



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월21일  
(11) 등록번호 10-2544871  
(24) 등록일자 2023년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B22F 10/73 (2021.01) B22F 10/32 (2021.01)  
B22F 10/80 (2021.01)  
(52) CPC특허분류  
B22F 10/73 (2021.08)  
B22F 10/32 (2021.08)  
(21) 출원번호 10-2021-0099871  
(22) 출원일자 2021년07월29일  
심사청구일자 2021년07월29일  
(65) 공개번호 10-2023-0018108  
(43) 공개일자 2023년02월07일  
(56) 선행기술조사문헌  
W02019187112 A1\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
알앤엑스(주)  
서울특별시 광진구 능동로 209, 324호, 325호(군자동, 세종대학교창업지원센터내대양에이아이센터)  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
임도형  
서울특별시 동작구 등용로 95-1(대방동)  
이은숙  
경기도 성남시 중원구 둔촌대로 104-7, 501호(하대원동)  
(74) 대리인  
임상엽, 이장주, 권정기

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 이상호

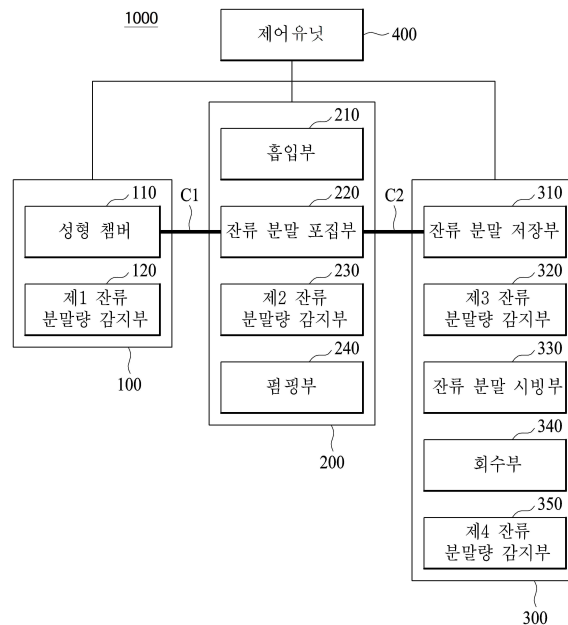
(54) 발명의 명칭 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터

(57) 요약

본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터는, 금속 3D 프린팅에 의해 특정 제품에 대한 프린팅이 완료된 후 금속 3D 프린팅 유닛의 성형 챔버에 잔류하는 잔류 분말의 재사용이 가능하도록 시빙되는 과정에서의 회수율 - 상기 회수율은, 상기 성형 챔버에 잔류하는 잔류 분말의 분말량 대비 시빙 후에

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



최종적으로 회수되는 잔류 분말의 분말량과의 관계로 정의됨 - 을 모니터링 하기 위한 금속 3D 프린터로, 상기 금속 3D 프린팅 유닛 내의 성형 챔버에 잔류하는 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제1 잔류 분말량 감지부; 상기 제1 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 상기 잔류 분말을 흡입한 후, 후공정으로 펄핑하여 이송하기 위한 잔류 분말 이송 유닛 - 상기 잔류 분말 이송 유닛은, 상기 흡입된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제2 잔류 분말량 감지부를 구비함 - ; 상기 후공정과 대응되며, 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의해 이송된 상기 제2 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 상기 잔류 분말을 이송 받아 상기 잔류 분말을 일시적으로 저장하는 잔류 분말 저장부, 상기 잔류 분말 저장부에 저장된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제3 잔류 분말량 감지부, 상기 잔류 분말 저장부에 저장된 상기 잔류 분말을 시빙하여 상기 잔류 분말의 재사용이 가능하도록 하는 잔류 분말 시빙부, 상기 잔류 분말 시빙부에 의해 시빙된 상기 잔류 분말을 회수하기 위한 회수부, 및 상기 회수부에 회수된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제4 잔류 분말량 감지부를 구비하는 잔류 분말 가공 유닛; 및 상기 제1 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 분말량 및 상기 제4 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 분말량을 기초로 하여 상기 회수율을 모니터링하고, 모니터링 결과에 기초하여 정상 동작 여부에 대해 판단하는 제어 유닛;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

(52) CPC특허분류  
**B22F 10/80** (2021.08)

(56) 선행기술조사문헌  
 JP6828829 B2  
 JP2006248231 A  
 JP2017001381 A  
 CN107825705 A  
 KR101872212 B1  
 KR102238328 B1\*  
 US20150298397 A1  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711130561
과제번호	2017M3A9E9073545
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	바이오·의료기술개발(R&D)
연구과제명	생체모방형 이중재질표면 금속적층기술 기반의 무시멘트용 인공관절 개발
기여율	20/100
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2021.01.01 ~ 2022.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425153018
과제번호	S3051622
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	창업성장기술개발(R&D)
연구과제명	3D프린팅 출력 품질 향상을 위한 스캐너 정밀위치보정 시스템 및 프린팅 공정 개선을 위한 스마트 금속3D프린터 개발
기여율	80/100
과제수행기관명	알앤엑스 (주)
연구기간	2021.05.24 ~ 2022.05.23

명세서

청구범위

청구항 1

금속 3D 프린팅에 의해 특정 제품에 대한 프린팅이 완료된 후 금속 3D 프린팅 유닛의 성형 챔버에 잔류하는 잔류 분말의 재사용이 가능하도록 시빙되는 과정에서의 회수율 - 상기 회수율은, 상기 성형 챔버에 잔류하는 잔류 분말의 분말량 대비 시빙 후에 최종적으로 회수되는 잔류 분말의 분말량과의 관계로 정의됨 - 을 모니터링 하기 위한, 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터에 있어서,

상기 금속 3D 프린팅 유닛 내의 성형 챔버에 잔류하는 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제1 잔류 분말량 감지부;

