(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0076000
(43) 공개일자 2023년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 10/32 (2021.01) *B22F 10/28* (2021.01)
B22F 10/368 (2021.01) *B22F 10/80* (2021.01)
B22F 12/70 (2021.01) *B22F 12/90* (2021.01)
B33Y 10/00 (2015.01) *B33Y 40/00* (2020.01)
B33Y 50/00 (2015.01)
(52) CPC특허분류
B22F 10/32 (2021.08)
B22F 10/28 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2021-0162777
(22) 출원일자 2021년11월23일
심사청구일자 2021년11월23일

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
최균석
서울시 양천구 목동서로 280, 804동 305호
박영
대전시 서구 청사로 281, 205동 1003호
(74) 대리인
한상수

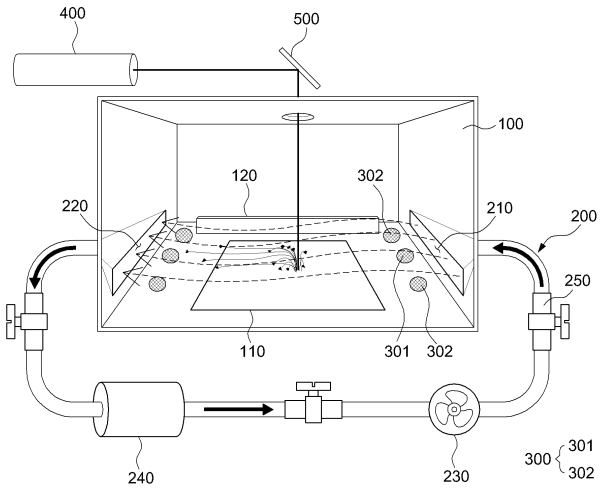
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치 및 모니터링 방법**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시 예는 챔버 내부에 가스 순환 시 열선풍속센서를 구비하여 필터에 퓸(Fume)이 누적되는 것을 방지하는 모니터링 하는 시스템을 제공한다. 본 발명의 실시 예에 따른 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치는 내부 공간을 구비하는 챔버; 상기 챔버와 결합하고 가스를 순환시켜 상기 챔버 내 산소농도를 제어하는 순환부; 상기 챔버 내부에 구비되고 상기 챔버 내 가스 유속을 측정하는 열선풍속센서; 및 상기 열선풍속센서와 연결되며 가스의 풍속을 제어하는 제어부;를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B22F 10/368 (2021.01)
B22F 10/80 (2021.08)
B22F 12/70 (2021.08)
B22F 12/90 (2021.08)
B33Y 10/00 (2013.01)
B33Y 40/00 (2023.05)
B33Y 50/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415171541
과제번호	P0013661
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	스마트특성화기반구축(R&D)
연구과제명	스마트 적층제조 공정혁신 지원기반 고도화사업
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(재)대전테크노파크
연구기간	2020.04.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

내부 공간을 구비하는 챔버;

상기 챔버와 결합하고 가스를 순환시켜 상기 챔버 내 산소농도를 제어하는 순환부;

상기 챔버 내부에 구비되고 상기 챔버 내 가스 유속을 측정하는 열선풍속센서; 및

상기 열선풍속센서와 연결되며 가스의 풍속을 제어하는 제어부;를 포함하고,

상기 열선풍속센서를 이용하여 퓸 필터 성능을 모니터링 하는 것을 것을 특징으로 하는 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 순환부는,

상기 챔버와 결합하고 가스를 상기 챔버 내부로 공급하는 인렛;

상기 챔버와 결합하고 가스가 배출되는 아웃렛;

가스의 공급 방향을 조절하는 팬; 및

가스 순환 시 퓸을 여과하는 필터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치.

청구항 3

청구항1에 있어서,

상기 순환부는, 상기 챔버 외벽과 결합하며 파이프로 연결된 것을 특징으로 하는 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 필터는 순환되는 유체의 오염도에 따라 선택적으로 교체될 수 있는 것을 특징으로 하는 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 열선풍속센서는,

풍속에 따른 열손실을 감지하는 열선;

상기 열선과 결합하며 상기 열선을 지지하는 생크; 및

상기 생크와 결합하며 풍속을 측정하는 프로브;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 열선풍속센서는, 인렛 및 아울렛에 복수개로 설치되는 것을 특징으로 하는 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 열선풍속센서는, 빌드 플레이트의 폭 기준으로 중앙에 설치되어 유동의 절대적 강도를 측정하는 제1열선풍속센서 및 빌드 플레이트의 폭 기준으로 1/4위치와 3/4 위치에 설치되어 포물선 형태의 일반적인 유동 분포에 대한 치우침의 정도를 측정하는 제2열선풍속센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 열선의 재질은, 백금, 텅스텐, NTC서미스터, PCT서미스터로 이루어진 군 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제어부는 팬에 제어신호를 전달해서 상기 필터에 붙은 이물질이 제거되도록 상기 팬을 역으로 회전시키는 것을 특징으로 하는 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 가스는 N_2, Ar. He 등의 불활성 가스를 사용하는 것을 특징으로 하는 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치.

