



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0071483
(43) 공개일자 2016년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 20/12 (2006.01) B23K 9/167 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0178029
(22) 출원일자 2014년12월11일
심사청구일자 2014년12월11일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
방한서
광주 남구 봉선1로62번안길 1-2
방희선
광주 북구 서암대로 199, 105동 1201호 (중흥동, 모아타운)
김경학
전남 목포시 양율로 91, 101동 803호 (산정동, 일신아파트)
(74) 대리인
이재량

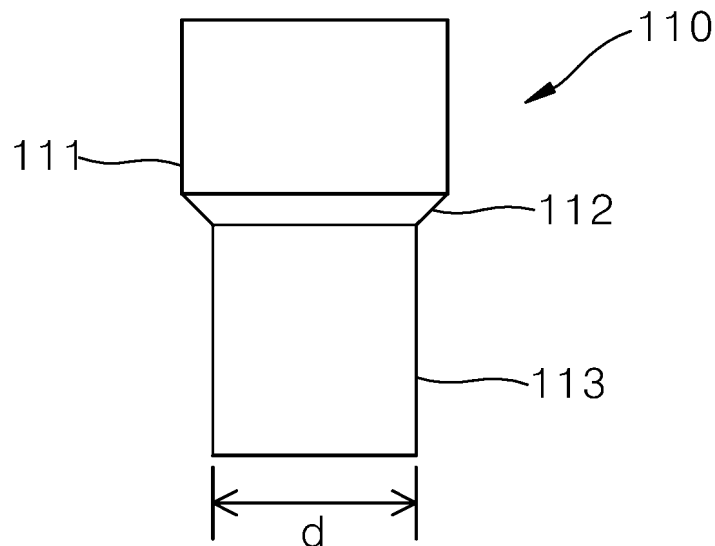
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법

(57) 요약

본 발명은 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법에 관한 것으로서, 두께가 1mm이하인 두 개의 박판 모재가 수평상으로 상호 서로 맞닿아 접합부를 형성하도록 배치된 박판 모재의 접합부에 접촉 회전하면서 마찰열을 발생시키는 마찰 교반 접합용 공구와, 마찰 교반 접합용 공구 보다 선행하면서 아크열에 의해 접합부에 (뒷면에 계속)

대표도 - 도3



예열을 수행하는 티그 토치를 포함하는 하이브리드 마찰교반 접합시스템을 이용하여 박판모재를 접합하는 방법에 있어서, 박판모재는 철강소재가 적용되고, 마찰교반 접합용 공구는 스펀들에 일부가 삽입되는 몸통부와, 몸통부로부터 하방으로 연장되며 저면이 제1외경을 갖으며 평평하게 형성되어 접합부에 접촉되는 솔더부를 갖는 구조로 되어 있으며, 솔더부에는 제1외경보다 작으며 솔더부에서 하방으로 돌출된 핀이 없는 것이 적용된다. 이러한 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법에 의하면 박판 접합부너 인장강도는 물론 취성파괴 양상을 억제할 수 있으며, 공구의 마모를 줄이고, 접합속도를 향상시킬 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

두께가 1mm이하인 두 개의 박판 모재가 수평상으로 상호 서로 맞닿아 접합부를 형성하도록 배치된 상기 박판 모재의 상기 접합부에 접촉 회전하면서 마찰열을 발생시키는 마찰 교반 접합용 공구와, 상기 마찰 교반 접합용 공구 보다 선행하면서 아크열에 의해 상기 접합부에 예열을 수행하는 티그 토치를 포함하는 하이브리드 마찰교반 접합시스템을 이용하여 박판모재를 접합하는 방법에 있어서,

상기 박판모재는 철강소재가 적용되고,

상기 마찰교반 접합용 공구는 스피들에 일부가 삽입되는 몸통부와, 상기 몸통부로부터 하방으로 연장되며 저면이 제1외경을 갖고며 평평하게 형성되어 상기 접합부에 접촉되는 솔더부를 갖는 구조로 되어 있으며, 상기 솔더부에는 상기 제1외경보다 작으며 상기 솔더부에서 하방으로 돌출된 핀이 없는 것을 적용하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 철강소재는 스테인레스 강, 탄소강 중 적어도 하나가 적용되고,