상기 제1 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 상기 잔류 분말을 흡입한 후, 후공정으로 펌핑하여 이송하기 위한 잔류 분말 이송 유닛 - 상기 잔류 분말 이송 유닛은, 상기 흡입된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제2 잔류 분말량 감지부를 구비함 - ;

상기 후공정과 대응되며, 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의해 이송된 상기 제2 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 상기 잔류 분말을 이송 받아 상기 잔류 분말을 일시적으로 저장하는 잔류 분말 저장부, 상기 잔류 분말 저장부에 저장된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제3 잔류 분말량 감지부, 상기 잔류 분말 저장부에 저장된 상기 잔류 분말을 시빙하여 상기 잔류 분말의 재사용이 가능하도록 하는 잔류 분말 시빙부, 상기 잔류 분말 시빙부에 의해 시빙된 상기 잔류 분말을 회수하기 위한 회수부, 및 상기 회수부에 회수된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제4 잔류 분말량 감지부를 구비하는 잔류 분말 가공 유닛; 및

상기 제1 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 분말량 및 상기 제4 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 분말량을 기초로 하여 상기 회수율을 모니터링하고, 모니터링 결과에 기초하여 정상 동작 여부에 대해 판단하는 제어 유닛;를 포함하며,

상기 잔류 분말 이송 유닛은,

상기 흡입을 위해 미리 정해진 제1 시간 동안 흡입 동작이 진행되고, 상기 펌핑을 위해 미리 정해진 제2 시간 동안 펌핑 동작이 진행되며,

상기 잔류 분말 시빙부는,

상기 잔류 분말의 재사용이 가능하도록 미리 정해진 제3 시간 동안 시빙 동작이 진행되며,

상기 제어 유닛은,

상기 회수율이 미리 정해진 회수율 범위를 초과하여 비정상 동작으로 판단하면, 차회부터 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의한 흡인력, 상기 미리 정해진 제1 시간, 상기 미리 정해진 제2 시간, 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의한 펌핑력, 상기 미리 정해진 제3 시간 중 적어도 하나가 변경되도록 제어하며,

상기 제어 유닛은,

상기 회수율이 미리 정해진 회수율 범위를 초과하여 비정상 동작으로 판단하면,

상기 제1 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과와 상기 제2 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과를 비교하여, 결과 값이 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과하는 여부를 판단하고,

상기 제2 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과와 제3 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과를 비교하여, 결과 값이 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과하는지 여부를 판단하며,

상기 제3 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과와 상기 제4 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과를 비교하여, 결과 값이 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과하는지 여부를 판단하며,

상기 제어 유닛은,

상기 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 차회부터 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의한

흡인력을 증대시키거나 상기 미리 정해진 제1 시간을 증가시키고,

상기 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 차회부터 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의한 펌핑력을 증대시키거나 상기 미리 정해진 제2 시간을 증가시키며,

상기 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 차회부터 상기 미리 정해진 제3 시간을 증가시키며,

상기 제어 유닛은,

상기 차회 공정에 대한 회수율이 상기 미리 정해진 회수율 범위를 초과하여 비정상 동작으로 판단하면, 상기 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과하는지 여부, 상기 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과하는지 여부 및 상기 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과하는지 여부를 판단하고,

판단 결과, 상기 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 금속 3D 프린팅 유닛과 상기 잔류 분말 이송 유닛을 연결하는 제1 연결관의 관리가 필요하다고 판단하고, 상기 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 잔류 분말 이송 유닛과 상기 잔류 분말 가공 유닛을 연결하는 제2 연결관의 관리가 필요하다고 판단하며, 상기 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 잔류 분말 시빙부의 관리가 필요하다고 판단하는 것을 특징으로 하는 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 금속 3D 프린팅 유닛에 의해 제품 제조가 완료된 이후 남게 되는 잔류 분말을 재사용할 수 있도록 하는데 사용되는 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 3차원 성형품을 가공하기 위한 장치로 3D 프린터가 사용되고 있으며, 3D 프린터에 의한 성형 방법은 비전문가도 손쉽게 성형품을 제작할 수 있다는 이점 때문에 점차 주조나 단조 등의 전통적인 성형 방법을 대체하고 있다.

[0004] 3D 프린터는 활자나 그림을 인쇄하듯이 입력된 2차원 도면을 바탕으로 실제 입체 모양을 그대로 제작하는 장치이며, 3D 프린팅 기술은 자동차, 건축, 의료, 예술 및 교육 분야 등으로 확대되고 있으며, 다양한 모형을 만들기 위한 용도로 광범위하게 사용되고 있다.

[0005] 3D 프린팅은 크게 보면 절삭형과 적층형으로 구분될 수 있으며, 이 중 재료 손실이 비교적 적은 적층형이 대부분을 차지하고 있다.

[0006] 적층형은 분말 소결 방식(Powder Bed Fusion, PBF)으로도 불리우고 있으며, 한국공개특허 제10-2017-0014618호에 개시된 바와 같이, 레이저를 투사하여 경화시키는 방법을 통해 적층해 가는 방식으로 특정 제품이 완성되도록 한다.

