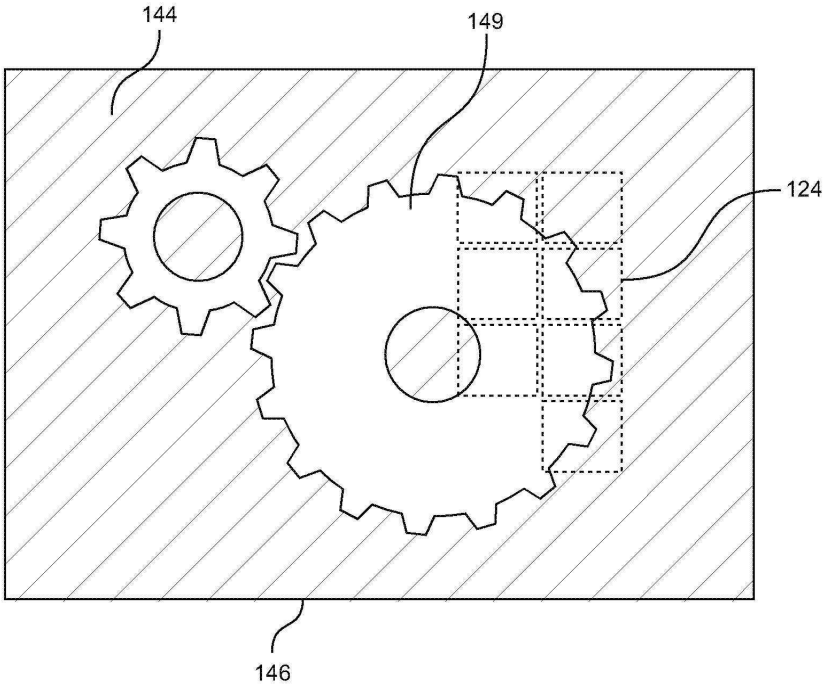
[0091] 본 발명의 많은 변형 및 다른 실시 예는 전술한 설명 및 관련 도면에 제시된 교시의 이점을 갖는 당업자에게 떠오를 것이다. 그러므로, 본 발명은 개시된 특정 실시 예로 제한되지 않으며, 변형 및 실시 예는 첨부된 청구 범위의 범위 내에 포함되는 것으로 이해된다. 또한, 본 발명의 다른 실시 예는 본 명세서에 구체적으로 개시되지 않은 요소/단계없이 수행될 수 있음을 이해해야 한다.

