(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0006113
(43) 공개일자 2025년01월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21D 22/02 (2006.01) *B21D 24/00* (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01) *C21D 9/46* (2006.01)
C22C 21/02 (2006.01) *C22C 38/60* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B21D 22/022 (2013.01)
B21D 24/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7037677
(22) 출원일자(국제) 2023년05월19일
심사청구일자 2024년11월12일
(85) 번역문제출일자 2024년11월12일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/018803
(87) 국제공개번호 WO 2023/224123
국제공개일자 2023년11월23일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-082169 2022년05월19일 일본(JP)

(71) 출원인
닛폰세이테츠 가부시키가이샤
일본 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2쪼메 6방 1고
(72) 발명자
후지타 소시
일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시키가이샤 내
스즈키 유키
일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 최인호, 성재동

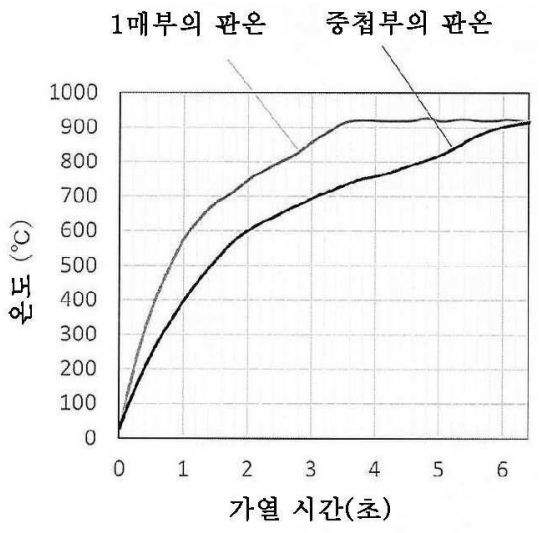
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법**

(57) 요 약

[과제] Al계 도금 강판을 소재로서 사용한 경우에, 중첩부의 승온 속도가 느린 것과, 1매부가 과잉의 시간 가열되는 것의 양자를 개선하는 것. [해결 수단] 본 발명은 판 두께 d1의 제1 Al계 도금 강판과, 상기 제1 Al계 도금 강판 위에 중첩되어 용접된, 상기 제1 Al계 도금 강판보다도 면적이 작고, 또한, 상기 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 상기 Al계 도금 강판의 표면에 탄소계 흑색 피막을 갖는, 판 두께 d2의 제2 Al계 도금 강판을 구비한 핫 스탬프용 중첩 블랭크를, 온도 T1의 가열로에서 가열하는 가열 방법이며, 상기 핫 스탬프용 중첩 블랭크가, 식 (a) 내지 식 (c)를 충족하고, 가열 시간을 t1 이상, 또한, t2+△t2 이하로 한다.

대 표 도 - 도5



(52) CPC특허분류
C21D 1/18 (2013.01)
C21D 9/46 (2013.01)
C22C 21/02 (2013.01)
C22C 38/60 (2013.01)
(72) 발명자
이마이 다케시
일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시키가이샤 내
마키 준
일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시키가이샤 내
이리카와 히데아키
일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시키가이샤 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

판 두께 d1의 제1 Al계 도금 강판과,

상기 제1 Al계 도금 강판 위에 중첩되어 용접된, 상기 제1 Al계 도금 강판보다도 면적이 작고, 또한, 상기 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 상기 Al계 도금 강판의 표면에 탄소계 흑색 피막을 갖는, 판 두께 d2의 제2 Al계 도금 강판

을 구비한 핫 스탬프용 중첩 블랭크를, 온도 T1의 가열로에서 가열하는 가열 방법이며,

상기 핫 스탬프용 중첩 블랭크가, 하기 식 (a) 내지 식 (c)를 충족하고,

가열 시간을 t1 이상, 또한, t2+△t2 이하로 하는, 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 가열 방법.

여기서, T1은 가열로의 온도이며, t1은 하기 식 (d)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이며, t2는 하기 식 (e)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이며, △t2는 하기 식 (f)이며, d, d1 및 d2의 단위는 ㎜로 하고, T1의 단위는 ℃로 하고, t1, t2 및 △t2의 단위는 분으로 한다.

$40 \leq L^*b \leq 60$ … 식 (a)

$(L^*b+20) \leq L^*1 \leq 80$ … 식 (b)

$2.5 \leq d \leq 4.8$ … 식 (c)

$T1=A1 \cdot t1^2+B1 \cdot t1+C1$ … 식 (d)

$T1=A2 \cdot t2^2+B2 \cdot t2+C2$ … 식 (e)

$\triangle t2=2.6960 \times 10^{13} \times e^{(-0.03205 \times T1)}$ … 식 (f)

단, L*b, L*1, L*1a, L*1b, L*2b, A1, B1, C1, A2, B2 및 C2는, 하기로 한다.

$L^*b=0.5 \times (L^*1b+L^*2b)$ … 식 (a-1)

$L^*1=0.5 \times (L^*1a+L^*1b)$ … 식 (b-1)

$d=d1+d2$ … 식 (c-1)

L*1a: 제1 강판의 제2 강판과 접하는 측의 표면 명도 L*

L*1b: 제1 강판의 제2 강판과 접하지 않는 측의 표면 명도 L*

L*2b: 제2 강판의 제1 강판과 접하지 않는 측의 표면 명도 L*

$A1=-0.3645d^5+6.343d^4-43.822d^3$

$+151.71d^2-268.89d+205.68$ … 식 (d-1)

$B1=2.9347d^5-47.313d^4+298.84d^3$

$-936.35d^2+1518.1d-1197.6$ … 식 (d-2)

$C1=1381.57$ … 식 (d-3)

$A2=-0.4367d1^5+7.3789d1^4-49.107d1^3$

$+161.95d1^2-269.2d1+188.97$ … 식 (e-1)

$B2=1.8594d1^{5}-31.034d1^{4}+204.62d1^{3}$

$-675.11d1^{2}+1159.2d1-964.59$ … 식 (e-2)

$C2=1367.39$ … 식 (e-3)

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가열 시간을, t2+△t2' 이하로 하는, 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 가열 방법.

여기서, △t2'은 하기 식 (f')이며, 그 단위는 분이다.

$\triangle t2'=1.498\times10^{13}\times e^{(-0.03198\times T1)}$ … 식 (f')

청구항 3

판 두께 d1의 제1 Al계 도금 강판과,

상기 제1 Al계 도금 강판 위에 중첩되어 용접된, 상기 제1 Al계 도금 강판보다도 면적이 작고, 또한, 상기 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 상기 Al계 도금 강판의 표층에 탄소계 흑색 피막을 갖는, 판 두께 d2의 제2 Al계 도금 강판

을 구비한 핫 스탬프용 중첩 블랭크를, 온도 T3의 가열로에서 가열하는 가열 방법이며,

상기 제1 Al계 도금 강판은, 상기 제2 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 표면에 탄소계 흑색 피막을 갖고,

상기 핫 스탬프용 중첩 블랭크가, 하기 식 (A) 내지 식 (C)를 충족하고,

가열 시간을 t3 이상, 또한, t4+△t4 이하로 하는, 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 가열 방법.

여기서, T3은 가열로의 온도이며, t3은 하기 식 (D)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이며, t4는 하기 식 (E)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이며, △t4는 하기 식 (F)이며, d, d1 및 d2의 단위는 ㎜로 하고, T3의 단위는 ℃로 하고, t3, t4 및 △t4의 단위는 분으로 한다.

$20\leq L^{*}b<40$ … 식 (A)

$(L^{*}b+20)\leq L^{*}1\leq60$ … 식 (B)

$2.5\leq d\leq4.8$ … 식 (C)

$T3=A3\cdot t3^{2}+B3\cdot t3+C3$ … 식 (D)

$T3=A4\cdot t4^{2}+B4\cdot t4+C4$ … 식 (E)

$\triangle t4=2.6960\times10^{13}\times e^{(-0.03205\times T3)}$ … 식 (F)

단, L*b, L*1, L*1a, L*1b, L*2b, A3, B3, C3, A4, B4 및 C4는, 하기로 한다.

$L^{*}b=0.5\times(L^{*}1b+L^{*}2b)$ … 식 (A-1)

$L^{*}1=0.5\times(L^{*}1a+L^{*}1b)$ … 식 (B-1)

$d=d1+d2$… 식 (C-1)

L*1a: 제1 강판의 제2 강판과 접하는 측의 표면 명도 L*

L*1b: 제1 강판의 제2 강판과 접하지 않는 측의 표면 명도 L*

L*2b: 제2 강판의 제1 강판과 접하지 않는 측의 표면 명도 L*

$A3=-0.5693d^{5}+9.8168d^{4}-67.002d^{3}$

$+228.11d^{2}-394.85d+291.77$ … 식 (D-1)

$B3=3.0472d^{5}-49.829d^{4}+320.43d^{3}$

$-1026.6d^{2}+1706.7d-1374.3$ … 식 (D-2)

$C3=1394.21$… 식 (D-3)

$A4=-0.3645d1^{5}+6.343d1^{4}-43.822d1^{3}$

$+151.71d1^{2}-268.89d1+205.68$ … 식 (E-1)

$B4=2.9347d1^{5}-47.313d1^{4}+298.84d1^{3}$

$-936.35d1^{2}+1518.1d1-1197.6$ … 식 (E-2)

$C4=1381.57$… 식 (E-3)

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 가열 시간을, t4+△t4' 이하로 하는, 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 가열 방법.

여기서, △t4'은 하기 식 (F')이며, 그 단위는 분이다.

$\triangle t4'=1.498\times10^{13}\times e^{(-0.03198\times T3)}$ … 식 (F')

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 근년, 자동차용 강판의 용도에 있어서, 고강도와 고성형성을 양립하는 강판이 요망되고 있다. 고강도와 고성형성을 양립하는 강판에 대응하는 것 중 하나로서, 잔류 오스테나이트의 마르텐사이트 변태를 이용한 TRIP(Transformation Induced Plasticity)강이 있다. 이 TRIP강에 의해, 성형성이 우수한 1000MPa급 정도의 강도를 갖는 고강도 강판을 제조하는 것은 가능하다. 그러나, TRIP강의 기술을 사용하여, 더 고강도(예를 들어 1500MPa 이상)를 갖는 초고강도 강에서 성형성을 확보하는 것은 곤란하며, 나아가, 성형 후의 형상 동결성이 나빠 성형품의 치수 정밀도가 떨어진다는 문제가 있다.

[0003] 상기와 같은, 실온 부근에서 성형하는 공법(소위 냉간 프레스 공법)에 대하여, 최근 주목을 받고 있는 공법이, 핫 스탬프(핫 프레스, 열간 프레스, 다이 퀜치, 프레스 퀜치 등으로도 호칭된다.)이다. 이 핫 스탬프는, 강판을 Ac3점 이상(예를 들어 800℃ 이상)까지 가열하여 오스테나이트화한 직후에 열간에서 프레스함으로써 성형성을 확보시키고, 하사점 유지의 동안에 금형에서 Ms점 이하(예를 들어 400℃ 이하)까지 급랭시킴으로써 재료를 마르텐사이트화시켜 퀜칭함으로써, 프레스후에 원하는 고강도의 재질을 얻는 부품의 제조 방법이다. 본 공법에 의하면, 성형 후의 형상 동결성도 우수한 자동차용 부품을 얻을 수 있다.

[0004] 한편, 자동차의 차체를 구성하는 부품에 사용되는 각종 프레스 성형체에는, 정적 강도, 동적 강도, 충돌 안전성, 나아가 경량화 등의 여러가지 관점에서, 다양한 성능이나 특성의 향상이 요구되고 있다. 예를 들어, A 필러 리인포스, B 필러 리인포스, 범퍼 리인포스, 터널 리인포스, 사이드 실 리인포스, 루프 리인포스 또는 플로어 크로스 멤버 등의 자동차 부품에는, 각각의 자동차 부품에 있어서의 특정 부위만이, 이 특정 부위를 제외한 일반 부위보다도 내충돌 특성을 갖는 것이 요구된다.