- [0007] 한국공개특허 제10-2017-0014618호에 개시된 바와 같이 종래의 적층형 3D 프린터는 레이저에 의해 분말이 조형물로 소결되는 빌드챔버의 하측에 잔여 분말이 퇴적되기 위한 수거챔버 및 수거챔버에 수거된 분말을 소정의 포집실로 이송시키는 수거 블레이드 등을 포함하고 있으며, 이를 통해 잔여 분말을 제거하는 방법이 개시되어 있다.
- [0008] 상기 포집실에 포집된 잔여 분말은 수작업에 의해 시빙기로 투입되게 되며, 시빙기에 의해 재사용이 불가능한 분말은 걸러진 후 재사용이 가능한 분말만 분리되게 된다.
- [0009] 상기와 같은 종래의 잔여 분말을 제거하고 재사용이 가능하도록 하는 방법은 사용자가 3D 프린터 내부로부터 잔여 분말을 수거하고 이를 시빙기에 투입시키는 수작업이 반드시 필요하게 되며, 수작업의 특성 상 잔여 분말의 분산 등으로 인해 회수율이 감소된다는 심각한 문제를 초래하게 된다.
- [0010] 따라서, 3D 프린팅 후 발생하는 잔여 분말을 재사용하기 위해 가공하는 일련의 공정을 자동화하는 동시에 회수율의 감소를 미연에 방지하도록 하는 연구가 시급한 실정이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0012] 본 발명의 목적은 금속 3D 프린팅 유닛 내의 성형 챔버에 잔류하는 잔류 분말을 시빙 공정을 통해 재사용이 가능하도록 하는 유닛 내로 자동적으로 유입되도록 하여 종래의 수작업에 의한 회수율을 저하를 미연에 방지하는 동시에 회수 과정을 실시간으로 모니터링하여 회수 공정의 관리가 용이하도록 하는 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0014] 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터는, 금속 3D 프린팅에 의해 특정 제품에 대한 프린팅이 완료된 후 금속 3D 프린팅 유닛의 성형 챔버에 잔류하는 잔류 분말의 재사용이 가능하도록 시빙되는 과정에서의 회수율 - 상기 회수율은, 상기 성형 챔버에 잔류하는 잔류 분말의 분말량 대비 시빙 후에 최종적으로 회수되는 잔류 분말의 분말량과의 관계로 정의됨 - 을 모니터링 하기 위한 금속 3D 프린터로, 상기 금속 3D 프린팅 유닛 내의 성형 챔버에 잔류하는 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제1 잔류 분말량 감지부; 상기 제1 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 상기 잔류 분말을 흡입한 후, 후공정으로 펌핑하여 이송하기 위한 잔류 분말 이송 유닛 - 상기 잔류 분말 이송 유닛은, 상기 흡입된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제2 잔류 분말량 감지부를 구비함 - ; 상기 후공정과 대응되며, 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의해 이송된 상기 제2 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 상기 잔류 분말을 이송 받아 상기 잔류 분말을 일시적으로 저장하는 잔류 분말 저장부, 상기 잔류 분말 저장부에 저장된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제3 잔류 분말량 감지부, 상기 잔류 분말 저장부에 저장된 상기 잔류 분말을 시빙하여 상기 잔류 분말의 재사용이 가능하도록 하는 잔류 분말 시빙부, 상기 잔류 분말 시빙부에 의해 시빙된 상기 잔류 분말을 회수하기 위한 회수부, 및 상기 회수부에 회수된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제4 잔류 분말량 감지부를 구비하는 잔류 분말 가공 유닛; 및 상기 제1 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 분말량 및 상기 제4 잔류 분말량 감지부에 의해 감지된 분말량을 기초로 하여 상기 회수율을 모니터링하고, 모니터링 결과에 기초하여 정상 동작 여부에 대해 판단하는 제어 유닛;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0015] 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터의 상기 잔류 분말 이송 유닛은, 상기 흡입을 위해 미리 정해진 제1 시간 동안 흡입 동작이 진행되고, 상기 펌핑을 위해 미리 정해진 제2 시간 동안 펌핑 동작이 진행되며, 상기 잔류 분말 시빙부는, 상기 잔류 분말의 재사용이 가능하도록 미리 정해진 제3 시간 동안 시빙 동작이 진행되며, 상기 제어 유닛은, 상기 회수율이 미리 정해진 회수율 범위를 초과하여 비정상 동작으로 판단하면, 차회부터 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의한 흡인력, 상기 미리 정해진 제1 시간, 상기 미리 정해진 제2 시간, 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의한 펌핑력, 상기 미리 정해진 제3 시간 중 적어도 하나가 변경되도록 제어하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0016] 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터의 상기 제어 유닛은, 상기 회수율이 미리 정해진 회수율 범위를 초과하여 비정상 동작으로 판단하면, 상기 제1 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과와 상기 제2 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과를 비교하여, 결과 값이 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과하는 여부를 판단하고, 상기 제2 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과와 제3 잔류 분말량 감지부에 의

한 감지 결과를 비교하여, 결과 값이 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과하는지 여부를 판단하며, 상기 제3 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과와 상기 제4 잔류 분말량 감지부에 의한 감지 결과를 비교하여, 결과 값이 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과하는지 여부를 판단하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터의 상기 제어 유닛은, 상기 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 차회부터 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의한 흡인력을 증대시키거나 상기 미리 정해진 제1 시간을 증가시키고, 상기 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 차회부터 상기 잔류 분말 이송 유닛에 의한 펌핑력을 증대시키거나 상기 미리 정해진 제2 시간을 증가시키며, 상기 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 차회부터 상기 미리 정해진 제3 시간을 증가시키는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터의 상기 제어 유닛은, 상기 차회 공정에 대한 회수율이 상기 미리 정해진 회수율 범위를 초과하여 비정상 동작으로 판단하면, 상기 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과하는지 여부, 상기 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과하는지 여부 및 상기 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과하는지 여부를 판단하고, 판단 결과, 상기 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 금속 3D 프린팅 유닛과 상기 잔류 분말 이송 유닛을 연결하는 제1 연결관의 관리가 필요하다고 판단하고, 상기 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 잔류 분말 이송 유닛과 상기 잔류 분말 가공 유닛을 연결하는 제2 연결관의 관리가 필요하다고 판단하며, 상기 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 잔류 분말 시빙부의 관리가 필요하다고 판단하는 것을 특징으로 할 수 있다.