청구항 11

정상상태 유속 범위를 설정하고 챔버로 가스를 공급하는 제 1단계;

열선풍속센서가 가스의 유속을 측정하는 제 2단계;

유속이 불안정할 시 팬을 역회전 시켜 불순물을 제거하는 제 3단계;

유속이 정상상태 유속을 벗어나는 경우 알람을 발생하는 제 4단계; 및

필터를 점검 또는 교체하는 제 5단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 필터 모니터링 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

제 1단계에서 정상상태 유속 범위는, 불순물이 제거되는 유속인 것을 특징으로 하는 필터 모니터링 방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

제 4단계에서는, 상기 알람이 모바일 디바이스로 전달되는 것을 특징으로 하는 필터 모니터링 방법.

청구항 14

청구항 1내지 청구항 9중 선택되는 어느 하나 이상의 항의 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 장치; 및

풍속을 모니터링 하는 디스플레이부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 필터 상태 측정 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 PBF 3D 프린터 필터 모니터링 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 챔버 내부에 가스 순환 시 열선풍속센서를 구비하여 필터에 퓸(Fume)이 누적되는 것을 방지하는 필터 모니터링 장치 및 필터 모니터링 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] PBF(powder bed fusion) 방식의 3D프린팅 공정은 금속분말 소재를 빌드 플레이트 위에 원하는 두께로 평평하게 분포시켜 일정한 두께의 레이어를 형성한 후 레이저를 삼차원 형상 데이터 기반으로 선택적으로 조사하여 금속분말 소재를 용융-결합시키는 공정으로 주로 산업용 고정밀 소형 부품 또는 맞춤형 제작 부품 등의 제조공정에 활용된다.

[0004] 높은 에너지원인 레이저로 금속분말을 용융하는 PBF 3D프린팅 공정은 상당량의 Fume과 Spatter등의 비산이 발생하고, 이러한 불순물이 3D프린팅 공정 주변부에 침착되어 최종 출력물의 순도를 저해 하고, 비산하는 불순물이 레이저의 표면 입사 과정을 방해하며 최종 출력물에 다수의 기공을 발생시켜 생산물의 품질을 저하시키는 문제점이 있다.

[0005] 종래에, 이런 문제점을 해결하기 위해 PBF 3D프린팅에서는 불활성 가스(N2, Ar, He 등)를 이용하여 빌드 챔버내 산소농도를 제어하여 Fume과 Spatter등의 불순물을 제거하는 공정가스 순환 시스템이 개시되었다.

[0006] 공정가스 순환 시스템은 Inlet을 통해 챔버 내부에 공급된 가스는 빌드 플레이트의 상면 전체에 걸쳐 일정한 속도의 층류 유동을 발생시켜 출력 중 발생하는 Fume 또는 Spatter가 Outlet으로 배출되도록 도우며, 필터는 해당 유동 중 Fume 또는 Spatter를 여과하여 깨끗한 공정 가스를 챔버로 재공급하는 역할을 한다.

[0007] 이때 필터 표면에 불순물이 과포집 되면 불순물끼리 cake layer를 형성하여 공정 가스 순환에 과도한 압력 강하를 초래한다. 가스 순환계통의 압력 손실은 유동 속도를 전체적으로 떨어뜨려 Fume과 Spatter의 원활한 제거를 방해하고 결과적으로 이들이 레이저의 조사경로를 방해하며 최종 출력물에 다수의 기공을 발생시키는 주요 원인이 된다.

[0008] 사용된 불활성 가스는 필터를 거쳐 여과되고 다시 빌드 챔버로 공급되는 순환과정을 반복한다. 최적의 출력물을 조형하기 위해서는 출력 중 발생하는 Fume과 Spatter를 머금은 공정가스를 여과해 주는 필터장치 관리는 매우

중요하다. 다만, 필터는 소모성 부품으로 수명을 다하면 주기적으로 교체해야 하며, 필터 장치는 제 역할을 할 수 있도록 적절한 주기로 교체해 주어야 한다.

[0009] 하지만 최적의 필터 수명을 사전에 도출하는 것이 쉽지 않고 적층공정 중 이상 현상이 발생한 경우 필터의 교체 주기가 변경될 가능성이 높으므로 필터의 교체주기를 예측하는 것이 어려운 문제점이 있다.

[0010] 또한, 필터의 사용수명을 예측하여 필터를 사용하더라도 이상 상황이 발생하여 필터의 수명이 단축되거나 필터의 교체 시기에 임박한 경우 적층 공정 환경을 가늠하기 어려운 문제점이 있다.

[0011] 대한민국 공개특허 제 10-2020-0072624 호(발명의 명칭: 가스 순환기 및 적층 가공 장치)에서는, 내부에 처리 공간이 형성된 챔버부의 하부에 장착되는 가스 유입부; 상기 챔버부의 상부에 장착되는 가스 배출부; 상기 챔버부의 외측에서 상기 가스 유입부 및 상기 가스 배출부를 연결시키는 가스 순환부; 상기 가스 유입부 및 상기 가스 배출부 중 적어도 하나에 설치되는 송풍부; 상기 가스 유입부 및 상기 가스 배출부 중 적어도 하나에 설치되는 필터부;가 개시되어 있다.

