



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0032088
(43) 공개일자 2024년03월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C22C 38/58 (2006.01) C21D 1/18 (2006.01)
 C21D 9/50 (2006.01) C22C 38/00 (2006.01)
 C22C 38/06 (2006.01) C22C 38/42 (2006.01)
 C22C 38/44 (2006.01) C22C 38/48 (2006.01)
 C22C 38/50 (2006.01) C22C 38/60 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 C22C 38/58 (2013.01)
 C21D 1/18 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7004171
- (22) 출원일자(국제) 2022년08월10일
 심사청구일자 2024년02월05일
- (85) 번역문제출일자 2024년02월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2022/030629
- (87) 국제공개번호 WO 2023/017844
 국제공개일자 2023년02월16일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2021-131274 2021년08월11일 일본(JP)

- (71) 출원인
 닛폰세이테츠 가부시카이가샤
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 2쵸메 6방 1고
- (72) 발명자
 나이토 야스아키
 일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카이가샤 내
- (74) 대리인
 다바타 신이치로
 일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카이가샤 내
 (뒷면에 계속)

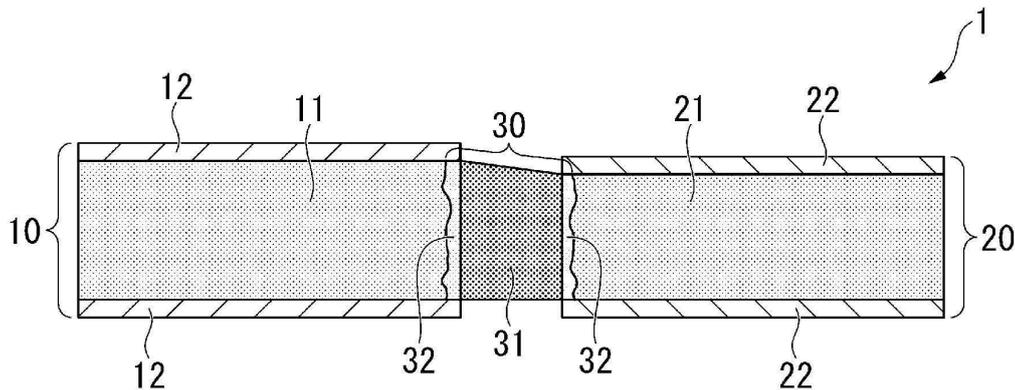
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **접합 부품 및 접합 강판**

(57) 요약

이 접합 부품은, 제1 강 부재와, 제2 강 부재와, 상기 제1 강 부재와 상기 제2 강 부재의 맞댐부에 형성되며, 용접 금속 및 열영향부를 포함하는 접합부를 포함하고, 상기 제1 강 부재는, 강판 기재와, 상기 강판 기재의 표면에 형성된 Al-Fe계 피복을 갖고, 인장 강도가 1500MPa 초과이고, 상기 용접 금속의, 상기 접합부의 연장 방향에 직교하는 판 두께 방향의 단면을 측정면으로 하였을 때, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량이, 질량%로, 0.03% 이상, 3.00% 이하이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C21D 9/50 (2013.01)
C22C 38/008 (2013.01)
C22C 38/06 (2013.01)
C22C 38/42 (2013.01)
C22C 38/44 (2013.01)
C22C 38/48 (2013.01)
C22C 38/50 (2013.01)
C22C 38/60 (2013.01)

구스미 가즈히사

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠가부시키키가이샤 내

(72) 발명자

이리카와 히데아키

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시키키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

제1 강 부재와,

제2 강 부재와,

상기 제1 강 부재와 상기 제2 강 부재의 맞담부에 형성되며, 용접 금속 및 열영향부를 포함하는 접합부를 포함하고,

상기 제1 강 부재는,

강판 기재와,

상기 강판 기재의 표면에 형성된 Al-Fe계 피복을 갖고,

인장 강도가, 1500MPa 초과이고,

상기 용접 금속의, 상기 접합부의 연장 방향에 직교하는 판 두께 방향의 단면을 측정면으로 하였을 때, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량이, 질량%로, 0.03% 이상, 3.00% 이하인

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속의 비커스 경도가, 상기 제2 강 부재의 강판 기재의 경도 또는 350Hv 중 어느 높은 값을 초과하는 경도인

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의 평균 Al 함유량이, 질량%로, 1.00% 미만인

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의 평균 Al 함유량이, 질량%로, 1.00% 미만인

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, 상기 평균 Al 함유량에 대한 상기 평균 Cu 함유량의 비인 Cu/Al 이, 0.15 내지 3.90인,

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, 상기 평균 Al 함유량에 대한 상기 평균 Cu 함유량의 비인 Cu/Al 이, 0.15 내지 3.90인,

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 강 부재에 있어서의 상기 강판 기재가, 질량%로,

C: 0.25 내지 0.65%,

Si: 2.00% 이하,

Mn: 0.15 내지 3.00%,

P: 0.050% 이하,

S: 0.0100% 이하,

N: 0.010% 이하,

O: 0.010% 이하,

Al: 1.00% 이하,

B: 0.0005 내지 0.0100%,

Cu: 0 내지 3.00%,

Ti: 0 내지 0.100%,

Nb: 0 내지 0.10%,

Mo: 0 내지 1.00%,

Cr: 0 내지 1.00%,

Ni: 0 내지 1.00%,

V: 0 내지 1.00%,

Ca: 0 내지 0.010%,

Mg: 0 내지 0.010%,

Sn: 0 내지 1.00%,

W: 0 내지 1.00%,

Sb: 0 내지 1.00%,

Zr: 0 내지 1.00%,

REM: 0 내지 0.30%, 및

잔부: Fe 및 불순물

로 이루어지는 화학 조성을 갖는,

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 강 부재의 상기 강판 기재의 상기 화학 조성에 있어서,

Cu 함유량이, 0.05 내지 3.00%인

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 9

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이 1.2% 이상인,

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이 1.2% 이상인,

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이 1.2% 이상인,

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 12

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하인,

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하인,

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하인,

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하인,

것을 특징으로 하는 접합 부품.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하인,
것을 특징으로 하는 집합 부품.

청구항 17

제11항에 있어서,
상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하인,
것을 특징으로 하는 집합 부품.

청구항 18

제1 강판과,
제2 강판과,
상기 제1 강판과 상기 제2 강판의 맞댐부에 형성되며, 용접 금속 및 열영향부를 포함하는 집합부
를 포함하고,
상기 제1 강판은,
강판 기재와,
상기 강판 기재의 표면에 형성된 Al계 피복을 갖고,
상기 용접 금속의, 상기 집합부의 연장 방향에 직교하는 판 두께 방향의 단면을 측정면으로 하였을 때, 상기 측
정면의 상기 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량이, 질량%로, 0.03% 이상, 3.00% 이하인
것을 특징으로 하는 집합 강판.

청구항 19

제18항에 있어서,
상기 측정면의 상기 용접 금속 중의 평균 Al 함유량이, 질량%로, 1.00% 미만인
것을 특징으로 하는 집합 강판.

청구항 20

제18항 또는 제19항에 있어서,
상기 제1 강판에 있어서의 상기 강판 기재가, 질량%로,
C: 0.25 내지 0.65%,
Si: 2.00% 이하,
Mn: 0.15 내지 3.00%,
P: 0.050% 이하,
S: 0.0100% 이하,
N: 0.010% 이하,
O: 0.010% 이하,
Al: 1.00% 이하,
B: 0.0005 내지 0.0100%,
Cu: 0 내지 3.00%,
Ti: 0 내지 0.100%,

Nb: 0 내지 0.10%,
Mo: 0 내지 1.00%,
Cr: 0 내지 1.00%,
Ni: 0 내지 1.00%,
V: 0 내지 1.00%,
Ca: 0 내지 0.010%,
Mg: 0 내지 0.010%,
Sn: 0 내지 1.00%,
W: 0 내지 1.00%,
Sb: 0 내지 1.00%,
Zr: 0 내지 1.00%,
REM: 0 내지 0.30%, 및

잔부: Fe 및 불순물

로 이루어지는 화학 조성을 갖는
것을 특징으로 하는 집합 강판.

청구항 21

제20항에 있어서,
상기 제1 강판의 상기 강판 기재의 상기 화학 조성에 있어서,
Cu 함유량이, 0.05 내지 3.00%인
것을 특징으로 하는 집합 강판.

청구항 22

제18항 또는 제19항에 있어서,
상기 측정면의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이, 1.2% 이상인
것을 특징으로 하는 집합 강판.

청구항 23

제20항에 있어서,
상기 측정면의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이, 1.2% 이상인
것을 특징으로 하는 집합 강판.

청구항 24

제21항에 있어서,
상기 측정면의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이, 1.2% 이상인
것을 특징으로 하는 집합 강판.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 접합 부품 및 그 소재가 되는 접합 강관에 관한 것이다.

[0002] 본원은, 2021년 08월 11일에, 일본에 출원된 일본 특허 출원 제2021-131274호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경 기술

[0003] 자동차 분야에 있어서는, 오늘날의 환경 규제 및 충돌 안전 기준의 엄격화를 배경으로, 연비와 충돌 안전성의 양쪽을 향상시키기 위해, 높은 인장 강도를 갖는 강관(고강도 강관)의 적용이 확대되고 있다. 그러나, 고강도화에 수반하여 강관의 프레스 성형성이 저하되므로, 복잡한 형상의 제품을 제조하는 것이 곤란해지고 있다.

[0004] 구체적으로는, 고강도화에 수반하여 강관의 연성이 저하되어, 복잡한 형상으로 가공한 경우에 고가공 부위에서 파단된다는 문제가 발생하고 있다. 또한, 강관의 고강도화에 수반하여, 가공 후의 잔류 응력에 의해 스프링백 및 벽 휨이 발생하여, 치수 정밀도가 열화된다는 문제도 발생하고 있다. 따라서, 고강도, 특히 780MPa 이상의 인장 강도를 갖는 강관을, 프레스 성형에 의해 복잡한 형상을 갖는 제품으로 가공하는 것은 용이하지 않다. 프레스 성형이 아닌 롤 성형에 의하면, 고강도의 강관을 가공하기 쉽지만, 그 적용처는 길이 방향으로 균일한 단면을 갖는 부품에 한정된다.

[0005] 그래서 근년, 예를 들어 특허문헌 1 내지 3에 개시되는 바와 같이, 고강도 강관과 같은 성형이 곤란한 재료를 프레스 성형하는 기술로서, 핫 스탬프 기술이 채용되고 있다. 핫 스탬프 기술이란, 성형에 제공하는 재료를 가열하고 나서 성형하는 열간 성형 기술이다.

[0006] 이 기술에서는, 재료를 가열하고 나서 성형한다. 그 때문에, 성형 시에는, 강재가 연질이며, 양호한 성형성을 갖는다. 이에 의해, 고강도의 강관이어도, 복잡한 형상으로 고정밀도로 성형할 수 있다. 또한, 핫 스탬프 기술에서는, 프레스 금형에 의해 성형과 동시에 퀴칭을 행하므로, 성형 후의 강 부재는 충분한 강도를 갖는다.

[0007] 예를 들어, 특허문헌 1에 의하면, 핫 스탬프 기술에 의해, 성형 후에 1400MPa 이상의 인장 강도를 갖는 강 부재를 얻을 수 있는 것이 개시되어 있다.

[0008] 근년, 세계 각국이 보다 높은 CO₂ 삭감 목표를 설정하고, 각 자동차 회사는 충돌 안전을 배려하면서 연비 삭감을 추진하고 있다. 가솔린차는 물론, 급속하게 진보하는 전동차에 있어서도, 승객뿐만 아니라 배터리를 충돌로부터 지키고, 또한 그 중량 증가분을 상쇄하기 위하여, 그 재료로서, 한층 더한 고강도재가 요구되고 있다. 예를 들어 자동차 등에 사용되는 강 부재에 있어서는, 현재 핫 스탬프에 의해 성형된 강 부재로서 일반적으로 사용되고 있는 강도(1.5GPa=1500MPa)를 초과하는, 보다 고강도의 핫 스탬프 부재가 필요해지고 있다.

[0009] 그러나, 일반적으로 강 부재는 고강도화에 수반하여, 변형능이 저하된다. 그 때문에, 자동차의 충돌 시에 변형이 집중되는 부위에 있어서, 충돌 변형의 조기에 파단이 발생하면, 고강도화에 걸맞은 내하중이나 충돌 흡수 에너지가 얻어지지 않는 경우가 있다. 또한, 금속 재료의 대부분은, 고강도화에 수반하여 여러 특성이 열화되어, 변형능이나 내수소 취화 특성이 저하된다. 특히 강 부재에 있어서는, 인장 강도가 1.2GPa 이상이 되면 수소 취화 감수성이 높아지는 것이 알려져 있고, 자동차 분야에 앞서 고강도화가 진행되어 온 볼트 강에서 수소 취화 균열의 사례가 존재한다. 그 때문에, 1.5GPa를 초과하는 인장 강도를 갖는 핫 스탬프 부재에 있어서는, 수소 취화 감수성이 더욱 높아질 것으로 우려되고 있다.

[0010] 또한, 핫 스탬프 기술을 강관에 적용한 경우, 강관은, 고온으로 가열됨으로써, 표면의 철 등이 산화하여 스케일(산화물)이 생성된다. 따라서, 열간 프레스 가공을 행한 후에, 이 스케일을 제거하는 공정(디스케일링 공정)이 필요해져, 생산성이 저하된다. 또한, 내식성을 필요로 하는 부재 등에서는, 가공 후에 부재 표면에 방청 처리나 금속 피복을 할 필요가 있으므로, 표면 청정화 공정, 표면 처리 공정이 필요해져, 역시 생산성이 저하된다.

[0011] 이러한 생산성의 저하를 억제하는 방법의 예로서, 강관에 피복을 실시하는 방법을 들 수 있다. 일반적으로, 강관 상의 피복으로서, 유기계 재료나 무기계 재료 등 다양한 재료가 사용된다. 그 중에서도 강관에 대해서는, 그 방식 성능과 강관 생산 기술의 관점에서, 희생 방식 작용이 있는 아연계 도금이, 많이 적용되고 있다. 한편, 열간 프레스 가공에 있어서의 가열 온도는, 퀴칭 효과를 얻기 위해 강의 Ac3 변태점보다 높은 온도에서 행해지는 경우가 많다. 그러나, 이 가열 온도는 유기계 재료의 분해 온도나 Zn계 등의 금속 재료의 비점 등보다도 높다. 이 때문에, 유기계 재료나 Zn계의 금속 재료를 피복한 강관을 열간 프레스를 위해 가열하는 경우, 강관 표면의 도금층이 증발하여, 표면 성상의 현저한 열화의 원인이 되는 경우가 있다.

[0012] 이러한 표면 성상의 열화를 회피하는 경우, 고온으로 가열하는 열간 프레스 가공을 행하는 강관에 대해서는, 예

를 들어 유기계 재료 피복이나 Zn계의 금속 피복에 비해 비점이 높은, Al계의 금속을 피복하는 것이 바람직하다.

- [0013] Al계의 금속 피복을 실시한 강판, 소위 Al 도금 강판을 사용함으로써, 강판 표면에 스케일이 부착되는 것을 방지할 수 있어, 디스케일링 공정 등의 공정이 불필요해지기 때문에 생산성이 향상된다. 또한, Al계의 금속 피복에는 방청 효과도 있으므로 도장 후의 내식성도 향상된다.
- [0014] 상술한 배경으로부터, 근년에는, 충돌 시에 변형을 집중시키는 영역과 변형시키지 않는 영역을 나누어 만든 강부재(테일러드 블랭크재라고 함)의 차체 적용이 확대되고 있다. 특히 강도나 판 두께가 다른 소재 강판을 용접에 의해 맞댐 접합한 강 부재를 테일러드 웰드 블랭크재(TWB재)라고 한다. 또한, TWB재에는, 생산성의 향상이나, 표면 성상의 열화를 방지하기 위해, 일반적으로, Al 도금을 갖는 강판이 사용되는 경우가 많다.
- [0015] 그러나, Al 도금을 갖는 강판을 접합하여 TWB재를 제조할 때, 표면의 Al이 접합부의 용접 금속 중에 용입되어, 강도가 대폭 저하된다는 문제가 있다. 그 때문에, Al 도금을 갖는 강판을 접합하여 TWB재를 제조하는 경우, 접합부가 되는 맞댐부의 표면의 Al 도금을 절삭한 후에, 접합을 행하는 경우가 많다. 이 경우, 접합부의 표면에는 도금(피복)이 존재하지 않는다.
- [0016] 자동차에 사용되는 강 부재는, 자동차의 사용 시, 강재의 부식에 의해 발생하는 수소에 의해 수소 취화 균열의 리스크가 있다. 상술한 바와 같이 특히 1.5GPa를 초과하는 강도 영역에서는 강재의 수소 취화 감수성이 매우 높아지므로, 경미한 부식에 의한 미량의 수소에 의해서도 수소 취화될 수 있다고 생각된다. 상술한 TWB재에 있어서는, 접합부는, 장소에 따라서는 접합되는 고강도 강판에 가까운 강도를 갖는 데다가, 표면에 피복이 존재하지 않는 경우가 많으므로, 부식을 완전히 방지하는 것이 어렵다. 그 때문에, 한층 더한 차체 경량화를 위하여 1.5 GPa를 초과하는 핫 스텝 부재를 차체에 적용하기 위해서는, 충돌 변형 시의 조기 과단 리스크를 저감하기 위하여 TWB 기술을 활용하면서, 또한 접합부에 있어서의 수소 취화 균열의 리스크를 충분히 저감할 필요가 있다.
- [0017] 접합부에 있어서, 용접 금속이 수소 취화되기 쉬운 이유는 주로 세 가지가 있다. 구체적으로는, (i) 용접 금속의 표면에는 피막이 존재하지 않는 경우가 많이 부식이 진행되기 쉬운 것, 또한 (ii) 접합부는 강도 또는 판 두께의 천이대이며 충돌 시에 국소적으로 응력이 가해지기 쉬운 것, (iii) 용접 금속과 같은, 녹아서 굳은 부분의 조직은 조대하고 취화되기 쉬운 것, 에 의해, 접합부의 용접 금속은 수소 취화되기 쉽다. 즉, TWB에 있어서의 접합부의 용접 금속은, 수소 취화의 요인인 수소의 발생, 응력의 부가, 재료의 한계의 모두가 모재 정상부보다 엄격한 조건 하에 있다.
- [0018] 인장 강도가 1.5GPa를 초과하는 고강도 강재에 관하여, 예를 들어 특허문헌 2에는, 인성이 우수하고, 또한 인장 강도가 1.8GPa 이상인, 열간 프레스 성형된 프레스 성형품이 개시되어 있다. 특허문헌 3에는, 2.0GPa 이상이라는 극히 높은 인장 강도를 갖고, 또한 양호한 인성과 연성을 갖는 강재가 개시되어 있다. 특허문헌 4에는, 1.8GPa 이상이라는 높은 인장 강도를 갖고, 또한 양호한 인성을 갖는 강재가 개시되어 있다. 특허문헌 5에는, 2.0GPa 이상이라는 극히 높은 인장 강도를 갖고, 또한 양호한 인성을 갖는 강재가 개시되어 있다.
- [0019] 그러나, 특허문헌 2 내지 5에는 TWB재의 내수소 취성에 대하여, 특히 부식 환경에 있어서 취화가 우려되는 접합부의 용접선에 있어서의 수소 취화에 대한 대책이 충분하지 않다. 그 때문에, 특허문헌 2 내지 5의 강재는, 인장 강도가 1.5GPa를 초과하기는 하지만, 자동차 부재로서의 사용에 있어서, 더 높은 안전성의 요구에 대해서는 충분히 응할 수 없는 경우가 있다.
- [0020] TWB재에 관해서는, 예를 들어 특허문헌 6 내지 16에는, 접합부의 강도 저하의 과제를 해결하기 위해, 노출부(Al 도금 제거부)의 형상의 제어나, 용접 시에, γ 제닉 원소를 포함하는 필러나 금속 분말 등을 사용하는 것이 개시되어 있다.
- [0021] 그러나, 어느 특허문헌에 있어서도, TWB재의 접합부의 용접 금속에 있어서의 수소 취화에 대한 대책은 충분하지 않아, 인장 강도가 1.5GPa를 초과하는 고강도 강재의 자동차 부재에의 적용에 있어서, 더 높은 안전성의 요구에 대해서는 충분히 응할 수 없는 경우가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0022] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2002-102980호 공보

- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2012-180594호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2012-001802호 공보
- (특허문헌 0004) 국제 공개 제2015/182596호
- (특허문헌 0005) 국제 공개 제2015/182591호
- (특허문헌 0006) 국제 공개 제2013/014512호
- (특허문헌 0007) 국제 공개 제2007/125182호
- (특허문헌 0008) 일본 특허 공표 제2009-534529호 공보
- (특허문헌 0009) 국제 공개 제2015/121074호
- (특허문헌 0010) 국제 공개 제2017/050711호
- (특허문헌 0011) 일본 특허 공표 제2018-534143호 공보
- (특허문헌 0012) 일본 특허 공표 제2017-512137호 공보
- (특허문헌 0013) 국제 공개 제2015/086781호
- (특허문헌 0014) 일본 특허 공표 제2016-531753호 공보
- (특허문헌 0015) 국제 공개 제2019/093440호
- (특허문헌 0016) 국제 공개 제2020/152887호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0023] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것이며, 강도나 판 두께가 다른 소재 강판을 용접에 의해 맞댐 접합한 강 부재(TWB재)여도, 내수소 취성이 우수한 접합부를 갖는 접합 부품, 및 그 소재가 되는 접합 강판을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0024] 본 발명은 강도나 판 두께가 다른 소재 강판을 용접에 의해 맞댐 접합한 강 부재(TWB재)에 있어서의 하기의 접합 부품 및 그 소재가 되는 접합 강판을 요지로 한다.

[0025] [1] 본 발명의 일 양태에 관한 접합 부품은, 제1 강 부재와, 제2 강 부재와, 상기 제1 강 부재와 상기 제2 강 부재의 맞댐부에 형성되며, 용접 금속 및 열영향부를 포함하는 접합부를 포함하고, 상기 제1 강 부재는, 강판 기재와, 상기 강판 기재의 표면에 형성된 Al-Fe계 피복을 갖고, 인장 강도가, 1500MPa 초과이고, 상기 용접 금속의, 상기 접합부의 연장 방향에 직교하는 판 두께 방향의 단면을 측정면으로 하였을 때, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량이, 질량%로, 0.03% 이상, 3.00% 이하이다.

