



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0124542
(43) 공개일자 2018년11월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 67/00 (2017.01) B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 99/00 (2015.01)
(52) CPC특허분류
B29C 64/141 (2017.08)
B29C 64/386 (2017.08)
(21) 출원번호 10-2017-0059271
(22) 출원일자 2017년05월12일
심사청구일자 2017년05월12일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
박홍석
울산광역시 중구 운곡3길 24, 101동 1305호 (다운동, 삼성아파트)
웬딘선
울산 남구 대학로 93, 2호관 211호
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항

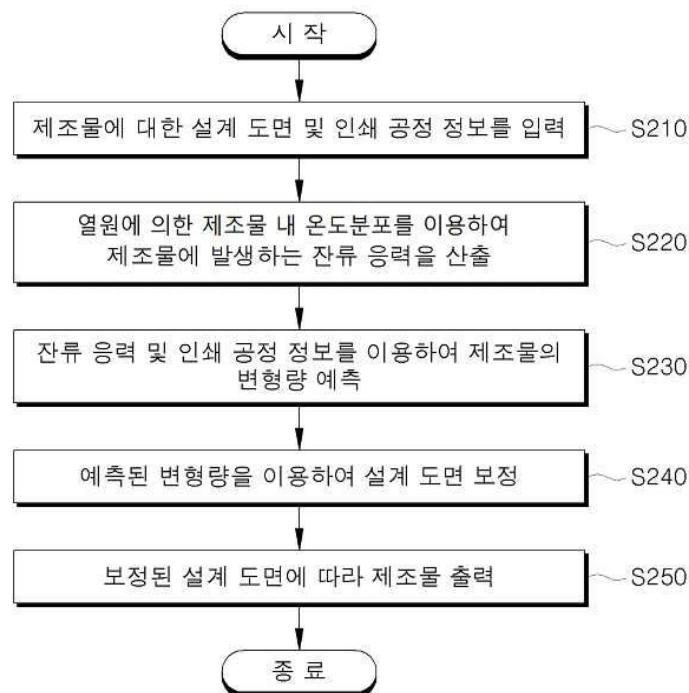
(54) 발명의 명칭 잔류 응력에 따른 출력물의 변형을 방지하는 3차원 프린팅 장치 및 그것을 이용한 3차원 프린팅 방법

(57) 요약

본 발명은 잔류 응력에 따른 출력물의 변형을 방지하는 3차원 프린팅 장치 및 그것을 이용한 3차원 프린팅 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 분말 소재 용융 방식의 3차원 프린팅 장치를 이용한 3차원 프린팅 방법에 있어서, 3차원 프린(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



팅 방법은 제조하고자 하는 제조물에 대한 설계 도면 및 인쇄 공정 정보를 입력받는 단계, 입력받은 상기 설계 도면 및 인쇄 공정 정보에 따라 출력되는 제조물에 발생하는 잔류 응력을 산출하는 단계, 산출된 상기 잔류 응력 및 상기 인쇄 공정 정보를 이용하여 상기 설계 도면 상 제조물과 출력되는 제조물 사이의 변형량을 예측하는 단계, 예측된 상기 변형량에 따라 상기 설계 도면 내 제조물에 대한 설계 정보를 변경하여 상기 설계 도면을 보정하는 단계, 그리고 상기 보정된 설계 도면 및 상기 인쇄 공정 정보에 따라 분말 소재 용융 방식으로 상기 제조물을 출력하는 단계를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 3D 프린터로 제조물을 출력하기 전 레이저에 의한 잔류 응력에 따른 출력물의 변형을 미리 예측하여 보정하므로 제조물을 사용자가 원하는 형상으로 정확히 출력할 수 있다. 이에 따라 제조물 출력으로 변형을 확인하는 과정을 생략할 수 있어, 3D 프린팅 제조물의 품질을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 제조 공정 효율을 향상시킬 수 있다.

