



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0031746
(43) 공개일자 2024년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B22F 10/20 (2021.01) B22F 10/66 (2021.01)
B22F 12/53 (2021.01) B22F 12/82 (2021.01)
B22F 12/88 (2021.01) B22F 12/90 (2021.01)
B33Y 10/00 (2015.01) B33Y 50/02 (2015.01)

(52) CPC특허분류

B22F 10/20 (2023.08)
B22F 10/66 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2022-0110913

(22) 출원일자 2022년09월01일

심사청구일자 2022년09월01일

(71) 출원인

국립창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)

(72) 발명자

조영태

경상남도 창원시 성산구 원이대로 449, 104동
1003호(반림동, 노블파크아파트)

김석

경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 53호관
312-1호(퇴촌동)

김창중

경상남도 창원시 의창구 태복산로3번길 36, 204호
(도계동)

(74) 대리인

김연권

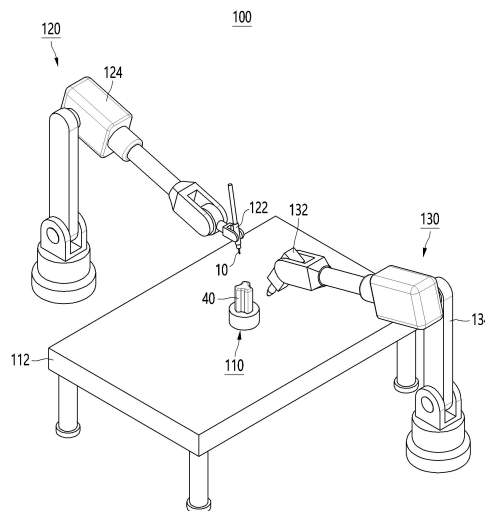
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 와이어 아크 적층 제조 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층제조 시스템은, 금속 재료의 와이어가 적층되는 기재, 상기 와이어를 플라즈마 아크로 용융시켜 상기 와이어의 적층 비드를 상기 기재에 3D 프린팅 방식으로 적층하는 와이어 적층 유닛, 및 상기 와이어 적층 유닛에 의해 적층된 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하여 상기 적층 비드의 표면에 존재하는 이물질을 분쇄하거나 상기 적층 비드의 기계적 성질을 향상시키는 초음파 제공 유닛을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B22F 12/53 (2021.01)
B22F 12/82 (2021.01)
B22F 12/88 (2021.01)
B22F 12/90 (2023.08)
B33Y 10/00 (2013.01)
B33Y 50/02 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711125957
과제번호	2016-0-00318-006
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	지역지능화혁신인재양성 (Grand ICT연구센터)
연구과제명	IoT 및 지능정보 기반 동남권 제조 IT 기술 혁신 및 인재양성
기 여 율	1/3
과제수행기관명	부산대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711132282
과제번호	2019R1A5A8083201
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지역혁신 선도연구센터
연구과제명	극한환경 스마트 기계 부품 설계/제조 혁신 센터
기 여 율	1/3
과제수행기관명	창원대학교
연구기간	2019.09.01 ~ 2026.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356160
과제번호	LINC3.0-2022-65
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	3단계산학협력선도대학육성사업(LINC3.0)
연구과제명	기계학습을 활용한 공구이상 진단 시스템 구축
기 여 율	1/3
과제수행기관명	창원대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2028.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

금속 재질의 와이어가 적층되는 기재;

상기 와이어를 플라즈마 아크로 용융시켜 상기 와이어의 적층 비드를 상기 기재에 3D 프린팅 방식으로 적층하는 와이어 적층 유닛; 및

상기 와이어 적층 유닛에 의해 적층된 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하여 상기 적층 비드의 표면에 존재하는 이물질들을 분쇄하거나 상기 적층 비드의 기계적 성질을 향상시키는 초음파 제공 유닛;

을 포함하는 와이어 아크 적층 제조 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 와이어 적층 유닛은, 미리 설정된 적층 경로를 따라 이동하면서 상기 적층 비드를 상기 기재에 적층하고,

상기 초음파 제공 유닛은, 상기 와이어 적층 유닛에 의해 적층되는 상기 적층 비드를 따라 이동하면서 경화된 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 적층 제조 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 초음파 제공 유닛의 일측에 배치되고, 상기 초음파 제공 유닛의 이동 경로를 따라 상기 초음파 제공 유닛 보다 후행하면서 상기 적층 비드에 공기를 분사하여 상기 적층 비드의 표면에 존재하는 이물질들을 제거하는 공기 분사 유닛;

을 더 포함하는 와이어 아크 적층 제조 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 와이어 적층 유닛은, 상기 와이어를 플라즈마 아크로 용융시키면서 상기 적층 비드를 상기 기재에 적층하는 와이어 적층부; 및 상기 와이어 적층부를 상기 적층 경로로 이동시켜 상기 적층 비드를 3D 프린팅 방식으로 적층시키는 적층 이동부;를 포함하며,

상기 초음파 제공 유닛은, 상기 적층 비드에 접촉된 상태로 초음파 작용력을 제공하는 초음파 발생부; 및 상기 적층 비드를 따라 상기 초음파 발생부를 이동시키는 초음파 이동부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 적층 제조 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 초음파 제공 유닛은, 상기 초음파 발생부의 접촉 압력을 실시간으로 측정하는 접촉압 측정부;를 더 포함하고,

상기 초음파 이동부는, 상기 접촉압 측정부의 측정 결과를 이용하여 상기 초음파 발생부의 접촉 압력을 설정 압력으로 일정하게 유지하는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 적층 제조 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 적층 이동부와 상기 초음파 이동부는,

상기 와이어 적층부와 상기 초음파 발생부의 이동을 원하는 방향으로 각각 제어하기 위해서 6축 이동 로봇으로 각각 제공되는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 적층 제조 시스템.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 와이어는 금속 재료의 플럭스 코어드 와이어(FCW, flux cored wire)로 제공되며,

상기 초음파 제공 유닛은 상기 플럭스 코어드 와이어의 내부에 포함된 플럭스로 인해 상기 적층 비드의 외측면에 생성된 슬래그(slag)를 초음파 작용력으로 분쇄하고, 상기 공기 분사 유닛은 상기 적층 비드에 공기를 분사하여 상기 슬래그를 상기 적층 비드에서 제거하는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 적층 제조 시스템.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 초음파 제공 유닛의 타측에 배치되고, 상기 공기 분사 유닛에 의해 상기 이물질이 제거된 상기 적층 비드를 비전 방식으로 검사하여 상기 적층 비드의 적층 상태에 대한 데이터를 수집하는 데이터 수집 유닛;

을 더 포함하는 와이어 아크 적층 제조 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 데이터 수집 유닛은,

상기 공기 분사 유닛의 이동 경로를 따라 상기 공기 분사 유닛보다 후행하면서 상기 적층 비드의 형상에 대한 이미지 데이터 또는 수치 데이터 중 적어도 하나를 실시간으로 수집하는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 적층 제조 시스템.

