



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월26일

(11) 등록번호 10-1993541

(24) 등록일자 2019년06월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 11/11 (2006.01) *B23K 11/16* (2006.01)
B23K 26/00 (2014.01)
- (52) CPC특허분류
B23K 11/11 (2013.01)
B23K 11/166 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7014636(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2013년08월08일
 심사청구일자 2018년08월03일
- (85) 번역문제출일자 2017년05월29일
- (65) 공개번호 10-2017-0062552
- (43) 공개일자 2017년06월07일
- (62) 원출원 특허 10-2015-7002212
 원출원일자(국제) 2013년08월08일
 심사청구일자 2015년01월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/071565
- (87) 국제공개번호 WO 2014/024997
 국제공개일자 2014년02월13일
- (30) 우선권주장 JP-P-2012-175860 2012년08월08일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌 JP2008229720 A*
 JP2009241116 A*
- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
닛폰세이테츠 가부시카이가이사
 일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 2쵸메 6방 1고
- (72) 발명자
후지모토 히로키
 일본 1008071 도쿄도 지요다구 마루노우치 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨 카부시카이가이사 내
- 오카다 도오루**
 일본 1008071 도쿄도 지요다구 마루노우치 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨 카부시카이가이사 내
- 야스야마 마사노리**
 일본 1008071 도쿄도 지요다구 마루노우치 2쵸메 6방 1고 신닛테츠스미킨 카부시카이가이사 내
- (74) 대리인
정해양, 장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 4 항

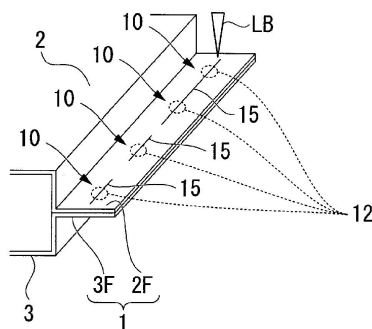
심사관 : 이성섭

(54) 발명의 명칭 중첩부의 용접 방법, 겹침 용접 부재의 제조 방법, 겹침 용접 부재 및 자동차용 부품

(57) 요약

복수의 강판 부재끼리를 중첩부에서 접합하고, 상기 복수의 강판 부재 중 적어도 1개가 마르텐사이트 조직을 포함하는 중첩부의 용접 방법이며, 상기 중첩부에 너깃(12)을 갖는 스폿 용접부(10)를 형성하는 저항 스폿 용접 공정과, 레이저 빔을 조사하여, 상기 너깃(12)과 상기 너깃(12)의 단부로부터 외측으로 3mm 이상 떨어진 위치 사이 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1a



에 상기 너짓(12)의 단부를 가로지르는 용융 응고부(15)를 형성할 때에, 상기 용융 응고부(15)의 깊이를 상기 너짓(12)의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서 상기 마르텐사이트 조직을 포함하는 강판 부재에 각각 판 두께의 50% 이상으로 형성하는 용융 응고부 형성 공정을 구비함으로써, 중첩부의 스폿 용접부가 HAZ 연화부에 있어서 파단하는 것을 억제한다.

(52) CPC특허분류

B23K 26/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 강판 부재끼리를 중첩부에서 접합하고, 상기 복수의 강판 부재 중 적어도 1개가 마르텐사이트 조직을 포함하는 중첩부의 용접 방법이며,

상기 중첩부에 너깃을 갖는 스폿 용접부를 형성하는 저항 스폿 용접 공정과,

레이저 빔을 조사하여, 상기 너깃과 상기 너깃의 단부로부터 외측으로 3mm 이상 떨어진 위치 사이에 상정 응력 방향과의 교차 각도 θ 가 $\pm 30^\circ$ 이내로 교차하고 상기 너깃의 단부를 가로지르는 용융 응고부를 형성할 때에, 상기 용융 응고부의 깊이를 상기 너깃의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서 상기 마르텐사이트 조직을 포함하는 강판 부재에 각각 판 두께의 50% 이상으로 형성하는 용융 응고부 형성 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는, 중첩부의 용접 방법.

청구항 2

상기 복수의 강판 부재를, 상기 중첩부에서 중첩하는 중첩 공정과,

제1항에 기재된 중첩부의 용접 방법에 의한 용접 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는, 겹침 용접 부재의 제조 방법.

청구항 3

복수의 강판 부재끼리가 중첩부에서 접합되고, 상기 복수의 강판 부재 중 적어도 1개가 마르텐사이트 조직을 포함하는 겹침 용접 부재이며,

상기 중첩부는 너깃을 갖는 스폿 용접부가 형성되고,

상기 너깃과 상기 너깃의 단부로부터 외측으로 3mm 이상 떨어진 위치 사이에는, 레이저 빔의 조사에 의해 상기 너깃의 단부를 가로질러 상기 너깃의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서의 깊이가 상기 마르텐사이트 조직을 포함하는 강판 부재의 각각 판 두께의 50% 이상이 되는 용융 응고부가 상정 응력 방향과의 교차 각도 θ 가 $\pm 30^\circ$ 이내로 교차하여 형성되어 있는 것을 특징으로 하는, 겹침 용접 부재.

청구항 4

제3항에 기재된 겹침 용접 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는, 자동차용 부품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복수 강판 부재가 겹침 용접되어서 형성되는 겹침 용접 부재의 중첩부의 용접 방법과, 상기 겹침 용접 부재의 제조 방법과, 상기 겹침 용접 부재와, 상기 겹침 용접 부재를 갖는 자동차용 부품에 관한 것이다.

[0002] 본 출원은, 2012년 8월 8일에, 일본에 출원된 일본 특허 출원 제2012-175860호에 의거하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경 기술

[0003] 최근 들어, 강판으로 형성된 복수의 강판 부재를 사용하여 구성되는 구조물에서는, 기능이나 사용 환경에 따라서 강판 부재끼리를 중첩한 중첩부에 대하여, 저항 스폿 용접에 의해 너깃을 갖는 스폿 용접부를 형성함으로써, 복수의 강판 부재를 접합하여 겹침 용접 부재를 구성하는 것이 널리 행해지고 있다.

[0004] 예를 들어, 자동차 차체를 구성하는 모노코크 바디(자동차용 부품)는 충돌 안전성의 향상과 연비의 향상을 양립하기 위해서, 고강도 강판을 포함하는 강판 부재를 중첩하고, 플랜지(중첩부)를 저항 스폿 용접하는 것이 일반

적으로 행하여지고 있다.

- [0005] 현재, 자동차용의 고강도 강판으로서, 인장 강도가 980MPa급의 고장력 강판이 널리 사용되고 있으며, 또한 인장 강도 1200MPa급 이상의 고장력 강판의 적용도 검토되고 있다.
- [0006] 또한, 겹침 용접 부재의 강판 부재를 성형할 때에, 프레스 성형과 퀀칭을 동일형 내에서 동시에 행하는 핫 스탬프를 적용하여 인장 강도가 1500MPa 이상의 핫 스탬프를 강판 부재로서 제조하는 기술도 진행되고 있다.
- [0007] 이 핫 스탬프에서는, 강판을 고온으로 하여 고연성의 상태에서 프레스 성형하므로, 인장 강도가 1500MPa 이상의 고강도의 강판 부재를 효율적으로 제조할 수 있는데다가, 프레스 성형 후에 있어서의 치수 정밀도가 향상되는 이점도 얻어진다.
- [0008] 또한, 예를 들어 내녹성을 필요로 하는 구조물에 있어서, 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 용융 아연 도금 피막이 형성된 아연 도금 강판을 포함하는 강판으로 형성된 강판 부재를 중첩하여, 저항 스폿 용접에 의해 중첩부를 접합하는 경우가 있다.
- [0009] 예를 들어, 모노코크 바디를 구성하는 아우터 패널은, 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 용융 아연 도금 피막이 형성된 아연 도금 강판에 의해 형성되는 것이 일반적이다.
- [0010] 상술한 바와 같은, 인장 강도 1200MPa 이상의 고장력 강판이나 고강도 강판을 핫 스탬프에 의해 성형한 강판 부재는, 일반적으로 퀀칭 조직을 포함하고 있다.
- [0011] 그러나, 중첩부를 접합하는 스폿 용접부에서는, 저항 스폿 용접의 열에 의해 너깃 주위의 퀀칭 조직이 템퍼링됨으로써 퀀칭 조직을 포함한 모재보다 경도가 낮은 열 영향부(heat-affected zone)(이하, HAZ라고 함)가 형성된다.
- [0012] 모재보다 경도가 낮은 HAZ의 연화는, 980MPa급 강판에 있어서도 발생할 수 있지만, 수행 기능을 갖는 연속 어닐링 설비에서 퀀칭 조직을 형성한 인장 강도 1200MPa 이상의 고장력 강판이나 핫 스탬프에 의해 성형한 핫 스탬프재(고강도 강판 부재)의 스폿 용접부에서 특히 현저하다.
- [0013] 예를 들어, 1200MPa급의 냉연 강판에서는, 모재는 비커스 경도가 약 390인 것에 반해, HAZ 최연화부의 비커스 경도는 약 300이다.
- [0014] 즉, 모재보다도 비커스 경도는 약 90 저하된다.
- [0015] 도 14는, 핫 스탬프에 의해 성형된 인장 강도가 1500MPa급의 핫 스탬프재(고강도 강판 부재)(101P)와, 핫 스탬프에 의해 성형된 인장 강도가 1500MPa급의 핫 스탬프재(고강도 강판 부재)(102P)를 중첩하여, 저항 스폿 용접에 의해 너깃(112)을 갖는 스폿 용접부(110)를 형성한 중첩부를 갖는 시험편(100)과, 시험편(100)의 단면도에 나타난 파선을 따른 위치[계면으로부터 강판의 중앙측에 (판 두께)/4의 위치]에 타점하여 측정된 비커스 경도(JISZ2244)에 의한 경도 분포의 일례를 나타내는 도면이다.
- [0016] 비커스 경도는, 하중 9.8N, 피치 0.5mm로 측정하였다.
- [0017] 도 14의 그래프에 도시한 바와 같이, 핫 스탬프에 의해 성형된 1500MPa급의 핫 스탬프재(101P)와, 핫 스탬프에 의해 성형된 1500MPa급의 핫 스탬프재(102P)를 중첩하여 형성한 시험편(100)의 비커스 경도는, 모재[핫 스탬프재(101P)]의 비커스 경도가 약 450이지만, HAZ 연화부(103)의 최연화부(103A)에서는 비커스 경도가 약 300이다.
- [0018] 즉, HAZ(103)의 최연화부(103A)는 모재[핫 스탬프재(101P)]보다도 비커스 경도가 약 150 저하되어 있다.
- [0019] 그리고, 시험편(100)에 인장 하중을 부하한 결과, 도 15a, 도 15b에 도시한 바와 같이, 너깃(112)의 외측 근방의 HAZ 연화부(103)를 기점으로 하여 파단하였다.
- [0020] 도 15a는, 도 14에 도시한 시험편(100)의 핫 스탬프재(101P)가 파단된 상황을 강재 표면으로부터 본 도면이며, 도 15b는 HAZ 연화부(103)를 기점으로 하여 파단한 상황의 단면도이다.
- [0021] 이러한 HAZ 연화는, 저항 스폿 용접의 조인트 평가에 사용되는 인장 전단 시험, 및 십자 인장 시험(JIS Z3137)의 평가 결과에는 영향을 미치지 않지만, 도 15a, 도 15b에 도시한 바와 같이, 시험편(100)에 인장 하중이 부하된 경우에, HAZ 연화부(103)에 국소적으로 변형이 집중되어 HAZ 연화부(103)에 파단을 발생하는 경우가 있다.
- [0022] 이러한 스폿 용접부의 HAZ 연화부에 있어서의 파단은, 인장 강도 1200MPa 이상의 강판으로 이루어지는 강판 부재(프레스 성형품)에 있어서 확인되어, 충돌 시에 고강도 강판의 우위성을 충분히 발휘할 수 없을 가능성이 있

다.

- [0023] 예를 들어, A 필러, B 필러, 루프레이일, 사이드실과 같은 자동차 차체를 구성하는 구조 부재(접침 용접 부재)는 자동차가 충돌했을 때에 캐빈 내의 승객을 보호할 필요가 있다.
- [0024] 이로 인해, 복수의 강판 부재를 중첩하여 플랜지(중첩부)를 저항 스폿 용접에 의해 접합하여 통 형상의 폐단면을 형성함으로써, 충돌 시의 변형을 억제한다.
- [0025] 그러나, 예를 들어 미국 도로 안전보험협회(IIHS)의 SUV 측면 충돌 시험이나 Euro NCAP의 폴측돌 시험 등의 엄격한 충돌 모드에서는, 스폿 용접부의 HAZ 연화부에 변형이 집중되어 파단 기점이 됨으로써, 고강도 강판 등을 사용해도 소정의 충돌 성능을 얻는 것이 곤란한 경우가 있다.
- [0026] 따라서, 고강도 강판의 성능을 충분히 발휘하기 위해서, 이들 1200MPa 이상의 고강도 강판으로 이루어지는 강판 부재를 자동차 차체의 구조 부재에 적용할 경우에, 스폿 용접부의 HAZ 연화부가 파단 기점이 되는 것을 억제하는 것이 요구된다.
- [0027] 예를 들어, 고강도 강판을 용접하여 자동차용 구조 부재를 형성할 경우에, 레이저 용접과 스폿 용접을 병용함으로써, 용접부의 응력을 완화하는 동시에 지연파괴를 억제하는 기술이 개시되어 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조).
- [0028] 또한, 용접부의 접합을 향상하는 기술로서, 스폿 용접부를 따라 금속재에 레이저 용접에 의한 연속 용접부를 형성하는 기술이 개시되어 있다(예를 들어, 특허문헌 2 참조).
- [0029] 또한, 용접부의 접합을 향상하는 기술로서, 스폿 용접부 또는 스폿 용접부의 주위에 레이저광을 조사하고, 표면측 강판에 인접하는 고판 후강판과 표면측 강판을 레이저 용접하는 기술이 개시되어 있다(예를 들어, 특허문헌 3 참조).
- [0030] 또한, 비특허문헌 1에는, 핫 스탬프에 의해 형성되는 A 필러에 있어서의 충돌에 의한 파단의 위험이 있는 부분을, 핫 스탬프 시에 행하는 열 처리에 의해 모재의 강도를 저하함으로써, 저항 스폿 용접이 행하여져도 HAZ 연화를 발생하지 않고, HAZ 연화부를 기점으로 하는 구조 부재의 파단을 방지하는 방법이 개시되어 있다.
- [0031] 또한, 비특허문헌 2에는, 핫 스탬프에 의해 형성되는 B 필러의 플랜지부를 고주파 가열에 의한 템퍼링에 의해 모재의 강도를 저하하고, 저항 스폿 용접을 행해도 HAZ 연화가 발생하지 않고, HAZ 연화부를 기점으로 하는 구조 부재의 파단을 방지하는 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0032] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2008-178905호 공보
(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2009-241116호 공보
(특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2010-264503호 공보

비특허문헌

- [0033] (비특허문헌 0001) Tailored Properties for Press-hardened body parts Dr.Camilla Wastlund, Automotive Circle International, Insight edition 2011 Ultra-high strength steels in car body lightweight design-current challenges and future potential
(비특허문헌 0002) <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/144308.pdf>

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0034] 그러나, 특허문헌 1에 개시된 기술은, 접침부에 형성되게 되는 레이저 용접비드의 연장선 위에 스폿 용접에 임

시 부착을 하고 나서 레이저 용접함으로써, 레이저 용접 직후에, 레이저 용접에 수반하는 변형이나, 성형 부재의 스프링 백 등에 의해, 겹침부에 발생하는 응력을 완화하는 것이다.