(52) CPC특허분류

B33Y 10/00 (2013.01)

B33Y 99/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711029750

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 IT·SW융합산업원천기술개발

연구과제명 ICT 기반의 의료용 3D프린팅 응용 SW플랫폼 및 서비스 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 경북대학교 산학협력단

연구기간 2015.09.01 ~ 2016.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

분말 소재 용융 방식의 3차원 프린팅 장치를 이용한 3차원 프린팅 방법에 있어서,
 제조하고자 하는 제조물에 대한 설계 도면 및 인쇄 공정 정보를 입력받는 단계,
 입력받은 상기 설계 도면 및 인쇄 공정 정보에 따라 출력되는 제조물에 발생하는 잔류 응력을 산출하는 단계,
 산출된 상기 잔류 응력 및 상기 인쇄 공정 정보를 이용하여 상기 설계 도면 상 제조물과 출력되는 제조물 사이의 변형량을 예측하는 단계,
 예측된 상기 변형량에 따라 상기 설계 도면 내 제조물에 대한 설계 정보를 변경하여 상기 설계 도면을 보정하는 단계, 그리고
 상기 보정된 설계 도면 및 상기 인쇄 공정 정보에 따라 분말 소재 용융 방식으로 상기 제조물을 출력하는 단계를 포함하는 3차원 프린팅 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 인쇄 공정 정보는,
 상기 제조물을 구성하는 소재에 대한 정보와 상기 소재를 용융 및 예열하는 온도 및 시간에 대한 정보를 포함하는 3차원 프린팅 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 잔류 응력을 산출하는 단계는,
 예열 온도에서 상기 제조물에 발생하는 잔류 응력을 예측하며,
 용융 온도와 예열 온도 사이의 온도차, 상기 예열 온도에서 상기 제조물을 구성하는 소재의 강도 및 열팽창 계수를 이용하여 상기 잔류 응력을 산출하는 3차원 프린팅 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 잔류 응력을 산출하는 단계는,
 아래의 수학적식을 이용하여 상기 잔류 응력($\sigma(T)$)을 산출하는 3차원 프린팅 방법:

$$\sigma(T) = E(T) \cdot \alpha(T) \cdot [T_m - T]$$

여기서, T는 상기 예열 온도를 의미하고, $\alpha(T)$ 는 온도 T에서 상기 제조물을 구성하는 소재의 열팽창 계수를 의미하고, T_m 은 상기 용융 온도를 의미한다.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 변형량을 예측하는 단계는,
 상기 잔류 응력과 상기 제조물을 구성하는 소재의 탄성 계수 및 푸아송비(poisson's ratio)를 이용하여 상기 제

조물 상에 기 설정된 3차원 좌표계에 따른 상기 제조물의 변형량을 예측하는 3차원 프린팅 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 잔류 응력 및 변형량은,

상기 기 설정된 3차원 좌표계의 x, y, z 축 및 xy면, yz면, zx면에서 형성되는 제조물의 잔류 응력 및 변형량을 포함하며,

상기 제조물의 변형량을 예측하는 단계는,

아래의 수학적식을 이용하여 상기 제조물의 변형량을 예측하는 3차원 프린팅 방법:

$$\begin{aligned} \epsilon_{xx} &= \frac{1}{E}[\sigma_{xx}^{-v}(\sigma_{yy} + \sigma_{zz})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{xy} &= \frac{1+v}{E}\sigma_{xy} \\ \epsilon_{yy} &= \frac{1}{E}[\sigma_{yy}^{-v}(\sigma_{xx} + \sigma_{zz})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{xz} &= \frac{1+v}{E}\sigma_{xz} \\ \epsilon_{zz} &= \frac{1}{E}[\sigma_{zz}^{-v}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{yz} &= \frac{1+v}{E}\sigma_{yz} \end{aligned}$$

여기서, E는 상기 소재의 탄성 계수를 의미하고, v는 상기 소재의 푸아송비를 의미하고, α 는 상기 소재의 열팽창 계수를 의미하고, ϵ 는 상기 변형량을 의미하고, σ 는 상기 잔류 응력을 의미한다.

