



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0158976
(43) 공개일자 2024년11월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 20/04 (2006.01) B21B 1/22 (2006.01)
B23K 15/00 (2006.01) B23K 26/21 (2014.01)
B23K 26/323 (2014.01)
- (52) CPC특허분류
B23K 20/04 (2013.01)
B21B 1/22 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7033591
- (22) 출원일자(국제) 2023년02월20일
심사청구일자 2024년10월08일
- (85) 번역문제출일자 2024년10월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2023/006092
- (87) 국제공개번호 WO 2023/171350
국제공개일자 2023년09월14일
- (30) 우선권주장
JP-P-2022-037264 2022년03월10일 일본(JP)

- (71) 출원인
넛테츠 스테인레스 가부시키키가이샤
일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고
- (72) 발명자
다나카 쇼타로
일본 1000005 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고 넛테츠 스테인레스 가부시키키가이샤 내
와타나베 히로아키
일본 1000005 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고 넛테츠 스테인레스 가부시키키가이샤 내
가와 마사토모
일본 1000005 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1초메 8방 2고 넛테츠 스테인레스 가부시키키가이샤 내
- (74) 대리인
양영준, 최인호, 성재동

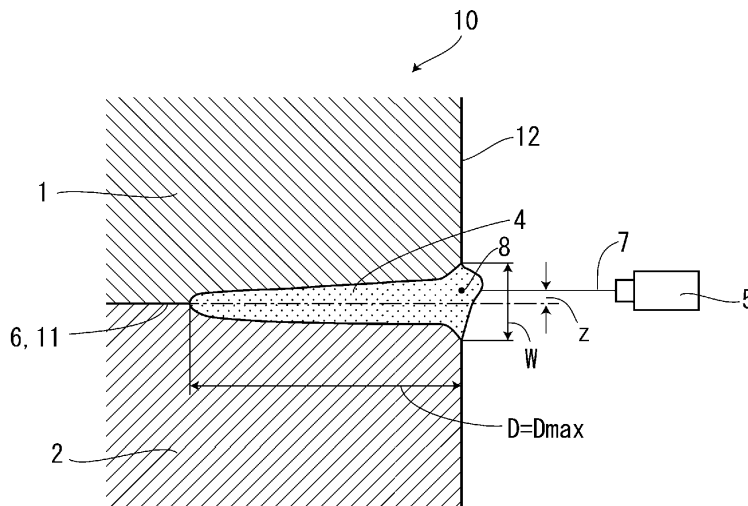
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **조립 슬래브의 제조 방법 및 조립 슬래브, 그리고 클래드 강판의 제조 방법**

(57) 요약

모재와, 상기 모재에 접합된 합재를 구비하는 클래드 강판을 제조하기 위한 압연 소재로서의 조립 슬래브의 제조 방법에 있어서, 조립 슬래브(10)의 단부면(12)에 있어서의 모재 소재(1)와 합재 소재(2)의 접촉부(6)에 대해서 고에너지 빔 용접을 사용하여 용접을 행하고, 고에너지 빔 용접에 있어서, 용접 빔(7)의 조준 위치(8)를 접촉부(6)로부터 고열전도율 재료층으로 어긋나게 한다. 이에 의해, 조립 슬래브(10)에 있어서, 용접부(9)와 접촉면(11)의 치우침을 해소할 수 있으므로, 이종 금속끼리의 접촉부를 고에너지 빔 용접을 사용하여 접합할 때, 용접 금속의 용입이 한쪽의 재료의 측으로 치우쳐서 형성되는 일이 없고, 용접에 필러를 공급할 필요가 없는, 조립 슬래브의 제조 방법 및 조립 슬래브, 그리고 클래드 강판의 제조 방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도3b



(52) CPC특허분류

B23K 15/0046 (2013.01)

B23K 26/21 (2015.10)

B23K 26/323 (2015.10)

명세서

청구범위

청구항 1

모재와, 상기 모재에 접합된 합재를 구비하는 클래드 강판을 제조하기 위한 압연 소재로서의 조립 슬래브의 제조 방법이며, 상기 조립 슬래브에 있어서, 상기 클래드 강판의 상기 모재가 되는 부분을 모재 소재라고 칭하고, 상기 클래드 강판의 상기 합재가 되는 부분을 합재 소재라고 칭하고,

상기 조립 슬래브는, 모재 소재, 합재 소재, 박리제, 합재 소재, 모재 소재가 이 순번으로 적층되어 있고,

상기 조립 슬래브의 단부면에 있어서의 상기 모재 소재와 상기 합재 소재의 접촉부에 대해서 고에너지 빔 용접을 사용하여 용접을 행하고, 상기 고에너지 빔 용접에 있어서, 모재 소재, 합재 소재 각각의 열전도율에 대응하고, 용접 빔의 조준 위치를 상기 접촉부로부터 고열전도율 재료측으로 어긋나게 하는 것을 특징으로 하는 조립 슬래브의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모재 소재와 합재 소재의 열전도율의 비 γ (열전도율이 큰 쪽을 분자로 함)가 2.5 이상이고, 상기 용접 빔의 조준 위치와 상기 접촉부의 어긋남이 고열전도율 재료측으로 1mm 이상인 것을 특징으로 하는 조립 슬래브의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 모재 소재와 상기 합재 소재의 상기 고에너지 빔 용접에 의한 용접부에 대해서는, 상기 접촉부가 구성하는 면과 상기 조립 슬래브의 단부면의 양쪽에 수직인 단면에 있어서, 용접 금속의 비드 폭 W와 용입 깊이 D의 비가 이하의 식 (1)을 충족하는 것을 특징으로 하는 조립 슬래브의 제조 방법.

$$3.5 < D/W < 5.0 \quad (1)$$

여기서, 합재 소재와 모재 소재의 접촉부에 있어서의 용접 깊이를 「용입 깊이 D」로 하고, 단부면의 위치에 있어서의 용접 금속의 폭을 「비드 폭 W」로 한다.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 모재 소재와 상기 합재 소재의 상기 고에너지 빔 용접에 의한 용접부에 대해서는, 상기 접촉부가 구성하는 면과 상기 조립 슬래브의 단부면의 양쪽에 수직인 단면에 있어서, 용접 금속의 비드 폭 W와 용입 깊이 D의 비가 이하의 식 (1)을 충족하는 것을 특징으로 하는 조립 슬래브의 제조 방법.

$$3.5 < D/W < 5.0 \quad (1)$$

여기서, 합재 소재와 모재 소재의 접촉부에 있어서의 용접 깊이를 「용입 깊이 D」로 하고, 단부면의 위치에 있어서의 용접 금속의 폭을 「비드 폭 W」로 한다.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고에너지 빔 용접이 전자 빔 용접이고, 0.1kPa 이하의 진공 중에서 용접을 행하고, 빔 편향을 원형으로 하고, 그 편향 직경 ϕ 가 3mm 이상이고, 상기 용접 빔의 조준 위치와 상기 접촉부의 어긋남이 상기 편향 직경 ϕ 의 절반 이하인 것을 특징으로 하는 조립 슬래브의 제조 방법.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고에너지 빔 용접이 레이저 용접인 것을 특징으로 하는 조립 슬래브의 제조 방법.

