(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0056305
(43) 공개일자 2012년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21C 37/083 (2006.01) *B21D 5/12* (2006.01)
B21C 37/08 (2006.01) *B23K 11/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7011060(분할)
(22) 출원일자(국제) 2006년11월09일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2008-7010563
원출원일자(국제) 2006년11월09일
심사청구일자 2008년04월30일
(85) 번역문제출일자 2012년04월27일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/322790
(87) 국제공개번호 WO 2007/069425
국제공개일자 2007년06월21일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-362722 2005년12월16일 일본(JP)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
제이에프이 스틸 가부시키가이샤
일본 도꾜도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고
(72) 발명자
겐모치 가즈히토
일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이
오카베 다카토시
일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 1 항

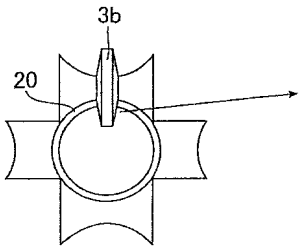
(54) 발명의 명칭 **우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관의 제조 방법**

(57) 요 약

전기저항 용접 직전에 적절한 형상으로 그 폭 가장자리를 성형하여 전기저항 용접시 페너트레이터를 제거해, 우수한 용접 특성을 갖는 전기저항 용접관을 제조할 수 있는 전기저항 용접관을 제조하는 방법이 제공된다.

소정의 테이퍼 형상이, 밴드 재료의 폭 가장자리에 핀패스 성형으로 핀 형상을 전사하여 밴드 재료의 폭 가장자리에 형성된다.

대 표 도 - 도2a



(72) 발명자

요코야마 히로야스

일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이

스기모토 유지

일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이

무라카미 무네요시

일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이

시오타니 오사무

일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이

마츠오 노부유키

일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이

이노우에 도모히로

일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이

이와자키 겐이치

일본 도쿄도 지요다쿠 우치사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이

(30) 우선권주장

JP-P-2006-163203 2006년06월13일 일본(JP)
JP-P-2006-186675 2006년07월06일 일본(JP)
JP-P-2006-188569 2006년07월07일 일본(JP)

특허청구의 범위

청구항 1

스트립을 성형하고, 가장자리를 맞대어 전기저항 용접으로 용접하여 관을 성형하는 공정에서,

스트립의 상측 및 하측 양 측의 가장자리에, 전기저항 용접의 실시 전의 핀패스에서 테이퍼 형상을 부여하고,

핀패스 성형에서, 2단계의 각도를 가지는 핀을 이용하고,

핀패스 성형의 전단에서 스트립의 내경측의 단부에 테이퍼 형상을 부여하고, 핀패스 성형 최종스탠드에서 스트립의 외경측의 단부에 테이퍼 형상을 부여하고,

핀패스 후의 스트립의 테이퍼 형상에서,

수직 방향을 향한 스트립의 가장자리로부터의 각도를 25° ~ 50° 의 범위로 하고,

일 측에서 테이퍼 형상이 부여된 개시 위치로부터 종료 위치까지의 수선의 길이를 두께의 20% ~ 40% 로 하고,

용접부 중심 위치의 -46℃ 에서의 흡수 에너지가 125J 이상, 취성파면율이 35% 이하인 것을 특징으로 하는 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관의 제조 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유정의 라인 파이프와 같이 용접부의 인성이 요구되는 관, 또는 유정의 케이싱 파이프와 같이 용접부의 강도가 요구되는 관의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 관은 용접관과 이음새 없는 (seamless) 관으로 개략적으로 분류된다. 전기저항 용접관은 용접관 중 하나로서, 롤 성형 (roll forming) 등에 의해 시트를 컬링 (curling) 하고, 그 후 각 가장자리를 맞대어 용접하여 제조된다. 용접관에 있어서, 용접부의 인성 및 강도는 모재 스트립의 인성 및 강도에 비해 일반적으로 나쁘다. 파이프를 이용하는 어떤 경우에도, 각 용도별로 용접부의 인성 및 강도를 보장하는 것이 문제이다.

[0003] 예컨대, 원유 또는 천연 가스를 수송하기 위한 라인 파이프는 대개 한랭 지대에 개설되기 때문에, 저온 인성이 본질적으로 고려된다. 더욱이, 강도는 원유를 채굴하기 위한 유정에서 채굴관을 보호하기 위한 케이싱에서 중요하게 고려된다.

[0004] 통상적으로, 전기저항 용접관의 모재 스트립이 되는 열연 시트 (스트립) 은 인성 및 강도와 같은 모재 스트립의 특성을 보장하기 위해 파이프 제조 후, 모재 스트립의 특성을 고려하여 조성을 설계하고 열 처리를 가하게 된다.

[0005] 그러나, 용접부의 특징은 모재 스트립의 조성 설계 또는 열 처리와 비교하여 전기저항 용접 방법에 따라 크게 좌우되기 때문에, 용접 방법의 개선이 중요하다.

[0006] 전기저항 용접의 결함 원인으로서는, 용접 시트 재료의 가장자리에서 발생하는, 페너트레이터 (penetrator) 라고 하는 산화물이 있다. 여러 경우에서, 페너트레이터는 전기저항 용접시 용융 시트에 따르는 가장자리로부터 배출되지 않고 남아 있으며, 남아 있는 페너트레이터는 인성의 감소를 야기하고 불충분한 강도를 발생시킨다.

[0007] 따라서, 용접부로부터 페너트레이터를 제거하기 위해, 용접부에서 용접되는 스트립의 폭 가장자리로부터 능동적으로 용강을 배출하는 기술이 지금까지 진지하게 연구되고 있다. 예를 들어, 특허 문헌 1 또는 특허 문헌 2 에, 스트립의 각 폭 가장자리의 형상에 대한 연구의 예가 기재되어 있다. 그 예에서, 스트립의 폭 가장자리는 통상적으로, 슬릿팅 (slitting) 이나 가장자리 쉐이빙 (shaving) 에 의해 대략적인 직사각형을 나타내며 전기저항 용접이 실시되기 전에 가공되어, 폭 가장자리의 가공된 형상이 용접시에 용강의 배출을 개선하는 것을 목적으로 하고 있다. 그 개요는 이하와 같다.

[0008] 즉, 기본적인 전기저항 용접관 제조 라인은 도 1 에 나타내는 바와 같다. 전기저항 용접관 제조 라인은, 스트립 (10) 을 언코일러 (1) 로부터 풀고, 그 후 스트립을 교정기 (2) 에 의해 평편하게 개정하고, 롤 성형기 (4) 로 스트립 (10) 을 서서히 말며, 스트립 (10) 의 좌우, 두 폭 가장자리를, 유도 가열부 (5) 및 스퀴즈 롤 (전기저항 용접부; 6) 을 포함하는 전기저항 용접기를 이용하는 전기저항 용접으로 용접하여 스트립을 관 (30) 을 형성하고, 그 후 관 (30) 의 용접 비드부를 비드부 절삭기 (7) 로 절삭 해, 절삭 후의 관 (30) 을 사이저 (8; sizer) 에서 외경 조정한 후, 관절단기 (9) 로 소정 길이로 절단하는 구성을 가진다. 롤 성형기 (4) 는, 마지막 단에서 말려진 스트립 가장자리를 대략적으로 둥근 형상으로 구속하는 소정의 수의 핀패스 (finpass) 성형 스탠드 (3) 를 구비하며, 여기서 그 스탠드 (3) 는 제 1 스탠드 (3a) 와 제 2 스탠드 (3b) 를 포함한다.

[0009] 특허 문헌 1 에 기재된 기술에서는, 횡단면도를 나타내는 도 5a 및 부분 상세도를 나타내는 도 5b 에 도시된 바와 같이, 핀패스 성형 제 1 스탠드 (3a) 에 있어서, 관 모양으로 성형된 스트립 (10) 의 폭 가장자리의 일부분을 핀패스 공형 롤의 핀에 접촉시켜, 도 5c 에 나타내는 바와 같이, 관의 내면측에서 가장자리가 되는 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하고, 횡단면도인 도 5d 및 그 부분 상세도인 도 5e 에 나타내는 바와 같이, 핀패스 성형 제 2 스탠드 (3b) 에 있어서, 스트립 (10) 의 폭 가장자리의 다른 부분을 핀에 접촉시키는 것에 의해, 도 5f 에 나타내는 바와 같이, 관의 외면측에 가장자리가 되는 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하여, X형 홈이 형성된다. 핀패스 성형 제 1 스탠드 (3a) 및 제 2 스탠드 (3b) 에 있어서의 핀의 각도는 통상적인 일 단의 각도이다.

[0010] 특허 문헌 2 에 기재된 기술에서는, 도 6a 의 횡단면도에 나타내는 바와 같이, 핀패스 성형 스탠드의 상류 측에 엣저 (edger) 롤러 (11) 가 설치되며, 엣저 롤러 (11) 를 이용해 관 모양으로 성형된 스트립 (10) 의 폭 가장자리를 변형함으로써, 도 6b 에 나타내는 바와 같이, 스트립 (10) 의 폭 가장자리 전체에 테이퍼 형상을 부여하며, 도 6c 의 횡단면도 및 도 6d 의 그 부분 상세도에 나타내는 바와 같이, 핀패스 성형 스탠드 (3) 에 있어서, 스트립 (10) 의 폭 가장자리의 일부분을 핀패스공형 롤의 핀에 접촉시켜, 도 6e 에 나타내는 바와 같이, 관의 외면측에서 가장자리가 되는 폭 가장자리가 수직면이 되도록 형성된다. 특허 문헌 3 내지 5 에서, 스트립 가장자리의 형상에 대한 연구의 예가 기재되어 있다. 즉, 통상 슬릿팅 또는 가장자리 쉐이빙에 의해 대략적인 직사각형으로 형성되는 스트립 가장자리는 롤 성형 이전에 테이퍼가공되어, 가공된 가장자리 형상이 용접시의 용강의 배출을 개선하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 특허 문헌 1 : JP-A-57-031485호

[0012] 특허 문헌 2 : JP-A-63-317212호

[0013] 특허 문헌 3 : JP-A-2001-170779호

[0014] 특허 문헌 4 : JP-A-2001-259733호

[0015] 특허 문헌 5 : JP-A-2003-164909호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 그러나, 본 발명자들이 특허 문헌 1 에 기재된 방법을 검토한 결과, 핀패스 성형에서 업셋 (upset) 량을 크게 변경하더라도, 스트립 (10) 의 폭 가장자리의 일부분만을 핀패스 공형 롤의 핀에 접촉시키는 것은 아주 곤란한 일로 판명하였다. 이는, 지금까지의 성형 과정에서 스트립 (10) 의 폭 가장자리는 조금만 가공 경화되기 때문에, 스트립의 폭 가장자리 전체가 핀을 따라 쉽게 변형되어 핀부를 완전하게 충만하기 쉽고, 스트립의 폭 가장자리에 핀의 형상이 전사 (print) 되어 버리기 때문이다. 그 결과, 전기저항 용접이 실시되기 직전에는 스트립 (10) 의 폭 가장자리는 원하는 형상이 되지 않고, 극단적인 경우에는 한 측에서만 경사면을 갖는 편평한 형상이 된다.