청구항 7

분말 소재 용융 방식의 3차원 프린팅 장치에 있어서,

제조하고자 하는 제조물에 대한 설계 도면 도면 및 인쇄 공정 정보를 입력받는 입력부,

입력받은 상기 설계 도면 및 인쇄 공정 정보에 따라 출력되는 제조물에 발생하는 잔류 응력을 산출하는 산출부,

산출된 상기 잔류 응력 및 상기 인쇄 공정 정보를 이용하여 상기 설계 도면 상 제조물과 출력되는 제조물 사이의 변형량을 예측하는 예측부,

예측된 상기 변형량에 따라 상기 설계 도면 내 제조물에 대한 설계 정보를 변경하여 상기 설계 도면을 보정하는 제어부, 그리고

상기 보정된 설계 도면 및 상기 인쇄 공정 정보에 따라 분말 소재 용융 방식으로 상기 제조물을 출력하는 출력부를 포함하는 3차원 프린팅 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 인쇄 공정 정보는,

상기 제조물을 구성하는 소재에 대한 정보와 상기 소재를 용융 및 예열하는 온도 및 시간에 대한 정보를 포함하는 3차원 프린팅 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 산출부는,

예열 온도에서 상기 제조물에 발생하는 잔류 응력을 예측하며,

용융 온도와 예열 온도 사이의 온도차, 상기 예열 온도에서 상기 제조물을 구성하는 소재의 강도 및 열팽창 계수를 이용하여 상기 잔류 응력을 산출하는 3차원 프린팅 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 산출부는,

아래의 수학적식을 이용하여 상기 잔류 응력($\sigma(T)$)을 산출하는 3차원 프린팅 장치:

$$\sigma(T) = E(T) \cdot \alpha(T) \cdot [T_m - T]$$

여기서, T는 상기 예열 온도를 의미하고, $\alpha(T)$ 는 온도 T에서 상기 제조물을 구성하는 소재의 열팽창 계수를 의미하고, T_m 은 상기 용융 온도를 의미한다.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 예측부는,

상기 잔류 응력과 상기 제조물을 구성하는 소재의 탄성 계수 및 푸아송비(poisson's ratio)를 이용하여 상기 제조물 상에 기 설정된 3차원 좌표계에 따른 상기 제조물의 변형량을 예측하는 3차원 프린팅 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 잔류 응력 및 변형량은,

상기 기 설정된 3차원 좌표계의 x, y, z 축 및 xy면, yz면, zx면에서 형성되는 제조물의 잔류 응력 및 변형량을 포함하며,

상기 예측부는,

아래의 수학적식을 이용하여 상기 제조물의 변형량을 예측하는 3차원 프린팅 장치:

$$\begin{aligned} \epsilon_{xx} &= \frac{1}{E}[\sigma_{xx}^{-v}(\sigma_{yy} + \sigma_{zz})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{xy} &= \frac{1+\nu}{E}\sigma_{xy} \\ \epsilon_{yy} &= \frac{1}{E}[\sigma_{yy}^{-v}(\sigma_{xx} + \sigma_{zz})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{xz} &= \frac{1+\nu}{E}\sigma_{xz} \\ \epsilon_{zz} &= \frac{1}{E}[\sigma_{zz}^{-v}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{yz} &= \frac{1+\nu}{E}\sigma_{yz} \end{aligned}$$

여기서, E는 상기 소재의 탄성 계수를 의미하고, ν 는 상기 소재의 푸아송비를 의미하고, α 는 상기 소재의 열팽창 계수를 의미하고, ϵ 는 상기 변형량을 의미하고, σ 는 상기 잔류 응력을 의미한다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 잔류 응력에 따른 출력물의 변형을 방지하는 3차원 프린팅 장치 및 그것을 이용한 3차원 프린팅 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 분말 소재 용융 방식의 3차원 프린팅 과정에서 출력물에 발생하는 잔류 응력으로 인한 변형을 예측함으로써 출력물의 품질을 향상시키기 위한 잔류 응력에 따른 출력물의 변형을 방지하는 3차원 프린팅 장치 및 그것을 이용한 3차원 프린팅 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 선택적 레이저 용융 기술은 제품 밀도의 균일성, 재료 유연성, 자유 설계의 용이성으로 인해 의학, 우주 항공, 자동차 부품 제조 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