- [0035] 즉, 레이저 용접에 있어서의 임시 고정에 관한 기술이며, 스폿 용접부의 강도 향상에 공헌하는 것은 아니다.
- [0036] 또한, 특허문헌 2에 의해 개시된 기술은, 레이저 용접을 행하는 데 앞서서 저항 스폿 용접을 행함으로써, 먼저 형성한 스폿 용접부를 중첩 부분의 고정 수단으로서 기능시키는 기술이다.
- [0037] 즉, 스폿 용접을 주로 하는 것은 아니며 레이저 용접을 위한 기술이며, 스폿 용접의 우위성을 높이는 기술은 아니다.
- [0038] 또한, 특허문헌 3에 의해 개시된 기술은, 스폿 용접 공정과 레이저 용접 공정을 차례로 행하여, 2 이상의 강판 중, 표면측 강판에 인접하는 고판 후강판과 표면측 강판 사이에 스폿 용접부가 형성되지 않은 경우에도, 레이저 용접에 의해 표면측 강판과 고판 후강판을 용접하여 확실하게 겹침 용접하는 기술이며, 스폿 용접부의 강도 향상에 관한 기술은 아니다.
- [0039] 또한, 비특허문헌 1에 의해 개시된 바와 같이 A 필러의 부위마다 강도를 조정하는 방법에서는, A 필러의 비교적 넓은 범위에 저강도부가 불가피하게 형성되게 된다.
- [0040] 이로 인해, 고강도를 얻을 수 있다고 하는 핫 스탬프의 효과를 충분히 향수할 수 없어, 경량화의 효과도 한정적인 것이 된다.
- [0041] 덧붙여서, 이 방법에서는 퀴칭 영역과 미퀴칭 영역 사이에 불가피하게 형성되는 비교적 넓은 천이 영역에 있어서, 강도 특성이 변동되기 쉬워, A 필러의 충돌 성능에 편차가 발생할 우려가 있다.
- [0042] 또한, 비특허문헌 2에 개시된 핫 스탬프 후에 B 필러의 플랜지를 고주파 가열에 의해 템퍼링하는 방법은, B 필러가 고주파 가열에 의해 발생하는 열 변형에 의해 변형되어서 치수 정밀도가 저하될 우려가 있다.
- [0043] B 필러에 한정되지 않고, A 필러, 루프레이일 등의 도어 개구부 주위에 배치되는 구조 부재는, 예를 들어 도어 패널과의 간극이 도어 패널 전체 둘레에 걸쳐 균일해지도록 개폐 정밀도를 확보할 필요가 있다.
- [0044] 이로 인해, 비특허문헌 2에 개시된 기술을 도어 개구부 주위의 구조 부재에 적용하는 것은, 치수 정밀도가 저하되어서 외관 품질이 확보되지 않게 되는 점에서 곤란하다.
- [0045] 또한, 자동차 차체의 설계 단계에 있어서, B 필러 등의 구조 부재를, 충돌 시에 있어서의 플랜지의 스폿 용접부의 HAZ 연화부가 파단 변형에 도달하는 일이 없도록 설정하는 것도 고려된다.
- [0046] 그러나, 구조 부재를 구성하는 강판의 판 두께의 증가나 레인포스먼트의 추가가 발생하여, 자동차 차체의 비용이나 중량이 증가하므로 적용은 곤란하다.
- [0047] 본 발명은 이러한 과제를 감안하여 이루어진 것으로, 강판으로 형성된 복수의 강판 부재의 용접에 의해 구성되는 겹침 용접 부재에 관하여, 이하 (1), (2) 중 적어도 어느 하나를 해결하는 것을 목적으로 한다.
- [0048] (1) 마르텐사이트 조직을 포함하는 복수의 강판 부재를 저항 스폿 용접에 의해 접합한 경우에, 중첩부의 스폿 용접부가 HAZ 연화부에 있어서 파단하는 것을 억제할 수 있는 중첩부의 용접 방법, 겹침 용접 부재의 제조 방법, 겹침 용접 부재 및 자동차용 부품을 제공하는 것.
- [0049] (2) 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 용융 아연 도금 피막이 형성된 아연 도금 강판을 포함하는 복수의 강판 부재를 저항 스폿 용접에 의해 접합한 경우에, 중첩부에 형성된 스폿 용접부에 있어서의 파단을 억제할 수 있는 중첩부의 용접 방법, 겹침 용접 부재의 제조 방법, 겹침 용접 부재 및 자동차용 부품을 제공하는 것.

과제의 해결 수단

- [0050] 본 발명의 각 형태는, 이하와 같다.
- [0051] (1) 본 발명의 제1 형태는, 복수의 강판 부재끼리를 중첩부에서 접합하고, 상기 복수의 강판 부재 중 적어도 1개가 마르텐사이트 조직을 포함하는 중첩부의 용접 방법이며, 상기 중첩부에 너깃을 갖는 스폿 용접부를 형성하는 저항 스폿 용접 공정과, 레이저 빔을 조사하여, 상기 너깃과 상기 너깃의 단부로부터 외측으로 3mm 이상 떨어진 위치 사이에 상기 너깃의 단부를 가로지르는 용융 응고부를 형성할 때에, 상기 용융 응고부의 깊이를 상기 너깃의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서 상기 마르텐사이트 조직을 포함하는 강판 부재에 각각 판 두께의 50% 이상으로 형성하는 용융 응고부 형성 공정을 구비하는 중첩부의 용접 방법이다.

- [0052] (2) 본 발명의 제2 형태는, 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 용융 아연 도금 피막이 형성된 아연 도금 강판을 포함하는 복수의 강판 부재를 중첩부에서 접합하는 중첩부의 용접 방법이며, 상기 중첩부에 너깃을 갖는 스폿 용접부를 형성하는 저항 스폿 용접 공정과, 레이저 빔을 조사하여, 상기 너깃과 상기 너깃의 외측 사이에 상기 너깃의 단부를 가로지르는 용융 응고부를 형성할 때에, 상기 용융 응고부의 깊이를 상기 스폿 용접부의 밀착면과 대응하는 부위에 있어서 상기 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 상기 용융 아연 도금 피막이 형성된 밀착면보다도 얇게 형성하는 용융 응고부 형성 공정을 구비하는 중첩부의 용접 방법이다.
- [0053] (3) 본 발명의 제3 형태는, 복수의 강판 부재를, 상기 중첩부에서 중첩하는 중첩 공정과, 상기 (1) 또는 (2)에 기재된 중첩부의 용접 방법에 의한 용접 공정을 구비하는 겹침 용접 부재의 제조 방법이다.
- [0054] (4) 본 발명의 제4 형태는, 복수의 강판 부재끼리가 중첩부에서 접합되고, 상기 복수의 강판 부재 중 적어도 1개가 마르텐사이트 조직을 포함하는 겹침 용접 부재이며, 상기 중첩부는 너깃을 갖는 스폿 용접부가 형성되고, 상기 너깃과 상기 너깃의 단부로부터 외측으로 3mm 이상 떨어진 위치 사이에는, 레이저 빔의 조사에 의해 상기 너깃의 단부를 가로질러 상기 너깃의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서의 깊이가 상기 마르텐사이트 조직을 포함하는 강판 부재의 각각 판 두께의 50% 이상이 되는 용융 응고부가 형성되어 있는 겹침 용접 부재이다.
- [0055] (5) 본 발명의 제5 형태는, 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 용융 아연 도금 피막이 형성된 아연 도금 강판을 포함하는 복수의 강판 부재가 중첩부에서 접합된 겹침 용접 부재이며, 상기 중첩부는 너깃을 갖는 스폿 용접부가 형성되고, 상기 너깃과 상기 너깃의 외측 사이에는, 레이저 빔의 조사에 의해 상기 너깃의 단부를 가로질러 상기 스폿 용접부의 밀착면과 대응하는 부위에 있어서의 깊이가, 상기 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 상기 용융 아연 도금 피막이 형성된 밀착면보다도 얇은 용융 응고부가 형성되어 있는 겹침 용접 부재이다.
- [0056] (6) 본 발명의 제6 형태는, 상기 (4) 또는 (5)에 기재된 겹침 용접 부재를 포함하는 자동차용 부품이다.

발명의 효과

- [0057] 상술한, 중첩부의 용접 방법, 겹침 용접 부재의 제조 방법, 겹침 용접 부재, 및 자동차용 부품에 의하면, 마르텐사이트 조직을 포함하는 복수의 강판 부재를 저항 스폿 용접에 의해 접합한 경우에, 중첩부의 스폿 용접부가 HAZ 연화부에 있어서 파단하는 것을 억제할 수 있다.
- [0058] 그 결과, 예를 들어 충돌 시의 탑승원 보호 성능이 우수한 고강도의 자동차용 부품을 제조할 수 있다.
- [0059] 또한, 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 용융 아연 도금 피막이 형성된 아연 도금 강판을 포함하는 복수의 강판으로 형성된 강판 부재를 저항 스폿 용접에 의해 접합한 경우에, 중첩부에 형성된 스폿 용접부에 있어서의 파단을 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0060] 도 1a는 본 발명을 적용한 플랜지의 일례를 나타내는 개략도이다.
- 도 1b는 본 발명을 적용한 복수의 강판 부재를 중첩한 접합부의 개략 구성의 일례를 설명하는 도면이다.
- 도 2a는 본 발명을 1500MPa급의 핫 스탬프재에 적용한 예를 나타내는 도면이다.
- 도 2b는 본 발명을 1500MPa급의 핫 스탬프재에 적용한 예를 나타내는 도면이며, 도 2a에 있어서의 I-I 단면이다.
- 도 2c는 도 2a에 나타난 스폿 용접부를 강제 표면으로부터 본 모식도이며, 좌측 절반이 레이저 빔 조사 없음의 경우를, 우측 절반이 본 발명을 적용한 경우를 나타내고 있다.
- 도 3a는 도 2c에 있어서의 파선 A로 나타난 부분의 경도 분포를 도시하는 도면이다.
- 도 3b는 도 2c에 있어서의 파선 B로 나타난 부분의 경도 분포를 도시하는 도면이다.
- 도 3c는 도 2c에 있어서의 파선 C로 나타난 부분의 경도 분포를 도시하는 도면이다.
- 도 4a는 본 발명의 효과의 일례를 설명하는 도면이며, 종래의 저항 스폿 용접에 의한 시험편이다.
- 도 4b는 본 발명의 효과의 일례를 설명하는 도면이며, 본 발명의 용접 방법에 의한 시험편이다.

도 4c는 본 발명의 효과의 일례를 설명하는 도면이며, 도 4a 및 도 4b에서 나타낸 시험편에 있어서의 응력-변형 선도이다.

도 5a는 강판 조합의 제1 예에 관한 것으로, 스폿 용접부와 용융 응고부의 관계를 도시하는 설명도이다.

도 5b는 강판 조합의 제2 예에 관한 것으로, 스폿 용접부와 용융 응고부의 관계를 도시하는 설명도이다.

도 5c는 강판 조합의 제3 예에 관한 것으로, 스폿 용접부와 용융 응고부의 관계를 도시하는 설명도이다.

도 5d는 강판 조합의 제4 예에 관한 것으로, 스폿 용접부와 용융 응고부의 관계를 도시하는 설명도이다.

도 6a는 본 발명에 관한 겹침 용접 부재를, B 필러에 적용한 예를 나타내는 도면이다.

도 6b는 본 발명에 관한 겹침 용접 부재를, A 필러, B 필러 및 루프레일에 적용한 예를 나타내는 도면이다.

도 6c는 본 발명에 관한 겹침 용접 부재를, A 필러 및 사이드실에 적용한 예를 나타내는 도면이다.

도 6d는 본 발명에 관한 겹침 용접 부재를, 범퍼 레인포스에 적용한 예를 나타내는 도면이다.

도 7a는 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제1 예를 나타내는 개략도이다.

도 7b는 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제2 예를 나타내는 개략도이다.

도 7c는 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제3 예를 나타내는 개략도이다.

도 7d는 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제4 예를 나타내는 개략도이다.

도 7e는 본 발명에 의한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제5 예를 나타내는 개략도이다.

도 7f는 본 발명에 의한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제6 예를 나타내는 개략도이다.

도 7g는 본 발명에 의한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제7 예를 나타내는 개략도이다.

도 7h는 본 발명에 의한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제8 예를 나타내는 개략도이다.

도 7i는 본 발명에 의한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제9 예를 나타내는 개략도이다.

도 7j는 본 발명에 의한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제10 예를 나타내는 개략도이다.

도 7k는 본 발명에 의한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제11 예를 나타내는 개략도이다.

도 7l은 본 발명에 의한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제12 예를 나타내는 개략도이다.

도 8a는 고강도 강판과 저강도 강판을 중첩하여, 고강도 강판의 표면으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 제1 예를 설명하는 도면이다.

도 8b는 고강도 강판과 저강도 강판을 중첩하여, 저강도 강판의 표면으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 제2 예를 설명하는 도면이다.

도 8c는 고강도 강판과 저강도 강판을 중첩하여, 고강도 강판의 표면으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 제3 예를 설명하는 도면이다.

도 8d는 고강도 강판과 고강도 강판을 중첩하여, 고강도 강판의 표면으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 제4 예를 설명하는 도면이다.

도 8e는 저강도 강판, 고강도 강판, 저강도 강판의 순으로 중첩하여, 저강도 강판의 표면으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 제5 예를 설명하는 도면이다.

도 8f는 저강도 강판, 고강도 강판, 저강도 강판의 순으로 중첩하여, 저강도 강판의 표면으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 제6 예를 설명하는 도면이다.

도 9a는 스폿 용접부에서의 레이저 조사의 영향을 도시하는 설명도이며, 비도금의 고강도 강판(1500MPa)과 비도금의 저강도 강판(440MPa)의 중첩부에 형성한 스폿 용접부와 용융 응고부를 도시하는 도면이다.

도 9b는 스폿 용접부에서의 레이저 조사의 영향을 도시하는 설명도이며, 비도금의 고강도 강판(1500MPa)과 합금화 용융 아연 도금된 저강도 강판(440MPa)의 중첩부에 형성한 스폿 용접부와 용융 응고부에 있어서의 천공 결함의 개략을 도시하는 도면이다.

도 10은 스폿 용접부의 밀착부를 도시하는 단면도이다.

도 11a는 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판과 비도금의 고강도 강판을 중첩하여, 고강도 강판측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 예를 설명하는 도면이다.

도 11b는 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판과, 비도금의 고강도 강판과, 비도금의 저장도 강판을 중첩하여, 비도금의 저장도 강판측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 예를 설명하는 도면이다.

도 11c는 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판과, 표면에 철 아연 고용상 및 산화아연층을 갖는 고강도 강판과, 비도금의 저장도 강판을 중첩하여, 비도금의 저장도 강판측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 예를 설명하는 도면이다.

도 11d는 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판과, 비도금의 고강도 강판과, 비도금의 고강도 강판을 중첩하여, 비도금의 고강도 강판측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 예를 설명하는 도면이다.

도 11e는 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판과, 비도금의 저장도 강판과, 비도금의 고강도 강판을 중첩하여, 비도금의 고강도 강판측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 예를 설명하는 도면이다.

도 11f는 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판과, 비도금의 저장도 강판과, 비도금의 고강도 강판을 중첩하여, 비도금의 고강도 강판측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고를 형성하는 예를 설명하는 도면이다.

도 12a는 본 발명에 관한 제1 실시예에서 사용한 시험편을 설명하는 도면이다.

도 12b는 본 발명에 관한 제1 실시예의 시험편의 확대도이며, 인장 하중을 부하하는 방향을 도시하는 평면도이다.

도 12c는 본 발명에 관한 제1 실시예에서 사용한 시험편의 형상을 도시하는 설명도이며, 도 12b에 있어서의 II-II 단면도이다.

도 13a는 본 발명에 관한 제2 실시예에서 사용한 시험편을 설명하는 도면이다.

도 13b는 본 발명에 관한 제2 실시예의 시험편 확대도이며, 인장 하중을 부하하는 방향을 도시하는 평면도이다.

도 13c는 본 발명에 관한 제2 실시예에서 사용한 시험편의 형상을 도시하는 설명도이며, 도 13b에 있어서의 III-III 단면도이다.

도 14는 1500MPa급의 핫 스탬프재의 스폿 용접부의 경도 분포의 일례를 나타내는 그래프이다.

도 15a는 도 14에 도시한 스폿 용접부에 인장 하중을 부하하여 HAZ 연화부를 기점으로 파단한 상황을 강제 표면으로부터 본 도면이다.

도 15b는 도 14에 도시한 스폿 용접부에 인장 하중을 부하하여 HAZ 연화부를 기점으로 파단한 상황을 나타내는 밀착부를 도시하는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0061] 본 발명자들은, 상기 과제를 해결하기 위해서, 복수 강판 부재가 접합되는 겹침 용접 부재에 있어서, 중첩부의 스폿 용접부가 HAZ 연화부에 있어서 파단하는 것을 억제하는 기술을 예의 연구하였다.

[0062] 그 결과, 스폿 용접부에 레이저 빔을 조사하여, 너깃으로부터 너깃의 단부를 가로질러서 HAZ의 최연화부에서 외측까지 용융 응고부를 형성함으로써 스폿 용접부의 강도를 향상시킬 수 있다는 지식을 얻었다.

[0063] 본 발명은 복수의 강판 부재를 중첩하여, 저항 스폿 용접에 의해 접합하는 경우에, 복수의 강판 부재 중, 적어도 하나의 강판 부재가 마르텐사이트 조직을 포함하고 있는 경우에, 스폿 용접부의 너깃으로부터 너깃의 단부를 가로질러서 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성함으로써, 스폿 용접부의 HAZ 연화부가 경화되어서, HAZ에 있어서의 파단이 억제되고, 고강도 강판이나 핫 스탬프재의 강도를 충분히 발휘시킨다는 지식에 의거하는 것이다.

[0064] 여기에서 말하는, 마르텐사이트 조직을 포함하는 고강도 강판에는, 예를 들어, 980MPa급이나 1200MPa급 이상의 고강도 강판으로 이루어지는 강판 부재(예를 들어, 프레스 성형품)나 핫 스탬프로 성형되어서 마르텐사이트 조직이 발생한 핫 스탬프재가 포함된다.

