



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0097218  
(43) 공개일자 2025년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B22F 10/22 (2021.01) B22F 12/00 (2021.01)  
B22F 12/47 (2021.01) B23K 9/04 (2006.01)  
B23K 9/16 (2006.01) B33Y 10/00 (2015.01)  
B33Y 30/00 (2015.01)

(52) CPC특허분류

B22F 10/22 (2023.08)  
B22F 12/224 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2023-0188274

(22) 출원일자 2023년12월21일

심사청구일자 2023년12월21일

(71) 출원인

국립창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대로 20(퇴촌동)

(72) 발명자

김동현

경상남도 창원시 의창구 창원대로397번길 11, 10  
2동 2206호(힐스테이트 아티움시티)

정태원

부산광역시 북구 금곡대로 166 롯데캐슬카이저  
601동 2901호

(74) 대리인

특허법인남춘

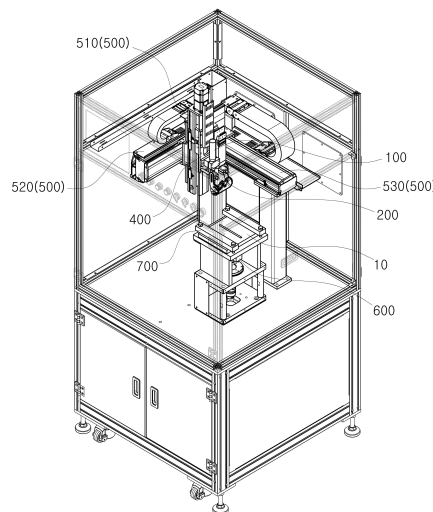
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 와이어 아크 3D 프린터

(57) 요약

본 발명은 와이어 아크 3D 프린터에 관한 것으로서, 특히 복수 개의 와이어 피더를 통해 이종 또는 동종의 금속 와이어를 공급하여 경사기능재료를 제작하거나 생산성을 향상시킬 수 있도록, 모재가 상측에 놓여지는 베드; 상기 모재를 향해 금속 와이어를 공급하는 와이어 피더; 및 상기 와이어 피더로부터 공급되는 금속 와이어를 용해시키며 모재에 적층되도록 하는 용접 토치;를 포함하되, 상기 와이어 피더는, 복수 개가 구비되어, 이종(異種) 또는 동종(同種)의 금속 와이어를 공급할 수 있는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*B22F 12/224* (2021.01)

*B22F 12/47* (2021.01)

*B23K 9/042* (2013.01)

*B23K 9/16* (2013.01)

*B33Y 10/00* (2013.01)

*B33Y 30/00* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

모재(10)가 상측에 놓여지는 베드(100);

상기 모재(10)를 향해 금속 와이어를 공급하는 와이어 피더(200); 및

상기 와이어 피더(200)로부터 공급되는 금속 와이어를 용해시키며 모재(10)에 적층되도록 하는 용접 토치(300);를 포함하되,

상기 와이어 피더(200)는, 복수 개가 구비되어, 이종(異種) 또는 동종(同種)의 금속 와이어를 공급할 수 있는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 용접 토치(300)는, 상하방향으로 배치되며,

상기 와이어 피더(200)는, 하단에 금속 와이어가 배출되는 공급팁(210)이 구비되고 공급될 금속 와이어가 내부를 통과하는 공급노즐(220)을 포함하되,

상기 복수 개의 와이어 피더(200)는, 각각의 공급팁(210)이 용접 토치(300)의 하측에 위치되게끔 공급노즐(220)이 절곡형성된 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수 개의 와이어 피더(200)와 용접 토치(300)가 고정되는 고정모듈(400); 및

상기 고정모듈(400)을 전후방향인 X축 방향, 양측방향인 Y축 방향, 상하방향인 Z축 방향으로 이동시키는 이동모듈(500);을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 고정모듈(400)은,

상기 이동모듈(500)에 이동가능하게끔 결합되는 고정베이스판(410)과,

상기 고정베이스판(410)에 결합되고 용접 토치(300)가 수직하게 배치되도록 파지하는 토치고정구(420)와,

상기 고정베이스판(410)으로부터 전방을 향해 돌출되게끔 구비되고 상호 측방향으로 이격되게 배치되는 한 쌍의 지지봉(430)과,

상기 용접 토치(300)의 전방 측에서 한 쌍의 지지봉(430)을 따라 이동가능하게끔 한 쌍의 지지봉(430) 각각에 결합되는 한 쌍의 고정블록(440)과,

'ㄴ'자 형태를 이루며 상하방향으로 위치조절이 가능하게끔 고정블록(440)의 외측편에 결합되는 한 쌍의 연결편(450)과,

'ㄷ'자 형태를 이루며 양단부가 한 쌍의 연결편(450)에 각도 조절이 가능하게끔 결합되고 양단부 사이에 복수 개의 와이어 피더(200)가 고정되는 피더고정구(460)를 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)의 작동을 제어하는 제어부;를 더 포함하되,

상기 제어부는, 와이어 피더(200)를 통해 공급될 금속 와이어의 종류 및 모재에 적층될 금속 와이어의 비율을 고려하여, 사전에 설정된 용접 토치(300)의 이동속도에 따라 용접 토치(300)가 작동되고, 사전에 설정된 금속 와이어의 송출속도에 따라 와이어 피더(200)가 작동되게끔 제어할 수 있는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제어부에서 사전에 설정된 용접 토치(300)의 이동속도 및 금속 와이어의 송출속도는, 와이어 피더(200)로부터 공급되는 금속 와이어가 모재(10)와 이루는 각도에 따라 상이하게 설정될 수 있는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 용접 토치(300)는, TIG 용접(Tungsten Inert Gas welding) 방식으로 작동되는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 베드(100)에 결합되어 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)에 의해 모재(10)에 적층되는 금속에 대하여 초음파를 가하는 초음파모듈(600);을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 초음파모듈(600)은, 초음파를 발생시키며 베드(100)에 상단이 모재(10)를 향해 노출되도록 결합되는 초음파프로브(610)를 포함하되,

상기 초음파프로브(610)는, 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)의 작업 방향과 상단이 나란하게끔 베드(100)에 결합되는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 초음파프로브(610)는, 상하방향으로 이동되며 Z축을 중심으로 축회전되게끔 구비되며 상부가 일자 형태로 형성되되,

상기 베드(100)는, 십(十)자 형태로 초음파프로브의 상부가 끼워질 수 있는 프로브홀(110)이 형성되는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 초음파프로브(610)는, 상하방향으로 장공 형태를 이루는 복수 개의 초음파발생홀(611)이 소정의 간격마다 형성되되, 초음파발생홀(611)이 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)의 작업 방향과 직교하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

#### 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 초음파모듈(600)은, 15~20kHz 주파수 범위의 초음파를 발생시키는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프

린터.