[0026] [2] [1]에 기재된 접합 부품은, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속의 비커스 경도가, 상기 제2 강 부재의 강판 기재의 경도 또는 350Hv 중 어느 높은 값을 초과하는 경도여도 된다.

[0027] [3] [1]에 기재된 접합 부품은, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의 평균 Al 함유량이, 질량%로, 1.00% 미만이어도 된다.

[0028] [4] [2]에 기재된 접합 부품은, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의 평균 Al 함유량이, 질량%로, 1.00% 미만이어도 된다.

[0029] [5] [3]에 기재된 접합 부품은, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, 상기 평균 Al 함유량에 대한 상기 평균 Cu 함유량의 비인 Cu/Al이, 0.15 내지 3.90이어도 된다.

[0030] [6] [4]에 기재된 접합 부품은, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, 상기 평균 Al 함유량에 대한 상

기 평균 Cu 함유량의 비인 Cu/Al이, 0.15 내지 3.90이어도 된다.

- [0031] [7] [1] 내지 [6] 중 어느 하나에 기재된 접합 부품은, 상기 제1 강 부재에 있어서의 상기 강판 기재가, 질량%로, C: 0.25 내지 0.65%, Si: 2.00% 이하, Mn: 0.15 내지 3.00%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, N: 0.010% 이하, O: 0.010% 이하, Al: 1.00% 이하, B: 0.0005 내지 0.0100%, Cu: 0 내지 3.00%, Ti: 0 내지 0.100%, Nb: 0 내지 0.10%, Mo: 0 내지 1.00%, Cr: 0 내지 1.00%, Ni: 0 내지 1.00%, V: 0 내지 1.00%, Ca: 0 내지 0.010%, Mg: 0 내지 0.010%, Sn: 0 내지 1.00%, W: 0 내지 1.00%, Sb: 0 내지 1.00%, Zr: 0 내지 1.00%, REM: 0 내지 0.30%, 및 잔부: Fe 및 불순물로 이루어지는 화학 조성을 가져도 된다.
- [0032] [8] [7]에 기재된 접합 부품은, 상기 제1 강 부재의 상기 강판 기재의 상기 화학 조성에 있어서, Cu 함유량이, 0.05 내지 3.00%여도 된다.
- [0033] [9] [1] 내지 [6] 중 어느 하나에 기재된 접합 부품은, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이 1.2% 이상이어도 된다.
- [0034] [10] [7]에 기재된 접합 부품은, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이 1.2% 이상이어도 된다.
- [0035] [11] [8]에 기재된 접합 부품은, 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이 1.2% 이상이어도 된다.
- [0036] [12] [1] 내지 [6] 중 어느 하나에 기재된 접합 부품은, 상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하여도 된다.
- [0037] [13] [7]에 기재된 접합 부품은, 상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하여도 된다.
- [0038] [14] [8]에 기재된 접합 부품은, 상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하여도 된다.
- [0039] [15] [9]에 기재된 접합 부품은, 상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하여도 된다.
- [0040] [16] [10]에 기재된 접합 부품은, 상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하여도 된다.
- [0041] [17] [11]에 기재된 접합 부품은, 상기 제2 강 부재의 인장 강도가, 500MPa 이상, 1500MPa 이하여도 된다.
- [0042] [18] 본 발명의 다른 양태에 관한 접합 강관은, 제1 강판과, 제2 강판과, 상기 제1 강판과 상기 제2 강판의 맞댐부에 형성되며, 용접 금속 및 열영향부를 포함하는 접합부를 포함하고, 상기 제1 강판은, 강판 기재와, 상기 강판 기재의 표면에 형성된 Al계 피복을 갖고, 상기 용접 금속의, 상기 접합부의 연장 방향에 직교하는 판 두께 방향의 단면을 측정면으로 하였을 때, 상기 측정면의 상기 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량이, 질량%로, 0.03% 이상, 3.00% 이하이다.
- [0043] [19] [18]에 기재된 접합 강관은, 상기 측정면의 상기 용접 금속 중의 평균 Al 함유량이, 질량%로, 1.00% 미만이어도 된다.
- [0044] [20] [18] 또는 [19]에 기재된 접합 강관은, 상기 제1 강판에 있어서의 상기 강판 기재가, 질량%로, C: 0.25 내지 0.65%, Si: 2.00% 이하, Mn: 0.15 내지 3.00%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, N: 0.010% 이하, O: 0.010% 이하, Al: 1.00% 이하, B: 0.0005 내지 0.0100%, Cu: 0 내지 3.00%, Ti: 0 내지 0.100%, Nb: 0 내지 0.10%, Mo: 0 내지 1.00%, Cr: 0 내지 1.00%, Ni: 0 내지 1.00%, V: 0 내지 1.00%, Ca: 0 내지 0.010%, Mg: 0 내지 0.010%, Sn: 0 내지 1.00%, W: 0 내지 1.00%, Sb: 0 내지 1.00%, Zr: 0 내지 1.00%, REM: 0 내지 0.30%, 및 잔부: Fe 및 불순물로 이루어지는 화학 조성을 가져도 된다.
- [0045] [21] [20]에 기재된 접합 강관은, 상기 제1 강판의 상기 강판 기재의 상기 화학 조성에 있어서, Cu 함유량이, 0.05 내지 3.00%여도 된다.
- [0046] [22] [18] 또는 [19]에 기재된 접합 강관은, 상기 측정면의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이, 1.2% 이상이어도 된다.
- [0047] [23] [20]에 기재된 접합 강관은, 상기 측정면의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이, 1.2% 이상이어도 된다.
- [0048] [24] [21]에 기재된 접합 강관은, 상기 측정면의 상기 용접 금속 중의, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상의 합계 함유량이, 1.2% 이상이어도 된다.

발명의 효과

- [0049] 본 발명의 상기 양태에 따르면, 강도나 판 두께가 다른 소재 강관을 용접에 의해 맞댐 접합한 강 부재(TWB재)여도, 내수소 취성이 우수한 접합부를 갖는 접합 부품 및 그 소재가 되는 접합 강관을 제공할 수 있다.
- [0050] 본 발명의 상기 양태에 관한 접합 부품은, 고강도이며 또한 내수소 취성이 우수하므로, 자동차 부품에 적용한 경우, 연비 및 충돌 안전성의 향상에 기여한다.

도면의 간단한 설명

- [0051] 도 1은 본 실시 형태에 관한 접합 부품의 일례를 도시하는 모식도이다.
- 도 2는 본 실시 형태에 관한 접합 강관의 일례를 도시하는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0052] 본 발명자들은, 강도나 판 두께가 다른 소재 강관을 용접에 의해 맞댐 접합한 강 부재(TWB재)에 있어서, 적어도 일부가 높은 인장 강도를 가지며, 또한 내수소 취성이 우수한 접합부를 갖는, 접합 부품을 얻기 위해, 이들 특성에 영향을 미치는, 접합부의 용접 금속의 조직이나, 소재가 되는 강관의 영향에 대하여 조사하였다. 그 결과, 이하의 지견을 얻었다.
- [0053] 일반적으로 제조되고 있는 핫 스탬프 부재에 사용되는 소재의 대부분은, 내식성이 우수한 알루미늄 도금(Al 도금)이 강관의 표면에 실시된 피복 강관이다. 이 피복 강관에 핫 스탬프를 행하면, 가열 시에 표면의 도금층 중의 Al과 강관의 Fe의 합금화 반응이 진행되어 Al 및 Fe를 포함하는 피복(이하 Al-Fe계 피복이라고 하는 경우가 있음)을 구비하는 강 부재(피복 강 부재)가 얻어진다. 일반적으로 사용되고 있는 핫 스탬프 후에 인장 강도가 1.5GPa 정도를 나타내는 강관의 대부분은, 0.20질량% 정도의 C를 함유하고, 이 C에 의해 핫 스탬프 후의 강도를 확보하고 있다. 이 피복 강관을 다른 강관과 맞대어 접합한 후, 열처리를 행함으로써, Al-Fe계 피복을 구비하는 접합 부품이 얻어진다.
- [0054] (a) 본 발명자들은, 더한층의 차체 경량화를 위하여, C 함유량을 높임으로써 핫 스탬프 후에 1.5GPa(1500MPa)을 초과하는 고강도 부재를 얻기 위한 상세 검토를 행하였다. 그 결과, 맞댐 용접에 제공하는 강관 중 적어도 한 쪽에 있어서 C 함유량을 0.25질량% 이상으로 함으로써, 그 부분에서는 핫 스탬프와 같은 퀴칭을 포함하는 열처리 후에 인장 강도로 1.5GPa 초과의 초고강도가 얻어지는 것을 알았다. 한편, 인장 강도 1.5GPa 초과로의 초고강도화에 수반하여, 변형능은 저하되어 충돌 변형 시에 조기에 파단되는 리스크가 우려되었다. 또한, 수소 취화 감수성이 증대되어, 자동차 사용 시의 부식 환경에 있어서 발생하는 수소에 의해 수소 취화 균열이 발생하는 리스크도 우려되었다. 특히, 이 Al계 피복 강관끼리, 혹은 Al계 피복 강관과 다른 피복 강관을 맞댐 접합하는 경우에는, 접합부가 되는 맞댐부의 표면의 Al을 일부 혹은 전량 절삭하는 경우가 많기 때문에, 절삭된 부분에서는 알루미늄 도금에 의한 내식성을 보증할 수 없다. 그 때문에, 접합부에서는, 접합되는 강 부재에 가까운 강도를 가짐에도 불구하고, 표면에는 피막이 존재하지 않는 경우가 많아 부식이 진행되기 쉽다. 또한, 상술한 바와 같이, 접합부는, 강 부재보다 응력 상태, 재료 한계 모두 엄격한 조건에 있다. 따라서, 접합부에서는 수소 취화의 리스크가 보다 우려된다.
- [0055] (b) 그래서, 본 발명자들은, 접합 부품에 있어서, 취화 기점이 되는 접합부의 용접 금속에 있어서의 내식성을 향상시킴으로써 수소 취화를 억제하는 방법에 대하여 검토하였다. 그 결과, 용접 금속에 내식성 향상 원소인 Cu를 함유시킴으로써 내식성을 향상시켜 수소 취화를 억제할 수 있는 것을 알아냈다.
- [0056] (c) 본 발명자들은 또한, 접합부 이외에 대해서도, 1.5GPa를 초과하는 인장 강도를 갖는 피복 강 부재의 내수소 취성을 조사하고, 내수소 취성의 확보를 위해 바람직한 성분 설계나 조직 설계를 검토하였다.
- [0057] 본 발명자들은, 상기한 지견에 기초하여, 접합부의 용접 금속에 있어서의 부식을 억제하고, 침입 수소량을 저감시키는 것, 및 강재의 내수소 취성을 향상시키는 것에 의해, 부식 환경에 있어서의 내수소 취성을 크게 개선하여, 내수소 취성이 우수한 접합부와 인장 강도가 1.5GPa를 초과하는 고강도의 피복 강 부재를 갖는 접합 부품을 개발하였다. 이러한 접합 부품은, 고강도이면서 수소 취화 리스크가 낮으므로, 보다 안전하게 차체에 적용할 수 있다.
- [0058] 이하, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 접합 부품(본 실시 형태에 관한 접합 부품) 및 그 소재가 되는 접합 강관(본 실시 형태에 관한 접합 강관)의 각 요건에 대하여 상세하게 설명한다.

- [0059] (A) 집합 부품
- [0060] 본 실시 형태에 관한 집합 부품(1)은, 도 1에 도시하는 바와 같이, 제1 강 부재(10)와, 제2 강 부재(20)와, 제1 강 부재(10)와 제2 강 부재(20)의 맞댄부에 형성되며, 제1 강 부재(10)와 제2 강 부재(20)를 접합하는 접합부(30)를 포함한다. 이 제1 강 부재(10)는, 소정의 화학 조성으로 이루어지는 강판 기재(11)와, 강판 기재(11)의 표면에 형성되며, Al 및 Fe를 함유하는 피복(Al-Fe계 피복)(12)을 갖는 피복 강 부재이다.
- [0061] 제2 강 부재(20)는, 강판 기재(21)를 갖고, 피복(22)을 갖고 있어도 된다.
- [0062] 또한, 접합부(30)는, 용접 금속(31)과 열영향부(32)를 포함한다. 제1 강 부재(10)의 Al-Fe계 피복(12) 및/또는 제2 강 부재(20)의 피복(22)이, 열영향부(32)의 표면까지 형성되어 있어도 된다.
- [0063] 또한, 본 실시 형태에 관한 집합 부품(1)은, 접합부(30)의 연장 방향(도 1에서는, 지면 안쪽을 향하는 방향)에 직교하는 판 두께 방향의 단면을 측정면으로 하였을 때, 이 측정면에 있어서의 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량이, 질량%로, 0.03% 이상, 3.00% 이하이다.
- [0064] 이하, 각각에 대하여 설명한다.
- [0065] (A1) 제1 강 부재
- [0066] 상술한 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 집합 부품(1)이 구비하는 제1 강 부재(10)는, 강판 기재(11)와, 강판 기재(11)의 표면에 형성되며, Al 및 Fe를 함유하는 피복(Al-Fe계 피복)(12)을 갖는다.
- [0067] 후술하는 바와 같이, 제1 강 부재(10)는, 강판 기재와 Al계 피복을 갖는 피복 강판을 포함하는 집합 강판에 대하여, 핫 스탬프 등의 켄칭을 수반하는 열처리를 행함으로써 얻어진다.
- [0068] (A1-1) 강판 기재
- [0069] [인장 강도]
- [0070] 본 실시 형태에 관한 집합 부품(1)이 구비하는 제1 강 부재(10)는, 근년의 고강도화의 요구에 응하기 위하여, 그 강판 기재(11)의 인장 강도를 1.5GPa(1500MPa) 초과로 한다. 인장 강도의 상한은 한정되지 않지만, 강도의 상승에 수반하여, 변형능의 저하나 수소 취화 감수성의 상승이 우려되므로, 인장 강도를, 3000MPa 이하로 해도 된다.
- [0071] 인장 시험은 ASTM 규격 E8의 규정에 준거하여 실시한다. 제1 강 부재로부터, 시험편의 길이 방향이 용접선과 평행해지도록 잘라내어, 양면을 균등하게 1.2mm 두께까지 연삭한 후, ASTM 규격 E8의 하프 사이즈 판상 시험편(평행부 길이: 32mm, 평행부 판 폭: 6.25mm)을 채취한다. 단, 판 두께가 1.2mm 미만인 경우에는, 피복 또는 흑피(산화 스케일)를 제거한 후, ASTM 규격 E8의 하프 사이즈 판상 시험편을 채취한다.
- [0072] 그리고 평행부 중심에 게이지 길이 5mm의 변형 게이지를 첩부하고, 3mm/min의 변형 속도로 실온 인장 시험을 행하여, 인장 강도(최대 강도)를 측정한다.
- [0073] [화학 조성]
- [0074] 본 실시 형태에 관한 집합 부품(1)이 구비하는 제1 강 부재(10)의 강판 기재(11)의 화학 조성은 한정되지 않지만, 열처리 후에 1.5GPa 초과의 인장 강도를 확보함과 함께, 내수소 취성의 향상도 고려한 경우, 각 원소의 함유량을 이하와 같이 하는 것이 바람직하다.
- [0075] 구체적으로는, 제1 강 부재(10)는, 질량%로, C: 0.25 내지 0.65%, Si: 2.00% 이하, Mn: 0.15 내지 3.00%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, N: 0.010% 이하, O: 0.010% 이하, Al: 1.00% 이하, B: 0.0005 내지 0.0100%, Cu: 0 내지 3.00%, Ti: 0 내지 0.100%, Nb: 0 내지 0.10%, Mo: 0 내지 1.00%, Cr: 0 내지 1.00%, Ni: 0 내지 1.00%, V: 0 내지 1.00%, Ca: 0 내지 0.010%, Mg: 0 내지 0.010%, Sn: 0 내지 1.00%, W: 0 내지 1.00%, Sb: 0 내지 1.00%, Zr: 0 내지 1.00%, REM: 0 내지 0.30%, 및 잔부: Fe 및 불순물로 이루어지는 화학 조성을 갖는 것이 바람직하다.
- [0076] 각 원소의 함유량의 한정 이유는 하기와 같다. 여기서, 강판 기재(11)의 화학 조성이란, 제1 강 부재(10) 중, 표면의 Al-Fe계 피복(12)을 제외한 부분(예를 들어 강판 기재의 표면으로부터 두께의 1/4의 위치)의 화학 조성을 말하는 것으로 한다. 이하, 함유량에 관한 %는, 언급이 없는 한 질량%이다.
- [0077] C: 0.25 내지 0.65%

- [0078] C는, 강의 퀘칭성을 높여, 핫 스탬프 등의 퀘칭 후에 얻어지는 강 부재의 강도를 향상시키는 원소이다. C 함유량이 0.25% 미만이면, 퀘칭 후의 강 부재(퀘칭에 의해 얻어지는 강 부재)에 있어서 충분한 강도(1.5GPa 초과)를 확보하는 것이 곤란해진다. 따라서, C 함유량은 0.25% 이상으로 하는 것이 바람직하다. C 함유량은 0.28% 이상이 보다 바람직하다.
- [0079] 한편, C 함유량이 0.65%를 초과하면, 퀘칭 후의 강 부재의 강도가 지나치게 높아져, 내수소 취성의 저하가 현저해진다. 따라서, C 함유량은 0.65% 이하로 하는 것이 바람직하다. C 함유량은, 0.60% 이하가 보다 바람직하다.
- [0080] Si: 2.00% 이하
- [0081] 강 중의 Si 함유량이 2.00%를 초과하면, 열처리(퀘칭) 시에, 오스테나이트 변태를 위하여 필요해지는 가열 온도가 현저하게 높아진다. 이에 의해, 열처리에 요하는 비용이 상승하거나, 가열 시에 페라이트가 잔류하여 강 부재의 강도가 저하되거나 하는 경우가 있다. 따라서, Si 함유량은 2.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. Si 함유량은 1.00% 이하가 보다 바람직하다.
- [0082] Si 함유량은 0%여도 되지만, Si는, 탈산 원소로서 유효한 원소이다. 이 효과를 얻기 위해, Si 함유량을 0.01% 이상으로 해도 되고, 0.10% 이상으로 해도 된다.
- [0083] 또한, Si는, 강의 퀘칭성을 높이며, 또한 퀘칭 후의 강 부재의 강도를 안정적으로 확보하기 위해 유효한 원소이다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 이 효과를 얻는 경우, Si 함유량은 0.25% 이상이 바람직하다.
- [0084] Mn: 0.15 내지 3.00%
- [0085] Mn은, 강의 퀘칭성을 높여, 퀘칭 후의 강 부재의 강도를 높이기 위하여, 매우 효과가 있는 원소이다. Mn은 또한, Ac3점을 낮추어, 퀘칭 처리 온도의 저온화를 촉진하는 원소이다. 또한, Mn은, 접합부의 용접 금속에 함유 시킴으로써, 내식성을 더욱 향상시키는 것이 가능하다. Mn 함유량이 0.15% 미만이면 이들 효과가 충분하지 않다. 그 때문에, Mn 함유량을 0.15% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Mn 함유량은 0.25% 이상인 것이 보다 바람직하다.
- [0086] 한편, Mn 함유량이 3.00%를 초과하면 퀘칭 후의 강 부재의 내수소 취성이 열화되는 것이 우려된다. 그 때문에 Mn 함유량은 3.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. Mn 함유량은, 2.00% 이하인 것이 보다 바람직하고, 1.30% 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0087] P: 0.050% 이하
- [0088] P는, 퀘칭 후의 강 부재의 내수소 취성을 저하시키는 원소이다. 특히, P 함유량이 0.050%를 초과하면, 내수소 취성의 저하가 현저해진다. 따라서, P 함유량은 0.050% 이하로 제한하는 것이 바람직하다. P 함유량은, 0.005% 이하로 제한하는 것이 보다 바람직하다.
- [0089] P 함유량은, 적은 편이 바람직하므로 0%여도 되지만, 비용의 관점에서 0.001% 이상으로 해도 된다.
- [0090] S: 0.0100% 이하
- [0091] S는, 퀘칭 후의 강 부재의 내수소 취성을 저하시키는 원소이다. 특히, S 함유량이 0.0100%를 초과하면, 내수소 취성의 저하가 현저해진다. 따라서, S 함유량은 0.0100% 이하로 제한하는 것이 바람직하다. S 함유량은, 0.0050% 이하로 제한하는 것이 보다 바람직하다.
- [0092] S 함유량은, 적은 편이 바람직하므로 0%여도 되지만, 비용의 관점에서 0.0001% 이상으로 해도 된다.
- [0093] N: 0.010% 이하
- [0094] N은, 퀘칭 후의 강 부재의 내수소 취성을 저하시키는 원소이다. 특히, N 함유량이 0.010%를 초과하면, 강 중에 조대한 질화물이 형성되어, 내수소 취성이 현저하게 저하된다. 따라서, N 함유량은 0.010% 이하로 하는 것이 바람직하다. N 함유량은, 0.006% 이하로 제한하는 것이 보다 바람직하다.
- [0095] N 함유량의 하한은 특별히 한정할 필요는 없으며 0%여도 되지만, N 함유량을 0.0002% 미만으로 하는 것은 제 강 비용의 증대를 초래하여, 경제적으로 바람직하지 않다. 그 때문에, N 함유량은 0.0002% 이상으로 해도 되고, 0.0008% 이상으로 해도 되고, 0.001% 이상으로 해도 된다.
- [0096] O: 0.010% 이하

