



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0029018
(43) 공개일자 2020년03월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 64/393 (2017.01) B29C 64/165 (2017.01)
B29C 64/321 (2017.01) B29C 64/40 (2017.01)
B33Y 10/00 (2015.01) B33Y 40/00 (2020.01)
B33Y 50/02 (2015.01)
- (52) CPC특허분류
B29C 64/393 (2017.08)
B29C 64/165 (2017.08)
- (21) 출원번호 10-2020-7004432
(22) 출원일자(국제) 2017년10월04일
심사청구일자 2020년02월14일
(85) 번역문제출일자 2020년02월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/055105
(87) 국제공개번호 WO 2019/070250
국제공개일자 2019년04월11일
- (71) 출원인
휴렛-팩커드 디벨롭먼트 컴퍼니, 엘.피.
미국 텍사스주 77389 스프링 에너지 드라이브 10300
- (72) 발명자
바네스 아서 에이치
미국 워싱턴주 98683 밴쿠버 스위트 210 콜롬비아 센터 사우스이스트 164번 애비뉴 1115 콜롬비아 테크 센터
- (74) 대리인
제일특허법인(유)

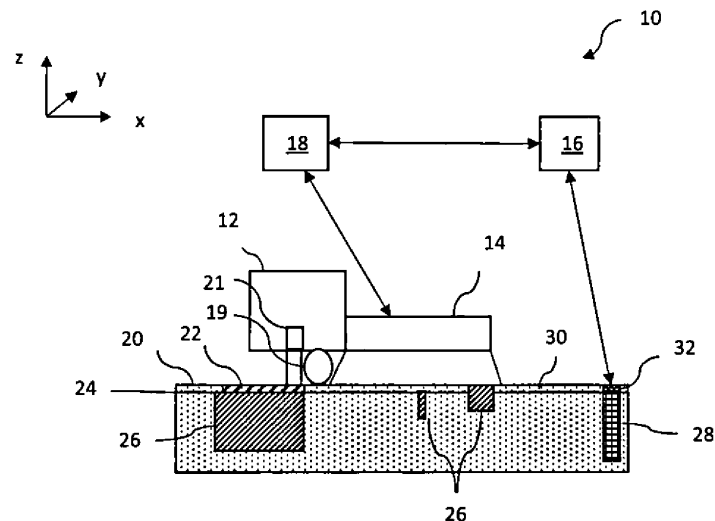
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 적층 가공 온도

(57) 요약

일부 예는 빌드 재료의 층을 형성하는 것과, 빌드 재료의 형성된 층 상에 용제를 선택적으로 도포하는 것과, 열 에너지 원으로 상기 빌드 재료 및 용제에 용해 에너지를 인가하여, 선택적으로 도포된 용제로 3 차원 물체의 물체 층 및 희생 물체의 희생 층을 형성하는 것과, 희생 층의 열 온도를 감지하는 것과, 희생 층의 감지된 열 온도를 목표 온도와 비교하는 것과, 비교된 온도에 기초하여 열 에너지 원의 전력 레벨을 조정하는 것을 포함하는 적층 가공 기계의 작동 방법을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B29C 64/321 (2017.08)

B29C 64/40 (2017.08)

B33Y 10/00 (2013.01)

B33Y 40/00 (2013.01)

B33Y 50/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

적층 가공 기계의 작동 방법으로서,

빌드 재료의 층을 형성하는 것과;

빌드 재료의 형성된 층 상에 용제를 선택적으로 도포하는 것과;

열 에너지 원으로 빌드 재료 및 용제에 용해 에너지를 인가하여, 선택적으로 도포된 용제로 3 차원 물체의 물체 층 및 희생 물체의 희생 층을 형성하는 것과;

희생 층의 열 온도를 감지하는 것과;

희생 층의 감지된 열 온도를 목표 온도와 비교하는 것과;

비교된 온도에 기초하여 열 에너지 원의 전력 레벨을 조정하는 것을 포함하는

적층 가공 기계의 작동 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 3 차원 물체가 빌드 표면의 빌드 영역에 형성되고, 상기 희생 물체가 빌드 영역 외부의 열 경계 구역에 형성되는

적층 가공 기계의 작동 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

이전에 퇴적된 층 상에 빌드 재료의 제 2 층을 퇴적하고, 그 위에 용제를 선택적으로 도포하는 것과;

열 에너지 원의 조정된 전력 레벨로 용해 에너지를 제 2 층에 인가하여, 희생 물체의 제 2 희생 층 및 3 차원 물체의 제 2 층을 형성하는 것과;

상기 제 2 희생 층의 열 온도를 감지하는 것과;

상기 제 2 희생 층의 감지된 열 온도를 목표 온도와 비교하는 것과;

비교된 온도에 기초하여 열 에너지 원의 전력 레벨을 조정하는 것을 포함하는

적층 가공 기계의 작동 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 희생 물체는 각각의 후속 희생 층 전체에 걸쳐 빌드 표면 상에 일정한 크기 및 위치를 갖는

적층 가공 기계의 작동 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 열 온도는 열 카메라로 감지되고, 상기 희생 물체는 열 카메라의 적어도 하나의 카메라 픽셀에 의해 감지 되도록 크기설정되는

적층 가공 기계의 작동 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 희생 물체의 희생 층은 상기 3 차원 물체가 형성된 각각의 빌드 층에 형성되는

적층 가공 기계의 작동 방법.