### 청구항 13

제8항에 있어서,

상기 용접 토치(300), 와이어 피더(200) 및 초음파모듈(600)의 작동을 제어하는 제어부;를 더 포함하되,

상기 제어부는, 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)의 작동과 동시에 초음파모듈(600)을 작동시키는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 와이어 아크 3D 프린터에 관한 것으로서, 특히 이종 또는 동종의 금속 와이어를 공급하여 경사기능재료를 제작하거나 생산성을 향상시킬 수 있는 와이어 아크 3D 프린터에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 각종 부품의 대부분이 금속 소재로 이루어지는 제조업 특성상 제조혁신을 이끌 핵심기술로, '금속 3D 프린팅'이 각광받고 있다. 금속 3D 프린터는 복잡한 형상의 어떠한 금형도 높은 정밀도로 맞춤제작이 가능하기 때문에 시제품 개발부터 양산까지의 제품 라이프사이클 비용을 효과적으로 절감할 수 있다. 특히, 선박, 항공기 등 중대형 수송기가 부품처럼 부가가치가 높지만 다품종 소량생산이 필요한 경우 가장 효율적인 대안으로 꼽힌다.

[0003] 기존 PBF(Powder Bed Fusion) 방식의 3D 프린팅 기술은, 파우더분말을 평평히 깔고 레이저를 선택적으로 쏘아 소결시키거나 녹여 적층하는 방식으로, 고출력 레이저장비와 값비싼 분말 재료로 오랜 시간 한 층씩 적층해야 하기 때문에 금형이 커질수록 제조단가가 높아지고 생산성이 떨어지는 단점이 있다.

[0004] 이러한 단점을 극복하고자 용접 기법으로 금속 와이어를 빠르게 적층하는 와이어 아크(Wire Arc) 3D적층 제조방식이 등장하였다. 와이어 아크(Wire Arc) 3D적층 제조방식은, 열원으로 고온의 전기불꽃 '아크(Arc)'를 사용하고 '와이어'를 녹여 적층한다. 용접토치가 경로를 따라 와이어를 녹이며 층층이 쌓는 자동화 방식으로, 제조단가 절감, 소재 손실을 감소, 금형의 냉각속도, 내마모성 등의 향상, 치수 안정성 높일 수 있다는 장점을 가진다.

[0005] 그러나, 종래 와이어 아크 3D 프린터는, 하나의 와이어 피더만 구비되어 있어, 생산성이 높지 않으며, 내외부의 성질이 달라 외부로부터 내부로 서서히 재질이 변화해 가는 재료인 경사기능재료를 제작할 수 없다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2015-0117105호 '아크용접을 이용한 3D 프린터'

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서 복수 개의 와이어 피더를 통해 이종 또는 동종의 금속 와이어를 공급하여 경사기능재료를 제작하거나 생산성을 향상시킬 수 있는 와이어 아크 3D 프린터를 제공함에 목적이 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명인 경사기능재료 제조를 위한 이종 금속 와이어 3D 프린팅 시스템은, 모재가 상층에 놓여지는 베드; 상기 모재를 향해 금속 와이어를 공급하는 와이어 피더; 및 상기 와이어 피더로부터 공급되는 금속 와이어를 용해시키며 모재에 적층되도록 하는 용접 토치;를 포함하되, 상기 와이어 피더는, 복수

개가 구비되어, 이종(異種) 또는 동종(同種)의 금속 와이어를 공급할 수 있다.

- [0009] 또한, 상기 용접 토치는, 상하방향으로 배치되며, 상기 와이어 피더는, 하단에 금속 와이어가 배출되는 공급팁이 구비되고 공급될 금속 와이어가 내부를 통과하는 공급노즐을 포함하되, 상기 복수 개의 와이어 피더는, 각각의 공급팁이 용접 토치의 하측에 위치되게끔 공급노즐이 절곡형성될 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 복수 개의 와이어 피더와 용접 토치가 고정되는 고정모듈; 및 상기 고정모듈을 전후방향인 X축 방향, 양측방향인 Y축 방향, 상하방향인 Z축 방향으로 이동시키는 이동모듈;을 더 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 고정모듈은, 상기 이동모듈에 이동가능하게끔 결합되는 고정베이스판과, 상기 고정베이스판에 결합되고 용접 토치가 수직하게 배치되도록 파지하는 토치고정구와, 상기 고정베이스판으로부터 전방을 향해 돌출되게끔 구비되고 상호 측방향으로 이격되게 배치되는 한 쌍의 지지봉과, 상기 용접 토치의 전방 측에서 한 쌍의 지지봉을 따라 이동가능하게끔 한 쌍의 지지봉 각각에 결합되는 한 쌍의 고정블록과, 'ㄴ'자 형태를 이루며 상하방향으로 위치조절이 가능하게끔 고정블록의 외측면에 결합되는 한 쌍의 연결편과, 'ㄷ'자 형태를 이루며 양단부가 한 쌍의 연결편에 각도 조절이 가능하게끔 결합되고 양단부 사이에 복수 개의 와이어 피더가 고정되는 피더고정구를 포함할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 용접 토치 및 와이어 피더의 작동을 제어하는 제어부;를 더 포함하되, 상기 제어부는, 와이어 피더를 통해 공급될 금속 와이어의 종류 및 모재에 적층될 금속 와이어의 비율을 고려하여, 사전에 설정된 용접 토치의 이동속도에 따라 용접 토치가 작동되고, 사전에 설정된 금속 와이어의 송출속도에 따라 와이어 피더가 작동되게끔 제어할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 제어부에서 사전에 설정된 용접 토치의 이동속도 및 금속 와이어의 송출속도는, 와이어 피더로부터 공급되는 금속 와이어가 모재와 이루는 각도에 따라 상이하게 설정될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 용접 토치는, TIG 용접(Tungsten Inert Gas welding) 방식으로 작동될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 베드에 결합되어 용접 토치 및 와이어 피더에 의해 모재에 적층되는 금속에 대하여 초음파를 가하는 초음파모듈;을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 초음파모듈은, 초음파를 발생시키며 베드에 상단이 모재를 향해 노출되도록 결합되는 초음파프로브를 포함하되, 상기 초음파프로브는, 용접 토치 및 와이어 피더의 작업 방향과 상단이 나란하게끔 베드에 결합될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 초음파프로브는, 상하방향으로 이동되며 Z축을 중심으로 축회전되게끔 구비되며 상부가 일자 형태로 형성되되, 상기 베드는, 십(十)자 형태로 초음파프로브의 상부가 끼워질 수 있는 프로브홀이 형성될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 초음파프로브는, 상하방향으로 장공 형태를 이루는 복수 개의 초음파발생홀이 소정의 간격마다 형성되되, 초음파발생홀이 용접 토치 및 와이어 피더의 작업 방향과 직교하도록 배치될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 초음파모듈은, 15~20kHz 주파수 범위의 초음파를 발생시킬 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 용접 토치, 와이어 피더 및 초음파모듈의 작동을 제어하는 제어부;를 더 포함하되, 상기 제어부는, 용접 토치 및 와이어 피더의 작동과 동시에 초음파모듈을 작동시킬 수 있다.

