



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년01월14일
(11) 등록번호 10-1007592
(24) 등록일자 2011년01월05일

(51) Int. Cl.

B23K 28/02 (2006.01) B23K 20/12 (2006.01)

B23K 9/235 (2006.01) B23K 20/22 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0107348

(22) 출원일자 2009년11월09일

심사청구일자 2009년11월09일

(56) 선행기술조사문헌

US07078647 B2*

US7078647 B2*

EP1844890 A1

KR100866631 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 서석동 375 조선대학교 내

(72) 발명자

방한서

광주 남구 봉선동 1041-16

방희선

광주광역시 북구 중흥2동 323-1 모아타운 105동 1201호

전근홍

광주광역시 동구 학동 873-32 201호

(74) 대리인

김홍진

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 강민석

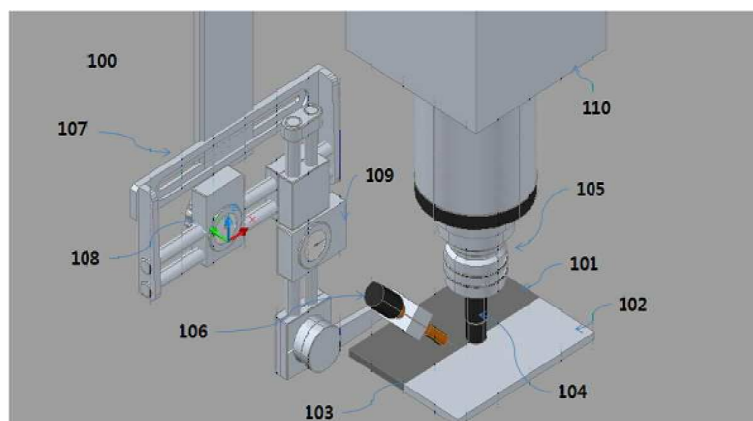
(54) 하이브리드 마찰 교반 접합장치

(57) 요약

본 발명은 하이브리드 마찰 교반 접합장치에 관한 것으로, 이종모재를 서로 맞닿게 하여 형성된 접합부에 맞닿아 회전하면서 마찰열을 발생시키는 마찰 교반 접합용 공구와, 상기 접합부에 예열을 실시하는 티그 예열수단을 포함하는 마찰 교반 접합장치에서, 상기 이종모재는 철계합금인 스테인리스강과 알루미늄 합금이고; 상기 티그 예열수단은 접합부를 예열시키기 위해 아크를 발생시키는 티크토치, 전류를 발생시키는 티그 용접기 본체, 티그 예열부를 대기로부터 보호하기 위해 분출시키는 아르곤, 헬륨 또는 아르곤과 헬륨의 혼합된 가스 중 어느 하나인 보호가스를 포함하며; 상기 마찰 교반 접합용 공구의 핀은 대부분 알루미늄 합금 측에 위치하되 1mm 이하만 스테인리스강 측에 위치되도록 배치한 상태에서 역회전되게 설치되고; 상기 티그 예열수단은 스테인리스강 측에 위치하되 마찰 교반 접합용 공구 보다 선행부에 위치되는 하이브리드 마찰 교반 접합장치에 있어서; 상기 티그 예열수단은 접합부에 닿는 위치와 마찰 교반 접합용 공구의 선행 위치에 따른 좌표를 설정할 수 있는 X,Y,Z축 좌표 설정 지그를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 마찰 교반 접합장치를 제공한다.

본 발명에 따르면, 경량합금과 철강재료의 이종재료를 접합할 때 철강재료 접합부에 티그 예열을 실시함으로써 마찰 교반 접합용 공구의 회전으로 발생하는 마찰열이 함께 발생하여 경량합금과 철강재료의 충분한 소성유동을 일으켜 이종 소재를 용이하게 접합할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