도면

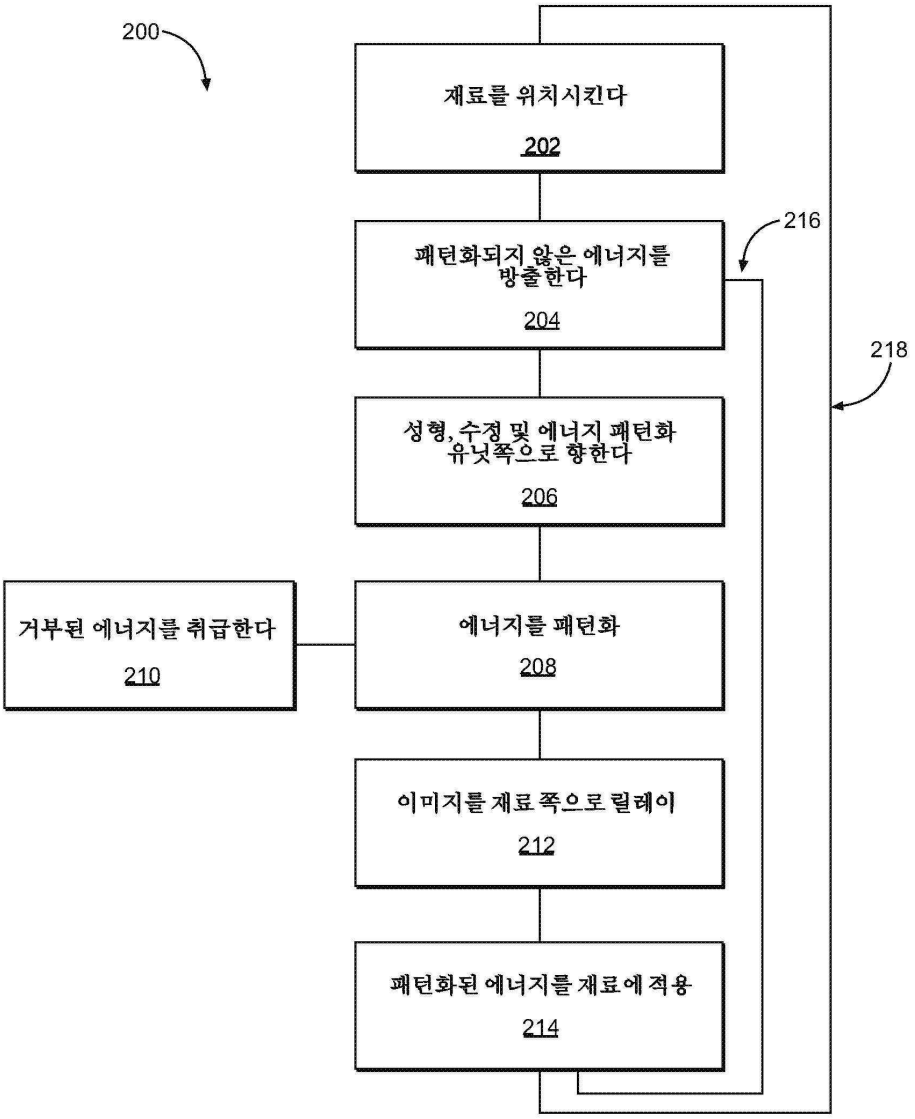
도면1a



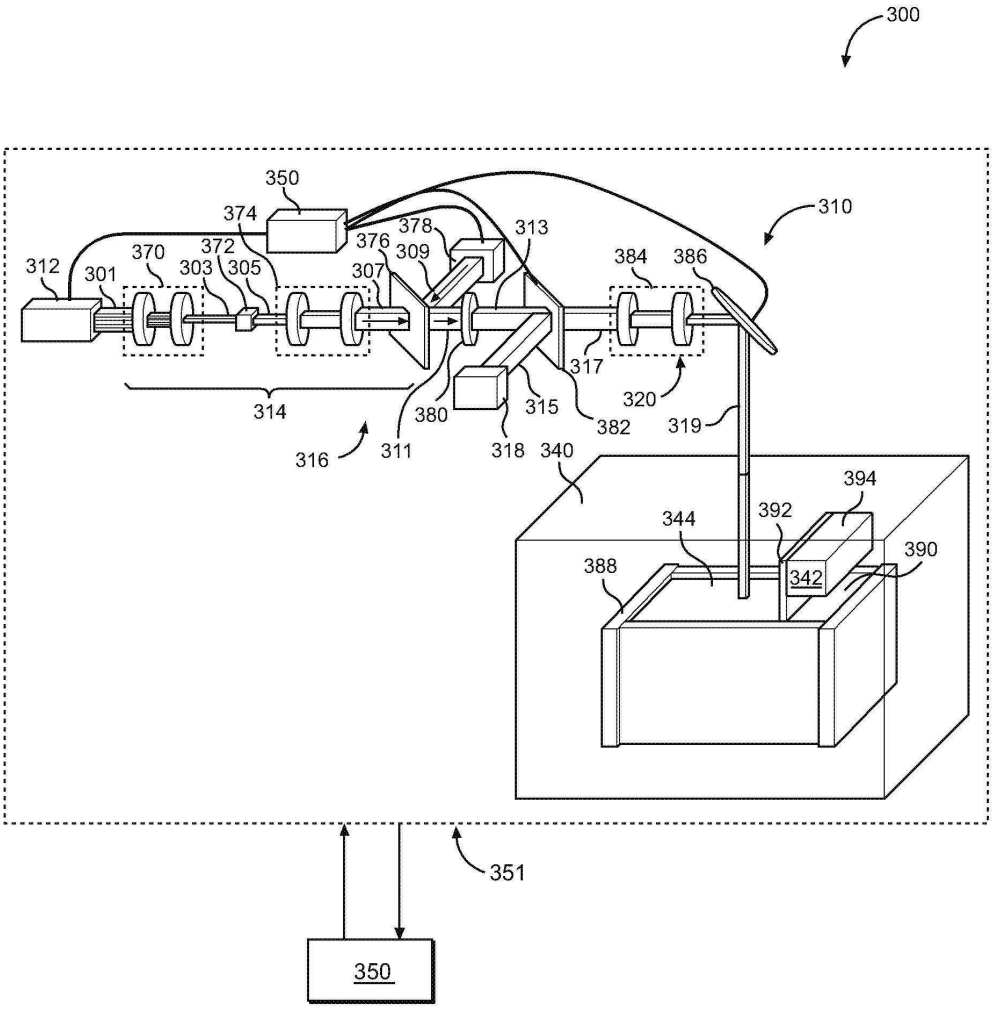
도면1b



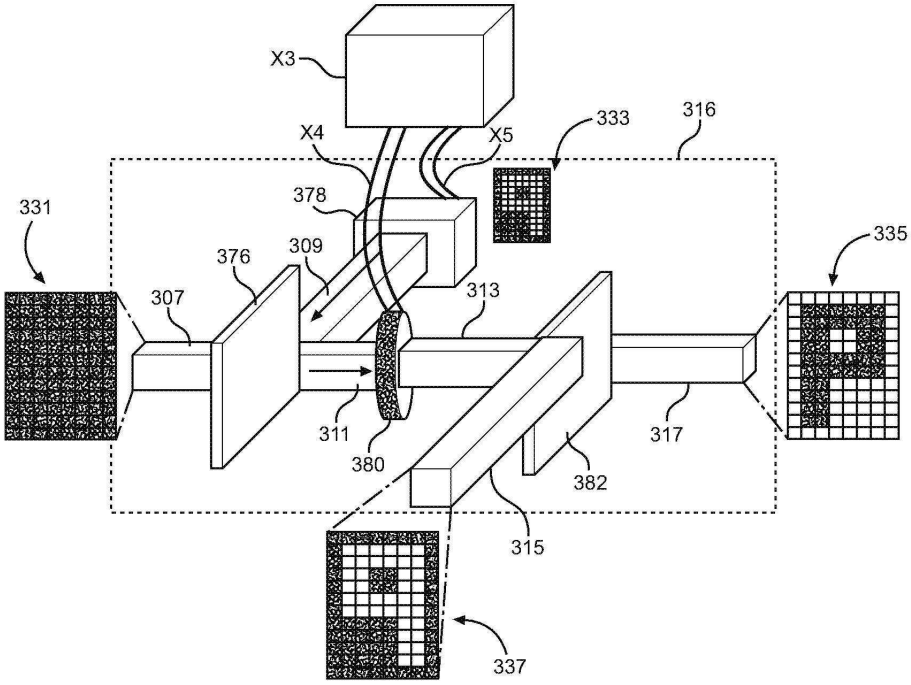
도면2


200
재료를 위치시킨다
202
패턴화되지 않은 에너지를 방출한다
204
216
218
성형, 수정 및 에너지 패턴화 유닛쪽으로 향한다
206
거부된 에너지를 취급한다
210
에너지를 패턴화
208
이미지를 재료 쪽으로 릴레이
212
패턴화된 에너지를 재료에 적용
214

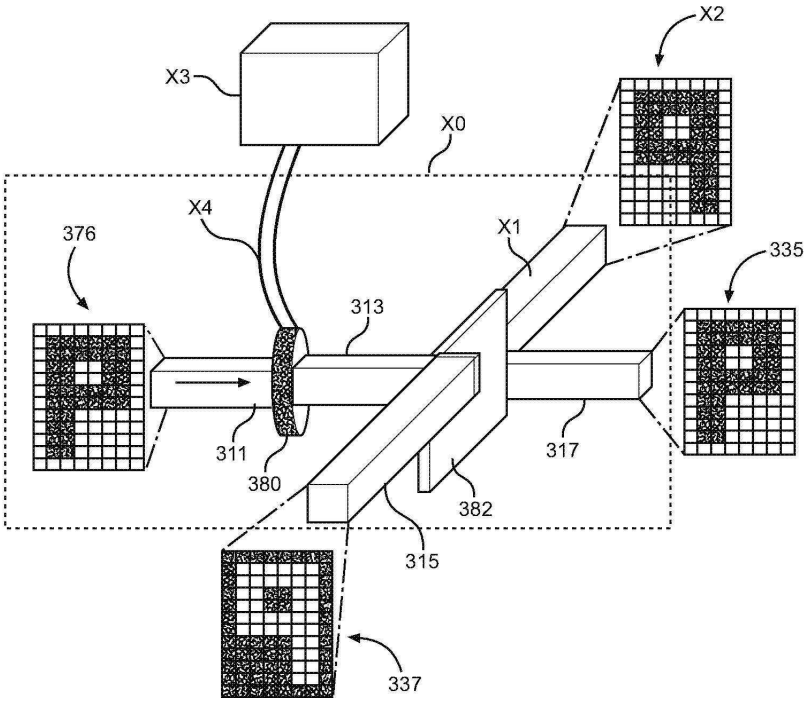
도면3a


300
310
350
374
378
376
309
313
312
301
370
372
303
305
307
384
386
317
320
314
380
315
382
319
316
311
318
340
394
344
392
390
388
342
351
350