[0005] 그래서, 자동차 부품에 있어서의 보강이 필요한 특정 부위에 상당하는 부분에만 복수매의 강판을 중첩하여 용접한 후, 얻어진 강판을 핫 스탬프 성형하여, 중첩 핫 스탬프 성형체를 제조하는 공법이, 2007년경부터 실제로 채용되어 있다(특허문헌 1 및 특허문헌 2를 참조.). 이 공법에 의하면, 프레스 금형 수를 삭감하면서 중첩 핫 스

탬프 성형체의 특정 부위만을 부분적으로 강화할 수 있고, 또한, 불필요하게 부품 두께를 증가시키지 않기 때문에 부품 경량화에도 기여할 수 있다. 또한, 이렇게 중첩하여 용접함으로써 제작한 블랭크를, 중첩 블랭크라고 칭한다(패치워크 블랭크라고도 불린다.).

[0006] 중첩되는 강판이 비도금 강판인 경우, 열간 프레스 성형에 수반하는 고온 가열에 의해, 제조되는 중첩 열간 프레스 부재의 표면에 산화 스케일이 생성된다. 그 때문에, 열간 프레스 성형 후에, 예를 들어 쇼트 블라스트 처리에 의해 생성된 산화 스케일을 제거할 필요가 발생하거나, 혹은, 제조된 중첩 열간 프레스 부재의 내식성이 저하되기 쉽거나 하는 문제가 있다. 또한, 중첩 블랭크의 소재로서 비도금 강판을 사용한 경우의 특유의 문제로서, 중첩되지 않은 부분(이하, 「1매부」라고도 칭함)은 쇼트 블라스트 처리가 가능하지만, 중첩된 부분(이하, 「중첩부」라고도 칭함)의 강판 사이에 형성된 산화 스케일은 쇼트 블라스트 처리로의 제거가 곤란하여, 내식성이 특히 저하되기 쉽다는 문제가 있다.

[0007] 중첩되는 강판이 도금 강판이라면, 열간 프레스 성형 후의 중첩 열간 프레스 부재에 쇼트 블라스트 처리를 행할 필요성은 해소된다. 핫 프레스용으로서 사용되는 도금 강판으로서는, 일반적으로, Zn계 도금 강판과 Al계 도금 강판을 들 수 있다. Zn계 도금 및 Al계 도금 중 어느 것에 대해서도, Fe가 도금 중에 확산되는 합금화 반응에 의해, 핫 스탬프 가열 후에, Zn계 도금은 Zn-Fe계 도금이 되고, Al계 도금은 Al-Fe계 도금이 된다.

[0008] 특허문헌 2 및 특허문헌 3에 나타내는 바와 같이, Zn계 도금 강판(즉, Zn을 50질량% 이상 함유하는 도금 강판(Zn 도금, 또는, Zn-Fe 합금, Zn-Ni 합금, Zn-Fe-Al 합금 등의 Zn계 합금 도금))은, 산화 스케일의 생성을 억제하여, 쇼트 블라스트 처리가 필요해진다는 문제는 해소된다. 그러나, 중첩 블랭크 소재로서 Zn계 도금 강판을 사용하고, 핫 스탬프 성형 시에 중첩부에 굽힘 성형을 실시하는 경우, 지철에 균열이 발생하여, 내충돌 특성에 문제가 발생하는 경우가 있다. 이는, 비교적 저융점인 아연이 잔존하는 경우, Zn이 액체 금속이 되어 도금 표면으로부터 지철에 침입하기 때문이며, 소위 액체 금속 취화라고 불리는 문제에 의한 것이다. 또한, 굽힘 성형은, 내충돌 특성을 형상의 면으로부터 확보하는 수단이며, 중첩부에 굽힘 성형을 실시하는 것은, 극히 중요한 중첩 성형체의 이용 방법이다.

[0009] 특허문헌 2 및 특허문헌 3에 나타내는 바와 같이, Zn계 도금 강판을 핫 스탬프로 하여 사용하는 경우에 채용되는 액체 금속 취화의 대책으로서, 일반적으로는, 핫 스탬프 가열 시에 Zn-Fe 합금화 반응을 진행시켜 도금을 고융점화하는 대책, 및 핫 스탬프의 굽힘 성형 시의 성형 온도를 낮추어 아연이 고체화되는 것을 기다리는 대책을 들 수 있다. 그러나, 중첩 블랭크의 소재로서 아연계 도금 강판을 사용한 경우의 특유의 문제로서, 중첩부의 판 두께가 1매부보다 두껍기 때문에 승온 속도가 느려, 핫 스탬프 가열 시에 Zn-Fe 합금화 반응을 진행시키는 것이 곤란하다는 문제가 있다. 나아가, 핫 스탬프 성형 시의 성형 온도에 대하여, 중첩부의 판 두께가 1매부보다 두껍기 때문에, 냉각 속도도 느리고, 중첩부가 식는 것을 기다리면 1매부가 빠르게 식어 버려, 마르텐사이트 조직을 확보할 수 없는 문제도 존재한다. 또한, 1매부에서는, Zn은 산화아연의 막이 되어 Zn의 증발을 억제하는데, 중첩부의 강판 사이의 분위기에서는 산소의 결핍이 일어나기 때문에 Zn이 증발하여, 중첩부의 내식성 저하, 액체 금속 취화의 문제가 더 커진다.

[0010] 특허문헌 4에 나타내는 바와 같은 Al계 도금 강판(즉, Al을 50질량% 이상 함유하는 도금 강판(Al 도금, 또는, Al-Si 합금, Al-Fe-Si 합금 등의 Al계 합금 도금))에서는, Zn과 마찬가지로 산화 스케일의 생성을 억제하기 때문에, 쇼트 블라스트 처리가 필요해진다는 문제는 해소되고, 나아가, Zn에 비해 고융점인 Al에서는, 액체 금속 취화의 문제를 일으키지 않는다. 그 때문에, Al계 도금 강판은, 중첩 블랭크의 소재로서 사용하기에는 적합하다.

[0011] 그래서, 본 발명자들은, 근년, 중첩 블랭크용의 Al계 도금 강판이나, Al계 도금 강판을 사용한 중첩 블랭크에 대하여, 예의 검토를 행하고, 여러가지 제안을 행하고 있다(예를 들어, 이하의 특허문헌 5 내지 특허문헌 8을 참조.) .

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2011-88484호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 제6178301호 공보

(특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2016-124029호 공보

(특허문헌 0004) 국제 공개 제2002/103073호

(특허문헌 0005) 일본 특허 공개 제2011-149084호 공보

(특허문헌 0006) 국제 공개 제2010/005121호

(특허문헌 0007) 국제 공개 제2021/172379호

(특허문헌 0008) 국제 공개 제2019/194308호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 그러나, 중첩 블랭크의 소재로서, 특허문헌 4에 개시되어 있는 바와 같은 Al계 도금 강판을 사용한 경우의 특유의 문제로서, 핫 스탬프의 가열 시에 중첩부의 승온 속도가 느린 것, 및 중첩부와 중첩되지 않은 부분(1매부)의 승온 속도에 차이가 있는 것에 의해, 핫 스탬프의 부품 생산성이 저하되는 문제, 그리고, 스폿 용접성의 문제가 발생한다.

[0014] 즉, 중첩부를 오스테나이트화 온도 이상에 도달하도록 가열 시간을 길게 할 필요가 있어, 부품의 생산성이 저하되는 문제가 있다. 특히, Al계 도금이 없는 강판인 경우(즉 강판 표면이 Fe인 경우), Fe가 산화되어 흑색을 띠고, Zn계 도금의 경우에는, Al계 도금과 비교하여 용이하게 Zn-Fe의 합금화 반응이 진행되어 금속 광택이 소실되어, 흑색을 띤다. 이들 강판에 비해, Al계 도금 강판에서는, 은백색의 금속 광택을 가진 표면인 것에 더해, Al계 도금이 내산화성이 우수하기 때문에, 금속 광택이 가열 중에도 오래 유지됨으로써, 승온 속도가 느려진다. 그 결과, 핫 스탬프의 부품 생산성이 저하되는 문제가 발생하기 쉽다.

[0015] 또한, 특허문헌 3에 기재되어 있는 바와 같이, 핫 스탬프의 가열에서 진행되는 Al계 도금 강판의 도금 Al-Fe 합금화 반응은, 도금의 스폿 용접성에 중요하다. 여기서, 핫 스탬프의 가열 시간을 길게 한 경우, 강판 1매부에 있어서, 과잉의 시간 가열되기 때문에, Al-Fe 합금화 반응이 진행되어, Fe 농도가 높은 Al-Fe계 합금 도금층이 형성되어 버린다. 그 결과, 또다른 문제로서, 강판 1매부에 있어서, 스폿 용접성이 저하되어 버리는 문제가 발생한다.

[0016] 그 때문에, 이상 설명한 바와 같은, 지철의 산화 스케일을 억제하고, 또한, 액체 금속 취화의 문제를 일으키지 않기 위하여, 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 소재로서 사용하기에 적합한 Al계 도금 강판에 관하여, 중첩부의 승온 속도가 느린 것과, 1매부가 과잉의 시간 가열되는 것의 양자를 개선하는 발명에 의해, 핫 스탬프의 부품 생산성과 1매부의 스폿 용접성의 문제를 해결시키는 것이 희구된다.

[0017] 이러한, 핫 스탬프의 부품 생산성과 1매부의 스폿 용접성의 문제는, 상기 특허문헌 5 내지 특허문헌 8에 기재된 기술에 있어서도, 아직 개량의 여지가 존재하고 있었다. 예를 들어, 상기 특허문헌 8 등에서는, 가열 시간을 관리함으로써, 핫 스탬프 시의 가열을 실시하고 있었다. 보다 상세하게는, 예를 들어 예비 시험 등으로, 중첩부의 승온 속도 또는 승온 시간을 확인하고 있었다. 그리고 나서, 얻어진 승온 속도 또는 승온 시간에 관한 지견에 편차 등을 고려한 후, 예를 들어 10분간 등과 같은, 비교적 장시간의 유지 시간을 가미하여, 핫 스탬프 시의 가열을 행하고 있었다. 이러한 경우에 있어서도, 상기와 같은 1매부의 스폿 용접성의 문제에 대해서는, 아직 개량의 여지가 존재하고 있었다.

[0018] 그래서, 본 발명은 상기 문제를 감안하여 이루어진 것이며, 본 발명이 목적으로 하는 점은, Al계 도금 강판을 소재로서 사용한 경우에, 중첩부의 승온 속도가 느린 것과, 1매부가 과잉의 시간 가열되는 것의 양자를 개선하는 것이 가능한, 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명자들은, 상기 과제를 해결하기 위하여 예의 연구를 거듭하여, Al계 도금 강판의 표면의 JIS Z 8781-4:2013에 정하는 명도 L*에 착안한 결과, 명도는 낮을수록, Al계 도금 강판의 핫 스탬프의 가열 승온 속도가 증가하는 것을 발견하였다. 이는, 명도는 낮은 값을 나타낼수록, Al계 도금 강판의 표면이 흑색화되어 있는 것을 시사하는 점에서, 열을 흡수하기 쉬운 특성이 얻어지고 있기 때문으로 생각된다. 특히, 패치워크의 중첩부의 승온 속도가 느린 것을 개선하기 위해서는, 중첩부의 명도 L*, 판 두께(즉 2매의 강판의 판 두께의 합계), 가열

온도에 따라, 최소의 가열 시간이 존재하는 것을 발견하였다.

[0020] 또한, 1매부가 과잉의 시간 가열되는 것을 억제하기 위해서는, 1매부에서는, 반대로 명도를 높게 함으로써, 열을 흡수하기 어려운 특성을 얻어, 핫 스탬프의 가열 승온 속도를 저하시키는 것이 중요하다. Al계 도금 강판을 사용함으로써 은백색의 금속 광택을 가진 표면에 기인하여 높은 명도를 얻을 수 있다. 특히, 1매부가 과잉 가열되는 것을 억제하기 위해서는, 1매부의 명도 L*, 판 두께, 가열 온도에 따라, 최대의 가열 시간이 존재하는 것을 발견하였다.