- [0003] 이러한 선택적 레이저 용융 인쇄는 챔버 조건, 재료 특성, 기계 작동 조건, 레이저 출력, 레이저 스캐닝 속도, 레이저 스캐닝 라인 사이의 거리, 적층 두께와 같은 공정 매개 변수의 엄격히 통제를 요구한다.
- [0004] 이와 같은 매개 변수는 온도, 용융 풀 및 가열 영향 구역, 열 응력, 용융 냉각 거동과 같은 가열 조건 하에서 재료의 성능을 크게 변화시킨다. 그리고 최종 출력 제조물의 품질에 큰 영향을 미친다. 이에 따라 선택적 레이저 용융과 같은 3D 프린팅 기법은 많은 매개 변수를 고려해야 하므로 원하는 제조물을 얻는 것이 쉽지 않다. 특히, 레이저에 의해 용융된 분말이 응고되는 과정에서 응력이 발생하여 제조물의 형상이 변형되는 현상은 선택적 레이저 용융 기법의 큰 단점으로 지적된다.
- [0005] 이러한 선택적 레이저 용융 기법의 단점으로 인해, 3D 프린팅 제조 공정의 효율이 떨어지고 생산 제품의 품질이 악화되는 문제점이 발생하고 있으며 이러한 문제점을 해결하기 위한 개선 기술이 요구된다.
- [0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제10-2017-0013843호(2017.02.07.공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 분말 소재 용융 방식의 3차원 프린팅 과정에서 출력물에 발생하는 잔류 응력으로 인한 변형을 예측함으로써 출력물의 품질을 향상시키기 위한 잔류 응력에 따른 출력물의 변형을 방지하는 3차원 프린팅 장치 및 그것을 이용한 3차원 프린팅 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면 분말 소재 용융 방식의 3차원 프린팅 장치를 이용한 3차원 프린팅 방법에 있어서, 3차원 프린팅 방법은 제조하고자 하는 제조물에 대한 설계 도면 및 인쇄 공정 정보를 입력받는 단계, 입력받은 상기 설계 도면 및 인쇄 공정 정보에 따라 출력되는 제조물에 발생하는 잔류 응력을 산출하는 단계, 산출된 상기 잔류 응력 및 상기 인쇄 공정 정보를 이용하여 상기 설계 도면 상 제조물과 출력되는 제조물 사이의 변형량을 예측하는 단계, 예측된 상기 변형량에 따라 상기 설계 도면 내 제조물에 대한 설계 정보를 변경하여 상기 설계 도면을 보정하는 단계, 그리고 상기 보정된 설계 도면 및 상기 인쇄 공정 정보에 따라 분말 소재 용융 방식으로 상기 제조물을 출력하는 단계를 포함한다.
- [0009] 상기 인쇄 공정 정보는, 상기 제조물을 구성하는 소재에 대한 정보와 상기 소재를 용융 및 예열하는 온도 및 시간에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 잔류 응력을 산출하는 단계는, 예열 온도에서 상기 제조물에 발생하는 잔류 응력을 예측하며, 용융 온도와 예열 온도 사이의 온도차, 상기 예열 온도에서 상기 제조물을 구성하는 소재의 강도 및 열팽창 계수를 이용하여 상기 잔류 응력을 산출할 수 있다.
- [0011] 상기 잔류 응력을 산출하는 단계는, 아래의 수학적식을 이용하여 상기 잔류 응력($\sigma(T)$)을 산출할 수 있다.
- [0012]
$$\sigma(T) = E(T) \cdot \alpha(T) \cdot [T_m - T]$$
- [0013] 여기서, T는 상기 예열 온도를 의미하고, $\alpha(T)$ 는 온도 T에서 상기 제조물을 구성하는 소재의 열팽창 계수를 의미하고, T_m 은 상기 용융 온도를 의미한다.
- [0014] 상기 변형량을 예측하는 단계는, 상기 잔류 응력과 상기 제조물을 구성하는 소재의 탄성 계수 및 푸아송비(poisson's ratio)를 이용하여 상기 제조물 상에 기 설정된 3차원 좌표계에 따른 상기 제조물의 변형량을 예측할 수 있다.
- [0015] 상기 잔류 응력 및 변형량은, 상기 기 설정된 3차원 좌표계의 x, y, z 축 및 xy면, yz면, zx면에서 형성되는 제조물의 잔류 응력 및 변형량을 포함하며, 상기 제조물의 변형량을 예측하는 단계는, 아래의 수학적식을 이용하여 상기 제조물의 변형량을 예측할 수 있다.