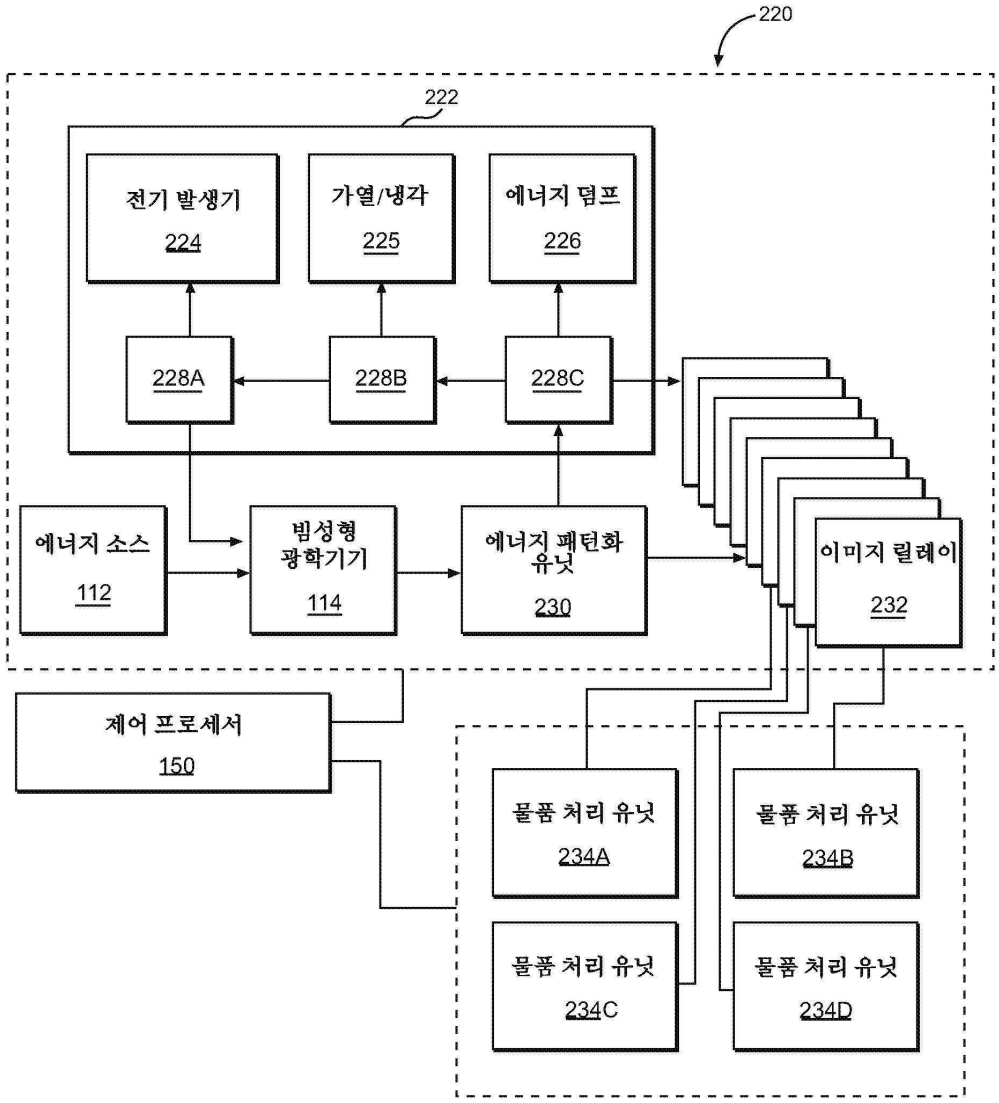
도면3b


X3
X4
X5
333
316
331
378
309
376
307
313
335
311
380
317
382
315
337

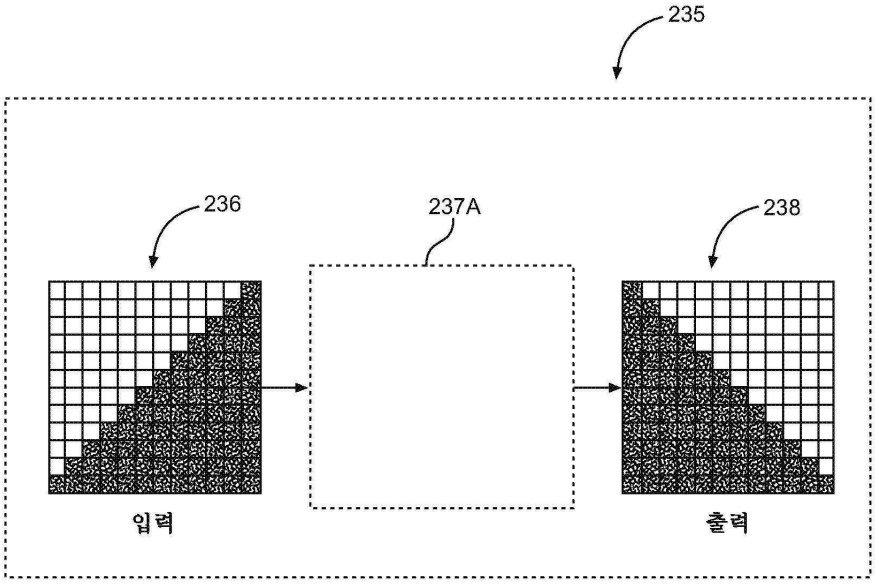
도면3c



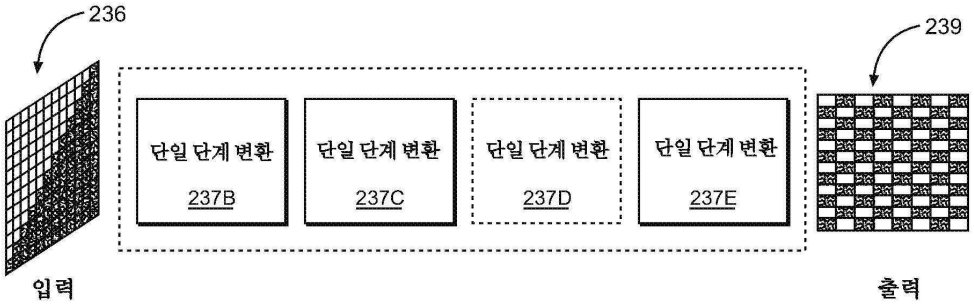
도면3d


220
222
전기 발생기
224
가열/냉각
225
에너지 덤프
226
228A
228B
228C
에너지 소스
112
빔성형
광학기기
114
에너지 패턴화
유닛
230
이미지 릴레이
232
제어 프로세서
150
물품 처리 유닛
234A
물품 처리 유닛
234B
물품 처리 유닛
234C
물품 처리 유닛
234D