청구항 10

기재의 적층 부위에 대응하여 와이어 적층 유닛과 초음파 제공 유닛의 초기 위치를 정렬하는 단계;

상기 기재를 제1 설정온도로 예열하는 단계;

상기 와이어 적층 유닛이 와이어를 플라스마 아크로 용융시켜 상기 와이어의 적층 비드를 상기 기재에 미리 설정된 적층 경로를 따라 단수개의 레이어로 적층하는 단계;

상기 초음파 제공 유닛이 상기 와이어 적층 유닛에 의해 적층된 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하는 단계; 및

상기 적층 비드를 적층하는 단계 및 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하는 단계를 설정 적층 횟수까지 반복적으로 수행하여 상기 적층 비드를 상기 기재에 복수개의 레이어로 적층하는 단계;

를 포함하는 와이어 아크 적층 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하는 단계 이후에 실시되고, 상기 초음파 제공 유닛에 의해 초음파 처리된 상기 적층 비드의 온도를 측정하는 단계;를 더 포함하며,

상기 적층 비드를 복수개의 레이어로 적층하는 단계는, 상기 적층 비드의 온도를 측정하는 단계에서 측정된 상기 적층 비드의 온도가 제2 설정온도 이하일 때 수행되는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 적층 제조 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하는 단계 이후에 실시되고, 상기 초음파 제공 유닛에 의해 초음파 처리된 상기 적층 비드에 공기 분사 유닛의 공기를 분사하여 상기 적층 비드의 표면에 존재하는 이물질을 제거하는 단계; 및

상기 적층 비드에 공기를 분사하는 단계 이후에 실시되고, 상기 공기 분사 유닛에 의해 상기 이물질이 제거된 상기 적층 비드를 데이터 수집 유닛의 비전 방식으로 검사하여 상기 적층 비드의 적층 상태에 대한 데이터를 수집하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 적층 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 와이어 아크 적층 제조 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 금속 재료의 와이어를 플라즈마 아크로 용융시키면서 3D 프린팅 기법으로 적층하여 금속 재료의 적층 물품을 간편하고 자유롭게 제조할 수 있고, 금속 재료의 와이어를 적층시킨 적층 비드에 존재하는 이물질을 제거함으로써 해당 적층 비드에 다른 적층 비드를 원활하게 적층할 수 있는 와이어 아크 적층 제조 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 3D 프린팅 기반의 제조 기법을 이용하여 다양한 형상의 물품을 간편하고 자유롭게 제작하고 있다. 다만, 기존의 3D 프린팅 기법은 플라스틱 재료의 물품을 제조하는데 한정적으로 적용되고 있으며, 금속 재료의 적층 물품을 제조하는데에는 활용되지 못하고 있다.

[0004] 그런데, 최근에는 WAAM(wire arc additive manufacturing)과 같은 혁신적인 3D 프린팅 기법을 적용한 금속 제품 제조법이 시도되고 있다. 즉, WAAM 기술이 적용된 금속 제품 제조법은, 금속 재료의 와이어를 플라즈마 아크로 용융시켜 적층 비드를 3D 프린팅 방식으로 적층함으로써 금속 재료의 적층 물품을 자유롭게 제조한다.

[0005] 하지만, 기존의 WAAM 기술이 적용된 금속 제품 제조법은, 금속 재료의 와이어를 적층시키는 과정에서 적층 비드의 표면에 이물질이 발생하여 적층 비드를 적층하는 과정에서 적층 비드의 결합력에 문제를 초래하고, 그에 따라 와이어를 적층시킨 적층 물품의 내구성과 수명이 낮아지는 문제도 발생한다.

[0006] 참고로, 관련 선행기술문헌으로는 한국공개특허 제10-2020-0057826호(발명의 명칭: 금속선 기반 적층제조 의 일 방향 응고 방지 방법, 공개일: 2020.05.27) 및 유럽공개특허 제3,741,489호(발명의 명칭: DEVICE FOR CLEANING AND COOLING A WORKPIECE UPON WIRE-ARC ADDITIVE MANUFACTURING(WAAM), 공개일: 2020.11.25)이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2020-0057826호(2020.05.27 공개)
(특허문헌 0002) 유럽공개특허 제3,741,489호(2020.11.25 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 실시예는, 금속 재질의 와이어를 플라즈마 아크로 용융시키면서 3D 프린팅 기법으로 적층하는 WAAM 기술을 이용하여 금속 재질의 적층 물품을 다양한 형상으로 간편하고 자유롭게 제조할 수 있는 와이어 아크 적층 제조 시스템 및 방법을 제공한다.
- [0010] 또한, 본 발명의 실시예는, 초음파 작용력을 적층 비드에 제공하여 적층 비드에 존재하는 이물질을 제거하거나 적층 비드의 기계적 성질을 향상시킴으로써, 적층 비드의 적층 성능을 증가시킬 수 있고, 적층 비드의 적층 구조로 마련된 적층 물품의 내구성 및 수명을 안정적으로 확보할 수 있는 와이어 아크 적층 제조 시스템 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일실시예에 따르면, 금속 재질의 와이어가 적층되는 기재, 상기 와이어를 플라즈마 아크로 용융시켜 상기 와이어의 적층 비드를 상기 기재에 3D 프린팅 방식으로 적층하는 와이어 적층 유닛, 및 상기 와이어 적층 유닛에 의해 적층된 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하여 상기 적층 비드의 표면에 존재하는 이물질을 분쇄하거나 상기 적층 비드의 기계적 성질을 향상시키는 초음파 제공 유닛을 포함하는 와이어 아크 적층 제조 시스템을 제공한다.
- [0013] 여기서, 상기 와이어 적층 유닛은, 미리 설정된 적층 경로를 따라 이동하면서 상기 적층 비드를 상기 기재에 적층할 수 있다. 그리고, 상기 초음파 제공 유닛은, 상기 와이어 적층 유닛에 의해 적층되는 상기 적층 비드를 따라 이동하면서 경화된 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공할 수 있다.
- [0014] 바람직하게, 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 시스템은, 상기 초음파 제공 유닛의 일측에 배치되고 상기 초음파 제공 유닛의 이동 경로를 따라 상기 초음파 제공 유닛보다 후행하면서 상기 적층 비드에 공기를 분사하여 상기 적층 비드의 표면에 존재하는 이물질을 제거하는 공기 분사 유닛을 더 포함할 수 있다.
- [0015] 바람직하게, 상기 와이어 적층 유닛은, 상기 와이어를 플라즈마 아크로 용융시키면서 상기 적층 비드를 상기 기재에 적층하는 와이어 적층부, 및 상기 와이어 적층부를 상기 적층 경로로 이동시켜 상기 적층 비드를 3D 프린팅 방식으로 적층시키는 적층 이동부를 포함할 수 있다.
- [0016] 바람직하게, 상기 초음파 제공 유닛은, 상기 적층 비드에 접촉된 상태로 초음파 작용력을 제공하는 초음파 발생부, 및 상기 적층 비드를 따라 상기 초음파 발생부를 이동시키는 초음파 이동부를 포함할 수 있다.
- [0017] 여기서, 상기 초음파 제공 유닛은, 상기 초음파 발생부의 접촉 압력을 실시간으로 측정하는 접촉압 측정부를 더 포함할 수 있다. 상기와 같은 초음파 이동부는, 상기 접촉압 측정부의 측정 결과를 이용하여 상기 초음파 발생부의 접촉 압력을 설정 압력으로 일정하게 유지할 수 있다.
- [0018] 그리고, 상기 적층 이동부와 상기 초음파 이동부는, 상기 와이어 적층부와 상기 초음파 발생부의 이동을 원하는 방향으로 각각 제어하기 위해서 6축 이동 로봇으로 각각 제공될 수 있다.
- [0019] 바람직하게, 상기 와이어는 금속 재질의 플럭스 코어드 와이어(FCW, flux cored wire)로 제공될 수 있다. 이때, 상기 초음파 제공 유닛은 상기 플럭스 코어드 와이어의 내부에 포함된 플럭스로 인해 상기 적층 비드의 외측면에 생성된 슬래그(slag)를 초음파 작용력으로 분쇄할 수 있고, 상기 공기 분사 유닛은 상기 적층 비드에 공기를 분사하여 상기 슬래그를 상기 적층 비드에서 제거할 수 있다.