- [0065] 또한, 고강도 강판으로 형성된 강판 부재나 핫 스탬프재를 포함하고 있는지 여부에 관계없이, 복수의 강판 부재를 중첩하여, 저항 스폿 용접에 의해 접합 스폿 용접부에 레이저 빔을 조사하여, 너깃으로부터 외측에 용융 응고부를 형성할 경우에, 적어도 하나의 강판 부재가, 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 용융 아연 도금 피막이 형성된 아연 도금 강판으로 형성되어 있는 경우에는, 용융 응고부의 깊이를 스폿 용접부의 밀착면과 대응하는 부위에 있어서 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 용융 아연 도금 피막이 형성된 밀착면보다도 얇게 형성하는 것이 매우 유효하다고 하는 지식을 얻었다.
- [0066] 이하, 상술한 지식에 의거하여 이루어진 본 발명을, 이하에 나타내는 제1 실시 형태 및 제2 실시 형태에 따라서 설명한다.
- [0067] 먼저, 도 1a 내지 도 8f를 참조하여, 본 발명의 제1 실시 형태에 대하여 설명한다.
- [0068] (제1 실시 형태)
- [0069] 도 1a는, 본 발명을 적용한 플랜지의 일례를 나타내는 개략도이며, 도 1b는, 본 발명을 적용한 복수의 강판 부재를 중첩한 접합부의 개략 구성의 일례를 설명하는 도면이다.
- [0070] 도 1a는, 플랜지(중첩부)(1)가 연장되는 방향으로 저항 스폿 용접에 의해 복수의 스폿 용접부(10)를 형성하고, 스폿 용접부(10)의 너깃(12)의 단부를 가로질러서 레이저 빔(LB)을 조사하여 레이저 빔 조사에 의한 용융 응고부(15)를 형성하는 상황의 일례를 나타내고 있다.
- [0071] 또한, 플랜지(1)는 강판으로 형성된 성형품(강판 부재)(2)의 플랜지(2F)와, 강판으로 형성된 성형품(강판 부재)(3)의 플랜지(3F)를 중첩하여 형성되어 있다.
- [0072] 제1 실시 형태에서는, 성형품(2)과 성형품(3)으로 성형되는 강판 중 어느 한쪽 또는 양쪽이,
- [0073] (a) 마르텐사이트 조직을 포함한 고강도 강판(예를 들어, 1200MPa급 이상의 고강도 강판)을 냉간에 의해 프레스 성형한 강판 부재, 또는
- [0074] (b) 핫 스탬프재용 강판을 핫 스탬프로 성형함으로써 마르텐사이트 조직이 발생한 핫 스탬프재(예를 들어, 인장 강도 1200MPa 이상의 강판 부재)이다.
- [0075] 즉, 마르텐사이트 조직을 포함하는 강판 부재를 적어도 1매 포함한다.
- [0076] 고강도 강판으로 성형된 강판 부재나 핫 스탬프재의 강판 부재의 중첩부가 저항 스폿 용접되면, 스폿 용접부에 HAZ 연화부가 형성된다.
- [0077] 이 HAZ 연화부는 스폿 용접부의 강도가 고강도 강판(모재)보다 대폭으로 저하되지만, 레이저 빔 조사에 의해 용융 응고부를 형성한다.
- [0078] 이에 의해, HAZ 연화부가 경화되어 HAZ 연화부에 있어서의 응력 집중에 기인하는 파단이 억제되어서, 고강도 강판이나 핫 스탬프재로서의 강도를 충분히 발휘할 수 있게 된다.
- [0079] 도 1b는, 본 발명을 적용한 3매(복수)의 강판 부재를 중첩한 접합부의 개략 구성의 일례를 설명하는 도면이다.
- [0080] 도 1b는, 고강도 강판(5H)과, 고강도 강판(6H)과, 저강도 강판(7L)을 중첩하여, 저항 스폿 용접에 의해 너깃(12)을 갖는 스폿 용접부(10)를 형성하고, 고강도 강판(5H)측으로부터 레이저 빔을 조사하여, 너깃(12)을 가로지르는 용융 응고부(15)가 형성된 상태를 나타내고 있다.
- [0081] 또한, 도 1b에 있어서, 고강도 강판(5H), 고강도 강판(6H), 저강도 강판(7L)의 판 두께는, 각각 t_5 , t_6 , t_7 이다.
- [0082] 또한, 본 명세서에 있어서, 고강도 강판이란, 「미성형의 고강도 강판」, 「고강도 강판을 성형한 강판 부재」, 「핫 스탬프용 강판을 핫 스탬프로 성형한 핫 스탬프재」를 포함하는 것으로 한다.
- [0083] 또한, 저강도 강판은 「미성형의 저강도 강판」, 「저강도 강판을 성형한 강판 부재」를 포함하는 것으로 한다.
- [0084] 또한, 강판에는 「미성형의 고강도 강판」, 「미성형의 저강도 강판」, 「고강도 강판을 성형한 강판 부재」, 「핫 스탬프용 강판을 핫 스탬프로 성형한 핫 스탬프재」, 「저강도 강판을 성형한 강판 부재」를 포함하는 것으로 한다.
- [0085] 도 1b에 있어서, 너깃(12)은 고강도 강판(5H), 고강도 강판(6H), 저강도 강판(7L)에 걸쳐 이들을 접합하도록 형

성되어 있다.

- [0086] 용융 응고부(15)는, 예를 들어 너깃(12)의 단부로부터 외측으로 거리 L1 떨어진 위치로부터 너깃(12)을 가로질러 너깃(12)의 단부로부터 외측으로 거리 L2 떨어진 위치까지 형성되어 있다.
- [0087] 또한, 용융 응고부(15)는 고강도 강판(5H)의 판 두께 t5의 전체 두께(100%)와, 고강도 강판(6H)의 판 두께 t6의 고강도 강판(5H)으로부터 저장도 강판(7L)에 이르는 중간 위치까지 형성되어 있다.
- [0088] 여기서, 너깃(12)의 단부라 함은, 복수의 강판 부재를 중첩하여 형성한 중첩부를 강재 표면으로부터 투과한 경우에 있어서의 너깃(12)의 최대 형상(외측의 경계)을 말한다.
- [0089] 도 1b에 나타낸 부호 LD5, LD6은, 너깃(12)의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서의 고강도 강판(5H), 고강도 강판(6H)의 각각의 용융 응고부(15)의 깊이이다.
- [0090] HAZ 연화부에 있어서의 파단을 억제하는 데 있어서, 각각의 고강도 강판에 대해서, 용융 응고부(15)의 깊이 $\geq$ 판 두께의 50%[여기에서는, 고강도 강판(5H, 6H)의 각각에 대해서, $LD5 \geq t5$ 의 50%, $LD6 \geq t6$ 의 50%]인 것이 효과적이다.
- [0091] 또한, 도 1b에서는, 고강도 강판(5H) 및 고강도 강판(6H)이 고강도 강판이며, 고강도 강판(5H)은 판 두께의 전체 두께(즉, LD5=판 두께 t5)에 걸쳐 용융 응고부(15)가 형성되어 있다.
- [0092] 따라서, 고강도 강판(6H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD)6 $\geq$ (판 두께 t6의 50%)로 함으로써 충분한 효과가 확보된다.
- [0093] 여기서, 용융 응고부(15)의 깊이(LD)를, 너깃(12)의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치로 규정하는 것은, 도 14에 도시한 바와 같이, 스폿 용접부(110)의 HAZ 최연화부(103A)는 너깃(112)의 단부로부터 외측으로 약 1mm 떨어진 위치에 존재하므로, HAZ 최연화부(103A) 부근에 용융 응고부를 형성하는 것이 HAZ 연화부를 경화시키는 데 효과적인 것에 의거하고 있다.
- [0094] 또한, 도 1b는 용융 응고부(15)가 중첩부를 강재 표면으로부터 본 경우에 있어서의 너깃(12)의 중심부를 통과하고, 너깃(12)의 단부를 좌우 2군데에서 가로지르는 예를 나타내고 있지만, 용융 응고부(15)가 너깃(12)의 단부를 가로지르는 위치 및 가로지르는 수는 2군데에 한정되는 일 없이, 1군데라도 좋고 3군데 이상이라도 좋다.
- [0095] 또한, 2군데에서 가로지르는 경우에, 너깃(12)의 중심부를 사이에 두고 연장상에 위치해도 되지만, 너깃(12)의 중심부를 사이에 두고 연장상으로 할 필요는 없다.
- [0096] 또한, 용융 응고부(15)가 너깃(12)의 단부를 2군데 이상에서 가로지르는 용융 응고부(15)를 형성할 경우에, 너깃(12)의 단부로부터 1mm 외측에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD)가, $LD \geq$ 판 두께의 50%인 것이 적합하지만, 너깃(12)의 단부를 가로지르는 용융 응고부(15)의 일부가 $LD \geq$ (판 두께의 50%)를 충족하고 있지 않아도 된다.
- [0097] 또한, 용융 응고부(15)가 너깃(12)의 단부로부터 3mm 이상의 거리에 걸쳐 형성되어 있는 것이 적합하지만, 3mm 이하라도 된다.
- [0098] 도 2a는, 본 발명에 관한 것으로, 1500MPa급의 핫 스템프재(강판 부재)와, 1500MPa급의 핫 스템프재(강판 부재)를 2매 중첩하게 한 예를 나타내는 도면이다.
- [0099] 보다 상세하게는, 도 2a는 핫 스템프재의 플랜지(4A)에 저항 스폿 용접에 의해, 너깃(12)을 갖는 스폿 용접부(10)를 형성하고, 스폿 용접부(10)에 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성한 예를 나타내고 있다.
- [0100] 도 2b는, 도 2a에 있어서의 I-I 단면을 도시하는 도면이며, 도 2c는 도 2a에 나타낸 스폿 용접부의 주변을 강재 표면으로부터 본 모식도이다.
- [0101] 또한, 설명의 편의를 위하여, 도 2c의 중심선으로부터 좌측 절반은 스폿 용접부(10)에 레이저 빔이 조사되고 있지 않은 종래의 상태를, 우측 절반은 스폿 용접부(10)에 레이저 빔이 조사되어서 용융 응고부(15)가 형성된 상태를 나타내고 있다.
- [0102] 또한, 도 3a, 도 3b, 도 3c는, 도 2c에 있어서의 파선 A, 파선 B, 파선 C로 나타낸 부분의 경도 분포를 도시하는 도면이다.
- [0103] 종래의 스폿 용접부(10)는 도 2c의 좌측 절반과 마찬가지로, 도 3a에 나타내는 파선 A로 나타내는

부분에서는, HAZ 연화부(13)가 넓은 범위에 걸쳐 형성되어 있다.

- [0104] 그로 인해, 좌우 방향으로 부가되는 인장 하중에 대하여, HAZ 연화부(13)가 넓은 범위에 걸쳐 인장되게 된다.
- [0105] 그 결과, 인장 하중에 대한 강도가 저하되어, 인장 하중에 의한 파단이 발생하기 쉬워진다.
- [0106] 한편, 도 2c의 우측 절반에 나타낸 바와 같은 너깃(12)과 HAZ 연화부(13) 사이에, 너깃(12)의 단부를 가로질러서 레이저 빔 조사에 의해 용융 응고부(15)가 형성되면, 도 3b에 나타내는 파선 B로 나타내는 부분은, 용융 응고부(15)에 의해 HAZ 연화부의 일부가 경화되어 HAZ 연화부(13)의 범위가 작아진다.
- [0107] 그 결과, 스폿 용접부(10)의 강도가 향상되어서, 인장 강도가 향상된다.
- [0108] 한편, 도 2c의 파선 C로 나타내는 레이저 빔이 조사된 만큼의 부분에서는, 용융 응고부(15)와 HAZ 연화부(15A)가 형성되지만, 도 3c에 도시한 바와 같이 HAZ 연화부(15A)의 범위가 작으므로 인장 강도에 거의 영향을 미치지 않는다.
- [0109] 또한, 도 4a 내지 도 4c를 참조하여, 본 발명의 효과의 일례를 설명한다.
- [0110] 도 4a는, 종래의 저항 스폿 용접에 의한 시험편(T01)이며, 시험편(T01)에는 너깃(12)을 갖는 스폿 용접부(10)가 형성되어 있다.
- [0111] 도 4b는, 본 발명의 용접 방법에 의한 시험편(T02)이며, 시험편(T02)에는 너깃(12)의 2개의 단부를 가로지르는 레이저 빔 조사에 의한 용융 응고부(15)가 형성되어 있다.
- [0112] 도 4c는, 시험편(T01 및 T02)에 있어서의 응력-변형선도이며, 파선으로 나타내는 A는 시험편(T01)을, 실선으로 나타내는 B는 시험편(T02)의 결과를 나타내고 있다.
- [0113] 도 4c에 도시한 바와 같이, 스폿 용접부(10)에 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성함으로써, 인장 하중을 부하한 경우의 한계 파단 변형은, 스폿 용접부(10)에 비해 대폭으로 향상되어, 예를 들어 충돌 시의 HAZ에 있어서의 파단을 억제할 수 있다.
- [0114] 이상과 같이, 스폿 용접부(10)의 너깃(12)을 가로지르도록 용융 응고부(15)를 형성하여, 도 1b에 도시한 바와 같은 구성으로 함으로써, 저항 스폿 용접의 경우에만 인장 하중을 받아서 파단하기 쉬운 스폿 용접의 HAZ 연화부의 영역을 저감할 수 있다.
- [0115] 이에 의해, 인장 하중을 받았을 때의 파단까지의 변형 능력을 향상할 수 있다.
- [0116] 도 5a 내지 도 5d는, 복수의 강판을 중첩하는 조합에 관한 예와, 스폿 용접부 및 레이저 빔 조사에 의한 용융 응고부의 관계를 도시하는 설명도이다.
- [0117] 도 5a는, 강판 조합의 제1 예를 나타내는 설명도이며, 저강도 강판(31L)(판 두께 t31)과, 고강도 강판(32H)(판 두께 t32)을 중첩하여 고강도 강판(32H)측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)(깊이 L15)가 형성된 경우를 나타내고 있다.
- [0118] 도 5a에 있어서, 부호 LD32는 고강도 강판(32H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이를 나타내고 있다.
- [0119] 도 5a에 도시한 바와 같이, 제1 예에서는, 고강도 강판(32H)은 판 두께의 전체 두께(판 두께 t32의 100%), 저강도 강판(31L)은 판 두께 방향에 있어서의 고강도 강판(32H)측으로부터 반대측 표면에 이르는 중간 위치까지 용융 응고부(15)가 형성되어 있다.
- [0120] 제1 예에서는, 고강도 강판은 고강도 강판(32H)뿐이며, 용융 응고부(15)의 깊이(LD32)는 고강도 강판(32H)의 판 두께 방향의 전체 두께[LD32=(판 두께 t32의 100%)>(판 두께 t32의 50%)]에 걸쳐 형성되어 있으므로, 충분한 효과를 확보할 수 있다.
- [0121] 도 5b는, 강판 조합의 제2 예를 나타내는 설명도이며, 고강도 강판(31H)(판 두께 t31)과, 고강도 강판(32H)(판 두께 t32)을 중첩하여 고강도 강판(32H)측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)(깊이 L15)가 형성된 경우를 나타내고 있다.
- [0122] 도 5b에 있어서, 부호 LD31 및 LD32는, 각각 고강도 강판(31H), 고강도 강판(32H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이를 나타내고 있다.
- [0123] 도 5b에 도시한 바와 같이, 제2 예에서는, 용융 응고부(15)는 고강도 강판(32H)에 있어서의 깊이(LD32)는 판 두

계의 전체 두께[LD32=(판 두께 t32의 100%)]이며, 고강도 강판(31H)은 판 두께 방향에 있어서의 고강도 강판(32H)측으로부터 반대측 표면에 이르는 중간 위치까지 용융 응고부(15)가 형성되어 있다.

[0124] 제2 예에서는, 고강도 강판은 고강도 강판(31H) 및 고강도 강판(32H)이며, 용융 응고부(15)는 고강도 강판(32H)의 판 두께의 전체 두께[LD32=(판 두께 t32의 100%)>(판 두께 t32의 50%)]에 걸쳐 형성되어 있으므로, 고강도 강판(31H)에 있어서의 깊이(LD31)를 $LD31 \geq (\text{판 두께 } t31 \text{의 } 50\%)$ 로 함으로써, 충분한 효과를 확보할 수 있다.

[0125] 도 5c는, 강판 조합의 제3 예를 나타내는 설명도이며, 저강도 강판(31L)(판 두께 t31)과, 고강도 강판(32H)(판 두께 t32)과, 저강도 강판(33L)(판 두께 t33)을 중첩하여 저강도 강판(31L)측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)(깊이 L15)가 형성된 경우를 나타내고 있다.

[0126] 도 5c에 있어서, 부호 LD32는, 고강도 강판(32H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이를 나타내고 있다.

[0127] 도 5c에 도시한 바와 같이, 제3 예에서는, 용융 응고부(15)는 저강도 강판(31L)의 판 두께의 전체 두께와, 고강도 강판(32H)의 판 두께 방향에 있어서의 저강도 강판(31L)측으로부터 저강도 강판(33L)측에 이르는 중간 위치까지 형성되어 있다.

[0128] 제3 예에서는, 고강도 강판은 고강도 강판(32H)뿐이므로, 고강도 강판(32H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD32)를, $LD32 \geq (\text{판 두께 } t32 \text{의 } 50\%)$ 로 함으로써, 충분한 효과를 확보할 수 있다.