상기 티그 토치를 상기 마찰 교반 접합용 공구 보다 선행시킬 때 상기 제2모재 쪽에만 위치된 상태를 유지하면서 아크열을 통해 상기 티타늄 합금을 예열하고, 상기 마찰 교반 접합용 공구의 솔더를 상기 접합부의 중앙에 위치시킨 상태에서 진행방향에 대해 반시계방향으로 회전시키면서 상기 접합부를 가압하면서 마찰열을 이용하여 소성유동을 유도하고, 소성유동에 의해 상기 모재가 대등한 온도분포를 갖게 하면서 상기 접합부를 따라 이동시키면서 용접하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 솔더부의 제1외경은 4 내지 12mm인 것을 특징으로 하는 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 티그토치와 상기 마찰교반접합용 공구와의 이격거리는 20mm인 것을 특징으로 하는 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 티크 토치는 X, Y, Z축 좌표 설정지그를 통해 좌표 설정이 가능하고, 상기 X,Y축 좌표 설정지그는 가이드 바를 따라 움직일 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법에 관한 것으로, 상세하게는 1mm이하의 박판을 마찰교반에 의해 접합하는 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 각종 산업분야에 있어서 경량화 구조가 증가하고 있으며, 특히 수송기계분야(철도차량, 자동차, 선박, 항공기 등)에 있어서 경량 부재의 적용이 빠른 속도로 확대되고 있다.