[0017] 또한, 본 발명자들이 특허 문헌 2 에 기재된 방법을 검토한 결과, 다음을 확인하였다. 즉, 롤 성형시 (핀패스 성형 스탠드의 상류측에) 엣저 롤 (11) 을 이용해 스트립 (10) 의 폭 가장자리 전체에 테이퍼 형상을 부여하기 위해서는, 이 특허 문헌 2 에 기재된 바와 같이, 관 외면측으로부터 관 내면측에 걸쳐 직경이 서서히 커지는 엣저 롤을 이용하는 것이 필요하기 때문에, 관 내면측에서 가장자리가 되는 폭 가장자리가 엣저 롤에 의해 쉐이빙되는, "세선 (whisker)"이라고 불리는 문제의 패드가 발생한다. 게다가, 롤 성형되는 스트립 (10) 의 횡단면 방향에는 관 모양의 스트립 (10) 을 외측으로 여는 큰 반력이 작용하기 때문에, 엣저 롤 (11)

과 스트립 (10) 의 폭 가장자리 사이의 압력은 필연적으로 작아진다. 그 결과, 상기 특허 문헌 1 과 마찬가지로, 엣저 롤에서의 폭 가장자리의 감소를 통해 가공 경화하기 어려워져, 그 후의 핀패스 성형으로 등에서 업셋 량을 경감했다고 해도, 스트립이 핀부를 실질적으로 충전하여, 스트립 (10) 의 폭 가장자리에 특허 문헌 2 에 기재된 바와 같은 형상을 부여하는 것은 곤란하므로, 결과적으로 테이퍼 형상이 완전히 제거되어, 가장자리는 평평하게 된다.

[0018] 본 발명은, 상기와 같은 사항을 고려하여 이루어진 것으로, 전기저항 용접 직전에 폭 가장자리 형상을 적절한 형상으로 만들 수 있고, 거기에 따라 전기저항 용접시에 용강이 충분하게 배출되어, 페너트레이터가 확실하게 제거되어, 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관을 얻을 수 있는 전기저항 용접관 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0019] 전술한 바와 같이, 특허 문헌 1 또는 2 에 기재된 종래 기술에 있어서는, 스트립의 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하기 위해서, 핀패스 공형 롤의 핀에 대해 스트립의 폭 가장자리의 일부분을 가압한다. 그러나, 연구에 따르면, 본 발명자들은, 핀패스 공형 롤에 스트립의 원주 방향으로 완전히 충전되지 않더라도, 스트립이 핀패스 공형 롤에 장입될 때에, 폭 가장자리가 핀에 강하게 가압되어, 폭 가장자리가 핀부에 완전하게 충전되는 것을 파악했다. 즉, 스트립이 핀패스공형 롤에 장입되는 경우, 핀에 접촉하고 있는 폭 가장자리 및 폭 가장자리에 대향하여 거의 180° 로 위치하는 스트립의 폭 중앙부 (관 모양의 바닥의 부분) 가 빔 (beam) 편향 상태가 되어, 관 형상 스트립의 횡방향 가장자리를 원호형상으로 굽히려고 하는 스트립의 반력이 크게 작용해, 스트립이 핀패스 공형 롤에 충전되지 않더라도, 스트립의 폭 가장자리에는 원주 방향으로 큰 압축력이 작용하여, 그 결과 스트립의 폭 가장자리는 핀에 강하게 가압되어 핀의 형상이 직접 스트립의 폭 가장자리에 전사되는 것을 파악했다.

[0020] 그래서, 본 발명자들은, 핀패스 성형에 있어서 스트립의 폭 가장자리가 핀에 강하게 가압되는 현상을 주목해, 이 현상을 적극적으로 활용하여 스트립의 폭 가장자리에 소정의 테이퍼 형상을 부여하는 방법을 착상했다. 즉, 핀에 2 단 이상의 테이퍼형상을 부여하면, 핀패스 성형에서 업세트의 량이 작아도, 스트립의 폭 가장자리에 원하는 테이퍼 형상을 부여할 수 있으므로, 전기저항 용접 직전에 스트립의 폭 가장자리 형상을 적절한 테이퍼 형상으로 부여할 수 있다는 것을 발견했다.

[0021] 또한, 특허 문헌 5 에는, 맞대기 압력의 조정을 용이하게 하는 여러 가지의 모따기 형상이 개재되어 있다. 그러나, 용강에 따라 페너트레이터를 배출하는 점, 및 그러한 페너트레이터의 배출에 의해 용접부 특성 (특히 저온 인성) 을 개선하는 점에 대해서는, 일절 기재가 없다. 따라서, 그 문헌에 개시되어 있는 다양한 모따기 형상 가운데, 어느 형상이 용접부 특성 (특히 저온 인성) 을 개선할 수 있는 것인지 완전히 불명확하다.

[0022] 본 발명은 상기와 같은 고찰에 의거한 것으로 하기와 같은 특징을 갖는다.

[0023] 1. 스트립을 성형하고, 가장자리를 맞대어, 전기저항 용접하여 관을 형성하는 공정에 있어서, 스트립의 상측 또는 하측 중 어느 하나의 가장자리, 또는 스트립의 상하면측 양측의 가장자리는 전기저항 용접이 실시되기 전에, 테이퍼 형상을 부여하는 것을 특징으로 하는 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관의 제조 방법.

[0024] 2. 롤 성형 공정의 핀패스 성형에 있어서, 2 이상의 각도를 갖는 핀 형상이 스트립의 가장자리에 그 형상을 전사하기 위해 이용되어, 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하는 것을 특징으로 하는 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관의 제조 방법.

[0025] 3. 스트립 두께 방향의 일측의 가장자리를 동글게 가공하는 것을 특징으로 하는 상기 1 또는 2 에 따른 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 강관의 제조 방법.

[0026] 4. 핀패스 성형의 전단에서 스트립의 내경측 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하고, 핀패스 성형의 후단에서 스트립의 외경측 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하는 것을 특징으로 하는 상기 1 내지 3 에 기재된 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관의 제조 방법.

[0027] 5. 적어도 핀패스 최종 스탠드를 포함하는 핀패스 성형에서 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하는 것을 특징으로 하는 상기 1 내지 4 에 기재된 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관의 제조 방법.

[0028] 6. 핀패스 성형 후의 스트립의 테이퍼 형상에 있어서, 수직 방향을 향한 스트립의 가장자리로부터의 각도는 25° ~ 50° 의 범위 내에서 있으며, 한측에서 개시 위치로부터 종료 위치까지의 수직선의 길이는 두께의 20% 내지 45% 인 것을 특징으로 하는 상기 1 내지 5 에 기재된 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관의 제

조 방법.

[0029] 7. 불활성 가스 또는 환원성 가스가 송풍되는 동안 전기저항 용접이 실시되는 것을 특징으로 하는 상기 1 내지 6 에 기재된 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관의 제조 방법.

[0030] 8. 전기저항 용접은 시트의 가장자리 사이의 맞대기 각도가 +1° ~ -1° 로 실시되는 것을 특징으로 하는 상기 1 내지 7 에 기재된 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관의 제조 방법.

[0031] 9. 전기저항 용접은 스트립 가장자리의 V형상의 각도를 2° ~ 8° 로 하여 실시되는 것을 특징으로 하는 상기 1 내지 8 에 기재된 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관의 제조 방법.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1 은 전기저항 용접관 제조 라인의 설명도이다.

도 2a, 도 2b, 도 2c 는 본 발명의 제 1 실시형태를 설명하기 위한 도면이다.

도 3a, 도 3b, 도 3c 는 본 발명의 제 2 실시형태를 설명하기 위한 도면이다.

도 4a 내지 도 4f 는 본 발명의 제 3 실시형태를 설명하기 위한 도면이다.

*도 5a 내지 도 5f 는 종래 기술 (특허 문헌 1 에 기재된 기술) 을 설명하기 위한 도면이다.

도 6a 내지 도 6e 는 종래 기술 (특허 문헌 2 에 기재된 기술) 을 설명하기 위한 도면이다.

도 7 은 본 발명에 따른 전기저항 용접의 가열을 받고 있는 스트립 가장자리에 비산화성 가스가 송풍되는 실시형태의 일 예를 나타내는 개략도이다.

도 8 은 본 발명에 따른 전기저항 용접의 가열을 받고 있는 스트립의 가장자리에 비산화성 가스를 송풍하는 실시형태의 일 예를 나타내는 개략도이다.

도 9 는 테이퍼 형상을 부여한 스트립의 전기저항 용접 직전의 맞대기 상태를 나타내는 도면이다.

도 10 은 종래의 직사각형 가장자리의 스트립의 전기저항 용접 직전의 맞대기 상태를 나타내는 도면이다.

도 11 은 테이퍼 형상을 부여한 스트립의 전기저항 용접 직전의 V형상의 각도를 나타내는 도면이다.

도 12 는 종래의 직사각형 가장자리의 스트립의 전기저항 용접 직전의 V형상의 각도를 나타낸다 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 본 발명의 실시형태를 도면을 토대로 설명한다.

[0034] 본 발명에서 사용되는 전기저항 용접관 제조 라인은 도 1 에 도시된 바와 같다. 즉, 전기저항 용접관 제조 라인은 스트립 (10) 이 언코일러 (1) 로부터 풀리고, 교정기 (2) 로 평편하게 교정하고, 롤 성형기 (4) 로 스트립 (10) 을 서서히 말고, 말린 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리를, 유도 가열부 (5) 및 스퀴즈 롤 (전기저항 용접부; 6) 로 이루어지는 전기저항 용접기를 이용하여 전기저항 용접해 스트립을 관 (30) 으로 형성하며, 관 (30) 의 용접 비드부를 비드부 절삭기 (7) 로 절삭해, 절삭 후의 관 (30) 을 사이저 (8) 에 의해 외경을 조정한 후, 관 절단기 (9) 로 소정 길이로 절단하는 구성을 갖는다. 롤 성형기 (4) 는 마지막 단에서 말린 시트 가장자리를 거의 둥근 형상으로 만드는 소정의 수의 핀패스 성형 스탠드 (3) 을 구비하며, 여기서는 스탠드 (3) 는 제 1스탠드 (3a) 와 제 2 스탠드 (3b) 를 포함한다.