[0021] 또한, Al계 도금 강판의 상층에 탄소계 흑색 피막을 사용함으로써, 명도를 낮출 수 있는 것을 발견하였다. 특히, 탄소계 흑색 피막은, 핫 스탬프의 가열 중의 산화 반응에 의해 연소됨으로써 소실되기 때문에, 탄소계 흑색 피막이 잔존하는 것에 의한 중첩 핫 스탬프 성형 부품의 스폿 용접성의 저하를 억제할 수 있는 것을 발견하였다. 이러한 탄소계 흑색 피막의 연소에 의한 소실 효과를 얻기 위해서는, 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 2매의 강판이 접하지 않는 측의 면에, 탄소계 흑색 피막을 사용하는 것이 중요하다.

[0022] 상기 지견에 기초하여 완성된 본 발명이 요지로 하는 바는, 이하와 같다.

[0023] [1] 판 두께 d1의 제1 Al계 도금 강판과, 상기 제1 Al계 도금 강판 위에 중첩되어 용접된, 상기 제1 Al계 도금 강판보다도 면적이 작고, 또한, 상기 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 상기 Al계 도금 강판의 표면에 탄소계 흑색 피막을 갖는, 판 두께 d2의 제2 Al계 도금 강판을 구비한 핫 스탬프용 중첩 블랭크를, 온도 T1의 가열로에서 가열하는 가열 방법이며, 상기 핫 스탬프용 중첩 블랭크가, 하기 식 (a) 내지 식 (c)를 충족하고, 가열 시간을 t1 이상, 또한, t2+△t2 이하로 하는, 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 가열 방법.

[0024] 여기서, T1은 가열로의 온도이며, t1은 하기 식 (d)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이고, t2는 하기 식 (e)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이고, △t2는 하기 식 (f)이고, d, d1 및 d2의 단위는 ㎜로 하고, T1의 단위는 ℃로 하고, t1, t2 및 △t2의 단위는 분으로 한다.

[0025] $40 \leq L^*b \leq 60$ … 식 (a)

[0026] $(L^*b+20) \leq L^*1 \leq 80$ … 식 (b)

[0027] $2.5 \leq d \leq 4.8$ … 식 (c)

[0028] $T1=A1 \cdot t1^2+B1 \cdot t1+C1$ … 식 (d)

[0029] $T1=A2 \cdot t2^2+B2 \cdot t2+C2$ … 식 (e)

[0030] $\triangle t2=2.6960 \times 10^{13} \times e^{(-0.03205 \times T1)}$ … 식 (f)

[0031] 단, L*b, L*1, L*1a, L*1b, L*2b, A1, B1, C1, A2, B2 및 C2는, 하기로 한다.

[0032] $L^*b=0.5 \times (L^*1b+L^*2b)$ … 식 (a-1)

[0033] $L^*1=0.5 \times (L^*1a+L^*1b)$ … 식 (b-1)

[0034] $d=d1+d2$ … 식 (c-1)

[0035] L*1a: 제1 강판의 제2 강판과 접하는 측의 표면 명도 L*

[0036] L*1b: 제1 강판의 제2 강판과 접하지 않는 측의 표면 명도 L*

[0037] L*2b: 제2 강판의 제1 강판과 접하지 않는 측의 표면 명도 L*

[0038] $A1=-0.3645d^5+6.343d^4-43.822d^3$

[0039] $+151.71d^2-268.89d+205.68$ … 식 (d-1)

[0040] $B1=2.9347d^5-47.313d^4+298.84d^3$

[0041] $-936.35d^2+1518.1d-1197.6$ … 식 (d-2)

[0042] $C1=1381.57$ … 식 (d-3)

[0043] $A2=-0.4367d1^{5}+7.3789d1^{4}-49.107d1^{3}$

[0044] $+161.95d1^{2}-269.2d1+188.97$ … 식 (e-1)

[0045] $B2=1.8594d1^{5}-31.034d1^{4}+204.62d1^{3}$

[0046] $-675.11d1^{2}+1159.2d1-964.59$ … 식 (e-2)

[0047] $C2=1367.39$ … 식 (e-3)

[0048] [2] 상기 가열 시간을, t2+△t2' 이하로 하는, [1]에 기재된 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 가열 방법.

[0049] 여기서, △t2'은 하기 식 (f')이며, 그 단위는 분이다.

[0050] $\triangle t2'=1.498\times10^{13}\times e^{(-0.03198\times T1)}$ … 식 (f')

[0051] [3] 판 두께 d1의 제1 Al계 도금 강판과, 상기 제1 Al계 도금 강판 위에 중첩되어 용접된, 상기 제1 Al계 도금 강판보다도 면적이 작고, 또한, 상기 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 상기 Al계 도금 강판의 표층에 탄소계 흑색 피막을 갖는 판 두께 d2의 제2 Al계 도금 강판을 구비한 핫 스탬프용 중첩 블랭크를, 온도 T3의 가열로에서 가열하는 가열 방법이며, 상기 제1 Al계 도금 강판은, 상기 제2 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 표면에 탄소계 흑색 피막을 갖고, 상기 핫 스탬프용 중첩 블랭크가, 하기 식 (A) 내지 식 (C)를 충족하고, 가열 시간을 t3 이상, 또한, t4+△t4 이하로 하는, 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 가열 방법.

[0052] 여기서, T3은 가열로의 온도이고, t3은 하기 식 (D)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이고, t4는 하기 식 (E)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이고, △t4는 하기 식 (F)이고, d, d1 및 d2의 단위는 ㎜로 하고, T3의 단위는 ℃로 하고, t3, t4 및 △t4의 단위는 분으로 한다.

[0053] $20\leq L*b<40$ … 식 (A)

[0054] $(L*b+20)\leq L*1\leq60$ … 식 (B)

[0055] $2.5\leq d\leq4.8$ … 식 (C)

[0056] $T3=A3\cdot t3^{2}+B3\cdot t3+C3$ … 식 (D)

[0057] $T3=A4\cdot t4^{2}+B4\cdot t4+C4$ … 식 (E)

[0058] $\triangle t4=2.6960\times10^{13}\times e^{(-0.03205\times T3)}$ … 식 (F)

[0059] 단, L*b, L*1, L*1a, L*1b, L*2b, A3, B3, C3, A4, B4 및 C4는, 하기로 한다.

[0060] $L*b=0.5\times(L*1b+L*2b)$ … 식 (A-1)

[0061] $L*1=0.5\times(L*1a+L*1b)$ … 식 (B-1)

[0062] $d=d1+d2$ … 식 (C-1)

[0063] L*1a: 제1 강판의 제2 강판과 접하는 측의 표면 명도 L*

[0064] L*1b: 제1 강판의 제2 강판과 접하지 않는 측의 표면 명도 L*

[0065] L*2b: 제2 강판의 제1 강판과 접하지 않는 측의 표면 명도 L*

[0066] $A3=-0.5693d^{5}+9.8168d^{4}-67.002d^{3}$

[0067] $+228.11d^{2}-394.85d+291.77$ … 식 (D-1)

[0068] $B3=3.0472d^{5}-49.829d^{4}+320.43d^{3}$

[0069] $-1026.6d^{2}+1706.7d-1374.3$ … 식 (D-2)

[0070] $C3=1394.21$ … 식 (D-3)

[0071] $A4=-0.3645d1^{5}+6.343d1^{4}-43.822d1^{3}$

[0072] $+151.71d1^{2}-268.89d1+205.68$ … 식 (E-1)

[0073] $B4=2.9347d1^{5}-47.313d1^{4}+298.84d1^{3}$

[0074] $-936.35d1^{2}+1518.1d1-1197.6$ … 식 (E-2)

[0075] $C4=1381.57$ … 식 (E-3)

[0076] [4] 상기 가열 시간을, t4+△t4' 이하로 하는, [3]에 기재된 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 가열 방법.

[0077] 여기서, △t4'은 하기 식 (F')이며, 그 단위는 분이다.

[0078] $\triangle t4'=1.498\times10^{13}\times e^{(-0.03198\times T3)}$ … 식 (F')

발명의 효과

[0079] 이상 설명한 바와 같이 본 발명에 따르면, Al계 도금 강판을 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 소재로서 사용한 경우에, 중첩부의 승온 속도가 느린 것과, 1매부가 과잉의 시간 가열되는 것의 양자를 개선하여, 핫 스탬프 성형체의 부품 생산성과 1매부의 스폿 용접성의 문제를 해결시키는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0080] 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 중첩 블랭크를 사용하여, 중첩 핫 스탬프 성형체를 얻기 위한, 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법의 일례를, 모식적으로 도시하는 설명도이다.

도 2는 동 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 중첩 블랭크의, 모재 강판의 표면에 Al계 도금층을 갖는 Al계 도금 강판의 구조를 모식적으로 도시하는 설명도이다.

도 3은 동 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 중첩 블랭크의, 모재 강판의 표면에 Al계 도금층을 갖고, 그 상층에 탄소계 흑색 피막을 갖는 Al계 도금 강판의 구조를 모식적으로 도시하는 설명도이다.

도 4는 동 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 중첩 블랭크의, 모재 강판의 표면에 Al계 도금층을 갖는 Al계 도금 강판의 단면을 도시하는 도면이다.

도 5는 동 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법의, Al계 도금 강판인 제1 강판과, Al계 도금 강판인 상기 제1 강판보다도 면적이 작은 제2 강판을 중첩해 스폿 용접을 실시하고, 핫 스탬프의 가열을 했을 때의, 중첩부와 1매부의 판 온도를 실측한, 비교예를 도시하는 도면이다.

도 6은 동 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법의, Al계 도금 강판인 제1 강판과, Al계 도금 강판의 상층에 탄소계 흑색 피막을 갖는 상기 제1 강판보다도 면적이 작은 제2 강판을 중첩 스폿 용접을 실시하고, 핫 스탬프의 가열을 했을 때의, 중첩부와 1매부의 판온도를 실측한, 발명예를 도시하는 도면이다.

도 7은 동 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법의, 가열 온도 T1과 가열 시간 t1, t2+Δt2 및 t2+Δt2'의 관계를 도시하는 도면이다.

도 8은 동 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법의, 가열 온도 T3과 가열 시간 t3, t4+Δt4 및 t4+Δt4'의 관계를 도시하는 도면이다.

도 9는 동 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의, 모재 강판의 표면에 Al-Fe계 합금 도금층을 갖고, 상기 Al-Fe계 합금 도금층에 포함하는, 강판 기재와 접하는 확산층을 갖는 Al-Fe계 합금 도금 강판의 구조를 모식적으로 도시하는 설명도이다.

도 10은 동 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의, 모재 강판의 표면에 Al-Fe계 합금 도금층을 갖는 Al-Fe계 합금 도금 강판의 단면을, 나이탈 에칭 후에 광학 현미경으로 관찰한 결과를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0081] 이하에 첨부 도면을 참조하면서, 본 발명의 적합한 실시 형태에 대하여 상세하게 설명한다. 또한, 본 명세서

및 도면에 있어서, 실질적으로 동일한 기능 구성을 갖는 구성 요소에 대해서는, 동일한 번호를 부여함으로써 중복 설명을 생략한다.

[0082] 도 1은 본 발명의 실시 형태에 관한, 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법의 일례를 모식적으로 도시하는 설명도이다.

[0083] 본 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법에서는, 핫 스탬프용 중첩 블랭크가, 중첩 핫 스탬프 성형체의 소재로서 사용된다. 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 중첩 블랭크는, 테일러드 블랭크의 일종이며, 패치워크 블랭크라고도 불린다.

[0084] 도 1에 모식적으로 도시된 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법에서는, 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)가, 제1 Al계 도금 강판(1)과, 제1 Al계 도금 강판보다 면적이 작은 제2 Al계 도금 강판(2)을, 용접(3)함으로써 구성된다. 이때, 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4) 중에서, 제2 Al계 도금 강판(2)이 중첩된 부분을, 중첩부(4a)라고 칭하고, 중첩되지 않은 부분을, 1매부(4b)라고 칭한다. 또한, 본 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법에서는, 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)에 있어서, 제2 Al계 도금 강판(2)은, 도 1에 모식적으로 도시한 바와 같이, 제1 Al계 도금 강판(1)으로부터 비어져 나온 부분이 존재하지 않도록, 제1 Al계 도금 강판(1)의 외연부보다도 내측에 배치되는 것이 바람직하다.