청구항 7

적층 가공 기계의 작동 방법에 있어서,

희생 물체의 희생 층 및 3 차원 빌드 물체의 물체 층을 포함하는 빌드 층을 빌드 표면 상에 형성하는 것과;

상기 희생 층의 열 온도를 감지하는 것과;

상기 희생 층의 감지된 열 온도를 목표 온도와 비교하는 것과;

비교된 온도에 기초하여 열 에너지 원의 전력 레벨을 조정하는 것을 포함하는

적층 가공 기계의 작동 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 빌드 층을 형성하기 전에 상기 빌드 표면 상에 희생 물체의 제 1 희생 층을 형성하는 것을 포함하는

적층 가공 기계의 작동 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

3 차원 빌드 물체의 물체 층을 포함하는 각각의 빌드 층 내에 희생 물체의 희생 층을 형성하는 것을 포함하는

적층 가공 기계의 작동 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

3 차원 모델의 데이터에 기초하여 상기 3 차원 빌드 물체를 형성하는 것과 상기 적층 가공 기계에 의해 생성된 데이터에 기초하여 상기 희생 물체를 형성하는 것을 포함하는

적층 가공 기계의 작동 방법.

청구항 11

빌드 표면 상에 빌드 재료의 층을 분배 및 확산시키기 위한 스프레더 및 상기 빌드 재료의 층 상에 용제를 선택적으로 분배하기 위한 프린트 헤드를 포함하는 분배 어셈블리와;

상기 빌드 재료 및 상기 용제를 가열 및 용해시켜서, 빌드 표면 상에 3 차원 물체의 물체 층 및 희생 물체의 희생 층을 형성하는 열 에너지원과;

상기 희생 층의 열 온도를 측정하기 위한 열 센서—상기 희생 층은 카메라 픽셀에 의해 측정 가능한 표면 크기를 가짐—와;

측정된 열 온도를 목표 온도와 비교하고, 비교된 온도에 기초하여 열 에너지 원의 전력 레벨을 조정하는 제어기를 포함하는

적층 가공 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 희생 물체를 상기 빌드 표면 상의 미리 결정된 위치에 미리 결정된 크기로 배치하도록 상기 프린트 헤드를 제어하는

적층 가공 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 열 센서는 적외선 카메라인

적층 가공 시스템.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 제어기는 비례 적분 미분 제어기(proportional integral derivative controller)인

적층 가공 시스템.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 열 센서는 상기 빌드 표면 위에 위치되는

적층 가공 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 적층 가공 온도에 관련된다.

배경 기술

[0002] 적층 가공 기계(additive manufacturing machine)는 재료 층을 쌓아서 3 차원 물체를 생성한다. 일부 적층 가공 기계는 흔히 "3D 프린터"라 불린다. 3D 프린터 및 기타 적층 가공 기계를 사용하면 물체의 CAD(Computer Aided Design) 모델 또는 기타 디지털 표현을 물리적 물체로 변환할 수 있다. 모델 데이터를 층이 되도록 처리할 수 있으며, 각 층은 물체로 형성될 빌드 재료(build material)의 층 또는 층들의 부분을 형성한다.

도면의 간단한 설명

[0003] 도 1은 본 개시의 양태에 따른 예시적인 적층 가공 시스템의 개략적인 측면 단면도이다.

도 2는 본 개시의 양태에 따른 적층 가공 시스템의 예시적인 빌드 표면의 평면도이다.

도 3은 본 개시의 양태에 따른 적층 가공 시스템의 예시적인 페루프 피드백 시스템의 블록도이다.

도 4는 본 개시의 양태에 따라 적층 가공 기계를 작동시키는 예시적인 방법의 흐름도이다.

도 5는 본 개시의 양태에 따라 적층 가공 기계를 작동시키는 다른 예시적인 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0004] 다음의 상세한 설명에서는, 본 명세서의 일부를 형성하고 본 개시가 실시될 수도 있는 특정 예를 예시적으로 도시한 첨부 도면에 대해 언급된다. 본 개시의 범위를 벗어남이 없이 다른 예들이 이용될 수 있고 구조적 또는 논리적 변경이 이루어질 수도 있음을 이해해야 한다. 그러므로, 다음의 상세한 설명은 제한적인 의미로 취급되지 않아야 하고, 본 개시의 범위는 첨부된 청구 범위에 의해 규정된다. 본 명세서에 기술된 다양한 예의 특징

은 달리 구체적으로 언급되지 않는 한, 부분적으로 또는 전체적으로 서로 조합될 수도 있음을 이해해야 한다.