청구항 7

모재와, 상기 모재에 접합된 합재를 구비하는 클래드 강판을 제조하기 위한 압연 소재로서의 조립 슬래브이며, 상기 조립 슬래브에 있어서, 상기 클래드 강판의 상기 모재가 되는 부분을 모재 소재라고 칭하고, 상기 클래드 강판의 상기 합재가 되는 부분을 합재 소재라고 칭하고,

상기 조립 슬래브는, 모재 소재, 합재 소재, 박리제, 합재 소재, 모재 소재가 이 순번으로 적층되어 있고, 상기 모재 소재와 합재 소재의 열전도율의 비 γ (열전도율이 큰 쪽을 분자로 함)가 2.5 이상이고,

상기 조립 슬래브의 단부면에 있어서의 상기 모재 소재와 상기 합재 소재의 접촉부가 고에너지 빔 용접되어 이루어지고,

상기 접촉부가 구성하는 면과 상기 조립 슬래브의 단부면의 양쪽에 수직인 단면에 있어서, 용접부의 용접 금속의 용입 깊이 D가 22mm 이상임과 함께, 비드 폭 W와 용입 깊이 D의 비가 이하의 식 (1)을 충족하는 것을 특징으로 하는 조립 슬래브.

$$3.5 < D/W < 5.0 \quad (1)$$

여기서, 합재 소재와 모재 소재의 접촉부에 있어서의 용접 깊이를 「용입 깊이 D」로 하고, 단부면의 위치에 있어서의 용접 금속의 폭을 「비드 폭 W」로 한다.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 기재된 조립 슬래브의 제조 방법으로 제조한 조립 슬래브를, 열간 압연 공정에서 압연하는 것을 특징으로 하는 클래드 강판의 제조 방법.

청구항 9

제5항에 기재된 조립 슬래브의 제조 방법으로 제조한 조립 슬래브를, 열간 압연 공정에서 압연하는 것을 특징으로 하는 클래드 강판의 제조 방법.

청구항 10

제6항에 기재된 조립 슬래브의 제조 방법으로 제조한 조립 슬래브를, 열간 압연 공정에서 압연하는 것을 특징으로 하는 클래드 강판의 제조 방법.

청구항 11

제7항에 기재된 조립 슬래브를, 열간 압연 공정에서 압연하는 것을 특징으로 하는 클래드 강판의 제조 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

열간 압연 후에, 클래드 강판의 4둘레 용접부를 절단 제거하고, 합재와 합재의 경계면에 도포한 박리제를 기점으로 분리해서 각각의 클래드 강판으로 하는 것을 특징으로 하는 클래드 강판의 제조 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

열간 압연 후에, 클래드 강판의 4둘레 용접부를 절단 제거하고, 합재와 합재의 경계면에 도포한 박리제를 기점으로 분리해서 각각의 클래드 강판으로 하는 것을 특징으로 하는 클래드 강판의 제조 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 모재와, 상기 모재에 접합된 합재를 구비하는 클래드 강판에 관련되는 것이며, 상기 클래드 강판을 제조하기 위한 압연 소재로서의 조립 슬래브 및 상기 조립 슬래브의 제조 방법, 그리고 상기 클래드 강판의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 스테인리스강은 내식성이 우수하기 때문에 혹독한 부식 환경에 있어서 적합한 소재이다. 상술한 혹독한 부식 환경으로서, 유정 환경, 해수나 기수에 노출되는 고염화물 환경, 각종 산 용액에 노출되는 플랜트 설비나 케미컬 탱크 등이 예시된다. 그리고 이러한 혹독한 부식 환경에 노출되는 사례로서, 해수 담수화 플랜트, 배연 탈황 장치, 화학 약품의 보존 탱크, 유정관 등의 구조 부재 펌프·밸브류, 열교환기 등을 들 수 있다. 스테인리스강은 이러한 혹독한 부식 환경에 노출되는 사례에 있어서 사용되고 있다.

[0003] 한편 스테인리스강은 내식성을 확보하기 위해 Cr, Ni, Mo 등의 합금 원소를 많이 함유한 고합금강이고, 탄소강이나 저합금강과 비교하면 재료 비용은 물론, 가공이나 용접 등의 비용도 높다. 상기 예시한 부재에 사용하는 강은, 내식성이 우수할 뿐만 아니라, 구조재로서의 강도나 인성 등의 기계적 특성이 양호한 것도 요구되므로, 그들 요구를 충족시키기 위해, 합금 사용량이 더욱 증대되게 된다. 또한 합금 원소의 양등 등에 의해 가격이 크게 변동되는 것도 생각된다. 그 때문에, 주로 비용의 면에서 그들 합금 원소의 사용이 제한되는 경우가 있다.

[0004] 상술한 바와 같이 비용의 면을 고려한 경우, 가공이나 용접 등의 관점에서는 클래드 강판을 재료로서 사용하는 것이 유효하다. 클래드 강판이란, 다른 2종류 이상의 금속을 접합한 재료이며, 2종류 이상의 금속의 어느 것 혹은 모두가 강판인 것을 말한다. 2종류의 금속을 접합한 클래드 강판에 있어서, 한쪽의 금속을 「모재」라고 기재하고, 모재에 접합한 다른 쪽의 금속(소재)을 「합재」라고 기재한다. 또한, 접합을 행하지 않는 강판을 이하, 「솔리드 강판」이라고 칭한다. 고합금강으로만 이루어지는 솔리드 강판에 대해서는, 강판의 전체가 고합금강이고, 요구되는 표면의 내식성과 강판의 기계적 특성의 양쪽을 구비할 필요가 있다. 그것에 비교하여 클래드 강판은, 우수한 내식성이 요구되는 측의 표면에 대해서 고합금강의 합재로 하고, 합재의 두께는 클래드 강판 전체의 두께보다도 얇으므로, 고합금강을 사용하는 양을 저감할 수 있고, 재료 비용을 저감할 수 있다. 또한, 강판 전체의 두께에 차지하는 모재의 두께 비율을 크게 하고, 모재로서 내식성은 갖지 않지만 충분한 기계적 특성을 구비한 탄소강이나 저합금강을 사용함으로써, 강판에 요구되는 기계적 특성을 충족할 수 있다. 또한, 이제 용접이 되는 용접 개소를 적게 할 수 있으므로 용접 시의 용재 비용 등도 저하할 수 있다.

[0005] 이상과 같이, 모재와 합재를 접합한 클래드 강판을 사용함으로써, 내식성에 대해서 우수한 특성을 갖는 합재를, 기계적 특성이 우수한 모재에 접합함으로써, 합재와 모재가 각각 갖는 우수한 특성을 양쪽 모두 갖는 강판을 얻을 수 있다.