[0012] 그러나, 이러한 장치는 필터의 정상작동 여부를 모니터링할 수 있는 방법이 없어 사용 수명을 사전에 경험적으로 도출하거나, 공정을 완료 후 출력물에 대한 분석 결과를 토대로 정상작동 여부를 유추하여 사용해야한다는 문제점이 있다.

[0013] 따라서, 비산하는 불순물이 레이저의 표면 입사 과정을 방해하지 않도록 불순물을 제거하는 필터를 모니터링하여 필터의 사용 수명을 예측할 수 있는 장치가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제 10-2020-0072624 호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 3D 프린터 가스순환장치에 구비된 필터를 모니터링하며, 필터의 교체주기를 예측하여 통해 불순물이 비산하여 레이저 표면 입사 과정을 방해하지 않도록 하는 것이다.

[0017] 또한, 본 발명의 목적은, 공정가스의 유속 변화시 알람을 발생해 Fume 필터 교체시기를 알 수 있도록 하는 것이다.

[0018] 또한, 본 발명의 목적은, 공정가스의 유속 변화로 Fume 필터의 수명주기가 다가오면 팬을 역으로 회전시켜 필터의 수명을 연장하는 것이다.

[0019] 또한, 이상 상황이 발생하여 필터의 수명이 단축되거나 필터의 교체 시기에 임박한 경우 적층 공정의 환경을 파악하여 문제상황 발생 전 미리 대응할 수 있도록 하는 것이다.

[0020] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0022] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구성은, 내부 공간을 구비하는 챔버; 상기 챔버와 결합하고 가스를 순환시켜 하우징 내 산소농도를 제어하는 순환부; 상기 챔버 내부에 구비되고 상기 챔버 내 가스 유속을 측정하는 열선풍속센서; 및 상기 열선풍속센서와 연결되며 가스의 풍속을 제어하는 제어부;를 포함하고, 상기 열

선풍속센서를 이용하여 퓸 필터 성능을 모니터링 하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 순환부는, 상기 챔버와 결합하고 가스를 상기 챔버 내부로 공급하는 인렛; 상기 챔버와 결합하고 가스가 배출되는 아웃렛; 가스의 공급 방향을 조절하는 팬; 및 가스 순환 시 퓸을 여과하는 필터;를 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 순환부는, 상기 챔버 외벽과 결합하며 파이프로 연결될 수 있다.

[0025] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 필터는 선택적으로 교체될 수 있다.

[0026] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 열선풍속센서는, 풍속에 따른 열손실을 감지하는 열선; 상기 열선과 결합하며 상기 열선을 지지하는 생크; 및 상기 생크와 결합하며 풍속을 측정하는 프로브;를 포함할 수 있다.

[0027] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 열선풍속센서는, 상기 인렛 및 아울렛에 복수개로 설치될 수 있다.

[0028] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 열선의 재질은, 백금, 텅스텐, NTC서미스터, PCT서미스터로 이루어진 군 중에서 선택될 수 있다.

[0029] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 제어부는 상기 팬에 제어신호를 전달해서 상기 필터에 붙은 이물질이 제거되도록 상기 팬을 역으로 회전될 수 있다.

[0030] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 가스는 N_2, Ar. He 등의 불활성 가스를 사용될 수 있다.

[0031] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구성은 정상상태 유속 범위를 설정하고 상기 챔버로 가스를 공급하는 제 1단계; 상기 열선풍속센서가 가스의 유속을 측정하는 제 2단계; 유속이 불안정할 시 상기 팬을 역회전시켜 불순물을 제거하는 제 3단계; 유속이 정상상태 유속을 벗어나는 경우 알람을 발생하는 제 4단계; 및 상기 필터를 점검 또는 교체하는 제 5단계;를 포함한다.

발명의 효과

[0033] 3D 프린터 가스순환장치에 구비된 필터를 모니터링하며, 필터의 교체주기를 예측하여 챔버 내 공기 유동을 일정하게 유지해 3D프린팅 공정시 발생하는 Fume과 Spatter 등을 제거하여 최종 출력물의 품질을 상승시킬 수 있는 장점이 있다.

[0034] 또한, 공정가스의 유속 변화시 알람을 발생해 Fume 필터 교체시기를 알릴 수 있는 장점이 있다.

[0035] 또한, 공정가스의 유속 변화로 Fume 필터의 수명주기가 다가오면 팬을 역으로 회전시켜 필터의 수명을 연장할 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명의 효과는, 이상 상황이 발생하여 필터의 수명이 단축되거나 필터의 교체 시기에 임박한 경우 적층 공정의 환경을 파악하여 문제상황 발생 전 미리 대응할 수 있는 장점이 있다.

[0037] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 필터 모니터링 시스템 모식도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 열선풍속계 상세도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 열선풍속센서 개념도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 열선 풍속 센서를 이용한 PBF 3D프린팅 Fume 필터 모니터링 시스템의 흐름도이다.

도 5(a)는 본 발명의 일 실시 예에 따른 퓸 필터 안정 상태 도면이다.

도 5(b)는 본 발명의 일 실시 예에 따른 퓸 필터 불안정 상태 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시 예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0041] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[0042] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0043] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 대하여 상세히 설명하기로 한다.