- [0097] 0는, 퀴칭 후의 강 부재의 내수소 취성을 저하시키는 원소이다. 특히, 0 함유량이 0.010%를 초과하면, 강 중에 조대한 질화물이 형성되어, 내수소 취성이 현저하게 저해된다. 따라서, 0 함유량은 0.010% 이하로 하는 것이 바람직하다. 0 함유량은, 0.006% 이하로 제한하는 것이 보다 바람직하다.
- [0098] 0 함유량의 하한은 특별히 한정할 필요는 없으며 0%여도 되지만, 0 함유량을 0.0002% 미만으로 하는 것은 제 강 비용의 증대를 초래하여, 경제적으로 바람직하지 않다. 그 때문에, 0 함유량은 0.0002% 이상으로 해도 되고, 0.0008% 이상으로 해도 되고, 0.001% 이상으로 해도 된다.
- [0099] Al: 1.00% 이하
- [0100] Al은, 강의 탈산제로서 일반적으로 사용되는 원소이다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 이 효과를 얻는 경우, Al 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0101] Al 함유량이 1.00%를 초과하면, 상기한 효과가 포화되어 경제성이 저해된다. 따라서, 함유시키는 경우의 Al 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. Al 함유량은 0.50% 이하가 보다 바람직하다.
- [0102] B: 0.0005 내지 0.0100%
- [0103] B는, 미량으로도 강의 퀴칭성을 극적으로 높이는 작용을 갖는 중요한 원소이다. 또한, B는 입계에 편석됨으로써, 입계를 강화하여 내수소 취성을 향상시키는 원소이고, 강판의 가열 시에 오스테나이트의 입성장을 억제하는 원소이다. B 함유량이 0.0005% 미만이면, 상기한 효과를 충분히 얻을 수 없는 경우가 있다. 따라서, B 함유량은 0.0005% 이상으로 한다. B 함유량은 0.0010% 이상이 바람직하다.
- [0104] 한편, B 함유량이 0.0100%를 초과하면, 조대한 화합물이 많이 석출되어, 강 부재의 내수소 취성이 저해된다. 따라서 B 함유량은 0.0100% 이하로 하는 것이 바람직하다. B 함유량은 0.0080% 이하가 보다 바람직하다.
- [0105] Cu: 0 내지 3.00%
- [0106] Cu는, 강의 퀴칭성을 높여, 퀴칭 후의 강 부재의 강도를 안정적으로 확보하기 위하여 유효한 원소이다. 또한, 접합부의 용접 금속 중에 함유시킴으로써, 내식성을 향상시키는 원소이다. 그 때문에, 함유시키는 것이 바람직하다. Cu 함유량이 0.05% 미만이면 이들 효과가 충분하지 않으므로, Cu 함유량을 0.05% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Cu 함유량은 0.10% 이상인 것이 보다 바람직하고, 0.15% 이상인 것이 더욱 바람직하고, 0.20% 이상인 것이 한층 더 바람직하다. 단, 퀴칭성의 향상은, 다른 원소로 대체할 수 있고, 또한 용접 금속에의 Cu의 첨가는, 필러 와이어 등에 의해 행할 수도 있으므로, 그 경우, 강 부재의 Cu 함유량은 0.05% 미만이어도 되고, 예를 들어 0%여도 된다.
- [0107] 한편, Cu 함유량이 3.00%를 초과하면 상기한 효과는 포화되는 데다가, 비용이 증가한다. 따라서, 함유시키는 경우의 Cu 함유량은 3.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. Cu 함유량은 1.50% 이하가 보다 바람직하고, 0.80% 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0108] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)이 포함하는 제1 강 부재(10)가 구비하는 강판 기재(11)의 화학 조성에 있어서, 상술해 온 원소 이외, 즉 잔부는 Fe 및 불순물이어도 되지만, 강 부재 및 이 강 부재를 포함하는 접합 부품의 각종 특성(퀴칭성, 강도, 내수소 취성, 탈산성, 내식성 등)을 향상시키기 위하여, 또한 하기에 나타내는 범위에서, Ti, Nb, Mo, Cr, Ni, V, Ca, Mg, Sn, W, Sb, Zr 및 REM으로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상의 원소를 함유시켜도 된다. 이들 원소는 임의 원소이며, 반드시 함유할 필요는 없으므로, 하한은 0%이다.
- [0109] Ti: 0 내지 0.100%
- [0110] Ti는, 강판을 Ac3점 이상의 온도로 가열하여 열처리를 실시할 때, 재결정을 억제함과 함께 미세한 탄화물을 형성하여 입성장을 억제함으로써, 오스테나이트 입자를 세립으로 하는 작용을 갖는 원소이다. 이 때문에, Ti를 함유시킴으로써, 강 부재의 내수소 취성 향상 효과가 얻어진다. 또한, Ti는, 강 중의 N과 우선적으로 결합함으로써 BN의 석출에 의한 B의 소비를 억제하여, 후술하는 B에 의한 퀴칭성 향상의 효과를 촉진하는 원소이다. 이 때문에, 함유시켜도 된다. Ti 함유량은 0.010% 이상이 바람직하고, 0.015% 이상이 보다 바람직하다.
- [0111] 한편, Ti 함유량이 0.100%를 초과하면, TiC의 석출량이 증가하여 C가 소비되므로, 퀴칭 후의 강 부재의 강도가 저해된다. 따라서, Ti 함유량은 0.100% 이하로 하는 것이 바람직하다. Ti 함유량은 0.080% 이하가 보다 바람직하다.
- [0112] Nb: 0 내지 0.10%

- [0113] Nb는, 미세한 탄화물을 형성하고, 그 세립화 효과에 의해 강의 내수소 취성을 향상시키는 작용을 갖는 원소이다. Nb 함유량이 0.02% 미만이면, 상기한 효과를 충분히 얻을 수 없는 경우가 있다. 따라서, 상기한 효과를 얻기 위해서는, Nb 함유량은 0.02% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Nb 함유량은, 0.03% 이상이 보다 바람직하다.
- [0114] 한편, Nb 함유량이 0.10%를 초과하면, 탄화물이 조대화되어, 강 부재의 내수소 취성이 저하된다. 따라서 Nb 함유량은 0.10% 이하로 하는 것이 바람직하다. Nb 함유량은 0.08% 이하가 보다 바람직하다.
- [0115] Mo: 0 내지 1.00%
- [0116] Mo는, 강의 퀴칭성을 높여, 퀴칭 후의 강 부재의 강도를 안정적으로 확보하기 위하여, 매우 효과가 있는 원소이다. 특히 상기 B와 복합 함유시킴으로써 퀴칭성 향상의 상승 효과가 얻어진다. 또한, Mo는, 접합부의 용접 금속에 함유시킴으로써, 내식성을 더욱 향상시키는 것이 가능하다. 그 때문에, 함유시키는 것이 바람직하다. Mo 함유량이 0.10% 미만이면 이들 효과가 충분하지 않으므로, Mo 함유량을 0.10% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Mo 함유량은, 0.20% 이상이 보다 바람직하다.
- [0117] 한편, Mo는, 철 탄화물을 안정화시키는 작용을 갖는다. Mo 함유량이 1.00%를 초과하면 강판의 가열 시에 조대한 철 탄화물이 용해되지 않고 남아, 퀴칭 후의 강 부재의 내수소 취성이 저하되는 경우가 있다. 또한, 비용 증가가 현저하다. 따라서, 함유시키는 경우의 Mo 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. Mo 함유량은 0.80% 이하가 보다 바람직하다.
- [0118] Cr: 0 내지 1.00%
- [0119] Cr은, 강의 퀴칭성을 높이며, 또한 퀴칭 후의 강 부재의 강도를 안정적으로 확보하기 위하여 유효한 원소이다. 또한, Cr은, 접합부의 용접 금속에 함유시킴으로써, 내식성을 더욱 향상시키는 것이 가능하다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 상기한 효과를 얻기 위해서는, Cr 함유량은, 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Cr 함유량은, 0.05% 이상이 보다 바람직하고, 0.08% 이상이 더욱 바람직하다.
- [0120] 한편, Cr 함유량이 1.00%를 초과하면 상기한 효과가 포화되는 데다가, 비용이 증가한다. 또한, Cr은 철 탄화물을 안정화시키는 작용을 가지므로, Cr 함유량이 1.00%를 초과하면 강판의 가열 시에 조대한 철 탄화물이 용해되지 않고 남아, 퀴칭 후의 강 부재의 내수소 취성이 저하되는 경우가 있다. 따라서, 함유시키는 경우의 Cr 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. Cr 함유량은 0.80% 이하가 보다 바람직하다.
- [0121] Ni: 0 내지 1.00%
- [0122] Ni는, 강의 퀴칭성을 높여, 퀴칭 후의 강 부재의 강도를 안정적으로 확보하기 위해 유효한 원소이다. 또한, Ni는, 접합부의 용접 금속에 함유시킴으로써, 내식성을 더욱 향상시키는 원소이다. 그 때문에, 함유시키는 것이 바람직하다. Ni 함유량이 0.10% 미만이면 이들 효과가 충분하지 않으므로, Ni를 함유시키는 경우, Ni 함유량을 0.10% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Ni 함유량은, 0.20% 이상이 보다 바람직하다.
- [0123] 한편, Ni 함유량이 1.00%를 초과하면, 강 부재의 한계 수소량이 저하된다. 또한, 비용 증가가 현저하다. 따라서, Ni 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. Ni 함유량은, 0.25% 이하가 보다 바람직하고, 0.20% 이하가 더욱 바람직하다.
- [0124] V: 0 내지 1.00%
- [0125] V는, 미세한 탄화물을 형성하고, 그 세립화 효과나 수소 트랩 효과에 의해 강 부재의 내수소 취성을 향상시키는 원소이다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 상기한 효과를 얻기 위해서는, V 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. V 함유량은, 0.10% 이상이 보다 바람직하다.
- [0126] 한편, V 함유량이 1.00%를 초과하면, 상기한 효과가 포화되어 경계성이 저하된다. 따라서, V 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. V 함유량은, 0.80% 이하가 보다 바람직하고, 0.50% 이하가 더욱 바람직하다.
- [0127] Ca: 0 내지 0.010%
- [0128] Ca는, 강 중의 개재물을 미세화하여, 퀴칭 후의 강 부재의 내수소 취성을 높이는 효과를 갖는 원소이다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 상기한 효과를 얻는 경우, Ca 함유량을 0.001% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Ca 함유량은, 0.002% 이상이 보다 바람직하다.
- [0129] 한편, Ca 함유량이 0.010%를 초과하면 그 효과가 포화되는 데다가, 비용이 증가한다. 따라서, Ca를 함유시키

는 경우에는, Ca 함유량은 0.010% 이하로 하는 것이 바람직하다. Ca 함유량은, 0.005% 이하가 보다 바람직하고, 0.004% 이하가 더욱 바람직하다.

- [0130] Mg: 0 내지 0.010%
- [0131] Mg는, 강 중의 개재물을 미세화하여, 켈칭 후의 강 부재의 내수소 취성을 높이는 효과를 갖는 원소이다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 상기한 효과를 얻는 경우, Mg 함유량을 0.001% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Mg 함유량은, 0.002% 이상이 보다 바람직하다.
- [0132] 한편, Mg 함유량이 0.010%를 초과하면 그 효과가 포화되는 데다가, 비용이 증가한다. 따라서, Mg를 함유시키는 경우에는, Mg 함유량은 0.010% 이하로 하는 것이 바람직하다. Mg 함유량은, 0.005% 이하가 보다 바람직하고, 0.004% 이하가 더욱 바람직하다.
- [0133] Sn: 0 내지 1.00%
- [0134] Sn은 부식 환경에 있어서 내식성을 향상시키는 원소이다. 또한, Sn을 접합부의 용접 금속에 함유시킴으로써, 내식성을 더욱 향상시키는 것이 가능하다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 상기한 효과를 얻기 위해서는, Sn 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Sn 함유량은, 0.03% 이상이 보다 바람직하다.
- [0135] 한편, Sn 함유량이 1.00%를 초과하면 입계 강도가 저하되어, 켈칭 후의 강 부재의 내수소 취성이 저하된다. 따라서, Sn 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. Sn 함유량은, 0.80% 이하가 보다 바람직하고, 0.50% 이하가 더욱 바람직하다.
- [0136] W: 0 내지 1.00%
- [0137] W는 강의 켈칭성을 높여, 켈칭 후의 강 부재의 강도를 안정적으로 확보하기 위해 유효한 원소이다. 또한, W는, 접합부의 용접 금속에 함유시킴으로써, 내식성을 더욱 향상시키는 원소이다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 상기한 효과를 얻기 위해서는, W 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. W 함유량은, 0.03% 이상이 보다 바람직하다.
- [0138] 한편, W 함유량이 1.00%를 초과하면, 상기한 효과가 포화되어 경제성이 저하된다. 따라서, W 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. W 함유량은, 0.80% 이하가 보다 바람직하고, 0.50% 이하가 더욱 바람직하다.
- [0139] Sb: 0 내지 1.00%
- [0140] Sb는 부식 환경에 있어서 내식성을 향상시키는 원소이다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 상기한 효과를 얻기 위해서는, Sb 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Sb 함유량은, 0.03% 이상이 보다 바람직하다.
- [0141] 한편, Sb 함유량이 1.00%를 초과하면 입계 강도가 저하되어, 켈칭 후의 강 부재의 내수소 취성이 저하된다. 따라서, Sb 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. Sb 함유량은, 0.80% 이하가 보다 바람직하고, 0.50% 이하가 더욱 바람직하다.
- [0142] Zr: 0 내지 1.00%
- [0143] Zr은 부식 환경에 있어서 내식성을 향상시키는 원소이다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 상기한 효과를 얻기 위해서는, Zr 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. Zr 함유량은, 0.03% 이상이 보다 바람직하다.
- [0144] 한편, Zr 함유량이 1.00%를 초과하면 입계 강도가 저하되어, 켈칭 후의 강 부재의 내수소 취성이 저하된다. 따라서, Zr 함유량은 1.00% 이하로 하는 것이 바람직하다. Zr 함유량은, 0.80% 이하가 보다 바람직하고, 0.50% 이하가 더욱 바람직하다.
- [0145] REM: 0 내지 0.30%
- [0146] REM은, Ca와 마찬가지로 강 중의 개재물을 미세화하여, 켈칭 후의 강 부재의 내수소 취성을 향상시키는 효과를 갖는 원소이다. 그 때문에, 함유시켜도 된다. 상기한 효과를 얻기 위해서는, REM 함유량을 0.01% 이상으로 하는 것이 바람직하다. REM 함유량은, 0.02% 이상이 보다 바람직하다.
- [0147] 한편, REM 함유량이 0.30%를 초과하면 그 효과가 포화되는 데다가, 비용이 증가한다. 따라서, REM 함유량은 0.30% 이하로 하는 것이 바람직하다. REM 함유량은, 0.20% 이하가 보다 바람직하고, 0.15% 이하가 더욱 바람직하다.
- [0148] 여기서, REM은, Sc, Y 및 La, Nd 등의 란타노이드의 합계 17 원소를 가리키고, REM의 함유량은 이들 원소의 합

계 함유량을 의미한다. REM은, 예를 들어 Fe-Si-REM 합금을 사용하여 용강에 첨가되며, 이 합금에는, 예를 들어 La, Nd, Ce, Pr이 포함된다.

- [0149] 본 실시 형태에 관한 접합 부품이 포함하는 제1 강 부재(10)가 구비하는 강관 기재(11)의 화학 조성에 있어서, 상술해 온 원소 이외, 즉 잔부는 Fe 및 불순물이다.
- [0150] 여기서, 「불순물」이란, 강관을 공업적으로 제조할 때, 광석, 스크랩 등의 원료로부터, 또는 제조 공정의 다양한 요인에 의해 혼입되는 성분이며, 본 실시 형태에 관한 접합 부품의 특성에 악영향을 미치지 않는 범위에서 허용되는 것을 의미한다.
- [0151] 강관 기재(11)의 화학 조성은, 이하의 방법으로 구할 수 있다.
- [0152] 강관 기재(11)의 판 두께의 1/4의 위치에 있어서, 측정 개소 간의 거리를 1mm 이상 이격하여 등간격으로 5개소를 ICP 등의 일반적인 방법으로 원소 분석을 행하고, 얻어진 5개소의 함유량을 평균함으로써 얻어진다.
- [0153] [강관 기재(11)의 금속 조직]
- [0154] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)이 포함하는 제1 강 부재(10)가 구비하는 강관 기재(11)의 금속 조직은, 1.5 GPa 초과의 인장 강도를 얻기 위해, 고강도의 마르텐사이트가 주체가 되는 조직인 것이 바람직하다. 마르텐사이트의 면적 분율은, 70% 이상이 바람직하다. 보다 바람직하게는 80% 이상이며, 100%여도 된다.
- [0155] 강관 기재(11)의 금속 조직은, 마르텐사이트 이외의 잔부로서, 잔류 오스테나이트, 베이나이트, 페라이트나 펄라이트 중 1종 이상이 함유되어도 된다. 마르텐사이트에는, 프레스 마르텐사이트뿐만 아니라 템퍼링 마르텐사이트나 자동 템퍼링 마르텐사이트도 포함된다.
- [0156] 강관 기재(11)의 금속 조직은, 이하의 방법으로 판단할 수 있다.
- [0157] 마르텐사이트(템퍼링 마르텐사이트, 자동 템퍼링 마르텐사이트를 포함함)의 면적 분율은, 투과형 전자 현미경(TEM) 및 TEM에 부속되는 전자선 회절 장치에 의해 측정한다. 강 부재의 길이 방향의 1/2부(길이 방향 단부로부터 길이 방향으로 길이의 1/2의 위치) 또한 폭 1/4부(폭 방향 단부로부터 폭 방향으로 부재 폭의 1/4의 위치) 또한 강관 기재(11)의 판 두께 1/4부(표면으로부터 판 두께 방향으로 판 두께의 1/4의 위치)로부터 측정 시료를 잘라내어, TEM 관찰용의 박막 시료로 한다. TEM 관찰의 범위를 면적으로 $400\mu\text{m}^2$ 정도의 범위로 하여, TEM 관찰을 행하고, 각 금속 조직을 동정하여, 그 면적을 측정한다.
- [0158] 금속 조직의 동정 시에는, 박막 시료의 전자선의 회절 패턴에 의해, 체심 입방 격자인 마르텐사이트나 베이나이트와, 면심 입방 격자의 잔류 오스테나이트를 구별 가능하다. 그리고 마르텐사이트 및 베이나이트 중의 철 탄화물(Fe_3C)을 회절 패턴에 의해 찾아내어, 그 석출 형태를 관찰함으로써, 마르텐사이트, 베이나이트를 각각 구별한다. 구체적으로는, 석출 형태가 3방향 석출이라면 마르텐사이트(템퍼링 마르텐사이트)라고 판단하고, 1방향의 한정 석출이라면 베이나이트라고 판단한다. 철 탄화물의 석출이 보이지 않는 경우도 마르텐사이트(프레스 마르텐사이트)라고 판단한다.
- [0159] TEM에 의해 측정되는 마르텐사이트 및 베이나이트 각각의 조직 분율은 면적%로서 측정되지만, 본 실시 형태에 관한 강 부재는, 금속 조직이 등방성을 가지므로, 면적 분율의 값을 그대로 체적 분율로 치환할 수 있다. 마르텐사이트와 베이나이트의 판별을 위하여 탄화물을 관찰하지만, 본 실시 형태에서는, 탄화물은 조직의 체적 분율에 포함시키지 않는 것으로 한다.
- [0160] 잔부 조직으로서 페라이트 또는 펄라이트가 존재하고 있는 경우에는, 광학 현미경 또는 주사형 전자 현미경으로 용이하게 확인할 수 있다. 구체적으로는, 강 부재의 길이 방향의 1/2부(길이 방향 단부로부터 길이 방향으로 길이의 1/2의 위치) 또한 폭 1/4부(폭 방향 단부로부터 폭 방향으로 부재 폭의 1/4의 위치)로부터 측정 시료를 잘라내고, 강관 기재의 판 두께 방향의 단면의 판 두께 1/4부를 관찰한다. 현미경에 의한 관찰 범위는 면적으로 $40000\mu\text{m}^2$ 정도의 범위로 한다. 잘라낸 시료를 기계 연마하고, 계속하여 경면 마무리한다. 이어서, 니탈 부식액에 의해 에칭을 행하여 페라이트 및 펄라이트를 현출시키고, 이를 현미경 관찰함으로써, 페라이트 또는 펄라이트의 존재를 확인한다. 페라이트와 시멘타이트가 교호로 층상으로 배열된 조직을 펄라이트라고 하고, 시멘타이트가 입상으로 석출되는 조직을 페라이트라고 판별한다.
- [0161] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)이 구비하는 제1 강 부재(10)의 강관 기재(11)의 판 두께는, 한정되지 않지만, 예를 들어 0.8 내지 3.2mm이다.