[0006] 예를 들어, 합재에, 그 사용 환경에서 강판 표면 특성으로서 요구되는 특성(내식성 등)을 갖는 고합금강이나 Ni 기 합금을 사용하고, 모재에 그 사용 환경에서 요구되는 인성 및 강도를 갖는 탄소강 또는 저합금강을 사용한 경우가 생각된다. 이러한 경우, 상술한 바와 같이 비용을 저감할 수 있을 뿐만 아니라, 고합금강을 사용한 솔리드 강판과 동등한 특성(내식성 등)과, 탄소강 및 저합금강과 동등한 강도 및 인성을 확보할 수 있다. 이 때문에, 경제성과 기능성을 양립시킬 수 있다.

[0007] 열간 압연을 사용한 클래드 강판의 제조에 있어서, 열간 압연 전의 압연 소재를 이하 「조립 슬래브」라고 칭한다. 조립 슬래브에 있어서, 클래드 강판의 모재가 되는 부분을 모재 소재라고 칭하고, 클래드 강판의 합재가 되는 부분을 합재 소재라고 칭한다.

[0008] 예를 들어 특허문헌 1에 기재된 바와 같이, 합재 소재 및 모재 소재를 압착면이 진공이 되도록 적층하여 압착면의 4둘레를 용접에 의해 밀봉해서 클래드 압연 소재를 조립한다. 진공 중에서 전자 빔 용접하는 방법이나, 미리 진공화용의 구멍을 뚫어 놓고 대기 중에서 아크 용접이나 레이저 용접으로 4둘레를 용접한 후에 진공 펌프로 진공화하는 방법 등을 예시할 수 있다. 얻어진 클래드 압연 소재는 그대로 열간 압연에 제공해도 되고, 모재 소재-합재 소재-박리제-합재 소재-모재 소재가 되도록 합재와 합재 사이에 박리제를 도포하여 겹쳐, 조립한 것을 조립 슬래브로서 열간 압연에 제공해도 된다.

[0009] 특허문헌 2에는, 모재 소재-합재 소재-박리제-합재 소재-모재 소재가 되도록 합재와 합재 사이에 박리제를 도포하여 겹친 후에, 합재 소재의 4변에 모재 소재와 동일한 재질의 스페이서가 배치되고, 스페이서와 모재 소재의

맞댐면을 레이저 빔 용접하는 조립 슬래브가 개시되어 있다.

- [0010] 특허문헌 3에는, 모재 소재와 합재 소재를 직접 중첩하여 4돌레의 용접 조립을 행할 때, 전자 빔 또는 레이저 등의 고에너지 밀도 용접 조립할 때, 그 용입 깊이 w 를 조정하는 것을 특징으로 하는 열간 압연용 복합 슬래브가 개시되어 있다.
- [0011] 특허문헌 4에는, 복합 금속판의 접합면 주변에 용가재를 공급하면서 접합면에 대하여 평행 혹은 경사각으로 전자 빔을 조사하여 밀폐 용접을 행하는 클래드 강관의 제조 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2021-143387호 공보
(특허문헌 0002) 국제 공개 WO 2020/175573호
(특허문헌 0003) 일본 특허 공개 소52-13456호 공보
(특허문헌 0004) 일본 특허 공개 소62-45485호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 열간 압연을 사용한 클래드 강관의 제조에 있어서, 모재 소재-합재 소재-박리제-합재 소재-모재 소재가 되도록 합재와 합재 사이에 박리제를 도포하여 겹쳐, 조립한 것을 조립 슬래브로서 열간 압연에 제공할 때, 특허문헌 2에는, 전술한 바와 같이, 합재 소재의 4면에 모재 소재와 동일한 재질의 스페이서가 배치되고, 스페이서와 모재 소재의 맞댐면을 레이저 빔 용접하는 방법이 기재되어 있다. 이 방법을 사용하면, 스페이서의 조달 및 가공에 드는 비용이 필요해진다. 또한 이 방법을 사용하면, 압연 후에 스페이서 배치 부분을 절제할 필요가 있으므로 압연 가공 수율 악화의 원인이 되고, 스페이서와 제품부의 경계가 파악하기 어려워, 제품부에 스페이서가 잔존할 우려도 있다.
- [0014] 특허문헌 3에 기재된 바와 같이, 이중 금속끼리의 접촉부를, 고에너지 빔 용접을 사용하여 접합하면, 용입이 이중 금속끼리의 접촉부의 한쪽의 측으로 치우쳐서 형성되어 버리는 것이 판명되었다. 이 때문에, 이중 금속끼리의 접촉부를 충분한 깊이까지 용접 접합할 수 없는 것을 알 수 있었다. 또한, 특허문헌 4에 기재된 바와 같이 고에너지 빔 용접에 필러(용가재)를 공급하면서 접합을 행하면, 필러의 조달 비용과 필러를 고에너지 빔 용접기 내에 공급하는 장치에 비용이 소비되게 된다.
- [0015] 본 발명은 모재와, 상기 모재에 접합된 합재를 구비하는 클래드 강관에 관련되는 것이며, 상기 클래드 강관을 제조하기 위한 압연 소재로서의 조립 슬래브, 및 상기 조립 슬래브의 제조 방법에 있어서, 합재 소재의 4면에 모재 소재와 동일한 재질의 스페이서를 배치할 필요가 없고, 이중 금속끼리의 접촉부를, 고에너지 빔 용접을 사용하여 접합할 때, 용입이 이중 금속끼리의 접촉부의 한쪽의 측으로 치우쳐서 형성되는 일이 없고, 용접에 필러를 공급할 필요가 없는, 조립 슬래브의 제조 방법 및 조립 슬래브, 그리고 클래드 강관의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 즉, 본 발명의 요지로 하는 바는 이하와 같다.
- [0017] [1] 모재와, 상기 모재에 접합된 합재를 구비하는 클래드 강관을 제조하기 위한 압연 소재로서의 조립 슬래브의 제조 방법이며, 상기 조립 슬래브에 있어서, 상기 클래드 강관의 상기 모재가 되는 부분을 모재 소재라고 칭하고, 상기 클래드 강관의 상기 합재가 되는 부분을 합재 소재라고 칭하고,
- [0018] 상기 조립 슬래브는, 모재 소재, 합재 소재, 박리제, 합재 소재, 모재 소재가 이 순번으로 적층되어 있고,
- [0019] 상기 조립 슬래브의 단부면에 있어서의 상기 모재 소재와 상기 합재 소재의 접촉부에 대해서 고에너지 빔 용접을 사용하여 용접을 행하고, 상기 고에너지 빔 용접에 있어서, 모재 소재, 합재 소재 각각의 열전도율에 대응하

고, 용접 빔의 조준 위치를 상기 접촉부로부터 고열전도율 재료측으로 어긋나게 하는 것을 특징으로 하는 조립 슬래브의 제조 방법.