- [0020] 바람직하게, 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 시스템은, 상기 초음파 제공 유닛의 타측에 배치되고 상기 공기 분사 유닛에 의해 상기 이물질이 제거된 상기 적층 비드를 비전 방식으로 검사하여 상기 적층 비드의 적층 상태에 대한 데이터를 수집하는 데이터 수집 유닛을 더 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 데이터 수집 유닛은, 상기 공기 분사 유닛의 이동 경로를 따라 상기 공기 분사 유닛보다 후행하면서 상기 적층 비드의 형상에 대한 이미지 데이터 또는 수치 데이터 중 적어도 하나를 실시간으로 수집할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 기재의 적층 부위에 대응하여 와이어 적층 유닛과 초음파 제공 유닛의 초기 위치를 정렬하는 단계, 상기 기재를 제1 설정온도로 예열하는 단계, 상기 와이어 적층 유닛이 와이어를 플라스마 아크로 용융시켜 상기 와이어의 적층 비드를 상기 기재에 미리 설정된 적층 경로를 따라 단수개의 레이어로 적층하는 단계, 상기 초음파 제공 유닛이 상기 와이어 적층 유닛에 의해 적층된 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하는 단계, 및 상기 적층 비드를 적층하는 단계 및 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하는 단계를 설정 적층 횟수까지 반복적으로 수행하여 상기 적층 비드를 상기 기재에 복수개의 레이어로 적층하는 단계를 포함하는 와이어 아크 적층 제조 방법을 제공한다.
- [0023] 바람직하게, 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 방법은, 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하는 단계 이후에 실시되고 상기 초음파 제공 유닛에 의해 초음파 처리된 상기 적층 비드의 온도를 측정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 적층 비드를 복수개의 레이어로 적층하는 단계는, 상기 적층 비드의 온도를 측정하는 단계에서 측정된 상기 적층 비드의 온도가 제2 설정온도 이하일 때 수행될 수 있다.
- [0025] 바람직하게, 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 방법은, 상기 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하는 단계 이후에 실시되고 상기 초음파 제공 유닛에 의해 초음파 처리된 상기 적층 비드에 공기 분사 유닛의 공기를 분사하여 상기 적층 비드의 표면에 존재하는 이물질을 제거하는 단계, 및 상기 적층 비드에 공기를 분사하는 단계 이후에 실시되고 상기 공기 분사 유닛에 의해 상기 이물질이 제거된 상기 적층 비드를 데이터 수집 유닛의 비전 방식으로 검사하여 상기 적층 비드의 적층 상태에 대한 데이터를 수집하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 시스템 및 방법은, 금속 재질의 와이어를 플라스마 아크로 용융시키면서 3D 프린팅 기법으로 적층하는 WAAM 기술을 이용함으로써 금속 재질의 적층 물품을 다양한 형상으로 간편하고 자유롭게 제조할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 시스템 및 방법은, 초음파 작용력을 적층 비드에 제공하여 적층 비드에 존재하는 이물질을 제거하거나 적층 비드의 기계적 성질을 향상시킴으로써, 적층 비드의 적층 성능을 증가시킬 수 있고, 적층 비드의 적층 구조로 마련된 적층 물품의 내구성 및 수명을 안정적으로 확보할 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 시스템 및 방법은, 초음파 제공 유닛에 의해 적층 비드의 표면에 존재하는 이물질을 분쇄한 후 공기 분사 유닛에 의해 적층 비드의 표면에 공기를 분사함으로써, 적층 비드의 표면에 존재하는 이물질의 분쇄물을 안정적으로 제거할 수 있고, 해당 적층 비드에 다른 적층 비드를 적층하는 과정에서 적층 비드들 간의 결합력이 이물질에 의해 저하되는 문제를 미연에 방지할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 시스템 및 방법은, 적층 비드의 이물질을 제거한 후 해당 적층 비드에 다른 적층 비드를 적층하기 이전에 데이터 수집 유닛이 적층 비드의 적층 상태에 대한 각종 데이터를 수집하므로, 적층 비드의 적층 상태를 실시간으로 모니터링할 수 있고, 적층 비드를 적층하는 과정에서 발생하는 불량을 미연에 진단 및 개선하여 적층 비드의 적층 구조를 안정화시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 시스템이 개략적으로 도시된 도면이다.

도 2는 도 1에 도시된 와이어 아크 적층 제조 시스템이 제작한 적층 물품의 일예를 나타낸 도면이다.

도 3은 도 1에 도시된 와이어 적층 유닛의 주요부를 나타낸 도면이다.

도 4와 도 5는 도 1에 도시된 와이어 아크 적층 제조 시스템의 적층 과정을 각각 나타낸 도면이다.

도 6은 도 1에 도시된 와이어 아크 적층 제조 시스템의 제어 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 방법이 도시된 순서도이다.

도 8은 도 6과 도 7에 도시된 데이터 수집 유닛에 의해 수집된 적층 비드의 적층 상태에 대한 데이터를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0035] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)이 개략적으로 도시된 도면이고, 도 2는 도 1에 도시된 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)이 제작한 적층 물품(40)의 일예를 나타낸 도면이며, 도 3은 도 1에 도시된 와이어 적층 유닛(120)의 주요부를 나타낸 도면이다. 도 4와 도 5는 도 1에 도시된 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)의 적층 과정을 각각 나타낸 도면이고, 도 6은 도 1에 도시된 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)의 제어 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

[0036] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)은, 기재(110), 와이어 적층 유닛(120), 초음파 제공 유닛(130), 공기 분사 유닛(140), 및 데이터 수집 유닛(150)을 포함할 수 있다.

[0037] 본 실시예의 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)은, 플라즈마 아크(A)로 금속 재질의 와이어(10)를 용융시키는 기존의 표준 용접 방식을 기반으로 와이어(10)의 적층 비드(20)를 쌓아서 금속 재질의 적층 물품(40)을 간편하고 자유롭게 제조할 수 있다. 즉, 본 실시예의 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)은 금속 재질의 와이어(10)를 플라즈마 아크(A)로 용융시키면서 3D 프린팅 기법으로 적층하는 WAAM 기술을 이용한 금속 물품의 제조 시스템에 해당할 수 있다.

[0038] 상기와 같이 본 실시예의 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)은, 금속 재질의 와이어(10)를 용융시켜 와이어(10)의 적층 비드(20)를 기재(110)에 적층하되, 미리 설정된 적층 경로(30)를 따라 이동하면서 적층 비드(20)를 3D 프린팅 방식으로 적층하여 적층 물품(40)을 제조할 수 있다. 이때, 적층 물품(40)은 원하는 형상과 치수를 갖도록 후처리 공정을 통해 정밀 가공할 수 있다.

[0039] 일례로, 도 2의 (a)에는 적층 물품(40)의 일예가 도시되어 있으며, 도 2의 (b)에는 적층 경로(30)가 나타난 적층 물품(40)의 단면이 도시되어 있다. 즉, 본 실시예의 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)은, 도 2의 (b)에 도시된 적층 경로(30)를 따라 와이어(10)의 적층 비드(20)를 적층함으로써 도 2의 (a)에 도시된 적층 물품(40)을 간편하게 제조할 수 있다.

[0040] 또한, 본 실시예의 와이어(10)는 금속 재질로 형성되되, 적층 물품(40)의 설계 조건 및 사용 환경에 따라 다양한 종류의 금속 재질로 형성될 수 있다. 예컨대, 와이어(10)는 단조 금형용 금형강, 티타늄 합금, 니켈 합금 또는 기타의 특수 재료를 첨가한 합금 등으로 형성될 수 있다.

[0041] 한편, 와이어(10)가 하나의 금속 재질로 형성된 솔리드 와이어(solid wire)로 제공될 수 있지만, 본 실시예에서는 금속 재질의 플럭스 코어드 와이어(FCW, flux cored wire)로 제공되는 것으로 설명한다. 다만, 이하에서는 '플럭스 코어드 와이어'로 명확히 지칭하지 않고 설명의 편의를 위해 '와이어'로만 기재한다.

[0042] 도 3에 도시된 바와 같이, 플럭스 코어드 와이어(10)는, 내부가 중공된 구조로 형성된 금속 재질의 와이어 몸체(12), 및 와이어 몸체(12)의 중공부에 수용된 플럭스(14)를 포함할 수 있다. 여기서, 와이어 몸체(12)는 적층 물품(40)을 구성하는 금속 소재로 형성될 수 있고, 플럭스(14)는 플럭스 코어드 와이어(10)의 용융과 적층에 필요한 성분으로 형성될 수 있다. 일례로, 플럭스(14)는 탄산제, 탈질제, 아크 안정제 및 화학적 성분 중 적어도 하나를 포함할 수 있고, 그로 인하여 플럭스 코어드 와이어(10)를 용융시킨 후 적층 경화시키는 과정에서 다량

의 슬래그(slag)(S)를 생성할 수 있다.