- [0003] 기존의 용융용접을 이용하여 고강도/경량소재의 구조체를 제작하는 경우, 용접열에 의한 변형 및 잔류응력과 응고균열, 기공, 산화 등 용접결함뿐만 아니라 접합부의 강도저하로 만족스러운 접합부를 얻기가 어려웠다.
- [0004] 이러한 문제점을 획기적으로 해결할 수 있는 환경 친화적 신 용접기술 즉, 마찰에 의한 가열 및 소성유동을 응용한 고상용접(마찰교반접합:Friction Stir Welding, 이하 'FSW'라 함) 적용시 용접에 의한 열 변형 및 잔류응력이 극히 적고 용가재를 사용하지 않고 흠, 유해광선의 발생이 없이 고품질의 접합부를 얻을 수 있어 용접품질 및 경제적 측면에서 효과적이다.
- [0005] 이에 따라, 이를 이용한 접합대상이 기존의 알루미늄과 알루미늄 동종계의 경량합금에서 이종계의 경량합금의 접합 영역 뿐 아니라 경량합금과 철강재료 접합의 영역까지 연구가 진행 되고 있다.
- [0006] 이러한 마찰교반 접합 방식은 다양하게 알려져 있다.
- [0007] 한편, 종래의 마찰교반 접합에 적용되는 마찰교반 접합공구는 스핀들에 끼워 장착할 수 있으면서 저면에 돌출되게 형성된 핀을 갖는 구조의 것이 적용되었다.
- [0008] 이러한 마찰교반 접합공구에 대해 핀부분을 교체하여 사용할 수 있는 구조가 국내 등록특허 제10-1143933호에 게시되어 있다.
- [0009] 그런데, 초경합금 재질로 형성되는 공구 본체의 저면에 외경이 본체보다 작으면서 1mm 이하의 돌출된 핀을 갖는 마찰교반 접합공구는 가공 및 제작이 어려운 문제점이 있다.
- [0010] 또한, 핀을 갖는 마찰교반 접합공구를 1mm 이하의 두께가 얇은 박판에 적용시 마찰교반 특성상 발생하는 강한 전단 및 공구로 인가되는 심한 진동으로 공구의 내구성이 감소되어 재가공 비용이 많이 드는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 개선하기 위하여 창안된 것으로서, 1mm 이하의 박판을 공구의 회전과 마찰에 의해 건전한 접합부와 접합특성을 향상시킬 수 있는 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법은 두께가 1mm이하인 두 개의 박판 모재가 수평상으로 상호 서로 맞닿아 접합부를 형성하도록 배치된 상기 박판 모재의 상기 접합부에 접촉 회전하면서 마찰열을 발생시키는 마찰 교반 접합용 공구와, 상기 마찰 교반 접합용 공구 보다 선행하면서 아크열에 의해 상기 접합부에 예열을 수행하는 티그 토치를 포함하는 하이브리드 마찰교반 접합 시스템을 이용하여 박판모재를 접합하는 방법에 있어서, 상기 박판모재는 철강소재가 적용되고, 상기 마찰교반 접합용 공구는 스핀들에 일부가 삽입되는 몸통부와, 상기 몸통부로부터 하방으로 연장되며 저면이 제1외경을 갖으며 평평하게 형성되어 상기 접합부에 접촉되는 솔더부를 갖는 구조로 되어 있으며, 상기 솔더부에는 상기 제1외경보다 작으며 상기 솔더부에서 하방으로 돌출된 핀이 없는 것을 적용한다.
- [0013] 또한, 상기 철강소재는 스테인레스 강, 탄소강 중 적어도 하나가 적용되고, 상기 티그 토치를 상기 마찰 교반 접합용 공구 보다 선행시킬 때 상기 제2모재 쪽에만 위치된 상태를 유지하면서 아크열을 통해 상기 티타늄 합금을 예열하고, 상기 마찰 교반 접합용 공구의 솔더를 상기 접합부의 중앙에 위치시킨 상태에서 진행방향에 대해 반시계방향으로 회전시키면서 상기 접합부를 가압하면서 마찰열을 이용하여 소성유동을 유도하고, 소성유동에 의해 상기 모재가 대등한 온도분포를 갖게 하면서 상기 접합부를 따라 이동시키면서 용접한다.
- [0014] 바람직하게는 상기 솔더부의 제1외경은 4 내지 12mm인 것을 적용한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따른 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법에 의하면 박판 접합부너 인장강도는 물론 취성과파 양상을 억제할 수 있으며, 공구의 마모를 줄이고, 접합속도를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명에 따른 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법을 수행하는 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(FSW-TIG)을 보인 요부 사시도이고,
 도 2는 도 1의 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(FSW-TIG)의 측면도이고,