[0129] 도 5d는, 강판 조합의 제4 예를 나타내는 설명도이며, 고강도 강판(31H)(판 두께 t31)과, 고강도 강판(32H)(판 두께 t32)과, 저강도 강판(33L)(판 두께 t33)을 중첩하여 고강도 강판(31H)측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)(깊이 L15)가 형성된 경우를 나타내고 있다.

[0130] 도 5d에 있어서, 부호 LD31, LD32는, 고강도 강판(31H), 고강도 강판(32H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이를 나타내고 있다.

[0131] 도 5d에 도시한 바와 같이, 제4 예에서는, 용융 응고부(15)는 고강도 강판(31H)의 판 두께의 전체 두께[LD31=(판 두께 t31의 100%)]에 걸쳐 형성되는 동시에, 고강도 강판(32H)의 판 두께 방향에 있어서의 고강도 강판(31H)측으로부터 저강도 강판(33L)측에 이르는 중간 위치까지 형성되어 있다.

[0132] 제4 예에서는, 고강도 강판은 고강도 강판(31H) 및 고강도 강판(32H)이므로, 고강도 강판(32H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD32)를, $LD32 \geq (\text{판 두께 } t32 \text{의 } 50\%)$ 로 함으로써, 충분한 효과를 확보할 수 있다.

[0133] 제1 실시 형태에서는, 복수의 강판 부재끼리를 중첩부에서 접합하고, 복수의 강판 부재 중 적어도 1개가 마르텐사이트 조직을 포함하는 강판 부재를, 저항 스폿 용접에 의해 접합된 중첩 용접 부재를 대상으로 하고 있다.

[0134] 예를 들어, 자동차용 차체를 구성하는 모노코크 바디나 모노코크 바디를 구성하는 A 필러, B 필러 등의 자동차용 부품(Assy 부품)을 비롯한 다양한 구조물의 형성에 적용된다.

[0135] 강판 부재의 중첩부는, 일반적으로 강판의 테두리에 다른 강판과의 스폿 용접 여유로서 형성되는 플랜지(중첩부)이지만, 플랜지에 한정되는 것은 아니며, 플랜지와 형상부 등(플랜지 이외의 부분)을 중첩한 부분에 저항 스폿 용접된 것이라도 된다.

[0136] 마르텐사이트 조직을 포함하는 강판 부재로서는, 연속 어닐링 설비에서 마르텐사이트를 포함하는 퀴칭 조직으로 한 고강도 강판(예를 들어, 인장 강도 1200MPa급 이상의 고강력 강판)의 냉간 프레스 성형품이나, 핫 스탬프용 강판을 오스테나이트 온도 이상으로 가열하고, 수랭 급냉으로 성형하면서 퀴칭함으로써 강도를 높인 인장 강도 1200MPa 이상의 핫 스탬프재가 예시된다.

[0137] HAZ 연화에 의한 스폿 용접의 파단 리스크가 발생하는 마르텐사이트 조직이 형성되는 고강도 강판에서 효과가 있지만, 인장 강도 1200MPa 이상의 고강도 강판에서 큰 효과가 있으므로 인장 강도의 하한은 1200MPa로 하는 것이 적합하다.

[0138] 또한, 인장 강도의 상한은 특별히 설정이 불필요하지만, 상한을 설정할 경우에는 실용적으로 약 2000MPa이다.

[0139] 또한, 강판의 판 두께에 제한을 설정할 필요는 없지만, 실용적인 관점으로부터 하면, 하한은 0.7mm로 할 수 있고, 상한은 2.6mm로 하는 것이 적합하다.

[0140] 인장 강도 1200MPa 이상의 고강도 강판은, 냉연재의 경우에는, 표면에 도금이 되어 있지 않은 비도금 강판 또는 합금화 용융 아연 도금(GA 도금), 용융 아연 도금(GI 도금) 등의 아연계 도금으로 피복된 강판이 대상이 된다.

- [0141] 핫 스탬프재의 경우에는, 비도금, 알루미늄 도금 또는 철과 알루미늄의 금속간 화합물, 또는 철 아연 고용층과 산화아연층에 의해 피복된 강판 부재가 대상이 된다.
- [0142] 상기 고강도 강판과 중첩되는 강판은, 인장 강도 1200MPa급 이상의 고강도 강판이나 핫 스탬프재라도 되고, 인장 강도가 270MPa 내지 980MPa급의 강판이라도 된다.
- [0143] 또한, 2개에 한정되지 않고 3개 이상의 복수매를 중첩해도 된다.
- [0144] 이하, 저항 스폿 용접에 관하여, 상세하게 설명한다.
- [0145] 저항 스폿 용접 공정에서는, 복수의 강판 부재를 서로 중첩하여, 중첩부에 저항 스폿 용접을 함으로써, 너깃을 갖는 스폿 용접부를 형성한다.
- [0146] 저항 스폿 용접의 용접 조건은, 특별히 제한은 없지만, 적어도 접합 대상의 강판 부재에, 너깃 지름이 $4\sqrt{t}$ 이상 $7\sqrt{t}$ 이하 [t : 겹침면에 있어서 얇은 측의 판 두께(mm)]가 되는 너깃이 형성되도록 적절히 설정하면 된다.
- [0147] 예를 들어, 단상 교류 스폿 용접기 또는 인버터 직류 스폿 용접기를 사용하여, 용접 전극의 선단부 직경: 6 내지 8mm, 선단부의 곡률 반경 R: 40mm, 가압력: 2.5 내지 6.0kN, 용접 전류의 전류값: 7 내지 11kA, 통전 시간: 10/60초 내지 40/60초의 범위에서 적절히 설정하여, 중첩부에 상기 너깃을 형성하면 된다.
- [0148] 또한, 스폿 용접 조건은 상기 조건에 한정되는 것은 아니며, 강종이나 판 두께 등에 따라서 적절히 설정할 수 있다.
- [0149] 저항 스폿 용접의 피치는, 통상 20 내지 60mm 정도이지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 대상이 되는 구조물이나 그 부위에 따라서 적절히 설정하면 된다.
- [0150] 이하, 레이저 빔 조사에 의한 용융 응고부 형성에 관하여, 상세하게 설명한다.
- [0151] 용융 응고부 형성 공정에서, 중첩부에 레이저 빔을 조사하여, 저항 스폿 용접에 의해 형성한 스폿 용접부의 너깃과, 너깃의 외측에 위치되는 HAZ 또는 모재 사이에 너깃의 단부를 가로지르는 용융 응고부를 형성한다.
- [0152] 즉, 저항 스폿 용접을 행한 후에 중첩부에 레이저 빔을 조사하여, 너깃의 주위에 형성된 HAZ 연화부를 가로질러서 용융 응고부를 형성함으로써, HAZ 연화부를 경화시킨다.
- [0153] 그 결과, 용융 응고부에 의해 HAZ 연화부가 분단되어서, 상정 응력 방향에 있어서의 HAZ 연화부에 기인하는 강도 저하가 억제된다.
- [0154] 이하, 도 6a 내지 도 6d를 참조하여, 본 발명을 자동차용 부품에 적용하는 예를 설명한다.
- [0155] 도 6a 내지 도 6c는, 자동차용 차체를 구성하는 모노코크 바디에의 적용예이며, 측면 충돌이 발생한 경우에 캐빈 내의 탑승원을 보호하는 중요 부재(자동차용 부품)에 적용한 예를 나타내는 도면이다.
- [0156] 도 6a는, 본 발명에 관한 겹침 용접 부재를, B 필러(41)에 적용한 예를 나타내는 도면이다.
- [0157] B 필러(41)의 플랜지에는, 플랜지가 연장되는 방향을 따라서 복수의 스폿 용접부(10)가 형성되는 동시에, 복수의 스폿 용접부(10)를 가로질러서 용융 응고부(15)가 레이저 빔 조사에 의해 형성되어 있다.
- [0158] 또한, 예를 들어, B 필러(41)의 경우에는, B 필러(41)의 플랜지(중첩부)의 강판 부재 단부면을 따른 방향을 상정 응력 방향으로 하면 된다.
- [0159] 또한, B 필러(41)의 플랜지는, 하부가 차체의 전후 방향으로 만곡되어 있지만, 플랜지의 강판 부재 단부면의 만곡을 따르는 방향[예를 들어, 각각의 스폿 용접부(10)에 가장 근접하는 강판 부재 단부면의 접선 방향]을 상정 응력 방향으로 하면 된다.
- [0160] 또한, 도 6a에 도시한 바와 같이, 용융 응고부(15)가 복수 형성되어 있어도 되고, 용융 응고부(15)가 통과하지 않는 스폿 용접부(10A)가 있어도 된다.
- [0161] 도 6b는, 본 발명에 관한 겹침 용접 부재를, A 필러(40), B 필러(41) 및 루프레일(42)에 적용한 예를 나타내는 도면이다.
- [0162] A 필러(40), B 필러(41) 및 루프레일(42)에는, 각각의 플랜지가 연장되는 방향을 따라서 복수의 스폿 용접부(10)가 형성되는 동시에, 복수의 스폿 용접부(10)를 가로질러서 레이저 빔 조사에 의한 용융 응고부(15)가 형성되어 있다.

- [0163] 또한, 도 6b에 도시한 바와 같이, B 필러(41)와 A 필러(40)의 접속 부분이나, B 필러(41)와 루프레일(42)의 접속 부분과 같이, 만곡을 수반하는 플랜지에서는, 만곡한 플랜지를 따라 복수의 스폿 용접부(10)가 형성되고, 레이저 빔 조사에 의한 용융 응고부(15)는 이들 복수의 스폿 용접부(10)를 가로질러서 형성되어 있다.
- [0164] 또한, 상기 만곡 부분에서는, 도 6a의 경우와 마찬가지로, 플랜지의 강판 부재 단부면의 만곡 방향[예를 들어, 각각의 스폿 용접부(10)에 가장 근접하는 강판 부재 단부면의 접선 방향]을 상정 응력 방향으로 하면 된다.
- [0165] 또한, 용융 응고부(15)는 복수 형성되어도 되고, 용융 응고부(15)가 통과하지 않는 스폿 용접부가 있어도 된다.
- [0166] 도 6c는, 본 발명에 관한 겹침 용접 부재를, A 필러(40) 및 사이드실(43)에 적용한 예를 나타내는 도면이다.
- [0167] 사이드실(43)의 플랜지에는, 플랜지가 연장되는 방향을 따라서 복수의 스폿 용접부(10)가 형성되는 동시에, 예를 들어 인접하는 2개의 스폿 용접부(10)를 가로지르는 레이저 빔 조사에 의한 용융 응고부(15)를 부분적으로 분단하여 간극이 형성되어 있다.
- [0168] 이와 같이, 용융 응고부(15)를 분단하여, 용융 응고부(15) 사이에 모재인 상태의 부분을 남김으로써, 고강도 강판이 갖는 인성을 발휘시킬 수 있게 된다.
- [0169] 이러한 용융 응고부(15)를 분단하여 형성한 간극에 의한 효과는, 도 6a, 도 6b에 나타낸 예에 있어서도 마찬가지이다.
- [0170] 도 6a 내지 도 6c에 도시한 바와 같은 캐빈의 주위에 배치되는 구조 부재에 본 발명을 적용함으로써, 이들 구조 부재가 스폿 용접부(10)의 HAZ 연화에 기인하는 과단을 억제할 수 있어, 측면 충돌에 대한 안전성을 높일 수 있다.
- [0171] 또한, 용융 응고부(15)는 상정 응력 방향에 대한 교차 각도 θ 를 $\pm 30^\circ$ 이내로 형성하는 것이 적합하다.
- [0172] 또한, 도 6d는, 본 발명에 관한 겹침 용접 부재를, 전방 충돌이나 후방 충돌이 발생한 경우에 탑승원을 보호하는 범퍼 레인포스(44)에 적용한 예를 나타내는 도면이다.
- [0173] 도 6d에 나타내는 범퍼 레인포스(44)에서는, 범퍼 레인포스(44)의 본체 내부에 단면을 보유 지지하기 위한 벌크 헤드(45)가 저항 스폿 용접되어서 스폿 용접부(10)가 형성되어 있다.
- [0174] 이 범퍼 레인포스(44)에서는, 전방 충돌 또는 후방 충돌 발생 시에 범퍼 레인포스(44)의 길이 방향과 교차하는 전후 방향으로 굴곡하는 힘이 작용한다.
- [0175] 이로 인해, 범퍼 레인포스(44)의 길이 방향을 상정 응력 방향으로 하여, 범퍼 레인포스(44)의 길이 방향과의 교차 각도 θ 가 $\pm 30^\circ$ 이내에서 교차하도록 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성하는 것이 적합하다.
- [0176] 또한, 충돌에 의해 굽힘을 받는 부재의 경우, 상정 응력 방향은 강판 부재 단부면을 따르는 방향이며, 부재에 캐빈의 내측과 외측을 연결한 면과 수직인 방향으로 작용한다.
- [0177] 이하, 도 7a 내지 도 7l을 참조하여, 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 예에 대하여 설명한다.
- [0178] 도 7a 내지 도 7l은, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황을 예시하는 개략도이다.
- [0179] 도 7a는, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제1 예를 나타내는 개략도이며, 성형품(강판 부재)(5)의 플랜지부(5F)와, 성형품(강판 부재)(6)의 플랜지부(6F)를 중첩한 플랜지(4)에 형성한 스폿 용접부(10)의 너깃(12)에 레이저 조사에 의한 용융 응고부(15)를 형성하는 예이다.
- [0180] 용융 응고부(15)의 형성 방향은, 도 7a에 도시한 바와 같이, 플랜지(조인트부)(4)가 연장되는 방향 또는 상정 응력 방향(도 7a에 있어서의 좌우 방향)에 대하여 $\pm 30^\circ$ 이내의 각도 θ 가 되는 범위인 것이 바람직하다.
- [0181] 교차 각도 θ 가 $\pm 15^\circ$ 이내가 되는 범위는, 보다 적합하다.
- [0182] 예를 들어, 도 6a 내지 도 6d에 도시된 바와 같은, A 필러, B 필러, 루프레일, 사이드실, 범퍼 레인포스 등은, 통 형상의 폐단면에 접속된 플랜지를 접합 여유로서 구성하고 있다.
- [0183] 충돌 시에는 플랜지의 강판 부재 단부면을 따르는 방향으로 인장 하중을 받는 경우가 많다.
- [0184] 이로 인해, 플랜지를 따르는 방향에 레이저 빔을 조사하여 스폿 용접부(10)의 너깃(12)을 가로지르는 용융 응고부(15)를 형성하는 것이 적합하다.

- [0185] 또한, 긴 부품의 내부의 경우, 부품의 길이 방향을 따르는 방향으로 인장 하중이 받는 일이 많아, 부품의 길이 방향을 따르는 방향으로 레이저 빔을 조사하여 스폿 용접부(10)의 너깃(12)을 가로지르는 용융 응고부(15)를 형성하는 것이 적합하다.
- [0186] 도 7b는, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제2 예를 나타내는 개략도이다.
- [0187] 도 7b에 도시한 바와 같이, 예를 들어 플랜지에서 접합되지 않은 부재(7)를 중첩 부재(8)에 의해 부분 보강하는 경우의 스폿 용접부(10)나, 부재에 벌크 헤드를 중첩한 경우의 스폿 용접부에서는, 일반적으로 부재의 길이 방향으로 인장 하중을 받는다.
- [0188] 이로 인해, 부재 등의 길이 방향을 따라서 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성하는 것이 적합하다.
- [0189] 도 7c는, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제3 예를 나타내는 개략도이다.
- [0190] 도 7c에 도시한 바와 같이, 레이저 빔의 조사에 의해 형성되는 용융 응고부(15)는 너깃(12)의 중앙 부근을 통과하는 것이 적합하지만, 반드시 스폿 용접부(10)의 너깃(12)의 중심과 일치할 필요는 없다.
- [0191] 도 7d는, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제4 예를 나타내는 개략도이다.
- [0192] 도 7d에 도시한 바와 같이, 용융 응고부(15)는 레이저 빔의 조사 효율을 고려하면, 직선 형상으로 형성되는 것이 바람직하지만, 굴곡부를 갖는 곡선 형상으로 형성되어 있어도 되고, 용융 응고부(15)의 길이를 길게 하기 위하여 물결 형상 등으로 형성해도 된다.
- [0193] 이러한 경우에, 상정 응력 방향과 교차 각도 θ 가 $\pm 30^\circ$ 이내에서 교차하도록 하면 적합하다.
- [0194] 도 7e는, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제5 예를 나타내는 개략도이다.
- [0195] 용융 응고부(15)는, 도 7a 내지 도 7d에 도시한 바와 같이 개개의 스폿 용접부(10)에 개별로 형성되어도 되지만, 도 7e에 도시한 바와 같이, 복수의 스폿 용접부(10)를 접속하도록 연속해서 형성해도 된다.
- [0196] 또한, 1개의 스폿 용접부(10)에 대하여 복수(예를 들어, 2개)의 용융 응고부(15)가 형성되어 있어도 된다.
- [0197] 도 7f는, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제6 예를 나타내는 개략도이다.
- [0198] 도 7f에 도시한 바와 같이, 레이저 빔의 조사에 의한 용융 응고부(15)는 스폿 용접부(10)의 너깃에 대하여 좌우 균등하게 형성되어 있지 않아도 된다.
- [0199] 단, 용융 응고부(15)는 스폿 용접부(10)의 너깃(12)의 양측에 존재하고, 또한 짧은 측이, 너깃의 단부로부터 용융 응고부(15)의 단부까지의 거리가 3mm 이상인 것이 바람직하다.
- [0200] 너깃의 단부로부터 용융 응고부(15)의 단부까지의 거리를 3mm 이상으로 하면, HAZ 연화부에 변형이 집중하는 것을 충분히 억제할 수 있기 때문이다.
- [0201] 용융 응고부(15)는, 전술한 바와 같이 복수의 스폿 용접부(10)를 횡단해도 된다.
- [0202] 레이저 빔의 조사 조건은, 특별히 제한은 없으며, 필요로 하는 부위에, 전술한 소정의 용융 응고부(15)가 얻어지면 된다.
- [0203] 레이저 용접기로서 디스크 레이저, 파이버 레이저, 다이렉트 다이오드 레이저, YAG 레이저, 탄산 가스 레이저를 사용하여, 빔 직경 0.15 내지 0.9mm의 범위로 하고, 출력 1 내지 10kW의 범위로 하고, 용접 속도 1 내지 15m/min인 범위로 하는 것이 예시된다.
- [0204] 용접은, 일반적인 토치에 의한 용접이라도 되고, 리모트 용접이나, 클램프 장치를 가진 Laser seam stepper를 사용해도 된다.
- [0205] 레이저 빔의 조사 조건은, 예시한 조건에는 한정되지 않고, 전술한 소정의 용융 응고부(15)가 얻어지는 조사 조건이면 된다.
- [0206] 레이저 빔의 조사는, 모든 스폿 용접부(10)에 실시할 필요는 없다.
- [0207] 충돌에 의해 스폿 용접부(10)의 HAZ 연화부에 있어서의 파단의 우려가 있는 스폿 용접부(10)에만 실시하면 된다.
- [0208] 도 7g는, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제7 예를 나타내는 개략도이다.