- [0043] 도 1, 도 2, 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 실시예의 기재(110)는, 금속 재질의 와이어(10)를 적층시킨 상태로 지지할 수 있다. 상기와 같은 기재(110)는 판 형상으로 형성되어 테이블 형상의 작업 테이블(112)에 안착되어 고정될 수 있다.
- [0044] 여기서, 기재(110)는 와이어 적층 유닛(120)에 의해 와이어(10)의 적층이 이루어지기 이전에 제1 설정온도로 미리 예열될 수 있다. 상기와 같은 제1 설정온도는 와이어(10)의 용융온도보다 낮은 온도로 설정될 수 있다. 그에 따라서, 와이어(10)의 적층 비드(20)는 미리 예열된 기재(110)에 적층할 수 있기 때문에 이물질 유입이나 기공 발생 및 저온 균열 등을 효과적으로 방지할 수 있다.
- [0045] 참고로, 기재(110)를 예열하는 방법으로는, 작업 테이블(112)에 히터를 설치하여 작업 테이블(112)에 안착된 기재(110)를 예열하거나 또는 히터를 별도의 장치로 준비한 후 기재(110)의 예열이 필요할 때마다 기재(110)에 접근시켜 가열하는 방법 등이 적용될 수 있다.
- [0046] 도 1, 도 3 내지 도 5를 참조하면, 본 실시예의 와이어 적층 유닛(120)은, 와이어(10)를 플라즈마 아크(A)로 용융시킨 후 와이어(10)의 적층 비드(20)를 기재(110)에 3D 프린팅 방식으로 적층할 수 있다. 즉, 와이어 적층 유닛(120)은 WAAM의 금속 제품 제조법을 기반으로 와이어(10)를 기재(110)의 표면에 적층하는 장치로서, 미리 설정된 적층 경로(30)를 따라 이동하면서 적층 비드(20)를 기재(110)에 복수개의 레이어(layer)로 적층시킬 수 있다.
- [0047] 예를 들면, 와이어 적층 유닛(120)은 와이어 적층부(122) 및 적층 이동부(124)를 포함할 수 있다
- [0048] 와이어 적층부(122)는, 와이어(10)를 플라즈마 아크(A)로 용융시키면서 적층 비드(20)를 기재(110)에 적층할 수 있다. 상기와 같은 와이어 적층부(122)는 적층 이동부(124)에 연결되어 적층 이동부(124)에 의해 다양한 방향으로 이동될 수 있다. 일례로, 본 실시예의 와이어 적층부(122)는 WAAM 기술의 금속 용접법에서 사용되는 플라즈마 아크(A)의 용접 구조와 동일 유사하게 마련될 수 있다.
- [0049] 적층 이동부(124)는, 와이어 적층부(122)를 적층 경로(30)로 이동시켜 적층 비드(20)를 3D 프린팅 방식으로 적층시킬 수 있다. 상기와 같은 적층 이동부(124)는 와이어 적층부(122)를 원하는 방향으로 이동시키기 위한 6축 이동 로봇으로 제공될 수 있다. 일례로, 적층 이동부(124)는 6축의 산업용 로봇팔 구조로 형성됨으로써, 와이어 적층부(122)를 3개의 축 방향(X축 방향, Y축 방향, Z축 방향)으로 직선 이동시킬 수 있고, 와이어 적층부(122)를 3개의 축 방향(X축 방향, Y축 방향, Z축 방향)을 중심으로 회전시킬 수 있다.
- [0050] 도 1, 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 실시예의 초음파 제공 유닛(130)은, 와이어 적층 유닛(120)에 의해 적층된 적층 비드(20)에 초음파 작용력을 제공할 수 있다. 이때, 초음파 제공 유닛(130)은, 와이어 적층 유닛(120)에 의해 적층되는 적층 비드(20)를 따라 이동하면서 경화된 상태의 적층 비드(20) 전체에 초음파 작용력을 연속적으로 제공할 수 있다. 참고로, 본 실시예의 초음파 작용력은 초음파를 기반으로 반복적으로 작용되는 힘으로써 초음파 진동자에 의해 발생하는 진동력을 초음파 작용력으로 활용하는 것으로 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니며 적층 비드(20)에 미리 설정된 강도의 충격을 반복적으로 제공할 수 있는 다양한 종류의 작용력을 제공될 수 있다.
- [0051] 상기와 같이 초음파 제공 유닛(130)이 적층 비드(20)에 초음파 작용력을 제공하면, 적층 비드(20)의 표면에 존재하는 이물질을 초음파 작용력으로 분쇄할 수 있고, 뿐만 아니라 적층 비드(20)의 기계적 성질도 초음파 작용력으로 향상시킬 수 있다.
- [0052] 특히, 본 실시예의 와이어(10)가 플렉스 코어드 와이어로 제공되므로, 플렉스 코어드 와이어에 포함된 플렉스(14)로 인한 슬래그(S)가 적층 비드(20)의 표면에 다량 발생할 수 있고, 해당 슬래그(S)로 인하여 적층 비드(20)에 다른 적층 비드(20)를 적층할 때 적층 불량률 초래할 수 있다. 따라서, 본 실시예에서는 초음파 제공 유닛(130)의 초음파 작용력을 이용하여 적층 비드(20)의 표면에 생성된 슬래그(S)를 분쇄 및 제거할 필요성이 있다.
- [0053] 예를 들면, 초음파 제공 유닛(130)은 초음파 발생부(132) 및 초음파 이동부(134)를 포함할 수 있다.
- [0054] 초음파 발생부(132)는, 와이어 적층 유닛(120)에 의해 기재(110)에 적층된 적층 비드(20)에 접촉된 후 그렇게 접촉한 상태에서 적층 비드(20)에 초음파 작용력을 제공할 수 있다. 상기와 같은 초음파 발생부(132)는 적층 비드(20)에 제공하는 초음파 작용력의 강도를 다양하게 변경할 수 있는 구조로 마련될 수 있다. 즉, 초음파 발생부(132)는 적층 비드(20)의 표면에 생성된 슬래그(S)를 분쇄하여 적층 비드(20)에서 이탈시킬 수 있는 강도로

초음파 작용력을 적층 비드(20)의 표면에 제공할 수 있다.

