



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2018-0132154  
(43) 공개일자 2018년12월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B23K 11/11 (2006.01) B23K 20/12 (2006.01)  
B23K 28/02 (2014.01)
- (52) CPC특허분류  
B23K 11/115 (2013.01)  
B23K 20/12 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7033701
- (22) 출원일자(국제) 2017년04월27일  
심사청구일자 2018년11월21일
- (85) 번역문제출일자 2018년11월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2017/016816
- (87) 국제공개번호 WO 2017/188399  
국제공개일자 2017년11월02일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2016-090611 2016년04월28일 일본(JP)

- (71) 출원인  
카와사키 주코교 카부시키 카이샤  
일본국 고베 추오-쿠 히가시카와사키-초 3초메 1-1
- (72) 발명자  
오하시, 료지  
일본국 효고 650-8670 고베-시 추오-쿠 히가시카와사키-초 3-초메 1-1 카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
- 무라마츠, 요시타카  
일본국 효고 650-8670 고베-시 추오-쿠 히가시카와사키-초 3-초메 1-1 카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
김영철, 김 순 영

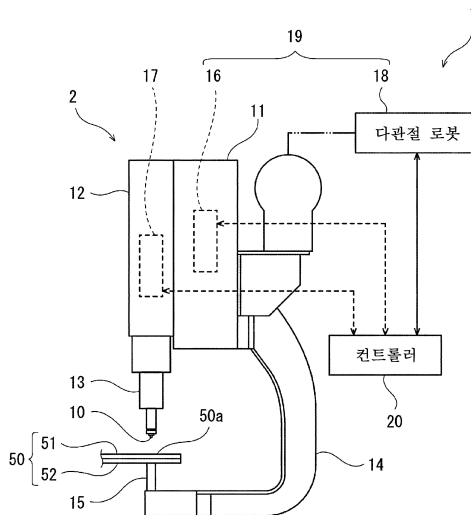
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 점 접합 장치, 점 접합 방법 및 이음 구조

(57) 요약

복수의 판재를 서로 중첩하여 점 접합하는 점 접합 장치로서, 상기 복수의 판재의 중첩부와 틀을 상대 변위 시키는 변위 구동기와, 상기 틀을 회전시키는 회전 구동기와, 상기 중첩부에 상기 틀을 회전시킨 상태로 압입하여 마찰교반 점 접합을 하도록 상기 변위 구동기 및 상기 회전 구동기를 제어하는 컨트롤러를 구비하며, 상기 컨트롤러는, 상기 중첩부 중 저항 점 용접으로 용접되는 복수의 저항 점 용접부 사이의 영역에 적어도 하나의 마찰교반 점 접합부를 형성하도록 상기 변위 구동기를 제어한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**B23K 28/02** (2013.01)

(72) 발명자

**미야케, 마사히로**

일본국 효고 650-8670 고베-시 추오-쿠 히가시카와  
사키-초 3-초메 1-1 카와사키 주코교 카부시키 카  
이샤 사내

**후쿠다, 타쿠야**

일본국 효고 650-8670 고베-시 추오-쿠 히가시카와  
사키-초 3-초메 1-1 카와사키 주코교 카부시키 카  
이샤 사내

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

복수의 판재를 중첩하여 점 접합하는 점 접합 장치로서,  
 상기 복수의 판재의 중첩부와 틀을 서로 상대 변위 시키는 변위 구동기와,  
 상기 틀을 회전시키는 회전 구동기와,  
 상기 중첩부에 상기 틀을 회전시킨 상태로 압입하여 마찰교반 점 접합을 하도록 상기 변위 구동기 및 상기 회전 구동기를 제어하는 컨트롤러를 구비하며,  
 상기 컨트롤러는, 상기 중첩부 중 저항 점 용접으로 용접되는 복수의 저항 점 용접부 사이의 영역에 하나 이상의 마찰교반 점 접합부를 형성하도록 상기 변위 구동기를 제어하는 것을 특징으로 하는 점 접합 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 컨트롤러는, 상기 마찰교반 점 접합부와 상기 저항 점 용접부 사이의 접합 피치를, 상기 복수의 판재에 마찰교반 점 접합부 및 저항 점 용접부 쌍을 형성한 경우의 인장-전단강도가, 상기 복수의 판재에 저항 점 용접부 쌍을 형성한 경우의 인장-전단강도보다 높아지는 접합 피치로 설정하는 것을 특징으로 하는 점 접합 장치.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,  
 상기 판재는 강재이고,  
 상기 마찰교반 점 접합부와 상기 저항 점 용접부 사이의 접합 피치를 'Y'라고 하고, 상기 한 쌍의 판재 각각의 판 두께를 'X'라고 했을 때,  
 상기 컨트롤러는, 상기 판재가 저탄소강인 경우,  $Y \leq -1.4 X^2 + 18.6X + 0.6$ 을 충족하도록 상기 접합 피치를 설정하고, 상기 판재가 중탄소강 또는 저합금강인 경우,  $Y \leq -1.9X^2 + 25.5X + 2.1$ 을 충족하도록 상기 접합 피치를 설정하는 것을 특징으로 하는 점 접합 장치.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 컨트롤러는, 상기 마찰교반 점 접합부와 상기 저항 점 용접부 사이의 접합 피치를, 상기 저항 점 용접부의 반경과 상기 마찰교반 점 접합부의 반경의 합계보다 긴 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 점 접합 장치.