- [0162] (A1-2) Al-Fe계 피복
- [0163] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)이 구비하는 제1 강 부재(10)는, 상술한 강판 기재(11)의 표면에, Al 및 Fe를 함유하는 피복(Al-Fe계 피복)(12)을 갖는다. 본 실시 형태에 있어서, Al-Fe계 피복은 Al 및 Fe를 주체로 한 피복이며, Al과 Fe를 합계로 70질량% 이상 포함하는 것이 바람직하다. 또한, Al-Fe계 피복은 피막, 합금화 도금층, 금속간 화합물층이라고도 한다. Al-Fe계 피복은, Al, Fe 외에, Si, Mg, Ca, Sr, Ni, Cu, Mo, Mn, Cr, C, Nb, Ti, B, V, Sn, W, Sb, Zr, REM, Zn을 더 함유하고, 잔부가 불순물이어도 된다.
- [0164] Al-Fe계 피복의 두께는, 10 μ m 이상인 것이 바람직하다. Al-Fe계 피복의 두께의 상한은 특별히 한정되지 않지만, 100 μ m 이하로 해도 된다.
- [0165] Al-Fe계 피복(12)은, 강판 기재(11)의 양쪽 표면에 형성되어 있는 것이 바람직하지만, 적용 부위를 고려하여, 편면에만 형성되어 있어도 된다.
- [0166] Al-Fe계 피복의 두께는, 단면의 주사형 전자 현미경 관찰에 의해 구할 수 있다.
- [0167] 구체적으로는, 강 부재의 길이 방향의 1/2부(길이 방향 단부로부터 길이 방향으로 길이의 1/2의 위치) 또한 폭 1/4부(폭 방향 단부로부터 폭 방향으로 폭의 1/4의 위치)로부터 측정 시료를 잘라내어, 관찰한다. 현미경에 의한 관찰 범위는 예를 들어 400배의 배율로, 면적으로 40000 μ m²의 범위로 한다. 잘라낸 시료를 기계 연마하고, 계속하여 경면 마무리한다. 이어서, 임의의 10 시야의 Al-Fe계 피복의 두께를 측정하고, 그 평균값을 Al-Fe계 피복의 두께로 한다.
- [0168] BSE상(혹은 COMP상)에 의해 관찰하면, Al-Fe계 피복과, 지철(강판 기재)은, 명확한 콘트라스트의 차가 확인된다. 그 때문에, 최표면으로부터 콘트라스트가 바뀌는 위치까지의 두께를 측정함으로써, Al-Fe계 피복의 두께를 측정할 수 있다. 측정은, 관찰 사진 내에서 등간격으로 20개소 측정하고, 측정 개소 간의 거리는 6.5 μ m로 한다. 또한, 상기한 요령으로 5 시야 관찰을 행하고, 그 평균값을 사용하여 피복의 두께로 한다.
- [0169] 또한, Al-Fe계 피복의 화학 조성은, 상기와 마찬가지로의 관찰 범위에 대하여, 전자 프로브 마이크로에널라이저(EPMA)를 사용하여, 스폿의 원소 분석(빔 직경 1 μ m 이하)을 행함으로써 Al-Fe계 피복에 포함되는 Al, Fe의 함유량을 구할 수 있다. 임의의 10 시야의 Al-Fe계 피복에 있어서 계 10점의 분석을 행하고, 그 평균값을 Al-Fe계 피복에 포함되는 Al, Fe 함유량으로 한다. Al, Fe 이외의 원소가 포함되는 경우라도 마찬가지로의 방법을 사용하여 구한다.
- [0170] (A2) 제2 강 부재
- [0171] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)에 있어서, 접합부(30)를 통해 제1 강 부재(10)와 접합되어 있는 제2 강 부재(20)는, 접합부(30)의 내수소 취성의 관점에서는, 특별히 한정되지 않는다. 제2 강 부재(20)는, 강판 기재가, 예를 들어 C: 0.05 내지 0.65%, Si: 2.00% 이하, Mn: 0.15 내지 3.00%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, N: 0.010% 이하, O: 0.010% 이하, Al: 1.00% 이하, B: 0 내지 0.0100%, Cu: 0 내지 3.00%, Ti: 0 내지 0.100%, Nb: 0 내지 0.10%, Mo: 0 내지 1.00%, Cr: 0 내지 1.00%, Ni: 0 내지 1.00%, V: 0 내지 1.00%, Ca: 0 내지 0.010%, Mg: 0 내지 0.010%, Sn: 0 내지 1.00%, W: 0 내지 1.00%, Sb: 0 내지 1.00%, Zr: 0 내지 1.00%, REM: 0 내지 0.30%, 및 잔부: Fe 및 불순물인 화학 조성을 갖고 있어도 된다.
- [0172] 제2 강 부재는 강판 기재의 표면의 일부에 피복을 구비하고 있어도 된다. 피복은, 예를 들어 Al-Fe를 주체로 한 피복이어도 되고, Zn-Fe를 주체로 한 피복 이어도 된다. 피복은 피막, 합금화 도금층, 금속간 화합물층이라고도 한다.
- [0173] 제2 강 부재의 강판 기재의 인장 강도는, 한정되지 않는다. 본 실시 형태에 관한 접합 부품을, 충돌 시에 변형을 집중시키는 영역과 변형시키지 않는 영역을 만들어 나눈 강 부재로 하는 경우에는, 제2 강 부재의 인장 강도를 500MPa 이상, 1500MPa 이하 또는 500MPa 이상, 1000MPa 이하로 해도 된다. 한편, 전체적으로 고강도의 접합 부품으로 하는 경우에는, 제2 강 부재의 인장 강도는, 제1 강판과 마찬가지로, 1500MPa 초과여도 된다.
- [0174] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)이 구비하는 제2 강 부재(20)의 강판 기재(21)의 판 두께는, 한정되지 않지만, 예를 들어 0.8 내지 3.2mm이다.
- [0175] 제2 강 부재(20)의 강판 기재(21)의 판 두께는, 제1 강 부재(10)의 강판 기재(11)의 판 두께와 동일해도 되고, 달라도 된다.

- [0176] (A3) 접합부
- [0177] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)은, 접합부(30)에 의해(접합부를 통해), 제1 강 부재(10)와 제2 강 부재(20)가 접합되어 있다. 접합부(30)는, 제1 강 부재의 소재가 되는 강판과, 제2 강 부재의 소재가 되는 강판을 맞대고, 맞댄부를 용접에 의해 접합함으로써 형성된다. 접합부는, 용접의 열에 의해 용융되어 응고된 용접 금속 및 열영향부를 포함한다.
- [0178] 즉, 접합부(30)는, 제1 강 부재(10)와 제2 강 부재(20)의 맞댄부에 형성되고, 용접 금속(31) 및 열영향부(32)를 포함한다.
- [0179] 접합의 방법에 대해서는, 한정되지 않지만, 용접 속도가 빠르고, 강도가 높은 조인트가 얻어진다는 점에서, 마찰 교반 접합이나 마찰 압접과 같은 고상 접합법이나 액상·고상 접합법의 경납땀이 아닌, 모재를 용점 이상으로 가열하는 용융 용접법이 바람직하다. 그 중에서도, 생산성의 관점에서 고에너지 밀도 열원을 사용하는 방법을 들 수 있지만, 가공에 수반되는 전극의 소모가 있는 플라즈마 아크 용접이나, 대기 중에서는 빔이 감쇠되어 버리는 전자 빔 용접에 비교하면, 전극을 사용하지 않고, 대기 중에서의 고속 용접이 가능하다는 점에서, 레이저 용접에 의한 접합이 바람직하다.
- [0180] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)의 접합부(30)의, 연장 방향(소위 용접선의 방향)에 직교하는 용접 금속(31)의 폭 방향의 사이즈는, 특별히 한정되지 않는다. 단, 용접 금속이 성형 시에 금형과 접촉하여 미끄럼 이동하면, 용접 금속에 과대한 응력이 발생하고, 용접부에 균열이 발생할 가능성이 있기 때문에, 이를 피하는 것을 고려한 폭으로 한다. 폭 방향의 사이즈는, 레이저 용접의 경우, 예를 들어 0.5 내지 2.2mm, 플라즈마 아크 용접의 경우, 예를 들어 1.8 내지 7.0mm이다.
- [0181] (A3-1) 용접 금속
- [0182] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)의 접합부(30)를 구성하는 용접 금속에 있어서, 접합부의 연장 방향에 직교하는 판 두께 방향의 단면을 측정면으로 하였을 때, 이 측정면에 있어서, 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량이 질량%로 0.03% 이상, 3.00% 이하이다. 용접 금속 중에 Cu를 함유시킴으로써, 접합부의 부식을 억제할 수 있으므로, 접합부의 내수소 취성이 향상된다. 이 때문에 용접 금속 중의 측정면에 있어서의 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량을 0.03% 이상으로 한다. 평균 Cu 함유량은 0.05% 이상인 것이 바람직하고, 0.10% 이상인 것이 보다 바람직하고, 0.15% 이상이 더욱 바람직하다.
- [0183] 한편, 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량이 3.00%를 초과하면 효과가 포화되고, 비용이 증가하기 때문에, 평균 Cu 함유량은, 3.00% 이하로 한다. 평균 Cu 함유량은, 2.00% 이하인 것이 바람직하고, 1.00% 이하인 것이 보다 바람직하고, 0.80% 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0184] 또한, 마찬가지로 측정면에 있어서, 용접 금속 중의 평균 Al 함유량이, 질량%로, 1.00% 미만인 것이 바람직하다. 용접 금속에 포함되는 평균 Al 함유량이 많으면, 후술하는 열처리에 있어서 퀴칭이 되지 않아, 용접 금속의 경도가 저하되는 경우가 있다. 이 때문에 평균 Al 함유량이 1.00% 미만인 것이 바람직하다. 평균 Al 함유량은 0.80% 미만인 것이 보다 바람직하다. 평균 Al 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않지만, 0.01% 정도는 함유할 수 있다.
- [0185] 또한, 마찬가지로 측정면에 있어서, 용접 금속 중에 질량%로, 합계 함유량이 1.2% 이상인, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상을 포함하는 것이 바람직하다. 용접 금속 중에 Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상을 함유시킴으로써 부식을 더 억제할 수 있어, 내수소 취성이 향상된다. 이 때문에 용접 금속 중에, 합계 함유량이 1.2% 이상인, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상을 포함하는 것이 바람직하다. Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W의 합계 함유량은 1.4% 이상인 것이 보다 바람직하다.
- [0186] 상기 측정면에 있어서의 상기 용접 금속 중의, 평균 Al 함유량에 대한 평균 Cu 함유량의 비인 Cu/Al은, 0.15 내지 3.90인 것이 바람직하다.
- [0187] Cu/Al이 상기 범위임으로써, 퀴칭 후에 있어서, 등방적으로 균질한 조직이 얻어져, 용접부의 강도를 안정적으로 확보한다는 효과가 얻어진다. 그 이유로서는, Cu가 오스테나이트 생성 원소이고, Al이 페라이트 생성 원소인 점에서, Cu/Al은 HS 가열 온도 영역에 있어서의 오스테나이트 영역의 넓이를 나타내는 지표가 되고, 상기 범위의 Cu/Al의 경우에는, HS 가열 시의 900℃ 전후에 있어서의 온도 영역에서 용접 금속 내의 조직은 모두 오스테나이트 단상이 되고, 퀴칭 시에는, 퀴칭성 및 용접 금속 내의 조직의 강도를 안정적으로 확보하는 것이 가능해지기 때문이다. 이에 의해 퀴칭 후의 용접 금속 내에 외력이 가해졌을 때에도, 용접 금속 내의 조직이 균질한

것에 기인하여, 용접 금속 조직으로의 국소적인 응력의 집중이 방지되어, 부식 환경에 있어서 취화 기점이 되는 용접부에 있어서의 내식성이 향상된다.

- [0188] 접합부(30)의 용접 금속 중에 포함되는 Cu, Al, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W의 각각의 함유량은 이하의 방법에 의해 구한다.
- [0189] 접합 부품(1)에 있어서, 접합부의 연장 방향(용접선)에 직교하는 판 두께 방향의 단면을 잘라낸다. 이 시료에 대하여, 주사형 전자 현미경을 사용하여 반사 전자상을 취득하고, 용접 금속에 대하여, 전자 프로브 마이크로에널라이저(EPMA)를 사용하여, 스폿의 원소 분석(빔 직경 1 μ m 이하)을 행함으로써 용접 금속 중에 포함되는 Cu, Al, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W의 함유량을 구한다. 측정 시에는, 반사 전자상으로부터, 화상의 농담이나 요철의 형상(강판과 달리, 직선이 아닌 곡선 형상)에 기초하여 용접 금속을 동정하고, 그 용접 금속 내에 있어서, 용접 중심선의 용접 금속의 표면으로부터 이면을 향하여 균등한 간격으로 10점의 분석을 행하고, 그 평균값을 용접 금속에 포함되는 Cu, Al, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W 함유량으로 한다. 용접 중심선은, 단면에 있어서 용접 금속의 폭 방향 중심을 연결한 선(최종 응고 위치)으로 한다.
- [0190] 본 실시 형태에서 제작하는 맞댐 조인트에 있어서, 맞댐 용접 예정 위치의 Al계 피복이 완전히 제거되지 않는 경우에는, 용접 금속과 모재의 경계(퓨전 라인)에 Al이 농화된다. 단, 이 Al의 농화의 정도는, 본 실시 형태의 범위 내에 있어서는, Al의 농화 영역이 용접선 방향으로 연속되지 않기 때문에, 접합 조인트의 강도 특성을 열화시키는 것은 아니며, 접합부에 고유한 하나의 특징을 이룬다고 생각된다.
- [0191] 이 특징을 발견하기 위한 측정 방법은, 다음과 같다. 먼저, 접합부의 연장 방향(용접선)에 직교하는 판 두께 방향의 단면을 잘라내고, 이 시료에 대하여, 경면 연마 후에 나이탈 에칭한 단면의 농담, 또는 전자 프로브 마이크로에널라이저(EPMA)를 사용하여, 용접 금속과 모재의 경계를 동정한다. 다음으로, 전자 프로브 마이크로에널라이저(EPMA)에 의해, 스폿의 원소 분석(빔 직경 1 μ m 이하)으로, 용접 금속과 모재의 경계를 따라, 또한 폭 방향으로서는 Al량이 가장 높은 개소를, 강판의 모재(강판 기재) 표면으로부터 판 두께 방향으로 깊이 0.2mm 위치 까지 깊이 방향으로 균등한 간격으로 5점 측정하여, 그 평균값을 단부의 Al 함유량으로 한다. 본 실시 형태에 있어서는, 이 단부의 평균 Al 농도는 질량%로 0.10% 이상, 1.90% 이하이다.
- [0192] 용접 금속은, 맞댐 용접하는 강판의 판조에 있어서, 용접 금속에서 파단시키지 않기 위하여, 저장도 측의 모재의 비커스 경도 이상을 갖는 것이 바람직하다. 즉, 비커스 경도는, 인장 강도(MPa 단위)의 0.3배 정도가 되므로, 고강도 측의 제1 강판 기재의 인장 강도를 1500MPa 초과로 하고, 조합하는 저장도 측의 제2 강판 기재의 인장 강도를 가령 1000MPa 정도로 하면, 용접 금속의 중심에서는, 350Hv를 초과하는 비커스 경도를 갖게 된다. 본 실시 형태에 있어서, 제2 강판 기재의 인장 강도는 특별히 한정되는 것은 아니고, 용접 금속에서 파단시키지 않기 위한 용접 금속의 비커스 경도는, 제2 강판 기재의 경도 또는 350Hv 중 어느 높은 값을 초과하는 경도로 하는 것이 바람직하다.
- [0193] 용접 금속의 경도는, 이하의 방법으로 구한다.
- [0194] 상기와 마찬가지로 용접 금속의 단면을 잘라내어, JIS Z 2244:2009에 준거하여, 비커스 경도 측정을 행한다. 측정 시에는, 시험력을 98N으로 하고, 용접 금속 내에 있어서, 용접 중심선의 용접 금속의 표면으로부터 이면을 향하여 균등한 간격으로 5점의 측정을 행하고, 그 평균값을 용접 금속의 경도로 한다.
- [0195] (A3-2) 열영향부
- [0196] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)에서는, 접합부(30)에 있어서, 용접 금속(31)의 주위에는, 열영향부(32)가 형성되지만, 열영향부(32)에 대해서는, 특별히 한정되지 않는다. 또한, 통상의 관찰에서는, 강판 기재(11 또는 12)와 구분되지 않는 부분도 있지만, 구분하지 않아도 상관없다.
- [0197] (A4) 접합 부품의 특성
- [0198] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)은, 접합부(30)의 용접 금속(31)이 상술한 바와 같이 제어됨으로써, 접합부의 내식성이 향상된다. 그 때문에, 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)은, 적어도 일부의 인장 강도가 1.5GPa를 초과하는 고강도이며, 또한 접합부의 내수소 취성이 우수하다.
- [0199] 본 실시 형태에 있어서, 내수소 취성은, 접합 부품의 실사용 환경에 있어서의 폭로 시험이나 CCT(복합 사이클 시험)에 의한 부식 촉진 시험에 의해 평가된다. 예를 들어 JASO 규격 M609, M610의 규정에 준거하여 CCT를 행하고, 접합부가 파단되지 않는 사이클수에 의해 평가된다.

- [0200] 접합 부품(1)의 형상에 대해서는 특별히 한정하지 않는다. 제1 강 부재(10) 및/또는 제2 강 부재(20)가 평판이 어도 되고, 성형체여도 된다. 열간 성형된 강 부재는, 대부분의 경우는 성형체이지만, 평판인 경우를 모두 포함하여 「강 부재」라고 한다.
- [0201] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)은, 후술하는 바와 같이 접합 강판을 열 처리함으로써 얻어진다.
- [0202] (B) 접합 강판
- [0203] 다음으로, 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)의 소재가 되는 접합 강판(이하, 본 실시 형태에 관한 접합 강판이라고 하는 경우가 있음)에 대하여 설명한다. 이하에 설명하는 접합 강판을 소재로서 사용하여 열처리를 행함으로써 접합 부품을 얻을 수 있다.
- [0204] 도 2에 도시하는 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 접합 강판(S1)은, 제1 강판(S10)과, 제2 강판(S20)과, 상기 제1 강판(S10)과 상기 제2 강판(S20)의 맞닿부에 형성되며, 용접 금속 및 열영향부를 포함하는 접합부(S30)를 포함한다. 이 제1 강판(S10)은, 소정의 화학 조성으로 이루어지는 강판 기재(S11)와, 강판 기재(S11)의 표면에 형성되며, Al을 함유하는 피복(Al계 피복)(S12)을 갖는 피복 강판이다.
- [0205] 또한, 본 실시 형태에 관한 접합 강판(S1)은, 접합부(S30)의 연장 방향(용접선)에 직교하는 판 두께 방향의 단면을 측정면으로 하였을 때, 이 측정면의 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량이 질량%로 0.03% 이상, 3.00% 이하이다.
- [0206] 이하, 각각에 대하여 설명한다.
- [0207] (B1) 제1 강판
- [0208] 본 실시 형태에 관한 접합 강판(S1)이 구비하는 제1 강판(S10)은, 강판 기재(S11)와, 강판 기재(S11)의 표면에 형성되며, Al을 함유하는 피복(Al계 피복)(S12)을 갖는다.
- [0209] (B1-1) 강판 기재
- [0210] 본 실시 형태에 관한 접합 강판(S1)이 구비하는 제1 강판(S10)의 강판 기재(S11)의 화학 조성의 범위는, 상술한 제1 강 부재(10)에 있어서의 강판 기재(S11)의 화학 조성의 범위와 동일하며, 그 한정 이유도 마찬가지이다. 여기서 강판 기재(S11)의 화학 조성이란, 피복 강판 중, 표면의 Al계 피복(S12)을 제외한 부분의 화학 조성을 말한다. 예를 들어, 강판 기재(S11)의 표면으로부터 판 두께 방향으로 판 두께의 1/4의 위치를 대표 위치로 하고, 이 위치에서, ICP 등의 일반적인 방법으로 원소 분석을 행함으로써 얻어진다.
- [0211] [강판 기재의 금속 조직]
- [0212] 본 실시 형태에 관한 접합 강판(S1)이 구비하는 제1 강판(S10)의 강판 기재(S11)의 금속 조직은 한정되지 않는다. 페라이트나 펄라이트인 경우가 많지만, 후술하는 제조 방법의 조건 내에 있어서, 베이나이트나 마르텐사이트, 잔류 오스테나이트를 함유하는 경우도 있다. 상기 마르텐사이트에는, 템퍼링이나 자동 템퍼링 마르텐사이트도 포함한다.
- [0213] 강판 기재(S11)의 금속 조직은, 상술한 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)에 있어서의 강판 기재(S11)의 금속 조직과 마찬가지로 방법으로 판단할 수 있다.
- [0214] (B1-2) Al계 피복
- [0215] 본 실시 형태에 관한 접합 강판(S1)이 구비하는 제1 강판(S10)은, 강판 기재(S11)의 표면에 Al을 함유하는 피복(이하 Al계 피복)(S12)을 갖는다. Al계 피복(S12)이란 Al을 주체로 한 피복이며, Al을 40질량% 이상 포함하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는 50질량% 이상이다. Al계 피복은 피막, 도금층이라고도 한다. Al계 피복은, Al 외에, Si, Mg, Ca, Sr, Ti, Zn, Sb, Sn, Ni, Cu, Co, In, Bi, REM 중 1종 이상을 더 함유하고, 잔부가 불순물이어도 된다. 일반적으로 Si를 10질량% 정도 포함하는 경우가 많다.
- [0216] Al계 피복의 종류는 한정되지 않는다. 예를 들어 용융 도금, 전기 도금, 용사 등에 의해 형성된 피복이다.
- [0217] Al계 피복의 부착량은, 25g/m² 이상인 것이 바람직하다. Al계 피복의 부착량의 상한은 특별히 한정되지 않지만, 부착량을 150g/m² 이하로 해도 된다.
- [0218] 또한, 접합 강판(S1)을 제작할 때, 후술하는 바와 같이 용접 예정 부분(용접의 열에 의해 강판이 용융되는 부분)의 일부의 피복이 제거되어 있어도 된다. 그 때문에, 얻어진 접합 강판(S1)의 제1 강판(S10)의 표면의 일

부에 있어서도, Al계 피복(S12)이 제거된 상태여도 된다.