 도 3은 도 1에 적용된 마찰교반 접합용 공구의 측면도이고,
 도 4는 본 발명에 따른 접합방법과 예열과정을 적용하지 않은 경우에 대해 접합한 시편의 단면을 비교할 수 있게 촬영한 사진이고,
 도 5는 본 발명에 따른 접합방법에 의한 인장특성을 나타내 보인 그래프이고,
 도 6은 본 발명에 따라 접합된 시편에 대한 피로시험결과를 나타내 보인 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하에서는, 첨부도면을 참고하여 본 발명에 따른 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법의 바람직한 실시예를 더욱 상세하게 설명하기로 한다.
- [0018] 도 1은 본 발명에 따른 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법을 수행하는 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(FSW-TIG)을 보인 요부 사시도이고, 도 2는 도 1의 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(FSW-TIG)의 측면도이고, 도 3은 도 1에 적용된 마찰교반 접합용 공구의 측면도이다.
- [0019] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명에 적용되는 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(100)은 접합 대상인 제1 및 제2 박판모재(101)(120)의 접합부(104)에 맞닿아 회전하면서 접합을 행하는 마찰교반 접합용 공구(110), 접합부(101)를 예열시키는 티그 토치(120)를 포함한다.
- [0020] 여기서 제1 및 제2 박판모재(101)(102)는 두께가 1mm이하이며, 수평상으로 상호 서로 맞닿아 접합부(104)를 형성하도록 배치되어 있다.
- [0021] 제1 및 제2 박판모재(101)(102)는 판형상으로 형성되며 철강소재 예를 들면, 스테인레스강 또는 탄소강의 철강 재료로 된 것이 적용된다.
- [0022] 제1 및 제2 박판모재(101)(102)는 동일 소재로 된 것이 적용되거나, 이종소재로 된 것이 적용될 수 있다.
- [0023] 마찰교반 접합용 공구(110)는 마찰교반 접합 시스템의 스핀들(115)에 고정되고, 스핀들(115)은 구동모터(118)에 구동축으로 연결되어 회전수를 설정할 수 있도록 되어 있다.
- [0024] 마찰교반 접합용 공구(110)는 내열성과 내마모성이 우수하고 경도가 우수한 초경합금강으로 된 것 예를들면, 텅스텐카바이드-코발트 소재, 텅스텐카바이드-몰리브덴 소재 등 공지된 것을 적용하면 되고, 이에 상응하는 다른 특수합금강으로 형성된 것을 사용할 수도 있다.
- [0025] 마찰교반 접합용 공구(110)는 스핀들(115)에 일부가 삽입되는 몸통부(111)와, 몸통부(111)로부터 하방으로 연장되며 저면이 제1외경(d)을 갖으며 저면이 평평하게 형성되어 접합부(104)에 접촉되는 솔더부(113)를 갖는 구조로 되어 있다.
- [0026] 솔더부(113)에는 제1외경(d)보다 작으며 솔더부(113)에서 하방으로 돌출된 핀이 없는 구조로 되어 있다.
- [0027] 이러한 솔더부(113)는 저면 전체가 접합대상 제1 및 제2 박판모재(101)(102)와 접촉된다.
- [0028] 솔더부(113)의 제1외경(d)은 4 내지 12mm인 것을 적용한다.
- [0029] 도시된 예에서 몸통부(111)의 하단에서 외경이 작아지게 경사진 경사부(112)를 갖으며, 경사부(112)의 하단에서 하방으로 연장된 솔더부(113)를 갖는 구조가 적용되었다.
- [0030] 도시된 예와 다르게, 솔더부(113)는 저면의 가장자리도 몸통부(113)로부터 외경이 작아지게 솔더부(113)로 이어지는 경사부(112)를 갖는 형상과 유사하게 솔더부(113)의 저면 가장자리에서 경사지게 모따기 처리되거나 라운딩 처리된 경사부를 갖는 형상을 갖는 것이 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0031] 또한 솔더부(113)의 외경과 몸통부(111)의 외경이 동일한 것을 적용하여도 됨은 물론이다.
- [0032] 한편, 구동모터(118)에 의해 회전하는 마찰교반 접합용 공구(110)는 제1 및 제2 박판모재(101)(102)의 접합부(104) 중심에 배치되어 역회전 방향 즉, 진행방향을 기준으로 시계반대방향으로 회전하며, 마찰열을 발생시켜