#### 청구항 5

복수의 판재를 서로 중첩하여 점 접합하는 점 접합 방법으로서,  
 상기 복수의 판재의 중첩부를 저항 점 용접으로 점 접합함으로써 복수의 저항 점 용접부를 형성하는 저항 점 용접 공정과,

상기 중첩부 중 상기 복수의 저항 점 용접부 사이의 영역을 마찰교반 점 접합으로 점 접합함으로써 하나 이상의 마찰교반 점 접합부를 형성하는 마찰교반 점 접합 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 점 접합 방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 마찰교반 점 접합부와 상기 저항 점 용접부 사이의 접합 피치를, 상기 복수의 판재에 마찰교반 점 접합부 및 저항 점 용접부 쌍을 형성한 경우의 인장-전단강도가, 상기 복수의 판재에 저항 점 용접부 쌍을 형성한 경우의 인장-전단강도보다 높아지는 접합 피치로 설정하는 것을 특징으로 하는 점 접합 방법.

**청구항 7**

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 판재는 강재이고,

상기 마찰교반 점 접합부와 상기 저항 점 용접부 사이의 접합 피치를 'Y'라고 하고, 상기 한 쌍의 판재 각각의 판 두께를 'X'라고 했을 때,

상기 판재가 저탄소강인 경우,  $Y \leq -1.4 X^2 + 18.6X + 0.6$ 을 충족하도록 상기 접합 피치를 설정하고, 상기 판재가 중탄소강 또는 저합금강인 경우,  $Y \leq -1.9X^2 + 25.5X + 2.1$ 을 충족하도록 상기 접합 피치를 설정하는 것을 특징으로 하는 점 접합 방법.

**청구항 8**

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마찰교반 점 접합부와 상기 저항 점 용접부 사이의 접합 피치를, 상기 저항 점 용접부의 반경과 상기 마찰교반 점 접합부의 반경의 합계보다 긴 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 점 접합 방법.

**청구항 9**

복수의 판재를 서로 중첩하여 점 접합하여 이루어지는 이음 구조로서,

상기 복수의 판재의 중첩부에 형성된 복수의 저항 점 용접부와,

상기 중첩부 중 상기 복수의 저항 점 용접부 사이의 영역에 형성된 하나 이상의 마찰교반 점 접합부를 구비하는 것을 특징으로 하는 이음 구조.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 복수의 판재를 중첩하여 점 접합하는 점 접합 장치, 점 접합 방법 및 이음 구조에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 자동차, 항공기, 철도 차량 등의 조립 공정에서는, 복수의 판재를 서로 중첩하여 저항 점 용접에 의해 접합하여 이음 구조를 제작하는 일이 있다. 이음 구조의 강성을 높이기 위해서는, 저항 점 용접부의 접합 피치를 짧게 하고, 용접 점의 수를 증가시키는 것을 생각할 수 있다. 그러나 저항 점 용접을 수행할 때에는, 각 저항 점 용접부의 간격이 짧으면, 용접 전극으로부터의 용접전류의 일부가 이웃하는 저항 점 용접부로 분류(分流)되어 무효전류가 발생한다. 이 무효전류가 증가하면, 점 용접하고자 하는 부분으로 흐르는 용접전류가 감소하여, 원하는 접합강도를 얻을 수 없게 된다. 그래서 특허문헌 1에서는, 한 쌍의 판재에서, 한 쌍의 저항 점 용접

부를 잇는 영역 중 적어도 일부를 분단하도록 슬릿(slit)을 형성하는 것으로, 무효전류의 감소를 도모하고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0003] (특허문헌 0001) 일본특허공보 제5605405호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 그러나 특허문헌의 경우에는, 저항 점 용접부의 접합강도가 양호하여도, 슬릿 근방의 판재 강도가 저하하고, 이음 구조의 강성은 낮아진다는 문제가 있다. 또한, 특허문헌의 방법 이외에는, 무효전류를 고려하여 용접전류를 높게 설정하는 것도 생각할 수 있다. 그러나 용접전류가 증가하면, 용융 현상이 급격해져서 용접 전극에 의한 가압으로 재료의 비산이 발생하고, 접합강도나 외관 품질이 저하할 경우가 있다. 또한, 무효전류의 발생 정도는, 저항 점 용접부의 지름이나, 중첩하여진 판재 간의 접촉 상태(판재 간의 겹(gap))에 의존하기 때문에, 접합 피치를 단축화 하면 접합강도에 편차가 생기기도 한다.