- [0020] [2] 상기 모재 소재와 합재 소재의 열전도율의 비 γ (열전도율이 큰 쪽을 분자로 함)가 2.5 이상이고, 상기 용접 빔의 조준 위치와 상기 접촉부의 어긋남이 고열전도율 재료측으로 1mm 이상인 것을 특징으로 하는 [1]에 기재된 조립 슬래브의 제조 방법.
- [0021] [3] 상기 모재 소재와 상기 합재 소재의 상기 고에너지 빔 용접에 의한 용접부에 대해서는, 상기 접촉부가 구성하는 면과 상기 조립 슬래브의 단부면의 양쪽에 수직인 단면에 있어서, 용접 금속의 비드 폭 W와 용입 깊이 D의 비가 이하의 식 (1)을 충족하는 것을 특징으로 하는 [1]에 기재된 조립 슬래브의 제조 방법.
- [0022] $3.5 < D/W < 5.0$ (1)
- [0023] 여기서, 합재 소재와 모재 소재의 접촉부에 있어서의 용접 깊이를 「용입 깊이 D」로 하고, 단부면의 위치에 있어서의 용접 금속의 폭을 「비드 폭 W」로 한다.
- [0024] [4] 상기 모재 소재와 상기 합재 소재의 상기 고에너지 빔 용접에 의한 용접부에 대해서는, 상기 접촉부가 구성하는 면과 상기 조립 슬래브의 단부면의 양쪽에 수직인 단면에 있어서, 용접 금속의 비드 폭 W와 용입 깊이 D의 비가 이하의 식 (1)을 충족하는 것을 특징으로 하는 [2]에 기재된 조립 슬래브의 제조 방법.
- [0025] $3.5 < D/W < 5.0$ (1)
- [0026] 여기서, 합재 소재와 모재 소재의 접촉부에 있어서의 용접 깊이를 「용입 깊이 D」로 하고, 단부면의 위치에 있어서의 용접 금속의 폭을 「비드 폭 W」로 한다.
- [0027] [5] 상기 고에너지 빔 용접이 전자 빔 용접이고, 0.1kPa 이하의 진공 중에서 용접을 행하고, 빔 편향을 원형으로 하고, 그 편향 직경 ϕ 가 3mm 이상이고, 상기 용접 빔의 조준 위치와 상기 접촉부의 어긋남이 상기 편향 직경 ϕ 의 절반 이하인 것을 특징으로 하는 [1] 내지 [4] 중 어느 하나에 기재된 조립 슬래브의 제조 방법.
- [0028] [6] 상기 고에너지 빔 용접이 레이저 용접인 것을 특징으로 하는 [1] 내지 [4] 중 어느 하나에 기재된 조립 슬래브의 제조 방법.
- [0029] [7] 모재와, 상기 모재에 접합된 합재를 구비하는 클래드 강판을 제조하기 위한 압연 소재로서의 조립 슬래브이며, 상기 조립 슬래브에 있어서, 상기 클래드 강판의 상기 모재가 되는 부분을 모재 소재라고 칭하고, 상기 클래드 강판의 상기 합재가 되는 부분을 합재 소재라고 칭하고,
- [0030] 상기 조립 슬래브는, 모재 소재, 합재 소재, 박리제, 합재 소재, 모재 소재가 이 순번으로 적층되어 있고, 상기 모재 소재와 합재 소재의 열전도율의 비 γ (열전도율이 큰 쪽을 분자로 함)가 2.5 이상이고,
- [0031] 상기 조립 슬래브의 단부면에 있어서의 상기 모재 소재와 상기 합재 소재의 접촉부가 고에너지 빔 용접되어 이루어지고,
- [0032] 상기 접촉부가 구성하는 면과 상기 조립 슬래브의 단부면의 양쪽에 수직인 단면에 있어서, 용접부의 용접 금속의 용입 깊이 D가 22mm 이상임과 함께, 비드 폭 W와 용입 깊이 D의 비가 이하의 식 (1)을 충족하는 것을 특징으로 하는 조립 슬래브.
- [0033] $3.5 < D/W < 5.0$ (1)
- [0034] 여기서, 합재 소재와 모재 소재의 접촉부에 있어서의 용접 깊이를 「용입 깊이 D」로 하고, 단부면의 위치에 있어서의 용접 금속의 폭을 「비드 폭 W」로 한다.
- [0035] [8] [1] 내지 [6] 중 어느 하나에 기재된 조립 슬래브의 제조 방법으로 제조한 조립 슬래브, 또는 [7]에 기재된 조립 슬래브를, 열간 압연 공정에서 압연하는 것을 특징으로 하는 클래드 강판의 제조 방법.
- [0036] [9] 열간 압연 후에, 클래드 강판의 4둘레 용접부를 절단 제거하고, 합재와 합재의 경계면에 도포한 박리제를 기점으로 분리해서 각각의 클래드 강판으로 하는 것을 특징으로 하는 [8]에 기재된 클래드 강판의 제조 방법.
- [0037] 본 발명은 모재와, 상기 모재에 접합된 합재를 구비하는 클래드 강판을 제조하기 위한 압연 소재로서의 조립 슬래브의 제조 방법에 있어서, 조립 슬래브의 단부면에 있어서의 모재 소재와 합재 소재의 접촉부에 대해서 고에너지 빔 용접을 사용하여 용접을 행하고, 고에너지 빔 용접에 있어서, 용접 빔의 조준 위치를 접촉부로부터 고열전도율 재료측으로 어긋나게 함으로써, 조립 슬래브에 있어서, 용접부와 접촉면의 치우침을 해소할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 조립 슬래브의 단면도이다.
- 도 2a는 모재와 합재가 동질인 경우의 용접부의 용접 상황(용접 전)을 도시하는 단면도이다.
- 도 2b는 모재와 합재가 동질인 경우의 용접부의 용접 상황(용접 후)을 도시하는 단면도이다.
- 도 3a는 모재와 합재가 이질인 경우의 용접부의 용접 상황(용접부와 접촉면의 치우침이 존재하는 경우)을 도시하는 단면도이다.
- 도 3b는 모재와 합재가 이질인 경우의 용접부의 용접 상황(치우침이 해소된 상황)을 도시하는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 본 발명은, 모재와, 상기 모재에 접합된 합재를 구비하는 클래드 강판에 관련되는 것이며, 상기 클래드 강판을 제조하기 위한 압연 소재로서의 조립 슬래브, 및 상기 조립 슬래브의 제조 방법, 그리고 상기 클래드 강판의 제조 방법을 대상으로 한다.
- [0040] 도 1에 조립 슬래브(10)의 단면도를 도시한다. 조립 슬래브(10)에 있어서, 클래드 강판의 모재가 되는 부분을 모재 소재(1)라고 칭하고, 클래드 강판의 합재가 되는 부분을 합재 소재(2)라고 칭한다. 도 1에 도시하는 바와 같이, 조립 슬래브(10)는, 모재 소재(1), 합재 소재(2), 박리제(3), 합재 소재(2), 모재 소재(1)가 이 순번으로 적층되어 있다. 조립 슬래브(10)를 열간 압연한 후에 있어서, 모재 소재(1)와 합재 소재(2)의 접촉부(6)가 접합면(14)이 되고, 박리제(3)를 사이에 둔 합재 소재(2)끼리의 접촉면이 분리면(15)이 된다.
- [0041] 본 발명의 조립 슬래브에 있어서는, 도 1에 도시하는 바와 같이, 합재 소재(2)의 4면에 모재 소재(1)와 동일한 재질의 스페이서를 배치하지 않는다. 그 때문에, 조립 슬래브(10)의 단부면(12)에는 합재 소재(2)와 모재 소재(1)가 접촉하여 노출되어 있고, 용접 접합에 있어서는 합재 소재(2)와 모재 소재(1)의 접촉부(6)를 용접하여 용접부(9)를 형성하게 된다. 접촉부(6)의 용접에는 고에너지 빔 용접을 사용한다. 용접부(9)의 상세에 대해서도 2b를 사용하여 설명한다. 조립 슬래브(10)에 있어서, 용접부(9)의 용접 금속(4)의 비드 폭 W와 용접부 깊이 Dmax의 비가 이하의 식 (2)를 충족할 때, 용접이 고에너지 빔 용접으로 행해진 것으로 추정할 수 있다.
- [0042] $2.0 \leq D_{max}/W$ (2)
- [0043] 여기서 비드 폭 W의 결정 방법에 대해서 설명한다. 도 2b에 도시하는 바와 같이, 단부면(12)으로부터의 깊이가 깊어짐에 따라서, 용접 금속의 폭은 순차 가늘어진다. 그래서, 단부면(12)의 위치에 있어서의 용접 금속의 폭을 비드 폭 W로 정의한다. 또한, 용접 금속의 최대 깊이 부분까지의 거리를 용접부 깊이 Dmax로 한다. 또한, 용접부의 용접 금속(4)의 외연에 대해서는, 도 2b의 면에 예시되는 바와 같은 용접 용입 방향의 단면을 적절한 부식액으로 에칭을 실시하여, 육안 확인을 행함으로써 정할 수 있다.
- [0044] 가령, 모재 소재(1)와 합재 소재(2)가 동질인 소재이면, 도 2a에 도시하는 바와 같이 고에너지 빔 조사 장치(5)의 용접 빔(7)의 조준 위치(8)를 합재 소재(2)와 모재 소재(1)의 접촉부(6)와 일치시켜서 용접을 행한 경우, 도 2b에 도시하는 바와 같이, 용접부(9)에 있어서, 용입으로 형성되는 용접 금속(4)이 접촉부(6)의 위치와 일치한다.
- [0045] 그러나 당연히, 모재 소재(1)와 합재 소재(2)는 이종 금속이다. 이종 금속끼리의 접촉부(6)를 고에너지 빔 용접을 사용하여 접합할 때, 도 3a에 도시하는 바와 같이 고에너지 빔 조사 장치(5)의 용접 빔(7)의 조준 위치(8)를 합재 소재(2)와 모재 소재(1)의 접촉부(6)와 일치시키면, 용접부(9)에 있어서, 용입으로 형성되는 용접 금속(4)이 접촉부(6)의 위치와 일치하지 않고, 한쪽의 금속으로 치우쳐서 형성되어 버리는 것이 판명되었다. 이 때문에, 합재 소재(2)와 모재 소재(1)의 접촉부(6)를 충분한 깊이까지 용접 접합할 수 없다. 여기서, 합재 소재(2)와 모재 소재(1)의 접촉부(6)에 있어서의 용접 깊이를 「용입 깊이 D」라고 칭한다. 용접 금속(4)과 접촉부(6)의 위치가 일치하였을 때에는 용입 깊이 D와 상기 용접부 깊이 Dmax가 일치하고(도 2b, 도 3b 참조), 용접 금속(4)과 접촉부(6)의 위치가 어긋났을 때에는 용입 깊이 D가 용접부 깊이 Dmax보다도 얕아진다(도 3a 참조).
- [0046] 그래서, 용접부(9)가 접촉부(6)의 위치로부터 한쪽의 금속으로 치우쳐서 형성되는 현상의 원인에 대해서 해명을 행하였다. 용접부(9)의 용접 금속(4)의 위치에 대해서, 접촉부(6)가 구성하는 면(접촉면(11))과 조립 슬래브(10)의 단부면(12)의 양쪽에 수직인 단면에 있어서, 상기 용입 깊이 D를 지표로 하였다. 용입 깊이 D가 22mm