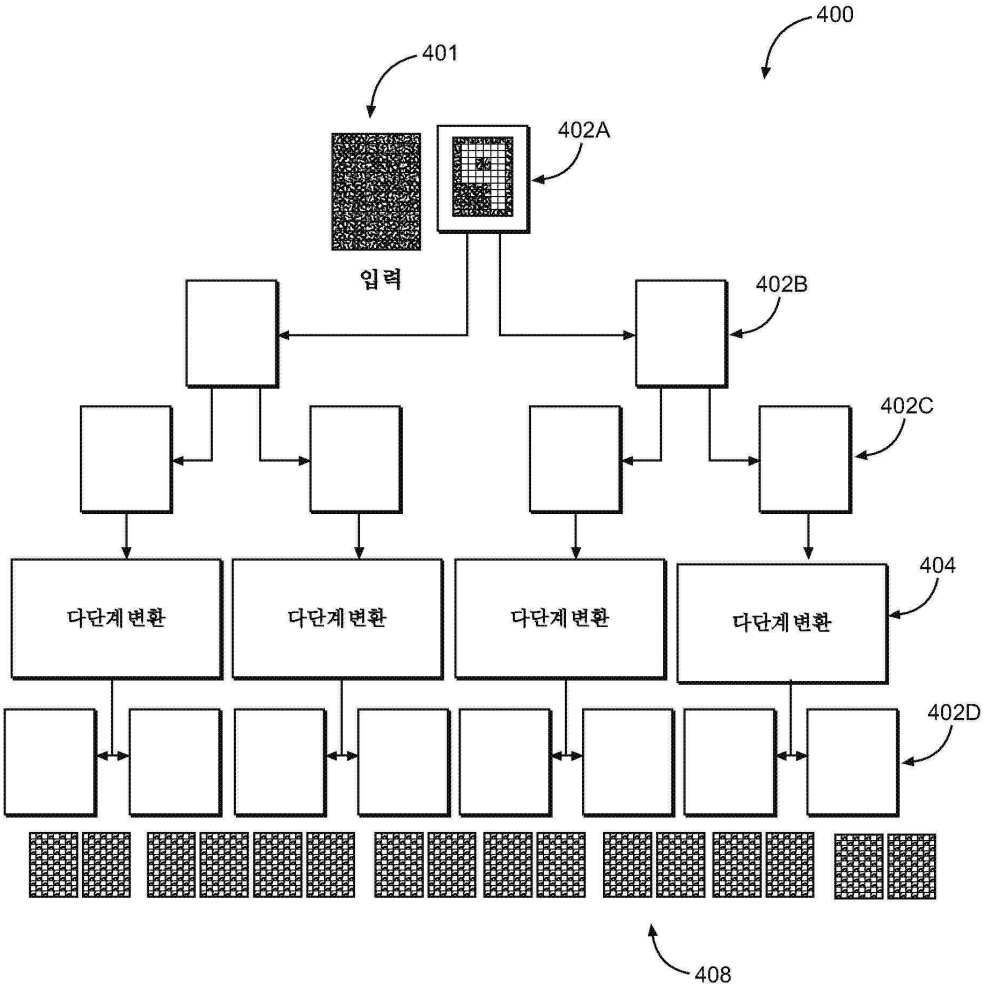
도면3e


235
236
237A
238
입력
출력

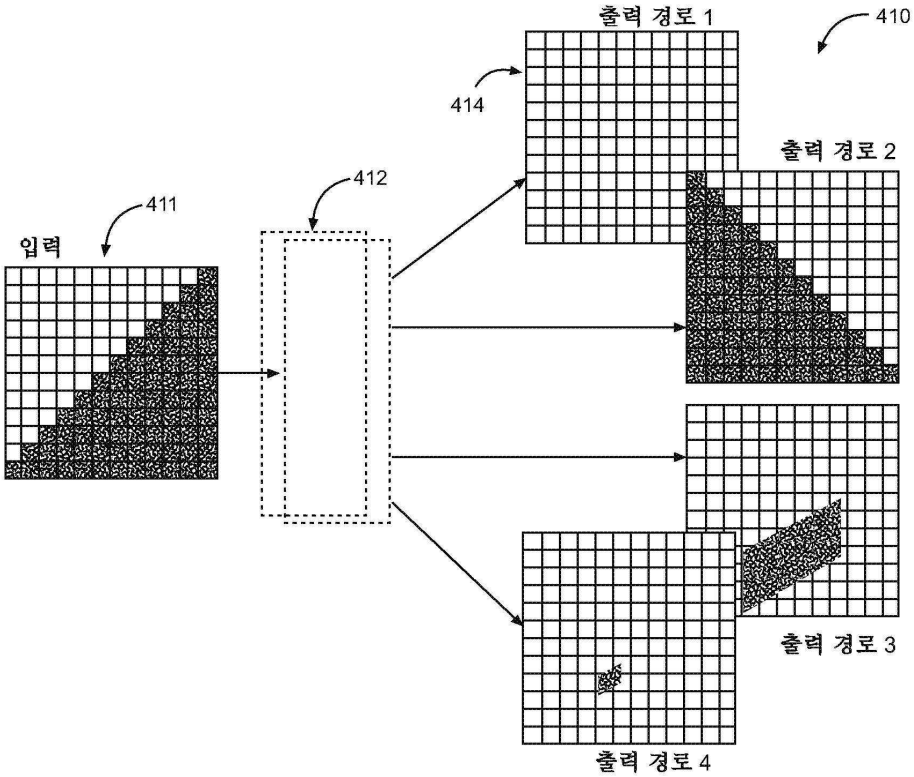
도면3f


236
239
단일 단계 변환
237B
단일 단계 변환
237C
단일 단계 변환
237D
단일 단계 변환
237E
입력
출력

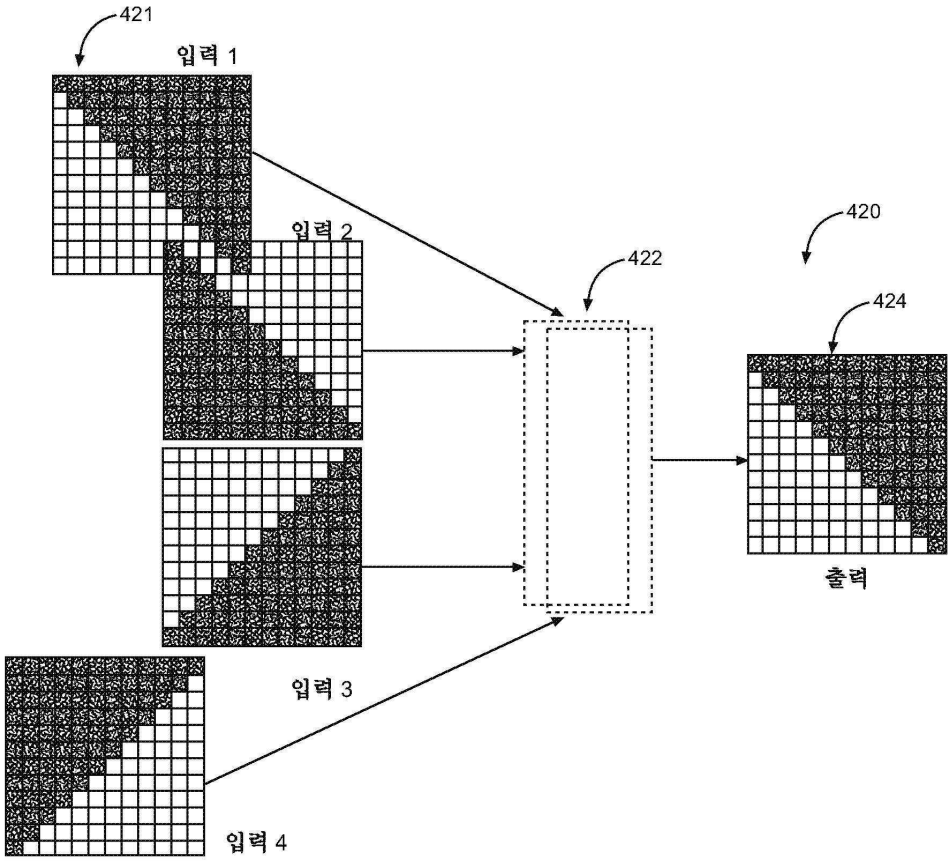
도면4a


400
401
402A
입력
402B
402C
다단계 변환
다단계 변환
다단계 변환
다단계 변환
404
402D
408

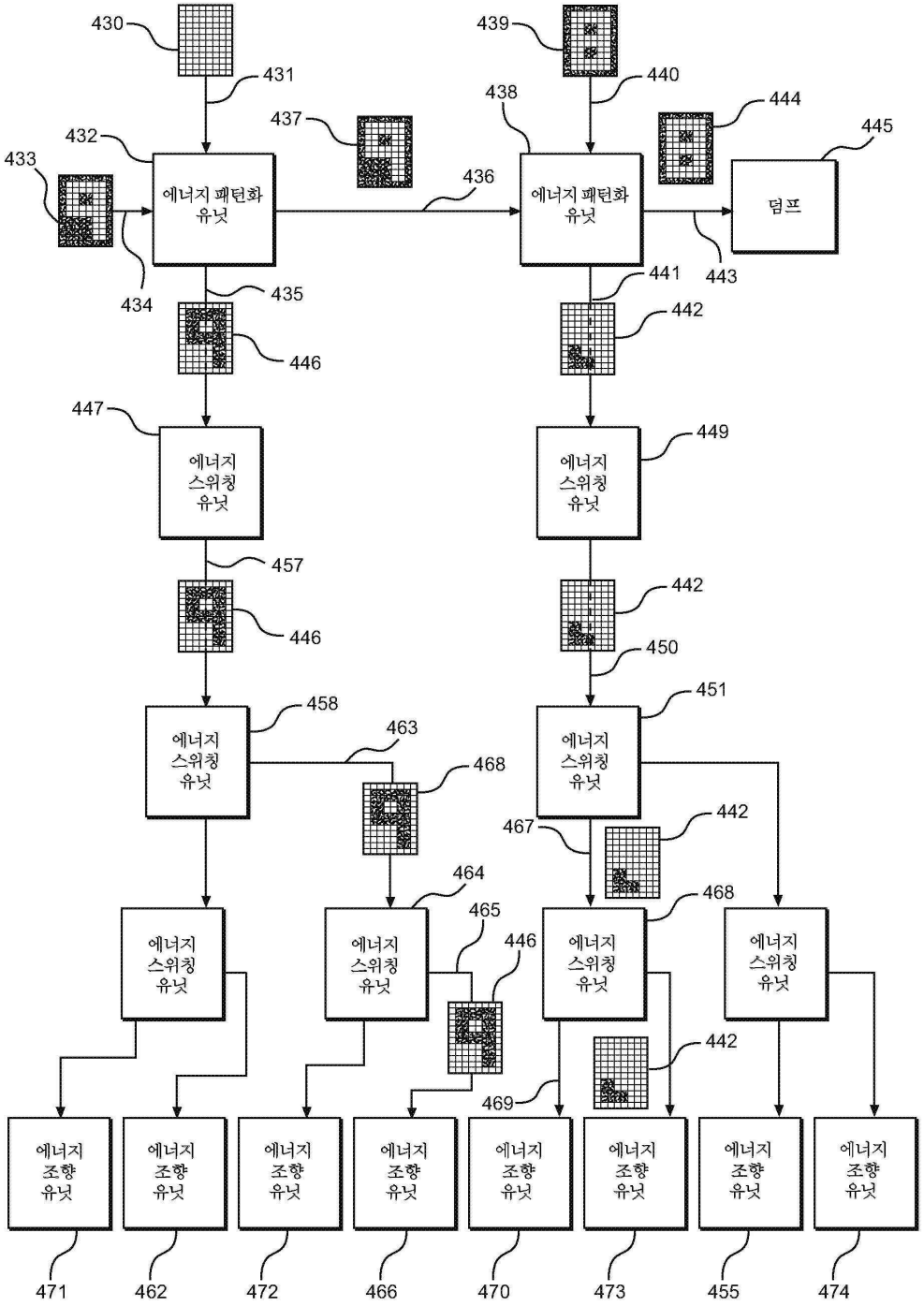