[0085] 또한, 제1 Al계 도금 강판(1)의 표면에는, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하는 측의 면(1a)과, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하지 않는 측의 면(1b)의 양면에 대하여 Al계 도금층이 실시되어 있으며, 제2 Al계 도금 강판(2)에 대해서도 마찬가지로, 제1 Al계 도금 강판(1)과 접하는 측의 면(2a)과, 제1 Al계 도금 강판(1)과 접하지 않는 측의 면(2b)의 양면에 대하여 Al계 도금층이 실시되어 있다. 또한, 본 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법에서는, 제2 Al계 도금 강판의, 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 면(2b)에는, Al계 도금층의 상층에, 탄소계 흑색 피막(도시하지 않음.)이 마련되어 있다.

[0086] 또한, 본 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의 또 하나의 제조 방법에서는, 제1 Al계 도금 강판(1)의 표면에는, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하는 측의 면(1a)과, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하지 않는 측의 면(1b)의 양면에 대하여, Al계 도금층이 실시되어 있으며, 제2 Al계 도금 강판(2)에 대해서도 마찬가지로, 제1 Al계 도금 강판(1)과 접하는 측의 면(2a)과, 제1 Al계 도금 강판(1)과 접하지 않는 측의 면(2b)의 양면에 대하여 Al계 도금층이 실시되어 있다. 또한, 제2 Al계 도금 강판의, 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 면(2b)에는, Al계 도금층의 상층에, 탄소계 흑색 피막(도시하지 않음.)이 마련되어 있으며, 제1 Al계 도금 강판의, 제2 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 면(1b)에 있어서도, Al계 도금층의 상층에, 탄소계 흑색 피막(도시하지 않음.)이 마련되어 있다.

[0087] 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)는, 본 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법으로서, 가열로(5)에서 Ac3점 이상까지 가열됨으로써, 강판은 오스테나이트화되고, 노로부터 취출한 직후에 금형(6)에서 프레스 성형 및 급랭됨으로써, 강판은 마르텐사이트 변태한다. 이에 의해, 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)는, 내충돌 특성이 우수한 본 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체(12)가 된다. 이때, 중첩부(4a)의 적어도 일부에는, 중첩 핫 스탬프 성형체(12)가 되었을 때 굽힘부(8)가 되는 부분이 존재하는 것이, 핫 스탬프 성형체의 부품 충돌 특성의 향상의 점에서 바람직하다.

[0088] 도 1에서는, 중첩 핫 스탬프 성형체(12)의 일례로서, 해트 형상의 금형을 사용한 성형품을 도시하고 있으며, 핫 스탬프 성형체(12)의 부위의 호칭을, 두정부(7), 두정부의 굽힘부(8), 종벽부(10), 플랜지부(11), 플랜지부의 굽힘부(9)라고 한다.

[0089] 또한, 도 1에서는, 본 실시 형태에 관한 제2 Al계 도금 강판(2)은, 두정부(7)측의 외측에 배치되어 있지만, 제2 Al계 도금 강판(2)이 두정부(7)의 내측에 배치되는 것으로도, 본 발명의 목적은 달성된다.

[0090] (1. 핫 스탬프용 중첩 블랭크)

[0091] 이하, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)에 대하여, 상세하게 설명한다.

[0092] 상기한 바와 같이 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)는, 제1 Al계 도금 강판(1)과, 제1 Al계 도금 강판(1)에 용접된, 제1 Al계 도금 강판(1)보다 면적이 작은 제2 Al계 도금 강판(2)을 갖고 있으며, 제1 Al계 도금 강판(1) 및 제2 Al계 도금 강판(2) 각각의 양면에는, Al계 도금이 실시되어 있다. 즉, 본 실시 형태에 관한 제1 Al계 도금 강판(1) 및 제2 Al계 도금 강판(2)은, 모재 강판의 양쪽 표면 위에 Al계 도금층을 갖는 Al계 도금 강판이다.

[0093] <Al계 도금 강판>

[0094] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)에 있어서, 제1 Al계 도금 강판(1) 및 제2 Al계 도금 강판(2) 각각에 있어서의 모재 강판의 화학 조성은, 특별히 한정되는 것은 아니다. 단, 예를 들어 1500MPa 이상의 인장 강도(시험력을 9.8107N으로 했을 때의 비커스 경도(즉, JIS Z2244-1:2020에 있어서의 HV1)로 400 정도 이상)를 얻는 것을 목적으로, 화학 조성이, 질량%로, C: 0.19 내지 0.50%, Si: 0.01 내지 1.50%, Mn: 0.4 내지 2.0%, Cr: 0.01 내지 1.00%, Ti: 0.001 내지 0.100%, B: 0.0005 내지 0.0100%, P: 0.100% 이하, S: 0.100% 이하, Al: 0 내지 1.000%, N: 0 내지 0.0100%, Nb: 0 내지 0.100%, Mo, Ni, Cu, Co, W, Sn, V, Sb: 각각, 0 내지 0.500%, Mg, Ca, Zr, REM, O: 각각, 0 내지 0.0100%, 잔부Fe 및 불순물인 모재 강판을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 상기의 화학 조성의 범위 내에서, 제1 Al계 도금 강판(1)의 모재 강판의 화학 조성과, 제2 Al계 도금 강판(2)의 모재 강판의 화학 조성은, 동일해도 되고, 상이해도 된다.

[0095] 상기의 화학 조성을 모재 강판으로 한 Al계 도금 강판의 제조 방법은, 특별히 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 통상의 방법의 제철 공정, 및 제강 공정을 거쳐, 열연, 산세, 냉연, 센지미어식 용융 알루미늄 도금의 공정으로 제조된 것을 이용할 수 있다.

[0096] 본 실시 형태에 있어서, 제1 Al계 도금 강판(1)의 판 두께 d1(㎜)과, 제2 Al계 도금 강판(2)의 판 두께 d2(㎜)는, 선택적으로, 각각 0.5㎜ 이상 3.2㎜ 이하인 것이 바람직하다. 판 두께를 0.5㎜ 이상으로 함으로써 열연, 냉연에서의 공정의 생산성을 원하는 상태로 유지하는 것이 가능해진다. 또한, 판 두께를 3.2㎜ 이하로 함으로써, 핫 스탬프의 금형 퀜칭 시에 냉각 속도가 저하되어 퀜칭성이 부족한 결과, 원하는 인장 강도가 얻어지지 않게 되는 현상을, 방지하는 것이 가능해진다.

[0097] 또한, 제1 Al계 도금 강판(1)의 판 두께 d1 및 제2 Al계 도금 강판(2)의 판 두께 d2는, 예를 들어, JIS B7502:2016에 준거한 마이크로미터를 사용하여 측정하는 것이 가능하다. 또한, 상기의 판 두께 d1, d2는, 모재 강판의 판 두께에 더해, 양면에 마련된 Al계 도금층의 두께도 포함한 판 두께로 한다.

[0098] [판 두께 d=(d1+d2): 2.5㎜ 이상 4.8㎜ 이하]

[0099] 본 실시 형태에 있어서, 제1 Al계 도금 강판과 제2 Al계 도금 강판이 중첩된 부분의 합계 판 두께 d=(d1+d2)는, 2.5㎜ 이상 4.8㎜ 이하이다. 합계 판 두께의 증가는, 중첩부의 승온 속도를 느리게 하여 핫 스탬프의 가열 시의 생산성을 저하시킨다. 그 때문에, 합계 판 두께 d는, 4.8㎜ 이하로 한다. 즉, d는, 하기 식 (c)를 충족한다.

[0100] $2.5 \leq d \leq 4.8$ … 식 (c)

[0101] 합계 판 두께 d는, 바람직하게는 4.6㎜ 이하이며, 보다 바람직하게는 4.4㎜ 이하, 4.2㎜ 이하, 또는, 4.0㎜ 이하이다. 한편, 합계 판 두께의 감소는, 승온 속도의 향상 효과가 포화되는 것에 더해, 핫 스탬프 성형체의 충돌 특성이 저하된다. 그 때문에, 합계 판 두께 d는 2.5㎜ 이상으로 한다. 합계 판 두께 d는, 바람직하게는 2.8㎜ 이상이며, 보다 바람직하게는 3.2㎜ 이상이다.

[0102] <Al계 도금층>

[0103] 제1 Al계 도금 강판(1)의 양면에 실시되는 Al계 도금층의 부착량은, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하는 측의 표면(1a)에 있어서, W1a(g/㎡)이며, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하지 않는 측의 표면(1b)에 있어서, W1b(g/㎡)이다. 또한, 제2 Al계 도금 강판(2)의 양면에 실시되는 Al계 도금층의 부착량은, 제1 Al계 도금 강판(1)과 접하지 않는 측의 표면(2b)에 있어서, W2b(g/㎡)이다. 여기서, 상기 W1a, W1b, W2b 중 어느 것에 있어서도, 그 값은, 각각 독립적으로, 편면당 20g/㎡ 이상 120g/㎡ 이하의 범위 내이다.

[0104] 여기서, 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)에 있어서의, 중첩되지 않은 부분(1매부(4b))의 평균 Al계 도금층의 부착량을, 편면당 W1(g/㎡)이라고 한다. 제1 Al계 도금 강판(1)에 있어서, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하고 있는 측의 표면의 편면의 Al계 도금층의 부착량이 W1a(g/㎡)이며, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하고 있지 않은 측의 표면의 편면의 Al계 도금층의 부착량이 W1b(g/㎡)였을 경우, $W1=0.5\times(W1a+W1b)$가 된다. 또한, 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)에 있어서의, 중첩부(4a)의 평균 Al계 도금층의 부착량을, 편면당 W2(g/㎡)라고 한다. 제1 Al계 도금 강판(1)에 있어서의, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하고 있지 않은 측의 표면(1b)의 편면의 Al계 도금층의 부착량이 W1b(g/㎡)이며, 제2 Al계 도금 강판(2)에 있어서의, 제1 Al계 도금 강판(1)과 접하고 있지 않은 측의 표면의 편면의 Al계 도금층의 부착량이 W2b(g/㎡)였을 경우, $W2=0.5\times(W1b+W2b)$가 된다.

[0105] 또한, 제1 Al계 도금 강판(1)에 있어서, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하는 측의 표면(1a), 제2 Al계 도금 강판

(2)과 접하지 않는 측의 표면(1b), 및 제2 Al계 도금 강판(2)에 있어서, 제1 Al계 도금 강판(1)과 접하지 않는 측의 표면(2b)은, 제조된 중첩 블랭크가 핫 스탬프 가열 시에, 열원에 노출되는 면이며, 핫 스탬프에 있어서의 가열 시의 승온 속도를 제어함에 있어서 중요한 표면이 된다.

[0106] 본 실시 형태에 관한 Al계 도금층의 도금 부착량에 대해서는, 특별히 한정되는 것은 아니다. 단, 핫 스탬프 성형체에 요구되는 특성으로서는, (a) 핫 스탬프 가열 시의 Fe 스케일의 발생을 억제하는 것, (b) 핫 스탬프 성형 시의 도금 활락(파우더링이라고도 불린다.)에 의한 도금의 결손이나 압흔을 억제하는 것을 바람직한 특성으로서 들 수 있다.

[0107] 파우더링은, 성형 시에 발생하는 굽힘부의 내측의 면에서 도금에 걸리는 압축 응력이나, 성형 시의 금형으로부터의 미끄럼 이동에 의해 도금에 걸리는 전단 응력 등을 원인으로 하여 발생한다. 각 강판에 있어서의 Al계 도금층의 부착량 W1, W2이 20g/㎡ 미만인 경우에는, 도금의 두께가 얇아져, Fe 스케일의 억제가 불충분해지는 문제가 발생한다. 그 때문에, 각 강판에 있어서의 Al계 도금층의 부착량 W1, W2는, 각각 독립적으로, 20g/㎡ 이상으로 하는 것이 바람직하다. 각 강판에 있어서의 Al계 도금층의 부착량 W1, W2는, 각각 독립적으로, 보다 바람직하게는 30g/㎡ 이상이며, 더욱 바람직하게는, 바람직해지는 순으로, 35g/㎡ 이상, 40g/㎡ 이상, 45g/㎡ 이상, 50g/㎡ 이상이다.