이상이면 양호로 하였다.

[0047] 다음에, 고에너지 빔 조사 장치(5)의 용접 빔(7)의 조준 위치(8)를 합재 소재(2)와 모재 소재(1)의 접촉부(6)와 일치시켰을 때, 모재 소재(1)와 합재 소재(2)의 물성과, 용접부(9)가 접촉부(6) 중 어느 측으로 어긋나는지 및 어긋남의 정도에 대해서 여러 가지 검토를 행하였다. 어긋남의 정도에 대해서는, 용입 깊이 D를 지표로 하였다. 조합하는 피용접 재료로서, 표 1에 나타내는 4종류의 재료(A(보통강), B(페라이트·오스테나이트계 스테인리스강), C(구리), D(니켈))를 사용하였다. 각각의 성분 조성 및 대표적인 물성에 대해서 표 1에 나타낸다. 그 결과, 용접부(9)의 접촉부(6)로부터의 어긋남에 대해서는, A와 B의 조합에서는 B의 측으로 시프트하고, A와 C의 조합에서는 A의 측으로 시프트하고, B와 D의 조합에서는 B의 측으로 시프트하는 것이 판명되었다. 이 결과와 재료 물성의 대비를 행한 결과, 어느 측으로 시프트하는지에 대해서는, 자기 특성의 차이도 용접의 차이도 아니며, 열전도율의 차이가 영향을 미치고 있는 것이 비로소 판명되었다. 그리고, 모재 소재(1)와 합재 소재(2)의 열전도율이 다른 경우, 그 열전도율의 차이 정도(이하 「모재 소재와 합재 소재의 열전도율차의 비 γ ($\gamma = \text{고열전도율재의 열전도율} / \text{저열전도율재의 열전도율}$)」이라고 칭한다.)에 대응하여, 용접 어긋남 거리가 커지는 것이 판명되었다. 용접 금속(4)은 저열전도율측으로 어긋난다.