[0005] 그래서 본 발명은, 저항 점 용접 시의 무효전류를 억제하면서, 높은 이음 강도와 안정된 품질을 얻는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명의 한 형태에 따른 점 접합 장치는, 복수의 판재를 중첩하여 점 접합하는 점 접합 장치로서, 상기 복수의 판재의 중첩부와 틀을 상대 변위 시키는 변위 구동기와, 상기 틀을 회전시키는 회전 구동기와, 상기 중첩부에 상기 틀을 회전시킨 상태로 압입하여 마찰교반 점 접합을 하도록 상기 변위 구동기 및 상기 회전 구동기를 제어하는 컨트롤러를 구비하며, 상기 컨트롤러는, 상기 중첩부 중 저항 점 용접으로 용접되는 복수의 저항 점 용접부 사이의 영역에 적어도 하나의 마찰교반 점 접합부를 형성하도록 상기 변위 구동기를 제어한다.

[0007] 상기 구성에 의하면, 복수의 저항 점 용접부 사이의 영역에 마찰교반 점 접합부를 형성함으로써, 저항 점 용접부 간의 거리를 길게 하면서도, 전체적으로 점 접합 개소(저항 점 용접 개소 및 마찰교반 점 접합 개소)의 접합 피치를 짧게 할 수 있다. 즉, 저항 점 용접부 간의 거리를 길게 하여 무효전류를 억제함으로써, 접합강도 및 외관품질의 저하와 접합강도의 편차를 방지할 수 있고, 또한, 전체적으로 점 접합 개소의 접합 피치를 짧게 함으로써, 높은 이음 강도를 얻을 수가 있다.

[0008] 상기 컨트롤러는, 상기 마찰교반 점 접합부와 상기 저항 점 용접부 사이의 접합 피치를, 상기 한 쌍의 판재에 마찰교반 점 접합부 및 저항 점 용접부 쌍을 형성했을 경우의 인장-전단강도가 상기 한 쌍의 판재에 저항 점 용접부 쌍을 형성했을 경우의 인장-전단강도보다 높아지는 접합 피치로 설정하여도 좋다.

[0009] 상기 구성에 의하면, 저항 점 용접 시의 무효전류에 의한 접합강도 저하의 방지와 접합 피치의 단축화에 의한 접합강도의 향상을 알맞게 양립시킬 수 있다.

[0010] 상기 판재는 강제이며, 상기 마찰교반 점 접합부와 상기 저항 점 용접부 사이의 접합 피치를 'Y'라고 하고, 상기 한 쌍의 판재 각각의 판 두께를 'X'라고 했을 때, 상기 컨트롤러는, 상기 한 쌍의 판재가 저탄소강일 경우에는,  $Y \leq -1.4 X^2 + 18.6X + 0.6$ 을 충족하도록 상기 접합 피치를 설정하고, 상기 한 쌍의 판재가 중탄소강 또는 저합금강일 경우에,  $Y \leq -1.9X^2 + 25.5X + 2.1$ 을 충족하도록 상기 접합 피치를 설정하여도 좋다.

[0011] 상기 구성에 의하면, 저항 점 용접 시의 무효전류에 의한 접합강도 저하의 방지와 접합 피치의 단축화에 의한 접합강도의 향상을 알맞게 양립시킬 수가 있다.

[0012] 상기 컨트롤러는, 상기 마찰교반 점 접합부와 상기 저항 점 용접부 사이의 접합 피치를, 상기 저항 점 용접부의 반경과 상기 마찰교반 점 접합부의 반경의 합계보다 긴 값으로 설정하여도 좋다.

[0013] 상기 구성에 의하면, 마찰교반 점 접합부와 저항 점 용접부가 서로 중첩하여져서 함께 접합 면적이 줄어드는 것

이 방지되고, 효과적으로 접합강도를 높일 수가 있다.

[0014] 본 발명의 한 양태에 따른 점 접합 방법은, 한 쌍의 판재를 서로 중첩하여 점 접합하는 점 접합 방법으로서, 상기 한 쌍의 판재의 중첩부에 복수의 저항 점 용접부를 형성하는 저항 점 용접 공정과, 상기 중첩부 중 상기 복수의 저항 점 용접부 사이의 영역에 적어도 하나의 마찰교반 점 접합부를 형성하는 마찰교반 점 접합 공정을 구비한다.

[0015] 본 발명의 한 형태에 따른 이음 구조는, 한 쌍의 판재를 서로 중첩하여 점 접합하여 이루어지는 이음 구조로서, 상기 한 쌍의 판재의 중첩부는, 복수의 저항 점 용접부와, 상기 복수의 저항 점 용접부 사이의 영역에 형성된 적어도 하나의 마찰교반 점 접합부를 구비한다.