[0045] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 열선풍속센서(300)를 이용한 PBF 3D프린팅 필터(240) 모니터링 시스템 모식도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 열선풍속센서(300) 상세도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 열선풍속센서(300) 개념도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 열선풍속센서(300)를 이용한 PBF 3D 프린팅 Fume 필터(240) 모니터링 시스템의 흐름도이며, 도 5(a)는 본 발명의 일 실시 예에 따른 퓸 필터(240) 안정 상태 도면이고, 도 5(b)는 본 발명의 일 실시 예에 따른 퓸 필터(240) 불안정 상태 도면이다.

[0046] 도 1 에서 보는 바와 같이, 열선풍속센서(300)를 이용한 PBF 3D프린팅 필터(240) 모니터링 시스템 장치는, 내부 공간을 구비하는 챔버(100); 챔버(100)와 결합하고 가스를 순환시켜 챔버(100) 내 산소농도를 제어하는 순환부(200); 챔버(100) 내부에 구비되고 챔버(100) 내 가스 유속을 측정하는 열선풍속센서(300); 및 열선풍속센서(300)와 연결되며 가스의 풍속을 제어하는 제어부;를 포함한다.

[0047] 여기서, 챔버(100)는 3D 프린터 내부를 외부로부터 격리하여 외부에서 오는 충격 등에서 내부를 보호하고, 3D프린팅 시 외부 물질이 내부를 오염시키는 현상을 방지하는 역할을 한다. 챔버(100)의 단면 형상은, 원형 또는 다각형의 형상일 수 있다. 그리고 소재는 스테인리스스틸, 철, 알루미늄, 플라스틱 등에서 선택되는 어느 하나 이상의 물질로 형성될 수 있다.

[0048] 챔버(100)의 일측은 인렛(210)과 결합하고, 가스의 순환을 위해 인렛(210)과 동일한 형태의 관통홀을 구비하며, 챔버(100)의 타측은 아웃렛(220)과 결합하고, 가스의 순환을 위해 아웃렛(220)과 동일한 형태의 관통홀을 구비할 수 있다.

[0049] 플레이트(110)는 챔버(100) 내부에 위치하며 평평한 판 형태로 형성되고, 플레이트(110) 상부면과 금속분말이 선택적으로 결합할 수 있다. 플레이트(110)에 쌓인 금속 분말은 리코터(120)를 이용하여 원하는 두께로 평평하게 분포시킬 수 있으며, 리코터(120)를 설정하여 일정한 두께의 레이어를 형성할 수 있다.

[0050] 스캐너(500)는 스캐너(500)와 결합한 거울을 구비하고, 거울의 각도를 플레이트(110) 위에 위치한 금속분말 위치에 따라 가변하며, 거울을 각도를 가변하여 레이저(400)를 금속분말에 반사하여 선택적으로 금속분말을 용융-결합시킬 수 있다.

[0051] 레이저(400)는 높은 에너지원을 요구하며, 이를 이용하여 금속분말을 용융할 때 상당량의 Fume 과 Spatter의 비산이 발생할 수 있으며, 이로 인해 최종 출력물의 순도가 저해될 수 있다.

[0053] 순환부(200)는, 챔버(100)와 외벽과 결합하고 가스를 챔버(100) 내부로 공급하는 인렛(210), 챔버(100)와 결합하고 가스가 배출되는 아웃렛(220), 가스의 공급 방향을 조절하는 팬(230), 가스의 공급을 조절하는 복수개의 밸브(250) 및 가스 순환 시 퓸을 여과하는 필터(240)로 구성되며, 이러한 순환부(200)는 파이프로 연결 될 수

있다.

[0054] 인렛(210)은 챔버(100) 일측과 결합하고 공기 순환을 위한 인렛(210)유로를 구비하며, 가스를 챔버(100) 내부에 균일하게 공급할 수 있다. 인렛(210)은 빌드 플레이트(110)와 수평한 방향으로 형성되다 플레이트(110)와 수직한 방향으로 위치한 파이프와 연결된 ㄱ자 형의 파이프와 결합하고, 인렛(210)의 단면 형상은 원형 또는 다각형 형상일 수 있다.

[0055] 아웃렛(220)은 챔버(100) 타측과 결합하고 공기 순환을 위한 아웃렛(220)유로를 구비하며, 챔버(100) 내부에 있던 가스가 배출될 수 있다. 아웃렛(220)은 빌드 플레이트(110)와 수평한 방향으로 형성되다 플레이트(110)와 수직한 방향으로 위치한 파이프와 연결된 형태의 파이프와 결합하고, 아웃렛(220)의 단면 형상은 원형 또는 다각형 형상일 수 있다.

[0056] 밸브(250)는 파이프의 일정 위치마다 복수개로 형성되며 순환하는 가스의 양을 선택적으로 조절할 수 있다. 3D 프린터를 사용하지 않을 시 밸브(250)를 막아 가스의 유출을 막을 수 있다.

[0057] 팬(230)은 순환하는 가스의 유동을 원할하게 하는 역할을 하고, 상황에 따라 팬(230)의 세기를 조절하여 가스의 유속을 조절할 수 있다. 이로 인해, Fume, Spatter등의 불순물이 챔버(100) 내에서 제거되며 3D 프린터로 제작한 최종 출력물의 품질을 상승시킬 수 있다.