표 1

부호	피용접 재료 성분(질량%)										재료 특성		
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N	Cu	Al	Fe	자기 특성	용접 온도 °C	열전도율 λ W/mK
A	0.12	0.32	1.25							bal.	자성 재료	1490	74.6
B	0.02	0.54	1.82	22.52	5.75	3.09	0.18	0.23	0.021	bal.	반자성 재료	1420	19.0
C								bal.		0.14	비자성	1080	389.1
D	0.01		0.14		bal.				0.051		자성 재료	1455	90.0

[0048] 따라서 다음에, 도 3b에 도시하는 바와 같이, 고에너지 빔 조사 장치(5)의 용접 빔(7)의 조준 위치(8)를 합재 소재(2)와 모재 소재(1)의 접촉부(6)와 일치시키지 않고, 조준 위치(8)를 접촉부(6)로부터 거리 z(이하 「오프셋 거리 z」라고 한다.) 어긋나게 하는 시험을 행하였다. 그 결과, 조준 위치(8)를 고열전도율 재료측으로 어긋나게 함으로써, 용접 금속(4)의 접촉부(6)로부터의 어긋남을 저감할 수 있어, 결과적으로 용입 깊이 D를 증대할 수 있는 것이 판명되었다. 본 발명의 조립 슬래브의 제조 방법은 이러한 지견에 기초해서 이루어진 것이며, 조립 슬래브(10)의 단부면(12)에 있어서의 모재 소재(1)와 합재 소재(2)의 접촉부(6)에 대해서 고에너지 빔 용접을 사용하여 용접을 행하고, 고에너지 빔 용접에 있어서, 용접 빔(7)의 조준 위치(8)를 접촉부(6)로부터 고열전도율 재료측으로 어긋나게 하는 것을 특징으로 한다.

[0050] 여기서, 모재 소재와 합재 소재의 열전도율의 비 γ 와 오프셋 거리 z를 여러 가지 변화시키고, 용입 깊이 D를 증대할 수 있는 양자의 관계에 대해서 조사를 행하였다. 그 결과, 상기 본 발명의 조립 슬래브의 제조 방법은, 모재 소재(1)와 합재 소재(2)의 열전도율의 비 γ 가 2.5 이상일 때에 명확하게 효과를 발휘하고, 이때, 용접 빔(7)의 조준 위치(8)와 접촉부(6)의 어긋남(오프셋 거리 z)을 고열전도율 재료측에 1mm 이상으로 함으로써 효과를 유효하게 향수할 수 있다. 더욱 상세하게는, 열전도율의 비 γ 에 대응하여, 고열전도율 재료측으로의 오프셋 거리 z가 하기 식 (3)의 범위 내에 있을 때, 용입 깊이 D를 적합 범위 내에 넣을 수 있다.

[0051]
$$0.35 \times \gamma - 0.86 \leq z \leq 0.35 \times \gamma + 0.14 \quad (3)$$

[0052] 본 발명의 조립 슬래브의 제조 방법에 있어서, 모재 소재(1)와 합재 소재(2)의 고에너지 빔 용접에 의한 용접부(9)에 대해서는, 접촉부(6)가 구성하는 면(접촉면(11))과 조립 슬래브의 단부면(12)의 양쪽에 수직인 단면에 있어서, 용접 금속의 비드 폭 W와 용입 깊이 D의 비가 하기 식 (1)을 충족하는 것으로 하면 바람직하다.

[0053]
$$3.5 < D/W < 5.0 \quad (1)$$

[0054] 여기서, 합재 소재와 모재 소재의 접촉부에 있어서의 용접 깊이를 전술한 바와 같이 「용입 깊이 D」로 하고, 단부면의 위치에 있어서의 용접 금속의 폭을 「비드 폭 W」로 한다.

[0055] 식 (1)의 좌변측 부등식을 충족함으로써, 열간 압연 중의 용접부 균열을 억제할 수 있고, 식 (1)의 우변측 부등

식을 충족함으로써, 과잉의 용접 여유를 삭감하고, 효율적으로 제조할 수 있다. 또한, 본 발명은 필요에 따라서, 고에너지 빔 용접의 용접 빔에 입사 각도를 부여하거나, 용접 빔을 디포커스해도 적용할 수 있다.

