(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0127400
(43) 공개일자 2024년08월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 2/12 (2006.01) *B21D 22/20* (2006.01)
C23C 2/28 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 2/12 (2013.01)
B21D 22/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7024180
(22) 출원일자(국제) 2023년01월05일
심사청구일자 2024년07월18일
(85) 번역문제출일자 2024년07월18일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/000108
(87) 국제공개번호 WO 2023/176100
국제공개일자 2023년09월21일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-039631 2022년03월14일 일본(JP)

(71) 출원인
제이에프이 스틸 가부시키가이샤
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고
(72) 발명자
사토 린타
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이
마키미즈 요이치
일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **열간 프레스 부재 및 열간 프레스용 강판, 그리고 그것들의 제조 방법**

(57) 요 약

도장후 내식성 및 맞댐부 내식성이 우수한 열간 프레스 부재를 제공한다. 강재와, 상기 강재의 적어도 일방의 면에 배치된, 두께 10 ~ 30 ㎛ 의 Al-Fe 계 금속간 화합물층과, 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층 상에 배치된, Mg 함유 산화물 입자를 갖고, 상기 Mg 함유 산화물 입자는, 평균 입경이 5.0 ㎛ 이하이며 또한 수 밀도가 1000 개/mm^2 이상인, 열간 프레스 부재.

(52) CPC특허분류
C23C 2/29 (2024.05)
(72) 발명자
니시이케 료토
일본 도꾜도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이
다나카 미노루
일본 도꾜도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시키가이샤 지테키자이산부 나이

명 세 서

청구범위

청구항 1

강재와,

상기 강재의 적어도 일방의 면에 배치된, 두께 10 ~ 30 ㎛ 의 Al-Fe 계 금속간 화합물층과,

상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층 상에 배치된, Mg 함유 산화물 입자를 갖고,

상기 Mg 함유 산화물 입자는, 평균 입경이 5.0 ㎛ 이하이며 또한 수 밀도가 1000 개/㎟ 이상인, 열간 프레스 부재.

청구항 2

강판과,

상기 강판의 적어도 일방의 면에 배치된, 두께 10 ~ 30 ㎛ 의 도금층을 갖고,

상기 도금층은,

상기 강판 상에 배치된 Fe_2Al_5, Fe_2Al_5Si, Fe_4Al_{13} 및 $FeAl_3$ 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개로 이루어지는 금속간 화합물층과,

상기 금속간 화합물층 상에 배치된, Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직을 포함하는 금속층을 갖고,

상기 금속층에 있어서의 상기 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률이 60 % 이상인, 열간 프레스용 강판.

청구항 3

제 2 항에 기재된 열간 프레스용 강판을 열간 프레스하는, 열간 프레스 부재의 제조 방법.

청구항 4

강판을 용융 도금욕에 침지시키고, 끌어 올린 후,

15 ℃/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시키는, 열간 프레스용 강판의 제조 방법으로서,

상기 용융 도금욕은, 질량% 로,

Si : 3 ~ 7 %,

Mg : 6 ~ 12 %, 및

Fe : 0 ~ 10 % 를 함유하고

잔부가 Al 및 불가피적 불순물로 이루어지고,

Mg 와 Si 의 질량 퍼센트 농도비 Mg/Si 가 1.1 ~ 3.0 인 성분 조성을 갖는, 열간 프레스용 강판의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 열간 프레스 부재 및 열간 프레스용 강판, 그리고 그것들의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 자동차 분야에서는 소재 강판의 고성능화와 함께 경량화가 촉진되고 있으며, 녹방지성을 갖는 고강도 용융 아연 도금 강판 또는 전기 아연 도금 강판의 사용이 증가되고 있다. 그러나, 대부분의 경우, 강판의 고

강도화에 수반되어 그 프레스 성형성이 저하되기 때문에, 복잡한 부품 형상을 얻는 것은 곤란해진다. 예를 들어, 자동차 용도에서, 녹방지성이 필요하며, 또한 성형이 어려운 부품으로서는 섀시 등의 서스펜션 부재나 B 필러 등의 골격용 구조 부재를 들 수 있다.

[0003] 이와 같은 배경에서, 최근에는 냉간 프레스에 비해서 프레스 성형성과 고강도화의 양립이 용이한, 열간 프레스에 의한 자동차용 부품의 제조가 급속하게 증가되고 있다. 그 중에서도 Al 계 도금 강판은, 내고온 산화성이 우수하므로 열간 프레스용 강판으로서 주목받고 있으며, 열간 프레스에 적합한 다양한 Al 계 도금 강판과 상기 Al 계 도금 강판을 사용한 열간 프레스 부재가 제안되고 있다.

[0004] 예를 들어, 특허문헌 1 에서는, Si 를 1 ~ 15 질량%, Mg 을 0.5 ~ 10 질량% 함유하는 Al 계 도금층을 갖는, 열간 프레스용 Al 계 도금 강판이 제안되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2003-034845호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 특허문헌 1 에 따르면, 상기 Al 계 도금층을 갖는 열간 프레스용 강판을 사용함으로써, 열간 프레스 시에 있어서의 도금층의 크랙 발생을 억제함과 함께, 내식성을 향상시킬 수 있다.

[0007] 그러나, 본 발명자들의 검토에 따르면, 특허문헌 1 을 비롯한 종래 기술에 의해 얻어지는 열간 프레스 부재는, 도장후 내식성 및 맞댐부 내식성이 여전히 충분치 않다는 것을 알 수 있었다.

[0008] 즉, 열간 프레스용 강판은 일반적으로 열간 프레스 후, 도장된 상태로 사용된다. 그래서, 열간 프레스용 강판에는, 최종적으로 얻어지는 열간 프레스 부재가 도장후 내식성이 우수한 것이 요구된다.

[0009] 또, 자동차용 부재 등에 사용되는 열간 프레스 부재는, 아연계 도금 강판과 용접하여 사용되는 것이 일반적이다. 그와 같은 용접부에는 도장이 행해져 있지 않기 때문에, 우수한 내식성이 요구된다. 게다가, 열간 프레스 부재 자체의 내식성이 우수했다 하더라도, 상대재인 아연계 도금 강판에 부식이 발생하면, 부식에 수반되어 수소가 발생, 침입하는 결과, 열간 프레스 부재에 지연 파괴가 발생할 위험이 있다. 따라서, 열간 프레스 부재에는, 아연계 도금 강판과 용접했을 때에, 맞댐부에 있어서의 상기 아연계 도금 강판의 부식도 억제할 수 있는 것, 즉 맞댐부 내식성이 우수한 것이 요구된다.

[0010] 본 발명은, 상기의 실상을 감안하여 이루어진 것으로, 도장후 내식성 및 맞댐부 내식성이 우수한 열간 프레스 부재를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명자들은, 상기 과제를 해결하기 위해서 검토를 실시한 결과, 이하의 지견을 얻었다.

[0012] (1) 열간 프레스 부재의 Al-Fe 계 금속간 화합물층 상에, 평균 입경이 5.0 ㎛ 이하인 Mg 함유 산화물 입자를 소정의 수 밀도로 형성함으로써, 맞댐부에 있어서의 아연계 도금 강판의 부식 속도를 저감시킬 수 있다.

[0013] (2) 모재 강판 상에, 소정의 금속간 화합물로 이루어지는 금속간 화합물층과, $Al-Mg_2Si$ 의사 2 원계 공정(共晶) 조직을 단면 면적률 60 % 이상으로 포함하는 금속층을 구비하는 열간 프레스용 강판을 열간 프레스함으로써, 상기 (1) 의 조건을 만족하는 열간 프레스 부재를 얻을 수 있다.

[0014] 본 발명은 상기 지견에 의거하는 것으로, 그 요지는 이하와 같다.

[0015] 1. 강재와,

[0016] 상기 강재의 적어도 일방의 면에 배치된, 두께 10 ~ 30 ㎛ 의 Al-Fe 계 금속간 화합물층과,

[0017] 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층 상에 배치된, Mg 함유 산화물 입자를 갖고,

[0018] 상기 Mg 함유 산화물 입자는, 평균 입경이 5.0 ㎛ 이하이며 또한 수 밀도가 1000 개/㎟ 이상인, 열간 프레스 부재.

[0019] 2. 강판과,

[0020] 상기 강판의 적어도 일방의 면에 배치된, 두께 10 ~ 30 ㎛ 의 도금층을 갖고,

[0021] 상기 도금층은,

[0022] 상기 강판 상에 배치된 Fe_2Al_5, Fe_2Al_5Si, Fe_4Al_{13} 및 $FeAl_3$ 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개로 이루어지는 금속간 화합물층과,

[0023] 상기 금속간 화합물층 상에 배치된, Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직을 포함하는 금속층을 갖고,

[0024] 상기 금속층에 있어서의 상기 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률이 60 % 이상인, 열간 프레스용 강판.

[0025] 3. 상기 2 에 기재된 열간 프레스용 강판을 열간 프레스하는, 열간 프레스 부재의 제조 방법.