이종모재를 서로 맞닿게 하여 형성된 접합부에 맞닿아 회전하면서 마찰열을 발생시키는 마찰 교반 접합용 공구와, 상기 접합부에 예열을 실시하는 티그 예열수단을 포함하는 마찰 교반 접합장치에서, 상기 이종모재는 철계합금인 스테인리스강과 알루미늄 합금이고; 상기 티그 예열수단은 접합부를 예열시키기 위해 아크를 발생시키는 티크토치, 전류를 발생시키는 티그 용접기 본체, 티그 예열부를 대기로부터 보호하기 위해 분출시키는 아르곤, 헬륨 또는 아르곤과 헬륨의 혼합된 가스 중 어느 하나인 보호가스를 포함하며; 상기 마찰 교반 접합용 공구의 핀은 대부분 알루미늄 합금 측에 위치하되 1mm 이하만 스테인리스강 측에 위치되도록 배치한 상태에서 역회전되게 설치되고; 상기 티그 예열수단은 스테인리스강 측에 위치하되 마찰 교반 접합용 공구 보다 선행부에 위치되는 하이브리드 마찰 교반 접합장치에 있어서;

상기 티그 예열수단은 접합부에 닿는 위치와 마찰 교반 접합용 공구의 선행 위치에 따른 좌표를 설정할 수 있는 X,Y,Z축 좌표 설정 지그를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 마찰 교반 접합장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 하이브리드 마찰 교반 접합장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 알루미늄 합금, 스테인리스강 과 같은 이종재료 접합부 중 스테인리스강을 예열하는 티그 예열수단을 포함하는 하이브리드 마찰 교반 접합장치에 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 용접결함 뿐만 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(마찰 교반 접합:Friction Stir Welding) 적용 시 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] 접합대상이 기존의 알루미늄과 알루미늄 동종계의 경량합금에서 이종계의 경량합금의 접합 영역 뿐 아니라 경량합금과 철강재료 접합의 영역까지 연구가 진행 되고 있다.
- [0006] 그러나, 마찰 교반 접합용 공구 재료의 제한으로 피 접합재료가 경금속 또는 저 용점 금속에 한정되어 있으며, 철강 재료에는 아직까지 산업응용분야에서의 실제구현은 거의 이루어지지 않고 있다.
- [0007] 상기 종래 마찰 교반 접합 기술을 이용하여 경량합금(알루미늄 합금)과 철강재료(스테인리스강)의 이종 접합부 중심에 마찰 교반 접합용 공구를 삽입하여 접합할 경우 물리적 성질과 기계적 특성이 상이하여 접합부에 취약한 합금층이 생성되고 접합강도 저하 및 소성교반 저하 등의 문제가 발생하여 접합부에 결함이 발생하므로 접합이 극히 어렵다.
- [0008] 또한, 상기 마찰 교반 접합 기술로 경량합금(알루미늄 합금)과 철강재료(스테인리스강)를 접합할 경우 마찰 교반 접합용 공구와 스테인리스강 사이에서 발생하는 마찰열이 알루미늄합금 보다 상대적으로 적게 발생하기 때문에 충분한 소성변형 및 재결정 온도에 이르지 못하여 스테인리스강의 탈락된 입자들이 알루미늄 합금 쪽으로 이동 분산되어 건전한 접합부를 얻기 힘들다.
- [0009] 뿐만 아니라, 상기 마찰 교반 접합 기술을 이용하여 철강재료(스테인리스강)을 접합할 경우 마찰 교반 접합용 공구의 마모가 심하게 발생하며 마찰 교반 접합장치의 심한 진동이 발생하는 문제가 발생한다.
- [0010] 따라서, 이러한 마찰 교반 접합 기술은 마찰 교반 접합용 공구의 가압력과 마찰열 만으로는 이종재료 접합부 중 철강재료(스테인리스강)를 연화시켜 소성유동 시키기에 역부족하여 건전한 접합부를 얻기 힘들다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0011] 본 발명은 상술한 바와 같은 종래 기술상의 제반 문제점들을 감안하여 종래 마찰 교반 접합 기술이 갖는 한계를 극복하고 생산성을 고도화하며 이종재료의 우수한 접합특성을 얻기 위해 마찰 교반과 티그(TIG) 용접기를 이용하여 이종재료 접합 시 이종접합부 중 철강재료(스테인리스강)를 예열하고, 마찰 교반 접합용 공구의 회전과 마찰에 의해 충분한 소성유동을 일으키며, 마찰열 온도분포를 동등하게 부여하여 충분한 소성교반이 가능하게 연화시킴으로써 건전한 접합부와 접합특성을 향상시킬 수 있는 하이브리드 마찰 교반 접합장치를 제공하고자 함에 그 주된 해결 과제가 있다.