### 발명의 효과

- [0021] 본 발명에 따르면, 복수 개의 와이어 피더를 통해 이종의 금속 와이어를 공급하여 경사기능재료를 제작하거나, 동종의 금속 와이어를 공급하여 생산성을 높일 수 있다.
- [0022] 또한, 초음파모듈을 통해, 모재에 적층되는 금속에 대하여, 결정립 미세화에 의한 기계적 특성을 향상시킬 수 있음과 더불어 잔류응력을 줄일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명인 와이어 아크 3D 프린터의 전체 구조를 보여주는 사시도,  
도 2는 본 발명인 와이어 아크 3D 프린터의 와이어 피더 및 용접 토치가 이동되기 위한 구조를 보여주는 사시도,  
도 3은 본 발명인 와이어 아크 3D 프린터에 적용되는 고정모듈의 구조를 보여주는 사시도,

도 4는 본 발명인 와이어 아크 3D 프린터에 적용되는 와이어 피더 및 용접 토치의 위치가 변경될 수 있음을 보여주는 정면도,

도 5는 본 발명인 와이어 아크 3D 프린터에 의해 모재에 금속 비드가 적층되는 것을 보여주는 예시도,

도 6 내지 도 8은 본 발명인 와이어 아크 3D 프린터에 적용되는 초음파모듈의 구조를 보여주는 사시도,

도 9는 본 발명을 이용하여 제작된 경사기능재료의 적층물의 XY 평면 구조를 보여주는 도면,

도 10은 도 9의 적층 비드를 구성하는 다양한 층에 대한 XZ 평면의 광학 미세구조를 보여주는 도면,

도 11은 본 발명을 통해 제조된 경사기능재료에 대한 인장시편에 대하여 인장 특성을 시험한 결과를 보여주는 도면,

도 12는 도 12는, 본 발명을 통해 제조된 경사기능재료에서 얻은 시편에 대한 비커스 경도 시험한 결과를 보여주는 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명에서는 복수 개의 와이어 피더를 통해 이종 또는 동종의 금속 와이어를 공급하여 경사기능재료를 제작하거나 생산성을 향상시킬 수 있도록, 모재가 상측에 놓여지는 베드; 상기 모재를 향해 금속 와이어를 공급하는 와이어 피더; 및 상기 와이어 피더로부터 공급되는 금속 와이어를 용해시키며 모재에 적층되도록 하는 용접 토치;를 포함하되, 상기 와이어 피더는, 복수 개가 구비되어, 이종(異種) 또는 동종(同種)의 금속 와이어를 공급할 수 있는 것을 특징으로 하는 와이어 아크 3D 프린터를 제안한다.
- [0025] 본 발명의 권리범위는 이하에서 설명하는 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진자에 의하여 다양하게 변형 실시될 수 있다.
- [0026] 이하, 본 발명인 와이어 아크 3D 프린터는 첨부된 도 1 내지 도 12를 참고로 상세하게 설명한다.
- [0028] 본 발명인 와이어 아크 3D 프린터는, 도 1에 도시된 바와 같이 베드(100), 와이어 피더(200) 및 용접 토치(300)를 포함한다.
- [0029] 베드(100)는, 모재(10)가 상측에 놓여지는 구성으로, 판 형태로 형성될 수 있으며, 모재(10)의 안정적인 지지를 위하여 모재(10)의 크기보다 큰 판 형태로 형성됨이 바람직하다.
- [0030] 그리고 본 발명에 의한 작업이 이루어지는 동안 베드(100)에 놓여진 모재(10)의 움직임이 발생되지 않도록 하기 위하여, 본 발명은 모재(10)를 고정시키는 클램프(700)를 더 포함할 수 있다. 클램프(700)는 일 예로 모재(10)의 길이보다 긴 막대 형태로 형성되어 모재(10)의 적어도 일측 가장자리 상측에 맞닿게끔 양단부가 베드(100)와 결합될 수 있다.
- [0031] 와이어 피더(200)는, 모재(10)에 적층하고자 하는 금속 와이어가 모재(10)를 향해 공급되도록 하는 구성으로, 하단에 금속 와이어가 배출되는 공급팁(210)이 구비되고 공급될 금속 와이어가 내부를 통과하는 관 형태인 공급노즐(220)을 포함할 수 있다. 본 발명에서의 와이어 피더(200)는, 도 2 내지 도 5에 도시된 바와 같이 복수 개가 구비되어, 이종(異種) 또는 동종(同種)의 금속 와이어를 공급할 수 있다. 일 예로 2개의 와이어 피더(200)가 구비될 수 있으며, 2개의 와이어 피더(200)에서 동종(同種)의 금속 와이어인 스테인리스 스틸(Stainless steel) 또는 인코넬(Inconel)이 공급될 수 있으며, 일 와이어 피더(200)에서 스테인리스 스틸(Stainless steel)이 공급되고 타 와이어 피더(200)에서 인코넬(Inconel)이 공급되는 것과 같이 2개의 와이어 피더(200)에서 이종(異種)의 금속 와이어가 공급될 수 있다.
- [0032] 용접 토치(300)는, 와이어 피더(200) 부근에 구비될 수 있으며, 일 예로 와이어 피더(200)의 인접한 후방에 구비될 수 있다. 이러한 용접 토치(300)는 와이어 피더(200)로부터 공급되는 금속 와이어를 용해시키며 모재(10)에 적층되도록 하며, 일 예로 TIG 용접(Tungsten Inert Gas welding) 방식으로 작동될 수 있다. 그리고 복수 개의 와이어 피더(200) 각각에서 공급되는 금속 와이어는 하나의 용접 토치(300)를 통해 용해되게끔 구성될 수 있다. 일 예로, 도 3에 도시된 바와 같이 용접 토치(300)는 상하 방향으로 배치되고, 복수 개의 와이어 피더(200)는 각각의 공급팁(210)이 용접 토치(300)의 하측에 위치되게끔 공급노즐(220)이 절곡형성될 수 있다.
- [0033] 이종(異種)의 금속 와이어를 공급하는 복수 개의 와이어 피더(200)와 용접 토치(300)를 통해, 베드(100)에 놓인

모재(10)에 경사기능재료를 제작할 수 있음은 물론, 동종(同種)의 금속 와이어를 공급하는 복수 개의 와이어 피더(200)와 용접 토치(300)를 통해, 베드(100)에 놓인 모재(10)에 금속 비드를 단시간 내에 적층하여 생산성을 높일 수도 있다.