**발명의 효과**

[0016] 본 발명에 의하면, 저항 점 용접 시의 무효전류를 억제하면서, 높은 이음 강도와 안정된 품질을 얻을 수가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0017] 도 1은 실시형태에 따른 점 접합 장치의 마찰교반 점 접합 장치를 개략적으로 나타내는 구성도이다.
- 도 2는 저항 점 용접 공정을 설명하는 단면도이다.
- 도 3은 마찰교반 점 접합 공정을 설명하는 단면도이다.
- 도 4는 이음 구조의 주요부 평면도이다.
- 도 5는 인장-전단 시험에서의 접합 피치와 인장-전단강도와의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 저탄소강을 저항 점 용접할 때의 판 두께와 최소 접합 피치의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 중탄소강 또는 저합금강을 저항 점 용접할 때의 판 두께와 최소 접합 피치의 관계를 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0018] 이하, 도면을 참조하여 실시형태를 설명한다.
- [0019] 도 1은, 실시형태에 따른 점 접합 장치(1)의 마찰교반 점 접합 장치(2)를 개략적으로 나타내는 구성도이다. 도 1에 나타난 바와 같이, 워크(50)는, 서로 중첩하여진 한 쌍의 판재(51, 52)이며, 마찰교반 점 접합 장치(2)는, 한 쌍의 판재(51, 52)의 중첩부(50a)를 점 접합한다. 마찰교반 점 접합 장치(2)는, 기체(基體)(11)와, 기체(11)에 장착된 가동체(12)와, 가동체(12)로부터 워크(50)를 향해 돌출된 툴 홀더(tool holder)(13)를 구비한다. 가동체(12)는, 툴 홀더(13)의 축선을 따라 슬라이드 변위 가능하게 기체(11)에 장착된다. 툴 홀더(13)는, 그 축선 주위로 회전 가능하게 구성되고, 툴 홀더(13)의 선단부에는, 툴(10)이 착탈 가능하게 장착된다. 기체(11)에는, 대략 L-자 모양으로 만곡된 만곡 프레임(14)이 고정된다. 만곡 프레임(14)은, 그 선단부가 툴(10)과 마주보는 위치까지 연장되고, 만곡 프레임(14)의 선단부에는, 워크(50)를 지지하는 지지대(15)가 설치된다.
- [0020] 기체(11)에는, 툴 홀더(13)의 축선 방향으로 가동체(12)를 슬라이드 변위 시키는 직동 구동기(16)가 설치된다. 직동 구동기(16)는, 가동체(12)를 슬라이드 변위 시킴으로써 툴(10)을 워크(50)에 대해 진퇴 변위 시킨다. 가동체(12)에는, 툴 홀더(13)를 그 축선 주위로 회전시키는 회전 구동기(17)가 설치된다. 회전 구동기(17)는, 툴 홀더(13)를 회전시킴으로써 툴(10)을 회전시킨다. 기체(11)에는, 다관절 로봇(18)이 장착된다. 다관절 로봇(18)은, 기체(11)를 변위 시킴으로써 워크(50)에 대해 툴(10)을 원하는 위치로 변위 시킨다. 즉, 직동 구동기(16) 및 다관절 로봇(18)이, 워크(50)와 툴(10)을 서로 상대 변위 시키는 변위 구동기(19)의 역할을 맡는다.
- [0021] 마찰교반 점 접합 장치(2)는, 직동 구동기(16), 회전 구동기(17) 및 다관절 로봇(18)을 제어하는 컨트롤러(20)를 구비한다. 컨트롤러(20)는, 하나의 제어 유닛에 기능이 집약된 것으로 하여도 좋고, 복수의 제어 유닛에 기능이 분산된 구성으로 하여도 좋다. 컨트롤러(20)는, 프로세서, 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 및 I/O 인터페이스 등을 가진다. 컨트롤러(20)는, 도시하지 않은 입력 장치(예를 들면, 컴퓨터 또는 티칭 펜던트(teaching pendant) 등)로부터 I/O 인터페이스를 통해 입력된 지령에 응답하고, 비휘발성 메모리에 저장된 동작

프로그램에 의거하여 프로세서가 휘발성 메모리를 이용하여 연산하고, I/O 인터페이스를 통해 회전 구동기(17) 및 변위 구동기(19)와 통신한다. 마찰교반 점 접합 장치(2)는, 컨트롤러(20)로 하여금 회전 구동기(17) 및 변위 구동기(19)를 제어하게 함으로써, 한 쌍의 판재(51, 52)의 중첩부(50a)에 틀(10)을 회전시킨 상태로 압입하고, 중첩부(50a) 중 마찰열로 연화한 부분을 교반하여 소성 유동시켜, 마찰교반 점 접합을 수행한다.

[0022] 도 2는, 저항 점 용접 공정을 설명하는 단면도이다. 도 2에 나타난 바와 같이, 본 실시형태의 점 접합 장치(1)는, 저항 점 용접 장치(3)를 더 구비한다. 저항 점 용접 장치(3)는, 한 쌍의 용접 전극(31, 32)과, 이들 용접 전극(31, 32)을 변위 시키는 액추에이터(도시하지 않음)와, 해당 액추에이터를 제어하는 컨트롤러(도시하지 않음)를 구비한다. 저항 점 용접 장치(3)는, 한 쌍의 판재(51, 52)의 중첩부(50a)를 한 쌍의 용접 전극(31, 32)으로 사이에 끼우고 통전하여 저항 용접함으로써, 중첩부(50a)에 소정의 간격을 두고 복수의 저항 점 용접부(W1, W2)(너깃(nugget))를 형성하여, 한 쌍의 판재(51, 52)를 서로 점 접합 한다.