[0108] 한편, 각 강판에 있어서의 편면당 도금의 부착량 W1, W2가 120g/㎡를 초과하는 경우에는, 파우더링의 억제가 불충분해지는 문제가 발생한다. 그 때문에, 본 실시 형태에 있어서, 각 강판에 있어서의 편면당 도금의 부착량 W1, W2는, 각각 독립적으로, 120g/㎡ 이하로 하는 것이 바람직하다. 각 강판에 있어서의 편면당 도금의 부착량 W1, W2는, 각각 독립적으로, 보다 바람직하게는 110g/㎡ 이하이며, 더욱 바람직하게는, 바람직해지는 순으로 100g/㎡ 이하, 95g/㎡ 이하, 90g/㎡ 이하이다. 또한, 제2 Al계 도금 강판에 있어서, 제1 Al계 도금 강판과 접하는 측의 표면에 있어서의 Al계 도금층의 부착량에 대해서는, 특별히 규정하는 것은 아니다.

[0109] 단, 각 강판에 있어서의 편면당 도금의 부착량 W1, W2의 차 |W1-W2|는, 40g/㎡ 이하인 것이 바람직하다. 도금의 부착량의 차 |W1-W2|가 40g/㎡ 이하가 됨으로써, 제조되는 핫 스탬프 성형체에 있어서, 스폿 용접성을 더욱 향상시키는 것이 가능해진다. 도금의 부착량의 차 |W1-W2|는, 보다 바람직하게는 35g/㎡ 이하, 30g/㎡ 이하, 25g/㎡ 이하, 또는, 20g/㎡ 이하이다.

[0110] 또한, 각 강판에 있어서의 Al계 도금층의 두께(㎛)는, 도금 부착량(g/㎡)으로부터 개산할 수 있고, Al계 도금층의 화학 조성에 따라 다르지만, 대략, 이하의 식 (1)에 의해 구할 수 있다.

[0111] (도금의 두께)=(도금 부착량)/3 … 식 (1)

[0112] 도 2는 본 실시 형태에 관한 Al계 도금층이 모재 강판의 표면에 마련된 Al계 도금 강판(13)의 편면측의 층구조를, 모식적으로 도시한 것이다. 본 실시 형태에 관한 Al계 도금층은, 용융 도금법에 의해 제조된 경우, Al계 도금층(14)의 모재 강판(15)과의 경계부 부근에, 알루미늄-철계(Al-Fe계) 합금층(도시하지 않음.)이 형성된다.

[0113] 또한, Al계 도금을 모재 강판으로 처리하는 방법으로서 일반적인 용융 도금법에 의하면, 용융 알루미늄 도금욕에 모재 강판을 침지하고, 질소나 대기 등으로 가스 와이핑 함으로써 부착량이 조정된 Al계 도금 강판을 제조할 수 있다. 그 결과, 필연적으로, 도 2의 Al계 도금층(14)과 모재 강판(15)의 계면에는, 용융 도금 시의 Fe의 용출에 의해 알루미늄-철계 합금층이 형성된다. 본원 명세서에서는, 도 2의 Al계 도금층(14)에, 알루미늄-철계 합금층도 포함하는 것으로 한다.

[0114] 상기 Al계 도금층을 형성하기 위한 용융 알루미늄 도금욕의 화학 조성(즉, Fe를 제외하고, Al계 도금층(14)의 화학 조성과 거의 동일하다.)은, 특별히 한정되지 않는다. 단, 핫 스탬프 가열 시에 필요한 내열성이 우수한 점에서, 용융 알루미늄 도금욕 Al의 함유량은, 80질량% 이상인 것이 바람직하다. 또한, 알루미늄-철 합금층의 두께의 제어가 용이한 점에서, 용융 알루미늄 도금욕의 Si의 함유량은, 2질량% 이상인 것이 바람직하다. Si의 함유량을 2질량% 이상으로 함으로써, 알루미늄-철계 합금층이 너무 두꺼워져서 성형성이 저하되는 것을, 방지하는 것이 가능해진다. 한편, 용융 알루미늄 도금욕의 Si의 함유량을 15질량% 이하로 함으로써, 핫 스탬프 가열 시의 합금화 반응이 느려져 핫 스탬프의 생산성이 저하되는 것을 방지하는 것이 가능해진다.

[0115] 용융 알루미늄 도금욕이 Si를 2질량% 이상 15질량% 이하 함유하는 경우, 이러한 도금욕을 사용하여 형성되는 Al계 도금층(14)에는, 상태도에 기초하여 Al과 Si의 공정 조직이 형성된다. 용융 도금법에 의한 경우, 불가피하게 모재 강판으로부터의 용출 성분으로서 Fe를 1질량% 이상 5질량% 이하 포함하는 경우가 있다. 다른 불가피적 불순물로서는, 용융 도금 설비의 용출 성분이나 용융 알루미늄 도금욕의 잉곳의 불순물에 기인한 Cr, Mn, Zn, V, Ti, Sn, Ni, Cu, W, Bi, Mg, Ca 등의 원소를 들 수 있고, 이들 원소를 1질량% 미만 포함하는 경우가

있다.

[0116] 즉, 본 실시 형태에 관한 Al계 도금층(14)의 화학 조성(평균 화학 조성)은, 질량%로, Al: 80 내지 97%, Si: 2 내지 15%, Fe: 1 내지 15%, Cr: 0% 이상 1% 미만, Mo: 0% 이상 1% 미만, Zn: 0% 이상 1% 미만, V: 0% 이상 1% 미만, Ti: 0% 이상 1% 미만, Sn: 0% 이상 1% 미만, Ni: 0% 이상 1% 미만, Cu: 0% 이상 1% 미만, W: 0% 이상 1% 미만, Bi: 0% 이상 1% 미만, Mg: 0% 이상 1% 미만, Ca: 0% 이상 1% 미만을 함유하고, 잔부는 불순물인 도금층이어도 된다. 여기서, 상술한 바와 같이 용융 알루미늄 도금욕에서는, 불가피하게 Fe를 1질량% 이상 5질량% 이하 포함하는 경우가 있는 것에 비해, Al계 도금층에는 알루미늄-철계 합금층이 형성되기 때문에, Fe의 비율이 높아진다. 그 때문에, Al계 도금층(14)의 화학 조성은 Fe: 1 내지 15%여도 된다.

[0117] 상기 알루미늄-철계 합금층의 금속 조직으로서는, Al과 Fe의 2원 합금인 θ상($FeAl_3$), η상(Fe_2Al_5), ζ상($FeAl_2$), Fe_3Al, FeAl, Al 고용계의 BCC상(α2, α) 등을 들 수 있고, 이들 도금상의 조합으로 알루미늄-철계 합금층이 구성된다. Si를 함유하는 경우의 알루미늄-철계 합금층의 금속 조직으로서는, τ1상($Al_2Fe_3Si_3$), τ2상(Al_3FeSi), τ3상(Al_2FeSi), τ4상(Al_3FeSi_2), τ5상(Al_8Fe_2Si), τ6상($Al_9Fe_2Si_2$), τ7상($Al_3Fe_2Si_3$), τ8상($Al_2Fe_3Si_4$), τ10상($Al_4Fe_{1.7}Si$), τ11상(Al_5Fe_2Si) 등을 들 수 있고(단, 각 상은 화학량론적인 조성이 되지 않는 경우가 있음), 알루미늄-철계 합금층의 금속 조직은, 주로 τ5상, 또는, θ상으로 구성되는 경우가 많다.

[0118] 또한, 상기 Al계 도금층의 편면당의 부착량은, 미리 한쪽 면의 Al계 도금층을 시일로 보호한 뒤에, JIS G 3314: 2019 JB.3의 방법(수산화나트륨-헥사메틸렌테트라민·염산 박리 중량법)을 사용하여 측정한다.

[0119] <명도>

[0120] 이하에서, 도 1을 참조하면서 본원에서 중요한, 명도에 대하여 설명한다. 이러한 명도는, JIS Z 8781-4: 2013의 3.3에 규정된, CIE1976 명도 지수 L*(CIE 1976 lightness)이며, 이하, 단순히 「명도」 또는 「명도 L*」라고 말한다.

[0121] 제1 Al계 도금 강판(1)의 표면 명도 L*에 대하여, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하는 측의 표면(1a)에 있어서 L*1a라고 표기하고, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하지 않는 측의 표면(1b)에 있어서 L*1b라고 표기하는 것으로 한다. 또한, 제2 Al계 도금 강판(2)의 표면 명도 L*에 대하여, 제1 Al계 도금 강판(1)과 접하지 않는 측의 표면(2b)에 있어서 L*2b라고 표기하는 것으로 한다. 그리고 나서, L*1=0.5×(L*1a+L*1b), L*2=0.5×(L*1b+L*2b)라고 정의한다. 이 경우에, 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)는, 탄소계 흑색 피막이 어떻게 마련되어 있는지에 따라, 이하의 (A) 또는 (B) 중 어느 것의 조건을 충족한다.

[0122] (A) 제2 Al계 도금 강판에 있어서, 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 Al계 도금층의 상층에 탄소계 흑색 피막을 갖는 경우, L*b가, 40 이상 60 이하이며, 또한, L*1이, (L*b+20) 이상 80 이하이다.

[0123] (B) 제2 Al계 도금 강판에 있어서, 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 Al계 도금층의 상층에 탄소계 흑색 피막을 갖고, 또한, 제1 Al계 도금 강판에 있어서, 제2 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 Al계 도금층의 상층에, 탄소계 흑색 피막을 갖는 경우, L*b가, 20 이상 40 미만이고, L*1이, (L*b+20) 이상 60 이하이다.

[0124] 여기서, L*1이란, 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)에 있어서의, 중첩되지 않은 부분(1매부(4b))의 평균의 Al계 도금층의 표면 명도를 의미하고 있다. 또한, L*b란, 핫 스탬프용 중첩 블랭크에 있어서의, 중첩부(4a)의 평균의 Al계 도금층의 표면 명도를 의미하고 있다. 즉, L*b=0.5×(L*1b+L*2b)이며, L*1=0.5×(L*1a+L*1b)이다.

[0125] [L*b, L*1]

[0126] 명도는, 그 값이 낮을수록, 알루미늄 도금 강판에 있어서 핫 스탬프 시의 가열 시의 승온 속도가 증가한다. 이는, 명도는, 그 값이 낮을수록, 알루미늄 도금 강판의 표면이 흑색화되어 있는 것을 시사하기 때문에, 열을 흡수하기 쉬운 특성이 얻어지고 있기 때문이라고 생각된다. 반대로, 1매부에서는, 중첩부에 비해 판 두께가 얇기 때문에, 승온이 빠르고, 과잉의 가열 시간이 된다. 이것으로부터, 1매부에서는, 명도를 높게 하고, 열의 흡수를 억제하는 것이 중요하다. 즉, 판 두께가 두꺼운 중첩부에서는, 표면의 명도를 낮게 하고, 1매부에서는, 반대로 표면의 명도를 높게 하는 것이 중요하다.

[0127] 또한, Al계 도금 강판을 사용함으로써 은백색의 금속 광택을 가진 표면에 기인하여 높은 명도를 얻을 수 있는 것, 및 Al계 도금층의 두께(Al계 도금층의 부착량이라고 생각할 수도 있다.)를 크게 함으로써, 도금의 합금화가

표면까지 도달함으로써 발생하는 도금 표면의 흑색화를 억제할 수 있고, 핫 스탬프의 가열 중이라도 높은 명도를 유지할 수 있는 것을 각각 발견하였다. 또한, Al계 도금 강판의 상층에 탄소계 흑색 피막을 사용함으로써 명도를 낮출 수 있다. 이와 같이, Al계 도금 강판에 사용하는 Al계 도금층과, 탄소계 흑색 피막을 적절하게 제어함으로써, 명도를 원하는 값으로 조정하는 것이 가능하다.

[0128] (A)의 경우, L*b는, 40 이상 60 이하이며, 또한, L*1은, (L*b+20) 이상 80 이하이다. 즉, L*b는 식 (a)를 충족하고, L*1은 식 (b)를 충족한다.

[0129] $40 \leq L^*b \leq 60$ … 식 (a)

[0130] $(L^*b+20) \leq L^*1 \leq 80$ … 식 (b)

[0131] L*b가 60 초과인 경우, 중첩부에 있어서의 핫 스탬프 시의 가열 시의 승온 속도의 개선이 충분하지 않다. 그 때문에, L*b는, 60 이하로 한다. L*b는, 바람직하게는 58 이하이며, 보다 바람직하게는 56 이하이며, 더욱 바람직하게는 54 이하이다.