- [0055] 초음파 이동부(134)는 적층 비드(20)를 따라 초음파 발생부(132)를 이동시킴으로써, 와이어 적층 유닛(120)에 의해 적층된 적층 비드(20)의 길이 방향으로 따라 연속적으로 초음파 작용력을 전달할 수 있다. 상기와 같은 초음파 이동부(134)는 초음파 발생부(132)를 원하는 방향으로 이동시키기 위한 6축 이동 로봇으로 제공될 수 있다. 일례로, 초음파 이동부(134)는 6축의 산업용 로봇팔 구조로 형성됨으로써, 초음파 발생부(132)를 3개의 축 방향(X축 방향, Y축 방향, Z축 방향)으로 직선 이동시킬 수 있고, 초음파 발생부(132)를 3개의 축 방향(X축 방향, Y축 방향, Z축 방향)을 중심으로 회전시킬 수 있다.
- [0056] 도 6에 도시된 바와 같이, 초음파 제공 유닛(130)은, 초음파 발생부(132)의 접촉 압력을 실시간으로 측정하는 접촉압 측정부(170)를 더 포함할 수 있다. 일례로, 접촉압 측정부(170)는 로드셀과 같은 압력 센서로 제공될 수 있다. 상기와 같은 접촉압 측정부(170)는 초음파 발생부(132)의 내부에 배치되거나 또는 초음파 발생부(132)와 초음파 이동부(134) 사이에 배치될 수 있다.
- [0057] 실제로, 적층 비드(20)의 두께는 적층 비드(20)의 위치에 따라 서로 다르게 형성될 수 있기 때문에 초음파 발생부(132)는 적층 비드(20)와 접촉되는 위치에 따라 접촉 압력이 달라질 수 있다. 초음파 이동부(134)는, 접촉압 측정부(170)의 측정 결과를 이용하여 적층 비드(20)의 두께에 따라 초음파 발생부(132)의 위치를 적절하게 조절할 수 있고, 그에 따라 초음파 발생부(132)의 접촉 압력을 설정 압력으로 일정하게 유지할 수 있다.
- [0058] 따라서, 접촉압 측정부(170)의 측정 결과를 이용하여 초음파 발생부(132)의 접촉 압력을 설정 압력으로 일정하게 유지하므로, 초음파 발생부(132)가 적층 비드(20)에 제공하는 초음파 작용력의 강도를 안정적으로 유지시켜 적층 비드(20)가 초음파 작용력에 의해 변형되는 위험을 방지할 수 있다.
- [0059] 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 실시예의 공기 분사 유닛(140)은, 초음파 제공 유닛(130)의 초음파 발생부(132)의 이동 경로를 따라 이동하되, 초음파 발생부(132)보다 후행하면서 초음파 처리된 적층 비드(20)에 공기를 분사할 수 있다. 따라서, 공기 분사 유닛(140)은 초음파 제공 유닛(130)에 의해 분쇄된 슬래그(S)에 공기를 분사시켜 슬래그(S)를 적층 비드(20)의 외측으로 제거할 수 있다.
- [0060] 공기 분사 유닛(140)은, 와이어 적층 유닛(120)과 초음파 제공 유닛(130)에 대해 별개의 구성으로 제공되거나, 또는 초음파 제공 유닛(130)의 일측에 나란하게 배치될 수 있다. 이하, 본 실시예에서는 공기 분사 유닛(140)이 초음파 발생부(132)의 일측에 배치되어 초음파 이동부(134)에 의해 초음파 발생부(132)와 함께 이동되는 것으로 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니며 공기 분사 유닛(140)이 와이어 적층 유닛(120)과 초음파 제공 유닛(130)처럼 별도의 6축 이동 로봇을 이용하여 공기 분사부를 개별적으로 작동시키도록 마련될 수도 있다.
- [0061] 예를 들면, 본 실시예의 공기 분사 유닛(140)은, 초음파 제공 유닛(130)의 초음파 발생부(132) 또는 초음파 이동부(134) 중 적어도 하나에 연결된 공기 분사부를 포함하되, 공기 분사부는 초음파 이동부(134)에 의해 초음파 발생부(132)와 함께 적층 비드(20)를 따라 이동되는 구조이다. 이때, 공기 분사 유닛(140)의 공기 분사부는, 적층 비드(20)에 고압 공기를 분사하도록 노즐 형태로 형성될 수 있고, 초음파 발생부(132)의 이동 경로를 기준으로 초음파 발생부(132)의 후방에 배치될 수 있다.
- [0062] 따라서, 초음파 제공 유닛(130)이 적층 비드(20)에 접촉된 상태로 초음파 작용력을 제공하면서 적층 비드(20)를 따라 이동된 후 공기 분사 유닛(140)이 해당 적층 비드(20)에 공기를 분사하면서 적층 비드(20)를 따라 이동될 수 있다.
- [0063] 도 6을 참조하면, 본 실시예의 데이터 수집 유닛(150)은, 공기 분사 유닛(140)에 의해 슬래그(S)가 제거된 적층 비드(20)를 비전 방식으로 검사하여 적층 비드(20)의 적층 상태에 대한 데이터를 수집할 수 있다. 따라서, 데이터 수집 유닛(150)은 초음파 제공 유닛(130)과 공기 분사 유닛(140)에 의해 슬래그(S)를 제거한 적층 비드(20)를 검사하여 해당 적층 비드(20)를 실시간으로 모니터링할 수 있다.
- [0064] 데이터 수집 유닛(150)은, 와이어 적층 유닛(120)과 초음파 제공 유닛(130) 및 공기 분사 유닛(140)에 대해 별개의 구성으로 제공되거나, 또는 초음파 제공 유닛(130)의 타측에 나란하게 배치될 수 있다. 이하, 본 실시예에서는 데이터 수집 유닛(150)이 초음파 발생부(132)의 타측에 배치되어 초음파 이동부(134)에 의해 초음파 발생부(132) 및 공기 분사부와 함께 이동되는 것으로 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니며 데이터 수집 유닛(150)이 와이어 적층 유닛(120)과 초음파 제공 유닛(130)처럼 별도의 6축 이동 로봇을 이용하여 데이터 측정부를 개별적으로 작동시키도록 마련될 수도 있다.
- [0065] 예를 들면, 본 실시예의 데이터 수집 유닛(150)은, 초음파 제공 유닛(130)의 초음파 발생부(132) 또는 초음파

이동부(134) 중 적어도 하나에 연결된 데이터 측정부를 포함하되, 데이터 측정부는 초음파 이동부(134)에 의해 초음파 발생부(132)와 함께 적층 비드(20)를 따라 이동되는 구조이다. 이때, 데이터 수집 유닛(150)의 데이터 측정부는, 적층 비드(20)의 형상에 대한 이미지와 동영상 촬영하는 비전 센서로 형성될 수 있고, 초음파 발생부(132)의 이동 경로를 기준으로 공기 분사부의 후방에 배치될 수 있다.

[0066] 한편, 데이터 수집 유닛(150)은, 초음파 제공 유닛(130)과 공기 분사 유닛(140)의 이동 경로를 따라 공기 분사 유닛(140)보다 후행하면서 적층 비드(20)의 형상에 대한 이미지 데이터 또는 수치 데이터 중 적어도 하나를 실시간으로 수집할 수 있다. 일례로, 데이터 수집 유닛(150)의 데이터 측정부는 적층 비드(20)의 외부 구조와 내부 구조를 측정할 수 있는 다양한 비전 센서로 마련될 수 있지만, 본 실시예에서는 초음파, 레이저, 전자기와 등을 이용하여 적층 비드(20)의 각종 데이터를 측정하는 것으로 설명한다.

[0067] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)은, 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)의 작동을 제어하는 제어부(160), 및 기재(110)와 적층 비드(20)의 온도를 측정하는 온도 측정부(180)를 더 포함할 수 있다.

[0068] 본 실시예의 제어부(160)는, 와이어 적층 유닛(120)과 초음파 제공 유닛(130) 및 공기 분사 유닛(140)의 작동을 제어할 수 있고, 데이터 수집 유닛(150)과 접촉압 측정부(170) 및 온도 측정부(180)의 측정 결과를 저장 및 분석할 수 있다.

[0069] 본 실시예의 온도 측정부(180)는, 기재(110) 및 적층 비드(20)의 온도를 비접촉 방식으로 측정하는 온도 센서로 제공될 수 있다. 특히, 온도 측정부(180)가 적층 비드(20)의 온도를 측정함으로써 적층 비드(20)에 다른 적층 비드(20)를 적층하는 시점을 판단하는데 활용될 수 있다.

[0071] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 방법이 도시된 순서도이고, 도 8은 도 6과 도 7에 도시된 데이터 수집 유닛(150)에 의해 수집된 적층 비드(20)의 적층 상태에 대한 데이터를 나타낸 도면이다.

[0072] 상기와 같이 구성된 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 방법을 살펴보면 다음과 같다.