[0034] 도 5에 도시된 바와 같이 모재(10)에 일정 길이 또는 일정 범위만큼 금속을 적층시키기 위해, 본 발명은 도 1 내지 도 4에 도시된 바와 같이 복수 개의 와이어 피더(200)와 용접 토치(300)가 한꺼번에 고정되는 고정모듈(400)과, 고정모듈(400)을 전후방향인 X축 방향, 양측방향인 Y축 방향, 상하방향인 Z축 방향으로 이동시키는 이동모듈(500)을 더 포함할 수 있다.

[0035] 고정모듈(400)은 일 예로, 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이 고정베이스판(410), 토치고정구(420), 지지봉(430), 고정블록(440), 연결편(450) 및 피더고정구(260)를 포함할 수 있다.

[0036] 고정베이스판(410)은, 판 형태를 이루며 일면과 타면이 전후방향을 향하도록 배치되고 이동모듈(500)에 이동가능하게끔 결합될 수 있다. 토치고정구(420)는 고정베이스판(410)의 일면에 결합되고 용접 토치(300)가 수직하게 배치되도록 파지할 수 있다. 지지봉(430)은 고정베이스판(410)으로부터 전방을 향해 돌출되게끔 한 쌍이 구비되고, 한 쌍의 지지봉(430) 사이에 용접 토치(300)가 위치되도록 한 쌍의 지지봉(430)은 상호 측방향으로 이격되게 배치될 수 있다.

[0037] 고정블록(440)은, 한 쌍이 구비되며, 용접 토치(300)의 전방 측에서 한 쌍의 지지봉(430)을 따라 이동가능하게끔 한 쌍의 지지봉(430) 각각에 결합된다. 연결편(450)은 'ㄴ'자 형태를 이루며 한 쌍이 마련되어, 고정블록(440)의 외측면에 상하방향으로 위치조절이 가능하게끔 결합될 수 있다. 피더고정구(460)는 'ㄷ'자 형태를 이루며 한 쌍의 연결편(450)에 각도 조절이 가능하게끔 결합되고, 양단부 사이에 복수 개의 와이어 피더(200)가 고정될 수 있다.

[0038] 따라서, 복수 개의 와이어 피더(200)는, 고정블록(440)을 지지봉(430)을 따라 이동시킴에 따라 공급팁(210)과 용접 토치(300) 간 전후방향 간격이 조절될 수 있으며, 연결편(450)을 상하방향으로 이동시킴에 따라 공급팁(210)과 용접 토치(300) 간 상하방향 간격이 조절될 수 있다. 그리고 연결편(450)과 피더고정구(460)가 이루는 각도를 변경하여, 복수 개의 와이어 피더(200)로부터 공급되는 금속 와이어의 인출 각도가 조절될 수 있다.

[0039] 이동모듈(500)은, 일 예로 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 전후방향인 X축 방향으로 고정모듈(400)을 이동시키는 X축 이동모듈(530)과, 양측방향인 Y축 방향으로 고정모듈(400)을 이동시키는 Y축 이동모듈(520)과, 상하방향인 Z축 방향으로 고정모듈(400)을 이동시키는 Z축 이동모듈(510)을 포함할 수 있다. 구체적인 일 예로, 고정모듈(400)은 Z축 이동모듈(510)과 결합되고, Z축 이동모듈(510)은 Y축 이동모듈(520)에 이동가능하게 결합되며, Y축 이동모듈(520)은 X축 이동모듈(530)에 이동가능하게 결합될 수 있다.

[0040] 한편, 본 발명은 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)의 작동을 제어하는 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0041] 제어부는, 일 예로 와이어 피더(200)를 통해 공급될 금속 와이어의 종류 및 모재에 적층될 금속 와이어의 비용을 고려하여, 사전에 설정된 용접 토치(300)의 이동속도에 따라 용접 토치(300)가 작동되고, 사전에 설정된 금속 와이어의 송출속도에 따라 와이어 피더(200)가 작동되게끔 제어할 수 있다. 예를 들어, 동종(同種)의 금속 와이어를 적층시키고자 할 시, 제어부는 복수 개의 와이어 피더(200)가 모두 동일한 속도로 와이어가 송출되도록 제어할 수 있으며, 두 종류인 금속 와이어를 2:1 비율로 적층시키고자 할 시, 제어부는 두 개의 와이어 피더(200)로부터 송출되는 이종(異種)의 금속 와이어가 약 2:1 비율로 송출되도록 복수 개의 와이어 피더(200)를 제어할 수 있다.

[0042] 그리고 제어부에서 사전에 설정된 용접 토치(300)의 이동속도 및 금속 와이어의 송출속도는, 와이어 피더(200)로부터 공급되는 금속 와이어가 모재(10)와 이루는 각도에 따라 상이하게 설정될 수 있다. 일 예로, 와이어 피더(200)로부터 공급되는 금속 와이어와 모재(10) 간의 각도가 45° 인 경우에 비해 60° 인 경우 용접 토치(300)의 이동속도 및 금속 와이어의 송출속도가 다소 느려지게끔 설정될 수 있다.

[0043] 한편, 본 발명은 상술한 복수 개의 와이어 피더(200)와 용접 토치(300)를 통해 모재(10)에 적층되는 금속에 대하여, 결정립 미세화에 의한 기계적 특성을 향상시킬 수 있음과 더불어 잔류응력을 줄일 수 있도록, 도 1에 도시된 바와 같이 초음파 모듈(600)을 더 포함할 수 있다.

[0044] 초음파 모듈(600)은, 도 6 내지 도 8에 도시된 바와 같이 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)에 의해 모재(10)에 적층되는 금속에 대하여 초음파를 가하도록 구성된다. 이러한 초음파 모듈(600)은 베드(100)의 하측에 마련되어 초음파를 가할 수도 있으나, 베드(100)에 결합되어 적층되는 금속에 최대한 근접한 상태에서 초음파를

가하도록 구성됨이 바람직하다. 이를 위해, 초음파모듈(600)은, 초음파를 발생시키며 베드(100)에 상단이 모재(10)를 향해 노출되도록 결합되는 초음파프로브(610)를 포함할 수 있으며, 초음파프로브(610)는 상단이 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)의 작업 방향(이동 방향)과 나란하게금 베드(100)에 결합됨이 바람직하다. 일 예로, 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)가 후방에서 전방으로 이동되는 경우, 초음파프로브(610)의 상단은 전후방향으로 배치될 수 있다.