- [0219] Al계 피복(S12)의 화학 조성 및 두께는, 제1 강 부재(10)의 Al-Fe계 피복(12)과 마찬가지로, 단면의 주사형 전자 현미경 관찰 및 전자 프로브 마이크로에널라이저(EPMA)를 사용하여 구할 수 있다.
- [0220] (B2) 제2 강관
- [0221] 본 실시 형태에 관한 접합 강관에 있어서, 접합부를 통해 제1 강관(S10)과 접합되어 있는 제2 강관(S20)은, 접합부의 내수소 취성의 관점에서는, 특별히 한정되지 않는다.
- [0222] 제2 강관의 강관 기재는, 예를 들어 C: 0.05 내지 0.65%, Si: 2.00% 이하, Mn: 0.15 내지 3.00%, P: 0.050% 이하, S: 0.0100% 이하, N: 0.010% 이하, O: 0.010% 이하, Al: 1.00% 이하, B: 0 내지 0.0100%, Cu: 0 내지 3.00%, Ti: 0 내지 0.100%, Nb: 0 내지 0.10%, Mo: 0 내지 1.00%, Cr: 0 내지 1.00%, Ni: 0 내지 1.00%, V: 0 내지 1.00%, Ca: 0 내지 0.010%, Mg: 0 내지 0.010%, Sn: 0 내지 1.00%, W: 0 내지 1.00%, Sb: 0 내지 1.00%, Zr: 0 내지 1.00%, 및 REM: 0 내지 0.30%를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불순물로 이루어지는 화학 조성을 갖는다.
- [0223] 제2 강관(S20)은 강관 기재(S21)의 표면의 일부에 피복(S22)을 구비하고 있어도 된다. 피복(S22)은, 예를 들어 Al을 주체로 한 피복이어도 되고, Zn을 주체로 한 피복이어도 된다. 피복은 피막, 도금층이라고도 한다.
- [0224] 또한, Al을 주체로 하는 피복의 경우에는, 후술하는 바와 같이, 용접 예정 부분(용접의 열에 의해 강관이 용융되는 부분)의 일부의 피복이 제거되어 있어도 된다. 그 때문에, 얻어진 접합 강관(S1)의 제2 강관(S20)의 표면의 일부에 있어서도, 피복이 제거된 상태여도 된다.
- [0225] (B3) 접합부
- [0226] 본 실시 형태에 관한 접합 강관(S1)은, 접합부(S30)에 의해, 제1 강관(S10)과 제2 강관(S20)이 접합되어 있다. 접합부는 용접에 의해 형성된 용접 금속(S31)과, 용접의 열에 의해 용융은 되지 않았지만, 조직이 변화한 열영향부(HAZ)(S32)를 포함한다.
- [0227] 본 실시 형태에 관한 접합 강관(S1)의 접합부는, 제1 강관과 제2 강관의 맞댐부를 따라 연장되어 있다. 이 연장 방향(용접선)에 직교하는 용접 금속(S31)의 폭 방향의 사이즈 등은, 특별히 한정되지 않는다.
- [0228] (B3-1) 용접 금속
- [0229] 본 실시 형태에 관한 접합 강관(S1)은, 접합부(S30)의 연장 방향(용접선)에 직교하는 관 두께 방향의 단면을 측정면으로 하였을 때, 측정면에 있어서의 용접 금속(S31) 중의 평균 Cu 함유량이 질량%로 0.03% 이상, 3.00% 이하이다.
- [0230] 용접 금속 중에 Cu를 함유시킴으로써 부식을 억제할 수 있어, 내수소 취성이 향상된다. 이 때문에, 측정면에 있어서의 용접 금속(S31) 중의 평균 Cu 함유량을 0.03% 이상으로 한다. 평균 Cu 함유량은 0.05% 이상인 것이 바람직하다.
- [0231] 한편, 평균 Cu 함유량이 3.00%를 초과하면 효과가 포화되고, 비용이 증가한다. 그 때문에, 평균 Cu 함유량은 3.00% 이하로 한다. 평균 Cu 함유량은 2.00% 이하인 것이 바람직하다.
- [0232] 또한, 용접 금속(S31)에 포함되는 평균 Al 함유량이 많으면, 후술하는 열처리에 있어서 퀴칭이 되지 않아, 용접 금속(S31)의 경도가 저하되는 경우가 있다. 그 때문에, 마찬가지로의 측정면에 있어서, 용접 금속(S31) 중의 평균 Al 함유량이 질량%로 1.00% 미만인 것이 바람직하다. 평균 Al 함유량은 0.80% 미만인 것이 보다 바람직하다. 단, 용접 금속 중의 합금 원소량을 높여서, 퀴칭성을 높이면, 평균 Al 함유량이 1.00% 이상이어도, 열처리 후에 충분한 정도(강도)를 확보할 수 있다.
- [0233] 평균 Al 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않지만, 0.01% 정도는 함유할 수 있다.
- [0234] 또한, 마찬가지로의 측정면에 있어서, 용접 금속(S31) 중에 질량%로, 합계 함유량이 1.2% 이상인, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W 중 1종 이상을 포함하는 것이 바람직하다. 용접 금속 중에 Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W를 함유시킴으로써 부식을 더 억제할 수 있으므로, 내수소 취성이 향상된다. Mn, Cr, Mo, Ni, Sn 및 W의 합계 함유량은 1.4% 이상인 것이 보다 바람직하다.
- [0235] 접합부의 용접 금속(S31) 중에 포함되는 Cu, Al, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W의 함유량은 이하의 방법에 의해

구한다.

- [0236] 접합 강판에 있어서 용접 금속이 관찰될 수 있도록, 용접선에 직교하는, 판 두께 방향의 단면을 잘라낸다. 이 시료에 대하여, 주사형 전자 현미경을 사용하여 반사 전자상을 취득하고 용접 금속 조직에 대하여, 전자 프로브 마이크로에널라이저(EPMA)를 사용하여, 스폿의 원소 분석(빔 직경 1 μ m 이하)을 행함으로써 용접 금속 중에 포함되는 Cu, Al, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W의 함유량을 구할 수 있다. 측정 시에는, 측정 시에는, 반사 전자상으로부터, 화상의 농담이나 요철의 형상(강판과 달리, 직선이 아닌 곡선 형상)에 기초하여 용접 금속을 동정하고, 그 용접 금속 내에 있어서 용접 중심선의 용접 금속의 표면으로부터 이면을 향하여 균등한 간격으로 10점의 분석을 행하고, 그 평균값을 용접 금속에 포함되는 Cu, Al, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W의 함유량으로 한다.
- [0237] (B3-2) 열영향부(HAZ)
- [0238] 본 실시 형태에 관한 접합 강판(S1)에서는, 접합부(S30)의 용접 금속(S31)의 주위에는, 열영향부(S32)가 형성되지만, 열영향부(S32)에 대해서는, 특별히 한정되지 않는다. 또한, 통상의 관찰에서는, 강판 기재(S11 또는 S12)와 구분되지 않는 부분도 있지만, 구분하지 않아도 상관없다.
- [0239] 본 실시 형태에 관한 접합 강판은, 후술하는 바와 같이 제1 강판과, 제2 강판을 용접에 의해 접합함으로써 얻어진다.
- [0240] (C) A1계 피복 강판
- [0241] 다음으로, 본 실시 형태에 관한 접합 강판(S1)의 제1 강판(S10) 소재가 되는 A1계 피복 강판(이하, 본 실시 형태에 관한 A1계 피복 강판이라고 하는 경우가 있음)에 대하여 설명한다.
- [0242] 본 실시 형태에 관한 A1계 피복 강판은, 소정의 화학 조성으로 이루어지는 강판 기재와, 강판의 표면에 형성되며, A1을 함유하는 피복(A1계 피복)을 갖는다.
- [0243] 강판 기재, A1계 피복에 대해서는, 각각, B1-1, B1-2에서 상술한 것과 마찬가지로이면 된다.
- [0244] 이 A1계 피복 강판을 제1 강판(S10)의 소재로서 사용하여, 제2 강판의 소재의 강판과 접합함으로써, 본 실시 형태에 관한 접합 강판을 얻을 수 있다.
- [0245] 제2 소재가 되는 강판은 한정되지 않지만, 이 A1계 피복 강판을, 제2 강판(S20)의 소재로서도 사용해도 된다.
- [0246] (D) 접합 부품의 제조 방법
- [0247] 다음으로, 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)의 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [0248] 본 실시 형태에 관한 접합 부품(1)은, 상술한 본 실시 형태에 관한 접합 강판(S1)에 대하여, 후술하는 열처리를 행함으로써 얻어진다.
- [0249] 이하, 각 공정에 대하여 설명한다.
- [0250] <열처리 공정>
- [0251] 열처리는, 접합 강판을, 예를 들어 1.0 내지 1000 $^{\circ}$ C/초의 평균 승온 속도로, Ac3점 내지 (Ac3점+300) $^{\circ}$ C까지 가열하고, Ms점($^{\circ}$ C) 이하까지 제1 강판(S10)의 강판 기재(S11)에 있어서 상부 임계 냉각 속도 이상의 평균 냉각 속도로 냉각하는 조건에서 행한다. 평균 승온 속도는, 승온 개시부터 「목표 온도($^{\circ}$ C)-20」 $^{\circ}$ C까지의 승온 속도의 평균값으로 하고, 평균 냉각 속도는, 냉각 개시부터, Ms점($^{\circ}$ C)까지의 냉각 속도의 평균값으로 한다.
- [0252] 평균 승온 속도가 1.0 $^{\circ}$ C/초 미만이면 열처리의 생산성이 저하되므로 바람직하지 않다. 한편, 평균 승온 속도가 1000 $^{\circ}$ C/초 초과이면 혼립 조직이 되어 내수소 취성이 저하되므로 바람직하지 않다.
- [0253] 또한, 열처리 온도가 Ac3점($^{\circ}$ C) 미만이면, 냉각 후에 페라이트가 잔존하여, 강도가 부족하므로 바람직하지 않다. 한편, 열처리 온도가 (Ac3점+300) $^{\circ}$ C 초과이면, 조직이 조립화되어 내수소 취성이 저하되므로 바람직하지 않다.
- [0254] 가열 시에는, 가열 온도의 $\pm 10^{\circ}$ C 이내의 범위에서, 1 내지 300초의 유지를 행해도 된다.
- [0255] 또한, 냉각 후에, 강 부재의 강도를 조정하기 위하여 100 내지 600 $^{\circ}$ C 정도의 온도 범위에서의 템퍼링 처리를 행해도 된다.
- [0256] 상부 임계 냉각 속도란, 조직에 페라이트나 펄라이트를 석출시키지 않고, 오스테나이트를 과냉하여 마르텐사이트

트를 생성시키는 최소의 냉각 속도를 말하며, 상부 임계 냉각 속도 미만으로 냉각하면 페라이트나 펄라이트가 생성되어, 강도가 부족하다.

- [0257] Ac3점, Ms점 및 상부 임계 냉각 속도는, 다음 방법으로 측정한다.
- [0258] 본 실시 형태에 관한 접합 강관의 제1 강관(S10)의 강관 기재(S11)와 동일한 화학 조성을 갖는 강관으로부터, 폭 30mm, 길이 200mm의 직사각형 시험편을 잘라내고, 이 시험편을 질소 분위기 중에서 1000℃까지 10℃/초의 평균 승온 속도로 가열하고, 그 온도로 5분간 유지한 뒤, 다양한 평균 냉각 속도로 실온까지 냉각한다. 냉각 속도의 설정은, 1℃/초부터 100℃/초까지, 10℃/초의 간격으로 설정한다. 그때의 가열 중의 시험편의 열팽창 변화를 측정함으로써, Ac3점을 측정한다.
- [0259] 또한, 상기한 냉각 속도로 냉각한 각각의 시험편 중, 페라이트상의 석출이 일어나지 않은 최소의 냉각 속도를, 상부 임계 냉각 속도로 한다. 상부 임계 냉각 속도로 냉각 중의 열팽창 변화를 측정하고, 변태 개시점을 Ms점으로 한다.
- [0260] 여기서, 상기 일련의 열처리 시에, Ac3점 내지 (Ac3점+300)℃의 온도 영역으로 가열 후, Ms점까지 냉각하는 동안에, 즉 상부 임계 냉각 속도 이상으로 냉각을 실시하는 동시에, 핫 스탬프와 같은 열간 성형을 실시해도 된다. 열간 성형으로서는, 굽힘 가공, 드로잉 성형, 스트레치 성형, 구멍 확장 성형 및 플랜지 성형 등을 들 수 있다. 또한, 열간 성형과 동시 또는 열간 성형 직후에 강관을 냉각하는 수단을 구비하고 있으면, 프레스 성형 이외의 성형법, 예를 들어 롤 성형에 본 발명을 적용해도 된다. 상술한 열이력에 따른다면, 반복 열간 성형을 실시해도 된다.
- [0261] 상술한 바와 같이, 본 실시 형태에서는, 「접합 부품(1)」의 제1 강 부재(10), 제2 강 부재(20)에는, 열간 성형과 동시 또는 열간 성형 직후에 냉각되어 성형체가 된 것, 열처리만이 실시되어 평판인 것을 모두 포함한다.
- [0262] 상기한 일련의 열처리는 임의의 방법에 의해 실시할 수 있으며, 예를 들어 가열은, 고주파 가열이나 통전 가열, 적외선 가열, 노 가열에 의해 실시해도 된다. 냉각도, 수랭, 금형 냉각 등에 의해 실시해도 된다.
- [0263] (E) 접합 강관의 제조 방법
- [0264] 다음으로, 본 실시 형태에 관한 접합 강관의 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [0265] <Al계 피복 제거 공정>
- [0266] 접합 강관의 제조에 있어서, 강관을 맞댐 접합할 때, 적어도 한쪽의 강관(제1 강관이 되는 강관)에 대해서는 Al계 피복 강관을 사용한다. 그 경우, 용접되는 부분의 피복을 제거하지 않고 그대로 용접하면, 용접 금속 중의 Al 함유량이 1.00% 이상이 될 가능성이 있다. 그것을 방지하기 위해, 접합 강관의 제조 전에, 용접 예정 부분의 피복을, 밀링 커터 등의 기계적인 연삭이나 브러시 외에, 레이저 어블레이션 등에 의해 제거하는 것이 바람직하다.
- [0267] 피복의 제거에 의해, 제거 후의 표면의 Al량을, 용접했을 때 용접 금속에 고용된 용접 금속 중의 평균 Al 함유량이 1.00% 미만인 되도록 하는 것이 바람직하다. 평균 Al 함유량은, 0.50% 이하가 보다 바람직하고, 0.30%가 더욱 바람직하다.
- [0268] 피복의 제거 시에는, 용접 예정 부분(용접의 열에 의해 강관이 용융되는 부분)의 표면의 피복을 제거하면 되고, 전단 시, 처짐으로서 남은 피복을 제거할 필요는 없다. 또한, 용접 금속에 Al이 소량 용융된 경우, HS 후의 용접부의 내식성이 향상되기 때문에, 용접 예정 부분의 일부의 Al계 피복을 남기도록 제거해도 된다.
- [0269] <용접 방법>
- [0270] 용접에 있어서는, 핫 스탬프(HS) 성형 시에 용접 금속에서 과단시킴지 않기 위해, 용접 후의 냉각에서 용접 금속에 충분한 쿨링을 하는 것이 중요하다. 그 때문에, 강관의 용입 폭이 작고, 용접 후의 냉각 속도가 빠른 용접 방법을 사용할 필요가 있다. 그러한 용접이 가능한 용접 방법으로는, 레이저 용접, 전자 빔 용접, 플라즈마 용접과 같은, 에너지 밀도가 높고, 좁은 영역을 집중하여 가열할 수 있는(키홀 용접을 할 수 있는) 열원을 사용한 용접 방법이 적합하다. 그 중에서도, 레이저 용접이 가장 적합하며, 공업적으로는, 기체 레이저인 CO₂ 레이저 외에, 고체 레이저인 YAG 레이저, 파이버 레이저가 사용되지만, 본 실시 형태에 있어서는, 특별히 레이저 종류는 묻지 않는다.
- [0271] 이하, 용접 방법으로서 레이저 용접을 행하는 경우에 대하여 설명한다.

- [0272] <레이저 용접 공정>
- [0273] 레이저 용접 공정에서는, 제1 강판이 되는 강판과 제2 강판이 되는 강판을 맞대어 용접한다. 제1 강판과 제2 강판은, 판 두께, 강도가 각각 달라도 되고, 동등해도 된다. 용접 시에는, 용접 금속의 두께에는 배려가 필요해진다.
- [0274] <용접 금속의 두께>
- [0275] 용접 금속의 두께가 강판 기재의 판 두께보다 지나치게 얇아지면, 용접 조인트부의 강도가 저하된다. 그 때문에, 용접 금속의 가장 얇은 곳의 두께가, 강판 기재의 판 두께(맞댄 강판 기재의 판 두께가 다른 경우에는, 얇은 쪽의 판 두께)의 80% 미만인 것이 되도록 한다. 이것은, 필러 와이어 등의 용가재의 사용 유무에 관계되지 않지만, 용가재를 사용하지 않는 경우에 얇아지기 쉬우므로, 80% 미만이 되는 것을 회피하기 위해서는, 용가재를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0276] 용접 금속의 두께가 강판 기재의 판 두께의 80% 미만인 경우에는, 용접 금속이 켈칭되기 쉬운 조성이어도, 열간 성형 시의 용접부 파단이나, 파단되지 않는 경우에도 제품 강도의 저하가 우려된다.
- [0277] 한편, 필러 와이어 등의 용가재를 사용하여 용접하는 경우, 용접 비드의 표리면을 용접되는 강판의 표면에 대하여 솟아 오르게 하여, 용접 금속의 두께를 두껍게 하는 쪽이, 용접부의 강도를 확보할 수 있다. 그러나, 금형에 용접 금속의 덧살을 피하는 요철이 없는 경우, 용접 금속의 덧살 높이가 과도해지면, 열간 성형 시에 덧살로부터 조금 떨어진 위치에서 강판과 금형 사이에 공극이 발생하여, 강판과 금형의 접촉이 불량되어, 켈칭이 부족해져 버리는 영역이 발생한다.
- [0278] 그래서, 금형에 용접 금속의 덧살을 피하는 요철이 없는 경우에는, 용접 금속의 표리면이 강판면(강판의 판 두께가 다른 경우에는, 두꺼운 쪽의 강판면)의 연장선을 기준으로 하여, 그것보다 500 μ m를 초과하여 외측으로 돌출되지 않도록 한다. 돌출량이 500 μ m 이하이면 금형, 특히 직접 수랭 금형(금형에서 냉각수를 분출하여 강판을 냉각하는 금형)을 사용하여, 강판에 충분히 켈칭을 할 수 있다.
- [0279] [용가재의 선택]
- [0280] 본 실시 형태에서는, 레이저 용접 시에, 형성되는 용접 금속의 화학 조성의 조정을 위해, 용가재를 사용해도 된다. 용가재로서는, 분말, 와이어 중 어느 형태로도 사용할 수 있지만, 수율의 관점에서, 와이어의 형태, 즉, 필러 와이어로서 공급하는 것이 적합하다.
- [0281] 본 실시 형태에 관한 접합 강판에서는, 상술한 바와 같이, 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량이 질량%로 0.03% 이상 3.0% 이하이며, 또한, 바람직하게는 용접 금속 중의 평균 Al 함유량이 1.00질량% 미만이다. 용접 금속의 화학 조성은, 용접되는 강판에 따라 변화하는데, 용가재를 사용한 경우에는, 강판 및 용가재 그리고 용접 조건에 따라 변화한다. 예를 들어, 용접 금속의 화학 조성은, 용접에 사용하는 강판 기재의 판 두께, 강판 기재의 성분, Al계 피복의 부착량, Al계 피복의 제거 상태, 맞대는 강판의 간격(루트 간격), 용가재의 화학 조성, 용가재의 공급량(공급 속도) 등에 따라서 변화한다. 그 때문에, 사용하는 강판, 용접 조건마다 용가재의 성분 및 공급량 등을 선택하여 용접함으로써, 원하는 화학 조성을 갖는 용접 금속을 얻을 수 있다.
- [0282] 용가재의 사양에 있어서는, 다음과 같은 수순으로 용가재의 성분 및 공급량을 미리 추정하고, 추정된 성분과 공급량을 사용하여 실험적으로 용접 금속 중의 평균 Cu 함유량 및 평균 Al 함유량을 확인하면 된다.
- [0283] (i) 먼저, 용접하는 Al계 피복 강판의 판 두께와 루트 간격과 용접 조건(용접 입열량)으로부터, 용접 비드 형상을 미리 추정하고, 추정된 강판 표리면에 있어서의 용접 비드의 폭으로부터 Al계 피복의 용융 폭을 구하고, 그 용융 폭과 Al계 피복의 두께를 바탕으로 Al계 피복 강판으로부터 용접 비드를 형성하는 용접 금속 중에 용입되는 Cu량을 추정한다.
- [0284] 그리고 추정된 용접 비드 형상으로부터 용착 금속량을 구하고, 용접하는 강판 기재의 성분, 사용하는 용가재(필러 와이어)의 조성, 용접 금속 중에 용입되는 Cu량으로부터, 용접 금속의 성분을 추정한다.
- [0285] (ii) 다음으로, 추정된 용접 금속의 성분을 조사하여, 성분이 상기 조건에 적합한지를 판정하고, 적합하지 않은 경우에는, 용가재(필러 와이어)의 조성을 변경함으로써 상기 조건에 적합하게 할 수 있는지 여부를 판정하고, 적합한 경우에는, 그 용가재(필러 와이어)로 변경한다.
- [0286] (iii) 적합하지 않은 경우에는, 루트 간격을 변경하여, 용착 금속량을 증가시키고, 상기 (i)의 수순에서 다시

용접 금속의 성분을 추정하여, 용접 금속이 상기 조건에 적합한지 여부를 판정한다.