[0035] 제 1 실시형태에 있어서, 핀패스 성형 제 1 스탠드 (3a) 의 핀은 통상적인 1 단 테이퍼 형상을 갖지만, 횡단면도인 도 2a, 그 부분의 상세 도인 도 2b 에 나타나 있는 바와 같이, 제 2 스탠드 (3b) 의 핀이 2 단의 테이퍼 형상 (제 2 단의 테이퍼의 경사 각도 (α) 및 제 2 단의 경사부 수직 길이 (β)) 을 구비하고 있고, 그 형상을 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리에 전사함으로써, 도 2c 에서 나타내는 바와 같이, 관 외면이 되는 측의 좌우 양측의 가장자리에 소정의 테이퍼 형상 (폭 가장자리로부터 관 외면이 되는 표면을 향하는 경사 각도 (α) 및 폭 가장자리의 개시 위치와 관 외면이 되는 표면 사이의 두께 방향 거리 (β)) 이 형성된다.

[0036] 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리에 테이퍼 형상이 부여되어, 스트립 (10) 의 폭 가장자리로부터 관 외면이 되는 표면을 향한 경사 각도 (α) 가 25° ~ 50° 이며, 폭 가장자리에 있어서의 테이퍼관 개시 위치와 관 외면이 되는 표면 사이의 스트립의 두께 방향의 거리β가 스트립 두께의 20% ~ 40% 가 되게 된다.

[0037] 이는, 경사 각도 (α) 가 25° 미만이면, 스트립의 두께 중앙부로부터의 용강 배출이 불충분하게 되어 페너트레이터가 결함을 가지고 잔류하여, 전기저항 용접이 종료된 후의 인성이나 강도가 저하되게 되며, 경사 각도 (α) 가 50° 을 초과하면, 전기저항 용접이 종료된 후에도 그 테이퍼 형상이 제품 관의 결점으로 잔류하는 문제가 발생한다. 또한, 테이퍼 개시 거리 (β) 가 두께의 20% 미만이면, 두께 중앙부의 용강 배출이 불충분하게 되어 페너트레이터가 잔류하기 쉬워지고, 테이퍼 개시 거리 (β) 가 스트립 두께의 40% 를 초과하면, 전기저항 용접이 종료된 후에도 그 테이퍼 형상이 제품 관의 결함으로서 잔류하는 문제가 발생한다.

[0038] 상기와 같이, 이 실시형태에 있어서, 핀패스 성형 최종 스탠드 (3b) 의 핀 형상을 2 단의 각도를 갖는 형상으로 만들어지며, 그 핀 형상을 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리에 전사하게 되어, 전기저항 용접이 실시되기 직전에 스트립 (10) 의 폭 가장자리 형상에 적절한 테이퍼 형상을 부여할 수 있다. 그 결과, 전기저항 용접시에 충분한 용강이 배출되어, 페너트레이터가 확실하게 제거되므로, 우수한 용접부 특성을 갖는 전기저항 용접관을 얻을 수 있다.

[0039] 상기에 있어서, 2 단의 테이퍼 형상의 변경에 의해, 관 내면측이 되는 좌우 양측 가장자리에 소정의 테이퍼 형상을 부여할 수도 있다.

[0040] 본 발명의 다른 실시형태에 있어서, 핀패스 성형 제 1 스탠드 (3a) 의 핀은 통상적인 1 단의 테이퍼 형상이 되어 있지만, 도 3a 의 횡단면도, 도 3b 의 그 부분 상세도에서 나타내는 바와 같이, 제 2 스탠드 (3b) 의 핀이 3 단의 테이퍼 형상 (제 1 단의 경사부 수직 길이 (δ), 제 2 단의 테이퍼의 경사 각도 (γ), 제 3 단의 테이퍼의 경사 각도 (α), 제 3 단의 경사부 수직 길이 (β)) 을 구비하고 있고, 그 형상을 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리에 전사함으로써, 도 3c 에 나타내는 바와 같이, 관 외면 측이 되는 측의 좌우 양측 가장자리에 소정의 테이퍼 형상 (폭 가장자리로부터 관 외면이 되는 표면을 향한 경사 각도 (α), 폭 가장자리에 있어서의 개시 위치의 관 외면이 되는 표면 사이의 두께 방향 거리 (β)) 을 형성하고, 관 내면 측이 되는 측의 좌우 양측 가장자리에 소정의 테이퍼 형상 (폭 가장자리로부터 관 내면이 되는 표면을 향한 경사 각도 (γ), 폭 가장자리에 있어서의 개시 위치의 관 내면이 되는 표면으로부터의 두께 방향 거리 (Φ)) 을 형성하게 된다. 그러나, 3 단 핀의 어느 하나의 각도가 수직 방향에서의 핀패스 롤의 각보다 크면, 스트립의 폭 가장자리가 핀에 의해 쉐이빙되어, "세선 (whisker)"이라 불리는 패드가 발생하여, 핀패스 성형시에 결함을 발생시키거나 전기저항 용접의 스파크 (spark) 의 원인이 될 수 있다. 따라서, 핀의 각도는 수직 방향에서 핀패스 롤의 각도 이하인 것이 바람직하다.

[0041] 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리에 부여되는 테이퍼 형상은, 스트립 (10) 의 폭 가장자리로부터 관 외면이 되는 표면을 향한 경사 각도 (α), 및 폭 가장자리로부터 관 내면이 되는 표면을 향한 경사 각도 (γ) 가 각각 25°~50° 이며, 폭 가장자리의 테이퍼 개시 위치와 관 외면이 되는 표면 사이의 스트립의 두께 방향의 거리 (β), 및 폭 가장자리의 테이퍼 개시 위치와 관 내면이 되는 표면 사이의 스트립 두께 방향의 거리 (Φ) 가 각각 스트립 두께의 20% ~ 40%가 되도록 형성된다.

[0042] 이는 경사 각도(α) 또는 (γ) 가 25° 미만이면, 스트립 두께 중앙부로부터 용강 배출이 불충분하게 되어, 페너트레이터가 잔류해 결함이 발생하고, 전기저항 용접 종료 후의 인성이나 강도가 저하되고, 경사 각도 (α) 또는 (γ) 가 50° 를 초과하면, 전기저항 용접 종료 후에도 그 테이퍼 형상이 제품 관의 결함으로 잔류해 문제를 발생시킨다. 또한, 테이퍼 개시 거리 (β) 또는 (Φ) 가 두께의 20% 미만이면, 두께 중앙부의 용강 배출이 불충분이 되어 페너트레이터가 잔류하기 쉬워지며, 테이퍼 개시 거리 (β) 또는 (Φ) 가 두께의 40%를 초과하면, 전기저항 용접 종료 후에도 그 테이퍼 형상이 제품 관의 결함으로 잔류해 문제가 된다.

[0043] 상기와 같이, 이 실시형태에 있어서, 핀패스 성형 최종 스탠드 (3b) 의 핀 형상을 3 단의 각도를 갖는 형상이 되도록 형성하고, 그 핀 형상이 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리에 전사 되도록 하여, 전기저항 용접 실시 직전에 스트립 (10) 의 폭 가장자리 형상은 적절한 테이퍼 형상이 부여될 수 있다. 그 결과, 전기저항 용접시에 충분한 용강이 배출되어, 페너트레이터가 확실하게 제거되므로, 용접부 특성이 양호한 전기저항 용접관을 얻을 수 있다.

[0044] 본 발명의 다른 실시형태에 있어서는, 횡단면도를 나타내는 도 4a, 및 그 부분 상세도를 나타내는 도 4b 에 도시된 바와 같이, 전단의 핀패스 성형 제 1 스탠드 (3a) 의 핀이 2 단의 테이퍼 형상 (제 1 단의 경사부 수직 길이 (δ), 제 2 단의 테이퍼의 경사 각도 (γ)) 을 구비하고 있고, 그 형상을 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리에 전사함으로써, 도 4c 에 나타낸 바와 같이, 관 내면이 되는 측의 좌우 양측 가장자리에 소정의 테이퍼 형상 (폭 가장자리로부터 관 내면이 되는 표면을 향한 경사 각도 (γ), 폭 가장자리에 있어서의 개시 위치와 관 내면이 되는 표면사이의 두께 방향 거리 (φ)) 을 부여한다. 또한, 횡단면도를 나타내는 도 4d,

및 그 부분 상세 도를 나타내는 도 4e 에 도시된 바와 같이, 후단의 핀패스 성형 제 2 스탠드 (3b) 의 핀이 2 단의 테이퍼 형상 (제 2 단의 테이퍼의 경사 각도 (α), 제 2 단의 경사부 수직 길이 (β)) 을 구비하고 있고, 그 형상을 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리에 전사함으로써, 도 4f 에 나타내는 바와 같이, 관 외면측이 되는 측의 좌우 양측 가장자리에 소정의 테이퍼 형상 (폭 가장자리로부터 관 외면이 되는 표면을 향한 경사 각도 (α), 폭 가장자리에서 개시 위치와 관 외면이 되는 표면 사이의 두께 방향 거리 (β)) 을 부여하게 된다.

[0045] 핀패스 성형 제 1 스탠드 (3a) 에 의해 관 내면이 되는 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여했을 경우, 그 테이퍼 형상이 부여된 부분은 강한 가압에 의해 현저하게 가공 경화되기 때문에, 한층 더 핀패스 성형 제 2 스탠드 (3b) 에 의해 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하더라도, 제 1 스탠드 (3a) 에 의해 형성한 테이퍼 형상은 비교적 무너지기 어렵다. 따라서, 핀패스 성형 종료 후의 스트립의 폭 가장자리에는 관 내면측 및 관 외면측에 소정의 테이퍼 형상을 부여할 수 있다.

[0046] 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리에 부여하는 테이퍼 형상에 대해서는, 스트립 (10) 의 폭 가장자리로부터 관 외면이 되는 표면을 향한 경사 각도 (α), 및 관 내면이 되는 표면을 향한 경사 각도 (γ) 가 각각 25°~ 50°이며, 폭 가장자리에 있어서의 테이퍼 개시 위치와 관 외면이 되는 표면 사이의 스트립의 두께 방향의 거리 (β) 및 테이퍼 개시 위치와 관 내면이 되는 표면 사이의 스트립의 두께 방향의 거리 (φ) 가 각각 스트립 두께의 20% ~ 40% 가 되도록 형성된다.