**발명의 효과**

[0020] 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터에 의하면, 금속 3D 프린팅 유닛 내의 성형 챔버에 잔류하는 잔류 분말을 시빙 공정을 통해 재사용이 가능하도록 하는 장비 내로 자동적으로 유입되도록 하여 종래의 수작업에 의한 회수율을 저하를 미연에 방지할 수 있다.

[0021] 또한, 회수 과정을 실시간으로 모니터링하여 회수 공정의 관리가 용이하도록 하는 동시에 회수 공정 시 문제가 발생하는 경우 문제를 유발시키는 구성요소의 확인이 가능하도록 하여 작업자의 편의성을 극대화할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0023] 도 1은 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터를 설명하기 위한 블록 구성도.

도 2는 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터의 동작 순서를 설명하기 위한 순서도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0024] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명의 사상은 제시되는 실시예에 제한되지 아니하고, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서 다른 구성요소를 추가, 변경, 삭제 등을 통하여, 퇴보적인 다른 발명이나 본 발명 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본원 발명 사상 범위 내에 포함된다고 할 것이다.

[0026] 또한, 각 실시예의 도면에 나타나는 동일한 사상의 범위 내의 기능이 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 사용하여 설명한다.

[0028] 도 1은 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터를 설명하기 위한 블록 구성도이다.

[0030] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터(1000, 이하 "금속 3D 프린터"라 함)는, 금속 3D 프린팅에 의해 특정 제품에 대한 프린팅이 완료된 후 성형 챔버(110)에 잔류하는 잔류 분말의 재사용이 가능하도록 시빙되는 과정에서의 회수율을 모니터링하여 회수 공정의 관리가 용이하도록 하는 동시에 회수 공정 시 문제가 발생하는 경우 문제를 유발시키는 원인을 즉각 확인할 수 있도록 하여 편의성을 증대시킬 수 있는 금속 3D 프린터에 대한 것이다.

[0031] 여기서, 본 발명에서 사용되는 회수율에 대해 정의하면, 상기 회수율은 상기 성형 챔버(110)에 잔류하는 잔류

분말의 분말량 대비 시빙 후에 최종적으로 회수되는 잔류 분말의 분말량의 관계, 즉, 비율 관계를 의미할 수 있다.

- [0033] 본 발명에 따른 금속 3D 프린터(1000)는 금속 3D 프린팅 유닛(100), 잔류 분말 이송 유닛(200) 및 잔류 분말 가공 유닛(300) 및 전체적인 동작을 제어하는 제어 유닛(400) 등을 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 금속 3D 프린팅 유닛(100)은 분말 소결 방식(Powder Bed Fusion, PBF)의 적층형 장비로, 성형 챔버(110) 내에서 레이저를 분말층에 투사하여 경화시키는 단계를 반복적으로 수행하여 제품을 제작할 수 있는 장비로, 공지의 장비가 적용될 수 있다.
- [0035] 상기 금속 3D 프린팅 유닛(100)은 장비 내의 성형 챔버(110)에 제품의 프린팅이 완료된 후 잔류하는 잔류 분말의 분말량을 감지할 수 있는 제1 잔류 분말량 감지부(120)를 포함할 수 있다.
- [0036] 여기서, 상기 제1 잔류 분말량 감지부(120)는 잔류 분말의 분말량을 감지할 수 있는 구성이면 모두 적용 가능하며, 예를 들어 공지의 로드셀 등일 수 있다.
- [0037] 한편, 상기 성형 챔버(110)에 잔류하는 잔류 분말은 상기 금속 3D 프린팅 유닛(100) 내의 별도의 수집공간에 수집된 상태에서 상기 제1 잔류 분말량 감지부(120)에 의해 분말량이 감지될 수 있다.
- [0038] 이 경우, 상기 제1 잔류 분말량 감지부(120)는 상기 수집공간을 규정하는 일면에 부착되는 위치 센서 등을 포함할 수 있으며, 상기 위치 센서는 상기 수집공간에 수집된 잔류 분말의 층 높이를 감지하고 상기 수집공간의 사이즈 또는 상기 수집공간의 부피 등을 기초로 하여 잔류 분말의 분말량을 도출할 수 있게 한다.
- [0039] 한편, 상기 수집공간에 수집된 잔류 분말의 층은 별도의 진동 수단에 의해 평평한 상태로 유지될 수 있다.
- [0040] 상기 잔류 분말 이송 유닛(200)은 상기 제1 잔류 분말량 감지부(120)에 의해 감지된 상기 잔류 분말을 제1 연결관(C1)을 통해 흡입하기 위한 흡입부(210), 상기 흡입부(210)에 의해 흡입된 상기 잔류 분말을 포집하기 위한 잔류 분말 포집부(220), 상기 잔류 분말 포집부(220)에 포집된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 제2 잔류 분말량 감지부(230), 및 상기 제2 잔류 분말량 감지부(230)에 의해 감지된 상기 잔류 분말을 후공정으로 펌핑하여 제2 연결관(C2)을 통해 이송시키기 위한 펌핑부(240) 등을 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 흡입부(210)는 흡입력을 제공할 수 있는 구성이면 모두 적용 가능할 수 있으며, 상기 흡입력은 제어 유닛(400)에 의해 조절될 수 있다.
- [0042] 상기 흡입부(210)는 잔류 분말의 흡입을 위해 미리 정해진 제1 시간 동안 제어 유닛(400)에 의해 흡입 동작이 진행될 수 있다.
- [0043] 상기 펌핑부(240)는 펌핑력을 제공할 수 있는 구성이면 모두 적용 가능할 수 있으며, 상기 펌핑력은 상기 제어 유닛(400)에 의해 조절될 수 있다.
- [0044] 상기 펌핑부(240)는 잔류 분말의 펌핑을 위해 미리 정해진 제2 시간 동안 제어 유닛(400)에 의해 펌핑 동작이 진행될 수 있다.
- [0045] 한편, 제2 잔류 분말량 감지부(230)는 상기 제1 잔류 분말량 감지부(120)와 동일한 구성일 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0046] 상기 잔류 분말 포집부(220)에 포집된 잔류 분말의 층은 별도의 진동 수단에 의해 평평한 상태로 유지될 수 있다.
- [0047] 잔류 분말 가공 유닛(300)은 상기 후공정이 진행되기 위한 구성요소로, 상기 후공정과 대응되며, 잔류 분말 저장부(310), 제3 잔류 분말량 감지부(320), 잔류 분말 시빙부(330), 회수부(340) 및 제4 잔류 분말량 감지부(350) 등을 포함할 수 있다.
- [0048] 상기 잔류 분말 저장부(310)는 상기 잔류 분말 이송 유닛(200)에 의해 이송된 상기 제2 잔류 분말량 감지부(230)에 의해 감지된 상기 잔류 분말을 이송 받아 상기 잔류 분말을 일시적으로 저장하기 위한 공간을 제공하는 구성으로, 상기 펌핑부(240)에 의해 펌핑되어 상기 제2 연결관(C2)을 통해 이송된 잔류 분말을 일시적으로 저장할 수 있다.
- [0049] 상기 제3 잔류 분말량 감지부(320)는 상기 잔류 분말 저장부(310)에 저장된 잔류 분말의 분말량을 감지할 수 있는 구성으로, 상기 제1 잔류 분말량 감지부(120) 또는 제2 잔류 분말량 감지부(230)와 동일한 구성일 수