- [0209] 도 7g에 도시한 바와 같이, 인접하는 2개의 스폿 용접부(10) 사이에 레이저 빔을 조사하고, 스폿 용접부(10)를 통과하는 용융 응고부(15)와, 스폿 용접부(10)를 통과하지 않는 용융 응고부(15)(레이저 용접부)가 형성되어 있는 예를 나타내고 있다.
- [0210] 이와 같이, 인접하는 2개의 스폿 용접부(10) 사이의 레이저 용접부는, 중첩부의 부상에 의해 간극이 형성되어서 스폿 용접에 의해 충분한 접속을 할 수 없는 경우에도, 용접 간격을 짧게 하여 부재의 비틀림 강성을 향상할 수 있어 바람직하다.
- [0211] 도 7h는, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제8 예를 나타내는 개략도이다.
- [0212] 도 7h에 도시한 바와 같이, 필요에 따라, 스폿 용접부(10)를 복수의 용융 응고부(15)가 병렬로 통과하도록 배치해도 된다.
- [0213] 도 7h에서는, 용융 응고부(15)가 2개인 예를 나타냈지만, 3개 이상이라도 된다.
- [0214] 도 7i는, 본 발명에 의한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제9 예를 나타내는 개략도이다.
- [0215] 도 7i에 도시한 바와 같이, 레이저 빔의 조사에 의해 형성되는 용융 응고부(15)의 단부를, 응력 집중을 피하기 위하여 굴곡시킨 형상으로 해도 되고, 시중 단부의 비드 폭을 굽게 해도 된다.
- [0216] 도 7j는, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제10 예를 나타내는 개략도이다.
- [0217] 도 7j에 도시한 바와 같이, 스폿 용접부(10)에 대하여 서로 이격하는 측(서로 외측이 되는 측)의 위치에 용융 응고부(15)를 형성해도 된다.
- [0218] 이렇게 스폿 용접부(10)에 대하여 반대 방향의 용융 응고부(15)를 형성하는 경우에, 그들 사이에 1개 또는 복수의 스폿 용접부(10), 용융 응고부(15)가 형성된 스폿 용접부(10), 스폿 용접부(10)를 통과하지 않는 용융 응고부(15)(레이저 용접부)를 배치해도 된다.
- [0219] 도 7k는, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제11 예를 나타내는 개략도이다.
- [0220] 도 7k에 도시한 바와 같이, 스폿 용접부(10)에 대하여 서로 근접하는 측(서로 내측이 되는 측)의 위치에 용융 응고부(15)를 형성해도 된다.
- [0221] 이렇게 스폿 용접부(10)에 대하여 서로 근접하는 방향의 용융 응고부(15)를 형성하는 경우에, 그들 사이에 1개 또는 복수의 스폿 용접부(10), 용융 응고부(15)가 형성된 스폿 용접부(10), 스폿 용접부(10)를 통과하지 않는 용융 응고부(15)(레이저 용접부)를 배치해도 된다.
- [0222] 도 7l은, 본 발명에 관한 스폿 용접부와 용융 응고부의 형성 상황의 제12 예를 나타내는 개략도이다.
- [0223] 도 7l에 도시한 바와 같이, 인접하는 용융 응고부(15)를 스폿 용접부(10)에 대하여 동일한 측(도 7l에서는 좌측)에 형성해도 된다.
- [0224] 이렇게 스폿 용접부(10)에 대하여 동일한 측에 형성하는 경우에, 그들 사이에 1개 또는 복수의 스폿 용접부(10), 용융 응고부(15)가 형성된 스폿 용접부(10), 스폿 용접부(10)를 통과하지 않는 용융 응고부(15)(레이저 용접부)를 배치해도 된다.
- [0225] 본 발명의 저항 스폿 용접 및 스폿 용접부(10)의 너깃(12)에의 용융 응고부(15)의 형성은, 예를 들어 자동차 제조 공정에 있어서의 차체 용접 공정에 적용 가능하다.
- [0226] 차체의 용접 등의 흐름 작업에서는, 겹침 용접 부재의 위치 결정 및 클램프하여 저항 스폿 용접한 후에, 계속해서 저항 스폿 용접에 의한 증타나 레이저 빔 조사를 행하면 재위치 결정이나 재클램프에 기인하는 스폿 용접부에 대한 레이저 빔 조사의 위치 어긋남을 방지할 수 있는 점에서 적합하다.
- [0227] 또한, 보다 바람직하게는, 저항 스폿 용접을 행한 스테이션과 동일한 스테이션에서 레이저 빔 조사를 행하는 것이 적합하다.
- [0228] 이어서, 도 8a 내지 도 8f를 참조하여, 고강도 강판과 저강도 강판을 중첩하여, 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부를 형성하는 경우의 예를 설명한다.
- [0229] 도 8a 내지 도 8c는, 모두 중첩되는 2매의 강판이 고강도 강판과 저강도 강판의 조합의 경우의 설명도이며, 비도금의 고강도 강판(1500MPa)(61H)과 비도금의 저강도 강판(270MPa)(62L)의 중첩의 예를 나타내고 있다.

- [0230] 도 8a는, 제1 예를 설명하는 도면이며, 제1 예는 비도금의 고강도 강판(61H)과 비도금의 저장도 강판(62L)을 중첩하고, 고강도 강판(61H)측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하여, 비도금의 고강도 강판(61H) 및 비도금의 저장도 강판(62L)의 판 두께의 전체 두께에 용융 응고부(15)를 형성하는 경우를 나타내고 있다.
- [0231] 이 경우, 고강도 강판(61H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD61)는 고강도 강판(61H)의 판 두께에 대하여 100%이다.
- [0232] 도 8b는, 제2 예를 설명하는 도면이며, 제2 예는 비도금의 고강도 강판(61H)과 비도금의 저장도 강판(62L)을 중첩하고, 저장도 강판(62L)측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하여, 비도금의 고강도 강판(61H) 및 비도금의 저장도 강판(62L)의 판 두께의 전체 두께에 용융 응고부(15)를 형성하는 경우를 나타내고 있다.
- [0233] 이 경우, 고강도 강판(61H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD61)는 고강도 강판(61H)의 판 두께에 대하여 100%이다.
- [0234] 도 8c는, 제3 예를 설명하는 도면이며, 제3 예는 비도금의 고강도 강판(61H)과 비도금의 저장도 강판(62L)을 중첩하고, 고강도 강판(61H)측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하여, 비도금의 고강도 강판(61H)의 표면으로부터 비도금의 저장도 강판(62L)에 도달하는 도중까지 용융 응고부(15)를 형성하는 경우를 나타내고 있다.
- [0235] 이 경우, 고강도 강판(61H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD61)를 판 두께의 50% 이상으로 하는 것이 적합하다.
- [0236] 도 8d는, 제4 예를 설명하는 도면이며, 제4 예는 비도금의 고강도 강판(1500MPa)(61H)과 비도금의 고강도 강판(1500MPa)(62H)을 중첩하고, 고강도 강판(61H)측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성하는 경우를 나타내고 있다.
- [0237] 이 경우, 고강도 강판(61H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD61)는 고강도 강판(61H)의 판 두께에 대하여 100%이다.
- [0238] 도 8d에 도시한 바와 같이, 고강도 강판(61H)과 고강도 강판(62H)을 중첩하는 경우에는, 고강도 강판(61H)의 판 두께의 전체 두께와 고강도 강판(62H)에 있어서의 깊이(LD62)가 고강도 강판(62H)의 판 두께의 50% 이상이 되는 용융 응고부(15)를 형성하는 것이 적합하다.
- [0239] 도 8e, 도 8f는, 저장도 강판, 고강도 강판, 저장도 강판의 순으로 3매 중첩하게 되는 경우의 예를 나타내고 있다.
- [0240] 도 8e는, 제5 예를 설명하는 도면이며, 제5 예는 비도금의 저장도 강판(270MPa)(61L), 비도금의 고강도 강판(1500MPa)(62H), 비도금의 저장도 강판(590MPa)(63L)을 중첩하고, 저장도 강판(61L)측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성하는 경우를 나타내고 있다.
- [0241] 이 경우, 용융 응고부(15)는 저장도 강판(61L), 고강도 강판(62H), 저장도 강판(63L)의 판 두께에 대하여 100%이며, 고강도 강판(62H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD62)가 판 두께의 50% 이상이므로 적합하다.
- [0242] 도 8f는, 제6 예를 설명하는 도면이며, 제6 예는 비도금의 저장도 강판(270MPa)(61L), 비도금의 고강도 강판(1500MPa)(62H), 비도금의 저장도 강판(590MPa)(63L)을 중첩하고, 저장도 강판(61L)측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성하는 경우를 나타내고 있다.
- [0243] 이 경우, 도 8f에 도시한 바와 같이, 용융 응고부(15)는 저장도 강판(61L)의 판 두께의 전체 두께와, 고강도 강판(62H)의 판 두께의 저장도 강판(61L)으로부터 저장도 강판(63L)에 도달하는 도중까지 형성되어 있다.
- [0244] 고강도 강판(62H)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD62)를 고강도 강판(62H)의 판 두께의 50% 이상으로 하는 것이 적합하다.
- [0245] (제2 실시 형태)
- [0246] 이어서, 본 발명의 제2 실시 형태에 대하여 설명한다.
- [0247] 상기 제1 실시 형태는, 강판이 비도금 강판일 경우이지만, 대표적인 아연 도금 강판인 GA 도금, GI 도금을 포함한 강판의 조합의 경우에, 저항 스폿 용접에 의해 스폿 용접부(10)를 형성하여, 스폿 용접부(10)에 레이저 빔(LB)을 조사함으로써, 스폿 용접부(10)의 천공 결함이 발생할 가능성이 있는 것이 판명되었다.
- [0248] 이하, 도 9a, 도 9b를 참조하여, 스폿 용접부(10)에 대한 레이저 조사의 영향에 대하여 설명한다.

- [0249] 도 9a는 비도금의 고강도 강판(1500MPa)과 비도금의 저강도 강판(440MPa)의 중첩부에 형성한 스폿 용접부(10)와 용융 응고부(15)를 도시하는 도면이다.
- [0250] 비도금 강판의 경우에는, 도 9a에 도시한 바와 같이, 천공 결함은 발생하지 않는다.
- [0251] 한편, 도 9b는 비도금의 고강도 강판(1500MPa)과 합금화 용융 아연 도금된 저강도 강판(440MPa)의 중첩부에 형성한 스폿 용접부(10)에 용융 응고부(15)를 형성한 예를 나타내는 도면이다.
- [0252] 합금화 용융 아연 도금 강판의 경우에는, 도 9b에 도시한 바와 같이, 용융 응고부에 천공 결함(15H)이 발생할 가능성이 있고, 이 천공 결함(15H)이 스폿 용접부(10)의 강도를 저하시켜, 자동차가 충돌한 경우에 파단의 기점이 됨으로써, 고강도 강판의 강도를 충분히 발휘할 수 없을 가능성이 있는 것을 발견하였다.
- [0253] 도 9b에 나타난 천공 결함(15H)의 발생하는 원인에 대해서, 발명자들이 예의 연구한 결과, 천공 결함(15H)이, 도 10에 도시한 바와 같은 스폿 용접부(10)의 밀착부(16)에 있어서 발생한다는 지식을 얻었다.
- [0254] 도 10에 나타난 밀착부(16)는 너깃(12)보다도 외측에 위치되어, 스폿 용접부(10)에 있어서, 용융을 수반하지 않고 압력에 의해 접합된 부분이다.
- [0255] 천공 결함(15H)은, 레이저 빔(LB)을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성할 때에, 아연 도금이 형성된 밀착부(16)가 레이저 빔(LB) 조사에 의해 용융되고, 아연이 폭발적으로 기화하여 용해철을 날려버리는 것이 원인이라고 추정된다.
- [0256] 제2 실시 형태는, 합금화 용융 아연 도금 피막 또는 용융 아연 도금 피막이 형성된 아연 도금 강판을 포함하는 강판 부재를 접합하는 것을 대상으로 하고 있다.
- [0257] 발명자들은, 상기 문제점에 대하여 연구한 결과, 이들 GA 도금이나 GI 도금을 포함한 강판을 포함하는 경우에는, 레이저 빔(LB)의 조사에 의한 용융 응고부(15)의 깊이를, GA 도금 또는 GI 도금과의 겹침면의 스폿 용접의 밀착부(16)를 용융시키지 않도록 제어함으로써, 천공 결함(15H)이 발생하지 않는 양호한 용접 조인트가 얻어진다는 지식을 얻었다.
- [0258] 또한, 비도금, 알루미늄 도금, 철 알루미늄의 금속간 화합물, 철 아연 고용층과 산화아연상으로 이루어지는 피막의 강판에서는 피막의 비점이 높으므로, 중첩면의 피막에 기인하는 용접 결함이 발생하기 어렵다.
- [0259] 또한, 스폿 용접부(10)의 너깃(12)의 단부로부터 용융 응고부(15)의 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD)는, 고강도 강판의 판 두께의 50% 이상으로 하는 것이 적합하다.
- [0260] 제2 실시 형태에 있어서, 복수의 강판 부재가, 예를 들어 마르텐사이트 조직을 갖는 강판이나 핫 스템프재를 포함하는지 여부, 특히 인장 강도 1200MPa 이상의 고강도 강판을 포함하는지 여부는, 임의로 설정할 수 있고, 고강도 강판을 포함하지 않는 구성으로 할 수도 있다.
- [0261] 또한, 비도금, 알루미늄 도금, 철 알루미늄의 금속간 화합물, 철 아연 고용층과 산화아연상으로 이루어지는 피막이 형성된 강판으로 이루어지는 강판 부재를 조합해도 된다.
- [0262] 또한, 제2 실시 형태에서는, 복수의 강판 부재를 서로 중첩하여, 저항 스폿 용접에 의해 너깃(12)을 갖는 스폿 용접부(10)를 형성하고, 레이저 빔(LB)을 조사하여, 용융 응고부(15)가 너깃(12)을 가로질러, 예를 들어 너깃(12)의 단부로부터 용융 응고부(15)의 너깃 외측에 있어서의 단부까지의 거리가, 3mm 이상 떨어진 위치와의 사이에 너깃(12)의 단부를 가로지르는 용융 응고부(15)를 형성한다.
- [0263] 먼저, 레이저 빔을 조사하는 중첩 강판 부재가 모두, 비도금, 알루미늄 도금, 철 알루미늄의 금속간 화합물, 철 아연 고용층과 산화아연상으로 이루어지는 피막이 형성된 강판으로 이루어지는 강판 부재일 경우, 레이저 빔의 조사에 의해 형성되는 용융 응고부(15)는 너깃(12)의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD)를, 모든 고강도 강판에 관하여 각각 판 두께의 50% 이상으로 함으로써, HAZ 최연화부의 경도가 개선된다.
- [0264] 용융 응고부(15)의 형성 깊이(LD)의 상한은, 고강도 강판의 판 두께 100%이며, 용융 응고부(15)의 형성 깊이(LD)를 판 두께의 50% 이상으로 하면 HAZ 연화부에 있어서의 파단 억제 효과가 충분히 확보되므로 적합하지만, 용융 응고부(15)의 깊이(LD)를 판 두께의 50% 미만으로 해도 된다.
- [0265] 이하, 도 11a 내지 도 11f를 참조하면서 구체적으로 설명한다.