[0026] 4. 강판을 용융 도금욕에 침지시키고, 끌어 올린 후,

[0027] 15 ℃/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시키는, 열간 프레스용 강판의 제조 방법으로서,

[0028] 상기 용융 도금욕은, 질량% 로,

[0029] Si : 3 ~ 7 %,

[0030] Mg : 6 ~ 12 %, 및

[0031] Fe : 0 ~ 10 % 를 함유하고

[0032] 잔부가 Al 및 불가피적 불순물로 이루어지고,

[0033] Mg 와 Si 의 질량 퍼센트 농도비 Mg/Si 가 1.1 ~ 3.0 인 성분 조성을 갖는, 열간 프레스용 강판의 제조 방법.

발명의 효과

[0034] 본 발명에 따르면, 도장후 내식성 및 맞댐부 내식성이 우수한 열간 프레스 부재를 얻을 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명한다. 또한, 이하의 설명은, 본 발명의 바람직한 일 실시 양태를 나타내는 것으로, 이하의 설명에 의해 전혀 한정되는 것은 아니다. 또, 함유량의 단위인 「%」는, 특별히 언급되지 않는 한 「질량%」를 표시한다.

[0036] (1) 열간 프레스 부재

[0037] 본 발명의 일 실시 형태에 있어서의 열간 프레스 부재는, 모재로서의 강재와, 상기 강재의 적어도 일방의 면에 배치된 Al-Fe 계 금속간 화합물층과, 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층 상에 배치된 Mg 함유 산화물 입자를 갖는다. 이하, 각 부에 대해서 설명한다.

[0038] [강재]

[0039] 본 발명에서는, 후술하는 바와 같이 강재의 표면에, 소정의 조건을 만족하는 Al-Fe 계 금속간 화합물층과 Mg 함유 산화물 입자를 형성함으로써 상기 과제를 해결하고 있다. 따라서, 상기 강재로서는, 특별히 한정되지 않으며 임의의 강재를 사용할 수 있다.

[0040] 또한, 본 발명의 열간 프레스 부재는, 후술하는 바와 같이 열간 프레스용 강판을 열간 프레스함으로써 제조된다. 따라서, 상기 강재는, 열간 프레스에 의해 성형된 강판이라고 할 수도 있다. 상기 강판으로서는, 냉연 강판 및 열연 강판 중 어느 것을 사용할 수도 있다.

[0041] 자동차용 부재 등으로서 사용하는 관점에서는, 열간 프레스 부재의 강도가 높은 것이 바람직하다. 특히, 인장 강도로 980 MPa 급을 초과하는 열간 프레스 부재를 얻기 위해서는, 하기의 성분 조성을 갖는 강재를 사용하

는 것이 바람직하다.

[0042] C : 0.05 ~ 0.50 %,

[0043] Si : 0.1 ~ 0.5 %,

[0044] Mn : 0.5 ~ 3.0 %,

[0045] P : 0.1 % 이하,

[0046] S : 0.01 % 이하,

[0047] Al : 0.10 % 이하, 및

[0048] N : 0.01 % 이하를 함유하고,

[0049] 잔부 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성.

[0050] 이하, 상기 바람직한 성분 조성에 있어서의 각 원소의 작용 효과와 적합한 함유량에 대해서 설명한다.

[0051] C : 0.05 ~ 0.50 %

[0052] C 는, 마텐자이트 등의 조직을 형성시킴으로써 강도를 향상시키는 작용을 갖는 원소이다. 980 MPa 급을 초과하는 강도를 얻는다는 관점에서는, C 함유량을 0.05 % 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.10 % 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, C 함유량이 0.50 % 를 초과하면, 스폿 용접부의 인성이 열화된다. 따라서, C 함유량은 0.50 % 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.45 % 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.43 % 이하로 하는 것이 더욱 바람직하고, 0.40 % 이하로 하는 것이 가장 바람직하다.

[0053] Si : 0.1 ~ 0.5 %

[0054] Si 는, 강을 강화하여 양호한 재질을 얻는 데에 유효한 원소이다. 상기 효과를 얻기 위해서, Si 함유량을 0.1 % 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.2 % 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, Si 함유량이 0.5 % 를 초과하면 페라이트가 안정화되기 때문에, 퀜칭성이 저하된다. 그래서, Si 함유량은 0.5 % 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.4 % 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.3 % 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0055] Mn : 0.5 ~ 3.0 %

[0056] Mn 은, 냉각 속도에 관계없이 높은 강도를 얻기 위해서 유효한 원소이다. 우수한 기계 특성이나 강도를 확보한다는 관점에서는, Mn 함유량을 0.5 % 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.7 % 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 1.0 % 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다. 한편, Mn 함유량이 3.0 % 를 초과하면 비용이 상승하는 것에 추가하여 Mn 의 첨가 효과가 포화된다. 그래서, Mn 함유량은 3.0 % 이하로 하는 것이 바람직하고, 2.5 % 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 2.0 % 이하로 하는 것이 더욱 바람직하고, 1.5 % 이하로 하는 것이 가장 바람직하다.

[0057] P : 0.1 % 이하

[0058] P 함유량이 과잉이면, 주조 시의 오스테나이트 입계로의 P 편석에 수반되는 입계 취화에 의해 국부 연성이 열화된다. 그리고 그 결과, 강판의 강도와 연성의 밸런스가 저하된다. 그래서, 강판의 강도와 연성의 밸런스를 향상시킨다는 관점에서는, P 함유량을 0.1 % 이하로 하는 것이 바람직하다. 한편, P 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않으며, 0 % 여도 되지만, 정련 비용의 관점에서는 P 량을 0.01 % 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0059] S : 0.01 % 이하

[0060] S 는, MnS 등의 개재물이 되어, 내충격성의 열화나 용접부의 메탈 플로에 따른 균열의 원인이 된다. 그래서, S 함유량은 최대한 저감시키는 것이 바람직하고, 구체적으로는 0.01 % 이하로 하는 것이 바람직하다.
또, 양호한 연신 플랜지성을 확보한다는 관점에서는, 0.005 % 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.001 % 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 한편, S 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않으며, 0 % 여도 되지만, 정련 비용의 관점에서는 S 함유량을 0.0002 % 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0061] Al : 0.10 % 이하

[0062] Al 은, 탈산제로서 작용하는 원소이다. 그러나, Al 함유량이 0.10 % 를 초과하면, 소재의 강판의 블랭킹 가공성 및 퀜칭성이 저하된다. 그래서, Al 함유량은 0.10 % 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.07 % 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.04 % 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 한편, Al 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않지만, 탈산재로서의 효과를 확보한다는 관점에서는, Al 함유량을 0.01 % 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0063] N : 0.01 % 이하

[0064] N 함유량이 0.01 % 를 초과하면, 열간 압연 시나 열간 프레스 전의 가열 시에 AlN 의 질화물을 형성하고, 소재의 강판의 블랭킹 가공성이나 퀜칭성이 저하된다. 그래서, N 함유량은 0.01 % 이하로 하는 것이 바람직하다. 한편, N 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않으며, 0 % 여도 되지만, 정련 비용의 관점에서 N 함유량은 0.001 % 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0065] 또, 상기 성분 조성은, 추가로 임의로,

[0066] Nb : 0.10 % 이하,

[0067] Ti : 0.05 % 이하,

[0068] B : 0.0002 ~ 0.005 %,

[0069] Cr : 0.1 ~ 1.0 %, 및

[0070] Sb : 0.003 ~ 0.03 %

[0071] 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개를 함유할 수 있다.

[0072] Nb : 0.10 % 이하

[0073] Nb 는, 강의 강화에 유효한 성분이지만, 과잉으로 포함되면 압연 가중이 증대된다. 그래서, Nb 를 첨가하는 경우, Nb 함유량을 0.10 % 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.05 % 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, Nb 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않으며, 0 % 여도 되지만, 정련 비용의 관점에서는 Nb 함유량을 0.005 % 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0074] Ti : 0.05 % 이하

[0075] Ti 는, Nb 와 마찬가지로 강의 강화에 유효한 성분이지만, 과잉으로 포함되면 형상 동결성이 저하된다. 그래서, Ti 를 첨가하는 경우, Ti 함유량을 0.05 % 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.03 % 이하로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, Ti 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않으며, 0 % 여도 되지만, 정련 비용의 관점에서는 Ti 함유량을 0.005 % 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0076] B : 0.0002 ~ 0.005 %

[0077] B 는, 오스테나이트 입계로부터의 페라이트의 생성 및 성장을 억제하는 작용을 갖는다. B 를 첨가하는 경우, 상기 효과를 얻기 위해서, B 함유량을 0.0002 % 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.0010 % 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, B 의 과잉 첨가는 성형성을 저하시킨다. 그래서, B 를 첨가하는 경우, B 함유량을 0.005 % 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.003 % 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0078] Cr : 0.1 ~ 1.0 %