- [0287] [레이저 용접의 기타 조건]
- [0288] 레이저 용접의 기타 조건으로서는, 레이저 출력, 레이저의 빔 직경, 용접 속도, 실드 가스 유량 등을 들 수 있지만, 용접 금속 중의 보이드나, 언더컷 등이 발생하지 않도록, 당해자의 판단에 의해 용접 조건을 적절하게 선택하면 된다.
- [0289] 레이저 용접에 의해 비드를 제작할 때의 가공점(강판 표면 상)의 레이저 출력에 관해서는, 특별히 규정하지 않지만, 빔 조사부에 키흔이라고 불리는 깊은 구멍을 형성하는 것과 같은 가공 효율이 높은 빔 용접을 행하는 것을 고려하면, 빔 직경과의 사이에 일정한 관계를 충족하는 파워 밀도인 것이 필요하다.
- [0290] 파워 밀도는, 강판 표면에 있어서의 레이저 빔의 에너지 밀도(=레이저 출력/빔의 단면적 πr^2 , r: 빔 중심으로 부터 빔 강도가 $1/e^2$ 이 되는 점까지의 거리(반경))로 정의된다. 여기서 e는 자연 대수의 밑(네이피어 수)을 가리킨다.
- [0291] 레이저 출력과 빔 직경의 조정 시, 파워 밀도의 하한을 키흔 생성에 필요한 $5.0 \times 10^9 \text{W/m}^2$ 로 하고, 상한을, 강판의 증발이 과도하게 지배적이 되어 모재 금속이 소실되어 버리는 값인, 10^{13}W/m^2 로 한다. 이러한 파워 밀도의 범위에서 고려한 경우, 레이저 출력의 범위는, 하한 2kW 이상, 상한 15kW 이하, 바람직하게는 하한 4kW, 상한 8kW로 한다.
- [0292] 빔 직경은, 파워 밀도 외에, 루트 간격이 큰(맞땀 겹에 간극이 있는) 경우에도 강판의 단부면을 안정적으로 용융시키는 것을 고려할 필요가 있다. 그 때문에, 빔 직경은, 루트 간격보다 크게 한다. 테일러드 블랭크 용접에서는, 맞땀 용접 시의 루트 간격을 0mm로 하여 용접되는 경우가 많기 때문에, 빔 직경의 하한을 0.1mm로 한다. 상한은, 빔 직경이 커짐에 따라, 필요한 파워 밀도가 커져, 실생산에서는 레이저 출력을 불필요하게 크게 하는 것이 필요해지기 때문에, 상한을 1.8mm로 한다. 바람직하게는 0.3 내지 0.9mm의 범위로 한다.
- [0293] 용접 속도의 하한은 생산 효율의 관점에서 2m/min으로 하고, 상한은 특별히 정하지 않는다. 그러나 고속으로 용접하는 경우에는, 레이저 출력을 증가시킬 필요가 있어, 설비비의 증가나 러닝 코스트의 악화를 피할 수 없다. 그래서, 바람직하게는 상한을 8m/min 이하로 한다.
- [0294] 실드 가스종은, 레이저를 조사했을 때의 가공점에 있어서의 플라즈마의 냉각이나 렌즈 등 광학계의 보호를 위하여 사용되지만, 불활성 가스인 He, Ar 외에, 용융 금속과의 반응이 문제 없는 경우에는, N₂, 대기도 사용할 수 있다.
- [0295] 가스 유량은, 당해자의 판단에 의해 적절한 값을 선택하면 되며, 예를 들어 20 내지 50L/min의 범위에서 사용되는 경우가 많지만, 가스 유로를 형성하는 레이저 광학계의 구조는 다종 다양하게 다르기 때문에, 이 범위에 한정되는 것은 아니다.
- [0296] 맞땀 용접 시의 루트 간격은, 테일러드 블랭크제의 제작에 있어서는, 통상 0mm로 사용되는 경우가 많지만, 용접 금속의 성분을 조정하기 위해, 0.1 내지 1.0mm 정도로 벌어도 되며, 또한 이 범위에 한정되는 것은 아니다.
- [0297] (F) Al계 피복 강판의 제조 방법
- [0298] 본 실시 형태에 관한 접합 부품이 포함하는 제1 강 부재의 소재로서 적합한 Al계 피복 강판(본 실시 형태에 관한 접합 강판이 구비하는 제1 강판의 소재가 되는 Al계 피복 강판)은, 예를 들어 이하의 (i) 내지 (vi)에 나타내는 공정을 포함하는 제조 방법을 사용함으로써 제조할 수 있다.
- [0299] (i) 상술한 화학 조성을 갖는 강을 용제하고, 주조하여 슬래브를 제조하는, 슬래브 준비 공정
- [0300] (ii) 열어진 슬래브에 열간 압연을 실시하여 열연 강판으로 하는, 열간 압연 공정
- [0301] (iii) 필요에 따라, 권취 후의 열연 강판에 어닐링을 행하는, 열연판 어닐링 공정
- [0302] (iv) 필요에 따라, 권취 후 또는 열연판 어닐링 공정 후의 열연 강판에 디스케일링을 행하고, 냉간 압연을 행하여 냉연 강판으로 하는, 냉간 압연 공정
- [0303] (v) 필요에 따라, 열연 강판 또는 냉연 강판에 대하여 어닐링을 행하여 어닐링 강판으로 하는, 어닐링 공정

- [0304] (vi) 열연 강판, 냉연 강판 또는 어닐링 강판에 Al계 피복을 실시하여 Al계 피복 강판으로 하는, 피복 공정
- [0305] 이하, 제조 방법에 있어서의 각 공정에 대하여 설명한다.
- [0306] <슬래브 준비 공정>
- [0307] 슬래브 준비 공정에서는, 상술한 화학 조성을 갖는 강을 용제하고, 주조함으로써 열간 압연에 제공하는 슬래브를 제조한다. 예를 들어, 전로 또는 전기로 등을 사용하여 상기 화학 조성(제1 강 부재의 강판 기재의 화학 조성과 동일한 화학 조성)의 용강을 용제하고, 연속 주조법에 의해 제조한 슬래브를 사용할 수 있다. 연속 주조법 대신에, 조괴법, 박슬래브 주조법 등을 채용해도 된다.
- [0308] <열간 압연>
- [0309] 열간 압연 공정에 있어서는, 슬래브를 가열하고, 조압연을 행한 후에, 필요에 따라 디스케일링을 행하고, 마지막으로 마무리 압연을 행한다. 열간 압연 조건에 대해서는 한정되지 않는다. 마무리 압연 후의 권취 공정에서는, 예를 들어 열간 압연 후의 열연 강판을 820℃ 이하의 온도 영역에서 권취한다. 권취 온도가 820℃를 초과하면, 변태가 거의 진행되지 않는 동안에 권취되고, 코일 내에서 변태가 진행되기 때문에, 코일 형상 불량이 되는 경우가 있다.
- [0310] <열연판 어닐링 공정>
- [0311] 열연판 어닐링 공정에서는, 열연 강판에 대하여, 예를 들어 질소 80체적% 이상의 분위기나 대기 분위기에서 450 내지 800℃에서 5시간 이상의 어닐링을 실시한다. 열연판 어닐링은 반드시 행할 필요는 없지만, 연속로, 배치로 등을 사용한 열연판 어닐링에 의하면, 열연 강판을 연질화하여, 다음 공정인 냉연 공정에서의 하중을 저감할 수 있으므로 바람직하다.
- [0312] <냉간 압연 공정>
- [0313] 냉간 압연 공정에서는, 열연 강판 또는 열연판 어닐링 후의 열연 강판에 디스케일링을 행하고, 냉간 압연을 행하여 냉연 강판으로 한다. 디스케일링 및 냉간 압연은 반드시 행할 필요는 없지만, 냉간 압연을 행하는 경우, 양호한 평탄성을 확보하는 관점에서는, 냉간 압연에 있어서의 누적 압하율은 30% 이상으로 하는 것이 바람직하다. 한편, 압연 하중이 과대해지는 것을 피하기 위하여, 냉간 압연에 있어서의 누적 압하율은 80% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0314] 디스케일링의 방법은, 특별히 한정되지 않지만, 산세로 하는 것이 바람직하다. 또한, 산세를 행하는 경우, 조건은 공지의 범위여도 되지만 염산 또는 황산 산세로 철 스케일만 제거하는 것이 바람직하다.
- [0315] <어닐링 공정>
- [0316] 피복 형성 전의 어닐링 공정에서는, 열연 강판 또는 냉연 강판에 대하여 700 내지 950℃의 온도 영역에서 어닐링을 실시하여, 어닐링 강판으로 한다. 피복 형성 전의 어닐링은, 반드시 행할 필요는 없지만, 어닐링 공정에 의하면, 냉연 강판을 연질화하여, 다음 공정인 피복 공정에 있어서 통판이 용이해지므로 바람직하다.
- [0317] <피복 공정>
- [0318] 피복 공정에서는, 강판 기재(열연 강판(열연판 어닐링 후의 열연 강판도 포함함), 냉연 강판 또는 어닐링 강판)의 표면에 Al계 피복을 형성하여, Al계 피복 강판으로 한다. Al계 피복의 방법에 대해서는, 특별히 한정되는 것은 아니며, 용융 도금법을 비롯하여 전기 도금법, 진공 증착법, 클래드법, 용사법 등이 가능하다. 공업적으로 가장 보급되어 있는 것은 용융 도금법이다.
- [0319] 용융 도금을 행하는 경우, 도금욕에는 Al 이외에 불순물로서 Fe가 혼입되어 있는 경우가 많다. 또한, Al을 70 질량% 이상 함유하는 한, 상술한 원소 이외에 도금욕에 Si, Ni, Mg, Ti, Zn, Sb, Sn, Cu, Co, In, Bi, Ca, 미슈 메탈 등을 더 함유시켜도 된다.
- [0320] 용융 도금을 행하는 경우, 어닐링 공정 후의 어닐링 강판을, 실온까지 냉각한 후에 다시 승온하여 도금을 행해도 되고, 어닐링 후에 도금욕 온도 근방인 650 내지 750℃로 냉각하고, 일단 실온까지 냉각하지 않고 용융 도금을 행해도 된다.
- [0321] Al계 피복의 전처리나 후처리에 대해서는 특별히 한정되는 것은 아니며, 프리코트나 용제 도포, 합금화 처리, 조질 압연 등이 가능하다. 합금화 처리로서, 예를 들어 450 내지 800℃에서 어닐링하는 것이 가능하다. 또한

후처리로서 조절 압연은 형상 조정 등에 유용하며, 예를 들어 0.1 내지 0.5%의 압하가 가능하다.

[0322] 실시예

[0323] 이하, 실시예에 의해 본 발명을 보다 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0324] 먼저, 피복 강판, 접합 강판 및 접합 부품을 제조함에 있어서, 표 1, 표 2에 나타내는 화학 조성을 갖는 강을 용제하고, 열간 압연용의 슬래브를 얻었다.

[표 1]

강 No.	화학 조성(mass%) 잔부 Fe 및 불순물																				편석점 (°C)		상부 입계 냉각 속도 (°C/초)			
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	B	Cu	Ti	Nb	Mo	Cr	Ni	V	Ca	Mg	Sn	W	Sb	Zr		REM	Ac3 Ms	
A1	0.26	1.31	2.25	0.008	0.0032	0.007	0.006	0.20	0.0026	0.42															852 348	30
A2	0.56	0.28	0.38	0.002	0.0003	0.003	0.002	0.03	0.0023	0.32	0.014	0.02													763 305	10
A3	0.35	1.73	0.72	0.007	0.0013	0.004	0.003	0.02	0.0028	0.20			0.10												883 363	20
A4	0.42	0.52	0.35	0.015	0.0017	0.004	0.004	0.03	0.0030	0.12			0.20												803 365	40
A5	0.28	0.27	2.50	0.004	0.0006	0.006	0.003	0.01	0.0026	0.38															751 340	10
A6	0.28	0.30	0.55	0.040	0.0004	0.002	0.003	0.02	0.0023	0.48	0.010		0.26												834 408	30
A7	0.28	0.30	0.58	0.006	0.0080	0.003	0.004	0.03	0.0023	0.34															806 410	30
A8	0.29	0.44	0.60	0.007	0.0010	0.008	0.003	0.01	0.0027	0.29															0.25 810 405	30
A9	0.30	0.29	0.78	0.010	0.0013	0.003	0.008	0.01	0.0030	0.36		0.05													802 392	20
A10	0.35	0.43	0.80	0.009	0.0012	0.004	0.004	0.04	0.0026	0.36			0.25												864 368	30
A11	0.30	0.40	0.76	0.008	0.0014	0.005	0.005	0.01	0.0008	0.31															804 395	40
A12	0.30	0.38	0.63	0.010	0.0008	0.006	0.006	0.01	0.0070	0.30			0.25												815 395	10
A13	0.37	0.40	0.66	0.008	0.0010	0.005	0.003	0.02	0.0023	0.08	0.020														810 374	20
A14	0.35	0.30	0.45	0.009	0.0017	0.005	0.006	0.03	0.0027	0.80			0.08	0.25											782 372	10
A15	0.34	0.41	0.64	0.009	0.0004	0.004	0.003	0.04	0.0023	0.24	0.030	0.04	0.19	0.09	0.08										823 383	20
A16	0.49	0.48	0.41	0.010	0.0006	0.003	0.004	0.03	0.0025	0.30	0.018	0.03	0.20	0.08	0.09										806 330	20
a1	0.20	0.15	1.15	0.020	0.0028	0.005	0.005	0.10	0.0024	0.02															816 423	30
a2	0.82	0.40	1.33	0.011	0.0013	0.005	0.004	0.03	0.0023	0.01			0.15												0.15 723 161	10
a3	0.42	0.44	2.16	0.028	0.0018	0.005	0.007	0.34	0.0016	0.02															973 282	10
a4	0.35	0.15	0.10	0.016	0.0019	0.005	0.005	0.02	0.0023	0.03	0.01														800 404	80
a5	0.43	0.65	3.31	0.016	0.0019	0.005	0.005	0.02	0.0023	0.02	0.01	0.30													755 242	10
a6	0.37	0.25	0.94	0.082	0.0014	0.003	0.004	0.01	0.0023	0.02			0.28												828 361	30
a7	0.38	0.72	1.10	0.017	0.0150	0.005	0.004	0.15	0.0022	0.02	0.010														832 354	30
a8	0.42	0.55	1.24	0.013	0.0018	0.015	0.004	0.02	0.0024	0.01			0.38	0.12											798 328	20
a9	0.43	0.57	1.32	0.015	0.0014	0.005	0.015	0.32	0.0022	0.02	0.002														817 323	30
a10	0.34	0.66	0.83	0.015	0.0013	0.005	0.006	0.44	0.0002	0.02			0.12												882 371	100
a11	0.42	0.50	1.98	0.017	0.0016	0.005	0.005	0.03	0.0135	0.01															773 306	10
a12	0.43	0.34	1.86	0.015	0.0020	0.005	0.006	0.34	0.0024	0.02															795 306	20
a13	0.36	0.51	0.68	0.012	0.0022	0.005	0.004	0.03	0.0024	0.01	0.018	0.04	0.21	0.38	0.40										818 365	20

[0326]

[0327] [표 2]

강 No.	화학 조성(mass%) 잔부 Fe 및 불순물																변태점 (°C)		상부 일계 냉각 속도 (°C/초)
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	B	Cu	Ti	Nb	Cr	Sn	Ac3	Ms			
B1	0.06	0.03	1.51	0.012	0.0020	0.004	0.004	0.03	0.0003		0.068	0.05		0.04	859	476	100		
B2	0.08	0.34	1.65	0.008	0.0022	0.003	0.004	0.03	0.0026		0.029	0.05	0.06	0.04	845	457	40		
B3	0.14	0.07	2.06	0.010	0.0012	0.004	0.004	0.03	0.0022	0.01	0.027		0.21		801	412	20		
B4	0.21	0.22	1.28	0.015	0.0025	0.004	0.003	0.03	0.0021	0.01	0.023		0.23		811	419	30		
B5	0.06	0.03	1.50	0.013	0.0020	0.004	0.030	0.03	0.0002		0.066	0.05			859	476	100		
B6	0.08	0.36	1.64	0.014	0.0022	0.003	0.003	0.03	0.0037		0.014	0.05	0.01		845	457	40		

[0328]

[0329]

얻어진 슬래브 중 강 No.A1 내지 A16, a1 내지 a13에 열간 압연을 실시하고, 800°C 이하의 온도에서 권취하여, 두께 2.7mm의 열연 강판으로 하였다. 열간 압연 후의 열연 강판에 대하여, 냉간 압연을 실시하여, 두께 1.4 내지 2.3mm의 냉연 강판(강판 기재)으로 하였다.

[0330]

얻어진 냉연 강판(강판 기재)에 Al 도금을 실시하여, Al계 피복을 갖는 피복 강판(제1 강판)으로 하였다. 피복 공정에 있어서는, 강판을, 680°C의, Al을 주체로 하여 Si를 10질량%, Fe를 2질량%, 잔부에 불순물(합계로 5질량% 이하)을 포함하는 Al 도금욕에 침지한 후, 200°C 이하까지 냉각하고, 권취를 행하였다. Al계 피복 강판의 판 두께 방향으로 표면으로부터 판 두께의 1/4의 위치의 화학 조성은, 슬래브의 화학 조성 과 마찬가지로였다. 또한, Al계 피복의 단위 면적당 중량은 25 내지 150g/m²의 범위 내였다.

[0331]

이들 Al계 피복 강판을 제1 강판으로 하였다.

[0332]

또한, 슬래브 중, 강 No.B1 내지 B6에 열간 압연을 실시하고, 800°C 이하의 온도에서 권취하여, 두께 2.7mm의 열연 강판으로 하였다. 열간 압연 후의 열연 강판에 대하여 냉간 압연을 실시하여, 두께 0.8 내지 2.0mm의 냉

연 강판(강판 기재)으로 하였다.

[0333] 얻어진 냉연 강판(강판 기재)의 일부에 Al 도금을 실시하여, Al계 피복을 갖는 피복 강판(제2 강판)으로 하였다. 피복 공정에 있어서는, 강판을, 680℃의 Al을 주체로 하여 Si를 10%, Fe를 2%, 잔부에 불순물(합계로 5질량% 이하)을 포함하는 Al 도금욕에 침지한 후, 200℃ 이하까지 냉각하고, 권취를 행하였다. Al계 피복 강판의 판 두께 방향으로 표면으로부터 판 두께의 1/4의 위치의 화학 조성은, 슬래브의 화학 조성 과 마찬가지로였다. 또한, Al계 피복의 단위 면적당 중량은 25 내지 150g/m²의 범위 내였다.

[0334] 또한, 일부의 냉연 강판에는, Zn 도금을 실시하여, Zn계 피복을 갖는 피복 강판(제2 강판)으로 하였다. 피복 공정에 있어서는, 강판을, 670℃의 Zn을 주체로 하여, 잔부에 불순물을 포함하는 Zn 도금욕에 침지한 후, 200℃ 이하까지 냉각하고, 600℃까지 승온하여 합금화 처리를 실시한 후에 권취를 행하였다. Zn계 피복 강판의 판 두께 방향으로 표면으로부터 판 두께의 1/4의 위치의 화학 조성은, 슬래브의 화학 조성 과 마찬가지로였다. 또한, Zn계 피복의 단위 면적당 중량은 25 내지 150g/m²의 범위 내였다.

[0335] 또한, 일부의 냉연 강판에 대해서는, 도금을 실시하지 않고 냉연 강판(강판 기재)인 채로 제2 강판으로 하였다.

[0336] 다음으로, 이들 제1 강판과 제2 강판을 1종씩 선택하고, 각각의 면이 대략 평행해지도록 단부를 맞대어, 표 4-1 내지 표 4-10에 나타내는 바와 같이, 일부의 강판에 대하여 피복의 제거를 행한 후, 필요에 따라 용가재를 사용하고, 소정의 루트 간격(0.00 내지 0.80mm)으로 설정하고, 양자를 레이저 용접하여 접합 강판으로 하였다.

[0337] Al계 피복 제거에 대해서는, 강판 양면에 있어서 맞담 접합하는 강판 단부로부터 폭 1.0mm를, 판 두께 방향으로 Al계 피복을 연삭하여, 일부 잔존하는 경우부터, 모두 제거하는 경우까지 구분 제작하였다.

[0338] 또한, 용접 시에, 용가재를 사용하는 경우에는 직경 0.9mm의, 표 3에 나타내는 화학 조성을 갖는 필러 와이어를 사용하였다.

[0339] 레이저 용접은, 초점 거리가 300mm, 집광 스폿 직경이 0.6mm가 되는 집광 광학계를 사용하였다. 용접 시의 실드는, 레이저광과 동축의 실드 노즐(내경 6mm)을 사용하여, 스탠드 오프(노즐 선단과 강판 표면의 거리)를 10mm로 설정하고, Ar 가스 유량이 30L/min이 되는 조건에서 행하였다. 용접 속도 및 가공점 출력은, 5m/min 및 5.5kW로 일정하게 하고, 판 두께 및 루트 간격에 따라서 용가재의 공급 속도를 조정하여, 용접 금속의 폭 방향 사이즈를 판 두께와 동등한 정도로 하였다. 또한, 용접 금속의 두께는, 강판 기재의(강판의 판 두께가 다른 경우에는, 얇은 쪽의) 판 두께의 80% 이상으로 하고, 또한 용접 금속의 표리면은, 강판의 표리면(강판의 판 두께가 다른 경우에는, 두꺼운 쪽)의 연장선을 기준으로 하여, 그것보다 외측으로 200μm 이상 돌출되지 않도록 하였다.

[0340] [표 3]

필러 No.	화학 조성(mass%) 잔부 Fe 및 불순물									
	C	Si	Mn	Al	Cu	Mo	Cr	Ni	Sn	W
C1	0.12	0.01	2.05		0.35	0.49	0.01	0.01		
C2	0.07	0.86	1.45		0.32		0.02	0.01		
C3	0.15	0.01	1.80	0.01	3.05	0.45	0.10	0.50	0.20	0.20
C4	0.08	0.76	1.50		0.15		0.01	0.02	0.01	
C5	2.50		4.50		5.12		2.50	5.10		

[0341]

[0342] 얻어진 접합 강판 및 접합 부품에 있어서, 상술한 방법으로, 용접 금속 중의 Cu, Al, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W의 함유량을 측정하였다.

[0343] 다음으로, 얻어진 접합 강판을, 표 4-1 내지 표 4-10에 나타내는 평균 승온 속도로 가열 온도까지 가열하여, 가열 온도의 ±10℃ 이내의 범위에 90초 유지하고, 표 4-1 내지 표 4-10에 나타내는 평균 냉각 속도로 Ms점 이하까지 냉각하는 열처리를 실시하여, 접합 부품을 얻었다.

[0344] 얻어진 접합 부품에 있어서, 상술한 방법으로, 용접 금속 중의 Cu, Al, Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W의 함유량을 측정하였다.

[0345] 또한, 이하의 방법으로, 용접 금속의 경도, 제1 강 부재 및 제2 강 부재의 인장 강도, CCT에 있어서의 한계 사이클을 평가하였다.

- [0346] 또한, Al-Fe계 피복(Al과 Fe로 70질량% 이상의 피복)이 형성되어 있는 경우에는, 그 두께를 측정하였다.
- [0347] [용접 금속의 경도]
- [0348] 상기와 마찬가지로 용접 금속의 단면을 잘라내어, JIS Z 2244:2009에 준거하여, 비커스 경도 측정을 행하였다. 측정 시에는, 시험력을 98N으로 하고, 용접 금속 내에 있어서, 용접 중심선의 용접 금속의 표면으로부터 이면을 향하여 균등한 간격으로 5점의 측정을 행하여, 그 평균값을 용접 금속의 경도로 하였다. 본 실시예에서는, 제2 강 부재의 강판 기재의 경도 또는 350Hv 중 어느 높은 값을 초과하는 비커스 경도를 갖는 경우를, 높은 경도를 갖고 있어 바람직하다고 평가하였다.
- [0349] [인장 강도]
- [0350] 인장 시험은 ASTM 규격 E8의 규정에 준거하여 실시하였다. 접합 부품으로부터 제1 강 부재 및 제2 강 부재를, 단부 및 용접 금속을 피하여, 시험편의 길이 방향이 용접선과 평행해지도록 잘라내고, 양면을 균등하게 1.2mm 두께까지 연삭한 후, ASTM 규격 E8의 하프 사이즈 판상 시험편(평행부 길이: 32mm, 평행부 판 폭: 6.25mm)을 채취하였다. 판 두께가 1.2mm 미만인 경우에는, 피복 또는 흑피(산화 스케일)를 제거한 후, ASTM 규격 E8의 하프 사이즈 판상 시험편을 채취하였다. 그리고 평행부 중심에 게이지 길이 5mm의 변형 게이지를 첩부하고, 3mm/min의 변형 속도로 실온 인장 시험을 행하여, 인장 강도(최대 강도)를 측정하였다. 본 실시예에서는, 적어도 제1 강 부재의 인장 강도가 1500MPa 초파이면, 접합 부품이 충분한 인장 강도를 갖고 있다고 판단하였다.
- [0351] [CCT에 있어서의 한계 사이클]
- [0352] 내수소 취성은, CCT(복합 사이클 시험)에 의한 부식 촉진 시험에 의해 평가하였다. 구체적으로는, 접합 부품으로부터, 용접선과 직교하고, 또한 용접선이 시험편의 길이 방향의 중심이 되도록 폭 8mm, 길이 68mm의 직사각형 시험편을 잘라냈다. 그리고 시험편 표면의 폭 및 길이 방향 중심에 인장 시험과 마찬가지로 변형 게이지(게이지 길이: 5mm)를 첩부하고, 제1 강 부재의 인장 강도의 1/2 상당의 변형까지 4점 지지의 지그로 구부렸다. 4점 굽힘한 시험편을 지그와 함께 JASO 규격 M609, M610의 규정에 준거하여 CCT를 행하여, 용접부가 파단되지 않는 사이클수에 의해 평가하였다. CCT는 최장 360사이클까지 실시하여, 150사이클까지 파단되지 않은 경우를 내수소 취성이 우수하다고 하였다.
- [0353] 또한, 360사이클까지 파단되지 않은 시험편에 대하여, 용접부에 있어서의 판 두께 방향의 부식 두께 감소량을 측정하여, 내식성을 평가하였다. 구체적으로는, 10% 시트르산수소2암모늄에 인히비터를 첨가한 용액으로 시험편의 녹을 제거한 후, 용접부의 가장 부식되어 있다고 생각되는 개소에 대하여, 선단 SR(반경) 0.3mm의 포인트 마이크로미터로 판 두께 방향으로 10점 측정하여, 10점의 평균값/부식 전의 판 두께×100의 값을 부식 두께 감소량(%)으로 하였다. 부식 두께 감소량의 정도에 의해 내식성을 A, B, C의 3단계로 평가하였다.
- [0354] 구체적으로는, 부식 두께 감소량이 30% 미만인 경우를 A, 30% 이상 50% 미만을 B, 50% 이상을 C로 하였다.