[0023] 도 3은, 마찰교반 점 접합 공정을 설명하는 단면도이다. 도 3에 나타난 바와 같이, 마찰교반 점 접합 장치(2)는, 한 쌍의 판재(51, 52)의 중첩부(50a) 중 복수의 저항 점 용접부(W1, W2) 사이의 영역(R)에 적어도 하나의 마찰교반 점 접합부(J)를 형성하고, 한 쌍의 판재(51, 52)를 서로 점 접합한다. 틀(10)은, 틀 본체부(10a)와, 틀 본체부(10a)보다 작은 지름으로 틀 본체부(10a)의 중심으로부터 워크(50)를 향해서 돌출된 편부(10b)를 가진다.

[0024] 마찰교반 점 접합에 있어서는, 컨트롤러(20)(도 1 참조)는, 회전 구동기(17)를 제어하여 틀(10)의 회전수가 목표 회전수가 된 상태에서, 직동 구동기(16)를 제어하여 편부(10b)가 워크(50)의 중첩부(50a)를 내리누를 때까지 틀(10)을 변위 시킨다. 그러면, 틀(10)의 편부(10b)가, 워크(50)의 중첩부(50a)를 마찰열에 의해 연화시키고, 그 연화 부분(50b)을 교반하여 소성유동시킨다. 컨트롤러(20)는, 소정의 접합 처리 시간(편부(10b)의 몰입 시간)이 경과한 후, 직동 구동기(16)로 틀(10)을 워크(50)로부터 빼내는 방향으로 변위 시킨다. 틀(10)이 워크(50)로부터 빼내지면, 상기 연화 부분(50b)이 냉각되고 경화하여 마찰교반 점 접합부(J)가 형성된다. 또한, 마찰교반 점 접합은, 판재(51, 52)로의 통전을 수반하지 않기 때문에, 무효 전류의 문제는 발생할 수 없다. 이상과 같이, 한 쌍의 판재(51, 52)의 중첩부(50a)를 저항 점 용접과 마찰교반 점 접합 양쪽에 의해서 접합하는 것으로, 이음 구조(100)가 형성된다.

[0025] 도 4는, 이음 구조(100)의 주요부 평면도이다. 도 3 및 도 4에 나타난 바와 같이, 이음 구조(100)는, 한 쌍의 판재(51, 52)를 서로 중첩하여 점 접합하여 이루어지며, 자동차, 항공기, 철도차량 등의 구조체에 이용된다. 이음 구조(100)는, 한 쌍의 판재(51, 52)의 중첩부(50a)에 형성된 한 쌍의 저항 점 용접부(W1, W2)와, 한 쌍의 저항 점 용접부(W1, W2) 사이의 영역(R)에 형성된 하나의 마찰교반 점 접합부(J)를 가진다. 마찰교반 점 접합부(J)와 저항 점 용접부(W1, W2) 사이의 접합 피치(L), 즉, 마찰교반 점 접합부(J)의 중심과 저항 점 용접부(W1, W2) 각각의 중심 사이의 거리(L)는, 소정의 범위로 설정되는 것이 바람직하다. 이하, 접합 피치(L)의 알맞은 범위에 관하여 설명한다.

[0026] 도 5는, 인장-전단 시험에서의 접합 피치와 인장-전단강도와를 관계를 나타내는 그래프이다. 이 인장-전단 시험에서는, 이음 구조를 구성하는 한 쌍의 판재로서, 저탄소강인 DP980 강판(인장 강도 980MPa)을 이용하고, 각 판재의 판 두께는 각각 1.2mm 하였다. 도 5 중의 검은색 플롯(plot)은, 한 개의 저항 점 용접부와 한 개의 마찰교반 점 접합부를 가지는 이음 구조를 인장-전단 시험한 결과(이하, 「저항 점 용접 + 마찰교반 점 접합」이라고 칭한다. )를 나타내며, 실선은 그 근사선이다. 도 5 중 흰색 플롯은, 2개의 저항 점 용접을 가지는 이음 구조를 인장-전단 시험한 결과(이하, 「저항 점 용접 + 저항 점 용접」이라고 칭한다. )를 나타내며, 점선은 그 근사선이다.

[0027] 도 5에서 알 수 있듯이, 접합 피치가 6mm 이상 20mm 이하의 범위에서는, 「저항 점 용접 + 마찰교반 점 접합」 쪽이 「저항 점 용접 + 저항 점 용접」보다 인장-전단강도가 높다. 접합 피치가 너무 짧을 경우는, 저항 점 용접부와 마찰교반 점 접합부 사이의 접합 피치가, 저항 점 용접부의 반경과 마찰교반 점 접합부의 반경의 합계보다 짧아져, 저항 점 용접부와 마찰교반 점 접합부가 서로 중첩하여져서 합계 접합 면적이 감소하고, 이음 강도의 향상 효과가 감소한다. 그 때문에, 저항 점 용접부와 마찰교반 점 접합부가 서로 중첩되지 않도록, 접합 피치를 6mm 이상으로 하는 것이 바람직하다. 즉, 「저항 점 용접 + 마찰교반 점 접합」 쪽이 「저항 점 용접 + 저항 점 용접」보다 인장-전단강도가 높아지는 접합 피치의 하한치는, 저항 점 용접부 및 마찰교반 점 접합부의 각 반경에 의존한다. 또한, 도 5에서 접합 피치가 0mm인 플롯은, 단일 점에서의 인장-전단강도를 나타내고 있고, 이 경우, 저항 점 용접부 쪽이 마찰교반 점 접합부보다 1점당 인장-전단강도가 높은 것을 의미하고 있다.