[0058] 필터(240)는 강한 열원의 레이저(400)가 금속 분말에 조사 될 시 3D 프린터 내부에서 발생하는 Fume과 Spatter의 비산물을 여과하여 깨끗한 공정 가스를 챔버(100)로 재공급하는 역할을 할 수 있다. 그러나 필터(240)는 소모성 부품으로 수명을 다할 시 주기적인 교체가 필요할 수 있다.

[0059] 필터(240) 표면에 불순물이 과포집 될 시 불순물끼리 cake layer를 형성하여 공정 가스 순환에 과도한 압력강하를 초래할 수 있고, 가스 순환계통의 압력 손실로 인한 유동 속도 저하가 발생하여 Fume 과 Spatter의 제거가 용이하지 않으며, 이로 인해 레이저(400) 조사경로를 방해하여 출력물에 다수의 기공이 발생하고 최종 출력물의 품질이 저해될 수 있다.

[0060] 필터(240)를 Optical Microscopy로 측정했을 때 필터(240)가 정상적으로 작동할 경우 큰 기공없이 적층이 원만하게 이루어져 99.5% 이상의 밀도가 구현 될 수 있으며, 필터(240) 장치의 교체주기를 놓쳤을 시 필터(240)의 표면에 Fume과 Spatter 등의 불순물이 적층되어 cake layer를 형성할 수 있다. 필터(240)에 불순물을 제거할 경우 필터(240) 성능 저하의 영향으로 인한 유동 속도의 감소를 저지하고, 다수의 기공의 발생으로 인한 최종 출력물의 품질 악화를 방지할 수 있다.

[0061] 인렛(210)유로에서 공급된 가스는 챔버(100) 내부를 지나 아웃렛(220)으로 배출되고, 아웃렛(220)에서 순환부(200)의 파이프로 유입된 가스는 필터(240)를 거치며 Fume과 Spatter등의 불순물을 여과하며, 필터(240)에서 파이프로 유입된 가스는 팬(230)에서 발생하는 운동에너지로 인해 가스의 유속을 설정한 속도에 맞춰 상승시키고, 정상상태 유속의 가스가 인렛(210)으로 전달되어 챔버(100) 내부로 유입되며 가스가 순환될 수 있다.

[0062] 인렛(210)을 통해 챔버(100) 내부에 공급된 가스는 플레이트(110) 상면에서 일정한 속도의 층류 유동을 발동하여 3D 프린터 출력 중 발생하는 Fume 또는 Spatter가 아웃렛(220)으로 배출하도록 도울 수 있다.

[0063] 이때, 공정가스는, 다른 물질과 화학반응을 일으키기 어려운 N_2, Ar. He 등의 불활성 가스를 사용할 수 있다. 이로 인해, 불활성가스에 의해서 공기를 차단해 가연성가스, 증기 및 산소들이 접촉하여 화학반응을 일으킬 수 있는 가능성을 방지할 수 있다.

[0065] 제어부는, 열선풍속센서(300)와 연결되고, 열선풍속센서(300)에서 얻은 풍속 데이터를 바탕으로 팬(230)의 작동 세기를 조절하여 공정가스의 흐름을 균일하게 유지할 수 있다. 또한, 필터(240)를 모니터링하여 필터(240)의 교체주기를 예측할 수 있다. 이로 인해, 빌드 플레이트(110) 상단면에서 공정가스의 흐름이 균일하게 유지되어 최종 출력물의 품질이 상승될 수 있다.

[0066] 제어부는, 가스 순환 시 유속이 불순물이 제거되는 유속인 정상상태 유속을 벗어날 경우, 알람을 주어 Fume 필터(240) 교체시기를 알릴 수 있으며, 알람은 모바일 디바이스를 통해 전달될 수 있다.

[0067] 또한, 역방향 제어부는 공정가스의 순환이 불안정해지는 유속 변화가 일어났을 때 팬(230)을 공정가스 순환방향의 역방향으로 회전시켜 필터(240)에 붙어있는 Fume과 Spatter를 털어내어 필터(240)의 수명을 연장 시킬 수 있

다.

[0069] 도 2 내지 도3 에서 보는 바와 같이, 열선풍속센서(300)는 챔버(100) 내부와 결합하고, 인렛(210)과 아웃렛(220)과 인접하여 각각의 위치에 최소 3개 이상 구비하며, 공정 중 공정가스 위치별 유속을 모니터링 할 수 있다.

[0070] 열선풍속센서(300) 중 제1 열선풍속센서(301)는 빌드 플레이트(110) 폭 기준으로 중앙에 위치해 유동의 절대적 강도를 측정할 수 있고, 제2 열선풍속센서(302)는 빌드 플레이트(110) 폭을 기준으로 1/4위치와 3/4 위치에 설치되어 포물선 형태의 일반적인 유동 분포에 대한 치우침의 정도를 측정할 수 있다.

[0071] 이로 인해, 제1 열선풍속센서(301)가 유속을 모니터링하여 유동의 속도를 제어할 수 있고, 제2 열선풍속센서(302)가 유동의 균일도를 모니터링하여 필터에 이상 상황이 발생하였을 때 유동 분포에 대한 치우침의 정도를 이용하여 적층공정 환경에서 문제점을 용이하게 찾을 수 있다.