[표 4-1]

부호	강판 기재				표면				관 두께		용접				절합 강판					
	제1 강판		제2 강판		제1 강판		제2 강판		제1 강판	제2 강판	피복 계기	피복 계기 후의 SI량	제1 강판	제2 강판	용가 계	조성	루트 간격	용접 금속 중의 평균 농도		절합 부 폭 방향 사이즈
	강 No.	강 No.	면적당 중량 (g/m ²)	(mm)	(mm)	(g/m ²)	필터 No.	(mm)	(mass%)	(mass%)	기타 원소 합계 Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W									
D1	A1	B1	AI계	72	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.23	0.41	1.9	1.6
D2	A2	B2	AI계	80	AI계	74	AI계	74	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.18	0.31	1.0	1.6
D3	A3	B3	AI계	83	AI계	73	AI계	73	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.12	0.31	1.5	1.6
D4	A4	B4	AI계	72	AI계	77	AI계	77	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.07	0.31	1.0	1.6
D5	A5	B5	AI계	73	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.21	0.30	2.1	1.6
D6	A6	B6	AI계	75	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.27	0.31	1.0	1.6
D7	A7	B1	AI계	73	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.19	0.31	1.0	1.6
D8	A8	B2	AI계	73	AI계	74	AI계	74	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.16	0.30	1.1	1.6
D9	A9	B3	AI계	72	AI계	73	AI계	73	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.20	0.30	1.4	1.6
D10	A10	B4	AI계	72	AI계	77	AI계	77	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.20	0.70	1.3	1.6
D11	A11	B5	AI계	73	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.17	0.30	1.1	1.6
D12	A12	B6	AI계	73	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.17	0.30	1.1	1.6
D13	A13	B1	AI계	76	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.04	0.31	1.2	1.6
D14	A14	B2	AI계	76	AI계	74	AI계	74	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.44	0.31	1.2	1.6
D15	A15	B1	AI계	75	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.13	0.32	1.1	1.6
D16	A15	B2	AI계	75	AI계	74	AI계	74	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.13	0.32	1.2	1.6
D17	A15	B3	AI계	75	AI계	73	AI계	73	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.14	0.32	1.5	1.6
D18	A15	B4	AI계	75	AI계	77	AI계	77	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.14	0.32	1.1	1.6
D19	A15	B5	AI계	75	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.13	0.32	1.1	1.6
D20	A15	B6	AI계	75	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.13	0.32	1.2	1.6
D21	A15	B1	AI계	75	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.14	0.31	1.2	1.6
D22	A15	B2	AI계	75	AI계	74	AI계	74	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.14	0.31	1.3	1.6
D23	A15	B3	AI계	75	AI계	73	AI계	73	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.15	0.31	1.5	1.6
D24	A15	B4	AI계	75	AI계	77	AI계	77	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.15	0.31	1.2	1.6
D25	A15	B5	AI계	75	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.14	0.31	1.2	1.6
D26	A15	B6	AI계	75	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.14	0.31	1.2	1.6
D27	A15	B1	AI계	75	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.26	0.31	1.2	1.6
D28	A15	B2	AI계	75	AI계	74	AI계	74	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.26	0.31	1.3	1.6
D29	A15	B3	AI계	75	AI계	73	AI계	73	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.27	0.31	1.5	1.6
D30	A15	B4	AI계	75	AI계	77	AI계	77	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.27	0.31	1.2	1.6
D31	A15	B5	AI계	75	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.26	0.31	1.2	1.6
D32	A15	B6	AI계	75	AI계	72	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	부	-	0.05	0.26	0.31	1.3	1.6

반

[0355]

[0356]

[표 4-2]

부호	강판 기계				표면				관 두께		용접				절합 강판				
	제1 강판		제2 강판		제1 강판		제2 강판		제1 강판	제2 강판	피복 계기	피복 계기 후의 AI량		용가 계	조성	투트 간격	용접 금속 중의 평균 농도		절합부 폭 방향 사이즈
	강 No.	강 No.	면적 (g/m ²)	(mm)	(mm)	(g/m ²)	(g/m ²)		Cu (mass%)	Al (mass%)				기타 원소 합계 Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W (mass%)					
D33	A15	B1	AI계	75	AI계	72	2.0	1.6	무	75	72	무	05	0.05	0.36	1.03	1.6	1.6	
D34	A15	B2	AI계	75	AI계	74	2.0	1.6	무	75	74	유	05	0.05	0.36	1.05	1.7	1.6	
D35	A15	B3	AI계	75	AI계	73	2.0	1.6	무	75	73	유	05	0.05	0.36	1.04	1.9	1.6	
D36	A15	B4	AI계	75	AI계	77	2.0	1.6	무	75	77	유	05	0.05	0.36	1.07	1.6	1.6	
D37	A15	B5	AI계	75	AI계	72	2.0	1.6	무	75	72	유	05	0.05	0.36	1.03	1.6	1.6	
D38	A15	B6	AI계	75	AI계	72	2.0	1.6	무	75	72	유	05	0.05	0.36	1.03	1.7	1.6	
D39	A15	B1	AI계	75	AI계	72	2.0	1.6	무	75	72	무	-	0.05	0.13	1.07	1.1	1.6	
D40	A15	B2	AI계	75	AI계	74	2.0	1.6	무	75	74	무	-	0.05	0.13	1.09	1.2	1.6	
D41	A15	B3	AI계	75	AI계	73	2.0	1.6	무	75	73	무	-	0.05	0.14	1.08	1.5	1.6	
D42	A15	B4	AI계	75	AI계	77	2.0	1.6	무	75	77	무	-	0.05	0.14	1.11	1.1	1.6	
D43	A15	B5	AI계	75	AI계	72	2.0	1.6	무	75	72	무	-	0.05	0.13	1.07	1.1	1.6	
D44	A15	B6	AI계	75	AI계	72	2.0	1.6	무	75	72	무	-	0.05	0.13	1.07	1.2	1.6	
D45	A15	B1	AI계	75	없음	-	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.13	0.18	1.1	1.6	
D46	A15	B2	AI계	75	없음	-	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.13	0.18	1.2	1.6	
D47	A15	B3	AI계	75	없음	-	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.14	0.18	1.5	1.6	
D48	A15	B4	AI계	75	없음	-	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.13	0.18	1.1	1.6	
D49	A15	B5	AI계	75	없음	-	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.13	0.18	1.1	1.6	
D50	A15	B6	AI계	75	없음	-	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.13	0.18	1.2	1.6	
D51	A15	B1	AI계	75	Zn계	75	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.13	0.18	1.1	1.6	
D52	A15	B2	AI계	75	Zn계	75	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.13	0.18	1.2	1.6	
D53	A15	B3	AI계	75	Zn계	75	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.14	0.18	1.5	1.6	
D54	A15	B4	AI계	75	Zn계	75	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.14	0.18	1.1	1.6	
D55	A15	B5	AI계	75	Zn계	75	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.13	0.18	1.1	1.6	
D56	A15	B6	AI계	75	Zn계	75	2.0	1.6	유	20	0	무	-	0.05	0.13	0.18	1.2	1.6	
D57	A15	B1	AI계	36	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	무	-	0.05	0.13	0.32	1.1	1.6	
D58	A15	B2	AI계	36	AI계	74	2.0	1.6	유	20	20	무	-	0.05	0.13	0.32	1.2	1.6	
D59	A15	B3	AI계	36	AI계	73	2.0	1.6	유	20	20	무	-	0.05	0.14	0.32	1.5	1.6	
D60	A15	B4	AI계	36	AI계	77	2.0	1.6	유	20	20	무	-	0.05	0.14	0.32	1.1	1.6	
D61	A15	B5	AI계	36	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	무	-	0.05	0.13	0.32	1.1	1.6	
D62	A15	B6	AI계	36	AI계	72	2.0	1.6	유	20	20	무	-	0.05	0.13	0.32	1.2	1.6	
D63	A15	B1	AI계	140	AI계	72	2.0	1.6	유	25	25	무	-	0.05	0.13	0.39	1.1	1.6	
D64	A15	B2	AI계	140	AI계	74	2.0	1.6	유	25	25	무	-	0.05	0.13	0.39	1.2	1.6	

반별

[0357]

[0358]

[표 4-3]

부호	강판						용접				접합강판					
	강판 기계		표면		판 두께		피복 계기	피복 계기 후의 강판	용접 강	조성	루트 간격	용접 금속 중의 평균 농도			접합부 폭 방향 사이즈	
	제1 강판 No.	제2 강판 No.	제1 강판 피복 (단위: g/m^2)	제2 강판 피복 (단위: g/m^2)	제1 강판 (mm)	제2 강판 (mm)						Cu (mass%)	Al (mass%)	기타 원소 합계 Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W (mass%)		
D65	A15	B3	A1계	140	A1계	73	유무	25	25	무	-	0.05	0.14	0.39	1.5	1.6
D66	A15	B4	A1계	140	A1계	77	유	25	25	무	-	0.05	0.14	0.39	1.1	1.6
D67	A15	B5	A1계	140	A1계	72	유	25	25	무	-	0.05	0.13	0.39	1.1	1.6
D68	A15	B6	A1계	140	A1계	72	유	25	25	무	-	0.05	0.13	0.39	1.2	1.6
D69	A15	B1	A1계	75	A1계	72	유	20	20	무	-	0.00	0.15	0.50	1.1	0.8
D70	A15	B2	A1계	75	A1계	74	유	20	20	무	-	0.00	0.15	0.50	1.2	0.8
D71	A15	B3	A1계	75	A1계	73	유	20	20	무	-	0.00	0.16	0.50	1.3	0.8
D72	A15	B4	A1계	75	A1계	77	유	20	20	무	-	0.00	0.16	0.50	1.1	0.8
D73	A15	B5	A1계	75	A1계	72	유	20	20	무	-	0.00	0.15	0.50	1.1	0.8
D74	A15	B6	A1계	75	A1계	72	유	20	20	무	-	0.00	0.15	0.50	1.1	0.8
D75	A15	B1	A1계	75	A1계	72	유	20	20	무	-	0.05	0.13	0.28	1.1	1.8
D76	A15	B2	A1계	75	A1계	74	유	20	20	무	-	0.05	0.13	0.28	1.2	1.8
D77	A15	B3	A1계	75	A1계	73	유	20	20	무	-	0.05	0.14	0.28	1.5	1.8
D78	A15	B4	A1계	75	A1계	77	유	20	20	무	-	0.05	0.14	0.28	1.1	1.8
D79	A15	B5	A1계	75	A1계	72	유	20	20	무	-	0.05	0.13	0.28	1.1	1.8
D80	A15	B6	A1계	75	A1계	72	유	20	20	무	-	0.05	0.13	0.28	1.2	1.8
D81	A15	B1	A1계	75	A1계	25	유	20	20	무	-	0.05	0.11	0.32	1.2	1.6
D82	A15	B2	A1계	75	A1계	25	유	20	20	무	-	0.05	0.11	0.32	1.3	1.6
D83	A15	B3	A1계	75	A1계	25	유	20	20	무	-	0.05	0.11	0.32	1.6	1.6
D84	A15	B4	A1계	75	A1계	25	유	20	20	무	-	0.05	0.11	0.32	1.2	1.6
D85	A15	B5	A1계	75	A1계	25	유	20	20	무	-	0.05	0.11	0.32	1.2	1.6
D86	A15	B6	A1계	75	A1계	25	유	20	20	무	-	0.05	0.11	0.32	1.3	1.6
D87	A15	B1	A1계	75	A1계	72	유	20	20	무	-	0.20	0.18	0.27	1.4	1.6
D88	A15	B2	A1계	75	A1계	74	유	20	20	무	-	0.20	0.18	0.27	1.4	1.6
D89	A15	B3	A1계	75	A1계	73	유	20	20	무	-	0.20	0.18	0.27	1.6	1.6
D90	A15	B4	A1계	75	A1계	77	유	20	20	무	-	0.20	0.18	0.27	1.3	1.6
D91	A15	B5	A1계	75	A1계	72	유	20	20	무	-	0.20	0.18	0.27	1.3	1.6
D92	A15	B6	A1계	75	A1계	72	유	20	20	무	-	0.20	0.18	0.27	1.4	1.6
D93	A15	B1	A1계	75	A1계	72	유	20	20	무	-	0.80	0.29	0.14	1.9	1.6
D94	A15	B2	A1계	75	A1계	74	유	20	20	무	-	0.80	0.29	0.14	1.9	1.6
D95	A15	B3	A1계	75	A1계	73	유	20	20	무	-	0.80	0.29	0.14	2.0	1.6
D96	A15	B4	A1계	75	A1계	77	유	20	20	무	-	0.80	0.29	0.14	1.9	1.6

단위: mm

[0359]

[0360]

[표 4-4]

부호	강판						용접						절합 강판						
	강판 기재		표면		관 두께		피복 계기	피복 후의 강판	강판	용접 강판	조성	루트 간격	절합 금속 중의 평균 농도		절합부 폭 방향 사이즈				
	제1 강판	제2 강판	제1 강판	제2 강판	제1 강판	제2 강판							Cu	Al		기타 원소 합계 Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W			
D97	A15	B5	A1계	75	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	필리 No.	(mm)	(mass%)	(mass%)	(mass%)	(mm)
D98	A15	B6	A1계	75	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C1	0.80	0.29	0.14	1.9	1.6
D99	A15	B1	A1계	75	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.13	0.32	1.1	1.6
D100	A15	B2	A1계	75	A1계	74	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.13	0.32	1.2	1.6
D101	A15	B3	A1계	75	A1계	73	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.14	0.32	1.5	1.6
D102	A15	B4	A1계	75	A1계	77	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.14	0.32	1.1	1.6
D103	A15	B5	A1계	75	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.13	0.32	1.1	1.6
D104	A15	B6	A1계	75	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.13	0.32	1.2	1.6
D105	A15	B1	A1계	75	A1계	72	2.0	1.6	유부	0	0	0	유부	-	0.05	0.13	0.04	1.1	1.6
D106	A15	B2	A1계	75	A1계	74	2.0	1.6	유부	0	0	0	유부	-	0.05	0.13	0.04	1.2	1.6
D107	A15	B3	A1계	75	A1계	73	2.0	1.6	유부	0	0	0	유부	-	0.05	0.14	0.04	1.5	1.6
D108	A15	B4	A1계	75	A1계	77	2.0	1.6	유부	0	0	0	유부	-	0.05	0.14	0.04	1.1	1.6
D109	A15	B5	A1계	75	A1계	72	2.0	1.6	유부	0	0	0	유부	-	0.05	0.13	0.04	1.1	1.6
D110	A15	B6	A1계	75	A1계	72	2.0	1.6	유부	0	0	0	유부	-	0.05	0.13	0.04	1.2	1.6
D111	A16	B1	A1계	74	A1계	72	1.8	1.2	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.18	0.37	1.1	1.4
D112	A16	B2	A1계	74	A1계	74	1.8	1.2	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.18	0.37	1.2	1.4
D113	A16	B3	A1계	74	A1계	73	1.8	1.2	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.18	0.37	1.4	1.4
D114	A16	B4	A1계	74	A1계	77	1.8	1.2	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.18	0.37	1.1	1.4
D115	A16	B5	A1계	74	A1계	72	1.8	1.2	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.18	0.37	1.1	1.4
D116	A16	B6	A1계	74	A1계	74	1.8	1.2	유부	20	20	20	유부	-	0.05	0.18	0.37	1.2	1.4
D117	a12	B1	A1계	78	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.15	0.47	2.1	1.6
D118	a12	B2	A1계	78	A1계	74	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.15	0.47	2.2	1.6
D119	a12	B3	A1계	78	A1계	73	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.15	0.47	2.4	1.6
D120	a12	B4	A1계	78	A1계	77	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.15	0.47	2.1	1.6
D121	a12	B5	A1계	78	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.15	0.47	2.1	1.6
D122	a12	B6	A1계	78	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.15	0.47	2.1	1.6
D123	a13	B1	A1계	72	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.14	0.30	1.6	1.6
D124	a13	B2	A1계	72	A1계	74	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.14	0.30	1.7	1.6
D125	a13	B3	A1계	72	A1계	73	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.15	0.30	1.9	1.6
D126	a13	B4	A1계	72	A1계	77	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.15	0.30	1.6	1.6
D127	a13	B5	A1계	72	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.14	0.30	1.5	1.6
D128	a13	B6	A1계	72	A1계	72	2.0	1.6	유부	20	20	20	유부	C3	0.05	0.14	0.30	1.6	1.6

[0361]

[0362]

[표 4-5]

부호	강판						용접						절합 강판			
	강판 기재		표면		관 두께		피복 계기		피복 계기		용접		조건		절합부	
	제1 강판 강 No.	제2 강판 강 No.	제1 강판 면적당 중량 (g/m ²)	제2 강판 면적당 중량 (g/m ²)	제1 강판 (mm)	제2 강판 (mm)	피복 계기 후의 강판 (g/m ²)	제2 강판 (g/m ²)	용접 계	조건 필리 No.	특트 간격 (mm)	Cu (mass%)	Al (mass%)	기타 원소 합계 Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W (mass%)	절합부 폭 방향 사이즈 (mm)	
d1	a1	B1	AI계 74	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.35	1.3	1.6
d2	a2	B2	AI계 74	AI계 74	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.31	1.6	1.6
d3	a3	B3	AI계 75	AI계 73	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.02	0.48	2.3	1.6
d4	a4	B4	AI계 78	AI계 77	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.02	0.31	0.7	1.6
d5	a5	B5	AI계 80	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.31	2.6	1.6
d6	a6	B6	AI계 82	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.30	1.4	1.6
d7	a7	B1	AI계 76	AI계 74	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.38	1.3	1.6
d8	a8	B2	AI계 75	AI계 74	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.31	1.5	1.6
d9	a9	B3	AI계 72	AI계 73	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.02	0.47	1.9	1.6
d10	a10	B4	AI계 72	AI계 77	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.02	0.54	1.2	1.6
d11	a11	B5	AI계 78	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.31	1.8	1.6
d12	a12	B6	AI계 78	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.48	2.1	1.6
d13	a13	B1	AI계 78	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.31	1.5	1.6
d14	a13	B2	AI계 78	AI계 74	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.31	1.6	1.6
d15	a13	B3	AI계 78	AI계 73	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.31	1.8	1.6
d16	a13	B4	AI계 78	AI계 77	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.31	1.5	1.6
d17	a13	B5	AI계 78	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.31	1.5	1.6
d18	a13	B6	AI계 78	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	무	-	0.05	0.01	0.31	1.5	1.6
d19	a13	B1	AI계 78	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	유	C4	0.05	0.01	0.30	1.5	1.6
d20	a13	B2	AI계 78	AI계 74	2.0	1.6	유무	20	20	유	C4	0.05	0.01	0.30	1.6	1.6
d21	a13	B3	AI계 78	AI계 73	2.0	1.6	유무	20	20	유	C4	0.05	0.02	0.30	1.8	1.6
d22	a13	B4	AI계 78	AI계 77	2.0	1.6	유무	20	20	유	C4	0.05	0.02	0.30	1.5	1.6
d23	a13	B5	AI계 78	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	유	C4	0.05	0.01	0.30	1.5	1.6
d24	a13	B6	AI계 78	AI계 72	2.0	1.6	유무	20	20	유	C4	0.05	0.01	0.30	1.6	1.6
d25	a13	B1	AI계 78	AI계 74	2.0	1.6	유무	78	72	무	-	0.05	0.01	1.05	1.5	1.6
d26	a13	B2	AI계 78	AI계 74	2.0	1.6	유무	78	74	무	-	0.05	0.01	1.06	1.6	1.6
d27	a13	B3	AI계 78	AI계 73	2.0	1.6	유무	78	73	무	-	0.05	0.01	1.05	1.8	1.6
d28	a13	B4	AI계 78	AI계 77	2.0	1.6	유무	78	77	무	-	0.05	0.01	1.08	1.5	1.6
d29	a13	B5	AI계 78	AI계 72	2.0	1.6	유무	78	72	무	-	0.05	0.01	1.05	1.5	1.6
d30	a13	B6	AI계 78	AI계 72	2.0	1.6	유무	78	72	무	-	0.05	0.01	1.05	1.5	1.6

비
고
예

[0363]

[0364]

[표 4-6]