있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0050] 여기서, 상기 잔류 분말 저장부(310)에 저장된 잔류 분말의 층은 별도의 진동 수단에 의해 평평한 상태로 유지될 수 있다.
- [0051] 상기 잔류 분말 시빙부(330)는 상기 잔류 분말 저장부(310)에 저장된 상기 잔류 분말을 시빙하여 상기 잔류 분말의 적어도 일부가 재사용이 가능하도록 할 수 있으며, 소정 크기의 격자로 형성된 일종의 체일 수 있다.
- [0052] 상기 잔류 분말 시빙부(330)는 격자에 의해 형성된 간극의 크기에 기초하여 통과되어 재사용이 가능한 잔류 분말을 선별할 수 있다.
- [0053] 상기 잔류 분말 시빙부(330)는 잔류 분말의 선별에 의한 재사용이 가능하도록 미리 정해진 제3 시간 동안 시빙 동작이 진행될 수 있다.
- [0054] 상기 회수부(340)는 상기 잔류 분말 시빙부에 의해 시빙된 상기 잔류 분말을 회수하기 위한 구성으로, 상기 회수부(340)에 회수된 잔류 분말은 재사용이 가능한 잔류 분말 일 수 있다.
- [0055] 상기 제4 잔류 분말량 감지부(350)는 상기 회수부(340)에 회수된 상기 잔류 분말의 분말량을 감지하기 위한 구성으로, 상기 제1 잔류 분말량 감지부(120), 제2 잔류 분말량 감지부(230) 또는 제3 잔류 분말량 감지부(320)와 동일한 구성일 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0056] 여기서, 상기 회수부(340)에 저장된 잔류 분말의 층은 별도의 진동 수단에 의해 평평한 상태로 유지될 수 있다.
- [0057] 제어 유닛(400)은 금속 3D 프린팅 유닛(100), 잔류 분말 이송 유닛(200) 및 잔류 분말 가공 유닛(300)의 전체적인 동작을 제어할 수 있으며, 특히, 상기 제1 잔류 분말량 감지부(120)에 의해 감지된 분말량 및 상기 제4 잔류 분말량 감지부(350)에 의해 감지된 분말량을 기초로 하여 회수율을 모니터링하고, 모니터링 결과에 기초하여 정상 동작 여부에 대해 판단할 수 있다.
- [0058] 한편, 상기 제어 유닛(400)은 상기 회수율이 미리 정해진 회수율 범위를 초과하여 비정상 동작으로 판단하면, 차회부터 상기 잔류 분말 이송 유닛(200)에 의한 흡입력, 상기 미리 정해진 제1 시간, 상기 미리 정해진 제2 시간, 상기 잔류 분말 이송 유닛(200)에 의한 펌핑력, 상기 미리 정해진 제3 시간 중 적어도 하나가 변경되도록 제어하여 차회부터의 회수율이 상기 미리 정해진 회수율 범위 내에 위치하도록 할 수 있다.
- [0059] 이하에서는 도 2를 참조로 하여 본 발명에 따른 금속 3D 프린터(1000)의 동작 순서에 대해 구체적으로 설명한다.
- [0061] 도 2는 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터의 동작 순서를 설명하기 위한 순서도이다.
- [0063] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 금속 3D 프린터(1000)는 금속 3D 프린팅에 의해 제품을 제작하는 제1 단계(S10), 금속 3D 프린팅 유닛(100)의 성형 챔버(110) 내의 잔류 분말의 분말량을 감지하는 제2 단계(S20), 성형 챔버(110) 내의 잔류 분말을 흡입하는 제3 단계(S30), 잔류 분말 포집부(220)에 포집된 잔류 분말의 분말량을 감지하는 제4 단계(S40), 잔류 분말 포집부(220)에 포집된 잔류 분말을 펌핑하는 제5 단계(S50), 잔류 분말 저장부(310)에 저장된 잔류 분말의 분말량을 감지하는 제6 단계(S60), 잔류 분말을 시빙하는 제7 단계(S70), 회수부(340)에 회수된 잔류 분말의 분말량을 감지하는 제8 단계(S80) 및 회수율을 산정하는 제9 단계(S90)가 진행되어 잔류 분말의 시빙 회수율을 모니터링 할 수 있다.
- [0064] 상기 제1 단계(S10)는 금속 3D 프린팅 유닛(100)에 의해 특정 제품을 성형하는 단계로, 여기서 사용되는 금속 분말은 티타늄 및/또는 코발트크롬(CoCr)을 주성분으로 하는 금속 분말일 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0065] 상기 제1 단계(S10)에 의해 특정 제품의 성형이 완료되면, 상기 특정 제품은 상기 금속 3D 프린팅 유닛(100)의 성형 챔버(110)로부터 외부로 인출되게 되며, 상기 성형 챔버(110) 내에는 성형에 사용되지 못한 잔류 분말이 존재하게 된다.
- [0066] 상기 제2 단계(S20)는 상기 성형 챔버(110) 내의 잔류 분말의 분말량을 감지하는 단계로, 제1 잔류 분말량 감지부(120)에 의해 진행될 수 있다.
- [0067] 상기 제1 잔류 분말량 감지부(120)에 의해 상기 성형 챔버(110) 내의 잔류 분말의 분말량의 감지가 완료되면, 잔류 분말 이송 유닛(200)의 흡입부(210)가 특정 흡입력 상태로 미리 정해진 제1 시간 동안 동작하는 제3 단계