[0079] Cr 은, Mn 과 마찬가지로 강의 강화 및 퀜칭성을 향상시키기 위해서 유용한 원소이다. Cr 을 첨가하는 경우, 상기 효과를 얻기 위해서 Cr 함유량을 0.1 % 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.2 % 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, Cr 은 고가의 원소이기 때문에, Cr 의 과잉 첨가는 대폭적인 비용 상승을 초래한다. 그래서, Cr 을 첨가하는 경우, Cr 함유량을 1.0 % 이하로 하는 것이 바람직하고, 0.2 % 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0080] Sb : 0.003 ~ 0.03 %

[0081] Sb 는, 모재 강판의 제조 시, 어닐링 공정에 있어서 강판 표층의 탈탄을 억제하는 작용을 갖는 원소이다. Sb 를 첨가하는 경우, 상기 효과를 얻기 위해서 Sb 함유량을 0.003 % 이상으로 하는 것이 바람직하고, 0.005 % 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, Sb 함유량이 0.03 % 를 초과하면 압연 하중이 증가하기 때문에, 생산성이 저하된다. 그래서, Sb 를 첨가하는 경우, Sb 함유량을 0.03 % 이하로 하는 것이 바람직하

고, 0.02 % 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 0.01 % 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0082] [Al-Fe 계 금속간 화합물층]

[0083] 본 발명의 열간 프레스 부재는, 강재의 적어도 일방의 면에 Al-Fe 계 금속간 화합물층을 갖는다. 열간 프레스 부재의 표면에 Al-Fe 계 금속간 화합물로 이루어지는 층을 형성함으로써, 도막의 스크래치부나 도장 단부 등 도막에 의한 녹방지 기능이 저하된 개소로부터의 부식을 억제하고, 부식에 수반되는 수소의 발생 및 침입을 방지할 수 있다.

[0084] 또한, 본 발명의 열간 프레스 부재는, 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층과 강재 (모재) 의 사이에, Al 을 고용 (固溶) 시킨 α-Fe 층을 추가로 구비하고 있어도 된다. 상기 α-Fe 층은 주사 전자 현미경 (SEM) 의 반사 전자 이미지 상의 콘트라스트 차이에 의해, Al-Fe 계 금속간 화합물층과 명료하게 구별하는 것이 가능하다.

[0085] 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층은, 강재의 적어도 일방의 면에 형성되어 있으면 되지만, 양면에 형성되어 있는 것이 바람직하다.

[0086] 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층에 포함되는 Al-Fe 계 금속간 화합물의 종류는 특별히 한정되지 않지만, $FeAl_3$, Fe_4Al_{13}, Fe_2Al_5, FeAl, Fe_3Al 등이 예시된다. 또, 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층은, Fe_2Al_5Si 등의 Al-Fe-Si 계 금속간 화합물을 함유할 수도 있다. 즉, 본 발명의 일 실시 형태에 있어서의 Al-Fe 계 금속간 화합물층은, $FeAl_3$, Fe_4Al_{13}, Fe_2Al_5, FeAl, Fe_3Al 및 Fe_2Al_5Si 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개를 함유하는 층이어도 되고, 또한, $FeAl_3$, Fe_4Al_{13}, Fe_2Al_5, FeAl, Fe_3Al 및 Fe_2Al_5Si 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개로 이루어지는 층이어도 된다.

[0087] 두께 : 10 ~ 30 ㎛

[0088] 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께가 10 ㎛ 미만이면, 원하는 도장후 내식성을 얻을 수 없다. 그래서, 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께는 10 ㎛ 이상, 바람직하게는 13 ㎛ 이상, 보다 바람직하게는 15 ㎛ 이상으로 한다. 한편, 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께가 30 ㎛ 를 초과하면, 당해 금속간 화합물층의 밀착성이 저하되기 때문에, 열간 프레스 부재로부터 금속간 화합물층이 박리되는 경우가 있다. 그래서, 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께는, 30 ㎛ 이하, 바람직하게는 28 ㎛ 이하, 보다 바람직하게는 25 ㎛ 이하로 한다. 여기서, Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께란, 강재의 편면당의 두께를 가리키는 것으로 정의한다.

[0089] 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께는, 열간 프레스 부재를 제조할 때에 사용하는 열간 프레스용 강판의 도금층 두께와, 열간 프레스 조건을 제어함으로써 조정할 수 있다.

[0090] 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께는, 열간 프레스 부재의 단면을 SEM 관찰함으로써 측정할 수 있다. 보다 구체적으로는 실시예에 기재한 방법으로 측정할 수 있다. 또한, 상기 강재의 양면에 Al-Fe 계 금속간 화합물층이 형성되어 있는 경우, 각각의 면에 있어서의 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께가 10 ~ 30 ㎛ 이다.
다만, 일방의 면에 있어서의 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께는, 타방의 면에 있어서의 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께와 동일해도 되고, 상이해도 된다.

[0091] [Mg 함유 산화물 입자]

[0092] 본 발명의 열간 프레스 부재는, 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 표면에, Mg 함유 산화물 입자 (이하, 간단히 「산화물 입자」라고 하는 경우가 있다) 를 구비하고 있다. 상기 산화물 입자를 형성함으로써, 내식성을 향상시킬 수 있다. 특히, Mg 함유 산화물 입자는, 염화물이 체류하기 쉬운 강판 맞댐부 등에 있어서 pH 완충 작용을 나타내기 때문에, 산성 환경에서의 부식 속도가 큰 Al-Fe 계 금속간 화합물의 부식 속도를 저감시킬 수 있다. 또, 용접의 상대재로서 아연계 도금 강판을 사용한 경우에는, 아연계 도금층의 부식 속도를 저감시킬 수 있다.

[0093] 평균 입경 : 5.0 ㎛ 이하

[0094] Mg 함유 산화물 입자의 평균 입경이 5.0 ㎛ 를 초과하면, 원하는 도장후 내식성을 얻을 수 없다. 이것은 조대한 산화물 입자가 존재하는 부분에 있어서, 도막의 두께가 불충분해지기 때문이다. 그래서, Mg 함유 산화물 입자의 평균 입경은 5.0 ㎛ 이하, 바람직하게는 4.0 ㎛ 이하, 보다 바람직하게는 3.0 ㎛ 이하로 한다. 한편, 상기 평균 입경의 하한에 대해서는 특별히 한정되지 않지만, 0.1 ㎛ 를 하회하면 맞댐부 내식성이 저하되는 경우가 있다. 그래서, 더 안정적으로 맞댐부 내식성을 확보한다는 관점에서는, Mg 함유 산화물 입자의

평균 입경을 0.1 ㎛ 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0095] 수 밀도 : 1000 개/mm^2 이상

[0096] Mg 함유 산화물 입자에 의한 도장후 내식성의 향상 효과는, 그 산화물 입자의 수 밀도에 의존한다. 산화물 입자의 수 밀도가 1000 개/mm^2 미만이면, 원하는 내식성을 확보할 수 없다. 그래서, Mg 함유 산화물 입자의 수 밀도를 1000 개/mm^2 이상, 바람직하게는 1500 개/mm^2 이상, 보다 바람직하게는 2000 개/mm^2 이상으로 한다.

한편, 상기 수 밀도의 상한에 대해서는 특별히 한정되지 않지만, 수 밀도가 20000/mm^2 를 초과하면 도장후 내식성의 개선 효과가 포화되는 것에 추가하고, 오히려 용접성이 열화될 우려가 있다. 그래서, Mg 함유 산화물 입자의 수 밀도는, 20000 개/mm^2 이하로 하는 것이 바람직하고, 10000 개/mm^2 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0097] Mg 함유 산화물 입자의 평균 입경 및 수 밀도는, 열간 프레스 부재의 표면을 주사 전자 현미경 (SEM) 으로 관찰함으로써 측정할 수 있다. 보다 구체적으로는, 실시예에 기재한 방법으로 측정할 수 있다. 또한, Mg 함유 산화물 입자는, 반사 전자 이미지의 콘트라스트를 조정함으로써, 강재보다 어두운 부위로서 관측된다.

[0098] 상기 열간 프레스 부재의 강도는 특별히 한정되지 않지만, 열간 프레스 부재는 일반적으로 자동차용 부품 등, 강도가 요구되는 용도에 사용되므로, 강도가 높은 것이 바람직하다. 특히, 충돌로 인한 변형을 억제하는 센터 필러 등의 골격 부품에는 900 MPa 를 초과하는 인장 강도가 요구된다. 그래서, 상기 열간 프레스 부재의 인장 강도는 900 MPa 를 초과하는 것이 바람직하고, 1200 MPa 를 초과하는 것이 보다 바람직하고, 1470 MPa 를 초과하는 것이 더욱 바람직하다. 한편, 인장 강도의 상한에 대해서도 특별히 한정되지 않지만, 일반적으로는 2600 MPa 이하여도 된다. 인장 강도가 2600 MPa 를 초과하면, 인성이 현저하게 저하되어, 자동차 부재로서의 적용이 곤란해진다.

[0099] 또, 에너지 흡수가 요구되는 사이드 멤버 등의 부품에 사용하는 경우에는, 항복 강도와 연신이 우수한 것이 요구된다. 그래서, 상기 열간 프레스 부재의 항복 강도는 700 MPa 를 초과하는 것이 바람직하다. 한편, 항복 강도의 상한에 대해서도 특별히 한정되지 않지만, 일반적으로는 2000 MPa 이하여도 된다.