[0132] 한편, L*b가 40 미만인 경우, 상기와 같은 효과가 포화되는 것에 더해, 탄소계 흑색 피막을 두껍게 형성하기 때문에, 도 1의 중첩 블랭크(4)를 제조할 때의 스폿 용접(3)에서 비산이 발생하기 쉬워져, 블랭크를 제작할 수 없는 경우가 있다. 또한, 탄소계 흑색 피막의 막 두께가 두꺼워지면, 피막이 박리되는 경우가 있어, 핫 스탬프 설비를 오염시켜 공업적으로 바람직하지 않음과 함께, 핫 스탬프의 가열 후에 원하는 승온 속도를 얻을 수 없을 가능성이 있다. 그 때문에, L*b는, 40 이상으로 한다. L*b는, 바람직하게는 42 이상이며, 보다 바람직하게는 44 이상이며, 더욱 바람직하게는 46 이상이다.

[0133] 또한, L*1이 (L*b+20) 미만인 경우, 중첩부와 비교하여, 1매부가 과잉의 가열 시간이 되어, 스폿 용접성이 저하된다. 그 때문에, L*1은, (L*b+20) 이상으로 한다. L*1은, 바람직하게는 (L*b+22) 이상, 보다 바람직하게는 (L*b+24) 이상이다.

[0134] 한편, L*1이 80 초과인 경우, 가열 시간이 너무 짧아진 결과, 모재 강판의 Ac3점을 초과하지 않고, 충돌 특성이 저하된다. 그 때문에, L*1은, 80 이하로 한다. L*1은, 바람직하게는 78 이하이며, 보다 바람직하게는 76 이하이다.

[0135] (B)의 경우, L*b는, 20 이상 40 이하이며, 또한, L*1은, (L*b+20) 이상 60 이하이다. 즉, L*b는 식 (A)를 충족하고, L*1은 식 (B)를 충족한다.

[0136] $20 \leq L^*b < 40$ … 식 (A)

[0137] $(L^*b+20) \leq L^*1 \leq 60$ … 식 (B)

[0138] L*b가 40초과인 경우, 승온 속도의 개선이 충분하지 않다. 그 때문에, L*b는, 40 이하로 한다. L*b가 40 이하가 됨으로써, 중첩부의 핫 스탬프의 가열 승온 속도가 더 개선된다. 나아가, 상술한 (A)의 경우와 달리, 제2 Al계 도금 강판에 있어서, 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 Al계 도금층의 상층에 탄소계 흑색 피막을 가지며, 또한, 제1 Al계 도금 강판에 있어서, 제2 Al계 도금 강판과 접하지 않는 측의 Al계 도금층의 상층에, 탄소계 흑색 피막을 갖기 때문에, 피막의 두께의 과잉 형성을 억제할 수 있다. 그 결과, 상술한, 도 1의 중첩 블랭크(4)를 만들 때의 스폿 용접(3)에서, 비산의 발생을 억제할 수 있다. L*b는, 바람직하게는 38 이하이며, 보다 바람직하게는 36 이하이며, 더욱 바람직하게는 34 이하이다.

[0139] 한편, L*b가 20 미만인 경우, 상기와 같은 효과가 포화되는 것에 더해, 탄소계 흑색 피막을 두껍게 형성하기 때문에, 도 1의 중첩 블랭크(4)를 제조할 때의 스폿 용접(3)에서 비산이 발생하기 쉬워져, 블랭크를 제작할 수 없는 경우가 있다. 그 때문에, L*b는, 20 이상으로 한다. L*b는, 바람직하게는 22 이상이며, 보다 바람직하게는 24 이상이다.

[0140] 또한, L*1이 (L*b+20) 미만인 경우, 중첩부와 비교하여, 1매부가 과잉의 가열 시간이 되어, 스폿 용접성이 저하된다. 그 때문에, L*1은, (L*b+20) 이상으로 한다. L*1은, 바람직하게는 (L*b+22) 이상이며, 보다 바람직하게는 (L*b+24) 이상이다.

[0141] 한편, L*1이 80초과인 경우, 가열 시간이 너무 짧아진 결과, 모재 강판의 Ac3점을 초과하지 않고, 충돌 특성이 저하된다. 그 때문에, L*1은, 80 이하로 한다. L*1은, 바람직하게는 78 이하이며, 보다 바람직하게는 76 이하이다.

[0142] 명도의 측정 방법으로서는, 예를 들어 시험편을 30×30㎜를 잘라내고, 분광 측색계(스가 시켄키제 SC-T-GV5, 정반사광을 포함함)를 사용하여, 측정 빔의 직경 φ15㎜로 측정할 수 있다.

[0143] <탄소계 흑색 피막>

[0144] 도 3은 본 실시 형태에 관한 모재 강판(15)의 표면에 Al계 도금층(14)이 마련되고, 그 상층에 탄소계 흑색 피막(17)이 더 마련된 Al계 도금 강판(16)의 편면측의 층구조를, 모식적으로 도시한 것이다.

[0145] 제2 Al계 도금 강판(2)에 있어서, 제1 Al계 도금 강판(1)과 접하지 않는 측의 표면(2b)에 위치하는 Al계 도금층의 상층에, 탄소계 흑색 피막(17)이 마련된다. Al계 도금 강판에서는, 은백색의 금속 광택을 가진 표면이 되기 때문에, 높은 명도가 된다. 여기서, Al계 도금 강판의 상층에 탄소계 흑색 피막을 마련함으로써, 명도를 낮출 수 있다. 특히, 탄소계 흑색 피막(17)은, 핫 스탬프 시의 가열 중의 산화 반응에 의해 연소됨으로써 소실되어, CO_2 등으로서 배출된다. 그 결과, 탄소계 흑색 피막(17)이 잔존하는 것에 의한 중첩 핫 스탬프 성형 부품의 스폿 용접성의 저하를, 억제할 수 있다.

[0146] 또한, 탄소계 흑색 피막을 사용하지 않고, 명도를 낮추는 수단으로서는, 약 700 내지 800℃로 가열함으로써, 도금을 표면까지 합금화하는 방법을 들 수 있다. 그러나, 모재 강판 중에 탄화물이 석출되기 때문에, 핫 스탬프 후의 충돌 특성이 저하되어, 핫 스탬프용 중첩 블랭크의 재료로서 사용하는 것은 바람직하지 않다. 또한, 탄소계 흑색 피막을 사용하지 않고, 명도를 낮추는 다른 수단으로서는, Al계 도금층의 상층에, Zn, Zn-Ni, Zn-Fe의 전기 도금을 실시하는 방법이나, Al계 도금 강판을 산세 처리하는 방법을 들 수 있다. 그러나, 모두 핫 스탬프의 가열 후에 Al계 도금층의 표면 산화물을 증가시키기 때문에, 스폿 용접에서의 비산 발생으로 연결되어, 주의가 필요하다.

[0147] 또한, 제1 Al계 도금 강판(1)에 있어서, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하지 않는 측의 표면(1b)에 위치하는 Al계 도금층의 상층에, 탄소계 흑색 피막을 마련하는 것이 바람직하다. 제1 Al계 도금 강판에 있어서도 명도를 감소시킴으로써, 보다 한층, 중첩부의 승온 속도 향상을 도모할 수 있다.

[0148] 또한, 제2 Al계 도금 강판(2)에 있어서, 제1 Al계 도금 강판(1)과 접하는 측의 표면(2a)에 위치하는 표면 및 제1 Al계 도금 강판(1)에 있어서, 제2 Al계 도금 강판(2)과 접하는 측의 표면(1a)에 위치하는 표면에는, 모두 탄소계 흑색 피막을 마련하지 않는 것이 바람직하다. 강판과 접하는 측에서는 피막의 연소에 필요한 산소의 침입이 저해되기 때문에, 미연소된 탄소계 흑색 피막이 잔존하여, 핫 스탬프 성형체의 스폿 용접성을 저하시키는 요인이 된다.

[0149] 또한, 은백색의 금속 광택을 가진 Al계 도금 강판의 명도를 더 증가시키는 수단으로서는, 예를 들어, Al계 도금 강판을 500 내지 600℃ 정도로 가열하여 표면을 산화시킴으로써, 백색화시키는 것을 들 수 있다. 이에 의해, Al계 도금 강판의 표면 명도를 더 증가시키는 것이 가능하다.

[0150] 이러한 탄소계 흑색 피막의 막 두께는, 0.3㎛ 이상 10㎛ 이하인 것이 바람직하다. 탄소계 흑색 피막의 막 두께를 0.3㎛ 이상으로 함으로써 명도의 증가를 억제하여, 중첩부의 승온 속도를 증가시키는 것이 가능해진다. 탄소계 흑색 피막의 막 두께는, 보다 바람직하게는 0.4㎛ 이상이며, 더욱 바람직하게는, 바람직해지는 순으로, 0.5㎛ 이상, 0.6㎛ 이상, 0.7㎛ 이상이다.

[0151] 한편, 탄소계 흑색 피막의 막 두께를 10㎛ 이하로 함으로써, 경제성을 담보하면서 명도를 저하시키는 것이 가능해짐과 함께, 핫 스탬프의 가열 후에 피막을 잔존시키지 않고 스폿 용접성을 담보하는 것이 가능해진다. 또한, 탄소계 흑색 피막의 막 두께가 10㎛를 초과하면, 피막이 박리되는 경우가 있어, 설비를 오염시켜 공업적으로 바람직하지 않은 것과 함께, 핫 스탬프의 가열 후에 원하는 승온 속도를 얻을 수 없을 가능성이 있다. 탄소계 흑색 피막의 막 두께는, 보다 바람직하게는 8㎛ 이하이며, 더욱 바람직하게는, 바람직해지는 순으로, 6㎛ 이하, 5㎛ 이하, 4㎛ 이하이다.

[0152] 탄소계 흑색 피막의 막 두께는, 도금의 단면을 광학 현미경(예를 들어 면적: 100㎛×100㎛)으로 관찰하고(에칭 없음), 도 3에 나타내는 바와 같이 알루미늄 도금층의 상층의 피막 두께를 측정하는 것을 3시야로 실시하고, 3시야 각각에서 측정한 피막의 두께 평균값으로서 구할 수 있다. 이때, 단면으로부터 피막을 전자 프로브 마이크로 애널라이저(EPMA)로 분석하여, 탄소 함유량이 30질량% 이상인 경우, 탄소계 흑색 피막이라고 판단한다. 흑색 피막이라는 것은, 표면으로부터의 명도 L*값이 60 이하인 것으로부터 판단한다.

[0153] [바인더]

[0154] 탄소계 흑색 피막에는, Al계 도금층과의 밀착성을 높이기 위한 바인더로서, 선택적으로, 수지를 함유할 수 있다. 수지의 종류로서는, 특별히 한정되는 것은 아니라, 예를 들어, 폴리에틸렌 수지, 폴리올레핀 수지, 폴리아크릴 수지, 폴리메타크릴산 수지, 폴리에폭시 수지, 폴리우레탄 수지, 폴리카르보네이트 수지 등을 들 수 있다.

[0155] [탄소계 흑색 피막 중에 Zn, Ti, Cu, V 중 적어도 어느 1종류 이상 함유]

[0156] 제2 Al계 도금 강판(2)의 표면에 실시된 Al계 도금층의, 또한 상층에 위치하는 탄소계 흑색 피막에 대하여, 선택적으로, Zn, Ti, Cu, 또는, V 중 적어도 어느 1종류를, 합계로 0.1g/㎡ 이상 3.0g/㎡ 이하를 함유시키는 것이 바람직하다. 여기에서 나타내는 부착량은, Zn, Ti, Cu, 또는, V로서 단위 면적당 부착되는 양을 가리킨다. Zn, Ti, Cu 및 V는, 방사율을 향상시키는 것에 더해, 적외선 흡수가 양호한 산화물을 구성하는 원소이다. 그 때문에, 이러한 원소를 함유하는 탄소계 흑색 피막을 마련함으로써, 중첩 블랭크로서 사용하는 경우에 과제가 되는, 승온 속도가 느린 중첩부와, 승온 속도가 빠른 1매부의 승온 속도의 차이를, 억제할 수 있다. 특히, 상술한 탄소계 흑색 피막(17)은, 핫 스탬프 가열 중에 소실되는 것과 비교하여, Zn, Ti, Cu, 또는, V는, 핫 스탬프 가열 중에도 잔존한다. 그 때문에, 이러한 원소를 함유하는 탄소계 흑색 피막은, 고온에서의 승온 속도 향상에 보다 한층 기여할 수 있다. 또한, Zn, Ti, Cu 및 V는, 금속 상태로 함유시켜도, 산화물의 상태로 함유시켜도 어느 상태여도 된다. 이는, 승온의 도중 과정에서 모두 산화물이 되어, 방사율 향상에 기여하기 때문이다.