(S30)가 진행된다.

- [0068] 상기 제3 단계(S30)에 의해 상기 성형 챔버(110) 내의 잔류 분말은 제1 연결관(C1)을 통해 흡입되어 잔류 분말 포집부(220)에 포집되게 되며, 포집이 완료되면 제4 단계(S40)가 진행된다.
- [0069] 상기 제4 단계(S40)는 제2 잔류 분말량 감지부(230)에 의해 상기 잔류 분말 포집부(220)에 포집된 잔류 분말의 분말량을 감지하는 단계일 수 있다.
- [0070] 상기 제2 잔류 분말량 감지부(230)에 의해 상기 잔류 분말 포집부(220)에 포집된 잔류 분말의 분말량의 감지가 완료되면, 잔류 분말 이송 유닛(200)의 펌핑부(240)가 특정 펌핑력 상태로 미리 정해진 제2 시간 동안 동작하는 제5 단계(S50)가 진행된다.
- [0071] 상기 제5 단계(S50)에 의해 상기 잔류 분말 포집부(220)에 포집된 잔류 분말은 제2 연결관(C2)을 통해 펌핑되어 잔류 분말 가공 유닛(300)의 잔류 분말 저장부(310)에 일시적으로 저장되게 된다.
- [0072] 상기 잔류 분말 저장부(310)에 잔류 분말이 저장되면, 제4 잔류 분말량 감지부(350)에 의해 상기 잔류 분말 저장부(310)에 저장된 잔류 분말의 분말량이 감지되는 제6 단계(S60)가 진행된다.
- [0073] 상기 제7 단계(S70)는 상기 제4 잔류 분말량 감지부(350)에 의해 감지된 잔류 분말이 잔류 분말 시빙부(330)를 통과하여 시빙되는 단계일 수 있다.
- [0074] 상기 제7 단계(S70)를 통한 시빙 과정은 미리 정해진 제3 시간 동안 진행되게 되며, 상기 제7 단계(S70)가 완료되면, 재사용이 가능한 잔류 분말은 회수부(340)에 회수되게 된다.
- [0075] 상기 잔류 분말이 회수부(340)에 회수되면, 제4 잔류 분말량 감지부(350)에 의해 상기 회수부(340)에 회수된 잔류 분말의 분말량을 감지하는 제8 단계(S80)가 진행된다.
- [0076] 한편, 제8 단계(S80)가 완료되면, 제어 유닛(400)에 의해 회수율이 산정되는 제9 단계(S90)가 진행된다.
- [0077] 상기 회수율은 전술한 바와 같이 제1 잔류 분말량 감지부(120)에 의해 감지되는 상기 성형 챔버(110)에 잔류하는 잔류 분말의 분말량 대비 제4 잔류 분말량 감지부(350)에 의해 감지되는 시빙 후에 최종적으로 회수되는 잔류 분말의 분말량의 관계, 즉, 비율 관계를 의미할 수 있다.
- [0078] 상기 제어 유닛(400)은 회수율을 산정하여 상기 회수율을 모니터링하고, 모니터링 결과에 기초하여 본 발명에 따른 금속 3D 프린터(1000)의 정상 동작 여부에 대해 판단하게 된다.
- [0079] 여기서, 상기 정상 동작으로 판단하기 위한 상기 회수율은 미리 정해진 회수율 범위로 정의될 수 있으며, 상기 미리 정해진 회수율 범위는 본 발명에 따른 금속 3D 프린터(1000)을 구성하는 각 구성요소의 성능, 동작 시간 등을 고려한 수학적 방법, 과학적 방법 또는 경험칙적인 방법 등을 통해 산출할 수 있다.
- [0080] 상기 제어 유닛(400)은 제9 단계(S90)를 통해 산정된 상기 회수율이 미리 정해진 회수율 범위를 초과하면 비정상 동작으로 판단하게 되며, 이 경우 차회부터 상기 잔류 분말 이송 유닛(200)에 의한 흡인력, 상기 미리 정해진 제1 시간, 상기 미리 정해진 제2 시간, 상기 잔류 분말 이송 유닛(200)에 의한 펌핑력, 상기 미리 정해진 제3 시간 중 적어도 하나가 변경되도록 구성요소를 제어할 수 있다.
- [0081] 구체적으로, 상기 제어 유닛(400)은 상기 회수율이 상기 미리 정해진 회수율 범위를 초과하여 비정상 동작으로 판단하는 경우, 하기와 같이 추가로 특정 조건 여부를 판단하게 된다.
- [0082] 상기 제어 유닛(400)은 상기 제1 잔류 분말량 감지부(120)에 의한 감지 결과와 상기 제2 잔류 분말량 감지부(230)에 의한 감지 결과를 비교하여, 결과 값이 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과하는 여부를 판단할 수 있다.
- [0083] 그리고, 상기 제어 유닛(400)은 상기 제2 잔류 분말량 감지부(230)에 의한 감지 결과와 제3 잔류 분말량 감지부(320)에 의한 감지 결과를 비교하여, 결과 값이 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과하는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0084] 또한, 상기 제어 유닛(400)은 상기 제3 잔류 분말량 감지부(320)에 의한 감지 결과와 상기 제4 잔류 분말량 감지부(350)에 의한 감지 결과를 비교하여, 결과 값이 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과하는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0085] 여기서, 상기 미리 정해진 제1 손실율은 잔류 분말 이송 유닛(200)의 흡입부(210)가 특정 흡입력 상태로 미리