- [0028] 접합 피치가 긴 경우는, 저항 점 용접 시의 분류(分流)에 의해 발생하는 무효전류가 감소하기 때문에, 「저항 점 용접 + 저항 점 용접」 쪽이 「저항 점 용접 + 마찰교반 점 접합」보다 인장-전단강도가 높아진다. 그러나 접합 피치가 20mm 이하일 경우에는, 「저항 점 용접 + 저항 점 용접부」에서는 무효전류가 증가하기 때문에, 「저항 점 용접 + 마찰교반 점 접합」 쪽이 「저항 점 용접 + 저항 점 용접」보다 인장-전단강도가 높아진다. 예를 들면, 접합 피치가 10mm에서의 인장-전단 시험 후의 파단 형태의 비교에서, 「저항 점 용접 + 저항 점 용접」에서는, 2타점재의 저항 점 용접부가 1타점재의 저항 점 용접부보다 지름이 작아지게 되고, 계면 파단이 이루어지는 것이 확인되었지만, 「저항 점 용접 + 마찰교반 점 접합」에서는, 모재 파단이 이루어지는 것이 확인되었다. 그 때문에, 판 두께 1.2mm의 저탄소강 판재를 사용한 이음 구조에서는, 마찰교반 점 접합부와 저항 점 용접부 사이의 접합 피치는, 20mm 이하의 값으로 설정되는 것이 바람직하다. 「저항 점 용접 + 마찰교반 점 접합」 쪽이 「저항 점 용접 + 저항 점 용접」보다 인장-전단강도가 높아지는 접합 피치의 상한치는, 판재의 재질 및 두께에 따라 변하기 때문에, 이 점에 관해 아래에서 설명한다.
- [0029] 도 6은, 저탄소강(S10C 등)을 저항 점 용접할 때의 판 두께와 최소 접합 피치의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 7은, 중탄소강(S20C, S35C, S45C 등) 또는 저합금강(SNCM439, SCM435 등)을 저항 점 용접할 때의 판 두께와 최소 접합 피치의 관계를 나타내는 그래프이다. 저탄소강은, 탄소 함유율(질량 퍼센트 농도)이 0.20% 미만의 강이고, 중탄소강은, 탄소 함유율이 0.20% 이상 0.6% 이하의 강이며, 저합금강은, 철 및 탄소 이외의 합금 원소의 함유율(질량 퍼센트 농도)이 5% 이하의 강이다. 최소 접합 피치는, 한 쌍의 판재를 저항 점 용접만으로 접합할 경우에 요구되는 접합 피치의 하한치를 의미한다. 도 6 중의 실선은, 검은색 플롯의 근사선이며, 접합 피치를 Y(mm), 판 두께를 X(mm)로 했을 경우에,  $Y = -1.4X^2 + 18.6X + 0.6$ 으로 표시된다. 도 7 중의 실선은, 검은색 플롯의 근사선이며, 접합 피치를 Y(mm), 판 두께를 X(mm)로 했을 경우에,  $Y = -1.9X^2 + 25.5X + 2.1$ 로 표시된다.
- [0030] 도 6 및 도 7에 나타낸 바와 같이, 한 쌍의 판재를 저항 점 용접만으로 접합한 경우에 요구되는 최소 접합 피치는, 판재의 판 두께가 증가할수록 길어진다. 또한, 한 쌍의 판재를 저항 점 용접만으로 접합한 경우에 요구되는 최소 접합 피치는, 판재를 저탄소강으로 했을 경우가 판재를 중탄소강 또는 저합금강으로 했을 경우보다 짧아진다. 즉, 판 두께가 증가하면 무효전류가 발생하기 쉽고, 또한, 저탄소강 쪽이 중탄소강 또는 저합금강보다 무효전류가 발생하기 어려워진다.
- [0031] 여기서, 도 5의 시험 결과(저탄소강; 판 두께 1.2mm)에서, 「저항 점 용접 + 마찰교반 점 접합」 쪽이 「저항 점 용접 + 저항 점 용접」보다 인장-전단강도가 높아진 접합 피치의 상한치(20mm)를, 도 6 중에 흰색 플롯으로 추가하여 기재하면, 그 흰색 플롯은, 대체로 그래프의 실선( $Y = -1.4X^2 + 18.6X + 0.6$ ) 상에 위치한다. 따라서, 저항 점 용접부와 마찰교반 점 접합부가 이웃하는 이음 구조에서는, 판재가 저탄소강일 경우에,  $Y \leq -1.4X^2 + 18.6X + 0.6$ 을 충족하도록 접합 피치의 상한치를 설정하고, 판재가 중탄소강일 경우에,  $Y \leq -1.9X^2 + 25.5X + 2.1$ 을 충족하도록 접합 피치의 상한치를 설정하는 것이 바람직하다고 말할 수 있다.
- [0032] 이상에서, 컨트롤러(20)는, 판재(51, 52)가 저탄소강일 경우에는, 마찰교반 점 접합부(J)와 저항 점 용접부(W1, W2) 사이의 접합 피치(L)를,  $Y \leq -1.4X^2 + 18.6X + 0.6$ 을 충족하도록 설정하고, 판재(51, 52)가 중탄소강 또는 저합금강일 경우에는, 마찰교반 점 접합부(J)와 저항 점 용접부(W1, W2) 사이의 접합 피치(L)를,  $Y \leq -1.9X^2 + 25.5X + 2.1$ 을 충족하도록 설정한다. 또한, 컨트롤러(20)는, 마찰교반 점 접합부(J)와 저항 점 용접부(W1, W2) 사이의 접합 피치(L)를, 저항 점 용접부(J)의 반경과 마찰교반 점 접합부 W1(W2)의 반경의 합계보다 긴 값으로 설정한다. 즉, 컨트롤러(20)는, 마찰교반 점 접합부(J)와 저항 점 용접부(W1, W2) 사이의 접합 피치(L)를, 한 쌍의 판재에 마찰교반 점 접합부 및 저항 점 용접부 쌍을 형성한 경우의 인장-전단강도보다 한 쌍의 판재에 저항 점 용접부 쌍을 형성한 경우의 인장-전단강도보다 높아지는 접합 피치로 설정한다.
- [0033] 이상으로 설명한 구성에 의하면, 저항 점 용접부(W1, W2) 사이의 영역(R)에 마찰교반 점 접합부(J)를 형성함으로써, 저항 점 용접부(W1, W2) 간의 거리를 길게 하면서도, 전체적으로 점 접합 개소(저항 점 용접 개소 및 마찰교반 점 접합 개소)의 접합 피치(L)를 짧게 할 수 있다. 즉, 저항 점 용접부(W1, W2) 간의 거리를 길게 하여 무효전류를 억제함으로써, 접합강도 및 외관품질의 저하와 접합강도의 편차를 방지할 수 있고, 또한, 전체적으로 점 접합 개소의 접합 피치(L)를 짧게 함으로써, 이음 강도와 이음 구조(100)의 강성을 높일 수가 있다.
- [0034] 또한, 컨트롤러(20)는, 마찰교반 점 접합부(J)와 저항 점 용접부(W1, W2) 사이의 접합 피치(L)를, 「저항 점 용