[0100] 또한, 상기 열간 프레스 부재의 전체 연신은 4 % 를 초과하는 것이 바람직하다. 한편, 전체 연신의 상한에 대해서도 특별히 한정되지 않지만, 일반적으로는 10 % 이하여도 된다.

[0101] (2) 열간 프레스용 강판

[0102] 본 발명의 일 실시 형태에 있어서의 열간 프레스용 강판은, 강판과, 상기 강판의 적어도 일방의 면에 배치된 도금층을 갖는다. 그리고, 상기 도금층은, 상기 강판 상에 형성된 Fe_2Al_5, Fe_2Al_5Si, Fe_4Al_{13} 및 $FeAl_3$ 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개로 이루어지는 금속간 화합물층과, 상기 금속간 화합물층 상에 형성된, Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직을 포함하는 금속층을 갖는다. 또한, 여기서 「금속층」이란, 금속 및 불가피적 불순물로 이루어지는 층으로, 상기 금속에는 합금 및 금속간 화합물을 포함하는 것으로 정의한다.

[0103] [금속간 화합물층]

[0104] 본 발명의 열간 프레스용 강판은, 전형적으로는 후술하는 바와 같이 강판에 용융 도금을 실시함으로써 제조된다. 그 때, 강판에 포함되는 Fe 와 도금욕에 포함되는 Al 이나 Si 등의 성분이 반응하여, 강판과 금속층의 계면에 금속간 화합물층이 형성된다. Al-Fe 계 또는 Al-Fe-Si 계의 금속간 화합물에는 다양한 종류가 있지만, 그 중에서도 Fe_2Al_5, Fe_2Al_5Si, Fe_4Al_{13} 및 $FeAl_3$ 은 경도가 낮다. 그래서, Fe_2Al_5, Fe_2Al_5Si, Fe_4Al_{13} 및 $FeAl_3$ 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개로 이루어지는 금속간 화합물층을 형성함으로써, 도금층의 밀착성이 향상되고, 예를 들어, 냉간 블랭킹 등을 할 때에 도금층의 박리를 방지할 수 있다.

[0105] [금속층]

[0106] 상기 서술한 바와 같이, 본 발명의 열간 프레스 부재에서는, 평균 입경이 5.0 ㎛ 이하인 Mg 함유 산화물 입자를 표면에 형성함으로써 우수한 내식성을 실현하고 있다. 본 발명자들은, 열간 프레스용 강판의 금속층 중에 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직을 존재시킴으로써, 열간 프레스 후의 부재 표면에 평균 입경이 5.0 ㎛ 이하인 Mg 함유 산화물 입자를 형성할 수 있음을 발견하였다. 그 이유는 다음과 같이 생각된다.

[0107] 즉, 도금층을 구비하는 열간 프레스용 강판을 가열하면, 상기 도금층 중에 포함되는 성분이 분위기 중의 산소 혹은 물에 의해 산화되어, 열간 프레스 부재의 표면에 산화물이 형성된다. 도금층이 Al, Mg 및 Si 를 함유하는 경우, 이들 성분 중 가장 산화되기 쉬운 원소인 Mg 가 우선적으로 산화되기 때문에, 열간 프레스 부재의 표면에는 Mg 을 함유하는 산화물이 형성된다.

[0108] 이 때, 도금층 중의 Mg 가 단상의 Mg_2Si 로서 존재하고 있으면, 열간 프레스 부재의 표면에 평균 입경이 5.0 ㎛ 를 초과하는 조대한 Mg 함유 산화물 입자가 형성되어 버린다. 한편, 도금층 중의 Mg 가 Al-Mg_2Si 공정 조직으로서 존재하고 있는 경우, Mg_2Si 는 Al 매트릭스 중에 매우 미세한 형태로 (일반적으로는 입경 1 ㎛ 이하인 입자로서) 분산되어 있다. 그래서, 산화를 받는 과정에서 응집이 진행되었다 하더라도, 최종적으로 얻어지는 열간 프레스 부재의 표면에 평균 입경이 5.0 ㎛ 이하인 미세한 Mg 함유 산화물 입자를 형성할 수 있다. 또, Mg 함유 산화물 입자가 미세화되기 때문에, 그 Mg 함유 산화물 입자의 수 밀도도 높아진다.

[0109] 단면 면적률 : 60 % 이상

[0110] 상기 금속층에 있어서의 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 비율이 낮으면, 열간 프레스 부재에 있어서의 Mg 함유 산화물 입자의 평균 입경이 증대함과 함께, 그 Mg 함유 산화물 입자의 수 밀도가 저하된다. 그래서, 상기 금속층에 있어서의 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률은 60 % 이상, 바람직하게는 70 % 이상으로 한다. 한편, 상기 단면 면적률은 높으면 높을수록 좋기 때문에, 상한은 특별히 한정되지 않으며, 100 % 여도 된다. 제조 용이성의 관점에서는, 상기 단면 면적률은 95 % 이하여도 되고, 90 % 이하여도 된다.

[0111] 상기 금속층은, 단면 면적률로 60 % 이상의 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직을 함유하면 되고, 그 이외의 조성은 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 상기 금속층은, Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직에 추가하여, Al 상, Mg_2Si 및 Al-Fe 계 금속간 화합물로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개를 포함해도 된다. 다만, 상기 서술한 바와 같이 단상의 Mg_2Si 가 존재하면, 그 부분에서 조대한 Mg 함유 산화물 입자가 발생하기 쉬워진다. 그래서, 조대한 Mg 함유 산화물 입자의 발생을 더욱 억제하고, 도장후 내식성을 더욱 향상시킨다는 관점에서는, 상기 금속층은 단상의 Mg_2Si 를 포함하지 않는 것이 바람직하다. 또, 상기 Al-Fe 계 금속간 화합물로서는, 예를 들어, Fe_2Al_5, Fe_2Al_5Si, Fe_4Al_{13} 및 $FeAl_3$ 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개를 포함할 수 있다.

[0112] 상기 금속층에 있어서의 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률은, 열간 프레스용 강판의 단면을 SEM 관찰하여 얻은 이미지를 화상 해석함으로써 구할 수 있다. 보다 구체적으로는, 실시예에 기재된 방법으로 측정할 수 있다.

[0113] 도금층의 두께 : 10 ~ 30 ㎛

[0114] 상기 도금층의 두께가 10 ㎛ 미만이면, 최종적으로 얻어지는 열간 프레스 부재에 있어서의 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께가 불충분해진다. 그리고 그 결과, 충분한 내식성이 얻어지지 않는 것에 추가하여, 부식 기인의 수소 침입량이 증대하여, 지연 파괴 내성이 저하된다. 그래서, 상기 도금층의 두께는 10 ㎛ 이상, 바람직하게는 12 ㎛ 이상, 보다 바람직하게는 15 ㎛ 이상으로 한다. 한편, 상기 도금층의 두께가 30 ㎛ 를 초과하면, 제조 공정에서 모재 강판에 침입한 수소가 열간 프레스 후에 빠져나가기 어려워지기 때문에, 지연 파괴에 대해 불리해진다. 그래서, 상기 도금층의 두께는 30 ㎛ 이하, 바람직하게는 27 ㎛ 이하, 보다 바람직하게는 23 ㎛ 이하로 한다. 여기서, 도금층의 두께란, 강판의 편면당의 두께를 가리키는 것으로 정의한다.

[0115] 상기 서술한 바와 같이, 상기 도금층은, 강판의 표면 상에 형성된 금속간 화합물층과, 그 금속간 화합물층의 표면 상에 형성된 금속층을 갖는다. 상기 도금층은, 상기 금속간 화합물층과 금속층으로 이루어지는 것이어도 된다.

[0116] 열간 프레스용 강판에 있어서의 도금층의 두께는, 실시예에 기재된 방법으로 측정할 수 있다. 또한, 상기 강판의 양면에 도금층이 형성되어 있는 경우, 각각의 면에 있어서의 도금층의 두께가 10 ~ 30 ㎛ 이다. 다만, 일방의 면에 있어서의 도금층의 두께는, 타방의 면에 있어서의 도금층의 두께와 동일해도 되고, 상이해도 된다. 여기서, 상기 도금층의 두께는, 금속간 화합물층과 금속층의 합계 두께라고 할 수도 있다. 또한, 상기 도금층의 두께는, 열간 프레스용 강판의 단면을 주사 전자 현미경 (SEM) 에 의해 관찰함으로써 측정할 수

있다. 보다 구체적으로는, 상기 도금층의 두께는 실시예에 기재된 방법으로 측정할 수 있다.