부호	열처리			용접 금속 중의 평균 농도						Al-Fe계 피복의 두께		접합부 폭방향 사이즈	용접 금속 경도	인장 강도		CCT 한계 사이클	대식성
	승온 속도	가열 온도	냉각 속도	Cu	Al	Cu/Al	기타 원소 합계 Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W	제1 강 부재	제2 강 부재	제1 강 부재	제2 강 부재			(MPa)	(MPa)		
D1	5	920	50	0.23	0.41	0.57	1.9	33	33	1.6	431	1929	469	360	A		
D2	5	920	50	0.18	0.31	0.57	1.0	37	34	1.6	646	2776	1086	360	A		
D3	5	920	50	0.12	0.31	0.38	1.5	38	34	1.6	534	2156	1362	360	A		
D4	5	920	50	0.07	0.31	0.23	1.0	33	35	1.6	610	2394	1587	360	A		
D5	5	920	50	0.21	0.30	0.70	2.1	34	33	1.6	448	2021	468	360	A		
D6	5	920	50	0.27	0.31	0.87	1.0	35	33	1.6	428	1813	1086	360	A		
D7	5	920	50	0.19	0.31	0.60	1.0	34	33	1.6	410	1814	469	360	A		
D8	5	920	50	0.16	0.30	0.53	1.1	34	34	1.6	437	1863	1086	360	A		
D9	5	920	50	0.20	0.30	0.68	1.4	33	34	1.6	490	1924	1362	360	A		
D10	5	920	50	0.20	0.70	0.29	1.3	33	35	1.6	563	2142	1587	360	A		
D11	5	920	50	0.17	0.30	0.57	1.1	34	33	1.6	430	1919	468	360	A		
D12	5	920	50	0.17	0.30	0.55	1.1	34	33	1.6	445	1904	1086	360	A		
D13	5	920	50	0.04	0.31	0.14	1.2	35	33	1.6	484	2209	469	360	B		
D14	5	920	50	0.44	0.31	1.42	1.2	35	34	1.6	481	2100	1086	360	A		
D15	5	920	50	0.13	0.32	0.42	1.1	35	33	1.6	460	2076	469	360	A		
D16	5	920	50	0.13	0.32	0.42	1.2	35	34	1.6	477	2076	1086	360	A		
D17	5	920	50	0.14	0.32	0.43	1.5	35	34	1.6	519	2076	1362	360	A		
D18	5	920	50	0.14	0.32	0.43	1.1	35	35	1.6	552	2076	1587	360	A		
D19	5	920	50	0.13	0.32	0.42	1.1	35	33	1.6	460	2076	468	360	A		
D20	5	920	50	0.13	0.32	0.42	1.2	35	33	1.6	477	2076	1086	360	A		
D21	5	920	50	0.14	0.31	0.47	1.2	35	33	1.6	458	2076	469	360	A		
D22	5	920	50	0.14	0.31	0.47	1.3	35	34	1.6	475	2076	1086	360	A		
D23	5	920	50	0.15	0.31	0.48	1.5	35	34	1.6	515	2076	1362	360	A		
D24	5	920	50	0.15	0.31	0.48	1.2	35	35	1.6	546	2076	1587	360	A		
D25	5	920	50	0.14	0.31	0.47	1.2	35	33	1.6	458	2076	468	360	A		
D26	5	920	50	0.14	0.31	0.47	1.2	35	33	1.6	475	2076	1086	360	A		
D27	5	920	50	0.26	0.31	0.86	1.2	35	33	1.6	459	2076	469	360	A		
D28	5	920	50	0.26	0.31	0.86	1.3	35	34	1.6	476	2076	1086	360	A		
D29	5	920	50	0.27	0.31	0.88	1.5	35	34	1.6	517	2076	1362	360	A		
D30	5	920	50	0.27	0.31	0.88	1.2	35	35	1.6	548	2076	1587	360	A		
D31	5	920	50	0.26	0.31	0.86	1.2	35	33	1.6	459	2076	468	360	A		
D32	5	920	50	0.26	0.31	0.86	1.3	35	33	1.6	476	2076	1086	360	A		

발명

[0365]

[0366]

[표 4-7]

부호	열처리			용접 금속 중의 평균 농도						Al-Fe계		접합부 폭 방향 사이즈 (mm)	용접 금속 경도 (비커스)	인장 강도		CCT 한계 사이클 (cyc)	내식성 (A, B, C)
	승온 속도 (°C/s)	가열 온도 (°C)	냉각 속도 (°C/s)	Cu (mass%)	Al (mass%)	Cu/Al (mass%/%)	기타 원소 합계 Mn, Cr, Mo W (mass%)	제1 강 부재 (μm)	제2 강 부재 (μm)	제1 강 부재 (MPa)	제2 강 부재 (MPa)						
D33	5	920	50	0.36	1.03	0.35	1.6	35	33	1.6	614	2076	469	360	A		
D34	5	920	50	0.36	1.05	0.34	1.7	35	34	1.6	631	2076	1086	360	A		
D35	5	920	50	0.36	1.04	0.35	1.9	35	34	1.6	671	2076	1362	360	A		
D36	5	920	50	0.36	1.07	0.34	1.6	35	35	1.6	702	2076	1587	360	A		
D37	5	920	50	0.36	1.03	0.35	1.6	35	33	1.6	613	2076	468	360	A		
D38	5	920	50	0.36	1.03	0.35	1.7	35	33	1.6	631	2076	1086	360	A		
D39	5	920	50	0.13	1.07	0.12	1.1	35	33	1.6	320	2076	469	360	B		
D40	5	920	50	0.13	1.09	0.12	1.2	35	34	1.6	310	2076	1086	360	B		
D41	5	920	50	0.14	1.08	0.13	1.5	35	34	1.6	311	2076	1362	360	B		
D42	5	920	50	0.14	1.11	0.12	1.1	35	35	1.6	335	2076	1587	360	B		
D43	5	920	50	0.13	1.07	0.12	1.1	35	33	1.6	310	2076	468	360	B		
D44	5	920	50	0.13	1.07	0.12	1.2	35	33	1.6	320	2076	1086	360	B		
D45	5	920	50	0.13	0.18	0.75	1.1	35	-	1.6	460	2076	469	360	A		
D46	5	920	50	0.13	0.18	0.75	1.2	35	-	1.6	477	2076	1086	360	A		
D47	5	920	50	0.14	0.18	0.78	1.5	35	-	1.6	519	2076	1362	360	A		
D48	5	920	50	0.14	0.18	0.78	1.1	35	-	1.6	552	2076	1587	360	A		
D49	5	920	50	0.13	0.18	0.75	1.1	35	-	1.6	460	2076	468	360	A		
D50	5	920	50	0.13	0.18	0.75	1.2	35	-	1.6	477	2076	1086	360	A		
D51	5	920	50	0.13	0.18	0.75	1.1	35	-	1.6	460	2076	469	360	A		
D52	5	920	50	0.13	0.18	0.75	1.2	35	-	1.6	477	2076	1086	360	A		
D53	5	920	50	0.14	0.18	0.78	1.5	35	-	1.6	519	2076	1362	360	A		
D54	5	920	50	0.14	0.18	0.78	1.1	35	-	1.6	552	2076	1587	360	A		
D55	5	920	50	0.13	0.18	0.75	1.1	35	-	1.6	460	2076	468	360	A		
D56	5	920	50	0.13	0.18	0.75	1.2	35	-	1.6	477	2076	1086	360	A		
D57	5	920	50	0.13	0.32	0.42	1.1	17	33	1.6	460	2076	469	360	A		
D58	5	920	50	0.13	0.32	0.42	1.2	17	34	1.6	477	2076	1086	360	A		
D59	5	920	50	0.14	0.32	0.43	1.5	17	34	1.6	519	2076	1362	360	A		
D60	5	920	50	0.14	0.32	0.43	1.1	17	35	1.6	552	2076	1587	360	A		
D61	5	920	50	0.13	0.32	0.42	1.1	17	33	1.6	460	2076	468	360	A		
D62	5	920	50	0.13	0.32	0.42	1.2	17	33	1.6	477	2076	1086	360	A		
D63	5	920	50	0.13	0.39	0.34	1.1	64	33	1.6	460	2076	469	360	A		
D64	5	920	50	0.13	0.39	0.34	1.2	64	34	1.6	477	2076	1086	360	A		

[표 4-7]

[0367]

[0368]

[표 4-8]

부호	열처리			용접 금속 중의 평균 농도						결함 부품		인장 강도	CTT 한계 사이클	내식성	
	승온 속도	가열 온도	냉각 속도	Cu	Al	Cu/Al	기타 원소 합계 Mn, Cr, Mo W, Ni, Sn, Pb	AI-F ₂ O ₃ 계 피복의 두께 제1 강 부재	제2 강 부재	결합부 폭 방향 사이즈	용접 금속 경도				제1 강 부재
	(°C/s)	(°C)	(°C/s)	(mass%)	(mass%)	(mass%/%)	(mass%)	(μm)	(μm)	(mm)	비커스	(MPa)	(MPa)	(cyc)	(A, B, C)
D65	5	920	50	0.14	0.39	0.35	1.5	64	34	1.6	519	2076	1362	360	A
D66	5	920	50	0.14	0.39	0.35	1.1	64	35	1.6	552	2076	1587	360	A
D67	5	920	50	0.13	0.39	0.34	1.1	64	33	1.6	460	2076	468	360	A
D68	5	920	50	0.13	0.39	0.34	1.2	64	33	1.6	477	2076	1086	360	A
D69	5	920	50	0.15	0.50	0.31	1.1	35	33	0.8	490	2076	469	360	A
D70	5	920	50	0.15	0.50	0.31	1.2	35	34	0.8	504	2076	1086	360	A
D71	5	920	50	0.16	0.50	0.31	1.3	35	34	0.8	538	2076	1362	360	A
D72	5	920	50	0.16	0.50	0.31	1.1	35	35	0.8	565	2076	1587	360	A
D73	5	920	50	0.15	0.50	0.31	1.1	35	33	0.8	490	2076	468	360	A
D74	5	920	50	0.15	0.50	0.31	1.1	35	33	0.8	504	2076	1086	360	A
D75	5	920	50	0.13	0.28	0.47	1.1	35	33	1.8	462	2076	469	360	A
D76	5	920	50	0.13	0.28	0.47	1.2	35	34	1.8	479	2076	1086	360	A
D77	5	920	50	0.14	0.28	0.49	1.3	35	34	1.8	520	2076	1362	360	A
D78	5	920	50	0.14	0.28	0.49	1.1	35	35	1.8	553	2076	1587	360	A
D79	5	920	50	0.13	0.28	0.47	1.1	35	33	1.8	462	2076	468	360	A
D80	5	920	50	0.13	0.28	0.47	1.2	35	33	1.8	479	2076	1086	360	A
D81	5	920	50	0.11	0.32	0.34	1.2	35	12	1.6	418	2076	469	360	A
D82	5	920	50	0.11	0.32	0.34	1.3	35	12	1.6	441	2076	1086	360	A
D83	5	920	50	0.11	0.32	0.35	1.6	35	12	1.6	493	2076	1362	360	A
D84	5	920	50	0.11	0.32	0.35	1.2	35	12	1.6	534	2076	1587	360	A
D85	5	920	50	0.11	0.32	0.34	1.2	35	12	1.6	418	2076	468	360	A
D86	5	920	50	0.11	0.32	0.34	1.3	35	12	1.6	441	2076	1086	360	A
D87	5	920	50	0.18	0.27	0.65	1.3	35	33	1.6	452	2076	469	360	A
D88	5	920	50	0.18	0.27	0.65	1.4	35	34	1.6	467	2076	1086	360	A
D89	5	920	50	0.18	0.27	0.66	1.6	35	34	1.6	503	2076	1362	360	A
D90	5	920	50	0.18	0.27	0.66	1.3	35	35	1.6	531	2076	1587	360	A
D91	5	920	50	0.18	0.27	0.65	1.3	35	33	1.6	452	2076	468	360	A
D92	5	920	50	0.18	0.27	0.65	1.4	35	33	1.6	467	2076	1086	360	A
D93	5	920	50	0.29	0.14	2.00	1.9	35	33	1.6	431	2076	469	360	A
D94	5	920	50	0.29	0.14	2.00	1.9	35	34	1.6	439	2076	1086	360	A
D95	5	920	50	0.29	0.14	2.02	2.0	35	34	1.6	458	2076	1362	360	A
D96	5	920	50	0.29	0.14	2.02	1.9	35	35	1.6	473	2076	1587	360	A

[0369]

[0370]

[표 4-9]

부호	열처리			용접 금속 중의 평균 농도						Al-Fe계		접합부 폭 방향 사이즈 (mm)	용접 금속 경도	인장 강도		CCT 한계 사이클 (cyc)	내식성 (A, B, C)
	승온 속도 (°C/s)	가열 온도 (°C)	냉각 속도 (°C/s)	Cu (mass%)	Al (mass%)	Cu/Al (mass%/%)	기타 원소 합계 Mn, Cr, Mo , Ni, Sn, W (mass%)	제1 강 부재 (μm)	제2 강 부재 (μm)	제1 강 부재 (MPa)	제2 강 부재 (MPa)						
D97	5	920	50	0.29	0.14	2.00	1.9	35	33	1.6	431	2076	468	360	A		
D98	5	920	50	0.29	0.14	2.00	1.9	35	33	1.6	439	2076	1086	360	A		
D99	2	920	50	0.13	0.32	0.42	1.1	35	33	1.6	460	2084	478	360	A		
D100	800	920	50	0.13	0.32	0.42	1.2	34	34	1.6	477	2072	1078	360	A		
D101	5	880	50	0.14	0.32	0.43	1.5	33	34	1.6	519	2085	1370	360	A		
D102	5	1100	50	0.14	0.32	0.43	1.1	35	33	1.6	552	2044	1548	360	A		
D103	5	920	1000	0.13	0.32	0.42	1.1	35	33	1.6	460	2093	477	360	A		
D104	10	900	100	0.13	0.32	0.42	1.2	34	34	1.6	477	2077	470	360	A		
D105	2	920	50	0.13	0.04	3.75	1.1	35	33	1.6	471	2084	478	360	A		
D106	800	920	50	0.13	0.04	3.75	1.2	34	34	1.6	485	2072	1078	360	A		
D107	5	880	50	0.14	0.04	3.88	1.5	33	34	1.6	528	2085	1370	360	A		
D108	5	1100	50	0.14	0.04	3.88	1.1	35	33	1.6	560	2044	1548	360	A		
D109	5	920	1000	0.13	0.04	3.75	1.1	35	33	1.6	466	2093	477	360	A		
D110	10	900	100	0.13	0.04	3.75	1.2	34	34	1.6	482	2077	470	360	A		
D111	5	920	50	0.18	0.37	0.49	1.1	34	33	1.4	600	2699	469	360	A		
D112	5	920	50	0.18	0.37	0.49	1.2	34	34	1.4	616	2699	1086	360	A		
D113	5	920	50	0.18	0.37	0.50	1.4	34	34	1.4	654	2699	1362	360	A		
D114	5	920	50	0.18	0.37	0.50	1.1	34	35	1.4	683	2699	1587	360	A		
D115	5	920	50	0.18	0.37	0.49	1.1	34	33	1.4	600	2699	468	360	A		
D116	5	920	50	0.18	0.37	0.49	1.2	34	33	1.4	616	2699	1086	360	A		
D117	5	920	50	0.15	0.47	0.31	2.1	35	33	1.6	551	2596	469	240	-		
D118	5	920	50	0.15	0.47	0.31	2.2	35	34	1.6	568	2596	1086	225	-		
D119	5	920	50	0.15	0.47	0.32	2.4	35	34	1.6	608	2596	1362	210	-		
D120	5	920	50	0.15	0.47	0.32	2.1	35	35	1.6	639	2596	1587	210	-		
D121	5	920	50	0.15	0.47	0.31	2.1	35	33	1.6	550	2596	468	240	-		
D122	5	920	50	0.15	0.47	0.31	2.1	35	33	1.6	568	2596	1086	240	-		
D123	5	920	50	0.14	0.30	0.47	1.6	33	33	1.6	476	2175	469	360	A		
D124	5	920	50	0.14	0.30	0.47	1.7	33	34	1.6	493	2175	1086	360	A		
D125	5	920	50	0.15	0.30	0.48	1.9	33	34	1.6	533	2175	1362	360	A		
D126	5	920	50	0.15	0.30	0.48	1.6	33	35	1.6	564	2175	1587	360	A		
D127	5	920	50	0.14	0.30	0.47	1.5	33	33	1.6	475	2175	468	360	A		
D128	5	920	50	0.14	0.30	0.47	1.6	33	33	1.6	493	2175	1086	360	A		

[0371]

[0372]

[표 4-10]

부호	열처리			용접 금속 중의 평균 농도						Al-Fe계 피복의 두께		접합부 폭 방향 사이즈 (mm)	용접 금속 경도 (비커스)	인장 강도		COIT 한계 사이클 (cyc)	내식성 (A, B, C)
	속도 (°C/s)	가열 온도 (°C)	냉각 속도 (°C/s)	Cu (mass%)	Al (mass%)	Cu/Al (mass%/%)	기타 원소 합계 Mn, Cr, Mo, Ni, Sn, W (mass%)	제1 강 부재 (μm)	제2 강 부재 (μm)	제1 강 부재 (MPa)	제2 강 부재 (MPa)						
d1	5	920	50	0.01	0.35	0.03	1.3	34	33	1.6	358	1530	469	318	-		
d2	5	920	50	0.01	0.31	0.02	1.6	34	34	1.6	810	2813	1086	75	-		
d3	5	920	50	0.02	0.48	0.03	2.3	35	34	1.6	621	1383	1362	360	C		
d4	5	920	50	0.02	0.31	0.07	0.7	36	35	1.6	548	965	1587	360	C		
d5	5	920	50	0.01	0.31	0.04	2.6	37	33	1.6	584	2558	468	93	-		
d6	5	920	50	0.01	0.30	0.04	1.4	38	33	1.6	506	2239	1086	108	-		
d7	5	920	50	0.01	0.38	0.03	1.3	35	33	1.6	502	2308	469	105	-		
d8	5	920	50	0.01	0.31	0.02	1.5	35	34	1.6	553	2489	1086	90	-		
d9	5	920	50	0.02	0.47	0.03	1.9	33	34	1.6	605	2539	1362	90	-		
d10	5	920	50	0.02	0.54	0.03	1.2	33	35	1.6	557	911	1587	360	C		
d11	5	920	50	0.01	0.31	0.02	1.8	36	33	1.6	550	2568	468	87	-		
d12	5	920	50	0.01	0.48	0.02	2.1	36	33	1.6	572	2566	1086	84	-		
d13	5	920	50	0.01	0.31	0.02	1.5	36	33	1.6	477	2175	469	123	-		
d14	5	920	50	0.01	0.31	0.02	1.6	36	33	1.6	495	2175	469	120	-		
d15	5	920	50	0.01	0.31	0.03	1.8	36	33	1.6	536	2175	469	102	-		
d16	5	920	50	0.01	0.31	0.03	1.5	36	33	1.6	569	2175	469	102	-		
d17	5	920	50	0.01	0.31	0.02	1.5	36	33	1.6	477	2175	469	117	-		
d18	5	920	50	0.01	0.31	0.02	1.5	36	33	1.6	494	2175	469	114	-		
d19	5	920	50	0.01	0.30	0.04	1.5	36	33	1.6	471	2175	469	117	-		
d20	5	920	50	0.01	0.30	0.04	1.6	36	33	1.6	488	2175	469	105	-		
d21	5	920	50	0.02	0.30	0.05	1.8	36	33	1.6	528	2175	469	102	-		
d22	5	920	50	0.02	0.30	0.05	1.5	36	33	1.6	560	2175	469	102	-		
d23	5	920	50	0.01	0.30	0.04	1.5	36	33	1.6	471	2175	469	105	-		
d24	5	920	50	0.01	0.30	0.04	1.6	36	33	1.6	488	2175	469	108	-		
d25	5	920	50	0.01	1.05	0.01	1.5	36	33	1.6	310	2175	469	123	-		
d26	5	920	50	0.01	1.06	0.01	1.6	36	33	1.6	303	2175	469	129	-		
d27	5	920	50	0.01	1.05	0.01	1.8	36	33	1.6	345	2175	469	126	-		
d28	5	920	50	0.01	1.08	0.01	1.5	36	33	1.6	340	2175	469	120	-		
d29	5	920	50	0.01	1.05	0.01	1.5	36	33	1.6	320	2175	469	120	-		
d30	5	920	50	0.01	1.05	0.01	1.5	36	33	1.6	320	2175	469	129	-		

[0374]

[0375]

표 4-1 내지 표 4-10에 나타내는 대로, 본 발명 범위를 충족하는 발명에 D1 내지 D128은, 접합 부품의 적어도 일부가 1.5GPa 초과인 인장 강도를 갖고, 또한 내수소 취성에 대해서도 우수하였다. 또한, 특히 Cu/Al이 바람직한 범위에 있는 예에 대해서는, 내식성에 대해서도 우수하였다.

[0376]

이에 비해, 본 발명 범위를 충족하고 있지 않은 비교예 d1 내지 d30은, 내수소 취성이나 인장 강도 중 적어도 하나가 떨어져 있었다.

산업상 이용가능성

[0377]

본 발명에 따르면, 내수소 취성이 우수한 접합부를 갖는 고강도의 접합 부품을 얻는 것이 가능해진다. 본 발명에 관한 접합 부품은, 특히 자동차의 골격 부품으로서 사용하는 데 적합하다. 본 발명의 강 부재는, 고강도이며 또한 내수소 취성이 우수하므로, 자동차 부품에 적용한 경우, 연비 및 충돌 안전성의 향상에 기여한다.

부호의 설명

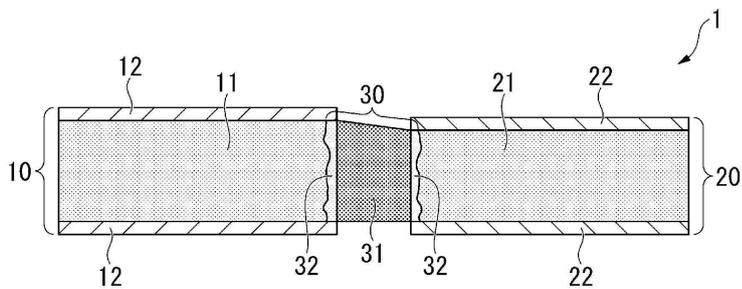
[0378]

- 1: 접합 부품
- 10: 제1 강 부재

- 11: 강판 기재
- 12: Al-Fe계 피복
- 20: 제2 강 부재
- 21: 강판 기재
- 22: 피복
- 30: 접합부
- 31: 용접 금속
- 32: 열영향부
- S1: 접합 강판
- S10: 제1 강판
- S11: 강판 기재
- S12: Al계 피복
- S20: 제2 강판
- S21: 강판 기재
- S22: 피복
- S30: 접합부
- S31: 용접 금속
- S32: 열영향부

도면

도면1



도면2