[0005] 본 명세서에 제공된 설명 및 예는 다양한 적층 가공 기술, 환경 및 재료에 적용될 수 있다. 예를 들어, 일부 적층 가공 기술에서는, 빌드 재료의 층이 롤러 또는 리코터(recoater)에 의해 형성될 수 있고, 용제(fusing agent)가 프린트 헤드에 의해 분배될 수 있다. 리코터 및 프린트 헤드는 모두 이동 캐리지 시스템으로 운반될 수 있다. 열 에너지 원이 캐리지 시스템에 장착되어 빌드 표면을 가로 질러 이동될 수 있다. 예시적인 적층 가공 공정에서는, 그 후 에너지가 빌드 재료의 층에 인가되어, 용제가 배치된 층의 부분을 응고시켜, 생성되는 물체의 층을 형성할 수도 있다. 열 에너지 원은 빌드 재료를 사전용해 온도(pre-fusing temperature)로 가열하기에 적합한 가열 에너지 및 용제가 도포된 빌드 재료를 용해(fusing)시키기에 적합한 용해 에너지를 인가할 수 있다. 예시적인 적층 가공 기술은 3 차원(3D) 물체 모델로부터의 데이터에 기초하여, 프린트 헤드에 의해 소망 패턴으로 적절한 용제를 빌드 챔버 내의 빌드 표면 상의 빌드 재료의 층 상에 분배한 다음, 열 에너지 원과 같은 에너지 원에 빌드 재료의 층 및 용제를 노출시킬 수 있다. 빌드 재료는 분말계 유형의 빌드 재료일 수 있고, 용제는 빌드 재료에 적용될 수 있는 에너지 흡수 액체일 수 있다. 예를 들어, 분말계 빌드 재료는 플라스틱, 세라믹 및 금속 분말을 포함할 수 있다. 에너지 원은 열을 생성하고, 용제의 에너지 흡수 성분을 용해시키는 것에 의해 상기 열이 흡수되어, 패턴화된 빌드 재료를 소결, 용융, 용해 또는 이와 달리 유착(coalesce)시킬 수 있다. 패턴화된 빌드 재료는 응고되어, 소망하는 빌드 물체의 물체 층 또는 단면을 형성할 수 있다. 공정이 층별로 반복되어 3D 빌드 물체를 완성한다.

[0006] 적층 가공에서, 물체 부분이 제작될 때 물체 부분의 표면 온도를 정확하게 제어하는 것이 바람직하다. 다양한 적층 가공 기술, 환경 및 재료에 온도 제어가 적용될 수 있다. 온도 변화는 바람직하지 않은 빌드 변화(즉, 물체 부분 결함)를 유발할 수 있다. 응고 공정에서 균일하지 않은 온도 분포 또는 불균형적인 열 응력은 빌드 물체의 뒤틀림(warping)을 일으키거나 또는 빌드 물체의 치수 정확도 및 재료 특성에 악영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 빌드 층이 너무 뜨거워지면 패턴화된 용제 주변부가, 용해할 의도가 없는 그 주위의 빌드 재료로 "흘러나와" 기하학적 구조, 치수 및 외관이 부정확해질 수 있다. 또한, 증가된 열은 제어되지 않은 용해로 후속 빌드 재료 층에 바람직하지 않게 악영향을 미칠 수 있다. 대안적으로, 빌드 층이 너무 차가우면, 예를 들어 궁극적 인장 강도, 파단 신장(elongation at break) 및 충격 강도를 비롯한 특정 기계적 특성에서 재료 특성이 부적절할 수 있다. 그렇기 때문에, 용해 동안 빌드 온도를 제어하는 것이 매우 바람직하다.

[0007] 피드백으로 정확한 물체 부분 표면 온도를 결정하는 것은 빌드 공정 중에 정확한 용해 에너지 투입에 유용하다. 유입되는 빌드 재료 질량 변화, 빌드 재료 온도 변화, 빌드 재료 용융 엔탈피, 용해 시스템의 오염, 챔버 내의 대류 흐름 뿐만 아니라 기타 요인을 포함한 많은 요인들이 물체 부분 표면 온도에 기여한다.

[0008] 제작 중 빌드 물체의 정밀 온도 제어가 어려울 수 있다. 예를 들어, 저해상도 적외선 열 카메라(low resolution infrared thermal camera)와 같은 일부 유형의 열 센서를 사용한 정확한 온도 측정이 어려울 수 있다. 예를 들어, 열 카메라로 측정하는데 사용되는 카메라 픽셀 크기는 10mm x 10mm 일 수 있다. 각 카메라 픽셀은 빌드 표면의 유효 영역을 커버한다. 유효 영역의 크기는 카메라 픽셀의 크기, 빌드 표면 위의 카메라 높이 및 카메라 광학에 따라 달라진다. 빌드 표면에 형성된 물체 또는 물체 부분이 유효 영역보다 작아서 정확한 온도 측정을 얻기가 어려울 수 있다. 종종 유효 영역보다 작은 크기의 빌드 부분 또는 부분 특징부의 온도를 정확히 측정할 수 없다. 예를 들어 유효 영역보다 작은 물체 부분의 열 온도는 물체 부분을 둘러싼 더 차가운 빌드 재료로부터 영향을 받을 수 있다. 예를 들어, 물체의 일부가 카메라 픽셀에 의해 완전히 커버되지 않는 경우, 그 카메라 픽셀에 의해 측정된 온도는 물체 부분의 온도 및 주위의 빌드 분말의 온도의 평균일 것이다. 이에 따라, 감지된 온도가 물체 부분의 실제 온도보다 낮을 수 있다. 빌드 영역에서의 빌드 물체 온도 검출에 의존함이 없이 빌드 표면에 빌드 물체를 형성하는 동안 빌드 온도를 정확하게 제어하는 것이 유용할 수 있다. 그러나, 생성되고 있는 물체의 특성은 열 측정을 하기 위해 사용될 수 있는 영역 또는 위치를 제공하기에 적합하지 않을 수 있으므로, 본 명세서의 예들은 생성되고 있는 소망의 물체와 함께 소위 '희생 물체'의 생성을 제공한다. 일단 완료되면 폐기되도록 의도된 소위 희생 물체는 열 측정이 가능하고 열 피드백이 제공될 수 있는 일관된 반복 가능한 특징을 갖도록 생성된다.