도면4b


출력 경로 1
410
414
출력 경로 2
412
411
입력
출력 경로 3
출력 경로 4

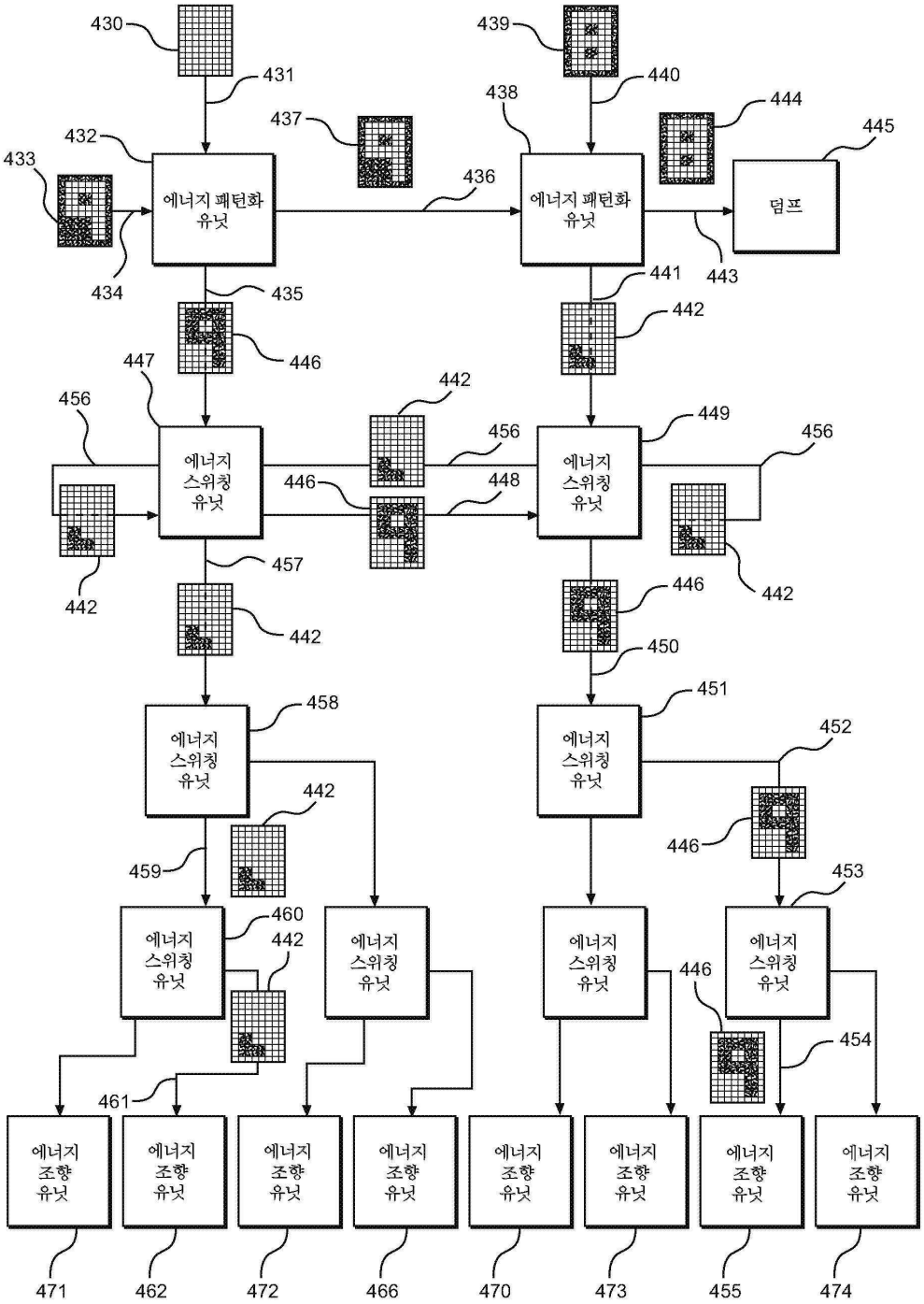
도면4c


421
입력 1
입력 2
420
422
424
출력
입력 3
입력 4

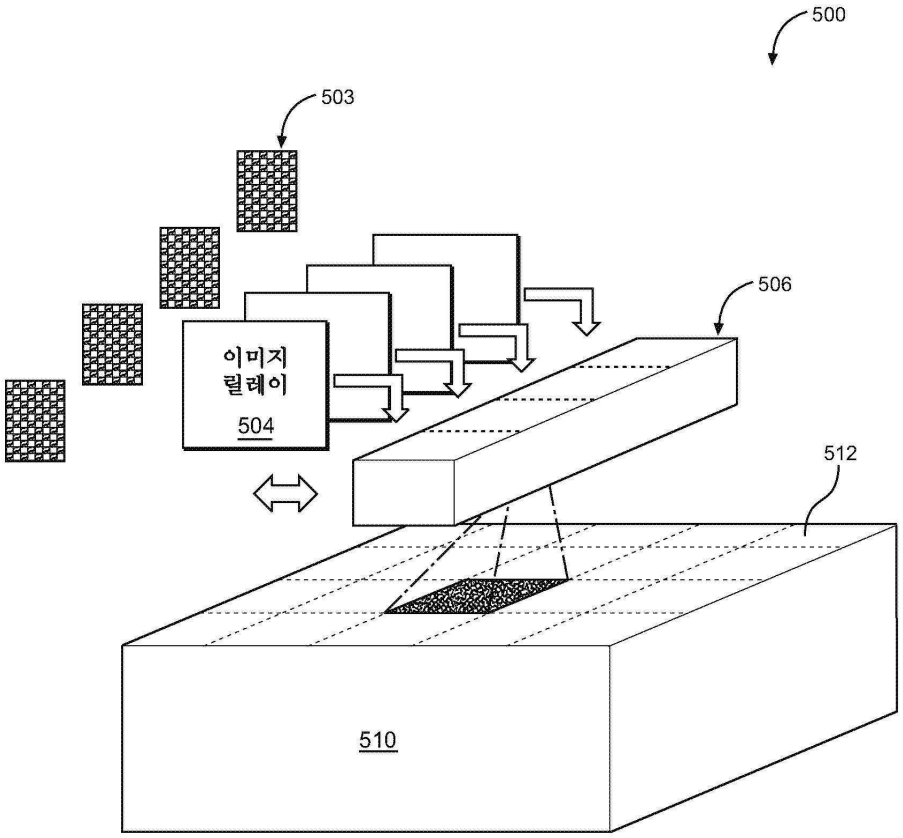
도면4d


430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
449
450
451
457
458
463
464
465
467
468
469
에너지 패턴화 유닛
에너지 패턴화 유닛
덤프