[0157] 상기와 같은 승온 속도의 차이의 억제 효과는, 이러한 원소의 합계 부착량을0.1g/㎡ 이상으로 함으로써 발현시킬 수 있다. 그 때문에, 탄소계 흑색 피막에 있어서의 이러한 원소의 합계 부착량은, 0.1g/㎡ 이상인 것이 바람직하다. 탄소계 흑색 피막에 있어서의 이러한 원소의 합계 부착량은, 보다 바람직하게는, 0.2g/㎡ 이상이며, 더욱 바람직하게는 0.3g/㎡ 이상이며, 보다 한층 바람직하게는 0.5g/㎡ 이상이다.

[0158] 한편, 탄소계 흑색 피막에 있어서의 이러한 원소의 합계 부착량을 3.0g/㎡ 이하로 함으로써, 상기와 같은 승온 속도의 차이의 억제 효과를, 포화시키지 않고 발현시키는 것이 가능해진다. 또한, Zn, Ti, Cu, 또는, V는, 핫 스탬프 가열 후에도 잔존하는 것인데, 탄소계 흑색 피막에 있어서의 이러한 원소의 합계 부착량을 3.0g/㎡ 이하로 함으로써, 핫 스탬프 성형품의 스폿 용접성을 유지시키는 것이 가능해진다. 탄소계 흑색 피막에 있어서의 이러한 원소의 합계 부착량은, 보다 바람직하게는 2.5g/㎡ 이하, 더욱 바람직하게는 2.0g/㎡ 이하이다.

[0159] Zn, Ti, Cu 및 V의 부착량(함유량)은, 예를 들어, 형광 X선 분석 장치(RIGAKU사제, ZSX Primus)를 사용하여 표면으로부터 원소 분석하고, Zn, Ti, Cu 및 V의 부착량을 정량함으로써 구할 수 있다.

[0160] 이상 설명한 탄소계 흑색 피막(17)의 처리 방법으로서는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어, 수분산형의 카본 블랙(예를 들어, 미쯔비시 가가꾸사제 RCF#52), 아연 산화물(예를 들어, 씨아이 가세이사제, Nano Tek) 또는 티타늄 산화물(예를 들어, 씨아이 가세이사제, Nano Tek), 구리 산화물(예를 들어, 씨아이 가세이사제, Nano Tek), 바나듐 산화물(Hongwu International Group Ltd사제)을 물에 분산시킨 수계 도장액을 준비하고, 상기 용융 알루미늄 도금 처리를 실시한 후에, 롤 코터로 도장하고, 건조 베이킹 처리를 행함으로써 제조할 수 있다. 또는, 알루미늄 도금 강판에, Zn, Ti, Cu 또는 V의 금속을 진공 증착시키는 수단을 사용하여 제조할 수 있다.

[0161] 또한, 본 실시 형태에 관한 다른 양태로서, Al계 도금층의 위에 상기 탄소계 흑색 피막(17)과, Zn, Ti, Cu, 또는, V 중 적어도 어느 1종류(보다 상세하게는, 금속 상태의 이들 원소, 또는, 이들 원소의 산화물)를 갖는 피막층(17')의 양쪽을 구비하고 있어도 된다. 이 경우에, 탄소계 흑색 피막(17)과, Zn, Ti, Cu, 또는, V 중 적어도 어느 1종류를 갖는 피막층(17')의 배치 순서에 대해서도 특별히 한정되는 것은 아니며, 탄소계 흑색 피막(17)이 Zn, Ti, Cu, 또는, V 중 적어도 어느 1종류를 갖는 피막층(17')의 상층에 위치해도 되고, Zn, Ti, Cu, 또는, V 중 적어도 어느 1종류를 갖는 피막층(17')이 탄소계 흑색 피막(17)의 상층에 위치해도 된다.

[0162] 또한, Zn, Ti, Cu, 또는, V 중 적어도 어느 1종류를 갖는 피막층(17')이 탄소계 흑색 피막(17)의 하층에 위치한 경우에도, 본 실시 형태에 관한 탄소계 흑색 피막(17)의 막 두께라면, 형광 X선은 용이하게 탄소계 흑색 피막(17)을 투과한다. 그 때문에, Zn, Ti, Cu, 또는, V 중 적어도 어느 1종류를 갖는 피막층(17')이 탄소계 흑색 피막(17)의 하층에 위치한 경우에도, 형광 X선 분석법에 의해, Zn, Ti, Cu 및 V의 부착량을 측정하는 것이 가능하다.

[0163] 또한, 이러한 탄소계 흑색 피막(17)이나, Zn, Ti, Cu, 또는, V 중 적어도 어느 1종류를 함유하는 피막층(17')은, 모재 강판의 양면에 마련되어도 되지만, 모재 강판에 있어서, 핫 스탬프의 가열 시에 있어서의 열원에 노출되는 측의 면에만 마련되는 것이 보다 바람직하다.

[0164] <용접>

[0165] 제1 Al계 도금 강판(1)과 제2 Al계 도금 강판(2)을 중첩하여 용접되는 핫 스탬프용 중첩 블랭크에 있어서, 용접의 종류로서는, 스폿 용접, 심 용접, 경납땜 용접, 레이저 용접, 플라스마 용접, 아크 용접 등을 선택할 수 있다. 여기서, 중첩부를 양호하게 접촉시킨다는 점에서, 중첩부의 내부까지를 복수의 점에서 접촉시키고, 또한, 강판-강판 간에 가압을 걸어 직접 접합할 수 있는 스폿 용접이 바람직하다.

[0166] (2. 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법)

[0167] 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체의 제조 방법에서는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 상술한 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)를 가열하고, 당해 가열의 직후에 성형할 때, 중첩부의 적어도 일부에 굽힘 가공이 실시된 굽힘부를 마련함으로써, 본 실시 형태의 중첩 핫 스탬프 성형체(12)를 제조한다.

[0168] 본 실시 형태에 있어서 특히 중요한 사항으로서, 가열 시간, 및 가열 온도를 정밀하게 제어하는 것을 들 수 있다. 도 5의 비교예에 나타내는 바와 같이, 920℃로 핫 스탬프용 중첩 블랭크를 가열한 경우에, 1매부의 승온 시간에 비해, 판 두께가 두꺼운 중첩부의 승온 시간은 늦은 것을 알 수 있다. 그 때문에, 핫 스탬프에서는, 블랭크를 오스테나이트화 온도 이상으로 가열하는 목적, 및 블랭크의 판온을 균일화하는 목적으로부터, 가열의 생산성이 느리다는 문제가 발생한다. 또한, 중첩부의 승온 시간에 맞춰 가열 시간을 장시간 확보하면, 승온이 빠른 1매부는, 과잉으로 가열 시간을 거치게 된다. 그 결과, 알루미늄 도금의 합금화 반응이 과잉으로 진행되어, 중첩 핫 스탬프 성형체의 스폿 용접성이 저하된다는 문제가 발생한다.

[0169] 그 때문에, 도 6의 발명예에 나타내는 바와 같이, 상기와 마찬가지의 920℃로 핫 스탬프용 중첩 블랭크를 가열할 때, 도 1의 중첩 블랭크의 면적이 작은 제2 Al계 도금 강판(2)의, 중첩되지 않은 측의 면(2b)의 표면에, 탄소계 흑색 피막을 마련함으로써 명도를 감소시켜, 승온 속도를 향상시킬 수 있다. 이때, 승온이 빠른 1매부의 과잉의 가열 시간도 단축되고, 알루미늄 도금의 합금화 반응도 억제되어, 중첩 핫 스탬프 성형체의 스폿 용접성이 개선된다.

[0170] (A)의 경우, 중첩 블랭크를, 온도(분위기 온도) T1(℃)의 가열로에서 가열할 때 하기의 식 (d) 내지 식 (f)에 의해 산출되는, t1(분) 이상, (t2+△t2)(분) 이하의 시간에서, 중첩 블랭크를 가열한 후, 가열된 블랭크를 금형에 의해 성형함과 동시에, 금형(필요에 따라, 성형된 블랭크의 냉각 속도를 높이기 위하여, 금형 내부를 통과하는 냉각수에 의해, 금형이 냉각된다.)으로부터의 방열 등에 의해, 성형된 블랭크를 냉각(급랭)한다. 이에 의해, 내충돌 특성이 우수한 중첩 핫 스탬프 성형체(12)를 얻는다. 여기서, 시간 t1, t2는, 하기의 식 (d) 및 식 (e)와 같이, 시간 t1, t2에 관한 2차 방정식의 해로서 정해지는 것인데, t1은 하기 식 (d)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이며, t2는 하기 식 (e)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이다.

[0171] $T1=A1 \cdot t1^2+B1 \cdot t1+C1$ … 식 (d)

[0172] $A1=-0.3645d^5+6.343d^4-43.822d^3$

[0173] $+151.71d^2-268.89d+205.68$ … 식 (d-1)

[0174] $B1=+2.9347d^5-47.313d^4+298.84d^3$

[0175] $-936.35d^2+1518.1d-1197.6$ … 식 (d-2)

[0176] $C1=1381.57$ … 식 (d-3)

[0177] $T1=A2 \cdot t2^2+B2 \cdot t2+C2$ … 식 (e)

[0178] $A2=-0.4367d1^5+7.3789d1^4-49.107d1^3$

[0179] $+161.95d1^2-269.2d1+188.97$ … 식 (e-1)

[0180] $B2=+1.8594d1^5-31.034d1^4+204.62d1^3$

[0181] $-675.11d1^2+1159.2d1-964.59$ … 식 (e-2)

[0182] $C2=1367.39 \cdots$ 식 (e-3)

[0183] $\triangle t2=2.6960\times10^{13}\times e^{(-0.03205\times T1)} \cdots$ 식 (f)

[0184] 여기서, 상기 식 (d)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값으로서 정해지는 t1은, 보다 상세하게는, 이하의 식 (d')로부터 산출된다.

[0185] $t1=[-B1-\{B1^{2}-(4\times A1\times(C1-T1))\}^{0.5}]/2\times A1 \cdots$ 식 (d')

[0186] 마찬가지로, 상기 식 (e)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값으로서 정해지는 t2는, 보다 상세하게는, 이하의 식 (e')으로부터 산출된다.

[0187] $t2=[-B2-\{B2^{2}-(4\times A2\times(C2-T1))\}^{0.5}]/2\times A2 \cdots$ 식 (e')

[0188] 또한, 상기의 각 관계식을 얻는 것에 있어서, 본 발명자들은, 중첩 블랭크를 구성하는 강판의 판 두께를 변화시키면서, 핫 스탬프에 있어서의 가열 프로세스에 대하여, 실제의 조업 조건을 가미하면서, 복사열로 승온되는 전열 방정식, 및 도금 합금화 반응에 관한 확산 모델에 기초하여, 수치 연산 시뮬레이션을 실시하였다. 이러한 시뮬레이션 결과로부터, 승온 시간 및 확산층의 형성 시간에 관한 지견을 얻을 수 있고, 얻어진 지견에 기초하여, 가열 온도와 가열 시간이 충족해야 할 조건을 정식화하였다. 그 정식화의 결과가, 상기의 각 관계식이다.

[0189] 가열 시간 t가, 상술한 t1(분) 미만인 경우에는, 가열이 충분하지 않기 때문에, 핫 프레스 후의 중첩부의 마르텐사이트 변태가 충분하지 않게 되는 결과, 재료 경도가 저하되어, 부품의 내충돌 특성이 저하된다. 또한, 가열 시간 t가, 상술한 (t2+△t2)(분) 초과인 경우에는, 1매부의 가열이 과잉으로 장시간이 되는 결과, 알루미늄 도금의 합금화 반응이 과잉으로 진행되어, 스폿 용접성이 저하된다.