[0009] 예를 들어, 희생 물체가 빌드 챔버의 빌드가능 영역(buildable area)에 형성 또는 배치되어, 빌드가능 영역에서 빌드 부분에 원하는 또는 적절한 양의 에너지를 조정 및 인가하기 위한 열 피드백을 용해 공정 및 시스템에 제공함으로써, 소결 공정(sintering process)을 향상시켜서, 더욱 우수하고 더욱 일관된 빌드 물체 품질을 제공할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 희생 물체는 원하는 빌드 물체의 일부가 아닌, 적층 가공 기계에 의해 형성된 3 차원 물체이다. 희생 물체는 적층 가공 기계에 의해 생성된 데이터에 기초하여 형성(예를 들어,

크기설정 및 위치설정)된다. 희생 물체는 고객의 빌드 물체의 부분이 아니므로 빌드가 끝나면 버릴 수 있다.

[0010] 희생 물체의 상부 표면 층(들)의 온도는 예를 들어 열 카메라를 사용하여 측정될 수 있고, 피드백으로서 사용되며 비례 적분 미분(proportional integral derivative: PID)과 같은 제어기에 적용되어, 열원에 공급되는 전력 레벨을 조정할 수 있다. 희생 물체의 상부 층(들)의 온도 피드백을 사용하여 빌드 물체의 다음 층의 가열 및 용해에 적용되는 전력 레벨을 조정할 수 있다. 일례에서, 희생 물체는 열 경계 구역(존재하는 경우)에 형성될 수 있으며, 그래서 고객의 빌드가 가능 영역에 영향을 미치지 않을 것이다. 희생 물체는 빌드 공정 전체에 걸쳐 빌드 물체 온도의 정확한 표시기(indicator)를 제공하기 위해 빌드 물체의 층들의 전부 또는 적어도 일부에 형성될 수 있다. 희생 물체는 고객의 빌드 물체를 시작하기 전에 빌드 물체 온도를 설정 및 안정화시키는 것을 돕기 위해 고객의 빌드 물체보다 먼저 층으로 형성될 수 있다. 희생 가능한 물체의 온도는 빌드가 가능 영역에서 빌드 물체의 온도의 정확한 표시로서 사용될 수 있다.

[0011] 도 1은 본 개시의 양태에 따른 예시적인 적층 가공 시스템(10)의 개략적인 측면도이다. 적층 가공 시스템(10)은 분배 어셈블리(12), 열 에너지 원(14), 열 센서(16) 및 제어기(18)를 포함한다. 분배 어셈블리(12)는 빌드 재료(20)를 분배 및 확산시키기 위한 빌드 재료 스프레더(19), 및 빌드 표면(24) 상에 용제(fusing agent: 22)를 분배하기 위한 용제 디스펜서(21)를 포함할 수 있다. 빌드 재료 스프레더(19)는 예를 들어 빌드 표면(24) 위에 빌드 재료(20)의 분배된 더미(pile)를 확산시키기 위해 와이퍼 또는 리코터 롤러를 포함할 수 있다. 용제 디스펜서(21)는 예를 들어 프린트 헤드를 포함할 수 있다. 빌드 표면(24)은 예를 들어 빌드 플랫폼 또는 이전에 형성된 빌드 재료의 층일 수 있다. 빌드 재료(20)가 분배 및 확산되어 빌드 표면(24) 상에 층을 형성할 수 있고, 이어서 용제(22)가 새롭게 형성된 빌드 재료(20) 층 상에 선택적으로 분배될 수 있다. 열 에너지 원(14)은 용제(22)가 도포된 빌드 재료(20)를 가열 및 용해하여 3 차원 빌드 물체(26)의 층을 형성할 수 있다. 빌드 재료(20) 및 용제(22)는 또한 열 에너지 원(14)에 의해 동일한 방식으로 가열되어 희생 물체(28)의 층을 형성할 수 있다.

[0012] 분배 어셈블리(12) 및 열 에너지 원(14)은 빌드 영역의 빌드 표면(24)을 가로질러 x 축 방향으로 이동가능한 캐리지(도시되지 않음)에 장착되어, 빌드 재료(20) 및 용제(22)를 분배할 뿐만 아니라 빌드 재료(20) 및 용제(22)를 가열 및 용해할 수 있다. 예를 들어, 분배 어셈블리(12) 및 열 에너지 원(14)은 빌드 표면(24)의 x-축을 따라 양방향으로 이동가능하여, 새로운 빌드 재료(20)의 층을 형성하고, 프린팅 명령에 기초하여 새로운 빌드 재료(20)의 층 상에 용제(22)를 프린팅하고, 용제(22)가 도포된 빌드 재료(20)를 용해할 수 있다. 빌드 재료(20)가 층으로 배치되고, 용제(22)가 빌드 재료(20)의 층에 선택적으로 도포되어, 용제(22)의 선택적 도포에 대응하는 3 차원 빌드 물체(26)의 물체 층 및 희생 물체(28)의 희생 층을 형성한다. 도 1에서는 명확성을 위해 단 하나의 빌드 층(30)이 식별되지만, 추가적인 물체 층이, 식별된 빌드 층(30) 아래에 포함되는 것으로 이해된다. 용제(22)가 빌드 재료(20)에 도포된 곳에서 빌드 층들(30)이 함께 용해되어, 고객의 소망 물체에 대한 프린팅 명령에 기초하여, 고객이 원하는 대로 빌드 챔버 내에 빌드되도록 위치되는 3D 빌드 물체(26)를 형성한다.