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
471
462
472
466
470
473
455
474

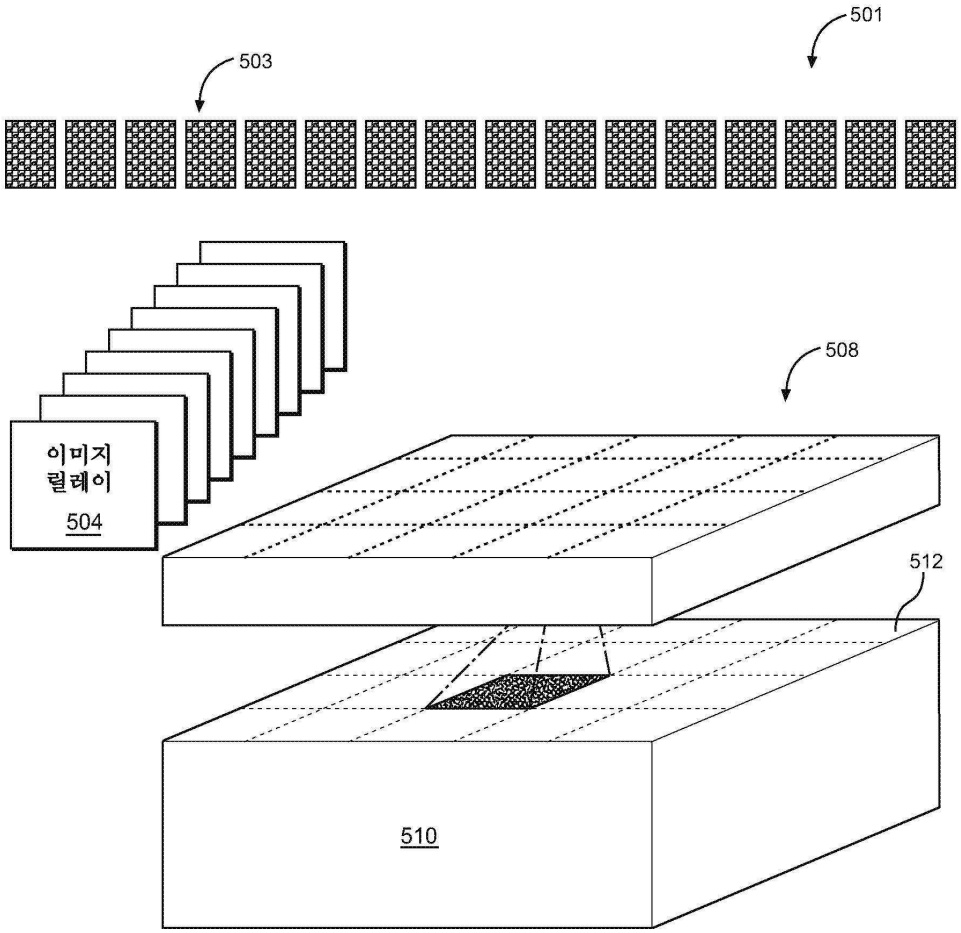
도면4e


430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
466
470
471
472
473
474
에너지 패턴화 유닛
에너지 패턴화 유닛
덤프
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 스위칭 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛
에너지 조향 유닛