$$\begin{aligned}\epsilon_{xx} &= \frac{1}{E}[\sigma_{xx}^{-v}(\sigma_{yy} + \sigma_{zz})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{xy} &= \frac{1+\nu}{E}\sigma_{xy} \\ \epsilon_{yy} &= \frac{1}{E}[\sigma_{yy}^{-v}(\sigma_{xx} + \sigma_{zz})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{xz} &= \frac{1+\nu}{E}\sigma_{xz} \\ \epsilon_{zz} &= \frac{1}{E}[\sigma_{zz}^{-v}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{yz} &= \frac{1+\nu}{E}\sigma_{yz}\end{aligned}$$

[0016]

[0017]

여기서, E는 상기 소재의 탄성 계수를 의미하고, ν 는 상기 소재의 푸아송비를 의미하고, α 는 상기 소재의 열팽창 계수를 의미하고, ϵ 는 상기 변형량을 의미하고, σ 는 상기 잔류 응력을 의미한다.

[0018]

본 발명의 다른 실시예에 따른 분말 소재 용융 방식의 3차원 프린팅 장치에 있어서, 3차원 프린팅 장치는 제조하고자 하는 제조물에 대한 설계 도면 도면 및 인쇄 공정 정보를 입력받는 입력부, 입력받은 상기 설계 도면 및 인쇄 공정 정보에 따라 출력되는 제조물에 발생하는 잔류 응력을 산출하는 산출부, 산출된 상기 잔류 응력 및 상기 인쇄 공정 정보를 이용하여 상기 설계 도면 상 제조물과 출력되는 제조물 사이의 변형량을 예측하는 예측부, 예측된 상기 변형량에 따라 상기 설계 도면 내 제조물에 대한 설계 정보를 변경하여 상기 설계 도면을 보정하는 제어부, 그리고 상기 보정된 설계 도면 및 상기 인쇄 공정 정보에 따라 분말 소재 용융 방식으로 상기 제조물을 출력하는 출력부를 포함한다.

발명의 효과

[0019]

이와 같이 본 발명에 따르면, 3D 프린터로 제조물을 출력하기 전 레이저에 의한 잔류 응력에 따른 출력물의 변형을 미리 예측하여 보정하므로 제조물을 사용자가 원하는 형상으로 정확히 출력할 수 있다. 이에 따라 제조물 출력으로 변형을 확인하는 과정을 생략할 수 있어, 3D 프린팅 제조물의 품질을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 제조 공정 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020]

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 방법을 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 방법을 상세히 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021]

아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0022]

명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0023]

그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0024]

우선 도 1을 통해 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 장치의 구성에 대해 살펴보도록 한다.

[0025]

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 장치의 구성도이다.

[0026]

도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 장치(100)는 분말 소재 용융 방식의 3차원 프린팅 장치(100)로서, 입력부(110), 산출부(120), 예측부(130), 제어부(140) 및 출력부(150)를 포함한다.