[0013] 열 센서(16)는 빌드 물체(26) 및 희생 물체(28)를 포함한 빌드 층(30)의 표면의 열 온도를 측정할 수 있다. 열 센서(16)는 예를 들어 열 화상 카메라일 수 있다. 제어기(18)는 열 센서(16)에 의해 얻어진 측정 열 온도를 목표 온도와 비교할 수 있다. 제어기(18)는 예를 들어 비례 적분 미분(PID) 제어기일 수 있지만, 다른 유형의 제어기도 허용될 수 있다. 제어기(18)는 비교된 측정 열 온도 및 목표 온도에 기초하여 열 에너지 원(14)의 전력 레벨을 조정할 수 있다. 조정된 전력 레벨은 다음 또는 후속 빌드 물체(26) 층에 적용될 수 있다. 일 예에서, 다음 패스를 위해 방향을 변경할 때에는 열 에너지 원을 운반하는 캐리지 시스템(14)이 빌드 영역 외부에 있으므로 전력 레벨이 조정되고, 후속 패스 동안에는 전력 레벨이 일정하다. 열 에너지 원(14)이 빌드 영역을 지나갈 때, 조정된 전력 레벨은 일정할 수 있다. 다른 예에서, 열 에너지 원(14)이 빌드 영역을 가로 질러 이동할 때, 열 에너지 원(14)의 전력 레벨이 조정될 수 있다. 열 센서(16) 및 제어기(18)는 적층 가공 시스템(10)에 독립적으로 장착될 수 있다.

[0014] 도 2는 본 개시의 양태에 따른 적층 가공 시스템(10)의 예시적인 빌드 표면(24)의 평면도이다. 빌드 표면(24) (예를 들어, z-축 이동 가능한 빌드 플랫폼 또는 이전에 형성된 빌드 재료의 층)이 빌드 챔버(40) 내에 배치되고 빌드 영역(42) 및 열 경계 구역(44)을 포함할 수 있다. 열 경계 구역(44)은 빌드 표면(24)의 임의의 사전규정 부분을 점유하도록 규정된 것 이외의 '가상' 구역이다. 일부 예에서, 열 경계 구역(44)은 빌드 챔버(40) 내에서 빌드 표면(24)의 주변부 에지 근처에 빌드 재료(20)의 층을 포함할 수 있다. 빌드 챔버(40)의 주변부에 포함된 열 경계 구역(44)은 희생 층(32)에 적합할 수 있지만, 예를 들어 고품질 빌드 물체를 생성하기에 최적이지 아닌 높은 열 전도 및 열 특성을 가질 수 있다.