[0045] 또한, 초음파프로브(610)는, 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)가 모재(10)의 상측을 다방향으로 이동하면서 작업하는데, 초음파를 효과적으로 가할 수 있도록, 베드(100)에 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)의 작업 방향에 맞춰 결합될 수 있도록 구성될 수 있다. 이를 위한 일 예로, 초음파프로브(610)는 상하방향으로 이동가능하게 구성되어 상부가 베드(100)에 끼워지거나 베드(100)로부터 이탈될 수 있으며, Z축을 중심으로 회전되게끔 구성되어, 베드(100)로부터 이탈된 상태에서 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)의 작업 방향과 일치되게끔 회전될 수 있다. 이때, 베드(100)에는 다방향으로 회전되는 초음파프로브(610)가 끼워질 수 있는 홀이 형성될 수 있다. 구체적인 일 예로, 도 7에 도시된 바와 같이 초음파프로브(610)의 상부는 일자 형태로 형성될 수 있으며, 베드(100)는 십(十)자 형태로 초음파프로브의 상부가 끼워질 수 있는 프로브홀(110)이 형성될 수 있다.

[0046] 이러한 초음파모듈(600)은, 모재(10)에 적층되는 금속에 대하여 기계적 특성을 향상시키고 잔류응력을 줄일 수 있도록, 15~20kHz 주파수 범위의 초음파를 발생시키는 바람직하며, 초음파프로브(610)는, 일 예로 도 8에 도시된 바와 같이 상하방향으로 장공 형태를 이루는 복수 개의 초음파발생홀(611)이 소정의 간격마다 형성될 수 있다. 이때 복수 개의 초음파발생홀(611)은 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)의 작업 방향과 직교하도록 배치될 수 있으며, 상부가 베드(100)에 끼워질 시 일부가 베드(100) 내에 위치되게끔 형성되어 초음파가 발생하는 면적을 늘릴 수 있다.

[0047] 그리고 상술한 제어부는, 용접 토치(300)와 와이어 피더(200)의 작동을 제어함은 물론, 초음파모듈(600)의 작동도 함께 제어할 수 있다. 일 예로, 제어부는 용접 토치(300) 및 와이어 피더(200)의 작동과 동시에 초음파모듈(600)을 작동시켜, 적층이 이루어지는 동안 적층되는 금속 비드에 초음파가 가해질 수 있도록 할 수 있다.

[0048] 초음파 모듈(600)에 의해 초음파가 가해질 때의 효과를 확인하고자, 본 발명을 통해 이종(異種) 또는 동종(同種)의 금속 와이어를 모재(10)에 적층시키는 실험을 진행하였으며, 이때 금속 와이어는 스테인리스 스틸(예를 들어 SS 308L)과 인코넬(예를 들어 In 718)을 사용하였고, 20kHz 주파수의 초음파를 발생키는 초음파 모듈(600)을 사용하였다.

[0049] 구체적으로, 도 9에 도시된 바와 같이 1~9층은 100% SS 308L, 10~12층은 67:33 비율로 SS 308L과 In 718, 13~15층은 50:50 비율로 SS 308L과 In 718, 16~18층은 33:67 비율로 SS 308L과 In 718, 19~27층은 100% In 718을 이루도록 적층하여 두 개의 적층 비드를 형성하였으며, 두 개의 적층비드에 대하여 각각 초음파 처리 유무를 달리하였다.

[0050] 도 10은, 도 9의 적층 비드를 구성하는 다양한 층에 대한 XZ 평면의 광학 미세구조를 나타낸 것으로, 초음파 처리를 한 (f)~(j)는, 주로 등축 구조가 형성되고, 초음파 처리를 하지 않은 (a)~(e)보다 미세구조의 균질성이 향상된 것을 확인할 수 있다.

[0051] 도 11은 본 발명을 통해 제조된 경사기능재료에 대한 인장시편에 대하여 인장 특성을 시험한 것으로, 경사기능재료 제작시 초음파 유무를 달리 적용하였으며, 아래의 표 1과 같은 결과가 나타났다.

**표 1**

|            | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| 항복강도 (MPa) | 276    | 283    | 316    | 301    |
| 인장강도 (MPa) | 523    | 521    | 535    | 530    |
| 연신율 (%)    | 35     | 23     | 15     | 19     |

[0053] 초음파 처리를 한 Case 3 및 4는, 초음파의 영향으로 미세 구조가 원주형에서 등축 입자로 변화하고 결정 크기가 감소하여 초음파 처리를 하지 않은 Case 1 및 2에 비해 인장강도가 증가하고 연신율이 감소되는 것을 확인할 수 있다.

[0054] 그리고 도 12는, 본 발명을 통해 제조된 경사기능재료에서 얻은 시편에 대한 비커스 경도 시험을 한 것이며, 초음파 처리를 한 시편과 초음파 처리를 하지 않은 시편에 대한 경도 평균값을 나타낸 것이다. 이를 보았을 때,

초음파 처리를 한 시편의 경도는, 초음파 처리를 하지 않은 시편에 비해 경도가 증가하였으며, 이는 적층시 적용된 초음파 처리에 의해 등축 입자가 정제되었기 때문이다.

[0055] 상술한 시험들을 통해, 베드(100), 복수 개의 와이어 피더(200), 용접 토치(300) 및 초음파모듈(600)을 포함하는 본 발명은, 모재(10)에 적층되는 금속에 대하여 초음파를 가할 수 있는바, 결정립 미세화에 의한 기계적 특성을 향상 및 잔류응력 저하에 도움이 됨을 확인할 수 있다.

### 부호의 설명

[0056]