- [0056] 고에너지 빔 용접으로서, 전자 빔 용접, 레이저 용접을 사용할 수 있다.
- [0057] 고에너지 빔 용접으로서 전자 빔 용접을 사용하는 경우에 있어서, 0.1kPa 이하의 진공 중에서 용접을 행하면 바람직하다. 0.1kPa 이하의 진공 중에서 용접을 행하면, 모재 소재(1)와 합재 소재(2)의 압착면을 적합하게 압착한 후에 용접 밀봉을 행할 수 있다. 또한, 전자 빔 용접을 사용하는 경우에는, 빔 편향을 사용할 수 있다. 빔 편향을 원형으로 하고, 그 편향 직경 ϕ 가 3mm 이상이면 바람직하다. 빔 편향을 원형으로 함으로써 용접 금속의 교반 효과가 발휘되고, 편향 직경 ϕ 를 3mm 이상으로 함으로써 보다 넓은 범위를 용융시키는 효과가 발휘된다. 또한, 상기 오프셋 거리 z 는 그 상한을 편향 직경 ϕ 의 절반 이하로 설정하면 바람직하다. 이에 의해, 양쪽 소재를 용융할 수 있다.
- [0058] 고에너지 빔 용접으로서 레이저 용접을 사용하는 경우, 모재 소재(1)에 미리 진공화용의 구멍을 뚫어 놓고, 레이저 용접으로 4둘레를 용접한 후에 진공 펌프로 진공화하는 방법을 사용할 수 있다.
- [0059] 본 발명의 조립 슬래브의 제조 방법에 있어서, 조립 슬래브(10)의 단부면(12)에 있어서의 합재 소재(2)끼리의 접합에 대해서는, 동일하게 고에너지 빔 용접을 적합하게 사용할 수 있고, 그 때, 오프셋 거리 $z=0$ 로 하여 용접하면 된다.
- [0060] 상기 본 발명의 조립 슬래브의 제조 방법으로 제조된 본 발명의 조립 슬래브는 모재 소재(1), 합재 소재(2), 박리재(3), 합재 소재(2), 모재 소재(1)가 이 순번으로 적층되어 있고, 모재 소재(1)와 합재 소재(2)는 열전도율의 비 γ (열전도율이 큰 쪽을 분자로 함)가 2.5 이상 다르고, 조립 슬래브(10)의 단부면(12)에 있어서의 모재 소재(1)와 합재 소재(2)의 접촉부(6)가 고에너지 빔 용접되어 이루어지고, 접촉부(6)가 구성하는 면과 조립 슬래브(10)의 단부면(12)의 양쪽에 수직인 단면에 있어서, 용접부(9)의 용접 금속(4)의 용입 깊이 D 가 22mm 이상 임과 함께, 비드 폭 W 와 용입 깊이 D 의 비가 상기 식 (1)을 충족하는 것을 특징으로 한다. 모재 소재(1)와 합재 소재(2)는 열전도율의 비 γ 가 2.5 이상 다를 때, 종래와 같이 고에너지 빔 조사 장치(5)의 용접 빔(7)의 조준 위치(8)를 합재 소재(2)와 모재 소재(1)의 접촉부(6)와 일치시키면, 용접 금속의 폭 중심과 상기 접촉부 사이에 어긋남이 발생하여 용입 깊이 D 가 22mm 미만이 되게 된다. 그에 반해 본 발명의 조립 슬래브는, 상기 본 발명의 조립 슬래브의 제조 방법을 적용함으로써, 모재 소재(1)와 합재 소재(2)는 열전도율의 비 γ 가 2.5 이상 다른 경우라도, 용접 금속의 폭 중심과 상기 접촉부 사이의 어긋남을 저감하고, 용입 깊이 D 가 22mm 이상이 된다.
- [0061] 본 발명의 클래드 강판의 제조 방법은, 상기 본 발명의 조립 슬래브의 제조 방법으로 제조한 조립 슬래브, 또는 상기 본 발명의 조립 슬래브를, 열간 압연 공정에서 압연하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에서는 조립 슬래브에 있어서 특허문헌 2에 기재와 같은 스페이서를 사용하고 있지 않으므로, 스페이서의 조달 및 가공에 드는 비용이 필요 없고, 또한 압연 후에 스페이서 배치 부분을 절제할 필요가 없으므로 압연 가공 수율 악화의 원인이 되지 않으며, 제품부에 스페이서가 잔존할 우려도 없다. 또한, 특허문헌 4에 기재와 같은 필러(용가재)를 공급하면서 접합은 아니므로, 필러의 조달 비용과 필러를 고에너지 빔 용접기 내에 공급하는 장치에 비용이 소비되는 일도 없다.
- [0062] 본 발명의 클래드 강판의 제조 방법은 또한, 열간 압연 후에, 클래드 강판의 4둘레 용접부를 절단 제거하고, 합재와 합재의 경계면에 도포한 박리제를 기점으로 분리해서 각각의 클래드 강판으로 한다.
- [0063] 클래드 강판의 합재, 조립 슬래브의 합재 소재로서는, 스테인리스강 등의 고합금강, Ni기 합금을 적합하게 사용할 수 있다. 또한, 클래드 강판의 모재, 조립 슬래브의 모재 소재로서는, 탄소강이나 저합금강 등의 강을 적합하게 사용할 수 있다.
- [0064] [실시예]
- [0065] 접합 재료로서 상기 표 1에 나타내는 재료 A(보통강), B(오스테나이트계 스테인리스강), C(구리), D(니켈)를 사용하고, 고에너지 빔 용접으로서, 전자 빔 용접을 사용하고, 표 2에 나타내는 조합으로 용접을 행하였다. 고에너지 빔 용접의 조건으로서, 0.1kPa 이하의 진공 중에서 전자 빔 용접을 행하고, 빔 편향을 원형으로 하고, 그 편향 직경 ϕ 를, 표 2의 No.1 내지 11에서는 3mm로 하고, No.12에서는 2mm로 하였다. 전자 빔 용접의 출력 기준을 16.8kW로 하였다. 표 2의 No.1, 4 내지 12는 기준 출력으로 하고, No.2, 3은 출력을 14.0kW로 저하시켰다. 도 3b에 도시하는 바와 같이, 고에너지 빔 조사 장치(5)의 용접 빔(7)의 조준 위치(8)를 접촉부(6)로부터

표 2에 나타내는 오프셋 거리 z 어긋나게 하여 용접을 행하였다.

[0066] 접촉부(6)가 구성하는 면(접촉면(11))과 조립 슬래브의 단부면(12)의 양쪽에 수직인 단면에 있어서, 에칭에 의해 용접 금속(4)을 현재화하고, 용접 금속(4)의 비드 폭 W 와 용입 깊이 D 를 측정하였다. 결과를 표 2에 나타낸다.

표 2

부호	재료 조합				열전도율의 비 γ	편향 직경 ϕ mm	출력 kW	오프셋	용접부 깊이 D_{max} mm	용입 깊이 D mm	용접 비드 폭 W mm	D/W	평가		
	재료 No.	열전도율 λ W/mK	재료 No.	열전도율 λ W/mK									압연 가부	수율 손실	종합 판정
1	A	74.6	B	19.0	3.9	3.0	16.8	A측으로1.0mm	39	39	8.0	4.9	S	S	S
2	A	74.6	B	19.0	3.9	3.0	14.0	A측으로1.0mm	22	22	7.0	3.1	G	S	G
3	A	74.6	B	19.0	3.9	3.0	14.0	A측으로1.1mm	23	22	7.5	2.9	G	S	G
4	A	74.6	B	19.0	3.9	3.0	16.8	A측으로1.1mm	37	37	7.5	4.9	S	S	S
5	A	74.6	B	19.0	3.9	3.0	16.8	A측으로1.5mm	34	27	7.5	3.6	S	S	S
6	A	74.6	C	389.1	5.2	3.0	16.8	C측으로1.5mm	28	28	7.7	3.6	S	S	S
7	B	19.0	D	90.0	4.7	3.0	16.8	D측으로1.5mm	27	27	7.5	3.6	S	S	S
8	B	19.0	B	19.0	1.0	3.0	16.8	없음	37	37	8.0	4.6	S	S	S
9	A	74.6	B	19.0	3.9	3.0	16.8	없음	42	20	7.0	2.9	X	G	X
10	A	74.6	C	389.1	5.2	3.0	16.8	없음	30	15	8.5	1.8	X	S	X
11	A	74.6	B	19.0	3.9	3.0	16.8	B측으로1.0mm	37	10	7.0	1.4	X	S	X
12	A	74.6	B	19.0	3.9	2.0	16.8	B측으로1.1mm	38	6	6.0	1.0	X	S	X

[0067]

[0068] 얻어진 용접제에 대해서, 품질의 평가를 행하였다.

[0069] 압연 가부에 대해서는 용입 깊이 D 와 식 (1)로 평가하고, $D \geq 22\text{mm}$ 또한 식 (1) 적합을 S(합격), $D < 22\text{mm}$ 또한 식 (1) 부적합을 G(합격), $D < 22\text{mm}$ 를 X(불합격)로 하였다.

[0070] 수율 손실에 대해서는 용접부 깊이 D_{max} 로 평가하고, $D_{max} \leq 40\text{mm}$ 를 S(합격), $40\text{mm} < D_{max} \leq 50\text{mm}$ 를 G(합격), $D_{max} > 50\text{mm}$ 를 X(불합격)로 하였다.

[0071] 종합 평가에 대해서는 압연 가부와 수율 손실의 평가에 있어서, 모두 S의 경우를 S(합격), 어느 쪽 또는 양쪽이

G이고 X를 포함하지 않는 경우를 G(합격), 어느 쪽에 X를 포함하는 경우를 X(불합격)로 하였다.

[0072] 본 발명에 No.1, 4 내지 7은, 모두 용접 빔(7)의 표준 위치(8)를 접촉부(6)로부터 고열전도율 재료측으로 어긋나게 하고 있고, 용입 깊이 D가 22mm 이상이 되어, 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 본 발명에 No.2와 3은 전자 빔 용접의 출력이 적합 범위보다도 낮아, 결과적으로 식 (1) 적합 범위로부터는 벗어나게 되었다.