- [0015] 빌드 표면(24) 상에 배치된 빌드 층(30)은 예시적인 빌드 물체(26)의 물체 층(34) 및 예시적인 희생 물체(28)의 희생 층(32)을 포함할 수 있다. 물체 층(34)은 빌드 영역(42) 내에 배치된다. 희생 물체(28)는 빌드 챔버(40) 내의 미리 결정된 위치에 배치되고 빌드 표면(24) 상에 미리 결정된 단면 크기를 갖는다. 일례로, 희생 층(32)은 열 경계 구역(44) 내에 배치되어, 고객 소망 빌드 물체(26)을 위해 전체 빌드 영역(42)을 사용하게 할 수 있다. 희생 층(32)은 열 센서(16)에 의해 감지될 적어도 하나의 카메라 픽셀의 유효 영역을 가질 수 있는 빌드 표면(24) 상의 임의의 적절한 크기, 형상 및 위치설정일 수 있다. 일부 예에서, 희생 층(32)은 여러 카메라 픽셀의 유효 영역을 가질 수 있다. 일부 예에서, 희생 층(32)의 크기, 형상 및 위치는 적층 가공 기계(10)에 의해 미리 결정된다.
- [0016] 열 경계 구역(44)은 빌드 표면(24)의 빌드 영역(42) 주위에 주변부 영역을 형성할 수 있다. 도시된 바와 같이, 희생 층(32)은 빌드 영역(42) 외부의 열 경계 구역(44)에 형성될 수 있다. 2 개의 희생 물체(28)가 도 2에 도시되지만, 단일 희생 물체(28)가 사용되거나(예를 들어, 도 1 참조), 또는 다수의 희생 물체(28)가 사용될 수 있다. 희생 물체(28)는 빌드 영역(42)의 일 측부(side) 또는 다수의 측부에서 열 경계 구역(44)에 위치될 수 있다. 일 예에서, 하나 초과 희생 물체(28)가 사용되며 하나 초과 희생 물체(28)의 측정된 온도의 평균이 결과적인 측정 온도로 평균화될 수 있다.
- [0017] 일 예에서, 열 경계 구역(44)은 빌드 영역(42) 주위에 25mm 주변부 폭의 빌드 표면(24)을 포함할 수 있다. 일 예에서, 희생 물체(28)는 폭이 15mm 이며, 25mm 폭의 열 경계 구역(44) 내에 중심설정된다. 빌드 재료(20)는 일반적으로 낮은 열 전도성을 갖는다. 희생 층(32)에 약간의 단열을 제공하기 위해, 빌드 영역(42)과 희생 층(32) 사이에 빌드 재료(20)의 마진이 유지될 수 있고 희생 층(32)과 빌드 챔버(40)의 벽 사이에 빌드 재료의 마진이 유지될 수 있다. 일부 예에서는, 희생 층(32) 주위에 적어도 5mm 마진의 미용해 빌드 재료(20)가 사용된다.
- [0018] 3D 빌드 물체(26)를 형성하는 물체 층(들)(34)은 열 센서(16)에 의해 정확하게 측정되기에는 너무 작은 물체 부분들 또는 물체 부분 층들(34a)을 포함할 수 있다. 유효 카메라 픽셀 크기보다 작은, 빌드 물체(26)의 물체 부분 층(34a)을 포함하는 물체 부분의 측정 온도는, 예를 들어, 물체 부분 층(34a)을 둘러싸는 더 차가운 빌드 재료(20)로부터 영향을 받을 수 있다. 예를 들어, 측정 온도는 카메라 픽셀 크기보다 작은 용해된 물체 부분 층(34a) 및 주변 빌드 재료(20)에 대해 평균화되어서, 감지된 온도가 물체 부분 층(34a)의 실제 온도보다 낮을 수 있다. 희생 물체(28)는, 열 센서(16)의 적어도 하나의 카메라 픽셀에 의해서, 일부 예에서는 여러 개의 카메라 픽셀에 의해서, 전적으로 희생 물체(28)에 대해 감지될 수 있는 임의의 적절한 크기일 수 있다. 희생 물체(28)는 열 센서에 의해 정확하게 열 측정될 수 없는 빌드 물체(26)의 보다 작은 물체 부분의 정확한 표시를 제공할 수 있다.
- [0019] 도 1을 추가로 참조하면, 각각의 희생 층(32)은 열 센서(16)에 의해 정확하게 감지 또는 측정되기에는 적합한 표면적 및 위치를 가질 수 있다. 희생 물체(28)의 다수의 희생 층(32)을 형성하는 동안 열 센서(16)에 의해 열 온도가 주기적으로 또는 연속적으로 측정될 수 있다. 일부 예에서, 본배 어셈블리(12) 및 열 에너지 원(14)이 열 센서(16)와 희생 물체(28) 사이에 위치되고, 희생 층(32)의 열 측정은 그것이 빌드 표면(24)을 가로질러 이동할 때 중단(interrupt)될 수 있다. 감지된 온도가 열 센서(16)로부터 제어기(18)로 전송되고 미리 결정된 목표 온도와 비교될 수 있다. 비교된 온도에 기초하여 열 에너지 원(14)의 전력 레벨이 조정되고, 조정된 전력 레벨이 다음 층의 빌드 물체(26)에 적용될 수 있다. 일례에서, 목표 온도는 빌드 체적의 각 층에 대해 동일할 수도 있다.
- [0020] 각 희생 층(32)의 표면적은 미리 결정된 크기일 수 있다. 희생 물체(28)는 각각의 빌드 층(30)에서 빌드 표면(24)상의 동일한 크기 및 위치설정일 수 있다. 예를 들어, 희생 물체(28)는 일 열(a column)로 형성될 수 있다. 희생 물체(28)는 열 화상 장치와 같은 열 센서(16)에 의해 정확하게 검출되고 열 측정되기에는 적합한 표면적 및 위치를 갖는 희생 층들(32)을 포함한다. 예를 들어, 각 희생 층(32)의 표면적은 크기에 있어서 적어도 하나의 유효 카메라 픽셀일 수 있다. 다른 예에서, 희생 물체(28)는 15mm x 15mm 인 희생 층들(32) 또는 15mm x 15mm의 단면적을 갖는 희생 층들(32)을 포함한다.
- [0021] 일부 예들에서, z-축 방향으로 빌드 물체(26)의 제 1 층 또는 최저 영역을 형성하기 전에 희생 물체(28)의 하나의 희생 층(32) 또는 여러개의 희생 층(32)이 형성된다. 빌드 물체(26)을 시작하기 전에 적층 가공 시스템(10)의 열 온도를 안정화시키기 위한 열 센서(16)에 의한 온도 측정 및 제어기(18)에 의한 열 에너지 원(14)의 조정을 제공하기 위해서, 임의의 수의 희생 층(32)이 적절히 형성될 수 있다. 제 1 물체 층(34) 이전에 희생 층(32)을 형성하면, 빌드 물체(26)의 제 1 물체 층(34)이 형성되기 전에 원하는 열 에너지 레벨을 얻기 위해 행해

지는 열 에너지 측정 및 조정을 제공할 수 있다. 열 온도를 안정화시키기 위해서, 빌드 물체(26)의 제 1 물체 층(34)을 형성하기 전에 희생 층(32)의 측정된 열 온도에 기초하여 열 에너지 원(14)의 전력 레벨이 조정될 수 있다. 빌드 물체(26)의 제 1 물체 층(34)은 온도 차별화(temperature differentiation)에 민감할 수 있다. 희생 층(32)은 빌드 물체(26)의 빌드 공정 전체에 걸쳐 형성될 수 있고 빌드 물체(26)의 완성시 종료될 수 있다.