[0117] 상기 도금층의 표면에는, 추가로 산화물층이 존재하고 있어도 된다. 또, 본 발명의 작용 효과에 영향을 미치지 않는 범위에서, 목적에 따라 하층 피막 또는 상층 피막을 형성해도 된다. 예를 들어, 상기 하층 피막으로서는, Fe 또는 Ni 를 주체로 하는 하지 도금층이 예시된다. 상기 상층 피막으로서는, Ni 를 주체로 하는 후도금층이나, 인산염, 지르코늄 화합물, 티탄 화합물 등을 함유하는 화성 처리 피막 등이 예시된다.

[0118] 이상의 조건을 만족하는 본 발명의 열간 프레스용 강판은, 열간 프레스한 후의 열간 프레스 부재가 우수한 맞댐부 내식성과 도장후 내식성을 겸비하고 있다.

[0119] 본 발명의 일 실시 형태에 있어서는, 상기 도금층은, 본 발명의 효과가 저해되지 않는 범위에서 임의 첨가 성분을 포함할 수 있다. 상기 임의 첨가 성분으로서는, 예를 들어, Ca, Sr, Mn, V, Cr, Mo, Ti, Ni, Co, Sb, Zr 및 B 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개를 들 수 있다. 상기 임의 첨가 원소의 양은 특별히 한정되지 않지만, 도금층에 있어서의 상기 임의 첨가 원소의 합계 함유량은 2 % 이하로 하는 것이 바람직하다. 이들 원소는 필수 성분이 아니라, 임의로 도금층 중에 포함할 수 있다. 따라서, 이들 원소의 함유량 합계의 하한은 특별히 한정되지 않으며, 0 % 여도 된다.

[0120] 또, 상기 도금층은, 상기 서술한 성분에 더하여, 제조 과정에서 불가피적으로 혼입되는 불순물이 추가로 포함되어 있어도 된다. 또한, 도금층 전체의 조성은, 산세 인히비터를 첨가한 염산에 의해 도금층을 용해시켜 얻은 액을 분석함으로써 측정할 수 있다.

[0121] (3) 열간 프레스 부재의 제조 방법

[0122] 다음으로, 본 발명의 열간 프레스 부재의 바람직한 제조 방법에 대해서 설명한다.

[0123] 본 발명의 일 실시 형태에 있어서는, 상기 열간 프레스용 도금 강판을 열간 프레스하여 열간 프레스 부재를 제조한다. 상기 서술한 바와 같이, Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률이 60 % 이상인 열간 프레스용 강판을 일반적인 조건에서 열간 프레스함으로써 미세한 Mg 함유 산화물 입자가 형성되고, 그 결과, 상기 조건을 만족하는 열간 프레스 부재를 얻을 수 있다.

[0124] 따라서, 열간 프레스를 실시하는 방법은 특별히 한정되지 않으며, 통상적인 방법에 따라 실시할 수 있다. 전형적으로는, 열간 프레스용 강판을 소정의 가열 온도까지 가열하고 (가열 공정), 이어서, 상기 가열 공정에서 가열된 상기 열간 프레스용 강판을 열간 프레스한다 (열간 프레스 공정). 이하, 바람직한 열간 프레스 조건에 대해서 설명한다.

[0125] [가열]

[0126] 상기 가열 공정에 있어서의 가열 온도가 모재 강판의 Ac_3 변태점보다 낮으면, 최종적인 열간 프레스 부재의 강도가 낮아진다. 그래서, 상기 가열 온도는 모재 강판의 Ac_3 변태점 이상으로 하는 것이 바람직하고, 860 ℃ 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다. 한편, 상기 가열 온도가 1000 ℃ 를 초과하면, 모재 강판이나 도금층이 산화되어 생성되는 산화물층이 과도하게 두꺼워짐으로써, 얻어지는 열간 프레스 부재의 도료 밀착성이 열화될 우려가 있다. 그래서, 상기 가열 온도는 1000 ℃ 이하로 하는 것이 바람직하고, 960 ℃ 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 920 ℃ 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 또한, 모재 강판의 Ac_3 변태점은 강 성분에 따라 다르지만, 폼마스터 시험에 의해 구해진다.

[0127] 상기 가열을 개시하는 온도는 특별히 한정되지 않지만, 일반적으로는 실온이다.

[0128] 가열을 개시하고 나서 상기 가열 온도에 도달할 때까지의 승온에 필요로 하는 시간 (승온 시간) 은 특별히 한정되지 않으며, 임의의 시간으로 할 수 있다. 그러나, 상기 승온 시간이 300 초를 초과하면, 고온에 노출되는 시간이 길어지기 때문에, 모재나 도금층이 산화되어 생성되는 산화물층이 과도하게 두꺼워진다. 그래서, 산화물에 의한 도료 밀착성의 저하를 억제한다는 관점에서는, 상기 승온 시간을 300 초 이하로 하는 것이 바람직하고, 270 초 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 240 초 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 한편, 상기 승온 시간이 150 초 미만이면, 가열 도중에 피복층이 과도하게 용융되어, 가열 장치나 금형을 오손 (汚損) 시킬 우려가 있다. 그래서, 가열 장치나 금형의 오손을 방지하는 효과를 더욱 높인다는 관점에서는, 상기 승온 시간을 150 초 이상으로 하는 것이 바람직하고, 180 초 이상으로 하는 것이 보다 바람직하고, 210 초 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다.

[0129] 상기 가열 온도에 도달한 후에는, 당해 가열 온도로 유지해도 된다. 상기 유지를 행하는 경우, 유지 시간은 특별히 한정되지 않으며, 임의의 길이의 유지를 행할 수 있다. 그러나, 유지 시간이 300 초를 초과하면, 모재나 피복층이 산화되어 생성되는 산화물층이 과도하게 두꺼워짐으로써, 얻어지는 열간 프레스 부재의 도료 밀착성이 열화될 우려가 있다. 그래서, 유지 시간은 300 초 이하로 하는 것이 바람직하고, 210 초 이하로 하는 것이 보다 바람직하고, 120 초 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다. 한편, 상기 유지는 임의의 공정이기 때문에, 유지 시간은 0 초여도 된다. 그러나, 모재 강판을 균질하게 오스테나이트화시킨다는 관점에서는, 유지 시간을 10 초 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0130] 상기 가열 공정에 있어서의 분위기는 특별히 한정되지 않으며, 임의의 분위기 중에서 가열을 실시할 수 있다. 상기 가열은, 예를 들어, 대기 분위기 하에서 실시해도 되고, 또한, 대기 분위기가 유입되는 분위기 하에서 실시해도 된다. 열간 프레스 후의 부재에 잔류하는 확산성 수소량을 저감시킨다는 관점에서는, 상기 분위기의 노점을 0 ℃ 이하로 하는 것이 바람직하다. 상기 노점의 하한에 대해서도 특별히 한정되지 않지만, 노점을 −40 ℃ 미만으로 하기 위해서는 외부로부터의 대기 유입을 방지하고, 낮은 노점을 유지하기 위해서 특수한 설비가 필요해져 비용이 증가한다. 그래서, 비용 관점에서는, 상기 노점을 −40 ℃ 이상으로 하는 것이 바람직하고, −20 ℃ 이상으로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0131] 열간 프레스용 강판을 가열하는 방법은 특별히 한정되지 않으며, 임의의 방법으로 가열할 수 있다. 상기 가열은, 예를 들어, 노 가열에 의한 가열, 통전 가열, 유도 가열, 고주파 가열, 화염 가열 등에 의해 실시할 수 있다. 상기 가열로로서는, 전기로나 가스로 등, 임의의 가열로를 사용할 수 있다.

[0132] [열간 프레스]

[0133] 상기 가열 후, 강판을 열간 프레스 가공하여 열간 프레스 부재로 한다. 상기 열간 프레스에 있어서는, 가공과 동시 또는 직후에 금형이나 물 등의 냉매를 사용하여 냉각이 실시된다. 본 발명에 있어서는, 열간 프레스 조건은 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 일반적인 열간 프레스 온도 범위인 600 ~ 800 ℃ 에서 프레스를 실시할 수 있다.

[0134] (4) 열간 프레스용 강판의 제조 방법

[0135] 다음으로, 본 발명의 열간 프레스용 강판의 바람직한 제조 방법에 대해서 설명한다.

[0136] 본 발명의 일 실시 형태에 있어서는, 소정의 성분 조성을 갖는 도금욕을 사용하여 강판에 용융 도금을 실시하고, 상기 도금욕에서 상기 강판을 끌어 올린 후에 소정의 속도로 냉각을 실시함으로써, 상기 서술한 조건을 만족하는 열간 프레스용 강판을 제조할 수 있다. 구체적인 조건에 대해서 이하 설명한다.

[0137] [강판]

[0138] 상기 강판으로서는, 특별히 한정되지 않으며 임의의 강판을 사용할 수 있다. 상기 강판의 성분 조성은 특별히 한정되지 않지만, 상기 서술한 강재의 적합한 성분 조성과 동일하게 하는 것이 바람직하다.

[0139] 상기 강판은, 열연 강판 및 냉연 강판 중 어느 것이어도 된다.