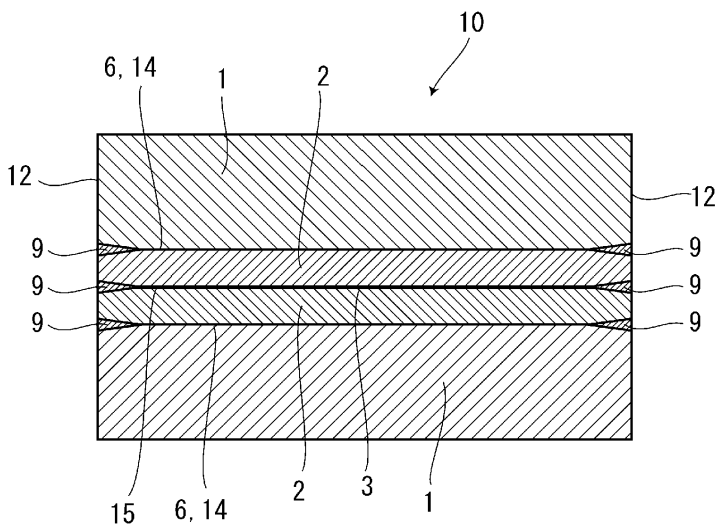
[0073] 비교예 No.8은 동일 재료끼리의 용접 결과이며, 본 발명의 대상으로부터 벗어난다. 비교예 No.9, 10은, 다른 재료의 용접 시에 오프셋을 마련하고 있지 않고, 비교예 No.11 내지 12는 용접 빔의 표준 위치를 접촉부로부터 저열전도율 재료측으로 어긋나게 하고 있고, 모두 용입 깊이 D가 22mm 미만이 되었다.

부호의 설명

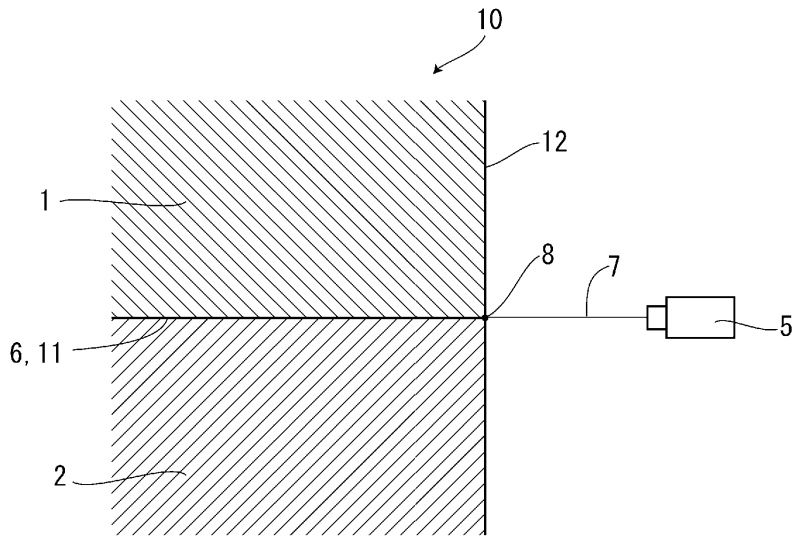
- [0074] 1: 모재 소재
- 2: 합재 소재
- 3: 박리제
- 4: 용접 금속
- 5: 고에너지 빔 조사 장치
- 6: 접촉부
- 7: 용접 빔
- 8: 표준 위치
- 9: 용접부
- 10: 조립 슬래브
- 11: 접촉면
- 12: 단부면
- 14: 접합면
- 15: 분리면

도면

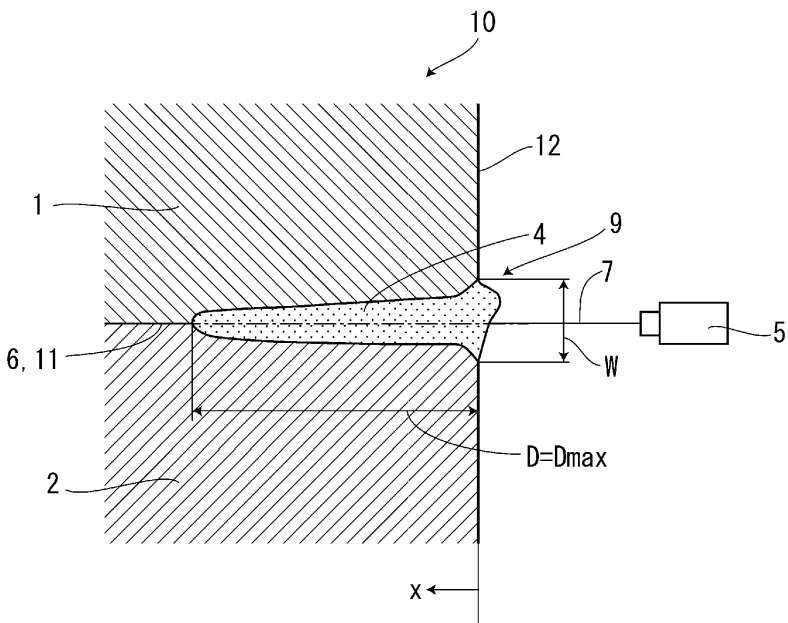
도면1



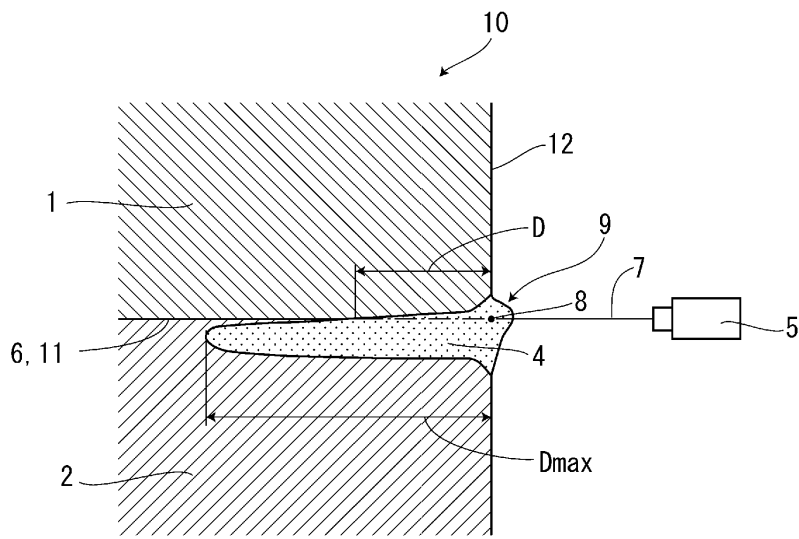
도면2a



도면2b



도면3a



도면3b