[0022] 도 3은 본 개시의 양태에 따른 적층 가공 시스템의 예시적인 페루프 피드백 시스템(50)의 블록도를 도시한다. 시스템(50)은 적층 가공 공정(54), 열 센서(56) 및 제어기(58)를 포함한다. 시스템(50)은 시스템(10)과 유사하다. 적층 가공 공정(54)은 도 1 및 도 2와 관련하여 위에서 논의된 바와 같이, 빌드 재료 및 용제를 분배 어셈블리 및 열 에너지 원에 의해 분배 및 용해시키는 것을 포함할 수 있다. 용해된 물체 부분 목표 온도가 예를 들어 비례 적분 미분(PID) 제어기와 같은 제어기(58)에 입력된다. 희생 물체의 온도가 온도 센서(56)에 의해 측정되고 제어기(58)에 입력될 수 있다. 제어기(58)는 후속적으로 측정된 온도가 목표 온도와 동일해질 때까지, 측정된 온도를 미리 결정된 목표 온도와 비교하여, 열 에너지 원을 조정할 수 있다. 시스템(50)은 빌드 공정 동안 빌드 물체 표면 온도의 페루프 제어를 제공한다.

[0023] 예를 들어, 열 센서(56)는 희생 층[예를 들어, 도 2의 희생 층(32)]의 열 온도를 측정할 수 있다. 희생 층의 감지 또는 측정된 온도는 빌드 물체 층[예를 들어, 도 2의 물체 층(34)]의 빌드 온도를 나타낸다. 희생 물체(28)의 희생 층(32)의 정확하게 결정된 표면 온도가 열 센서(56)에 의해 측정될 수 있고, 적층 가공 공정 동안 제어기(58)로의 피드백으로 이용되어 열 에너지 원으로부터의 열 에너지 전달을 제어할 수 있다. 일 예에서, 정확한 표면 온도 측정은 빌드 공정 동안 페루프 피드백 시스템(50)이 정확한 에너지 투입을 제공할 수 있게 하며, 그러면 물체 부분 외관, 재료 특성 및 치수 제어가 개선된다. 일부 예들에서, 빌드 챔버의 빌드 영역의 외부에서(예를 들어, 열 경계 구역에서) 용해하는 희생 물체 부분의 열 피드백이 시스템(50)을 제어하기 위한 입력으로서 사용되어, 빌드의 각 층에 무엇이 있는지와 빌드가 가능 영역 내의 층에서 어디에 물체 부분이 있는지에 대한 정확한 제어를 고객에게 제공할 수 있다.

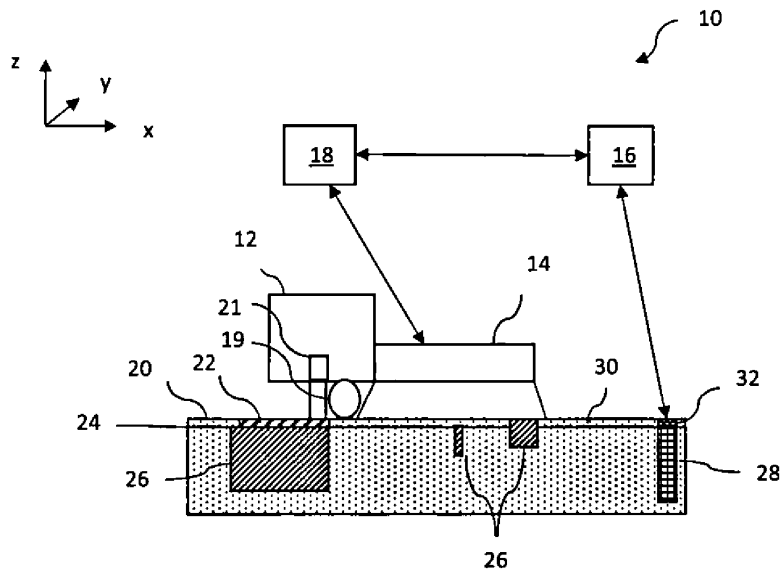
[0024] 도 4는 본 개시의 양태에 따라 적층 가공 기계를 작동시키는 예시적인 방법(100)의 흐름도이다. 102에서, 빌드 재료의 층이 빌드 표면 상에 퇴적된다. 104에서, 용제가 빌드 재료 상에 선택적으로 도포된다. 106에서, 열 에너지 원에 의해 용해 에너지가 층에 인가되어 3 차원 물체의 물체 층을 형성하고 희생 물체의 희생 층이 형성된다. 108에서, 희생 물체의 열 온도가 감지된다. 110에서, 희생 물체의 감지된 열 온도가 목표 온도와 비교된다. 112에서, 비교된 온도에 기초하여 열 에너지 원의 전력 레벨이 조정된다. 상기를 적절히 반복할 수 있다.