[0072] 열선풍속센서(300)는 기존의 프로펠러 또는 풍압날개를 가진 유량계 및 풍속계보다 부피가 작아 챔버(100) 내에 설치할 시, 공정가스의 흐름에 방해 없이 챔버(100)내 가스 유속을 측정할 수 있다.

[0073] 열선풍속센서(300)는 풍속에 따른 열손실을 감지하는 열선(310), 열선(310)과 결합하며 열선(310)을 지지하는 생크(320), 생크(320)와 결합하며 풍속을 측정하는 프로브바디(330)를 구비할 수 있다.

[0074] 열선(310)은 한 쌍의 생크(320)와 결합하며, 가는 선 형태로 형성될 수 있고, 열선(310)의 재질은 부식이 잘 되지 않고 저항의 온도 계수가 비교적 큰 금속인 백금, 텅스텐, NTC서미스터, PCT서미스터로 이루어진 군 중에서 선택될 수 있다.

[0075] 생크(320)는 열선(310)과 결합하며 열선(310)을 지지하는 기구로, 전도성 전선으로 구성되며 생크(320)에서 이어진 납은 열선(310)이 변화하는 저항을 측정하기 위해 개발된 전기 저항기인 휘트스톤 브릿지(Wheatstone bridge)에 연결될 수 있다

[0076] 프로브바디(330)는 생크(320)와 결합하고, 프로브파디의 내부는 절연을 위한 세라믹 시멘트와 세라믹 튜브가 순차적으로 복수개 연결되어 있을 수 있다. 프로브바디(330)의 단면은, 원형 또는 다각형 형상일 수 있다.

[0077] 열선풍속센서(300)는 풍속에 따라 열전달량 증가 시 열선(310)의 온도가 변화하고, 가스의 속도가 증가할 시 열선(310)에서 발생하는 열손실에 의해 열선(310)의 온도가 감소하면 열선(310)의 저항이 감소할 수 있고, 유속의 속도가 감소할 시 열선(310)의 저항이 증가하는 반대의 현상이 나타날 수 있다.

[0078] 유속은 공급된 전압의 제곱에 비례하며, 측정의 반응속도가 빨라 난류 측정이나 비정상유동에 사용될 수 있어 열선풍속센서(300)가 감지한 미세한 저항의 변화를 브리지 회로를 이용하여 측정 가능한 전압으로 증폭하여 챔버(100) 내 유속을 측정할 수 있다.

[0080] 도4에서 보는 바와 같이, 유속이 정상상태 유속 범위를 벗어날 경우, 열선풍속센서(300)를 이용한 PBF 3D프린팅 퓸 필터(240) 모니터링하기 위한 모니터링 방법은 정상상태 유속 범위를 설정하고 챔버(100)로 가스를 공급하는 제 1단계, 열선풍속센서(300)가 가스의 유속을 측정하는 제 2단계, 열선풍속센서(300) 모니터링 시 유속이 불안정할 시 팬(230)을 역회전 시켜 불순물을 제거하는 제 3단계, 유속이 정상상태 유속을 벗어나는 경우 알람을 발생하는 제 4단계 및 필터(240)를 점검 또는 교체하는 제 5단계로 구성될 수 있다.

[0081] 또한, 유속이 정상상태 유속 범위일 경우, 정상상태 유속 범위를 설정하고 챔버(100)로 가스를 공급하는 제 1단계, 열선풍속센서(300)가 가스의 유속을 측정하는 제 2단계, 금속분말 소재를 플레이트(110) 위에 분포시키는 제 3단계 및 레이저(400)를 이용하여 선택적으로 금속분말 소재를 용융-결합시키는 제 4단계로 구성될 수 있다.

[0083] 도5에서 보는 바와 같이, 챔버(100)내의 공정가스 흐름의 시뮬레이션 시 유속의 속도를 확인 할 수 있다. 밸브(250)의 조임 정도의 조절 및 팬(230)의 속도를 조절하여 유속을 조절하여 최적화된 정상상태 유속을 찾을 수 있다.

[0084] 도5(a)에서 보는 바와 같이, 필터(240) 장치가 정상적으로 작동할 경우 플레이트(110) 상부에 Fume을 제거하기

위한 충분한 정상상태 유속이 확보됨을 알 수 있다. 본 시뮬레이션의 정상상태 유속은 1~3 m/s일 수 있다

[0085] 도 5(b)에서 보는 바와 같이, 필터(240) 수명이 50% 이하로 남아 플레이트(110) 상부에 Fume을 제거하기 위한 충분한 정상상태 유속이 확보되지 않을 시, 플레이트(110) 상부에 포물선 영역을 제외한 일부 영역에서 1 m/s 이하의 유동 속도가 나타나 유동이 불안정함을 확인 할 수 있다.

[0087] 본 발명은, 비교적 부피가 작은 열전풍속센서를 이용하여 공정가스 흐름에 영향을 주지 않아 정확하게 유속을 측정할 수 있고, 공정가스의 유속 변화로 Fume 필터(240)의 수명주기가 다가오면 팬(230)을 역으로 회전시켜 필터(240)의 수명을 연장할 수 있으며, 공정가스의 유속 변화시 알람을 발생해 Fume 필터(240) 교체시기를 알릴 수 있어, 필터(240)를 모니터링 하여 챔버(100) 내 공기 유동을 일정하게 유지해 3D프린팅 공정 시 발생하는 Fume과 Spatter 등을 제거하여 최종 출력물의 품질을 상승시킬 수 있다.