과제 해결수단

- [0012] 본 발명은 상기한 해결 과제를 달성하기 위한 수단으로, 이종모재를 서로 맞닿게 하여 형성된 접합부에 맞닿아 회전하면서 마찰열을 발생시키는 마찰 교반 접합용 공구와, 상기 접합부에 예열을 실시하는 티그 예열수단을 포함하는 마찰 교반 접합장치에서, 상기 이종모재는 철계합금인 스테인리스강과 알루미늄 합금이고; 상기 티그 예열수단은 접합부를 예열시키기 위해 아크를 발생시키는 티크토치, 전류를 발생시키는 티그 용접기 본체, 티그 예열부를 대기로부터 보호하기 위해 분출시키는 아르곤, 헬륨 또는 아르곤과 헬륨의 혼합된 가스 중 어느 하나인 보호가스를 포함하며; 상기 마찰 교반 접합용 공구의 편은 대부분 알루미늄 합금 측에 위치하되 1mm 이하만 스테인리스강 측에 위치되도록 배치한 상태에서 역회전되게 설치되고; 상기 티그 예열수단은 스테인리스강 측에 위치하되 마찰 교반 접합용 공구 보다 선행부에 위치되는 하이브리드 마찰 교반 접합장치에 있어서; 상기 티그 예열수단은 접합부에 닿는 위치와 마찰 교반 접합용 공구의 선행 위치에 따른 좌표를 설정할 수 있는 X,Y,Z축

좌표 설정 지그를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 마찰 교반 접합장치를 제공한다.

[0013] 삭제

[0014] 삭제

[0015] 삭제

[0016] 삭제

[0017] 삭제

[0018] 삭제

[0019] 삭제

[0020] 삭제

[0021] 삭제

효 과

[0022] 본 발명에 따르면, 경량합금(알루미늄 합금)과 철강재료(스테인리스강)의 이종재료를 접합할 때 철강재료(스테인리스강) 접합부에 티그 예열을 실시함으로써 마찰 교반 접합용 공구의 회전으로 발생하는 마찰열이 함께 발생하여 경량합금(알루미늄 합금)과 철강재료(스테인리스강)의 충분한 소성유동을 일으켜 이종소재를 용이하게 접합할 수 있다.

[0023] 또한, 티그 예열을 실시함으로써 경도가 높은 금속의 소성교반을 양호하게 할 수 있으며 취약한 합금상을 억제하여 건전한 접합부를 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0024] 그리고, 철강재료(스테인리스강) 접합부 측에 티그 예열을 실시함으로써 소성변형과 재결정 온도에 이를 수 있으므로 탈락된 스테인리스강의 입자가 알루미늄 측으로 이동 분포하는 것을 억제하여 이종 접합부의 접합성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0025] 또한, 이종 접합부의 인장강도를 향상시킬 수 있으며 접합부의 취성 파괴 양상을 억제할 수 있는 효과가 있다.

[0026] 아울러, 마찰 교반 접합용 공구의 마모를 줄일 수 있고 마찰 교반 접합 속도를 향상시켜 생산성을 높일 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는, 첨부도면을 참고하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0028] 도 1은 본 발명 실시예에 따른 하이브리드 마찰 교반 접합장치를 도시한 개략적인 구성도이고, 도 2는 본 발명에 따른 이종재료 하이브리드 마찰 교반 접합장치의 측면도이며, 도 3은 본 발명에 따른 이종재료 하이브리드 마찰 교반 접합장치로 접합된 이종재료의 단면도이고, 도 4는 용접 접합부의 인장특성 그래프로서, 기존과 본 발명을 비교하여 보인 도면이다.