[0025] 도 5는 본 개시의 양태에 따라 적층 가공 기계를 작동시키는 예시적인 방법(200)의 흐름도이다. 202에서, 빌드 표면 상에 희생 물체의 층을 포함한 빌드 층이 형성된다. 204에서, 빌드 표면 상에 빌드 물체의 빌드 층이 형성된다. 206에서, 희생 물체의 층의 열 온도가 감지된다. 208에서, 희생 물체의 층의 감지된 열 온도가 목표 온도와 비교된다. 210에서, 비교된 온도에 기초하여 열 에너지 원의 전력 레벨이 조정된다. 상기를 적절히 반복할 수 있다.

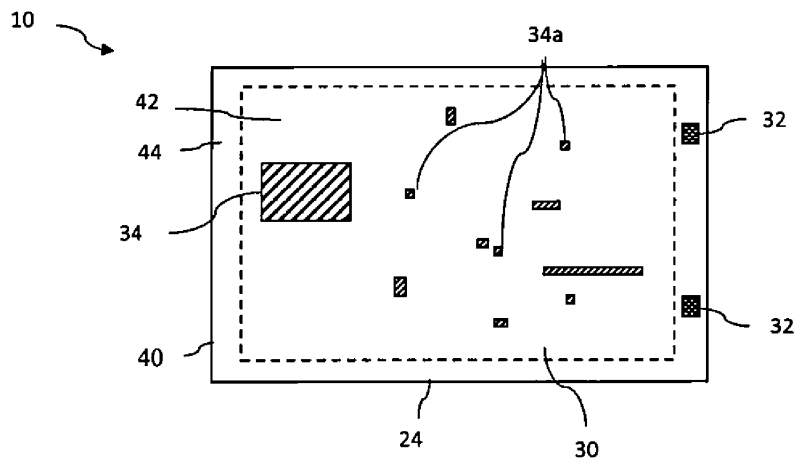
[0026] 특정 예들이 본 명세서에 예시되고 설명되었지만, 본 개시의 범위를 벗어남이 없이 도시 및 설명된 특정 예들이 다양한 대안 및/또는 동등한 구현으로 대체될 수 있다. 본 출원은 본 명세서에서 논의된 특정 예의 임의의 적용 또는 변형을 포괄하도록 의도된다. 그러므로, 본 개시는 청구 범위 및 그 등가물에 의해서만 제한되는 것으로 의도된다.

도면

도면1

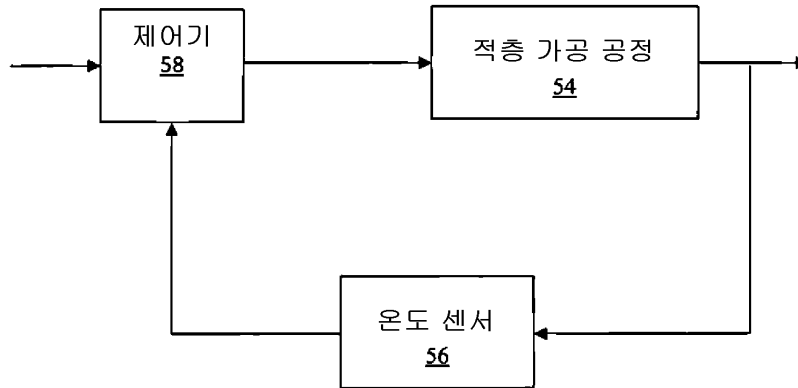


도면2



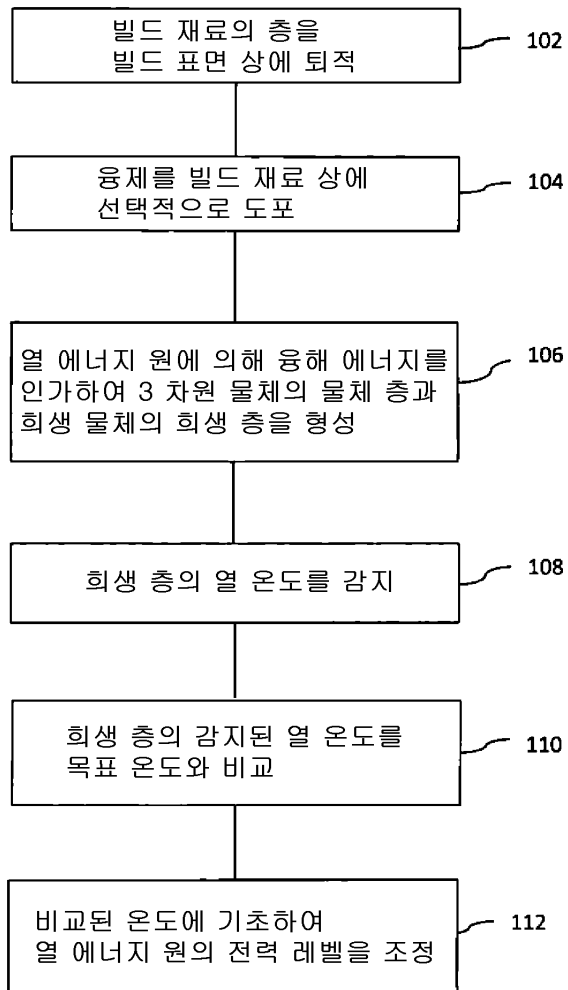
도면3

50



도면4

100



도면5

200 ↗