접부 + 마찰 교반 점 접합」 쪽이 「저항 점 용접부 + 저항 점 용접부」 보다 인장-전단강도가 높아지는 접합 피치로 설정하므로, 저항 점 용접 시의 무효전류에 의한 접합강도 저하의 방지와 접합 피치의 단축화에 의한 접합강도의 향상을 알맞게 양립시킬 수 있다. 또한, 컨트롤러(20)는, 마찰교반 점 접합부(J)와 저항 점 용접부(W1, W2) 사이의 접합 피치(L)를, 저항 점 용접부(W1, W2)의 반경과 마찰교반 점 접합부(J)의 반경의 합계보다 긴 값으로 설정하므로, 마찰교반 점 접합부(J)와 저항 점 용접부(W1, W2)가 중첩하여져서 함께 접합 면적이 줄어드는 것이 방지되고, 효과적으로 접합강도를 높일 수가 있다.

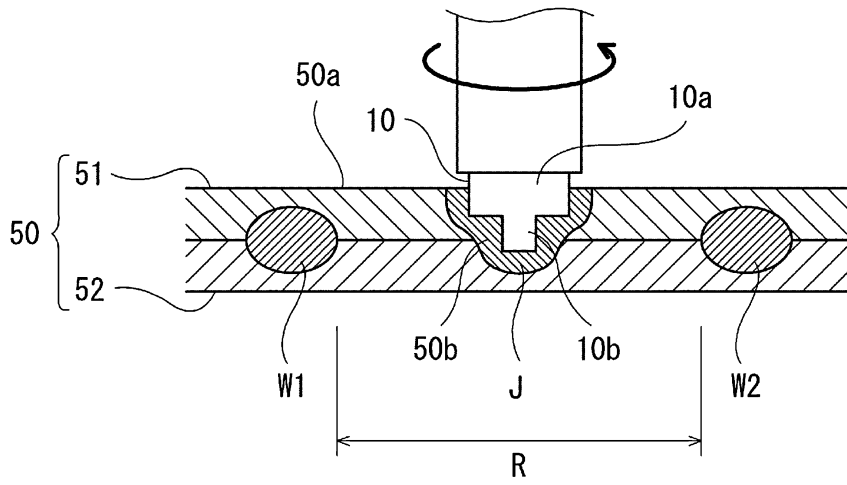
[0035] 또한, 본 발명은 전술한 실시형태로 한정되는 것이 아니라, 그 구성을 변경, 추가, 또는 삭제할 수 있다. 예를 들면, 마찰교반 점 접합부(J)와 저항 점 용접부(W1) 사이의 접합 피치는, 마찰교반 점 접합부(J)와 저항 점 용접부(W2) 사이의 접합 피치와 달라도 좋다. 또한, 도 4에서는, 마찰교반 점 접합부(J)는, 한 쌍의 저항 점 용접부(W1, W2)를 잇는 직선상에 마련하였지만, 판재의 중첩부가 평면에서 바라볼 때 만곡된 만곡부를 가질 경우에는, 해당 만곡부의 연장 방향으로 연장되는 만곡선 상의 한 쌍의 저항 점 용접부 사이에 마련하여도 좋다. 또한, 변위 구동기는, 틀에 대해 워크를 이동시키는 것으로 하여도 좋다. 또한, 서로 중첩하여져서 점 접합되는 판재의 수는 3장 이상이어도 좋다.