[0047] 이는, 경사 각도 (α) 또는 (γ) 가 25°미만이면, 스트립의 두께 중앙부로부터의 용강 배출이 불충분하게 되어 페너트레이터가 잔류하여 결함이 발생하여, 전기저항 용접 종료 후의 인성이나 강도가 저하되며, 경사 각도 (α) 또는 (γ) 가 50° 를 초과하면, 전기저항 용접 종료 후에도 그 테이퍼 형상이 제품 관의 결함으로서 잔류하는 문제가 발생하게 된다. 또한, 테이퍼 개시 거리 (β) 또는 (φ) 가 두께의 20% 미만이면, 두께 중앙부의 용강 배출이 불충분이 되어 페너트레이터가 잔류하기 쉬워지며, 테이퍼 개시 거리 (β) 또는 (φ) 가 두께의 40% 를 초과하면, 전기저항 용접 종료 후에도 그 테이퍼 형상이 제품 관의 결함으로서 잔류하는 문제가 발생하게 된다.

[0048] 상기된 바와 같이 이 실시형태에 있어서, 핀패스는, 전단의 제 1 스탠드 (3a) 의 핀 형상, 및 후단의 제 2 스탠드 (3b) 의 핀 형상이 각각 2 단 각도를 갖도록 형성되어, 그 핀 형상의 각각은 스트립 (10) 의 좌우 양측 가장자리에 전사되어, 전기저항 용접 실시 직전에 스트립 (10) 의 폭 가장자리 형상이 적절한 테이퍼 형상이 부여될 수 있도록 실시된다. 그 결과, 전기저항 용접시에 충분한 용강이 배출되어, 페너트레이터가 확실하게 제거되므로, 용접부 특성이 양호한 전기저항 용접관을 얻을 수 있다.

[0049] 제 1 ~ 제 3 실시형태에 있어서, 핀패스 성형 최종 스탠드 (여기서는, 제 2 스탠드 (3b)) 에 의해 스트립의 관 외면측 또는/및 관 내면측의 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여되도록 하는 이유는, 그 직후에 전기저항 용접이 실시되기 때문에, 양호한 테이퍼 형상을 유지한 채로 전기저항 용접이 실시될 수 있기 때문이다. 그러나, 핀패스 성형 개시 스탠드 또는 중간 스탠드에 있어서 스트립의 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여할 수도 있지만, 핀패스 성형 최종 스탠드에서는 테이퍼 형상을 부여하지 않을 수도 있다. 일단 스트립의 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하면, 그 폭 가장자리는 강한 가압에 의해 현저하게 가공 경화되므로, 그 후에 핀패스 성형을 실시해도 테이퍼 형상은 비교적 무너지기 어렵고, 핀패스 성형 종료 후에도 그 테이퍼 형상을 부여한 상태가 유지될 수 있다.

[0050] 더욱이, 본 발명에서는, 테이퍼 형상 부여 수단으로서 핀패스 성형만을 사용하기 때문에, 엣저 롤 또는 쉐이빙 롤과 같은 설비가 불필요하므로, 그들의 롤이나 연삭 숫돌의 교체가 불필요해져, 효율적으로 용접 품질이 좋은 전기저항 용접관을 제조할 수 있다.

[0051] 여기서, 이 핀패스 성형에 의한 테이퍼 형상 부여 방법에서, 전기저항 용접 종료 후의 용접부의 인성 또는 강도를 충분히 향상시키는 것이 때때로 어렵다.

[0052] 그 이유를 상세하게 조사하면, 전기저항 용접시의 압접 (pressure welding) (업셋) 전에 스트립 가장자리가 가열되는 단에서, 용접 결함인 페너트레이터의 원인이 되는 산화물이 스트립 가장자리에 형성된다. 이 산화물은, 스트립 가장자리가 용융할 단에서 그 용융 한 용강 표면에 표류하여, 압접의 단에서, 일부는 용강과 함께 배출된다. 이때, 스트립 가장자리에 테이퍼 형상이 부여되면, 용강이 용이하게 배출되어, 동시에 페너트레이터도 유효하게 배출할 수 있다.

[0053] 그러나, 페너트레이터의 근원이 되는 스트립 가장자리의 산화물은, 전기저항 용접의 가열 과 함께 점진적으로

생성되기 때문에, 일부 용접 조건에서는, 스트립 가장자리의 테이퍼 형상에 의해서만 용접 후의 인성 또는 강도를 충분히 향상할 수 없는 경우가 생겼다.

[0054] 그래서, 본 발명자들이 전기저항 용접 현상을 상세하게 다시 관찰한 결과, 페너트레이터의 원인이 되는 산화물의 생성에 주목했다. 즉, 스트립 가장자리의 테이퍼 형상 에 의한 페너트레이터의 배출뿐만이 아니라, 페너트레이터의 원인이 되는 산화물의 생성을 방지하는 방법을 검토했다.

[0055] 그 결과, 전기저항 용접의 가열 (즉, 압접 전에 압접되는 가장자리를 용융시키기 위한 가열) 하의 각 스트립 가장자리에 비산화성 가스를 송풍하면, 산화물의 생성을 억제할 수 있는 것을 파악했다. 여기서, 비산화성 가스란, 불활성 가스 (질소 가스, 헬륨 가스, 아르곤 가스, 네온 가스, 크세논 가스 등, 또는 이들의 2종 이상을 혼합하여 이루어지는 혼합 가스), 환원성 가스 (수소 가스, 일산화탄소 가스, 메탄가스, 프로판 가스 등, 또는 이들의 2 종 이상을 혼합하여 이루어지는 혼합 가스), 또는 이들을 혼합하여 이루어지는 혼합 가스를 의미한다.

[0056] 즉, 본 발명에서는, 전기저항 용접 실시 전의 스트립 가장자리에 테이퍼 형상을 부여해 두는 것으로, 페너트레이터의 배출을 촉진하고, 덧붙여 전기저항 용접 중 가열 하의 스트립의 가장자리에 비산화성 가스를 송풍함으로서, 페너트레이터의 원인이 되는 산화물의 생성을 억제한다. 이는, 용접부의 인성 또는 강도를 확실하게 종래 레벨 비교하여 향상시킬 수 있다. 그러나, 단지 비산화성 가스를 송풍하면, 주변의 공기를 흡입하기 때문에, 스트립 가장자리에서의 산화물 생성을 억제하는 효과가 다소 감소된다. 따라서, 주변의 공기가 흡입되는 것을 방지하는 것이 바람직하다. 이를 위해, 전기저항 용접의 가열 하의 스트립 가장자리를 둘러싸는 것이 바람직하므로, 그 울타리부의 내측은 비산화성 가스 분위기로 유지 된다.

[0057] 이러한 비산화성 가스의 종류 중에서도, 환원성 가스를 포함한 가스를 사용하는 것이 더 바람직한데, 이는 페너트레이터의 원인이 되는 산화물의 생성을 억제하는 효과가 보다 강화되어, 용접부의 인성 또는 강도를 보다 크게 향상시킬 수 있기 때문이다.

[0058] 이용성 및 비용 감소의 측면에서, 비산화성 가스로서 다음의 가스를 사용하는 것이 바람직하다.

[0059] ? 불활성 가스의 단독 사용의 경우: (A) 질소 가스, 헬륨 가스, 아르곤 가스 중 어느 하나 또는 이들의 2종 이상의 혼합 가스

[0060] ? 환원성 가스 단독 사용의 경우: (B) 수소 가스, 일산화탄소 가스 중 어느 하나 또는 이들 2종의 혼합 가스

[0061] ? 불활성 가스와 환원성 가스의 혼합 가스 사용의 경우: 상기 (A)와 (B) 의 혼합 가스. 특히, 수소 가스 및/또는 일산화탄소 가스를 포함한 가스를 사용하는 경우, 철저한 안전 대책을 세워야 하는 것은 말할 필요도 없다.

[0062] 또한, 이 문제에 대응하기 위해서, 본 발명자들이 전기저항 용접 현상을 상세하게 다시 관찰한 결과, 전기저항 용접에 있어서의 스트립 폭 방향의 양 가장자리 사이의 맞대기 각도 (스트립 폭 방향의 양 가장자리의 수직면 사이의 각도) 에 주목했다. 즉, 용강과 함께 페너트레이터를 유효하게 배출하기 위해서는, 스트립 가장자리의 테이퍼 형상의 부여뿐만 아니라, 테이퍼 형상이 부여되어 있지 않은 수직면사이의 맞대기 각도도 크게 고려해야 하는 것을 발견하였다.

[0063] 전기저항 용접에 있어서, 스트립 가장자리의 수직면 (스트립의 수직 가장자리) 사이의 맞대기 각도가 바뀌면, 용강의 배출 상태가 달라진다. 즉, 관 외면측을 향해 열리도록 맞대기 각도가 설정되면, 테이퍼 형상을 부여한 스트립 가장자리는, 관 내면측이 우선적으로 가열되어 먼저 용강이 발생하여, 그 용강은 전기저항 용접 중에 스트립 가장자리가 점점 맞대어짐에 따라, 관 외면측으로 점진적으로 밀려나가도록 거동된다. 관 내면측을 향해 열리도록 맞대기 각도가 설정되면, 테이퍼 형상을 부여한 스트립 가장자리는, 관 외면측이 우선적으로 가열되어 먼저 용강이 발생하여, 그 용강이 전기저항 용접 중에 스트립 가장자리가 점점 맞대어짐에 따라, 관 내면측으로 점진적으로 밀려나가도록 거동된다.

[0064] 이때, 예를 들어, 관 외면측을 향해 열리는 맞대기 각도를 양 (positive) 으로 설정하고, 관 내면측을 향해 열리는 맞대기 각도를 음 (negative) 으로 하면, 맞대기 각도가 ±1°를 초과하여 큰 경우, 바람직하게는 한 측에서 스트립 가장자리가 우선적으로 용융해 반대 측의 스트립 가장자리에 흐르는 용강의 양이 현저하게 많아지기 때문에, 용강은 맞대기가 종료될 때까지의 용접 기간 내에 충분히 배출될 수 없게 되어, 용강이 스트립 내에 구속된 채로, 전기저항 용접이 종료된다. 그 결과, 용강 중 또는 그 표면에 응집하는 페너트레이터가 스트립 내부에 남겨져, 전기저항 용접부의 인성 또는 강도가 크게 저하되어 버린다. 상기로부터, 전

기저항 용접시의 스트립 가장자리 수직면의 맞대기 각도는, ±1°(-1°~ +1°) 이내인 것이 요구된다.

[0065] 그때, 스트립 가장자리에 테이퍼 형상을 미리 부여해 두면, 우선적으로 용융되는 한 가장자리의 용융 양은 그 체적 감소에 대응하는 양만큼 감소하며, 그 가장자리가 테이퍼 형상을 따라 용융되어 한층 더 용강이 감소하기 때문에, 맞대기 각도와 테이퍼 형상의 쌍방의 효과로, 전기저항 용접부의 페너트레이터는 충분히 배출될 수 있고, 인성 및 강도가 현저하게 향상된다.