10 : 모재

100 : 베드      110 : 프로브홀

200 : 와이어 피더      210 : 공급팁

220 : 공급노즐

300 : 용접 토치

400 : 고정모듈      410 : 고정베이스판

420 : 토치고정구      430 : 지지봉

440 : 고정블록      450 : 연결편

460 : 피더고정구

500 : 이동모듈      510 : Z축 이동모듈

520 : Y축 이동모듈      530 : X축 이동모듈

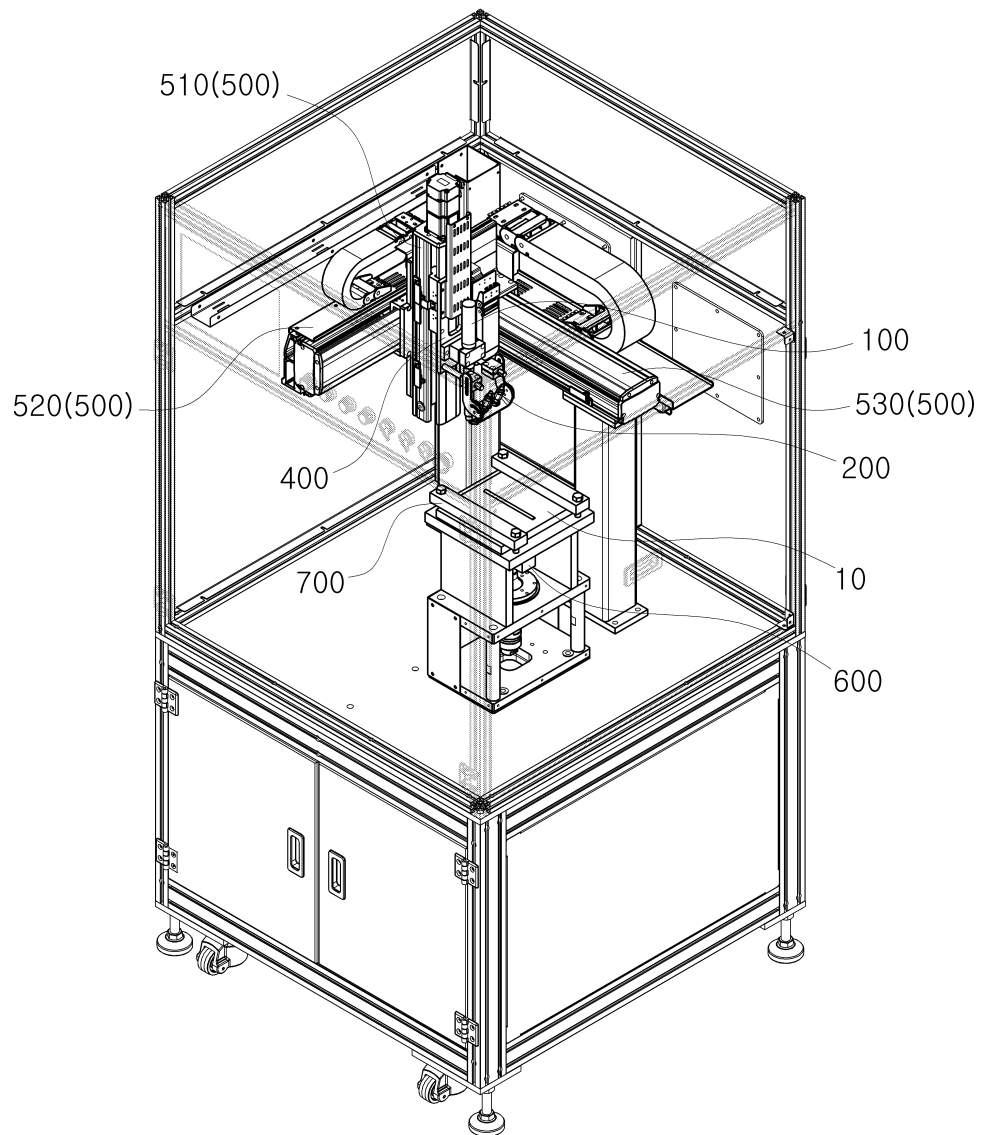