[0027]

분말 소재 용융 방식이란 선택적 레이저 용융(selective laser meltin, SLM) 기법과 같이 적층된 분말 소재를 레이저로 용융하여 제조물을 만드는 방식을 말하며, 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 장치(100)는 설계 도면에 따라 적층된 분말 소재를 레이저로 용융하여 제조물을 출력하는 방식을 이용한다.

- [0028] 우선 입력부(110)는 제조하고자 하는 제조물에 대한 설계 도면 및 인쇄 공정 정보를 입력받는다.
- [0029] 구체적으로 설계 도면은 3D CAD 도면뿐만 아니라 3차원 형상을 도시한 도면을 포함한다. 이때, 설계 도면은 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 장치가 생성하거나 통신 연결된 외부 단말로부터 입력받을 수 있다.
- [0030] 그리고 인쇄 공정 정보는 제조물을 구성하는 소재에 대한 정보와 소재를 용융 및 예열하는 온도 및 시간에 대한 정보를 포함한다. 뿐만 아니라, 인쇄 공정 정보는 레이저의 파장 길이, 출력 전력, 빔 품질, 빔 스폿(beam spot), 스캔 속도를 더 포함할 수 있다. 여기서 제조물을 구성하는 소재에 대한 정보는 소재의 종류, 분말 입자의 크기, 열팽창 계수(coefficients of thermal expansion), 푸아송비(poisson's ratio), 탄성 계수(modulus of elasticity)를 포함할 수 있다.
- [0031] 다음으로 산출부(120)는 입력받은 설계 도면 및 인쇄 공정 정보에 따라 출력되는 제조물에 발생하는 잔류 응력을 산출한다.
- [0032] 구체적으로 산출부(120)는 예열 온도에서 제조물에 발생하는 잔류 응력을 예측한다. 그리고 산출부(120)는 용융 온도와 예열 온도 사이의 온도차, 예열 온도에서 제조물을 구성하는 소재의 강도 및 열팽창 계수를 이용하여 잔류 응력을 산출한다.
- [0033] 다음으로 예측부(130)는 산출된 잔류 응력 및 인쇄 공정 정보를 이용하여 설계 도면 상 제조물과 출력되는 제조물 사이의 변형량을 예측한다.
- [0034] 이때 잔류 응력 및 변형량은 x, y, z 축 및 xy면, yz면, zx면에서 형성되는 제조물의 잔류 응력 및 변형량을 포함한다.
- [0035] 예측부(130)는 잔류 응력과 제조물을 구성하는 소재의 탄성 계수 및 푸아송비(poisson's ratio)를 이용하여 제조물 상에 기 설정된 3차원 좌표계에 따른 제조물의 변형량을 예측한다.
- [0036] 다음으로 제어부(140)는 예측된 변형량에 따라 설계 도면 내 제조물에 대한 설계 정보를 변경하여 설계 도면을 보정한다.
- [0037] 다음으로 출력부(150)는 보정된 설계 도면 및 인쇄 공정 정보에 따라 분말 소재 용융 방식으로 제조물을 출력한다.
- [0038] 이하에서는 도 2 및 도 3을 통해 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 장치를 이용한 3차원 프린팅 방법에 대해 살펴보도록 한다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 방법을 나타낸 순서도이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 3차원 프린팅 방법을 상세히 설명하기 위한 도면이다.
- [0040] 도 2에 도시된 바와 같이, 먼저 입력부(110)는 제조하고자 하는 제조물에 대한 설계 도면 및 인쇄 공정 정보를 입력받는다(S210).
- [0041] 예를 들어, 입력부(110)는 도 3의 (a)에 도시된 도면과 같은 3D CAD 도면을 입력받을 수 있으며, 도 3의 (a)에 도시된 제조물의 설계에 따른 인쇄 공정 정보를 함께 입력받을 수 있다.
- [0042] 그러면 산출부(120)는 입력받은 설계 도면 및 인쇄 공정 정보에 따라 출력되는 제조물에 발생하는 잔류 응력을 산출한다(S220).
- [0043] 구체적으로 산출부(120)는 예열 온도에서 제조물에 발생하는 잔류 응력을 예측하며, 용융 온도와 예열 온도 사이의 온도차, 예열 온도에서 제조물을 구성하는 소재의 강도 및 열팽창 계수를 이용하여 잔류 응력을 산출한다.
- [0044] 이때 산출부(120)는 아래의 수학식 1을 이용하여 잔류 응력($\sigma(T)$)을 산출한다.