제1 및 제2 박판모재(101)(102) 접합부(104)를 소성교반 시켜 접합을 시행한다.

- [0033] 또한, 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(100)은 티그예열 시스템을 포함하는데, 아크를 발생시키는 티그 토치(120)와, 티그 토치(120)의 좌표를 설정할 수 있는 좌표 설정 지그(130)와, 티그 예열부를 대기로부터 보호를 위한 보호가스, 전류를 발생시키는 티그 용접기 본체(미도시)를 포함한다.
- [0034] 이때, 티그 토치(120)의 좌표를 설정하기 위한 좌표 설정 지그(130)는 X축, Y축, Z축의 거리를 조절할 수 있는 게이지로, X축 좌표 설정 게이지(131), Y축 좌표 설정 게이지(132), Z축 좌표 설정 게이지(133)를 포함한다.
- [0035] 게이지 중 X축 좌표 설정 게이지(131)와 Y축 좌표 설정 게이지(132) 및 Z축 좌표 설정 게이지(133)은 가이드바(Guide Bar)(136)(137)(138)를 따라 직선 운동하면서 좌표를 설정하는 구조로 형성되어 있다.
- [0036] 티그 용접기 본체는 재료의 두께와 형상에 따라 전류를 조절할 수 있으며, 보호가스는 아르곤(Argon), 헬륨(Helium) 및 아르곤과 헬륨의 혼합된 가스 중 어느 하나를 접합 조건에 따라 사용할 수 있다.
- [0037] 티그 용접기 본체에는 보호가스의 유량을 조절하는 게이지를 포함할 수 있다.
- [0038] 이러한 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(FSW-TIG)(100)에서 마찰교반 접합용 공구(110)의 삽입 위치와 티그 토치(120) 예열위치를 도 2를 통해 상세하게 설명한다.
- [0039] 먼저, 접합할 제1 및 제2박판모재(101)(102)를 지그(Jig)(108) 위에 서로 맞닿게 설치하여 고정하고, 마찰교반 접합용 공구(110)의 솔더부(113)의 저면 중앙을 접합부(104)에 일치되게 배치시킨다.
- [0040] 그런 다음, 접합부(104)에 예열할 티그 토치(120)를 위치시킨다.
- [0041] 이때, 티그 토치(120)는 마찰교반 접합용 공구(110)의 진행방향에 대해 공구(110) 보다 앞쪽인 선행부에 위치하여야 한다.
- [0042] 또한, 접합부(104)의 계면과 티그 토치(120)와의 이격거리는 0.1mm 내지 50mm가 되게 위치시키고, 바람직하게는 20mm가 되게 위치시킨다.
- [0043] 또한, 마찰 교반 접합용 공구(110)와 티그 토치(120)와의 이격거리는 0.001 내지 50mm가 되게 위치시킨다.
- [0044] 바람직하게는 마찰 교반 접합용 공구(110)와 티그 토치(120)와의 이격거리는 20mm가 되게 위치시킨다.
- [0045] 이후, 마찰교반 접합용 공구(110)를 역회전 방향으로 즉, 공구(110) 진행방향에 대해 시계반대방향 회전시키면서 제1 및 제2 박판모재(101)(102)와 맞닿아 마찰열을 발생시키고, 티그토치(120)는 접합부(104)에 예열을 실시하며, 접합부(104)를 따라 이송하면서 접합작업을 수행한다.
- [0046] 이때, 마찰 교반 접합용 공구(110)의 회전속도는 300 내지 1600rpm이고, 전진속도는 분당 50 내지 150mm이고 가압력은 50 내지 3000kgf이며, 마찰교반접합용 공구(110)의 저면과 접합부(104)의 표면과의 사이각은 0 내지 10°가 되게 적용하는 것이 바람직하다.
- [0047] 이러한 과정에 의해 티그 토치(120)가 마찰교반 접합용 공구(110)보다 선행하여 제1 및 제2 박판모재(101)(102)의 접합부(104)에 예열함으로써 마찰교반 접합용 공구(110)의 회전으로 인하여 솔더부(113)의 저면과 제1 및 제2 박판모재(101)(102)의 접합부(104)를 중심으로 접촉되는 부분에서 발생하는 마찰열과 함께 제1 및 제2 박판모재(101)(102)를 용이하게 소성유동을 일으키게 하고, 대등한 온도분포를 형성하게 하여 접합하게 된다.
- [0048] 도 4에서 위에 있는 사진은 0.5mm 두께의 스테인레스강소재의 박판에 대해티그토치에 의한 예열을 수행하지 않고 마찰접합 한 경우 접합부의 단면을 나타낸 사진이고, 아래에 있는 사진은 동일 박판에 대해 예열과정을 수행하면서 마찰접합한 경우 접합부의 단면을 나타낸 사진이다.
- [0049] 도 4를 통해 알 수 있는 바와 같이 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(FSW-TIG)을 이용하여 0.5mm 두께의 스테인레스강소재의 박판에 대해 예열을 수행하면서 마찰교반한 경우 접합부(104)에 균열, 기공 및 금속간 화합물이 거의 발생되지 않았으며 건전한 접합부를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0050] 또한, 도 5에는 티그토치(120)를 적용하지 않은 마찰교반 접합 방식(FSW)과 티크토치(120)를 적용한 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(FSW-GWAT)을 이용하여 접합한 시험편에 대해 인장강도를 측정한 결과를 나타내 보였다.
- [0051] 도 5를 통해 알 수 있는 바와 같이 본 발명에 따른 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(FSW-GWAT)을 이용하여 접합할 경우 접합부(104)의 인장강도는 모재의 인장강도를 상회하는 우수한 접합특성을 확보할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0052] 또한, 도 6에는 본 발명에 따른 하이브리드 마찰교반 접합 시스템(FSW-TIG)을 이용하여 접합한 접합부에 대한 피로시험결과를 나타내 보인 사진으로, 모재의 70%항복응력 범위에서 시험한 경우 200만회 이상에서도 파단되지 않은 결과를 보여주었다.

[0053] 이상에서 설명된 바와 같이 하이브리드 마찰교반에 의한 박판 철강소재의 접합방법에 의하면 박판 접합부너 인장강도는 물론 취성파괴 양상을 억제할 수 있으며, 공구의 마모를 줄이고, 접합속도를 향상시킬 수 있다.