600 : 초음파모듈      610 : 초음파프로브

611 : 초음파발생홀

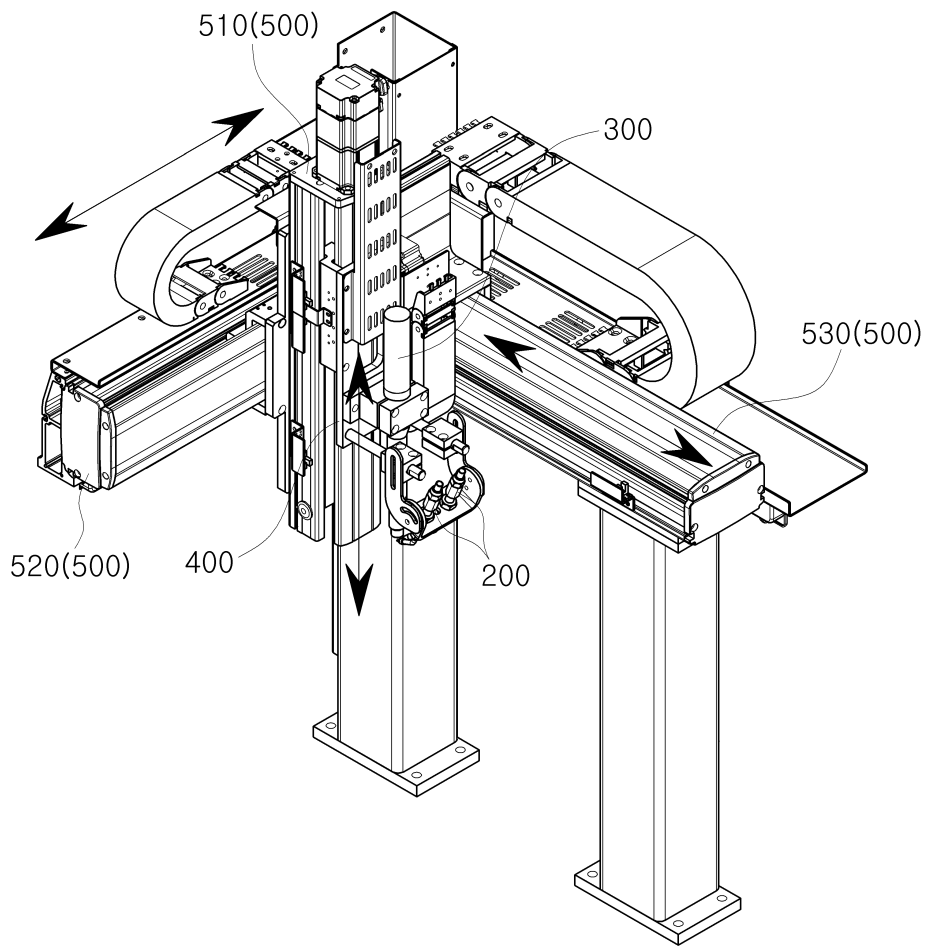
700 : 클램프

도면

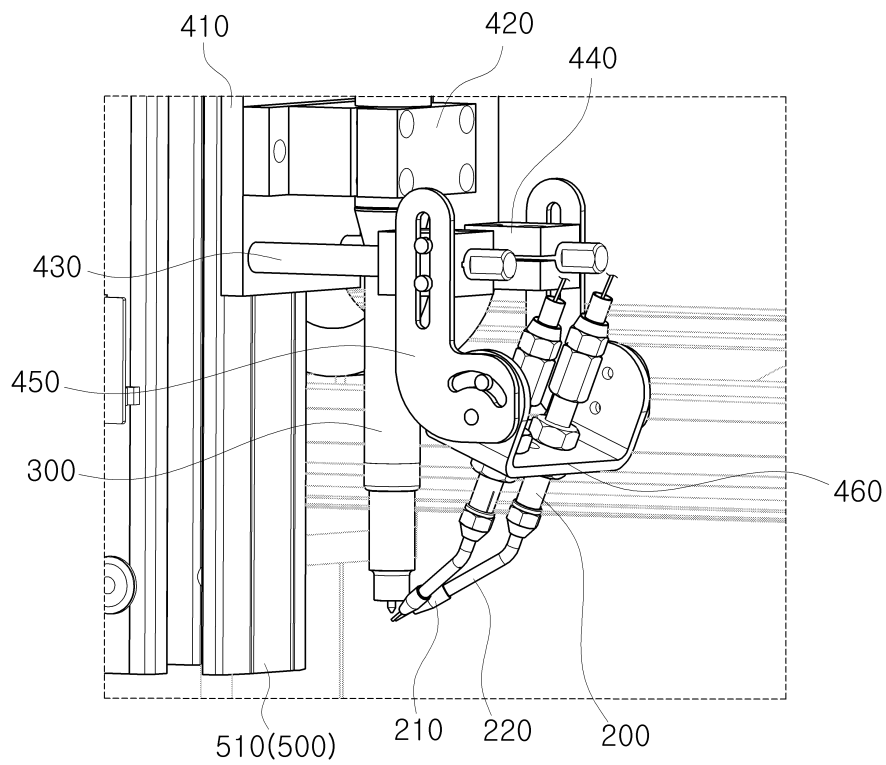
도면1



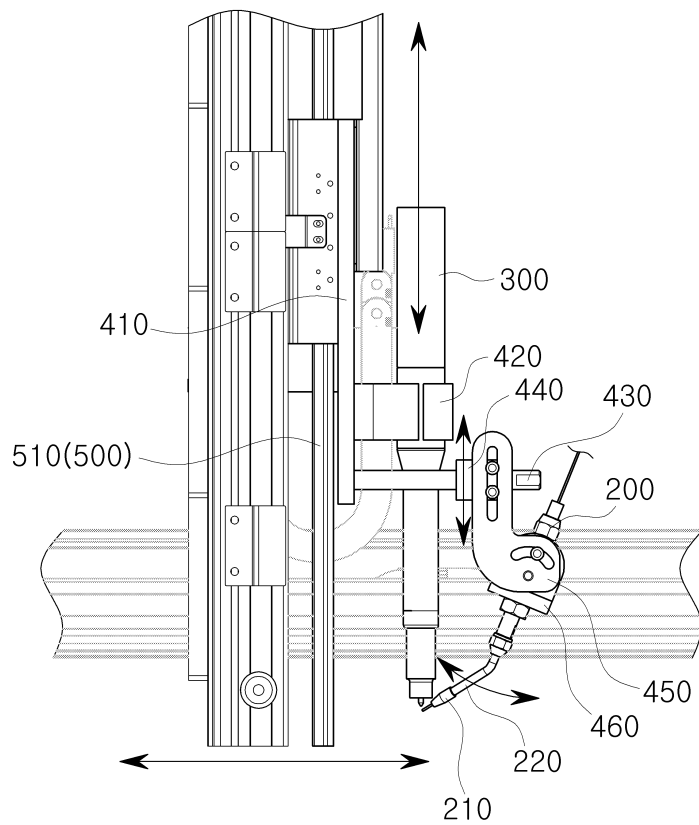
도면2



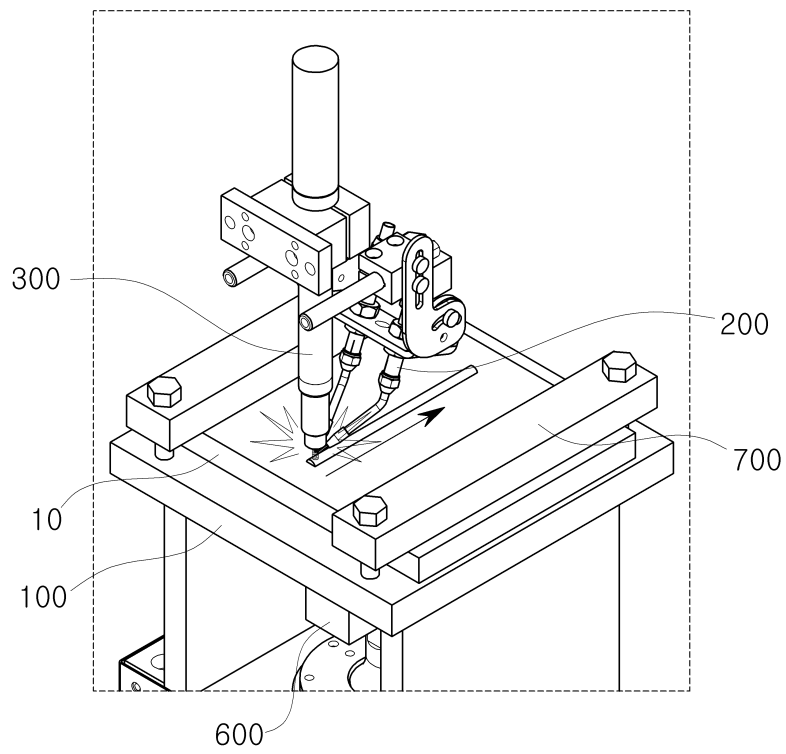
도면3



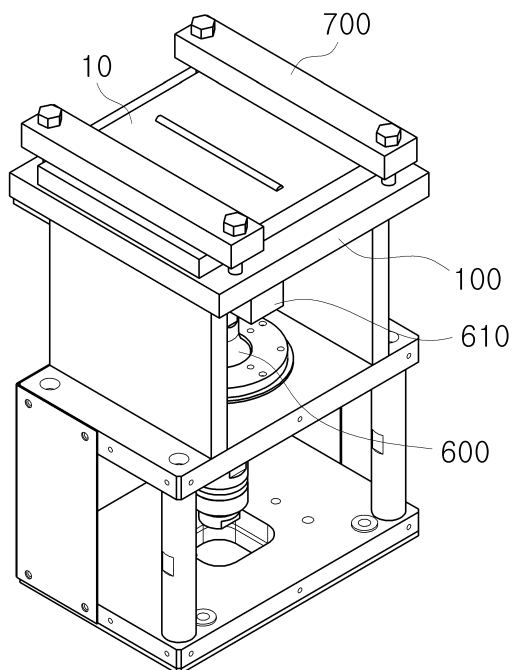