정해진 제1 시간 동안 동작되어 성형 챔버(110)로부터 제1 연결관(C1)을 통해 잔류 분말 포집부(220)로 잔류 분말이 이송되는 과정에서 발생될 수 밖에 없는 손실율을 의미할 수 있으며, 상기 손실율 및 미리 정해진 제1 손실율의 범위는 상기 특정 흡입력의 크기, 상기 미리 정해진 제1 시간 및 상기 제1 연결관(C1)의 상태 등을 고려한 수학적 방법, 과학적인 방법 또는 경험칙적인 방법 등을 통해 산출되게 된다.

[0086] 상기 미리 정해진 제2 손실율은 잔류 분말 이송 유닛(200)의 펌핑부(240)가 특정 펌핑력 상태로 미리 정해진 제2 시간 동안 동작되어 상기 잔류 분말 포집부(220)로부터 제2 연결관(C2)을 통해 잔류 분말 저장부(310)로 잔류 분말이 이송되는 과정에서 발생될 수 밖에 없는 손실율을 의미할 수 있으며, 상기 손실율 및 미리 정해진 제2 손실율의 범위는 상기 특정 펌핑력의 크기, 상기 미리 정해진 제2 시간 및 상기 제2 연결관(C2)의 상태 등을 고려한 수학적 방법, 과학적인 방법 또는 경험칙적인 방법 등을 통해 산출되게 된다.

[0087] 상기 미리 정해진 제3 손실율은 잔류 분말 저장부(310)에 저장된 잔류 분말이 미리 정해진 제3 시간 동안 잔류 분말 시빙부(330)를 통과하여 회수부(340)로 회수되는 과정에서 발생될 수 밖에 없는 손실율을 의미할 수 있으며, 상기 손실율 및 미리 정해진 제3 손실율의 범위는 잔류 분말 저장부(310)의 내벽의 상태, 잔류 분말 시빙부(330)의 상태 및 미리 정해진 제3 시간 등을 고려한 수학적 방법, 과학적인 방법 또는 경험칙적인 방법 등을 통해 산출되게 된다.

[0088] 상기 제어 유닛(400)은 상기 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 이에 대한 1차적인 원인을 잔류 분말 이송 유닛(200)의 흡인부(210)의 흡인력 저하 또는 미리 정해진 제1 시간의 부족이라고 판단하여, 차회부터 상기 잔류 분말 이송 유닛(200)의 흡인부(210)에 의한 흡인력을 증대시키거나 상기 미리 정해진 제1 시간을 증가시키도록 상기 흡인부(210)를 제어할 수 있다.

[0089] 상기 제어 유닛(400)은 상기 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 이에 대한 1차적인 원인을 잔류 분말 이송 유닛(200)의 펌핑부(240)의 펌핑력 저하 또는 미리 정해진 제2 시간의 부족이라고 판단하여, 차회부터 상기 잔류 분말 이송 유닛(200)의 펌핑부(240)에 의한 펌핑력을 증대시키거나 상기 미리 정해진 제2 시간을 증가시키도록 상기 펌핑부(240)를 제어할 수 있다.

[0090] 상기 제어 유닛(400)은 상기 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 이에 대한 1차적인 원인을 시빙에 필요한 미리 정해진 제3 시간의 부족이라고 판단하여, 차회부터 상기 미리 정해진 제3 시간을 증가시키도록 제7 단계(S70)의 진행 시간을 증가시킬 수 있다.

[0091] 상기와 같이 제어 유닛(400)은 제9 단계(S90)를 통해 회수율을 산정하고 이를 통해 비정상 동작이라고 판단하면 진술한 방법으로 손실율을 산정하고 손실율에 따라 차회 회수율 공정부터는 특정 구성요소 등을 제어하여 정상 동작으로 작동하도록 할 수 있는 것이다.

[0093] 한편, 제어 유닛(400)은 상기와 같은 방법으로 특정 구성요소 등을 제어했음에도 불구하고 차회 공정에 대한 제9 단계(S90)를 통해 산정되는 회수율이 미리 정해진 회수율 범위를 초과함으로써 인하여 본 발명에 따른 금속 3D 프린터(1000)이 비정상 동작이라고 판단하는 경우, 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과하는지 여부, 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과하는지 여부 및 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과하는지 여부를 판단할 수 있다.

[0094] 판단 결과, 상기 미리 정해진 제1 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 제어 유닛(400)은 이에 대한 원인을 상기 금속 3D 프린팅 유닛(100)와 상기 잔류 분말 이송 유닛(200)을 연결하는 제1 연결관(C1)에 있다고 판단하여 상기 제1 연결관(C1)의 관리가 필요하다고 판단할 수 있다.

[0095] 또한, 상기 미리 정해진 제2 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 제어 유닛(400)은 이에 대한 원인을 상기 잔류 분말 이송 유닛(200)와 상기 잔류 분말 가공 유닛(300)을 연결하는 제2 연결관(C2)에 있다고 판단하여 상기 제2 연결관(C2)의 관리가 필요하다고 판단할 수 있다.