- [0029] 먼저, 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 하이브리드 마찰 교반 접합장치(100)는 접합 대상인 이종 모재와, 상기 이종 모재에 맞닿아 회전하면서 접합을 행하는 마찰 교반 접합용 공구(104), 이종 접합부 중 철강재료(스테인리스강)를 예열시키는 티그토치(106)를 포함한다.
- [0030] 이때, 상기 이종 모재는 서로 맞닿아 접합부(103)를 형성하며, 철강재료(스테인리스강)로 이루어진 제1모재(101)와, 경량합금(알루미늄 합금)으로 이루어진 제2모재(102)로 이루어진다.
- [0031] 이 경우, 상기 이종 모재는 스테인리스강과 알루미늄 합금강을 제1,2모재(101,102)로 한정하여 예시적으로 설명하고 있으나, 이는 바람직한 실시예의 설명을 위한 것으로 이들 모재가 반드시 상기 재료로 제한되는 것은 아니며 다른 경량합금과 다른 철강 재료로 이루어질 수도 있다.
- [0032] 그리고, 상기 마찰 교반 접합용 공구(104)는 마찰 교반 접합장치(100)의 스핀들(105)에 고정되고, 상기 스핀들(105)은 구동모터(110)에 구동축으로 연결되어 회전을 설정할 수 있다.
- [0033] 한편, 상기 마찰 교반 접합용 공구(104)는 내열성과 내마모성이 우수하고 경도가 우수한 초경합금강으로 제작되며, 이에 상응하는 다른 특수합금강을 사용할 수도 있다.
- [0034] 또한, 상기 구동모터(110)에 의해 회전하는 마찰 교반 접합용 공구(104)는 이종재료의 접합부(103) 중 연결인 경량합금(알루미늄 합금), 즉 제2모재(102) 부분에 삽입되어 역회전 방향으로 회전하며 마찰열을 발생시켜 이종재료 접합부를 소성교반시켜 접합을 시행한다.
- [0035] 다른 한편, 본 발명에 따른 이종재료 하이브리드 마찰 교반 접합장치(100)는 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 티그 예열수단을 포함하는데 상기 티그 예열수단은 아크를 발생시키는 티그토치(106), 티그토치(106)의 좌표를 설정할 수 있는 지그(107), 티그 예열부를 대기로부터 보호하기 위한 보호가스(불활성가스), 전류를 발생시키는 티그 용접기 본체(도면부호 미병기)를 포함한다.
- [0036] 이때, 상기 티그토치(106)의 좌표를 설정하기 위한 지그(107)는 X축, Y축, Z축의 거리를 조절할 수 있는 게이지를 포함한다.
- [0037] 여기에서, 도면번호 "108"은 "X축 좌표 설정 게이지", "109"는 "Y축 좌표 설정 게이지"를 나타내며, 도시상 Z축 좌표 설정 게이지는 나타나 있지 않다.
- [0038] 그리고, 상기 티그 용접기 본체는 재료의 두께와 형상에 따라 전류를 조절할 수 있으며, 보호가스는 아르곤(Argon), 헬륨(Helium) 또는 아르곤과 헬륨이 혼합된 가스 중 어느 하나를 접합 조건에 따라 사용할 수 있다.
- [0039] 뿐만 아니라, 상기 보호가스의 유량을 조절하는 게이지도 포함한다.
- [0040] 이러한 구성으로 이루어진 본 발명에 따른 장치를 이용한 접합방법은 다음과 같다.
- [0041] 먼저, 접합할 이종 모재인 경량합금(알루미늄 합금), 즉 제2모재(102)와, 철강재료(스테인리스강)인 제1모재(101)를 서로 맞닿게 설치하여 고정하고, 상기 마찰 교반 접합용 공구(104)의 핀 부분을 도 2와 같이 접합부(103) 중 대부분 제2모재(102) 측 위에 위치시키되 핀의 약 1mm 정도만 제1모재(101) 측에 위치시킨다.
- [0042] 그리고, 상기 접합부(103) 중 제1모재(101)측을 예열할 티그토치(106)를 위치시키되, 상기 티그토치(106)는 상기 마찰 교반 접합용 공구(104)의 선행부에 위치시켜야 한다.
- [0043] 이어, 상기 마찰 교반 접합용 공구(104)를 역회전 방향으로 회전시키면서 이종재료와 맞닿게 하여 마찰열을 발생시키고, 티그토치(106)는 철강재료(스테인리스강) 측인 제1모재(101)측 예열을 실시하며, 접합부(103)를 따라 이송되면서 접합하게 된다.
- [0044] 이때, 상기 티그토치(106)가 선행하여 이종재료 접합부(103) 중 철강재료(스테인리스강) 측인 제1모재(101)측을 예열함으로써 마찰 교반 접합용 공구(104)의 회전으로 인하여 발생하는 마찰열과 함께 경량합금(알루미늄 합금)과 철강재료(스테인리스강)가 용이하게 소성유동을 일으키게 하고 대등한 온도분포를 형성하게 하여 접합하게 된다.
- [0045] 여기에서, 서로 맞닿는 상기 이종 모재는 철강재료(스테인리스강)로 이루어진 제1모재가 어드밴싱 사이드(Advancing Side)에 위치하고, 경량합금(알루미늄 합금)으로 이루어진 제2모재가 리트리팅 사이드(Retreating side)에 위치하는 형태임이 바람직하다.
- [0046] 도 3은 상기와 같은 하이브리드 마찰 교반 접합장치를 이용하여 이종재료(알루미늄 합금과 스테인리스강) 하이