[0073] 도 6 내지 도 7를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 와이어 아크 적층 제조 방법은, 기재(110)의 적층 부위에 대응하여 와이어 적층 유닛(120)과 초음파 제공 유닛(130)의 초기 위치를 정렬하는 단계(S10), 기재(110)를 제1 설정온도로 예열하는 단계(S11), 와이어 적층 유닛(120)이 와이어(10)를 플라즈마 아크(A)로 용융시켜 와이어(10)의 적층 비드(20)를 기재(110)에 미리 설정된 적층 경로(30)를 따라 단수개의 레이어로 적층하는 단계(S12), 초음파 제공 유닛(130)이 와이어 적층 유닛(120)에 의해 적층된 적층 비드(20)에 초음파 작용력을 제공하는 단계(S13), 적층 비드에 초음파 작용력을 제공하는 단계(S13) 이후에 실시되고 초음파 제공 유닛(130)에 의해 초음파 처리된 적층 비드(20)에 공기 분사 유닛(140)의 공기를 분사하여 적층 비드(20)의 표면에 존재하는 이물질을 제거하는 단계(S14), 공기 분사 유닛(140)에 의해 이물질이 제거된 적층 비드(20)를 데이터 수집 유닛(150)의 비전 방식으로 검사하여 적층 비드(20)의 적층 상태에 대한 데이터를 수집하는 단계(S15), 초음파 제공 유닛(130)에 의해 초음파 처리된 적층 비드(20)의 온도를 측정하는 단계(S16), 적층 비드(20)를 적층하는 단계(S12) 및 적층 비드(20)에 초음파 작용력을 제공하는 단계(S13)를 설정 적층 횟수까지 반복적으로 수행하여 적층 비드(20)를 기재(110)에 복수개의 레이어로 적층하는 단계(S18)를 포함할 수 있다.

[0074] 와이어 적층 유닛(120)과 초음파 제공 유닛(130)의 초기 위치를 정렬하는 단계(S10)에서는, 작업 테이블(112)에 안착된 기재(110)의 적층 부위에 따라 와이어 적층 유닛(120)과 초음파 제공 유닛(130)의 초기 위치를 정렬시켜 와이어 적층 유닛(120)과 초음파 제공 유닛(130)의 작동을 준비한다.

[0075] 기재(110)를 제1 설정온도로 예열하는 단계(S11)에서는, 기재(110)를 제1 설정온도(예컨대, 150℃ 정도)로 예열하여 와이어(10)의 용융 및 적층시 발생하는 슬래그(S)의 유입 및 기공 발생과 저온 균열 등의 문제를 미연에 방지한다. 이때, 기재(110)의 온도는 온도 측정부(180)를 이용하여 실시간으로 측정하고, 온도 측정부(180)의 측정 결과는 제어부(160)에 전달한다.

[0076] 와이어(10)의 적층 비드(20)를 단수개의 레이어로 적층하는 단계(S12)에서는, 와이어 적층 유닛(120)을 작동시켜 와이어(10)를 플라즈마 아크(A)로 용융시킨 후 와이어(10)의 적층 비드(20)를 단수개의 레이어로 기재(110)에 적층한다. 이때, 와이어 적층 유닛(120)의 와이어 적층부(122)는 적층 이동부(124)에 의해서 제어부(160)에 미리 설정된 적층 경로(30)를 따라 이동하면서 적층 비드(20)를 적층시키고, 그로 인하여 적층 비드(20)에 의한 하나의 레이어가 기재(110)에 형성한다.

- [0077] 적층 비드(20)에 초음파 작용력을 제공하는 단계(S13)에서는, 초음파 제공 유닛(130)이 와이어 적층 유닛(120)에 의해 적층된 적층 비드(20)에 초음파 작용력을 제공하여 적층 비드(20)의 표면에 생성된 슬래그(S)를 분쇄한다. 이때, 초음파 제공 유닛(130)의 초음파 발생부(132)는 적층 비드(20)에 설정압력으로 접촉된 상태로 초음파 작용력을 제공하고, 접촉압 측정부(170)의 측정 결과를 이용하여 초음파 발생부(132)의 접촉 압력을 설정 압력으로 일정하게 유지한다.
- [0078] 적층 비드(20)에 공기를 분사하는 단계(S14)에서는, 공기 분사 유닛(140)이 초음파 제공 유닛(130)에 의해 초음파 처리된 적층 비드(20)에 공기를 분사하여 적층 비드(20)의 표면에 존재하는 슬래그(S)의 분쇄물을 제거한다. 따라서, 적층 비드(20)의 표면에 존재하는 슬래그(S)로 인하여 적층 비드(20)들 간의 결합력이 낮아지거나 불량 이 발생하는 문제점을 방지한다.
- [0079] 적층 비드(20)의 적층 상태에 대한 데이터를 수집하는 단계(S15)에서는, 공기 분사 유닛(140)에 의해 이물질이 제거된 적층 비드(20)를 검사하여 해당 적층 비드(20)의 데이터를 수집한다. 즉, 데이터 수집 유닛(150)은 비전 방식으로 적층 비드(20)의 형상에 대한 이미지 데이터 또는 치수 데이터 중 적어도 어느 하나를 측정하여 제어부(160)에 실시간으로 전달한다. 상기와 같이 데이터 수집 유닛(150)에 수집된 데이터는 그래프 및 이미지 등과 같이 시각 자료로 제공하여 분석을 쉽게 한다.
- [0080] 적층 비드(20)의 온도를 측정하는 단계(S16)에서는, 초음파 제공 유닛(130)에 의해 초음파 처리된 후 공기 분사 유닛(140)에 의해 슬래그(S)가 제거된 적층 비드(20)의 온도를 측정하여 제어부(160)에 실시간으로 전달한다. 이때, 온도 측정부(180)의 측정 결과가 제2 설정온도(예컨대, 400℃) 이하로 측정되지 않으면, 적층 비드(20)가 충분히 냉각 및 경화되지 않은 것으로 판단하여 적층 비드(20)의 추가적인 적층을 유보한다.
- [0081] 적층 비드(20)를 복수개의 레이어로 적층하는 단계(S18)에서는, 온도 측정부(180)의 측정 결과가 제2 설정온도 이하로 측정되면, 적층 비드(20)를 적층하는 단계(S12) 및 적층 비드(20)에 초음파 작용력을 제공하는 단계(S13)를 설정 적층 횟수까지 반복적으로 수행하여 적층 비드(20)를 복수개의 레이어로 기재(110)에 적층한다.
- [0082] 만약, 적층 비드(20)의 실제 적층 횟수가 설정 적층 횟수에 도달하면, 적층 비드(20)를 적층하는 단계(S12) 및 적층 비드(20)에 초음파 작용력을 제공하는 단계(S13)의 진행을 중단하고, 와이어 아크 적층 제조 시스템(100)의 작동을 정지한다.
- [0084] 이상과 같이 본 발명의 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