[0096] 또한, 상기 미리 정해진 제3 손실율의 범위를 초과한다고 판단하면, 상기 제어 유닛(400)은 이에 대한 원인을 잔류 분말 시빙부(330)에 있다고 판단하여 상기 잔류 분말 시빙부(330)의 관리가 필요하다고 판단할 수 있다.

[0097] 상기 제어 유닛(400)은 관리가 필요하다고 판단된 결과에 대해서는 별도의 출력수단을 통해 사용자에게 알려줄 수 있으며, 이 경우 사용자는 본 발명에 따른 금속 3D 프린터(1000)을 정지시키고 관리가 필요한 구성요소를 세척 등의 점검을 하게 된다.

[0098] 사용자의 점검이 완료되면, 본 발명에 따른 금속 3D 프린터(1000)는 다시 동작하게 되며, 이로 인해 회수율에

문제가 없는 상태로 안정적으로 잔류 분말의 회수가 진행되게 된다.

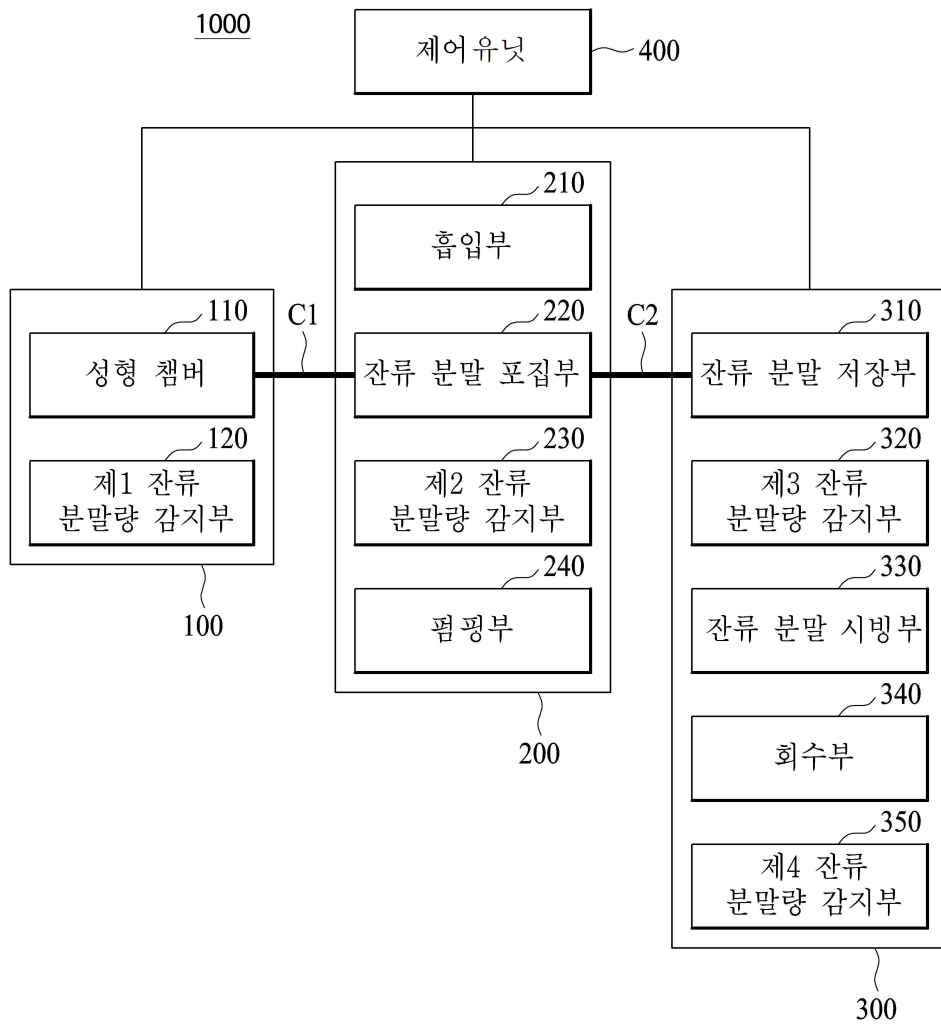
- [0100] 상기와 같이 본 발명에 따른 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터(1000)는 금속 3D 프린팅 유닛(100) 내의 성형 챔버(110)에 잔류하는 잔류 분말을 시빙 공정을 통해 재사용이 가능하도록 하는 장비 내로 자동적으로 유입되도록 하여 종래의 수작업에 의한 회수율을 저하를 미연에 방지할 수 있다.
- [0101] 또한, 회수 과정을 실시간으로 모니터링하여 회수 공정의 관리가 용이하도록 하는 동시에 회수 공정 시 문제가 발생하는 경우 문제를 유발시키는 구성요소의 확인이 가능하도록 하여 작업자의 편의성을 극대화할 수 있다.
- [0103] 상기에서는 본 발명에 따른 실시예를 기준으로 본 발명의 구성과 특징을 설명하였으나 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 사상과 범위 내에서 다양하게 변경 또는 변형할 수 있음은 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자에게 명백한 것이며, 따라서 이와 같은 변경 또는 변형은 첨부된 특허청구범위에 속함을 밝혀둔다.

**부호의 설명**

- [0105] 100: 금속 3D 프린팅 유닛
- 110: 성형 챔버
- 120: 제1 잔류 분말량 감지부
- 200: 잔류 분말 이송 유닛
- 210: 흡입부
- 220: 잔류 분말 포집부
- 230: 제2 잔류 분말량 감지부
- 240: 펌핑부
- 300: 잔류 분말 가공 유닛
- 310: 잔류 분말 저장부
- 320: 제3 잔류 분말량 감지부
- 330: 잔류 분말 시빙부
- 340: 회수부
- 350: 제4 잔류 분말량 감지부
- 400: 제어 유닛
- 1000: 분말 시빙 회수율에 대한 모니터링이 가능한 금속 3D 프린터
- C1: 제1 연결관
- C3: 제2 연결관

도면

도면1



도면2