브리드 마찰 교반 접합을 실시한 이종재료의 접합부 단면을 나타낸 것으로, 접합부(103)에 균열, 기공 및 금속 간 화합물이 거의 발생되지 않았으며 건전한 접합부(103)를 얻을 수 있었다.

[0047] 또한, 도 4에 나타난 바와 같이, 상기 이중재료를 종래의 마찰 교반 접합을 시행하여 접합할 경우 접합부의 인장강도가 경량합금(알루미늄 합금) 인장강도의 평균 60~70%의 값을 보이는 반면, 본 발명에 따른 하이브리드 마찰 교반 접합장치를 이용하여 접합할 경우 접합부(103)의 인장강도는 경량합금(알루미늄 합금) 인장강도의 평균 80~90%의 우수한 접합 특성을 얻을 수 있었다.

[0048] 뿐만 아니라, 이종재료 접합부의 인장 파괴양상의 경우에도 도 4에서와 같이, 종래의 마찰 교반 접합을 시행한 접합부는 취성 파괴 양상을 보인 반면, 본 발명에 따른 하이브리드 마찰 교반 접합장치를 이용하여 접합한 접합부는 연성 파괴 양상을 보임으로써 우수한 접합부를 얻을 수 있었다.

[0049] 이상에서와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허 청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

도면의 간단한 설명

[0050] 도 1은 본 발명에 따른 이종재료 하이브리드 마찰 교반 접합장치의 구성도.

[0051] 도 2는 본 발명에 따른 이종재료 하이브리드 마찰 교반 접합장치의 측면도.

[0052] 도 3은 본 발명에 따른 이종재료 하이브리드 마찰 교반 접합장치로 접합된 이종재료의 단면도.

[0053] 도 4는 용접 접합부의 인장특성 그래프로서, 기존과 본 발명을 비교하여 보인 도면.