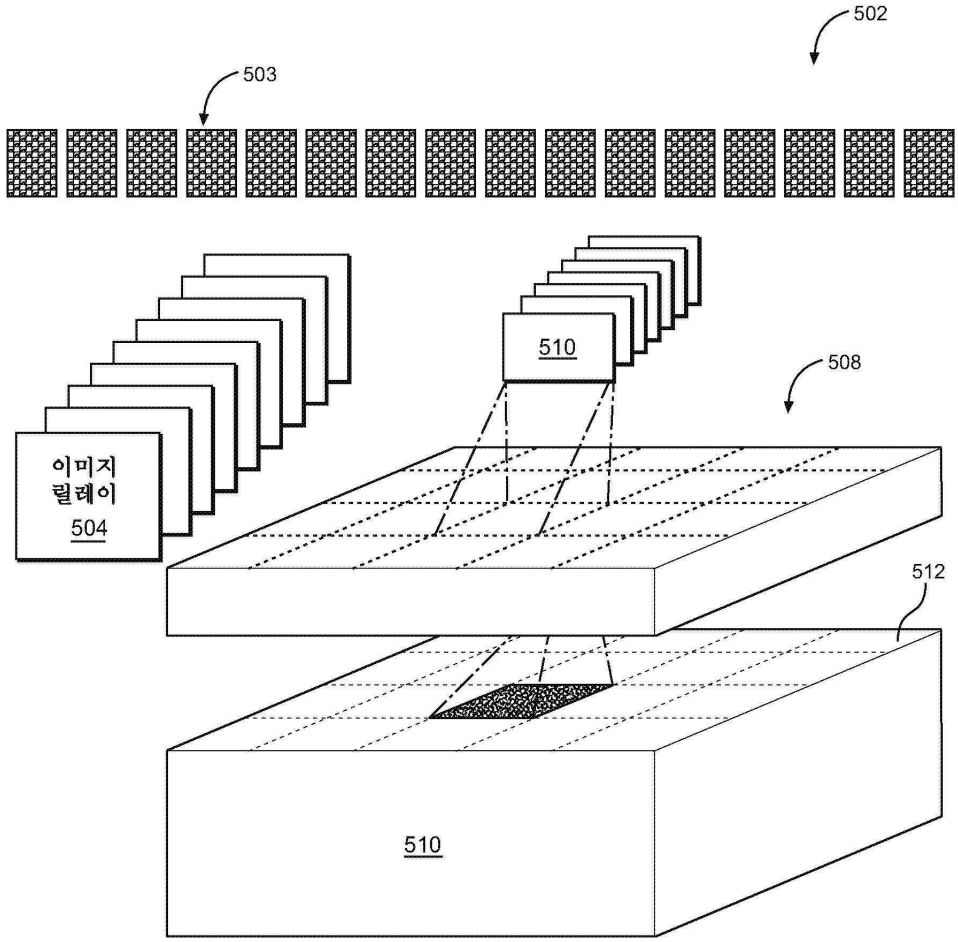
도면5a



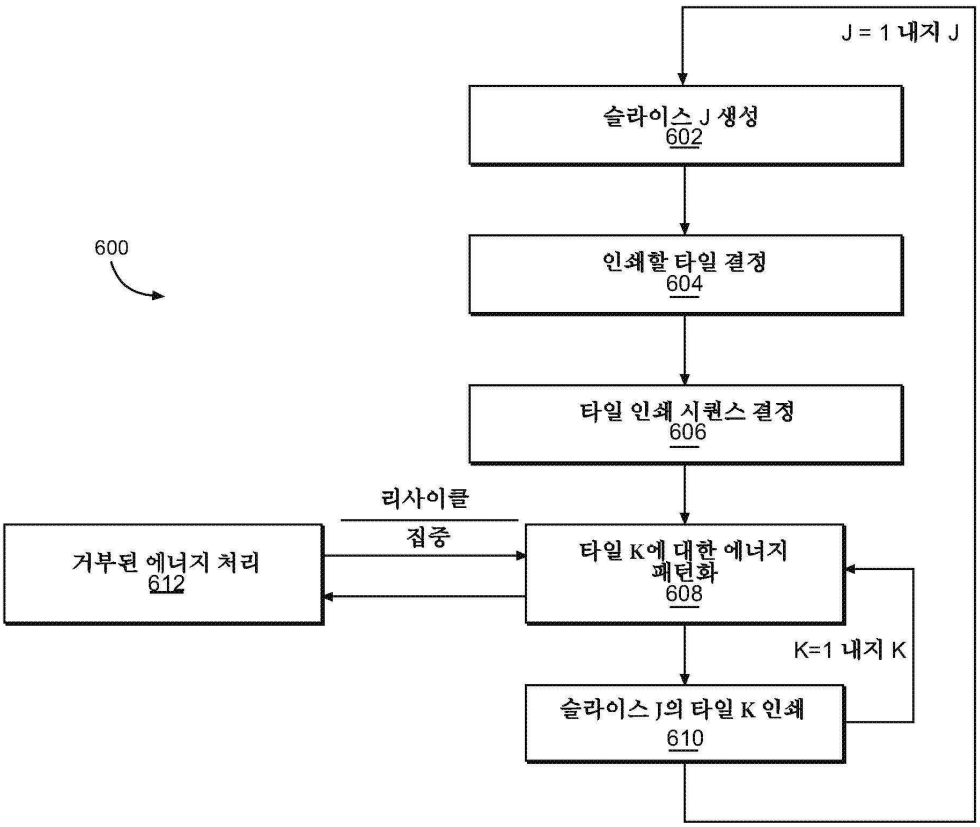
도면5b



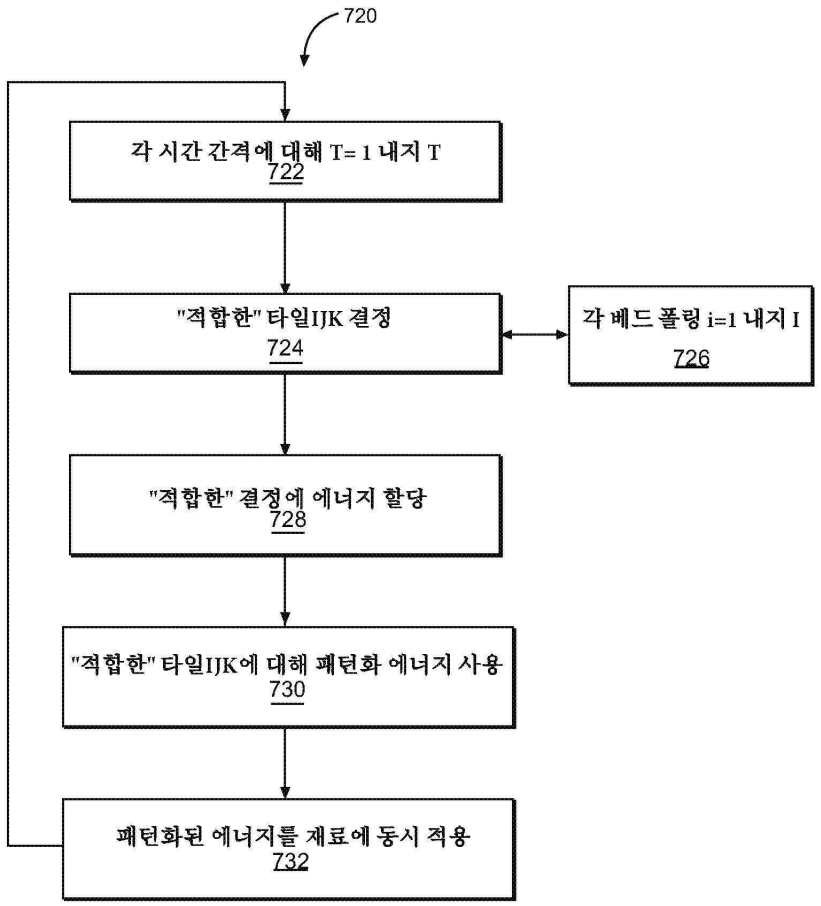
도면5c



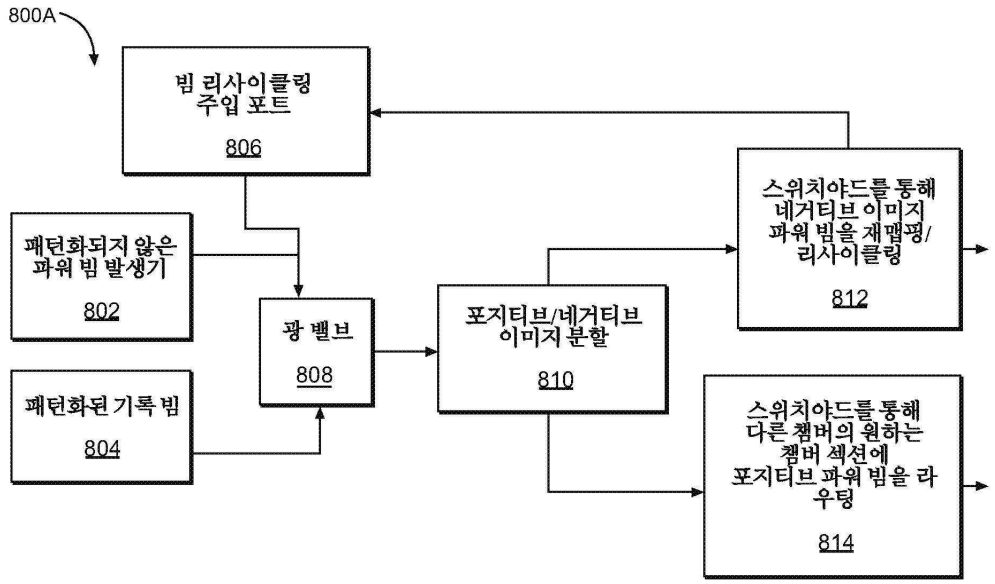
도면6


J = 1 내지 J
슬라이스 J 생성
602
600
인쇄할 타일 결정
604
타일 인쇄 시퀀스 결정
606
리사이클
집중
거부된 에너지 처리
612
타일 K에 대한 에너지 패턴화
608
K=1 내지 K
슬라이스 J의 타일 K 인쇄
610

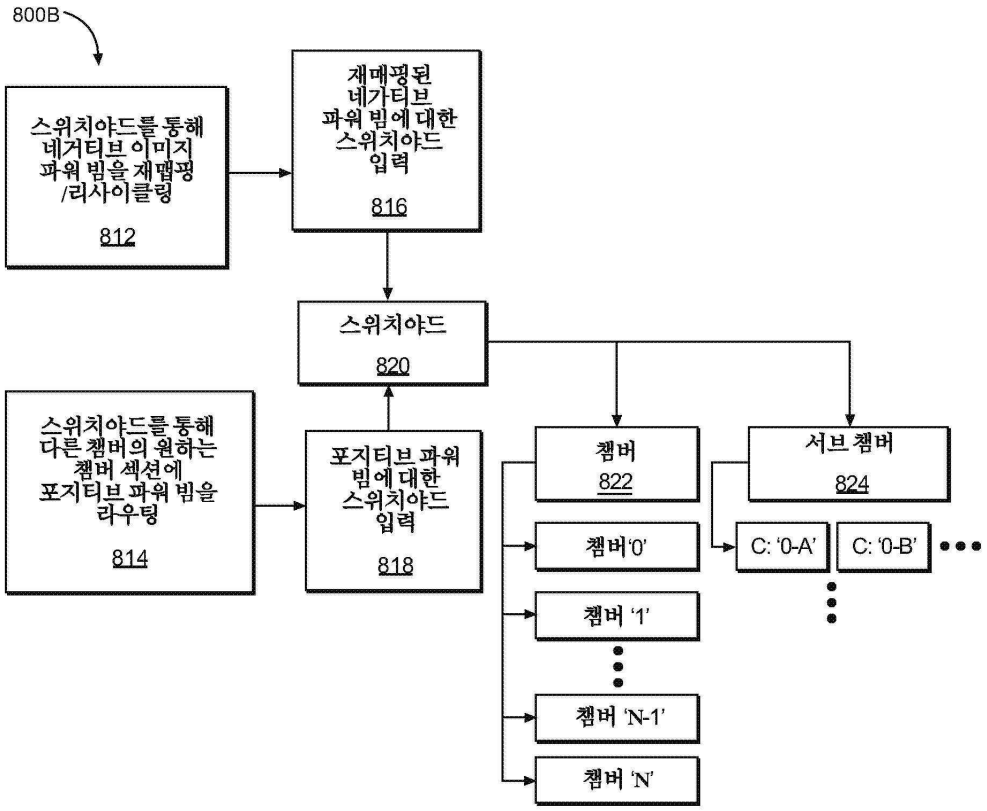
도면7


720
각 시간 간격에 대해 T= 1 내지 T
722
"적합한" 타일IJK 결정
724
각 베드 폴링 i=1 내지 I
726
"적합한" 결정에 에너지 할당
728
"적합한" 타일IJK에 대해 패턴화 에너지 사용
730
패턴화된 에너지를 재료에 동시 적용
732

도면8a


800A
빔 리사이클링 주입 포트
806
패턴화되지 않은 파워 빔 발생기
802
패턴화된 기록 빔
804
광 밸브
808
포지티브/네거티브 이미지 분할
810
스위치야드를 통해 네거티브 이미지 파워 빔을 재맵핑/리사이클링
812
스위치야드를 통해 다른 챔버의 원하는 챔버 섹션에 포지티브 파워 빔을 라우팅
814

도면8b



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6

【변경전】

제4항에 있어서,

상기 적어도 하나의 층은 상기 제2 분말 베드에 배치된 과립 재료의 제2 층을 포함하며;

상기 제2 부분은 상기 제2 층의 일부분을 형성하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

【변경후】

제4항에 있어서,

상기 적어도 하나의 층은 제2 분말 베드에 배치된 과립 재료의 제2 층을 포함하며;