[0066] 상기와 같은 본 발명의 일 실시형태를 이하에 말한다.

[0067] 도 1 은, 본 발명의 일 실시형태에 있어서 사용되는 전기저항 용접관의 제조 라인을 나타내는 도면이다. 전기저항 용접관 제조 라인은, 시트 (스트립) (10) 를, 언코일러 (1) 로부터 풀고, 교정기 (2) 로 평탄하게 교정하고, 롤 성형기 (4) 로 스트립 (10) 을 서서히 말아, 관 모양으로 말린 스트립 (20) 의 좌우 양측 가장자리를, 유도 가열부 (5) 및 스퀴즈 롤 (전기저항 용접부) (6) 를 포함하는 전기저항 용접기로 전기저항 용접해 스트립을 관 (30) 으로 형성하며, 관 (30) 의 용접 비드부를 비드부 절삭기 (7)로 절삭하고, 절삭 후의 관 (30) 을 사이저 (8) 로 외경 조정한 후, 관 절단기 (9) 로 소정 길이로 절단하는 기본 구성을 갖는다.

[0068] 이 실시형태에 있어서, 롤 성형기 (4) 는 최후 단에 복수 스탠드 (예를 들어, 3 개의 스탠드) 로 이루어지는 핀패스 성형 스탠드 (3) 를 구비하고, 전술한 바와 같이, 각 스탠드의 핀을 적절한 형상으로 형성하여, 스트립 가장자리의 상측 (관의 내면측) 또는/및 스트립 가장자리의 하측 (관의 외면측) 에 소정의 테이퍼 형상을 부여할 수 있다.

[0069] 예를 들어, 단면도를 나타내는 도 2a 및 그 부분 상세도를 나타내는 도 2b 에 도시된 바와 같이, 핀패스 성형 스탠드 (3) 의 임의의 스탠드가, 소정의 2 단 테이퍼 형상 (제 2 단의 테이퍼의 경사 각도 (α), 및 제 2 단의 경사부 수직 길이 (β)) 의 핀 형상을 구비한다. 그 핀 형상을 스트립 (10) 의 폭 가장자리에 전사함으로써, 스트립 (10) 의 하측 (관의 외면측) 의 좌우 양가장자리에, 테이퍼 각도 (α) 및 테이퍼 높이 (β) 를 갖는 테이퍼 형상을 부여한다.

[0070] 상기와 같은 방식으로, 외면 측에 테이퍼 각도 (α) 및 테이퍼 높이 (β) 의 테이퍼 형상이 부여되어 내면측에 테이퍼 각도 (γ) 로 테이퍼 높이 (δ) 의 테이퍼 형상이 부여된 관 모양의 스트립 (20) 은, 도 9 에 나타내는 바와 같이, 전기저항 용접을 위해 스트립 가장자리의 수직면 사이의 맞대기 각도 (Θ) 가 ±1° 이내가 되도록 설정된다.

[0071] 따라서, 전기저항 용접부의 페너트레이터를 충분히 배출할 수 있고, 아주 양호한 인성 및 용접 강도를 구비한 전기저항 용접관을 얻을 수 있다.

[0072] 또한, 이 문제에 대응하기 위해서, 본 발명자들이 전기저항 용접 현상을 상세하게 다시 관찰한 결과, 전기저항 용접 실시 직전에 있어서 스트립의 폭 방향 양 가장자리에 의한 길이 방향으로 형성되는 V자형 (V자형 각도) 모양의 꼭지각에 주목했다. 즉, 용강과 함께 페너트레이터를 유효하게 배출하기 위해서는, 스트립 가장자리의 테이퍼 형상만이 아니라, V자형 각도도 크게 고려되어야 한다는 것을 발견하였다.

[0073] 전기저항 용접에 있어서, 스트립 가장자리의 V자형 각도가 바뀌면, 용강의 생성/배출 상태가 달라진다. 즉, V자형 각도가 작아지면, 스트립 가장자리는 용접부로부터 먼 곳에서 가열이 개시되어, 용접부에 가까워짐에 따라 서서히 온도가 상승하고, 또한 스트립 가장자리의 두께의 상부 및 하부로부터 두께 중앙부에 가열이 점진적으로 퍼진다. 이 현상의 진행과 함께, 용강이 서서히 발생하지만, 스트립 가장자리의 두께 상부 (관 외면측) 및 두께 하부 (관 내면측) 로부터 발생한 용강은 용접부에 도달하기 전에 고화가 시작되어, 두께 중앙부의 용강이 외부로 배출되기 어려워진다. 그 결과, 용강과 함께 생성하는 페너트레이터도 스트립 내부의 머물기 쉬워서, 전기저항 용접부의 인성 또는 강도를 크게 저하되게 된다.

[0074] 따라서, V자형 각도에 대해 면밀하게 검토한 결과, V자형 각도가 2°이상이면, 용강의 배출이 양호해져 용접부의 인성 또는 강도가 향상되는 것을 파악했다.

[0075] 그러나, V자형 각도가 너무 커지면, 용접부의 가열이 부족해 스트립 가장자리의 온도가 상승하기 어려워, 용강이 발생하지 않고, 가장자리 전체가 용접 산화물로 불리는 산화막으로 덮인 상태가 되어, 용접부의 인성 또는 강도가 현저하게 저하한다. 이에 대응하여, V자형 각도가 8°이하이면, 용접 산화물을 방지할 수 있다는 것을 파악했다.

[0076] 그때, 스트립 가장자리에 테이퍼 형상을 미리 부여해 두면, 우선적으로 용융되는 한 가장자리의 용융량이 그 감소된 체적에 대응하는 양만큼 감소하고, 테이퍼 형상을 따라 용융을 진행하여 한층 더 용강이 감소되기 때

문에, V자형 각도와 테이퍼 형상의 쌍방의 효과로, 전기저항 용접부의 페너트레이터를 충분히 배출할 수 있고, 인성 및 강도가 현저하고 향상되게 된다.

[0077] 상기와 같은 본 발명의 일 실시형태를 이하에 말한다.

[0078] 도 1 은, 본 발명의 일 실시형태에 있어서 사용하는 전기저항 용접관 제조 라인을 나타내는 도면이다. 전기저항 용접관 제조 라인은, 시트 (스트립) (10) 를, 언코일러 (1) 로부터 풀고, 교정기 (2) 에 의해 스트립을 평탄하게 교정하고, 롤 성형기 (4) 로 스트립 (10) 를 서서히 말며, 그후 관 형상으로 말린 스트립 (20) 의 좌우 양측 가장자리를, 유도 가열부 (5) 및 스퀴즈 롤 (전기저항 용접부) (6) 로 이루어지는 전기저항 용접기로 전기저항 용접하여 관 (30) 을 형성하며, 관 (30) 의 용접 비드부를 비드부 절삭기 (7) 로 절삭하고, 절삭 후의 관 (30) 을 사이저 (8) 에서 외경 조정한 후, 관절단기 (9) 로 소정 길이에 절단하는 기본 구성을 갖는다.

[0079] 그 실시형태에 있어서는, 롤 성형기 (4) 는 최후 단에 복수 스탠드 (예를 들어, 3 개의 스탠드) 로 이루어지는 핀패스 성형 스탠드 (3) 를 구비하고, 전술한 바와 같이, 각 스탠드의 핀을 적절한 형상으로 형성함으로써, 스트립 가장자리의 상측 (관의 내면측) 및/또는 스트립 가장자리의 하측 (관의 외면측) 에 소정의 테이퍼 형상을 부여할 수 있게 된다.

[0080] 예를 들어, 단면도를 나타내는 도 2a, 및 그 부분 상세 도를 나타내는 도 2b 에 도시된 바와 같이, 핀패스 성형 스탠드 (3) 의 임의의 스탠드가, 소정의 2 단 테이퍼 형상 (제 2 단의 테이퍼의 경사 각도 (α) 및 제 2 단의 경사부 수직 길이 (β)) 이 된 핀 형상을 구비하고 있다. 그 핀 형상을 스트립 (10) 의 폭 가장자리에 전사함으로써, 스트립 (10) 의 하측 (관의 외면측) 의 좌우 양가장자리에, 테이퍼 각도 (α) 및 테이퍼 높이 (β) 의 테이퍼 형상을 부여한다.

[0081] 상기 방식으로, 외면 측에 테이퍼 각도 (α) 및 테이퍼 높이 (β) 의 테이퍼 형상이 부여되고, 내면 측에 테이퍼 각도 (γ) 및 테이퍼 높이 (δ) 의 테이퍼 형상이 부여된 관 모양의 스트립 (20) 을, 도 11 에 나타내는 바와 같이, 전기저항 용접을 위해 V자형 각도가 2°~ 8°이 되도록 설정된다.

[0082] 따라서, 전기저항 용접부의 페너트레이터를 충분히 배출할 수 있고, 아주 양호한 인성및 강도를 갖는 전기저항 용접관을 얻을 수 있다.

[0083] 실시예

[0084] 실시예 1

[0085] 이하, 실시예 1 이 설명된다.

[0086] 여기서, 폭이 1920 ㎜, 두께가 19.1 ㎜ 인 스트립 (강 스트립) 이 600 ㎜ 의 직경을 갖는 전기저항 용접관을 제조하기 위해 사용되었다. 제조된 전기저항 용접관의 용접부로부터 시험편을 잘라 샤르피 시험 (Charpy test) 을 실시하여, 성능을 평가했다. 샤르피 시험편은, 관 길이 방향으로 각각의 10 개의 다른 점에 1 개씩, 시험편 길이 방향을 관 원주 방향에 평행하게 하고, 노치의 길이 중심을 용접부 두께 중심 위치에 대응하는 방식으로 샘플로 만들었다. 시편은 JIS5 의 2 ㎜ V 노치 충격시험편으로서 형성되어, -46℃ 에서의 충격시험을 실시해, 샤르피 충격치, 취성 파면율을 측정했다. 또한, 샤르피 충격치는 125J 이상, 취성 파면율은 35% 이하를 각각 성능 허용 범위로 명기하였다.

[0087] (본 발명 예 1)

[0088] 본 발명 예 1 로서, 전술한 제 1 실시형태에 따라서 전기저항 용접관이 제조되었다. 즉, 핀이 2 단 각도를 갖는 핀패스 성형 최종 스탠드 (핀의 제 1 각도는 롤 축에 수선에 대해 85°) 에 의해, 관 외면이 되는 측의 스트립 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여했다. 또한, 테이퍼의 경사 각도 (α) 는 스트립의 수직 가장자리에 대해 30°로 형성되었다.