[0054] ♣ 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 ♣

[0055] 100 : 하이브리드 마찰 교반 접합장치

[0056] 101 : 제1모재 102 : 제2모재

[0057] 103 : 접합부 104 : 마찰 교반 접합용 공구

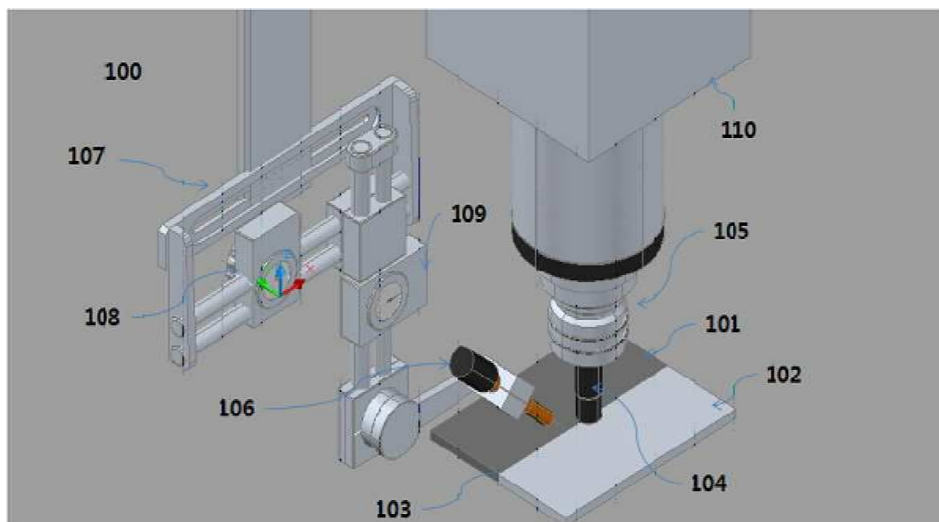
[0058] 105 : 스피들 106 : 티그토치

[0059] 107 : 지그 108 : X축 좌표 설정 게이지

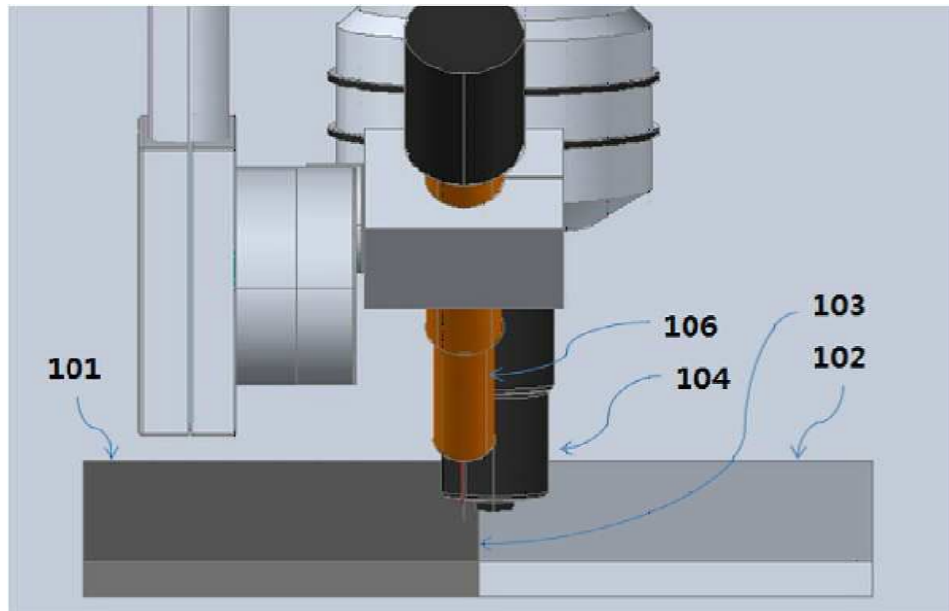
[0060] 109 : Y축 좌표 설정 게이지 110 : 구동모터

도면

도면1



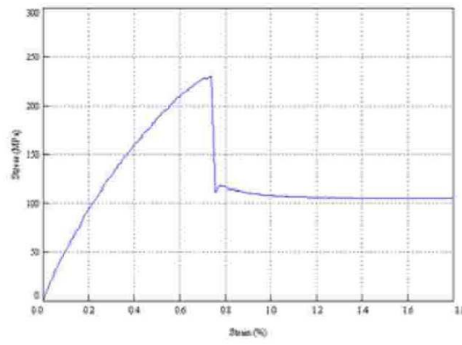
도면2



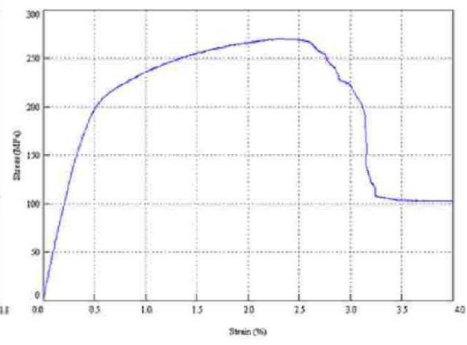
도면3



도면4



종래 방식에 의한 접합부 특성



본 발명에 의한 접합부 특성