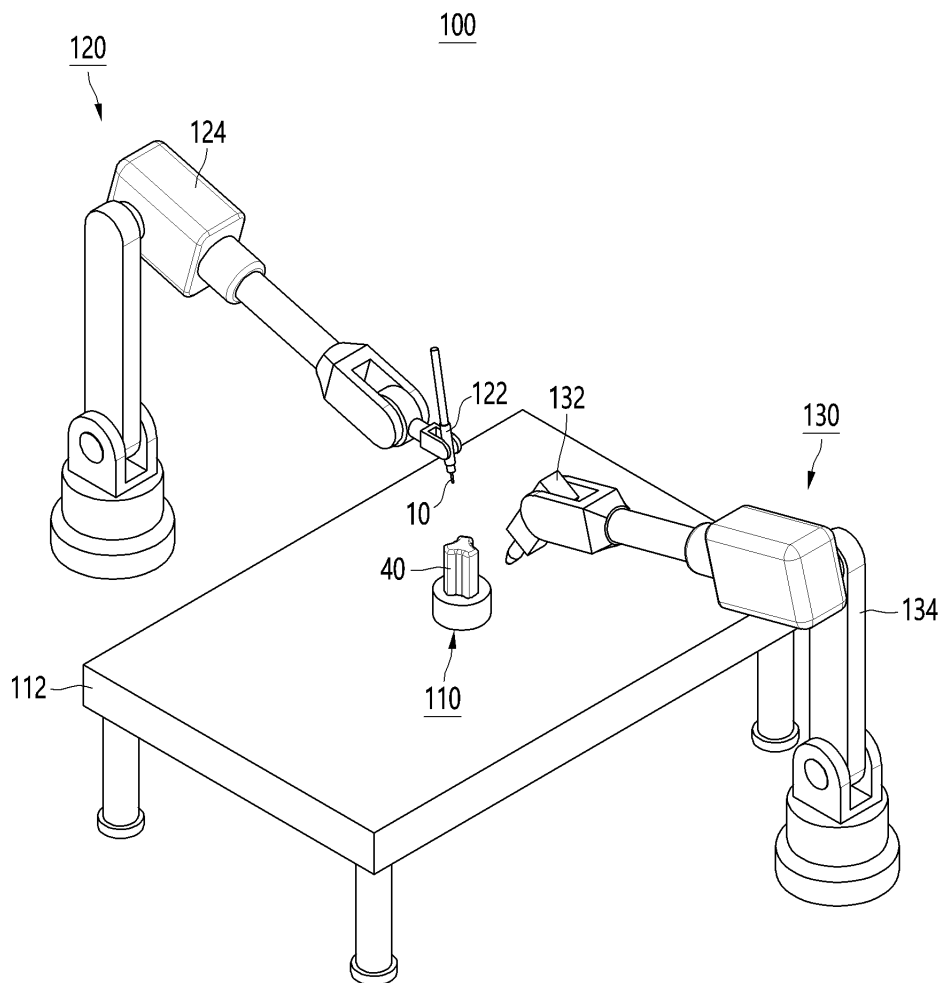
부호의 설명

- [0086] 100: 와이어 아크 적층 제조 시스템
110: 기재
120: 와이어 적층 유닛
130: 초음파 제공 유닛
140: 공기 분사 유닛
150: 데이터 수집 유닛
160: 제어부
170: 접촉압 측정부
180: 온도 측정부

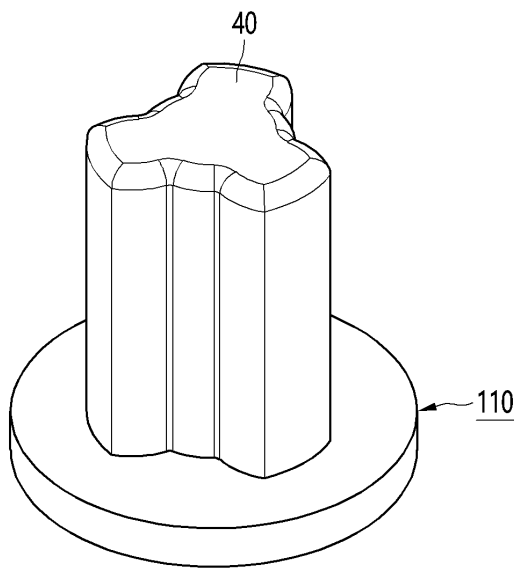
- 10: 와이어
 20: 적층 비드
 30: 적층 경로
 40: 적층 물품
 A: 아크 플라스마
 S: 슬래그

도면

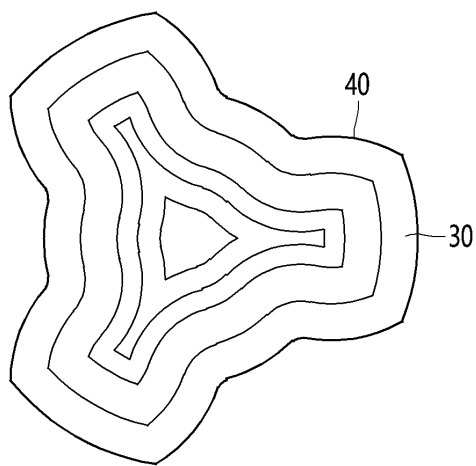
도면1



도면2

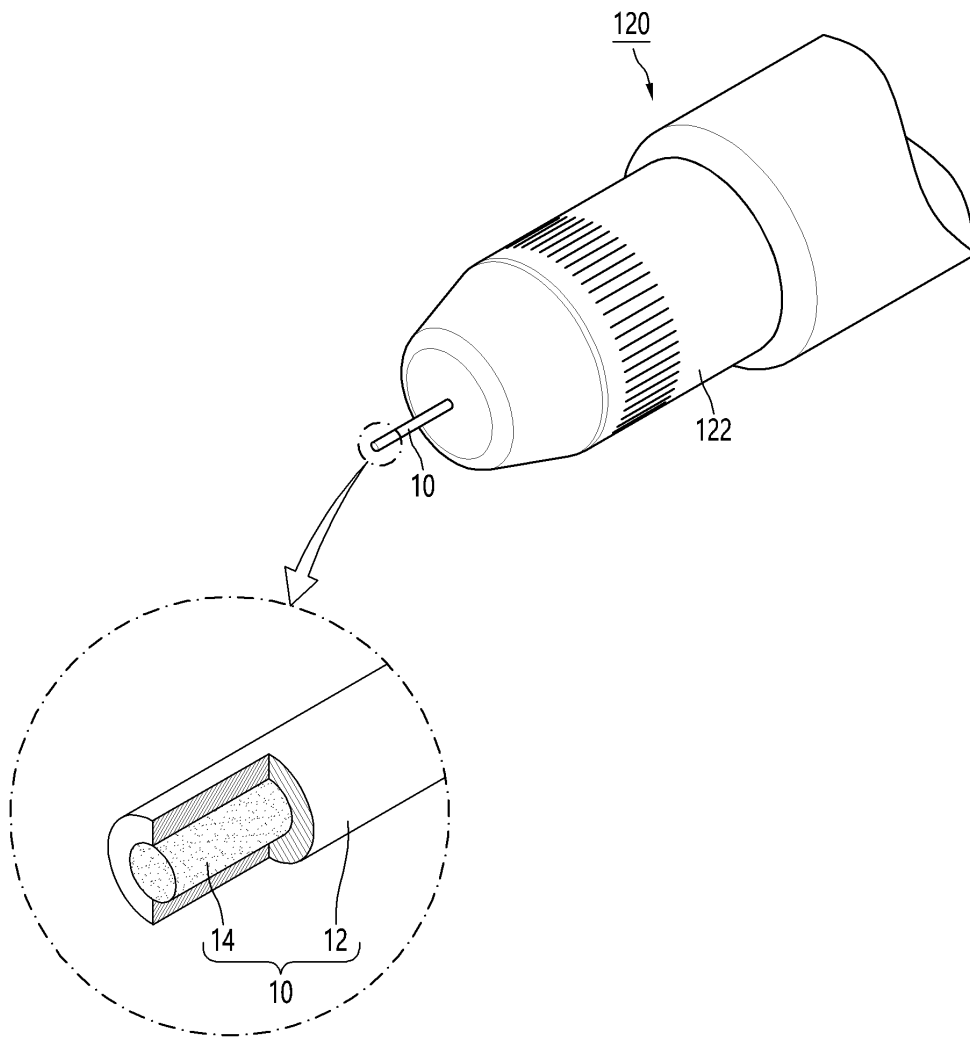


(a)

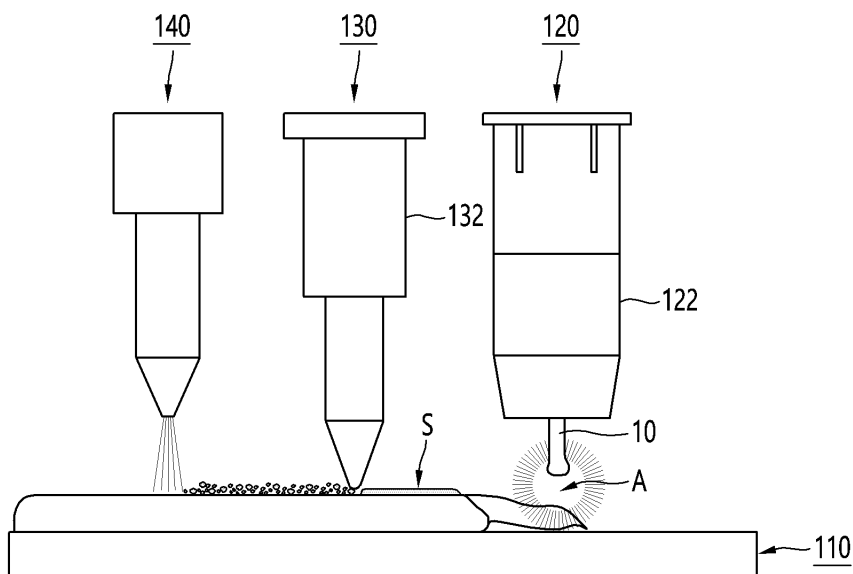


(b)