[0089] (본 발명 예 2)

[0090] 본 발명 예 2 로서, 전술한 제 2 실시형태에 따라 전기저항 용접관이 제조되었다. 즉, 2 단 스탠드 핀패스 성형에 있어서, 핀이 3 단의 각도를 갖는 제 1 스탠드 (핀의 제 2 각도는 롤 축의 수선에 대해 40°) 에 의해, 관 외면이 되는 측의 스트립 폭 가장자리 및 관 내면이 되는 측의 스트립 폭 가장자리에 각각 테이퍼 형상을 부여했다. 또한, 관 외면이 되는 측의 경사 각도 (α) 및 관 내면이 되는 측의 경사 각도 (γ) 는 함께 25°로 했다.

[0091] (본 발명 예 3)

[0092] 본 발명 예 3 으로, 전술한 제 3 실시형태에 따라 전기저항 용접관이 제조되었다. 즉, 3 단 스탠드 핀패스 성형에 있어서, 핀이 2 단 각도를 갖는 제 1 스탠드 (핀의 제 1 의 각도는 롤 축의 수선에 대해 60°) 에 의해, 관 내면이 되는 측의 스트립 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하고, 핀이 2 단 각도를 갖는 제 3 스탠드 (핀의 제 1 단의 각도는 롤 축의 수선에 대해 85°) 에 의해, 관 외면이 되는 측의 스트립 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여했다. 또한, 관 외면이 되는 측의 경사 각도 (α) 는 30°, 관 내면이 되는 측의 경사 각도 (γ) 는 40°으로 했다.

[0093] (종래예 1)

[0094] 종래예 1 로서, 전술한 특허 문헌 1 에 기재된 방법에 따라 상기의 전기저항 용접관을 제조했다. 즉, 핀이 하나의 각도를 가진 핀패스 성형 제 1 스탠드에 있어서, 핀패스의 업세트 (upset) 량을 조정해 스트립의 폭 가장자리는 거의 두께의 1/2 에 대응하는 가장자리에 걸쳐 핀에 접촉되어, 관의 내면측이 되는 측에서 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하는 것을 시도하였고, 핀이 하나의 각도를 갖는 핀패스 성형 제 2 스탠드에 있어서, 스트립의 폭 가장자리는 거의 두께의 1/2 에 대응하는 가장자리에 걸쳐 핀에 접촉되어, 관의 외면측이 되는 측의 폭 가장자리에 테이퍼 형상을 부여하는 것을 노렸다. 또한, 테이퍼의 경사 각도는 20°으로 했다.

[0095] (종래예 2)

[0096] 종래예 2 로서, 전술한 특허 문헌 2 에 기재된 방법에 따라 전기저항 용접관을 제조했다. 즉, 핀패스 성형의 상류 측에 엣저 롤을 배치하고, 그 엣저 롤을 이용하여 스트립의 폭 가장자리를 압하함으로써, 스트립의 폭 가장자리 전체에 테이퍼 형상을 부여하는 것을 시도하였으며, 핀이 1 단의 각도를 가진 핀패스 성형 스탠드에 있어서, 스트립 폭 가장자리가 거의 두께의 1/2 에 대응하는 가장자리 부분에 걸쳐 핀에 접촉되도록 하여, 관의 외면측이 되는 측에 폭 가장자리를 수직면으로 형성하는 것을 노렸다. 테이퍼의 경사 각도는 20°로 했다.

[0097] (종래예 3)

[0098] 종래예 3 으로서, 도 1 에 나타낸 제조 라인에 있어서, 스트립의 폭 가장자리를 직사각형으로 연마하고, 핀이 1 단의 각도가 되는 핀패스 성형 스탠드를 이용해 전기저항 용접관을 제조했다.

[0099] 상기와 같이 제조된 전기저항 용접관의 용접부의 샤르피 충격치와 취성 파면율을 측정한 결과를 표 1 에 나타내었다. 또한, 전기저항 용접 직전의 스트립의 폭 가장자리를 잘라내고 샘플을 채취하고, 그 폭 가장자리의 형상을 관찰한 결과도 기재하였다.

표 1

[0100]

	핀패스 성형의 테이퍼 형상의 목표치	전기저항 용접 직전의 테이퍼 형상의 실측치	샤르피 충격치	취성 파면율
본 발명 예 1	관 외면측에서 30°	관 외면측에서 30°	150 J	25%
본 발명 예 2	관 외면측에서 25° 관 내면측에서 25°	관 외면측에서 25° 관 내면측에서 25°	180 J	15%
본 발명 예 3	관 외면측에서 30° 관 내면측에서 40°	관 외면측에서 30° 관 내면측에서 40°	200 J	10%
종래 예 1	관 외면측에서 25° 관 내면측에서 25°	테이퍼 형상 없음 (평활화)	25 J	51%
종래 예 2	관 내면측에서 20°	테이퍼 형상 없음 (평활화)	25 J	50%
종래 예 3	없음	없음	20 J	58%

[0101] 표 1 에서 보면, 본 발명 예 1 ~ 3 에서는, 용접부의 충격 강도가 높고 취성 파면율이 작아, 즉 인성이 양호하여 제품의 신뢰성이 높다. 대조적으로, 종래예 1 ~ 3 에서는, 용접부의 충격 강도가 낮고 취성 파면율이 커, 즉 인성이 저하되어 제품의 신뢰성이 부족했다. 또한, 핀패스 성형 후의 전기저항 용접 직전에 있

어서의 스트립의 폭 가장자리 형상을 비교하면, 본 발명 예 1 ~ 3 에서는, 관 내면이 되는 측의 폭 가장자리 및 관 외면이 되는 측의 폭 가장자리 모두에서 소망하는 테이퍼 형상이 유지되는 것에 비해, 종래예 1 및 2 에서는 모두 폭 가장자리가 핀패스 성형중에 평활화되어 버려, 테이퍼 형상이 유지되지 않았다.

[0102] 따라서, 본 발명에 따라서 용접부 특성이 양호한 전기저항 용접관을 제조할 수 있는 것이 확인되었다.

[0103] 실시예 2

[0104] 이하, 실시예 2 에 대해 설명한다. 이 실시예 2 에서는, 폭 1920 ㎜, 두께 19.1 ㎜ 의 강 스트립으로 형성되는 스트립이, 도 1 에 나타내는 바와 같이 조관기 (pipe mill), 즉 언코일러 (1), 교정기 (2), 롤 성형기 (4) (복수 스탠드를 갖는 핀패스 성형 (핀패스 롤 스탠드) (3)) 을 포함), 전기저항 용접기 (접촉 팁 (50) 및 스퀴즈 롤 (6) 을 포함), 비드부 절삭 수단 (7), 사이저 (8), 관절단기 (9) 를 통과하여, 외경 600 ㎜ 의 강관이 제조된다. 이러한 관 제조에서, 제조 조건은 다음 4 가지 조건으로 다양했다.

[0105] (본 발명 예 21)

[0106] 전부 3 개의 스탠드를 갖는 핀패스 성형 (3) 의 제 3 스탠드에 의해 각 스트립 가장자리의 관 외경 측은 거의 직선의 테이퍼 형상 (테이퍼 각도 (α), 테이퍼 깊이 (β) 는 표 2에 나타낸다 값으로 설정) 을 부여하며, 도 7 에 나타낸 바와 같은 실시형태에서, 전기저항 용접 가열 (접촉 팁 (50) 으로부터 저항 가열) 하의 스트립 (10) 의 가장자리에, 가스 공급 노즐 (60) 로부터 아르곤 가스를 송풍했다. 도 7 에서, 도면 부호 "40"은 스트립 (10) (용접 후는 관 (30) 이 됨) 의 진행 방향이며, 스퀴즈 롤의 도시는 생략했다.

[0107] (본 발명 예 22)

[0108] 전부 2 단 스탠드를 갖는 핀패스 성형 (3) 의 제 1 스탠드에 의해 스트립 가장자리의 관 내경 측이 거의 직선의 테이퍼 형상 (테이퍼 각도 (α), 테이퍼 깊이 (β) 는 표 2 에 나타낸 값으로서 설정) 으로 부여되며, 핀패스 성형의 제 2 스탠드에 의해 그 가장자리의 관 외경 측이 각각 직선의 테이퍼 형상을 부여되며, 도 8 에 도시된 바와 같은 실시형태로, 진행 방향 (40) 으로 통과되면서, 전기저항 용접 가열 (접촉 팁 (50) 으로부터 저항 가열) 하의 스트립 (10) 의 가장자리를 가스 분위기 박스 (13) 으로 둘러싸고, 그 박스 내측을 1% 의 이산화탄소 및 잔부가 질소 가스인 분위기에서 유지했다. 또한, 도 8 에 있어서, 도면 부호 "40"은 스트립 (10) (용접 후는 관 (30) 이 됨) 의 진행 방향이며, 스퀴즈 롤의 도시는 생략했다.

[0109] (비교예 21)

[0110] 전부 3 개의 스탠드를 갖는 핀패스 성형 (3) 의 제 1 스탠드에 의해 스트립 가장자리의 관 내외 양 직경 측에 각각 거의 직선의 테이퍼 형상 (테이퍼 각도 (α), 테이퍼 깊이 (β) 는 표 2 에 나타낸 값으로 설정) 이 부여되고, 전기저항 용접의 가열 하에서 스트립 가장자리는 대기중에 노출된 채로 남겨졌다.

[0111] (종래예 21)

[0112] 스트립 가장자리의 형상이 거의 직사각형 형상 (직사각형의 길이 가장자리 형상) 으로 유지되며, 전기저항 용접 가열 하의 스트립 가장자리는 대기중에 노출된 채로 남겨졌다.

[0113] 상기 4 가지 방법으로 제조된 강관의 용접부로부터 시험편을 잘라내, 샤르피 시험을 실시하여 성능을 평가했다. 샤르피 시험편으로서 관 길이 방향에서 각각 10 개의 다른 점에서 1 개씩 샘플을 만들어, 시험편 길이 방향을 관 원주 방향으로 취하고, 노치 길이 중심을 용접부 두께의 중심 위치로 취하는, JIS5 의 2㎜ V 노치 충격시험편을 이용하여, 시험편 온도 -46° 에서 충격시험을 실시해, 샤르피 충격치 및 취성 파면율을 측정했다. 샤르피 충격치가 125 J 이상, 취성 파면율이 35% 이하를 각각 성능 허용 범위로 명기하였다. 그 결과를 표 2 에 나타낸다.

[0114] 표 2 에서, 본 발명 예 21 및 22 는, 용접부의 충격 강도 (샤르피 충격치) 가 현저하게 높고 취성 파면율이 작아, 인성이 양호하여 제품의 신뢰성이 높다. 대조적으로, 비교예 21 및 종래예 21 은, 용접부의 충격 강도 (샤르피 충격치) 가 낮고 취성 파면율이 커, 인성이 저하되어 제품의 신뢰성이 낮다.