[0089] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0090] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0092] 100 : 챔버 110 : 플레이트

120 : 리코터 200 : 순환부

210 : 인렛 220 : 아웃렛

230 : 팬 240 : 필터

250 : 밸브 300 : 열선풍속센서

301 : 제1 열선풍속센서 302 : 제2열선풍속센서

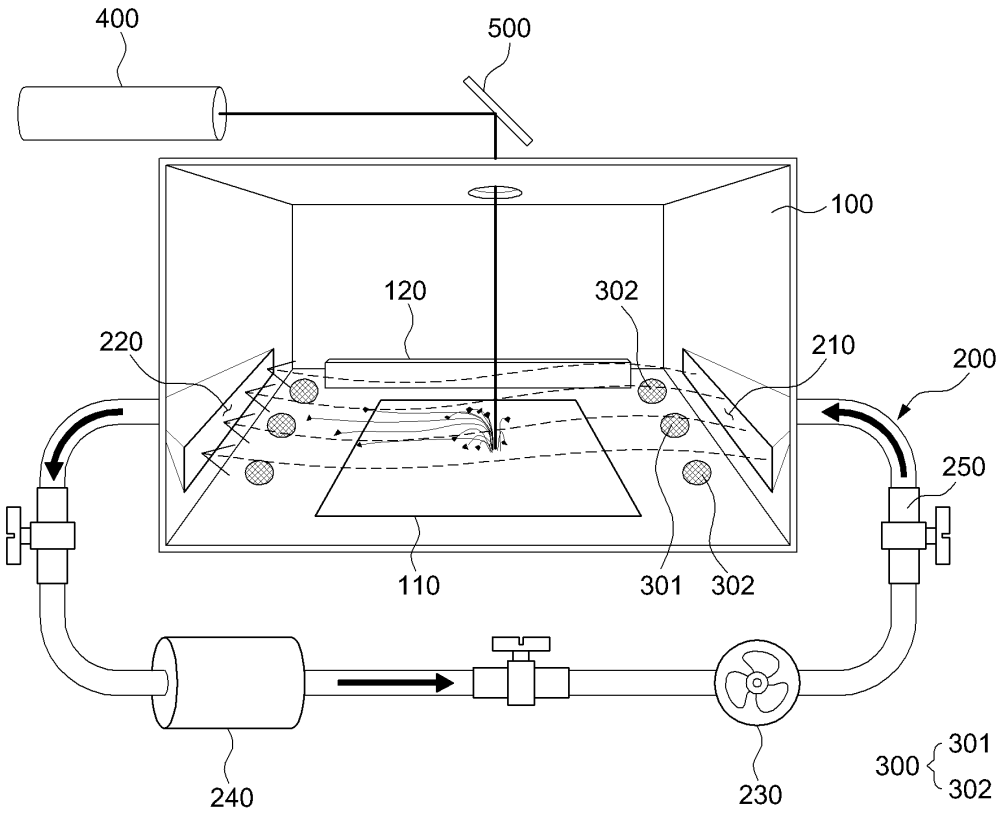
310 : 열선 320 : 생크

330 : 프로브바디 400 : 레이저

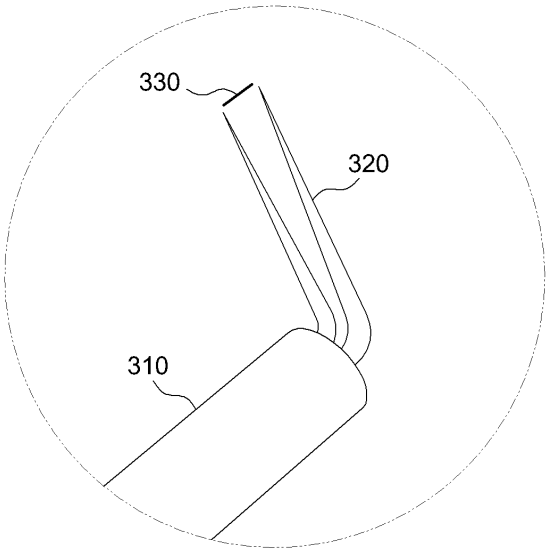
500 : 스캐너

도면

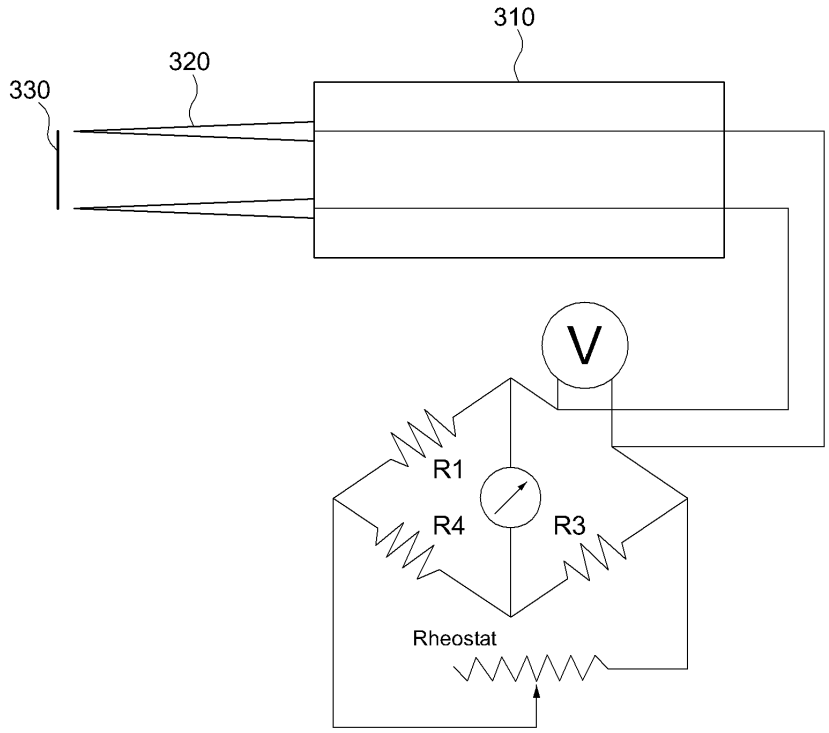
도면1


400
500
100
120
302
220
210
200
250
110
301