도면4



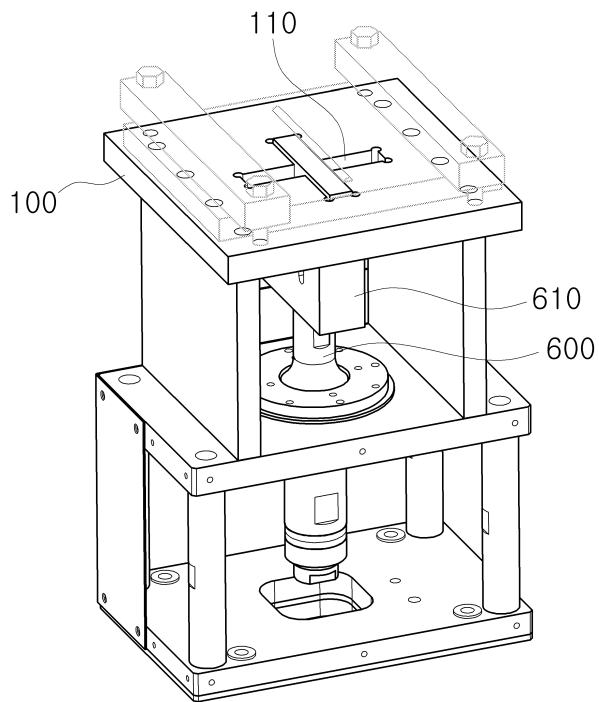
도면5



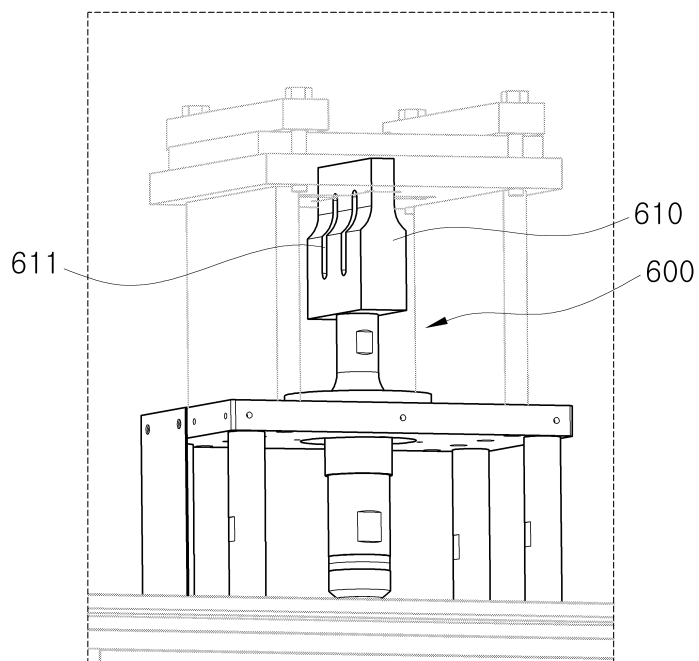
도면6



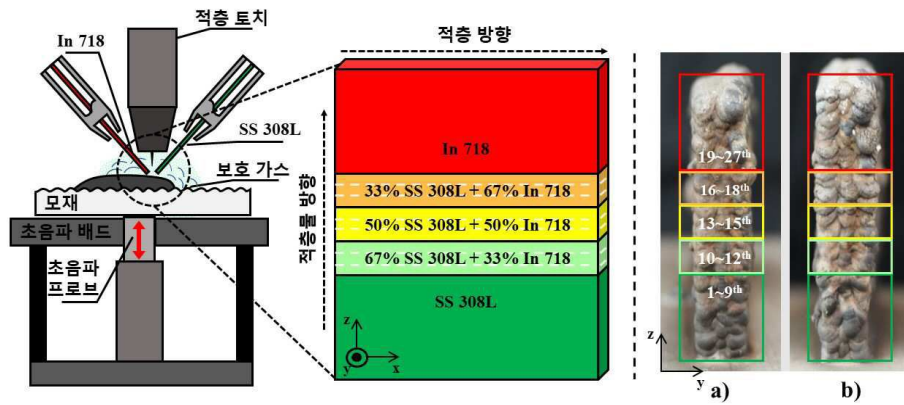
도면7



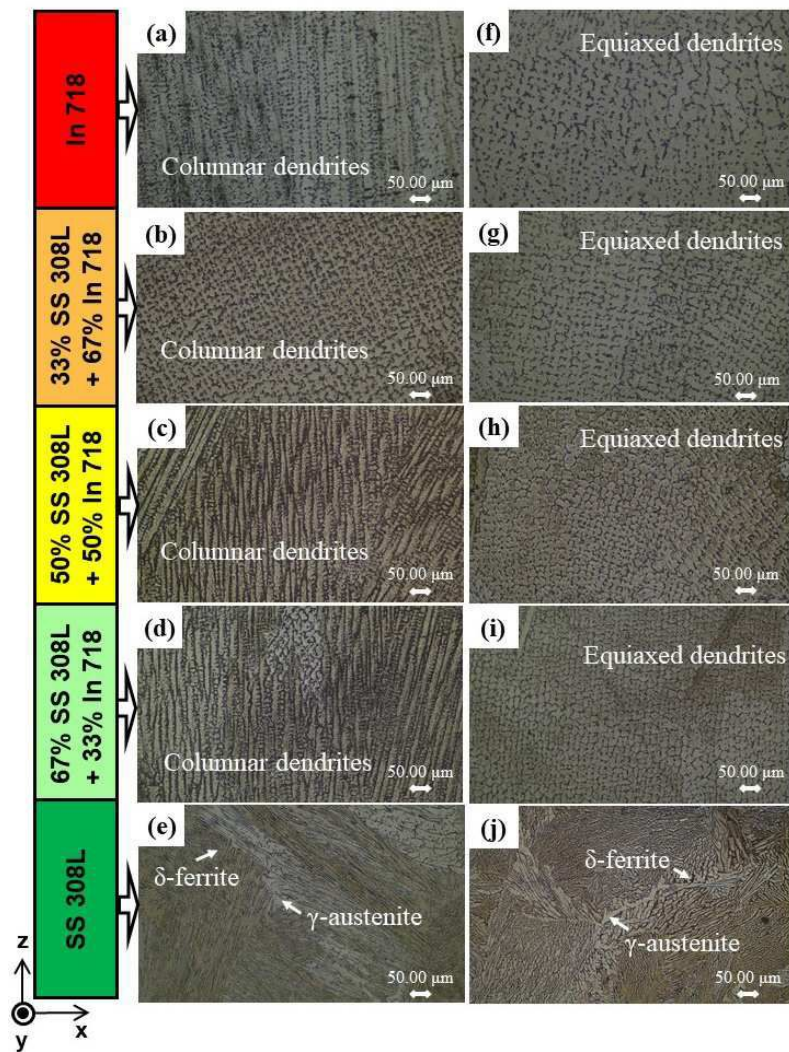
도면8



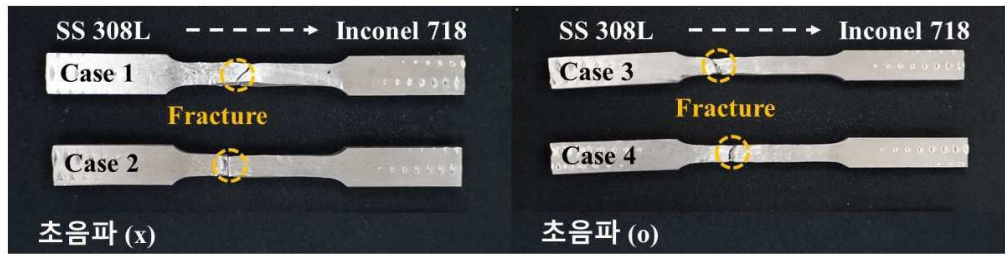
도면9



도면10



도면11



도면12