부호의 설명

[0054] 100 : 하이브리드 마찰교반 접합시스템

101 : 제1박판모재

102 : 제2박판모재

104 : 접합부

110 : 마찰교반 접합용 공구

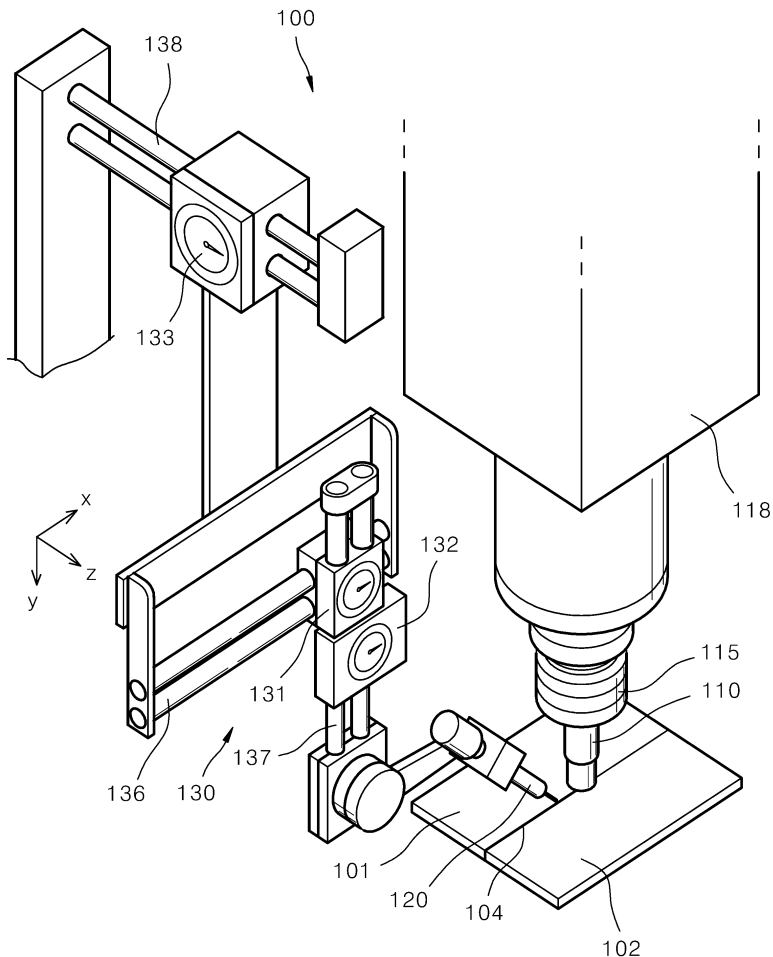
115 : 스핀들

120 : 티그 토치

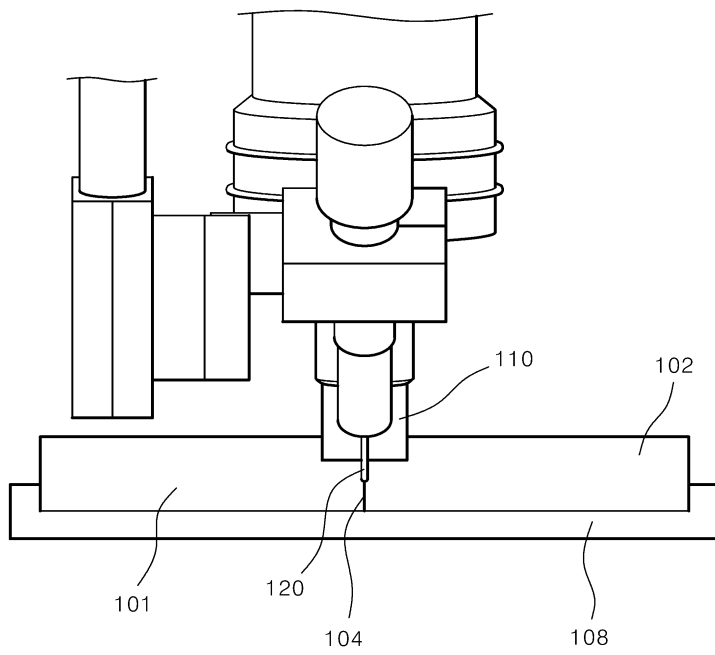
130 : 좌표 설정 지그

도면

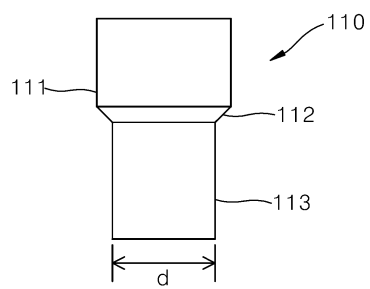
도면1



도면2



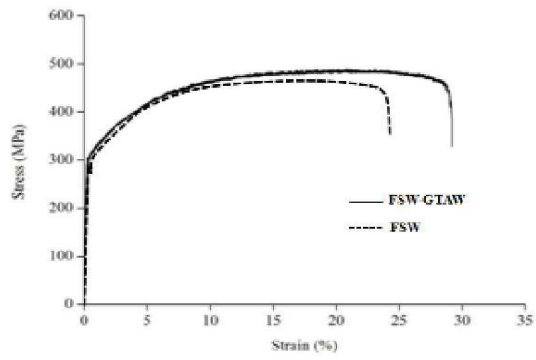
도면3



도면4



도면5



도면6