302
240
230
300
301
302

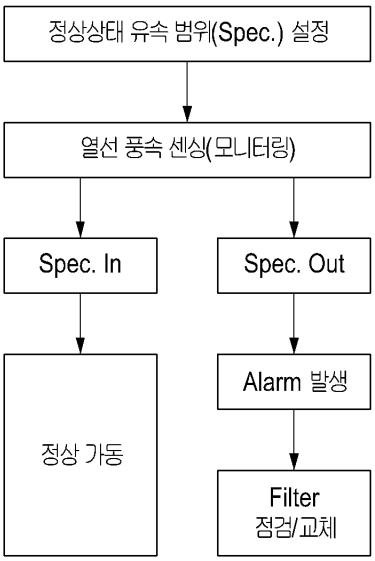
도면2


330
320
310

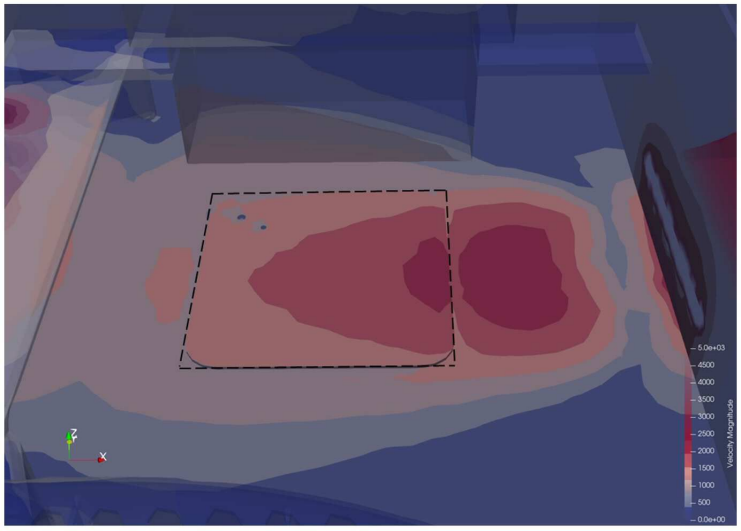
도면3


310
320
330
V
R1
R4
R3
Rheostat

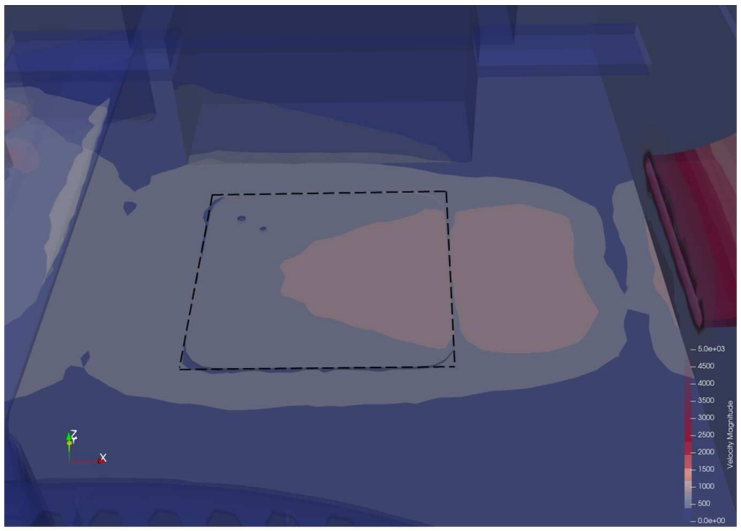
도면4


정상상태 유속 범위(Spec.) 설정
열선 풍속 센싱(모니터링)
Spec. In
Spec. Out
정상 가동
Alarm 발생
Filter
점검/교체

도면5


5.0e+03
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0.0e+00
Velocity Magnitude

(a)


5.0e+03
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0.0e+00
Velocity Magnitude

(b)