수학식 1

$$\sigma(T) = E(T) \cdot \alpha(T) \cdot [T_m - T]$$

- [0045]
- [0046] 여기서 T는 예열 온도를 의미하고, $\alpha(T)$ 는 온도 T에서 제조물을 구성하는 소재의 열팽창 계수를 의미하고, T_m

은 용융 온도를 의미한다.

[0047] 다음으로 예측부(130)는 산출된 잔류 응력 및 인쇄 공정 정보를 이용하여 설계 도면 상 제조물과 출력되는 제조물 사이의 변형량을 예측한다(S230).

[0048] 구체적으로 예측부(130)는 잔류 응력과 제조물을 구성하는 소재의 탄성 계수 및 푸아송비를 이용하여 제조물 상에 기 설정된 3차원 좌표계에 따른 제조물의 변형량을 예측한다.

[0049] 이때 제조물이 3차원 형상이므로 변형량은 기 설정된 3차원 좌표계에 따라 예측된다. 따라서 S220 단계에서 산출된 잔류 응력 및 S230 단계에서 예측된 변형량은 x, y, z 축 및 xy면, yz면, zx면에서 형성되는 제조물의 잔류 응력 및 변형량을 포함한다.

[0050] 예를 들어 xy면에서 형성되는 제조물의 변형량은 z축의 양의 방향 또는 음의 방향으로 휘어짐을 나타내며, x축에서 형성되는 제조물의 변형량은 x축에서 제조물의 수축이나 팽창을 나타낸다.

[0051] 구체적으로 예측부(130)는 아래의 수학식 2를 이용하여 제조물의 변형량을 예측한다.

수학식 2

$$\begin{aligned} \epsilon_{xx} &= \frac{1}{E}[\sigma_{xx}^{-v}(\sigma_{yy} + \sigma_{zz})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{xy} &= \frac{1+\nu}{E}\sigma_{xy} \\ \epsilon_{yy} &= \frac{1}{E}[\sigma_{yy}^{-v}(\sigma_{xx} + \sigma_{zz})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{xz} &= \frac{1+\nu}{E}\sigma_{xz} \\ \epsilon_{zz} &= \frac{1}{E}[\sigma_{zz}^{-v}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy})] + \alpha\Delta T & \epsilon_{yz} &= \frac{1+\nu}{E}\sigma_{yz} \end{aligned}$$

[0052]

[0053] 여기서 E는 소재의 탄성 계수를 의미하고, ν 는 소재의 푸아송비를 의미하고, α 는 소재의 열팽창 계수를 의미하고, ϵ 는 변형량을 의미하고, σ 는 잔류 응력을 의미한다. 이때, 아래첨자 xx는 x축, yy는 y축, zz는 z축을 의미하고, 아래첨자 xy는 xy면, xz는 xz면, yz는 yz면을 의미한다.

[0054] 예를 들어 예측부(130)가 수학식 2를 이용하여 도 3의 (a)에 도시된 설계 도면에 따라 출력될 제조물의 변형량을 예측한 후 이를 설계 도면에 반영하면 도 3의 (b)와 같은 형상의 제조물이 예측될 수 있다.

[0055] 그러면 제어부(140)는 예측된 변형량에 따라 설계 도면 내 제조물에 대한 설계 정보를 변경하여 설계 도면을 보정한다(S240).