상기 제2 부분은 상기 제2 층의 일부분을 형성하는 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 12

【변경전】

제1항에 있어서,

상기 제1 에너지 빔을 생성하는 단계를 추가로 포함하되:

상기 제1 에너지 빔을 생성하는 단계는, 제1 에너지 패터화 유닛에 의해, 적어도 하나의 광의 빔을 제1 포지티브 광 패턴 및 제2 네거티브 광 패턴으로 분할하는 것을 포함하며;

상기 제1 포지티브 광 패턴은 상기 제1 에너지 빔인 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

【변경후】

제1항에 있어서,

상기 제1 에너지 빔을 생성하는 단계를 추가로 포함하되:

상기 제1 에너지 빔을 생성하는 단계는, 제1 에너지 패턴화 유닛에 의해, 적어도 하나의 광의 빔을 제1 포지티브 광 패턴 및 제2 네거티브 광 패턴으로 분할하는 것을 포함하며;

상기 제1 포지티브 광 패턴은 상기 제1 에너지 빔인 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

【직권보정 3】

【보정항목】청구범위

【보정세부항목】청구항 13

【변경전】

제12항에 있어서,

상기 제2 에너저 빔을 생성하는 단계를 추가로 포함하되,

상기 제2 에너지 빔을 생성하는 단계는, 제2 에너지 패터화 유닛에 의해, 제2 네거티브 광 패턴을 제3 포지티브 광 패턴 및 제4 네거티브 광 패턴으로 분할하는 것을 포함하며;

상기 제3 포지티브 광 패턴은 상기 제2 에너지 빔인 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.

【변경후】

제12항에 있어서,

상기 제2 에너지 빔을 생성하는 단계를 추가로 포함하되,

상기 제2 에너지 빔을 생성하는 단계는, 제2 에너지 패턴화 유닛에 의해, 제2 네거티브 광 패턴을 제3 포지티브 광 패턴 및 제4 네거티브 광 패턴으로 분할하는 것을 포함하며;

상기 제3 포지티브 광 패턴은 상기 제2 에너지 빔인 것을 특징으로 하는 적층 가공방법.