- [0266] 도 11a 내지 도 11f에서는, 중첩한 강판 중 한쪽이 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판(91LZ)인 부분의 밀착 부만을 도시하고 있다.
- [0267] 도 11a는, 고강도 강판과 저장도 강판을 중첩한 경우의 예를 설명하는 도면이며, 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판(270MPa)(91LZ)과, 비도금의 고강도 강판(1500MPa)(92H)을 2매 중첩한 예를 나타내고 있다.
- [0268] 도 11a는, 비도금의 고강도 강판(92H)측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하여, 용융 응고부(15)를 중첩면의 스폿 용접부(10)의 밀착부(16)에 도달시키지 않고, 합금화 용융 아연 도금 피막이 있는 밀착부(16)를 용융시키지 않도록 제어한다.
- [0269] 또한, 스폿 용접부(10)의 너짓(12)의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서, 용융 응고부(15)의 고강도 강판(92H)에 있어서의 깊이(LD92)를 판 두께의 50% 이상으로 하는 것이 적합하다.
- [0270] 도 11b는, 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판(91LZ)으로 이루어지는 아우터 패넌과, 비도금의 고강도 강판(92H)으로 이루어지는 레인포스와, 비도금의 저장도 강판(93L)으로 이루어지는 이너 패넌을 3매 중첩한 경우의 예이며, 예를 들어 자동차의 B 필러의 플랜지부의 구조의 일례이다.
- [0271] 이 경우, 스폿 용접 후에 자동차 바디의 실내측에 배치되는 비도금의 이너 패넌[저장도 강판(93L)]측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하여, 저장도 강판(93L) 및 고강도 강판(92H)에 걸쳐 용융 응고부(15)를 형성한다.
- [0272] 용융 응고부(15)는 저장도 강판(91LZ)과 고강도 강판(92H)의 겹침면측의 밀착부(16)에는 도달시키지 않고, 합금화 용융 아연 도금 피막이 있는 밀착부(16)를 용융시키지 않도록 제어한다.
- [0273] 또한, 스폿 용접부(10)의 너짓(12)의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서, 용융 응고부(15)의 고강도 강판(92H)에 있어서의 깊이(LD92)를 판 두께의 50% 이상으로 하는 것이 적합하다.
- [0274] 또한, 레인포스인 고강도 강판(92H) 대신에, 철 아연 고용층과 산화아연층으로 덮이는 핫 스탬프제나 철 알루미늄의 금속간 화합물로 덮여 있는 핫 스탬프제(92HP)를 적용하는 경우에도, 비도금의 핫 스탬프제와 동일하게 취급해도 된다.
- [0275] 이들 표면 피막은 GA 도금이나 GI 도금과 같이 용접 결함을 발생시키기 어렵기 때문이다.
- [0276] 도 11c는, 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판(91LZ)으로 이루어지는 아우터 패넌과, 표면에 철 아연 고용상 및 산화아연층을 갖는 고강도 강판(92HR)으로 이루어지는 중앙의 레인포스와, 비도금의 저장도 강판(93L)으로 이루어지는 이너 패넌을 3매 중첩한 경우의 예이며, 예를 들어 자동차의 A 필러, 루프레일의 플랜지부의 구조의 일례이다.
- [0277] 이 경우, 스폿 용접 후에 자동차 바디의 실내측에 배치되는 비도금의 이너 패넌[저장도 강판(93L)]측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하고, 저장도 강판(93L) 및 표면에 철 아연 고용상 및 산화아연층을 갖는 고강도 강판(92HR)에 걸쳐 용융 응고부(15)를 형성한다.
- [0278] 용융 응고부(15)는 저장도 강판(91LZ)과 표면에 철 아연 고용상 및 산화아연층을 갖는 고강도 강판(92HR)의 겹침면측의 밀착부(16)에는 도달시키지 않고, 합금화 용융 아연 도금 피막이 있는 밀착부(16)를 용융시키지 않도록 제어한다.
- [0279] 또한, 스폿 용접부(10)의 너짓(12)의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서, 표면에 철 아연 고용상 및 산화아연층을 갖는 고강도 강판(92HR)에 있어서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD92)를 판 두께의 50% 이상으로 하는 것이 적합하다.
- [0280] 도 11d는, 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판(91LZ)으로 이루어지는 아우터 패넌과, 비도금의 고강도 강판(92H)으로 이루어지는 중앙의 레인포스와, 비도금의 고강도 강판(93H)으로 이루어지는 이너 패넌을 3매 중첩한 경우의 예이며, 예를 들어 자동차의 루프레일, A 필러의 플랜지부의 구조의 일례를 나타내고 있다.
- [0281] 이 경우, 스폿 용접 후에 자동차 바디의 실내측에 배치되는 비도금의 이너 패넌[고강도 강판(93H)]측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하고, 고강도 강판(93H) 및 고강도 강판(92H)에 걸쳐 용융 응고부(15)를 형성한다.
- [0282] 용융 응고부(15)는 저장도 강판(91LZ)과 고강도 강판(92H)의 겹침면측의 밀착부(16)에는 도달시키지 않고, 합금화 용융 아연 도금 피막이 있는 밀착부(16)를 용융시키지 않도록 제어한다.
- [0283] 또한, 스폿 용접부(10)의 너짓(12)의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서, 고강도 강판(92H)에 있어

서의 용융 응고부(15)의 깊이(LD92)를 판 두께의 50% 이상으로 하는 것이 적합하다.

- [0284] 도 11e, 도 11f는, 합금화 용융 아연 도금된 저장도 강판(91LZ)으로 이루어지는 아우터 패널과, 비도금의 저장도 강판(92L)으로 이루어지는 중앙의 레인포스와, 비도금의 고강도 강판(93H)으로 이루어지는 이너 패널을 3매 중첩한 경우의 예이며, 자동차의 A 필러 어퍼, 루프레일의 구조 일례를 나타내고 있다.
- [0285] 이 경우, 스폿 용접 후에 자동차 바디의 실내측에 배치되는 비도금의 이너 패널[고강도 강판(93H)]측으로부터 레이저 빔(LB)을 조사하고, 저장도 강판(91LZ)과 저장도 강판(92L)의 겹침면측의 밀착부(16)에는 도달시키지 않도록 제어한다.
- [0286] 도 11f에 도시한 바와 같이, 저장도 강판(91LZ)과 저장도 강판(92L)의 겹침면측의 밀착부(16)에 도달시키지 않도록, 고강도 강판(93H) 및 저장도 강판(92L)에 걸쳐 형성해도 된다.
- [0287] 또한, 도 11e, 도 11f에 있어서는, 스폿 용접부(10)의 너깃(12)의 단부로부터 외측으로 1mm 떨어진 위치에 있어서, 용융 응고부(15)의 고강도 강판(93H)에 있어서의 깊이(LD93)를 판 두께의 50% 이상으로 하는 것이 적합하다.
- [0288] 이상 설명한 본 발명에 관한 용접 조인트는, 인장 강도가 1200MPa 이상인 고강도 강판을 포함하는 자동차의 구조 부재에의 적용에 적합하다.
- [0289] 예를 들어, 범퍼 빔, 도어 빔, 플로어 멤버, 프론트 사이드 멤버, 리어 사이드 멤버 등에 적용 가능하다.
- [0290] 또한, 본 발명은 상기 실시 형태에 한정되는 것은 아니며, 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에 있어서, 다양한 변경을 하는 것이 가능하다.
- [0291] 예를 들어, 상기 실시 형태에 있어서는, 본 발명을 자동차용 부품에 적용하는 경우에 대하여 설명했지만, 예를 들어 건축용의 창호, 빔, 링크 부재나, 간이 창고, 가구, 집기 등에 있어서 중첩부를 스폿 용접에 의해 접합하는 다양한 겹침 용접 부재에 적용 가능하다.
- [0292] 또한, 예를 들어 상기 실시 형태에 있어서는, 인장 강도 1200MPa 이상의 고강도 강판이나 핫 스탬프재를 대상으로 하는 경우에 대하여 설명했지만, 켄칭 조직(마르텐사이트 조직)을 포함함으로써 HAZ 연화부의 경도가 모재보다 낮게 형성되는 인장 강도 1200MPa 미만의 고강도 강판, 예를 들어 980MPa급의 고강도 강판에 대해서도 적용할 수 있다.
- [0293] 복수의 강판으로 형성된 강판 부재로서, 2개 또는 3개의 고강도 강판을 사용하는 경우에 대하여 설명했지만, 4매 이상의 강판 부재의 경우에 적용해도 되는 것은 물론이다.
- [0294] 또한, 고강도 강판을 포함하는 복수의 강판이란, 복수의 강판 중, 적어도 하나가 고강도 강판이면 되는 것을 의미한다.
- [0295] 또한, 본 발명에 있어서, 서로 중첩하게 된 중첩부에는, 도 7b에 도시한 바와 같은, 부분 보강을 목적으로 하여, 부재와 플랜지에 상관하지 않고 접합하는 경우나 플랜지가 프레스 성형된 형상부에 접합하는 경우를 포함하는 것으로 한다.
- [0296] <실시예>
- [0297] 본 발명을, 실시예를 참조하면서, 보다 구체적으로 설명한다.
- [0298] 공시재의 화학 성분을 표 1에 나타내었다. 표 1의 단위는 질량%이며, 표 1에 나타내는 이외의 잔량부는 Fe 및 불가피 불순물이다.

표 1

공시재	성분 조성(질량%)					
	C	Si	Mn	P	S	Other
SQ1500	0.21	0.22	1.25	0.010	0.001	0.20Cr, 0.020Ti, 0.0015B
SQZ1500	0.21	0.04	1.30	0.010	0.001	0.20Cr, 0.021Ti, 0.0016B
SQ1800	0.30	0.20	1.69	0.010	0.001	0.23Cr, 0.021Ti, 0.08Nb, 0.0020B
JSC1270	0.14	0.49	1.85	0.007	0.004	0.05Ti
JSC440	0.11	0.07	1.10	0.021	0.003	
JAC440	0.11	0.06	1.09	0.019	0.003	
JSC590	0.08	0.03	2.30	0.015	0.003	

[0299]

[0300] 표 1에 있어서, 공시재 SQ1500은, 비도금의 인장 강도 1500MPa급의 핫 스템프용 강판이다.

[0301] 공시재 SQZ1500은, 철 아연 고용층과 산화아연층으로 덮인 인장 강도 1500MPa급의 핫 스템프용 강판이다.

[0302] 공시재 SQ1800은, 비도금의 인장 강도 1800MPa급의 핫 스템프용 강판이다.

[0303] 공시재 JSC1270은, 비도금의 인장 강도 1270MPa급의 냉연 강판이다.

[0304] 또한, 공시재 JSC440은, 비도금의 440MPa급 강판이다.

[0305] 공시재 JAC440은, 합금화 용융 아연 도금된 440MPa급 강판이다.

[0306] 공시재 JSC590은, 비도금의 590MPa급 강판이다.

[0307] 또한, 핫 스템프용 강판에 대해서는, 핫 스템프와 마찬가지로의 처리를 하여 사용하였다.

[0308] (제1 실시예)

[0309] 이하, 도 12a 내지 도 12c 및 표 2를 참조하여, 제1 실시예에 대하여 설명한다.

[0310] 제1 실시예에서는, 비도금 강판을 2매 중첩한 경우의 인장 시험에 있어서의 변형을 평가하였다.

[0311] 도 12a는, 본 실시예에서 사용한 시험편 S10의 개략을 도시하는 도면이며, 도 12b는, 본 실시예의 시험 방법을 나타내는 시험편 S10의 인장 하중 방향을 나타내는 확대도이며, 도 12c는, 도 12b에 있어서의 II-II 단면을 도시하는 도면이다.

[0312] 제1 실시예에서는, 표 1에 나타난 공시재료로부터, 도 12a에 나타내는 시험편 S10을 제작하여, 각 시험편에 대하

여 도 12b에 도시한 바와 같은 인장 하중을 부하하여 인장 시험을 실시하였다.

- [0313] 인장 시험은, 각 시험편 S10을 파단할 때까지의 변형을 측정하여, 변형에 따라 4단계로 구분하여 평가하였다.
- [0314] 시험편 S10은, 공시재 1로 이루어지는 강판 S11과 공시재 2로 이루어지는 강판 S12를, 도 12a에 도시한 바와 같이 2매 중첩하고, 중첩부(11)에 저항 스폿 용접을 행하여 스폿 용접부(10)를 형성하였다.
- [0315] 그리고, 강판 S11측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성하였다.
- [0316] 인장 시험에서는, 시험편 S10 중 공시재 1로 이루어지는 강판 S11을 인장함으로써, 공시재 1의 인장 강도를 측정하였다.
- [0317] 또한, 표 2에 나타내는 번호 1, 및 번호 12의 시험편은, 레이저 빔을 조사하지 않고 비교예로 하였다.
- [0318] 스폿 용접은 단상 교류 스폿 용접기를 사용하고, DR형 전극(선단부 $\phi 6\text{mm}$ R40)을 사용하고,
- [0319] 가압력: 400kgf,
- [0320] 통전 시간 20cyc,
- [0321] 전류값: 비산 발생 전류 -0.5kA로 하였다.
- [0322] 너짓 지름(mm)은 $5\sqrt{t}$ 내지 $6\sqrt{t}$ [t: 판 두께(mm)]이다.
- [0323] 그리고, 스폿 용접부(10)를 형성한 시험편 S10을, 표 2에 나타내는 조건으로 레이저 빔을 조사하여 직선 형상의 용융 응고부(15)를 형성하였다.
- [0324] 레이저 빔의 조사는, Nd: YAG 레이저를 사용하고,
- [0325] 빔 직경: 0.6(mm),
- [0326] 속도: 2.0 내지 4.0(m/min),
- [0327] 실드 가스: 아르곤 10(l/min)으로 하였다.
- [0328] 용융 응고부(15)의 깊이를 변화시키기 위해서, 출력을 1.5kW 내지 4kW의 범위에서 변화시켰다.
- [0329] 도 12b에 있어서의, 레이저 빔 조사에 의한 용융 응고부(15)의 상정 응력 방향 또는 플랜지(중첩부)를 따르는 방향에 대한 교차 각도 $\theta(^{\circ})$, 용융 응고부(15)의 깊이(%), 너짓(12)의 단부로부터 용융 응고부(15)의 단부까지의 거리 L(mm)은 모두 표 2에 나타낸 바와 같다.
- [0330] 또한, 용융 응고부의 깊이(%)는 강판 S11을 대상으로 하여, 스폿 용접부에 있어서의 너짓의 단부로부터 1mm 떨어진 위치에서의 용융 응고부의 깊이(mm)를 측정하여, 강판 S11의 판 두께로 나누어 산출하였다.
- [0331] 이어서, 각 시험편으로 인장 시험을 실시하였다.
- [0332] 인장 시험은 표점 간 거리 50mm로 하고, 인장 속도 3(mm/min)으로 일정하게 하여, 파단할 때까지의 변형을 측정하였다.
- [0333] 파단할 때까지의 변형이 3% 미만을 (D)로 하고, 3% 이상 3.5% 미만을 (C)로 하고, 3.5% 이상 4% 미만을 (B)로 하고, 4% 이상을 (A)로 하였다.
- [0334] 시험 결과는 표 2에 나타낸 바와 같다.

표 2

번호	공시제 1	공시제 2	용융 용접부의 과각 각도 θ (°)	용융 용접부의 과각 (%)	용융 용접부의 과각 (mm)	인장 시험 결과	비고
1	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	0	100	10	A	비교예
2	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	15	100	10	A	본 발명에
3	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	30	100	10	A	본 발명에
4	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	45	100	10	C	비교예
5	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	0	20	10	B	비교예
6	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	0	50	10	A	본 발명에
7	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	0	80	10	A	본 발명에
8	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	0	100	2	C	비교예
9	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	0	100	3	A	본 발명에
10	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	0	100	20	A	본 발명에
11	SQ1500-1.6t	JSC440-1.6t	0	100	20	A	본 발명에
12	JSC1270-1.6t	JSC440-1.6t	0	100	10	A	본 발명에
13	JSC1270-1.6t	JSC440-1.6t	0	100	10	A	본 발명에
14	SQ21500-1.6t	JSC440-1.6t	0	100	10	A	본 발명에
15	SQ1800-1.6t	JSC440-1.6t	0	100	10	A	본 발명에
16	SQ1500-1.6t	SQ1500-1.6t	0	100	10	A	본 발명에
17	SQ1500-1.6t	SQ1500-1.2t	0	100	10	A	본 발명에
18	SQ1500-1.6t	JAC440-1.6t	0	80	10	A	본 발명에

[0335]

[0336] 표 2에 나타난 바와 같이, 번호 6, 12로 나타난 비교예는, 과각 변형은 모두 3.5% 이상 4% 미만이었으므로, 시험 결과는 (B)였다.

[0337] 또한, 번호 1, 5, 9로 나타난 비교예는, 스폿 용접부의 HAZ 연화부에서 작은 변형에 의해 과각되고, 과각 변형은 모두 3.5% 미만이었으므로, 시험 결과는 (C)였다.