**부호의 설명**

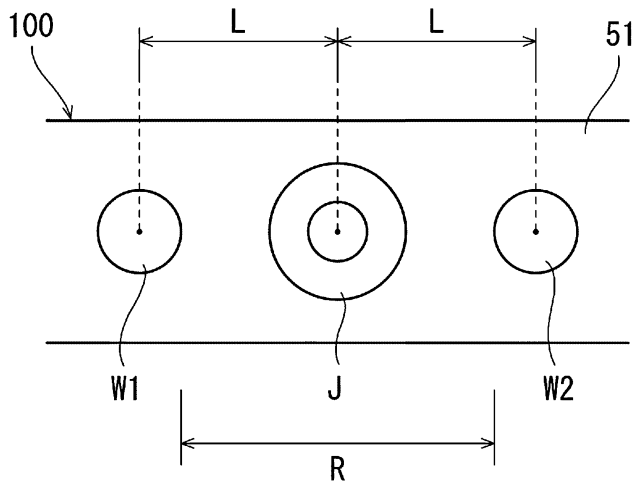
[0036] 1 : 점 접합 장치    2 : 마찰교반 점 접합 장치  
 3 : 저항 점 용접 장치    10 : 틀  
 17 : 회전 구동기    19 : 변위 구동기  
 20 : 컨트롤러    50a : 중첩부  
 51, 52 : 판재    100 : 이음 구조  
 J : 마찰교반 점 접합부    L : 접합 피치  
 W1, W2 : 저항 점 용접부



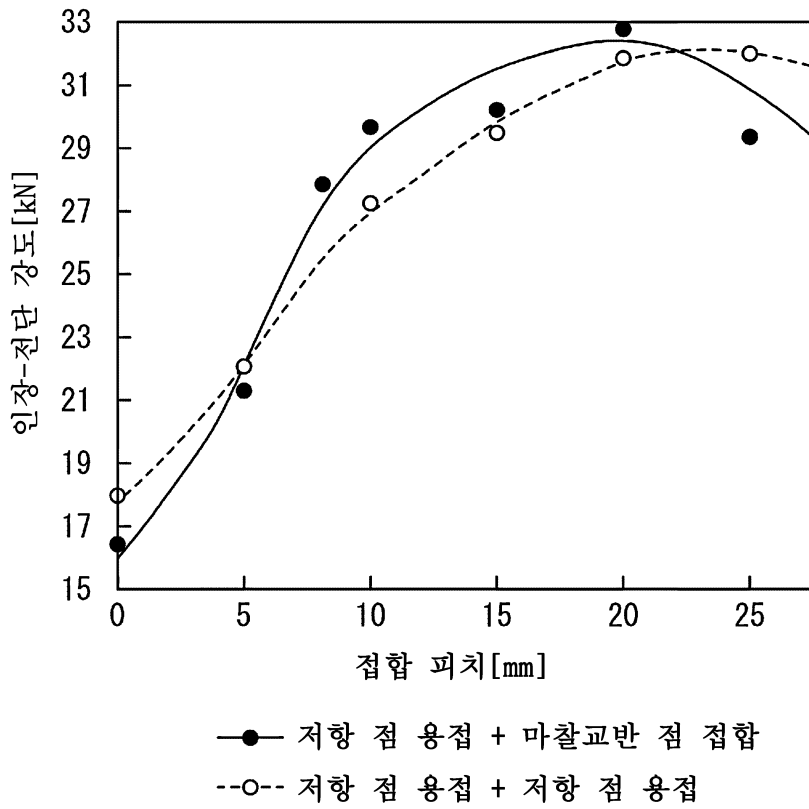
도면3



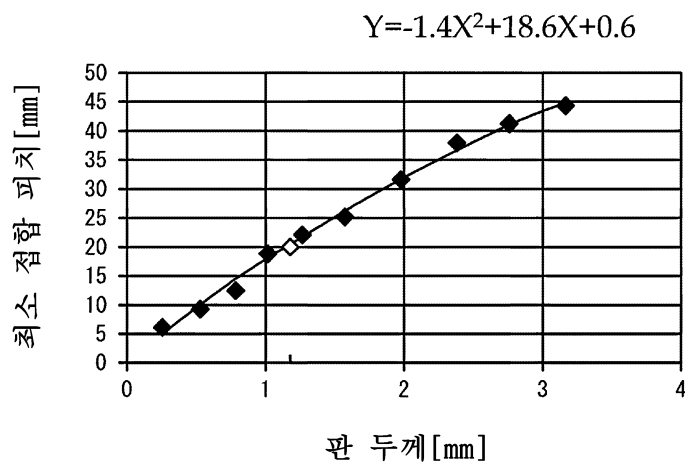
도면4



도면5



도면6



도면7