[0056] 예를 들어 도 3의 (b)에서와 같이, xy면에서 변형이 발생하여 z축의 양의 방향으로 휘어짐이 발생하였다고 가정한다. 그러면 제어부(140)는 도 3의 (a)에 도시된 설계 도면을 xy면에서 z축의 음의 방향으로 휘어지도록 도 3의 (c)와 같이 보정한다.

[0057] 이때 제어부(140)는 S220 및 S230 단계에서 예측된 잔류 응력과 변형량을 이용하여 설계도면을 보정할 수 있다.

[0058] 본 발명의 실시예에 따르면, 제어부(140)는 예측된 변형량을 인공 신경 회로망(artificial neural network, ANN)에 입력하여 보정량을 산출할 수 있다. 그러면 제어부(140)는 인공 신경 회로망을 통해 산출된 보정량을 설계 도면에 적용하여 설계 도면을 보정한다.

[0059] 그러면 출력부(150)는 S240 단계에서 보정된 설계 도면 및 인쇄 공정 정보에 따라 분말 소재 용융 방식으로 제조물을 출력한다(S250).

[0060] 본 발명의 실시예에 따르면, 3D 프린터로 제조물을 출력하기 전 레이저에 의한 잔류 응력에 따른 출력물의 변형을 미리 예측하여 보정하므로 제조물을 사용자가 원하는 형상으로 정확히 출력할 수 있다. 이에 따라 제조물 출력으로 변형을 확인하는 과정을 생략할 수 있어, 3D 프린팅 제조물의 품질을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 제조 공정 효율을 향상시킬 수 있다.

[0061] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서,

본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0062]

100 : 3D 프린팅 장치 110 : 입력부

120 : 산출부 130 : 예측부

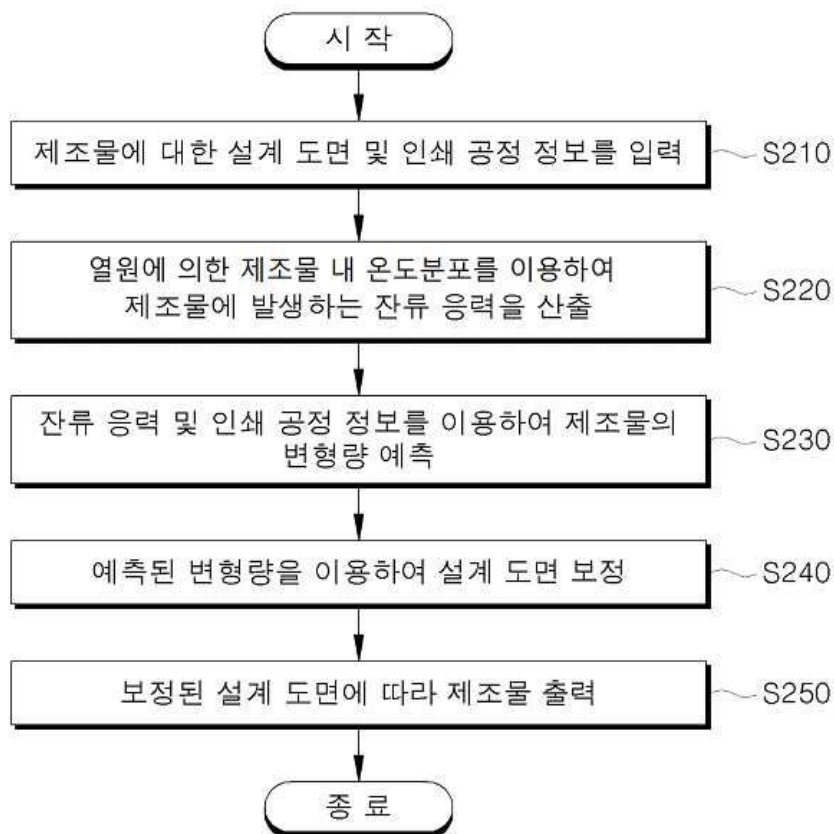
140 : 제어부 150 : 출력부

도면

도면1



도면2



도면3