[0338] 한편, 본 발명에의 시험편의 과각 변형은 모두 4% 이상이였다.

[0339] (제2 실시예)

[0340] 이하, 도 13a 내지 도 13c 및 표 3을 참조하여, 제2 실시예에 대하여 설명한다.

[0341] 제2 실시예에서는, 비도금 강판을 3매 중첩한 경우의 인장 시험에 있어서의 변형을 평가하였다.

[0342] 도 13a는, 제2 실시예에서 사용한 시험편 S20의 개략을 도시하는 도면이며, 도 13b는, 본 실시예의 시험 방법을 나타내는 시험편 S20의 인장 하중 방향을 나타내는 확대도이며, 도 13c는, 도 13b에 있어서의 III-III 단면을 도시하는 도면이다.

[0343] 제2 실시예에서는, 표 3에 나타난 공시제로부터, 도 13a에 나타내는 시험편 S20을 제작하고, 각 시험편에 대하여 도 13b에 도시한 바와 같은 인장 하중을 부하하여 인장 시험을 실시하였다.

[0344] 인장 시험은, 각 시험편 S20이 과각할 때까지의 변형을 측정하여, 변형에 따라 4단계로 구분하여 평가하였다.

[0345] 시험편 S20은, 공시제 1로 이루어지는 강판 S21과 공시제 2로 이루어지는 강판 S22와 공시제 3으로 이루어지는 강판 S23을, 도 13a에 도시한 바와 같이 3매 중첩하고, 중첩부(11)에 저항 스폿 용접을 행하여 스폿 용접부(1

0)를 형성하였다.

- [0346] 그리고, 강판 S23측으로부터 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성하였다.
- [0347] 또한, 인장 시험에서는, 시험편 S20 중 공시재 2로 이루어지는 S22를 인장함으로써, 공시재 2의 인장 강도를 측정하였다.
- [0348] 또한, 표 3에 나타내는 번호 1의 시험편은, 레이저 빔을 조사하지 않고 비교예로 하였다.
- [0349] 또한, 번호 4의 시험편은, 레이저 빔을 아연 도금이 형성된 밀착부까지 조사하여 비교예로 하였다.
- [0350] 시험편 S20을 제작하는 데 있어서의, 저항 스폿 용접 및 스폿 용접부(10)에 대한 레이저 빔 조사에 대해서는, 제1 실시예의 경우와 마찬가지로, 설명을 생략한다.
- [0351] 도 13b에 있어서의, 레이저 빔 조사에 의한 용융 응고부(15)의 상정 응력 방향 또는 플랜지(중첩부)를 따르는 방향에 대한 교차 각도 $\theta(^{\circ})$, 용융 응고부(15)의 깊이(%), 너깃(12)의 단부로부터 용융 응고부(15)의 단부까지의 거리 L(mm)은 모두 표 3에 나타낸 바와 같다.
- [0352] 또한, 용융 응고부의 깊이(%)는 고강도 강판으로 이루어지는 강판 S22를 대상으로 하여 스폿 용접부에 있어서의 너깃의 단부로부터 1mm 떨어진 위치에서의 용융 응고부의 깊이(mm)를 측정하고, 강판 S22의 판 두께로 나누어 산출하였다.
- [0353] 제2 실시예에 있어서의, 각 시험편에서 인장 시험 및 평가 방법은, 제2 실시예와 마찬가지로, 설명을 생략한다.

표 3

번호	공시제 1	공시제 2	공시제 3	용융 응고부의 교각 각도 θ (°)	용융 응고부의 깊이(%)	용융 응고부의 깊이(mm)	인장 시험 결과	비고
1	JAC270D-0.7t	SQZ1500-1.6t	JSC440-1.2t		스폿 용접만		C	비교예
2	JAC270D-0.7t	SQZ1500-1.6t	JSC440-1.2t	0	70	12	A	본 발명에
3	JAC270D-0.7t	SQZ1500-1.6t	JSC590-1.2t	0	70	12	A	본 발명에
4	JAC270D-0.7t	SQZ1500-1.2t	JSC440-1.4t	0	100	12	C	비교예
5	JAC270D-0.7t	SQ1800-1.6t	JSC590-1.2t	0	70	12	A	본 발명에
6	JAC270D-0.7t	SQ1800-1.8t	JSC590-1.2t	0	80	12	A	본 발명에

[0354]

[0355] 표 3에 나타난 바와 같이, 번호 1로 나타난 비교예는, 스폿 용접부의 HAZ 연화부에서 작은 변형에 의해 파단되고, 파단 변형은 3.5% 미만이므로, 시험 결과는 (C)였다.

[0356] 또한, 번호 4로 나타난 비교예는 천공 결함이 발생하고, 시험 결과는 (C)였다.

[0357] 한편, 본 발명예의 시험편은, 파단 변형은 모두 4% 이상이었다.

[0358] (제3 실시예)

[0359] 이하, 표 4를 참조하여, 제3 실시예에 대하여 설명한다.

[0360] 제3 실시예에서는, 도 12a 내지 도 12c에 나타난 시험편 S10을 사용하여 도금 강판을 중첩하고, 저항 스폿 용접에 의해 스폿 용접부(10)를 형성하여, 그 후, 레이저 빔을 조사하여 용융 응고부(15)를 형성할 때에, 강판 S11과 강판 S12 사이의 밀착부(16)에 천공 결함이 발생하는지의 여부에 의해 평가하였다.

[0361] 제3 실시예에서는, 강판 S11을 비도금의 인장 강도 1500MPa급의 핫 스탬프용 강판 SQ1500으로 형성하고, 강판 S12를 철 아연 고용층과 산화아연층으로 덮인 인장 강도 1500MPa급의 핫 스탬프용 강판 SQZ1500, 또는 합금화 용융 아연 도금된 440MPa급 강판에 의해 형성하였다.

- [0362] 강판 S11을 구성하는 공시제 1, 강판 S12를 구성하는 공시제 2 및 시험 결과는 표 4에 나타난 바와 같다.
- [0363] 천공 결함 없음(판정 A)로 하고, 천공 결함 있음(판정 C)로 하였다.

표 4

번호	공시제1	공시제2	용융 응고부의 깊이(%)	천공 결함	비고
1	SQ1500-1.6t	JAC440-1.6t	100	C	비교예
2	SQ1500-1.6t	SQZ1500-1.6t	100	A	본 발명에
3	SQ1500-1.6t	JAC440-1.6t	50	A	본 발명에
4	SQ1500-1.6t	JAC440-1.6t	80	A	본 발명에

- [0364]
- [0365] 표 4에 나타난 바와 같이, 번호 1로 나타난 비교예는, 강판 S11측으로부터 조사한 레이저 빔에 의한 용융 응고부가 강판 S11의 판 두께의 전체 두께에 걸쳐 형성되고, 용융 응고부가 강판 S12까지 도달하고 있으므로 천공 결함이 발생하고 있었다.
- [0366] 따라서, 시험 결과는 천공 결함 있음(판정 C)이었다.
- [0367] 번호 2, 번호 3으로 나타난 본 발명예는, 용융 응고부의 깊이가 판 두께에 대하여 80%, 50%이며 강판 S11과 강판 S12 사이의 밀착부에 도달하고 있지 않은 점에서 모두 천공 결함 없음(판정 A)이었다.
- [0368] 또한, 번호 4로 나타난 철 아연 고용층과 산화아연층으로 덮인 인장 강도 1500MPa급의 핫 스탬프용 강판 SQZ1500에 대해서는, 강판 S11의 판 두께의 전체 두께에 걸쳐 용융 응고부가 형성되어 있으나, 밀착부에 있어서 아연이 폭발적으로 기화되어 용해철을 날려버리는 일이 없으므로, 천공 결함은 없었다.
- [0369] 본 발명에 관한 중첩부의 용접 방법, 겹침 용접 부재의 제조 방법, 겹침 용접 부재 및 자동차용 부품에 의하면, 중첩부의 스폿 용접부가 HAZ 연화부에 있어서 파단하는 것을 억제할 수 있으므로, 산업상 이용 가능하다.

부호의 설명

- [0370] LB : 레이저 빔
- 1, 4, 4A : 플랜지(중첩부)
- 2, 3 : 성형품(강판 부재)
- 5H, 6H, 31H, 32H, 61H, 62H, 92H, 93H : 고강도 강판(강판 부재)
- 7L, 31L, 33L, 61L, 62L, 63L, 92L, 93L : 저강도 강판(강판 부재)
- 16 : 밀착부
- 7 : 부재(강판 부재)
- 8 : 중첩 부재(강판 부재)
- 10 : 스폿 용접부
- 12 : 너깃
- 13 : HAZ 연화부
- 15 : 용융 응고부
- 40 : A 필러(강판 부재)
- 41 : B 필러(강판 부재)
- 42 : 루프레일(강판 부재)

43 : 사이드실(강판 부재)

44 : 범퍼 레인포스(강판 부재)

45 : 벌크 헤드(강판 부재)

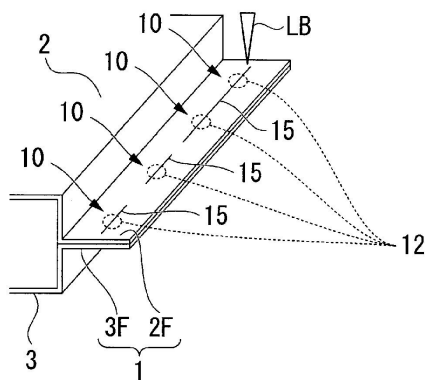
91LZ : 합금화 용융 아연 도금된 저강도 강판(강판 부재)

92HR : 고강도 강판(표면에 철 아연 고용상 및 산화아연층을 갖는 고강도 강판)(강판 부재)

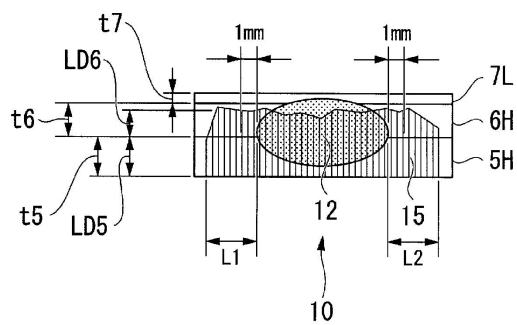
92HP : 고강도 강판(철 아연 고용층과 산화아연층으로 덮이는 핫 스탬프제나 철 알루미늄의 금속간 화합물로 덮여 있는 핫 스탬프제)(강판 부재)