[0140] 상기 강판으로서 열연 강판을 사용하는 경우, 상기 열연 강판은 통상적인 방법에 따라 제조할 수 있다. 전형적으로는 소재로서의 강 슬래브를 가열하고, 이어서 열간 압연하면 된다. 상기 열간 압연에 있어서는, 러프 압연 및 마무리 압연을 순차적으로 실시할 수 있다. 강 슬래브를 가열할 때의 가열 온도나 마무리 압연 온도 등의 조건에 대해서도 특별히 한정되지 않으며, 일반적인 조건을 채용할 수 있다.

[0141] 상기 열간 압연 후에는, 산세를 실시하는 것이 바람직하다. 상기 산세는, 통상적인 방법에 따라 실시할 수 있다. 상기 산세에 사용할 수 있는 산으로는, 예를 들어 염산 및 황산을 들 수 있다.

[0142] 상기 강판으로서 냉연 강판을 사용하는 경우에는, 상기 산세 후, 그리고 통상적인 방법에 따라 냉간 압연을 실시하면 된다. 상기 냉간 압연에 있어서의 압하율은 특별히 한정되지 않지만, 강판의 기계적 특성의 관점에서는 30 % 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또, 압연 비용의 관점에서는, 90 % 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0143] 상기 강판에는, 용융 도금에 앞서 재결정 어닐링을 실시해도 된다. 상기 재결정 어닐링의 조건에 대해서도 특별히 한정되지 않으며, 통상적인 방법에 따라 실시할 수 있다. 예를 들어, 강판에 탈지 등의 청정화 처리를 실시한 후, 어닐링로를 사용하여, 전단의 가열대에서 강판의 소정 온도까지 가열하는 가열 처리를 실시하고, 후단의 균열대에서 소정의 열 처리를 실시할 수 있다. 어닐링로 내의 분위기는 특별히 한정되지 않지만, 강

판의 표층을 활성화하기 위해서 환원 분위기로 하는 것이 바람직하다.

[0144] [용융 도금]

[0145] 본 발명에서는, 강판을 용융 도금욕에 침지시켜 도금층을 형성한다. 상기 용융 도금욕으로서는, 하기의 성분 조성을 갖는 용융 도금욕을 사용할 필요가 있다. 이하, 그 이유에 대해서 설명한다.

[0146] Si : 3 ~ 7 %,

[0147] Mg : 6 ~ 12 %, 및

[0148] Fe : 0 ~ 10 % 를 함유하고

[0149] 잔부가 Al 및 불가피적 불순물로 이루어지고,

[0150] Mg 와 Si 의 질량 퍼센트 농도비 Mg/Si 가 1.1 ~ 3.0 인 성분 조성.

[0151] Si : 3 ~ 7 %

[0152] Si 는, Mg 와 반응하여 Mg_2Si 를 형성하는 원소이다. 도금욕에 있어서의 Si 함유량이 3 % 미만이면, Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률을 60 % 이상으로 할 수 없다. 그래서, Si 함유량은 3 % 이상으로 한다. 한편, Si 함유량이 7 % 보다 높으면, 사이즈가 큰 덩어리상의 Mg_2Si 가 석출되는 결과, 역시 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률을 60 % 이상으로 할 수 없다. 그래서, Si 함유량은 7 % 이하로 한다.

[0153] Mg : 6 ~ 12 %

[0154] Mg 는, Si 와 반응하여 Mg_2Si 를 형성하는 원소이다. 도금욕에 있어서의 Mg 함유량이 6 % 미만이면, Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률을 60 % 이상으로 할 수 없다. 그래서, Mg 함유량은 6 % 이상으로 한다. 한편, Mg 함유량이 12 % 보다 높으면, 역시 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률을 60 % 이상으로 할 수 없다. 그래서, Mg 함유량은 12 % 이하로 한다.

[0155] Fe : 0 ~ 10 %

[0156] Fe 는, 강판 또는 욕중 기기로부터 용출됨으로써 욕 중에 존재하는 성분이다. 도금욕 중의 Fe 함유량이 10 % 를 초과하면, 욕 중의 드로스 양이 과대해져, 도금 강판에 부착됨으로써 외관 품질의 열화를 발생시키는 것. 그래서, 도금욕 중의 Fe 농도는 10 % 이하, 바람직하게는 5 % 이하, 보다 바람직하게는 3 % 이하로 한다. 외관 품질의 관점에서는, 도금욕 중의 Fe 농도는 낮으면 낮을수록 좋다. 그래서, 도금욕 중의 Fe 함유량의 하한은 0 % 로 한다. 또한, 도금욕 중의 Fe 함유량이 0 % 이더라도, 용융 도금 시에 지철과 도금욕의 성분이 반응함으로써 금속간 화합물층이 형성된다.

[0157] Mg/Si : 1.1 ~ 3.0

[0158] Mg 와 Si 는 반응하여 Mg_2Si 를 형성하는 원소이지만, Mg 와 Si 의 비율이 적정한 범위에 없는 경우, Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률을 60 % 이상으로 할 수 없다. 그래서, 도금욕에 있어서의 Mg 와 Si 의 질량 퍼센트 농도비 Mg/Si 는 1.1 이상, 3.0 이하로 한다.

[0159] 본 발명의 다른 실시 형태에 있어서는, 상기 용융 도금욕의 성분 조성은, 추가로 임의로, Mn, V, Cr, Mo, Ti, Ni, Co, Sb, Zr 및 B 로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개를, 합계로 2 % 이하 함유할 수 있다.

[0160] 상기 도금욕의 온도에 대해서는, (응고 개시 온도+20 ℃) ~ 700 ℃ 의 범위로 하는 것이 바람직하다. 도금욕의 온도가 (응고 개시 온도+20 ℃) 이상이면, 도금욕의 국소적인 온도 저하에서 기인하는 성분의 국소적인 응고를 방지할 수 있다. 또, 도금욕의 온도가 700 ℃ 이하이면, 도금 후의 급속 냉각을 실시하는 것이 용이해져, 강판과 금속층의 사이에 형성되는 금속간 화합물층이 과도하게 두꺼워지는 것을 방지할 수 있다.

[0161] 또한, 상기 도금욕에 침입하는 모재 강판의 온도 (침입 판 온도) 에 대해서는, 특별히 한정되지 않으며, 임의의 온도여도 된다. 그러나, 연속식 용융 도금 조업에 있어서의 도금 특성의 확보나 욕 온도의 변화를 방지한다는 점에서, 상기 도금욕의 온도에 대해 ±20 ℃ 이내로 제어하는 것이 바람직하다.

[0162] 상기 강판의 용융 도금욕 중에서의 침지 시간은, 특별히 한정되지 않지만, 도금층의 두께를 안정적으로 확보한

다는 관점에서는, 1 초 이상으로 하는 것이 바람직하다. 한편, 상기 침지 시간의 상한에 대해서도 특별히 한정되지 않지만, 강판과 금속층의 사이에 형성되는 금속간 화합물층이 과도하게 두꺼워지는 것을 방지한다는 관점에서는, 침지 시간을 5 초 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0163] 또한, 상기 모재 강판의 상기 도금욕 중으로의 침지 조건에 대해서는 특별히 한정되지 않으며, 40 mpm ~ 230 mpm 정도의 라인 스피드로 하는 것이 바람직하고, 침지 길이에 대해서는 5 ~ 7 m 정도로 하는 것이 바람직하다.

[0164] 평균 냉각 속도 : 15 ℃/s 이상

[0165] 이어서, 상기 강판을 용융 도금욕에서 끌어 올린 후, 15 ℃/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시킨다. 평균 냉각 속도가 15 ℃/s 미만이면, 조대한 덩어리상의 Mg_2Si 가 생성되는 결과, Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률을 60 % 이상으로 할 수 없다. 평균 냉각 속도 15 ℃/s 이상으로 급속 냉각을 실시함으로써, 조대한 덩어리상의 Mg_2Si 의 생성을 방지하고, Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률을 60 % 이상으로 할 수 있다. 그래서, 평균 냉각 속도는 15 ℃/s 이상, 바람직하게는 20 ℃/s 이상으로 한다.

[0166] 한편, 평균 냉각 속도의 상한에 대해서는 특별히 한정되지 않는다. 그러나, 평균 냉각 속도를 50 ℃/s 초과로 하기 위해서는, 헬륨 가스 냉각 등의 수단이 필요해져 제조 비용이 증가한다. 그래서, 상기 평균 냉각 속도는 50 ℃/s 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0167] 상기 냉각 방법은 특별히 한정되지 않으며, 임의의 방법으로 실시할 수 있다. 비용의 관점에서는, 상기 냉각 처리를 질소 가스 냉각에 의해 실시하는 것이 바람직하다. 질소 가스 냉각은 간편한 설비로 실시할 수 있고, 경제성이 우수하기 때문이다.

[0168] 또한, 상기 냉각에 있어서는, 상기 용융 도금 후의 강판을, 상기 용융 도금욕의 응고점 이하의 온도까지 냉각시키는 것이 바람직하다. 바꾸어 말하면, 상기 냉각에 있어서의 냉각 정지 온도는, 상기 용융 도금욕의 응고점 이하로 하는 것이 바람직하다. 상기 냉각 정지 온도의 하한은 한정되지 않지만, 실온이어도 된다.