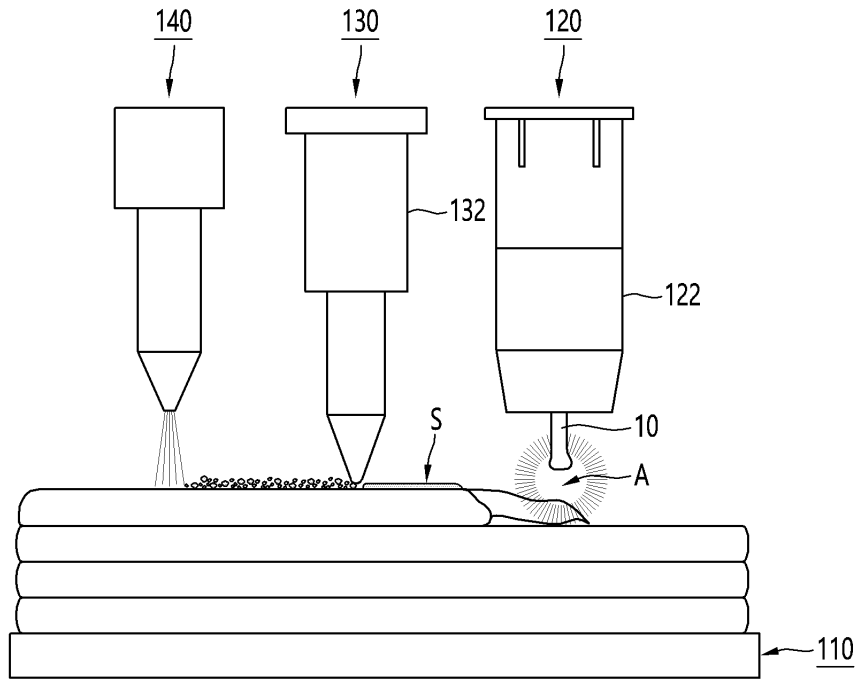
도면3



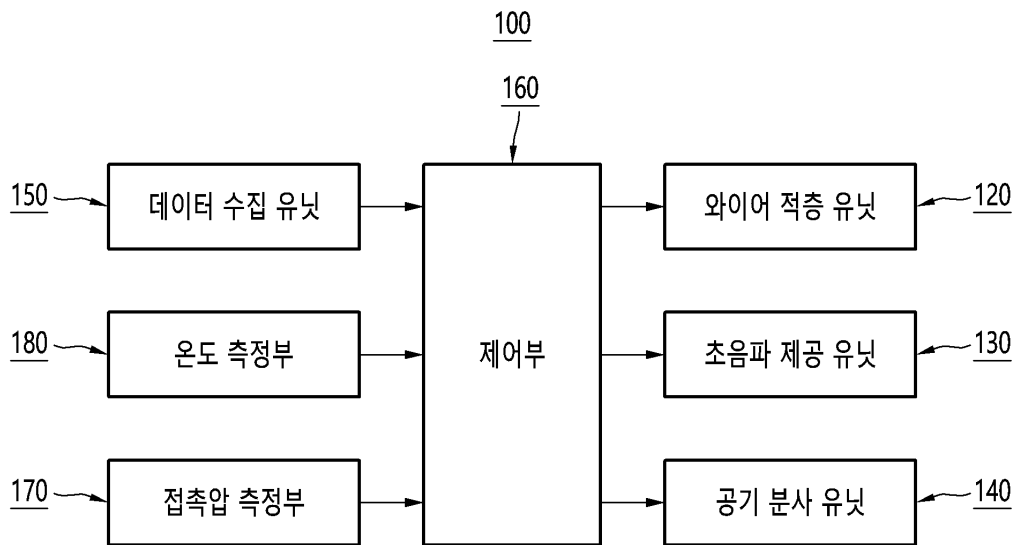
도면4



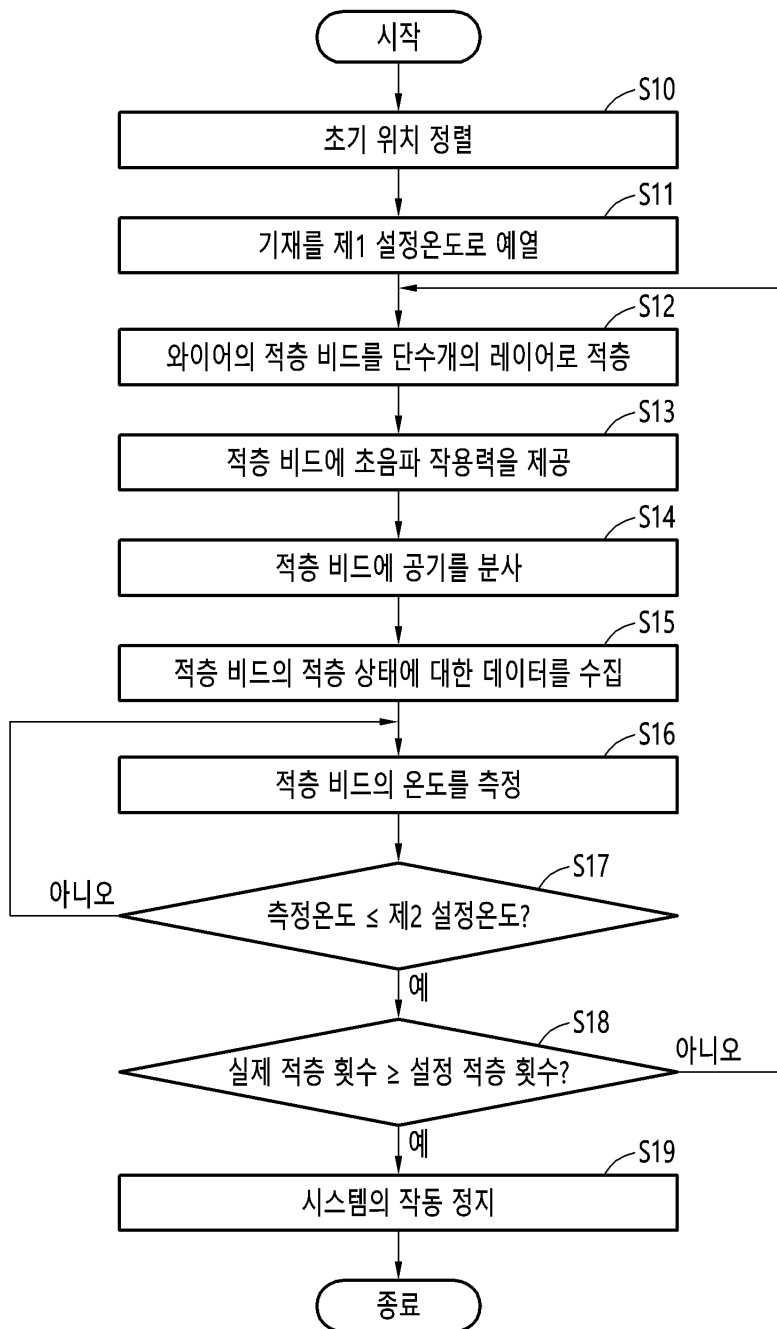
도면5



도면6



도면7



도면8