도면

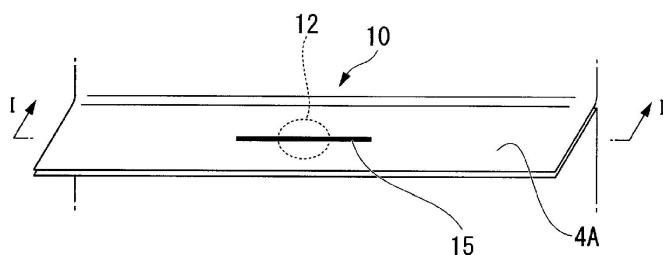
도면1a



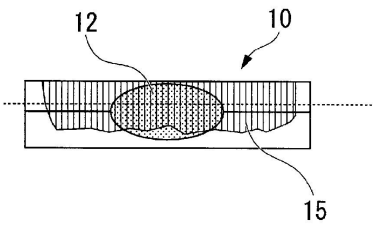
도면1b



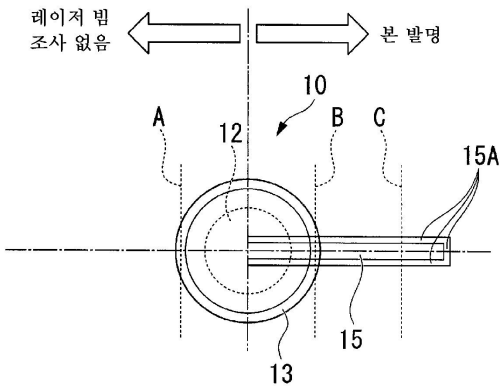
도면2a



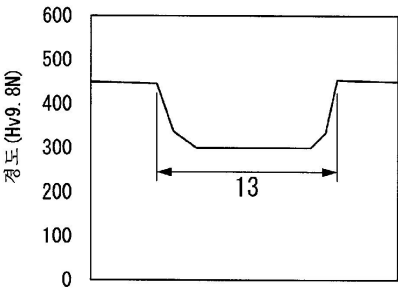
도면2b



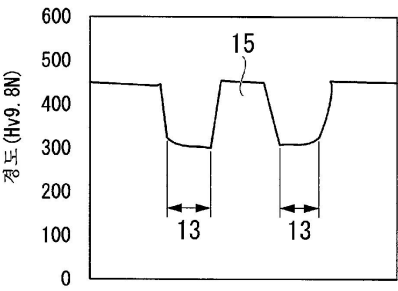
도면2c



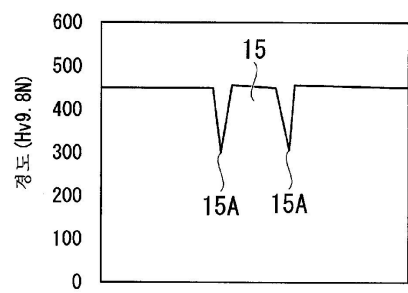
도면3a



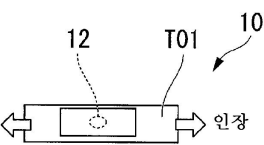
도면3b



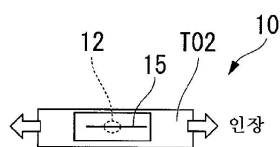
도면3c



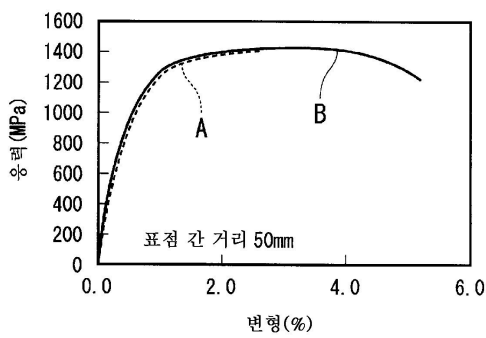
도면4a



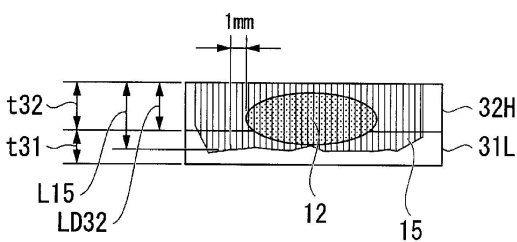
도면4b



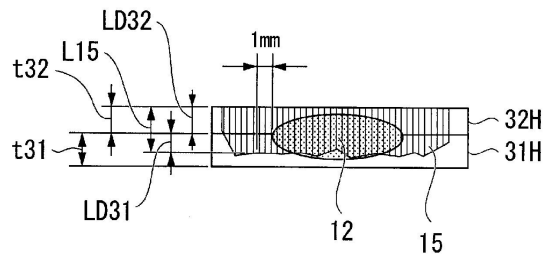
도면4c



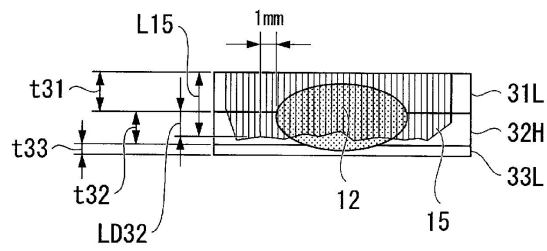
도면5a



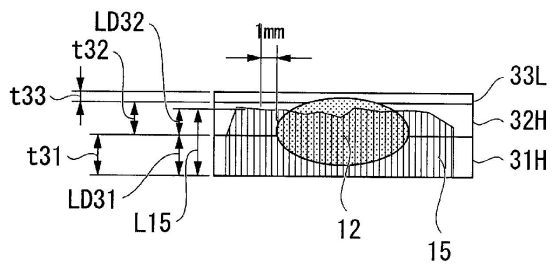
도면5b



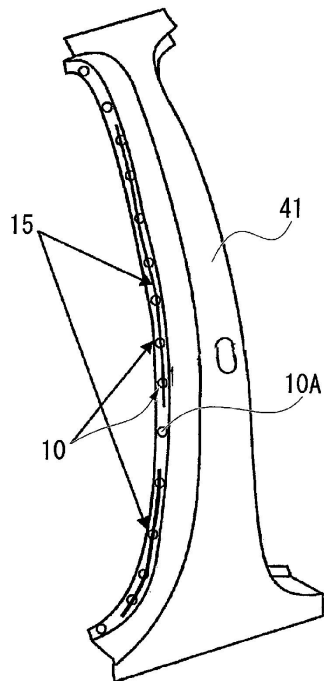
도면5c



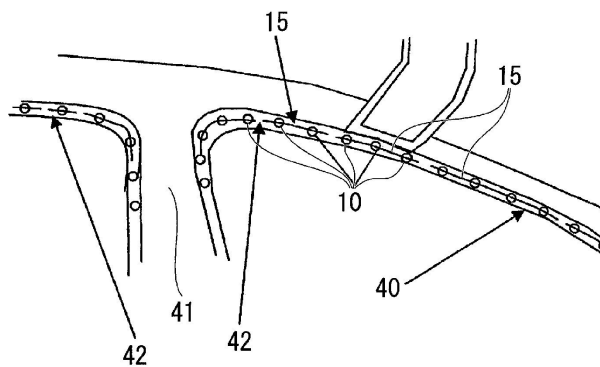
도면5d



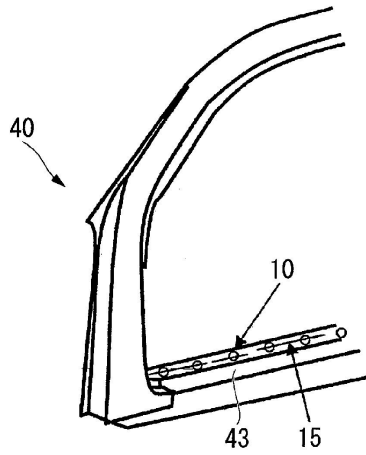
도면6a



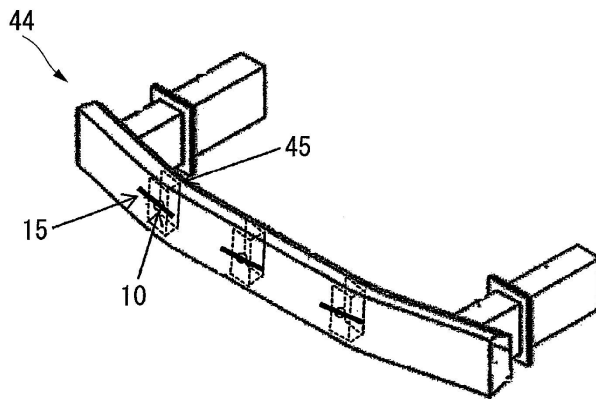
도면6b



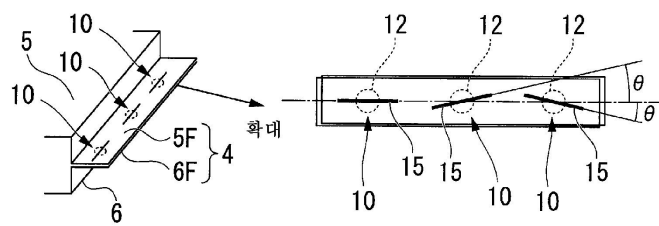
도면6c



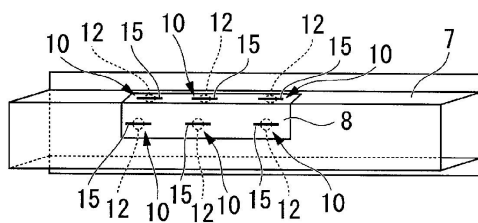
도면6d



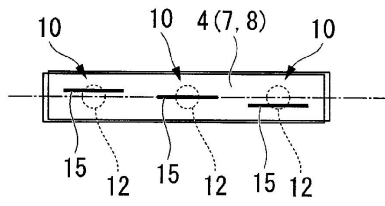
도면7a



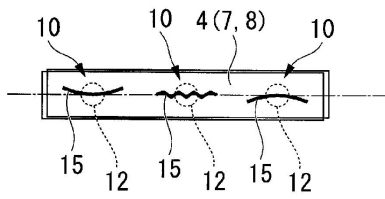
도면7b



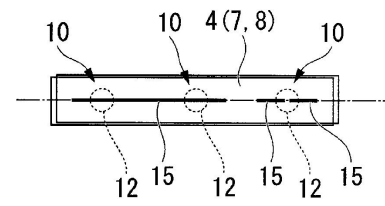
도면7c



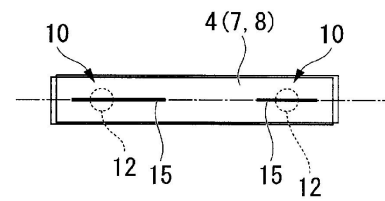
도면7d



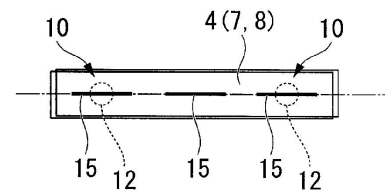
도면7e



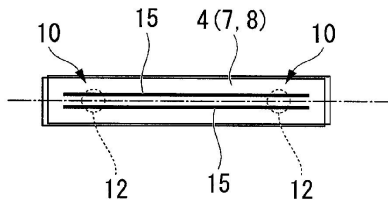
도면7f



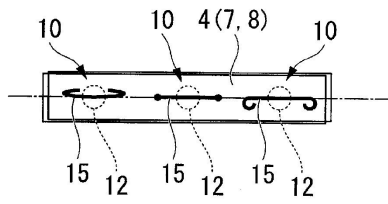
도면7g



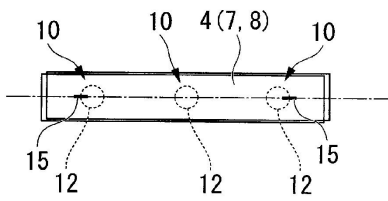
도면7h



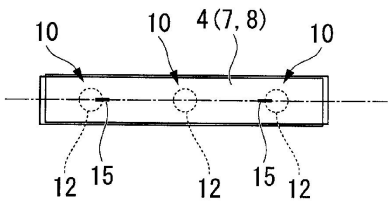
도면7i



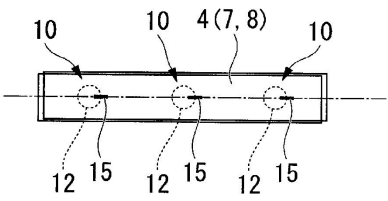
도면7j



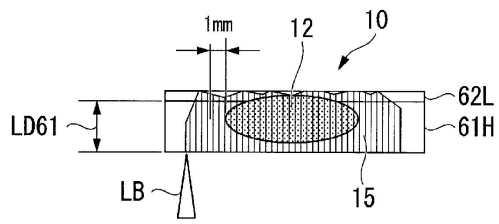
도면7k



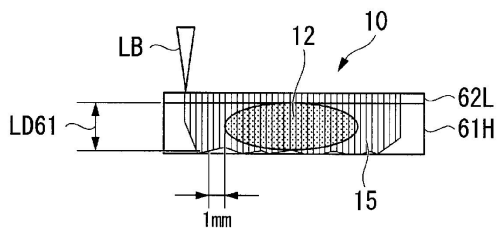
도면7l



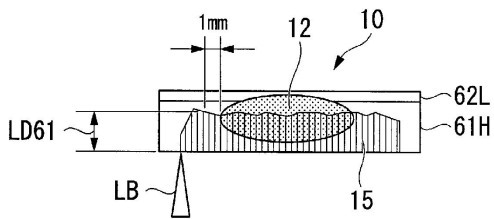
도면8a



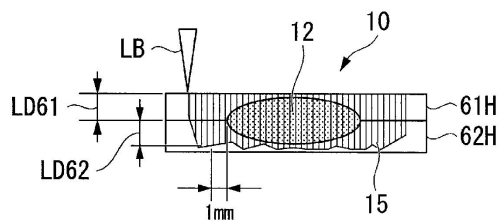
도면8b



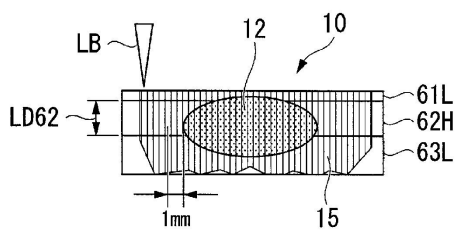
도면8c



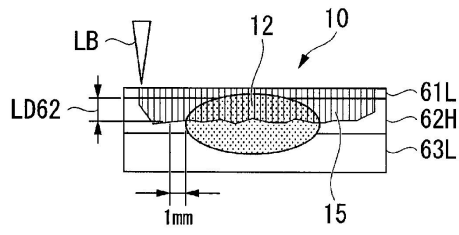
도면8d



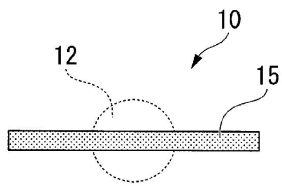
도면8e



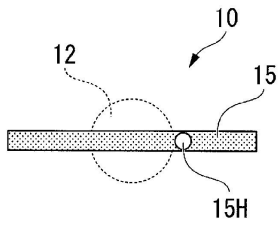
도면8f



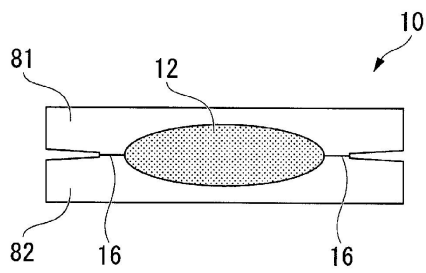
도면9a



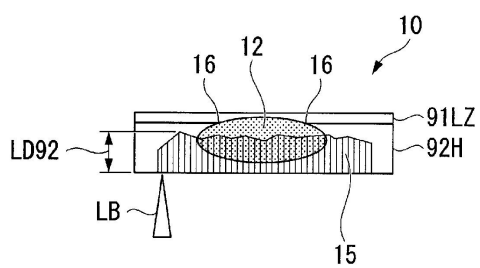
도면9b



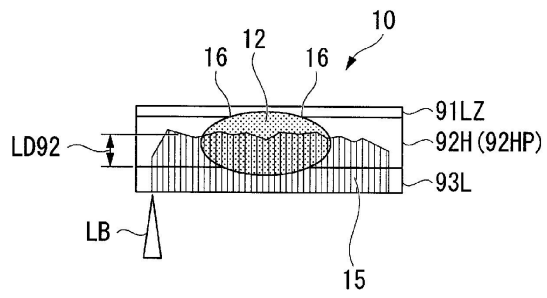
도면10



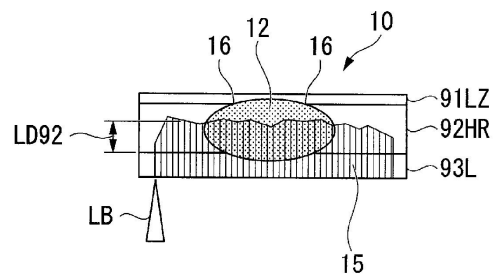
도면11a



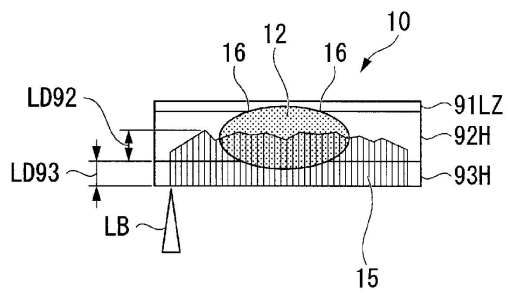
도면11b



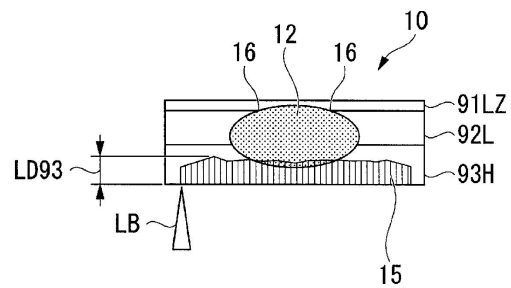
도면11c



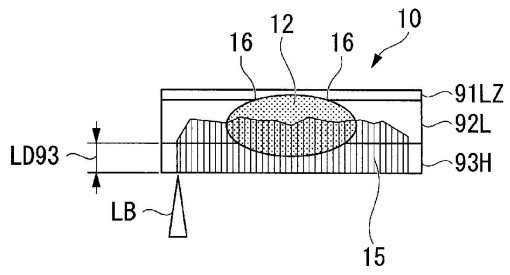
도면11d



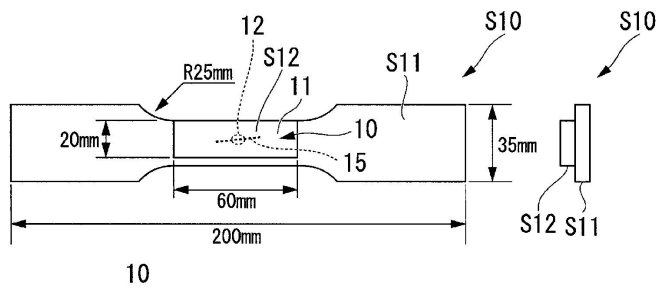
도면11e



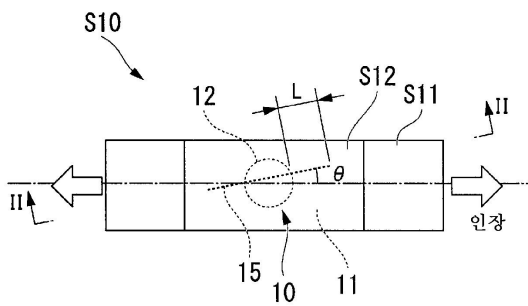
도면11f



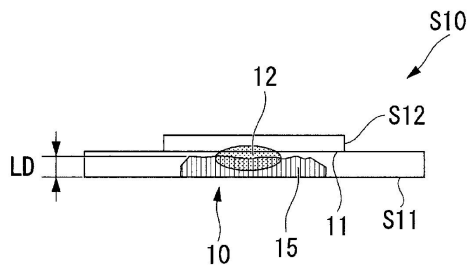
도면12a



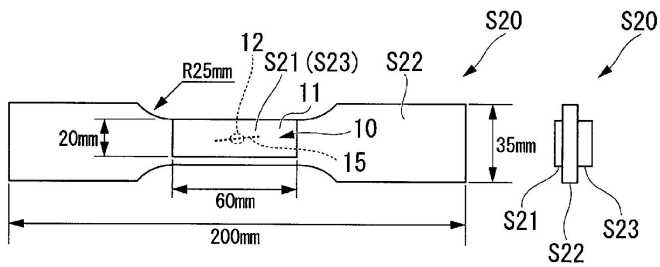
도면12b



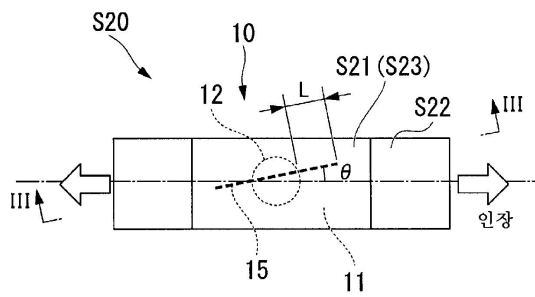
도면12c



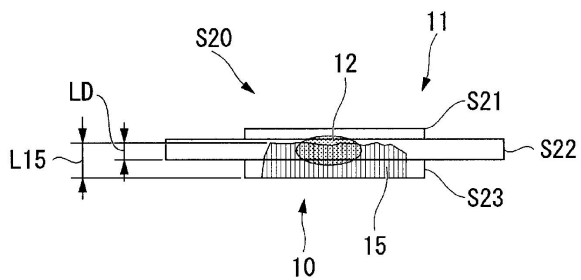
도면13a



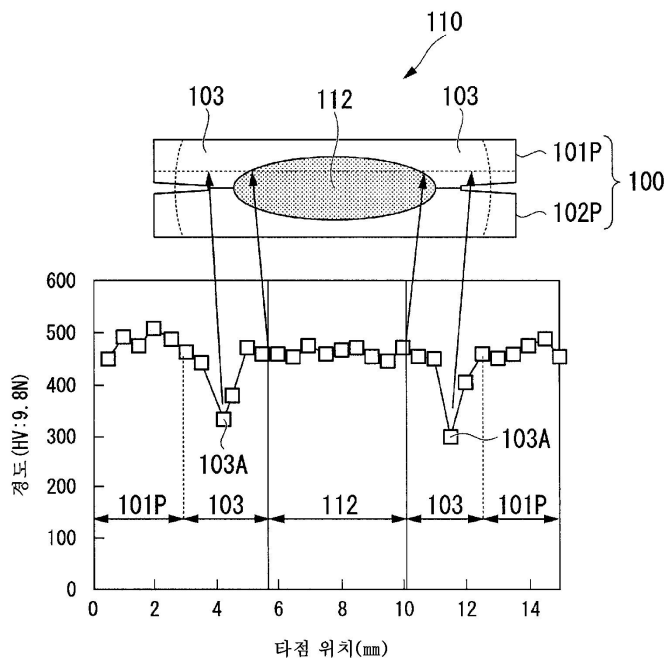
도면13b



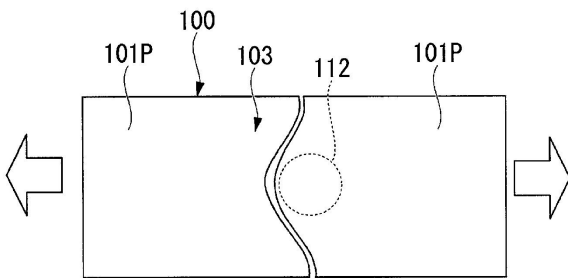
도면13c



도면14



도면15a



도면15b