[0169] 특별히 한정되지는 않지만, 상기 열간 프레스용 강판의 제조는, 연속식 용융 도금 설비에 있어서 실시하는 것이 바람직하다. 또한, 연속식 도금 설비로서는, 무산화 노를 갖는 연속식 도금 설비와, 무산화 노를 갖지 않는 연속식 도금 설비 중 어느 것이나 사용할 수 있다. 본 발명의 열간 프레스용 강판은, 이와 같이 특수한 설비를 필요로 하지 않고, 일반적인 용융 도금 설비에 의해 실시할 수 있기 때문에, 생산성 면에서도 우수하다.

[0170] 실시예

[0171] 이하, 본 발명의 작용·효과에 대해서, 실시예를 사용하여 설명한다. 또한, 본 발명은 이하의 실시예에 한정되지 않는다.

[0172] ·열간 프레스용 강판의 제작

[0173] 먼저, 이하의 수순으로 강판에 용융 도금을 실시하여, 열간 프레스용 강판을 제작하였다.

[0174] 모재 강판으로서는, 판두께 1.4 mm 의 냉연 강판을 사용하였다. 상기 냉연 강판은, 질량% 로, C : 0.34 %, Si : 0.25 %, Mn : 1.20 %, P : 0.02 %, S : 0.001 %, Al : 0.03 %, N : 0.004 %, Ti : 0.02 %, B : 0.002 %, Cr : 0.18 %, Sb : 0.008 % 를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성을 갖고 있었다. 상기 강판의 Ac_3 변태점은 783 ℃, Ar_3 변태점은 706 ℃ 였다.

[0175] 상기 모재 강판을, 표 1 에 나타내는 성분 조성을 갖는 용융 도금욕에 침지시켜 용융 도금을 실시하였다. 사용한 용융 도금욕의 욕 온도는 630 ℃ 로 하였다. 상기 용융 도금욕에서 강판을 끌어 올린 후, 표 1 에 나타낸 평균 냉각 속도로 냉각을 실시하여 도금층을 응고시켜, 열간 프레스용 강판을 얻었다. 상기 냉각은, N_2 가스 와이핑에 의해 실시하였다.

[0176] 다음으로, 얻어진 열간 프레스용 강판에 있어서의 도금층의 두께, 금속간 화합물층의 유무, 및 금속층에 있어서의 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률을, 각각 이하의 수순으로 평가하였다. 평가 결과를 표 1 에 나타낸다.

[0177] (도금층의 두께)

[0178] 각 열간 프레스용 강판의 단면을 SEM 에 의해 관찰하여 반사 전자 이미지를 얻었다. 상기 관찰은, 배율 500

배로 무작위로 선택한 5 시야에서 실시하였다. 얻어진 반사 전자 이미지를 콘트라스트에 기초하여 화상 해석하고, 시야 내에서의 도금층의 면적을 산출하고, 시야의 폭으로 나눔으로써, 그 시야에서의 도금층의 평균 두께로 하였다. 5 시야분의 평균 두께의 상가 평균을, 그 열간 프레스용 강판에 있어서의 도금층의 두께로 하였다.

[0179] (금속간 화합물층)

[0180] 금속간 화합물층의 유무는, X 선 회절에 의해 동정하였다. 구체적으로는, 먼저, 통상적인 2Θ－Θ 고니오미터를 갖는 X 선 회절 장치를 사용한 측정에 의해 회절 도형을 얻었다. 상기 측정에는 Cu-Kα 선을 사용하여, 가속 전압 : 40 kV, 전류 : 200 ㎃ 의 조건에서 실시하였다. 얻어진 회절 도형에 있어서, Fe_2Al_5, Fe_2Al_5Si, Fe_4Al_{13} 및 $FeAl_3$ 중 어느 것의 금속간 화합물의 주 피크 높이를 P1, 공정 조직의 주성분인 Al 의 주 피크 높이를 P2 로 하고, 피크비 P1/(P1+P2) 가 0.02 를 초과할 때, 그 열간 프레스용 강판의 도금층이 그 금속간 화합물을 함유하는 금속간 화합물층을 갖고 있는 것으로 판정하였다. Fe_2Al_5, Fe_2Al_5Si, Fe_4Al_{13} 및 $FeAl_3$ 으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개로 이루어지는 금속간 화합물층이 존재하고 있는 경우, 표 1 의 「금속간 화합물층」란에 「있음」으로 기재하였다.

[0181] 또한, Fe_2Al_5, Fe_2Al_5Si, Fe_4Al_{13} 및 $FeAl_3$ 의 주 피크는 2Θ＝42 ～ 44° 의 사이에서 겹쳐져 관측되고, 또한 브로드하기 때문에 각각을 나누어 동정하는 것이 곤란한 경우가 있다. 그 경우, 2Θ＝42 ～ 44° 사이의 주 피크의 강도를 P1 로 하고, P1/(P1+P2) 가 0.02 를 초과할 때, Fe_2Al_5, Fe_2Al_5Si, Fe_4Al_{13} 및 $FeAl_3$ 중 어느 것의 금속간 화합물이 존재하는 것으로 하였다.

[0182] (공정 조직의 단면 면적률)

[0183] 금속층에 있어서의 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률은, 주사 전자 현미경 (SEM) 과 에너지 분산형 원소 분석 장치 (EDS) 를 사용하여 측정하였다. 상기 측정에는, 각 열간 프레스용 강판으로부터 채취한 시험편을 수지에 매립한 단면 관찰용 시료를 사용하여, 열간 프레스용 강판의 단면에 있어서의 100 ㎛ 폭의 시야에서의 원소 매핑을 취득하였다. ZAF 법에 의해 분석되는 Al, Si, Mg 의 원자 퍼센트 농도를 각각 m_{Al}, m_{Si}, m_{Mg} 로 하고, $m_{Al}+m_{Si}+m_{Mg} \geq 70$ %, $1.5 \leq m_{Mg}/m_{Si} \leq 2.5$, $0.1 \leq (m_{Si}+m_{Mg})/m_{Al} \leq 0.3$ 을 만족하는 영역을 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직으로 하였다. Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 면적을 측정하고, 금속층의 전체 면적으로 나눔으로써, 금속층에 있어서의 Al-Mg_2Si 의사 2 원계 공정 조직의 단면 면적률로 하였다.

[0184] · 열간 프레스 부재의 제작

[0185] 다음으로, 얻어진 열간 프레스용 강판을 이하의 수순으로 열간 프레스하여 열간 프레스 부재를 제작하였다. 먼저, 상기 열간 프레스용 강판으로부터 100 ㎜ × 200 ㎜ 의 시험편을 채취하고, 전기로에 의해 가열 처리를 실시하였다. 상기 가열 처리에 있어서의 가열 온도는 910 ℃, 승온 시간은 210 초, 유지 시간은 60 초로 하였다. 상기 가열은, 노점 15 ℃ 의 분위기 중에서 실시하였다.

[0186] 상기 유지 시간이 경과한 후, 시험편을 전기로에서 취출하고, 즉시 해트형 금형을 사용하며 성형 개시 온도 720 ℃ 에서 열간 프레스를 실시하여 열간 프레스 부재를 얻었다. 또한, 얻어진 열간 프레스 부재의 형상은 상면의 평탄부 길이 100 ㎜, 측면의 평탄부 길이 30 ㎜, 하면의 평탄부 길이 20 ㎜ 였다. 또, 금형의 굽힘 R 은 상면의 양 숄더, 하면의 양 숄더 모두 7 R 이었다.

[0187] 얻어진 열간 프레스 부재의 각각에 대해서, 이하의 방법으로 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께, Al-Fe 계 금속간 화합물층 상에 존재하는 Mg 함유 산화물 입자의 평균 입경과 수 밀도를 측정하였다. 측정 결과는 표 2 에 나타낸다.

[0188] (Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께)

[0189] 얻어진 열간 프레스 부재의 헤드 정상부의 표층의 단면을 SEM 에 의해 관찰하여 반사 전자 이미지를 얻었다. 상기 관찰은, 배율 500 배로 무작위로 선택한 5 시야에서 실시하였다. 얻어진 반사 전자 이미지를 콘트라스트에 기초하여 화상 해석하고, 시야 내에서의 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 면적을 산출하고, 시야의 폭으로 나눔으로써, 그 시야에서의 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 평균 두께로 하였다. 5 시야분의 평균 두께의 상가 평균을, 그 열간 프레스 부재에 있어서의 Al-Fe 계 금속간 화합물층의 두께의 대표값으로 하였다.