표 2

[0115]

	전기저항 용접의 분위기	테이퍼 형상 부여 방법	용접 직전의 가장자리 테이퍼 형상	샤르피 충격치	취성 파면율

본 발명 예 21	아르곤 가스 송풍	3 단 스탠드 핀패스 성형 (3) 의 제 3 스탠드	α=25° β= 4 ㎜ (두께의21%)	250 J	12%
본 발명 예 22	1% 이산화탄소 가스 및 잔부는 질소 가스	2단 스탠드 핀패스 성형의 제1스탠드 및 제 2 스탠드	α= 45° β= 7 ㎜ (두께의37%)	310 J	7%
비교예 21	공기	3 단 스탠드 핀패스 성형 (3) 의 제1스탠드	α= 20° β= 4 ㎜ (두께의16%)	130 J	33%
종래예 21	공기	부여되지 않음	테이퍼 형상 없음	25 J	55%

[0116] 실시예 3

[0117] 이하, 실시예 3 에 대해 설명한다.

[0118] 여기서는, 폭 1920 ㎜, 두께 19.1 ㎜ 의 스트립 (강 스트립) 을 이용하여, 600 ㎜ 의 전기저항 용접관을 제조했다.

[0119] 제조된 전기저항 용접관의 용접부로부터 시험편을 잘라, 샤르피 시험을 실시하여, 성능을 평가했다. 샤르피 시험편은, 관 길이 방향으로 각각의 10 개의 다른 점에 1 개씩, 시험편 길이 방향을 관 원주 방향에 평행하게 하고, 노치의 길이 중심을 용접부 두께 중심 위치에 대응하는 방식으로 샘플로 했다. 시편은 JIS5 의 2 ㎜ V 노치 충격 시험편으로서 형성되어, -46℃ 에서의 충격시험을 실시해, 샤르피 충격치, 취성 파면율을 측정했다. 또한, 샤르피 충격치는 125J 이상, 취성 파면율은 35% 이하를 각각 성능 허용 범위로 명기하였다.

[0120] (본 발명 예 31)

[0121] 본 발명 예 31 로서, 전술한 실시형태에 따라 전기저항 용접관을 제조했다. 그때, 3 개의 스탠드를 갖는 핀패스 성형 스탠드의 제 3 스탠드에 의해, 스트립 (10) 의 상측 (관 (20) 의 내면측) 에 테이퍼 각도 (γ) 가 25°, 테이퍼 높이 (δ) 가 4 ㎜ (두께의 21%) 인 거의 직선의 테이퍼 형상을 부여하고, 전기저항 용접 실시 직전에, 스트립의 수직 가장자리 사이의 맞대기 각도 (Θ) 가 관 외면측에 0.3° 만큼 열리도록 롤 성형이 조정되는 방식으로, 전기저항 용접이 실시되었다.

[0122] (본 발명 예 32)

[0123] 본 발명 예 32 로서, 2 단 스탠드를 갖는 핀패스 성형 스탠드의 제 1 스탠드가 스트립 (10) 의 상측 (관 (20) 의 내면측) 에, 테이퍼 각도 (γ) 가 45° 로, 테이퍼 높이 (δ) 가 7 ㎜ (두께의 37%) 인 거의 직선의 테이퍼 형상을 부여하고, 핀패스 성형 스탠드의 제 2 스탠드에 의해 스트립 (10) 의 하측 (관 (20) 의 외면측) 에, 테이퍼 각도 (α) 가 45° 로, 테이퍼 높이 (β) 가 7 ㎜ (두께의 37%) 인 거의 직선의 테이퍼 형상을 부여하고, 전기저항 용접 실시 직전의 스트립의 수직 가장자리 사이의 맞대기 각도 (Θ) 가 관 내면측에 대해 0.2° 로 열리도록 롤 성형을 조정하는 방식으로, 전기저항 용접을 실시했다.

[0124] (비교예 31)

[0125] 비교예 31 로서 3 개의 스탠드를 포함하는 핀패스 성형의 제 1 스탠드에 의해, 스트립 (10) 의 하측 (관 (20) 의 외면측) 에, 테이퍼 각도 (α) 가 20° 로, 테이퍼 높이 (β) 가 3 ㎜ (두께의 16%) 인 거의 직선의 테이퍼 형상을 부여하고, 스트립 (10) 의 상측 (관 (20) 의 내면측) 에, 테이퍼 각도 (γ) 가 20° 로, 테이퍼 높이 (δ) 가 3 ㎜ (두께의 16%) 인 거의 직선의 테이퍼 형상을 부여하며, 전기저항 용접 실시 직전의 스트립의 수직 가장자리 사이의 맞대기 각도 (Θ) 가 관 외면측에 대해 1.1° 로 열리도록 롤 성형을 조정하는 방식으로, 전기저항 용접을 실시했다.

[0126] (종래예 31)

[0127] 종래예 (31) 로서 스트립 가장자리가 거의 직사각형이며, 도 10 에 나타낸 바와 같이, 전기저항 용접이 실시되기 직전의 스트립의 수직 가장자리 사이의 맞대기 각도 (Θ) 가 관 외면 측에 대해 1.1° 로 열리도록 롤 성형을 조정하는 방식으로, 전기저항 용접을 실시했다.

[0128] 상기에 따라 제조된 전기저항 용접관의 용접부에 있어서 샤르비 충격치와 취성 파면율을 측정한 결과를 표 3 에 나타낸다.

표 3

[0129]

	테이퍼 형상 부여 방법	전기저항 용접 직전의 테이퍼 형상	스트립의 수직 가장자리 사이의 맞대기 각	샤르피 충격치	취성 파면율
본 발명 예 31	3 단 스탠드 핀패스 성형의 제 3 스탠드	테이퍼 각도:25 ° 테이퍼 높이:4 ㎜ (두께의 21%)	관 외면측에 0.3 °	250 J	12%
본 발명 예 32	2 단 스탠드 핀패스 성형의 제 1 스탠드 및 제 2 스탠드	테이퍼 각도:45 ° 테이퍼 높이:7 ㎜ (두께의 37%)	관 내면측에 0.2 °	310 J	8%
비교예 31	3 스탠드 핀패스 성형의 제1스탠드	테이퍼 각도:25 ° 테이퍼 높이:3 ㎜ (두께의 16%)	관 외면측에 1.1 °	130 J	33%
종래예 31	부여되지 않음	테이퍼 형상 없음	관 외면측에 1.1 °	25 J	55%

[0130] 표 3 에서, 본 발명 예 31 및 32 에 의한 전기저항 용접관은, 용접부의 충격 강도가 높고 취성 파면율이 작아, 인성이 양호하여, 제품의 신뢰성이 높다. 대조적으로, 비교예 31 및 종래예 31 에 의한 전기저항 용접관은, 용접부의 충격 강도가 낮고 취성 파면율이 커, 인성이 저하되어, 제품의 신뢰성이 낮다.

[0131] 따라서, 본 발명에 의해 용접부 특성이 양호한 전기저항 용접관을 제조할 수 있는 것이 확인되었다.

[0132] 실시예 4

[0133] 이하, 실시예 4 에 따라 설명한다.

[0134] 여기서는, 폭이 1920 ㎜, 및 두께가 19.1 ㎜ 의 스트립 (강 스트립) 을 이용하여 600 ㎜ 의 전기저항 용접관을 제조했다.

[0135] 제조한 전기저항 용접관의 용접부로부터 시험편을 잘라 샤르피 시험을 실시해, 성능을 평가했다. 샤르피 시험편은, 관 길이 방향으로 각각의 10 개의 다른 점에 1 개씩, 시험편 길이 방향을 관 원주 방향에 평행하게 하고, 노치의 길이 중심을 용접부 두께 중심 위치에 대응하는 방식으로 샘플로 만들어졌다. 시편은 JIS5 의 2 ㎜ V 노치 충격 시험편으로서 형성되어, -46℃ 에서의 충격시험을 실시해, 샤르피 충격치 및 취성 파면율을 측정했다. 또한, 샤르피 충격치는 125J 이상, 취성 파면율은 35% 이하를 각각 성능 허용 범위로 명기하였다.

[0136] (본 발명 예 41)

[0137] 본 발명 예 41 로서, 본 실시형태에 따라 전기저항 용접관을 제조했다. 그때, 3 개의 스탠드로 이루어지는 핀패스 성형 스탠드의 제 3 스탠드에 의해, 스트립 (10) 의 하측 (관 (20) 의 외면측) 에, 테이퍼 각도 (α) 가 25 °, 테이퍼 높이 (β) 가 4 ㎜ (두께의 21%) 인 거의 직선의 테이퍼 형상을 부여하고, 전기저항 용접 실시 직전의 스트립 가장자리에 의해 형성된 V자형 각도 (Φ) 가 2.5 ° 가 되도록 롤 성형을 조정하는 방식으로, 전기저항 용접을 실시했다.

[0138] (본 발명 예 42)

[0139] 본 발명 예 42 로서, 2 단 스탠드를 갖는 핀패스 성형 스탠드의 제 1 스탠드에 의해, 스트립 (10) 의 상측 (관 (20) 의 내면측) 에, 테이퍼 각도 (γ) 가 45° , 그리고 테이퍼 높이 (δ) 가 7 ㎜ (두께의 37%) 인 거의 직선의 테이퍼 형상을 부여하고, 핀패스 성형 스탠드의 제 2 스탠드에 의해, 스트립 (10) 의 하측 (관 (20) 의 외면측) 에, 테이퍼 각도 (α) 가 45 °, 테이퍼 높이 (β) 가 7 ㎜ (두께의 37%) 인 거의 직선의 테이퍼 형상을 부여하며, 전기저항 용접 실시 직전의 스트립 가장자리에 의해 형성된 V자형 각도 (φ) 가 7.5 ° 가 되도록 롤 성형을 조정하는 방식으로, 전기저항 용접을 실시했다.

[0140] (비교예 41)

[0141] 비교예 41 로서 3 개의 스탠드로 이루어지는 핀패스 성형의 제 1 스탠드에 의해, 스트립 (10) 의 하측 (관 (20) 의 외면측) 에, 테이퍼 각도 (α) 가 20°, 테이퍼 높이 (δ) 가 3 ㎜ (두께의 16%) 인 거의 직선의 테이퍼 형상을 부여하고, 스트립 (10) 의 상측 (관 (20) 의 내면측) 에, 테이퍼 각도 (γ) 가 20°, 테이퍼 높이 (β) 가 3 ㎜ (두께의 16%) 인 거의 직선의 테이퍼 형상을 부여하며, 전기저항 용접 실시 직전의 스트립 가장자리에 의해 형성된 V자형 각도 (φ) 가 1.5°가 되도록 롤 성형을 조정하는 방식으로, 전기저항 용접을 실시했다.