[0190] (Mg 함유 산화물 입자의 평균 입경과 수 밀도)

[0191] 얻어진 열간 프레스 부재의 헤드 정상부의 표면을 주사 전자 현미경 (SEM) 에 의해 관찰하여 반사 전자 이미지를 얻었다. 상기 관찰은, 배율 1000 배로 무작위로 선택한 5 시야에서 실시하였다. 얻어진 반사 전자 이미지를 화상 해석하고, 산화물 입자의 평균 입경과 수 밀도를 산출하였다. 상기 평균 입경의 산출에 있어서는, 먼저, 개개의 산화물 입자의 단경과 장경을 측정하고, 상기 단경과 장경의 평균값을 당해 산화물 입자의 직경으로 하였다. 이어서, 시야 내에 관찰된 모든 산화물 입자의 직경의 평균값을 구하였다. 또, 수 밀도는, 각 시야에서 관찰된 산화물 입자의 개수의 합을, 전체 시야의 합계 면적으로 나눔으로써 산출하였다.

[0192] 또한, 얻어진 열간 프레스 부재의 특성을 평가하기 위해서, 이하의 조건에서 맞댐부 내식성과 도장후 내식성을 평가하였다.

[0193] (맞댐부 내식성)

[0194] 먼저, 얻어진 열간 프레스 부재로부터 이하의 수순으로 「맞댐부 내식성 평가용 시험편」을 제작하였다. 먼저, 열간 프레스 성형 부재의 헤드 정상부에서 40 mm × 150 mm 의 시험편을 채취하였다. 상기 시험편을, 상대재로서의 합금화 용융 아연 도금 강판 (GA) 와 용접하여 접합 시험편으로 하였다. 상기 합금화 용융 아연 도금 강판의 사이즈는 70 mm × 200 mm, 판두께는 0.8 mm 로 하였다. 또, 상기 용접은 저항 스폿 용접에 의해 4 지점에서 실시되었다.

[0195] 이어서, 상기 접합 시험편에, 인산 아연 화성 처리와 전착 도장을 순차적으로 실시하여, 맞댐부 내식성 평가용 시험편으로 하였다. 상기 인산 아연 화성 처리는, 일본 파커라이징사 제조의 PB-SX35 를 사용하여 표준 조건에서 실시하였다. 또, 상기 전착 도장은, 칸사이 페인트사 제조의 카티온 전착 도료 일렉트론 GT100 을 사용하며 실시하여, 맞댐면 이외에 두께 15 ㎛ 의 도막을 형성하였다.

[0196] 얻어진 맞댐부 내식성 평가용 시험편을 부식 시험 (SAE-J2334) 에 제공하여, 120 사이클 후의 부식 상황의 평가를 실시하였다. 구체적으로는, 먼저, 상기 부식 시험 후의 시험편의 용접부를 드릴에 의해 파괴하여, 열간 프레스 부재와 합금화 용융 아연 도금 강판을 분리하였다. 이어서, 상기 합금화 용융 아연 도금 강판의 표면에 발생한 철녹을, ISO 8657 에 규정된 부식 생성물의 제거 방법에 따라서 제거하였다. 그 후, 하지 강판의 부식 깊이를 포인트 마이크로 미터에 의해 측정하고, 맞댐면에 있어서의 최대 부식 깊이를 구하였다. 측정된 최대 부식 깊이에 기초하여, 이하의 4 수준으로 맞댐부 내식성을 평가하였다. 평가 결과를 표 2 에 나타낸다. 여기서는, 평가 결과가 1 또는 2 이면 합격으로 하였다.

[0197] 1 : 최대 부식 깊이 < 0.2 mm

[0198] 2 : 0.2 mm ≤ 최대 부식 깊이 < 0.4 mm

[0199] 3 : 0.4 mm ≤ 최대 부식 깊이 < 0.8 mm

[0200] 4 : 0.8 mm ≤ 최대 부식 깊이 (구멍 형성)

[0201] (도장후 내식성)

[0202] 얻어진 열간 프레스 부재의 헤드 정상부에서 40 mm × 150 mm 의 평판 시험편을 잘라내고, 상기 평판 시험편에 대해 인산 아연 화성 처리 및 전착 도장을 실시함으로써 내식성 시험편으로 하였다. 상기 인산 아연 화성 처리는, 일본 파커라이징사 제조의 PB-SX35 를 사용하여 표준 조건에서 실시하고, 전착 도장은 칸사이 페인트사 제조의 카티온 전착 도료 일렉트론 GT100 을 사용하여 도장 막두께가 5 ㎛ 가 되도록 실시하였다.

[0203] 얻어진 내식성 시험편을 부식 시험 (SAE-J2334) 에 제공하여, 40 사이클 후의 부식 상황의 평가를 실시하였다. 도장면의 적색 녹 면적률에 기초하여, 이하의 4 수준으로 도장후 내식성을 판정하였다. 평가 결과가 1 ~ 3 이면 합격으로 하였다. 평가 결과를 표 2 에 나타낸다.

[0204] 1 : 적색 녹 면적률 < 10 %

[0205] 2 : 10 % ≤ 적색 녹 면적률 < 20 %

[0206] 3 : 20 % ≤ 적색 녹 면적률 < 50 %

[0207] 4 : 50 % ≤ 적색 녹 면적률

[0208] 표 2 에 나타낸 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 조건을 만족하는 열간 프레스 부재는 우수한 맞댐

부 내식성과 도장후 내식성을 겸비하고 있었다.

표 1

[0209]

표 1

No.	열간 프레스용 강판의 제조 조건							열간 프레스용 강판			비고
	도금욕의 성분 조성						냉각	도금층의 두께 (μm)	금속간 화합물층의 유무	비정 조직의 단면 면적률 (%)	
	Al (질량%)	Si (질량%)	Mg (질량%)	Fe (질량%)	Mg/Si	평균 냉각 속도 (℃/s)					
1	87	4.0	7.0	2.0	1.8	20		20	있음	88	발명예
2	81	4.0	7.0	8.0	1.8	20		20	있음	78	발명예
3	84	8.0	6.0	2.0	0.8	20		20	있음	28	비교예
4	88	10.0	0.0	2.0	0.0	20		20	있음	0	비교예
5	88	10.0	0.3	2.0	0.0	20		20	있음	0	비교예
6	87	4.0	7.0	2.0	1.8	16		20	있음	72	발명예
7	87	4.0	7.0	2.0	1.8	5		20	있음	35	비교예
8	87	4.0	7.0	2.0	1.8	20		9	있음	83	비교예
9	87	4.0	7.0	2.0	1.8	20		11	있음	85	발명예
10	87	4.0	7.0	2.0	1.8	20		28	있음	89	발명예
11	85	4.1	7.5	3.3	1.8	20		19	있음	82	발명예
12	87	4.3	8.0	1.2	1.9	20		22	있음	87	발명예
13	86	4.7	8.5	0.5	1.8	20		25	있음	97	발명예
14	84	5.2	9.0	1.7	1.7	20		28	있음	90	발명예
15	84	3.6	10.0	2.0	2.8	20		20	있음	72	발명예
16	84	3.2	11.0	2.0	3.4	20		20	있음	65	비교예
17	87	6.5	5.0	2.0	0.8	20		20	있음	44	비교예
18	89	2.0	7.0	2.0	3.5	20		20	있음	9	비교예
19	88	3.2	7.0	2.0	2.2	20		20	있음	74	발명예
20	85	6.3	7.0	2.0	1.1	20		20	있음	72	발명예
21	78	9.0	11.0	2.0	1.2	20		20	있음	28	비교예
22	88	3.5	6.2	2.0	1.8	20		20	있음	66	발명예
23	89	4.0	5.0	2.0	1.3	20		20	있음	42	비교예
24	83	4.0	11.0	2.0	2.8	20		20	있음	65	발명예
25	79	6.0	13.0	2.0	2.2	20		20	있음	48	비교예

표 2

[0210]

표2

No.	열간 프레스 부재						비고
	Al-Fe계 금속간 화합물층		Mg함유 산화물 입자		평가 결과		
	유무	두께 (μm)	평균 입경 (μm)	수 밀도 (개/mm^2)	맞댐부 내식성	도장후 내식성	
1	있음	22	3.3	1544	1	1	발명예
2	있음	21	2.5	1587	1	1	발명예
3	있음	24	8.8	359	3	4	비교예
4	있음	19	-	0	4	1	비교예
5	있음	17	3.0	6	4	1	비교예
6	있음	21	3.8	1119	1	2	발명예
7	있음	22	7.3	593	3	4	비교예
8	있음	9	2.8	1535	1	4	비교예
9	있음	11	2.4	1574	1	2	발명예
10	있음	28	3.3	1559	1	1	발명예
11	있음	20	4.2	3310	1	1	발명예
12	있음	24	3.1	10960	1	1	발명예
13	있음	24	4.6	18352	1	1	발명예
14	있음	29	4.9	6605	1	1	발명예
15	있음	23	4.3	1226	1	2	발명예
16	있음	21	5.3	1133	1	3	비교예
17	있음	17	3.0	881	3	2	비교예
18	있음	22	2.4	181	3	1	비교예
19	있음	24	3.2	1337	1	1	발명예
20	있음	22	3.8	1153	1	1	발명예
21	있음	23	23.5	273	3	4	비교예
22	있음	21	2.8	1239	2	1	발명예
23	있음	17	1.9	561	3	1	비교예
24	있음	23	4.6	1843	1	2	발명예
25	있음	18	15.9	333	3	4	비교예