[0142] (종래예 41)

[0143] 종래예 41 로서, 스트립 가장자리가 거의 직사각형이며, 도 12 에 나타낸 바와 같이 전기저항 용접 실시 직전의 스트립 가장자리에 의해 형성되는 V자형 각도 (φ) 가 1.8°가 되도록 롤 성형을 조정하는 방식으로, 전기저항 용접을 실시했다.

[0144] 상기에 따라 제조한 전기저항 용접관의 용접부에 있어서의 샤르피 충격치와 취성 파면율을 측정한 결과를 표 4 에 나타낸다.

표 4

[0145]

	테이퍼 형상 부여 방법	전기저항 용접 직전의 테이퍼 형상	V자형 각도	샤르피 충격치	취성 파면율
본 발명 예 41	3 단 스탠드 핀패스 성형의 제 3 스탠드	테이퍼 각도:25° 테이퍼 높이:4 ㎜ (두께의 21%)	2.5°	250 J	12%
본 발명 예 42	2 단 스탠드 핀패스 성형의 제 1 스탠드 및 제 2 스탠드	테이퍼 각도:45° 테이퍼 높이:7 ㎜ (두께의 37%)	7.5°	310 J	8%
비교예 41	3 단 스탠드 핀패스 성형의 제 1 스탠드	테이퍼 각도:25° 테이퍼 높이:3 ㎜ (두께의 16%)	1.5°	130 J	33%
종래예 41	부여되지 않음	테이퍼 형상 없음	1.8°	25 J	55%

[0146] 표 4 에서, 본 발명 예 41 및 42 에 의한 전기저항 용접관은, 용접부의 충격 강도가 높고 취성 파면율이 작아, 인성이 양호하여, 제품의 신뢰성이 높다. 대조적으로, 비교예 41 및 종래예 41 에 의한 전기저항 용접관은, 용접부의 충격 강도가 낮고 취성 파면율이 커, 인성이 저하되어, 제품의 신뢰성이 낮다.

[0147] 따라서, 본 발명에 의해 용접부 특성이 양호한 전기저항 용접관을 제조할 수 있는 것이 확인되었다.

부호의 설명

[0148] *도면의 주요 부분에 대한 부호의 명칭*

1: 언코일러 2: 교정기

3: 핀패스 성형 스탠드 3a: 핀패스 성형 제 1 스탠드

3b: 핀패스 성형 제 2 스탠드 4: 롤 성형기

5: 유도 가열 장치 6: 스퀴즈 롤 (전기저항 용접부)

7: 비드 절삭 바이트 8: 사이저 (sizer)

9: 관 절단기 10: 스트립

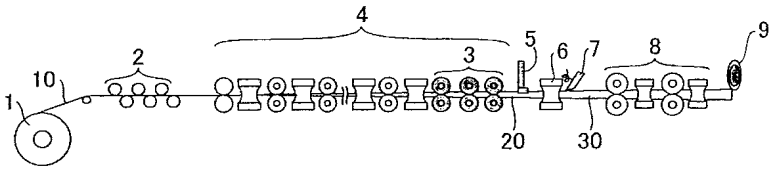
20: 관 형상으로 성형된 시트 30: 관

40: 스트립 (10; 용접 후는 관 (30) 이 됨) 의 진행 방향

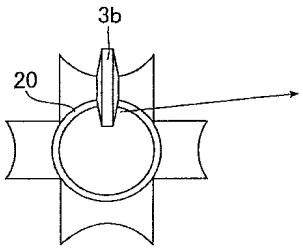
50: 접촉 팁 60: 가스 공급 노즐

도면

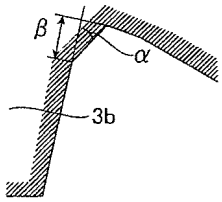
도면1



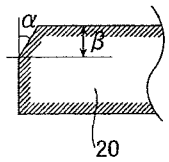
도면2a



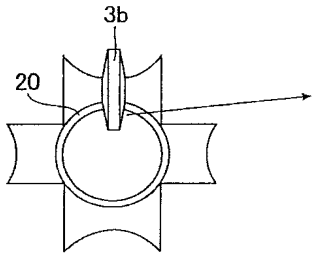
도면2b



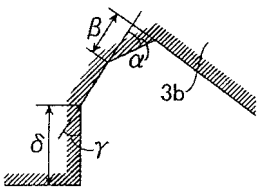
도면2c



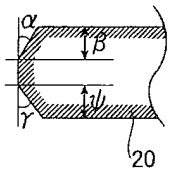
도면3a



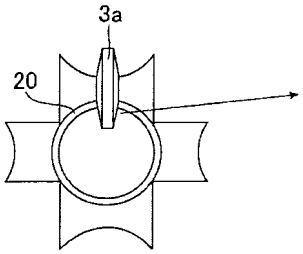
도면3b



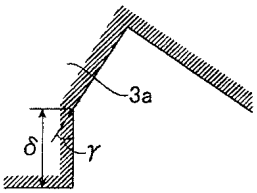
도면3c



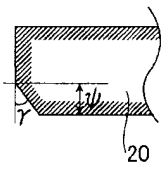
도면4a



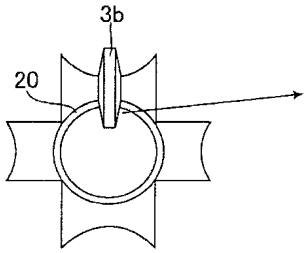
도면4b



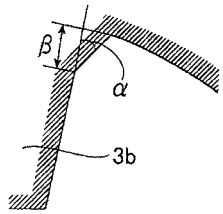
도면4c



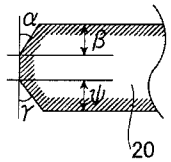
도면4d



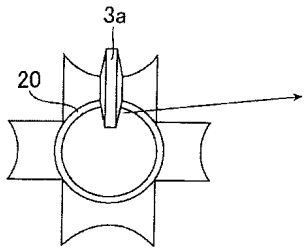
도면4e



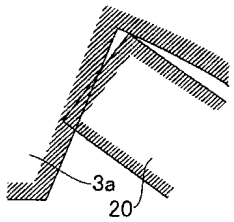
도면4f



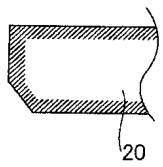
도면5a



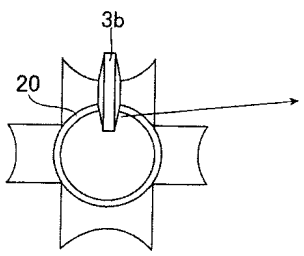
도면5b



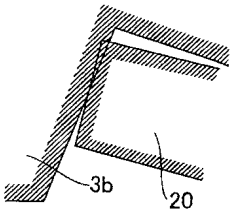
도면5c



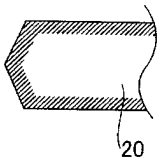
도면5d



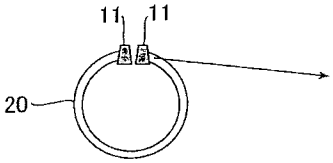
도면5e



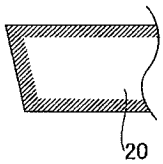
도면5f



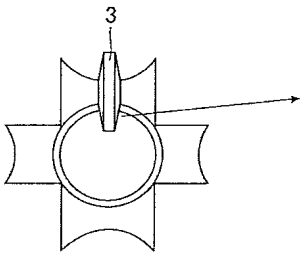
도면6a



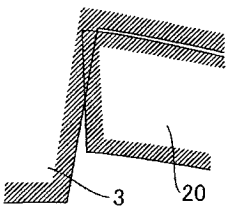
도면6b



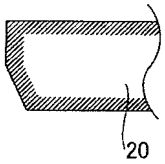
도면6c



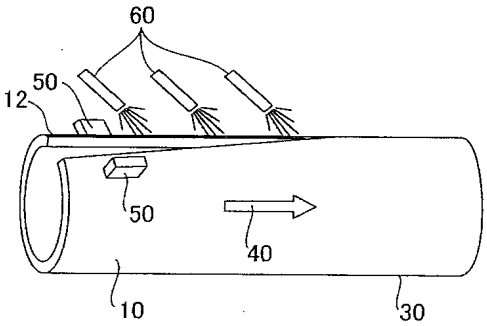
도면6d



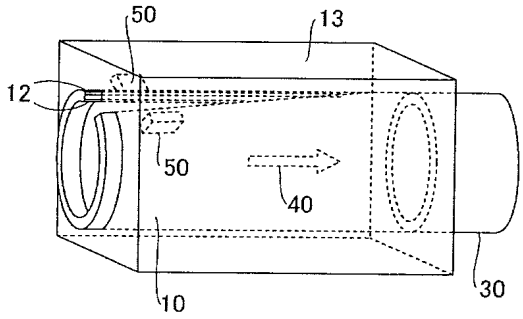
도면6e



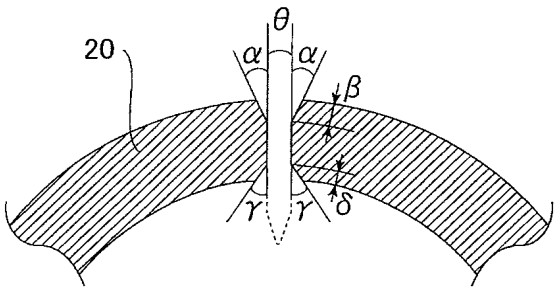
도면7



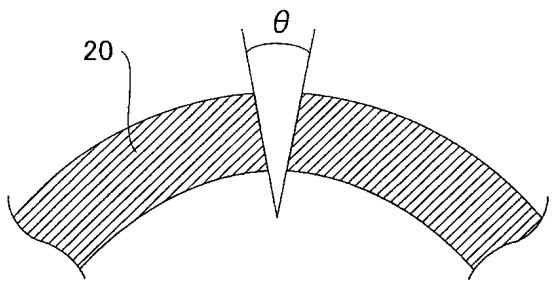
도면8



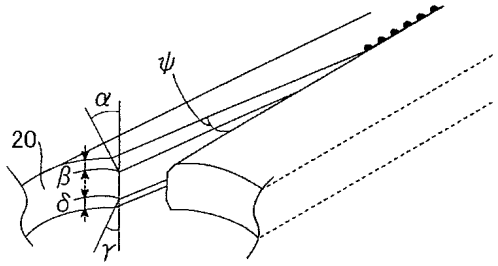
도면9



도면10



도면11



도면12