[0190] 여기서, 가열 시간을 (t2+△t2) 이하로 함과 동시에, 하기 식 (f')을 사용하여, 가열 시간을 (t2+△t2') 이하로 하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 보다 알루미늄 도금의 합금화 반응이 억제되어, 스폿 용접성이 보다 향상된다. 또한, $\triangle t2' \leq \triangle t2$이기 때문에, 도 7과 같이, 가열 시간이 (t2+△t2') 이하이면 가열 시간은 반드시 (t2+△t2) 이하가 된다. 이 때문에, 가열 시간을 (t2+△t2') 이하로 한다면, 식 (f)에 관한 계산 등을 생략해도 된다.

[0191] $\triangle t2'=1.498\times10^{13}\times e^{(-0.03198\times T1)} \cdots$ 식 (f')

[0192] 도 7에서 도시하는 대로, 가열 시간을 t1(분)(하한) 이상, t2+△t2(상한) 이하로 제어함으로써, 핫 스탬프 생산성, 스폿 용접성이 우수한, 중첩 핫 스탬프 성형체를 얻을 수 있다. 가열 시간 t의 상한을, (t2+△t2)로 함으로써, 종래, 예비 시험 등의 결과를 근거로 하여 안전 마진을 확보하면서 정하고 있었던 가열 시간의 불필요한 장기화를 회피하여, 가열 시간 t의 상한을 논리적으로 결정할 수 있게 되고, 나아가서는, 더한층의 생산성의 향상을 도모하는 것이 가능해진다. 또한, 가열 시간 t의 상한이 (t2+△t2)로 정해짐으로써, 제조되는 핫 스탬프 성형체에 있어서도, 확산층의 두께 증가를 억제하는 것이 가능해져, 스폿 용접성의 향상에 기여하게 된다.

[0193] 바람직하게는, (B)의 경우와 같이, 도 1의 중첩 블랭크의 면적이 작은 제2 Al계 도금 강판(2)의, 중첩되지 않은 측의 면(2b)의 표면에 대하여 탄소계 흑색 피막을 마련함으로써, 명도를 감소시키고, 또한, 제1 Al계 도금 강판(1)의, 중첩되지 않은 측의 면(1b)의 표면에 대해서도, 탄소계 흑색 피막을 마련함으로써, 명도를 감소시킨다. 이에 의해, 핫 스탬프에 있어서의 가열 시의 승온 속도를, 더욱 향상시킬 수 있다.

[0194] 상기의 면(2b)에 있어서의 탄소계 흑색 피막의 막 두께와, 면(1b)에 있어서의 탄소계 흑색 피막의 막 두께는, 동일해도 되고, 달라도 된다. 이때, 승온이 빠른 1매부의 과잉의 가열 시간도 단축되어, 알루미늄 도금의 합금화 반응도 억제되어, 중첩 핫 스탬프 성형체의 스폿 용접성이 개선된다.

[0195] 이 경우, 중첩 블랭크를, 온도(분위기 온도) T3(℃)의 가열로에서, 시간 t(분)로 가열할 때, 하기의 식 (D) 내지 식 (F)에 의해 산출되는, t(분) 이상, (t4+△t4)(분) 이하의 시간으로, 중첩 블랭크를 가열한 후, 가열된 블랭크를 금형에 의해 성형함과 동시에, 금형(필요에 따라, 성형된 블랭크의 냉각 속도를 높이기 위하여, 금형 내부를 통과하는 냉각수에 의해, 금형이 냉각된다.)으로부터의 방열 등에 의해, 성형된 블랭크를 냉각(급랭)한다. 이에 의해, 내충돌 특성이 우수한 중첩 핫 스탬프 성형체(12)를 얻는다. 여기서, 시간 t3, t4는, 하기의 식 (11) 및 식 (15)와 같이, 시간 t3, t4에 관한 2차 방정식의 해로서 정해지는 것인데, t3은 하기 식 (D)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이며, t4는 하기 식 (E)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값이다.

[0196] $T3=A3 \cdot t3^2+B3 \cdot t3+C3$ … 식 (D)

[0197] $A3=-0.5693d^5+9.8168d^4-67.002d^3$

[0198] $+228.11d^2-394.85d+291.77$ … 식 (D-1)

[0199] $B3=+3.0472d^5-49.829d^4+320.43d^3$

[0200] $-1026.6d^2+1706.7d-1374.3$ … 식 (D-2)

[0201] $C3=1394.21$ … 식 (D-3)

[0202] $T3=A4 \cdot t4^2+B4 \cdot t4+C4$ … 식 (E)

[0203] $A4=-0.3645d1^5+6.343d1^4-43.822d1^3$

[0204] $+151.71d1^2-268.89d1+205.68$ … 식 (E-1)

[0205] $B4=+2.9347d1^5-47.313d1^4+298.84d1^3$

[0206] $-936.35d1^2+1518.1d1-1197.6$ … 식 (E-2)

[0207] $C4=1381.57$ … 식 (E-3)

[0208] $\triangle t4=2.6960\times10^{13}\times e^{(-0.03205\times T3)}$ … 식 (F)

[0209] 여기서, 상기 식 (D)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값으로서 정해지는 t3은, 보다 상세하게는, 이하의 식 (D')으로부터 산출된다.

[0210] $t3=[-B3-\{B3^2-(4\times A3\times(C3-T3))\}^{0.5}]/2\times A3$ … 식 (D')

[0211] 마찬가지로, 상기 식 (E)의 2차 방정식의 해 중 작은 쪽의 값으로서 정해지는 t4는, 보다 상세하게는, 이하의 식 (E')로부터 산출된다.

[0212] $t4=[-B4-\{B4^2-(4\times A4\times(C4-T3))\}^{0.5}]/2\times A4$ … 식 (E')

[0213] 또한, 상기의 각 관계식을 얻는 것에 있어서도, 본 발명자들은, 중첩 블랭크를 구성하는 강판의 판 두께를 변화시키면서, 핫 스탬프에 있어서의 가열 프로세스에 대하여, 실제의 조업 조건을 가미하면서, 복사열로 승온되는 전열 방정식, 및 도금 합금화 반응에 관한 확산 모델에 기초하여, 수치 연산 시뮬레이션을 실시하였다. 이러한 시뮬레이션 결과로부터, 승온 시간 및 확산층의 형성 시간에 관한 지견을 얻을 수 있고, 얻어진 지견에 기초하여, 가열 온도와 가열 시간이 충족해야 할 조건을 정식화하였다. 그 정식화의 결과가, 상기의 각 관계식이다.

[0214] 가열 시간 t가, 상술한 t3(분) 미만인 경우에는, 가열이 충분하지 않기 때문에, 핫 프레스 후의 중첩부의 마르텐사이트 변태가 충분하지 않게 되는 결과, 재료 경도가 저하되어, 부품의 내충돌 특성이 저하된다. 또한, 가열 시간 t가, 상술한 (t4+△t4)(분) 초과인 경우에는, 1매부의 가열이 과잉으로 장시간이 되는 결과, 알루미늄 도금의 합금화 반응이 과잉으로 진행되어, 스폿 용접성이 저하된다.

[0215] 여기서, 가열 시간을 (t4+△t4) 이하로 함과 동시에, 하기 식 (F')을 사용하여, 가열 시간을 (t4+△t4') 이하로 하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 보다 알루미늄 도금의 합금화 반응이 억제되어, 스폿 용접성이 보다 향상된다. 또한, $\triangle t4' \leq \triangle t4$이기 때문에, 도 7과 같이, 가열 시간이 (t4+△t4') 이하이면, 가열 시간은 반드시 (t4+△t4) 이하가 된다. 이 때문에, 가열 시간을 (t4+△t4') 이하로 한다면, 식 (F)에 관계되는 계산 등을 생략해도 된다.

[0216] $\triangle t4'=1.498\times10^{13}\times e^{(-0.03198\times T3)}$ … 식 (F')

[0217] 도 8에서 도시하는 대로, 가열 시간을 t3(분)(하한) 이상, t4+△t4(상한) 이하로 제어함으로써, 핫 스탬프 생산성, 스폿 용접성이 우수한, 보다 바람직한 중첩 핫 스탬프 성형체를 얻을 수 있다. 가열 시간 t의 상한을, (t4+△t4)로 함으로써, 종래, 예비 시험 등의 결과를 근거로 하여 안전 마진을 확보하면서 정하고 있었던 가열

시간의 불필요한 장기화를 회피하여, 가열 시간 t의 상한을 논리적으로 결정할 수 있게 되고, 나아가서는, 더한층의 생산성의 향상을 도모하는 것이 가능해진다. 또한, 가열 시간 t의 상한이 (t4+△t4)로 정해짐으로써, 제조되는 핫 스탬프 성형체에 있어서도, 확산층의 두께 증가를 억제하는 것이 가능해져, 스폿 용접성의 향상에 기여하게 된다.

[0218] 또한, 상기 가열 온도란, 중첩부의 강판의 최고 도달 온도를 의미한다. 가열 방법으로서는, 전기로, 가스로, 원적외로, 근적외로 등에 의한 가열, 통전 가열, 고주파 가열, 유도 가열 등을 예시할 수 있다. 여기서, 중첩 블랭크는 면적이 커지기 쉽고, 대형의 블랭크를 균일한 온도로 가열할 수 있는 점에서, 전기로, 가스로, 원적외로가 바람직하다.

[0219] 상기 가열 온도는, 일반적으로, 모재 강판이 오스테나이트화되는 Ac3점(예를 들어, 800℃ 또는 840℃) 이상 1000℃ 이하의 온도 범위인 것이 바람직하다. 가열 온도는, 강판 중의 탄화물을 용해함으로써 퀜칭성을 향상시키기 위해, 및 가열 시간의 단축(생산성 향상)을 위해, 보다 바람직하게는 860℃ 이상이며, 더욱 바람직하게는 880℃ 이상, 890℃ 이상, 또는, 900℃ 이상이다. 또한, 가열 온도는, 중첩부와 1매부의 승온 속도를 균일화할 수 있는 점에서, 보다 바람직하게는 950℃ 이하이며, 더욱 바람직하게는 930℃ 이하이다.

[0220] 또한, 상기 가열 시간이란, 중첩 블랭크를, 가열로 중에 삽입한 시각으로부터, 가열로로부터 추출되는 시각까지의 시간을 의미한다.

[0221] 중첩 블랭크를 가열한 후부터, 프레스기의 금형이 성형을 위해 하강하고, 중첩 블랭크와 금형이 접촉할 때까지의 시간은, 3초 이상 20초 이하인 것이 바람직하다. 오스테나이트화 온도까지 가열된 블랭크가, 금형이나 물 등의 냉매를 사용하여 냉각을 행함으로써 마르텐사이트 변태되는 결과, 고강도가 되어, 내충돌 특성이 우수한 중첩 핫 스탬프 성형체가 얻어진다. 그 때문에, 중첩 블랭크를 가열한 직후에 냉각하는 것이 바람직한 점에서, 이러한 시간은, 0초여도 된다. 단, 실제로는, 블랭크를 반송하기 위하여 3초 이상의 시간을 요하는 경우가 많다. 또한, 이러한 시간이 20초 초과인 경우에는, 블랭크가 냉각되어 오스테나이트로부터 페라이트로 변태가 시작되어, 블랭크에 있어서, 프레스 성형 후에 마르텐사이트 조직이 얻어지지 않을 가능성이 있다.

[0222] 상기와 같은 성형 시에는, 금형이나 물 등의 냉매를 사용하여 냉각을 행하는데, 그 냉각의 속도는, 30℃/초 이상인 것이 바람직하고, 50℃/초 이상인 것이 보다 바람직하다. 냉각 속도(℃/초)의 산출 방법으로서는, 이하와 같이 하면 된다. 즉, 상술한 중첩 블랭크와 금형이 접촉한 후부터, 금형이 하사점에서 보유 지지된 후에 금형이 상승을 시작할 때까지의 시간 k(초)를 구하고, 중첩 블랭크와 금형이 접촉하기 전의 블랭크 온도 C1을 방사 온도계로 측정하고, 금형이 하사점에서 보유 지지되어 금형이 상승한 후의 블랭크 온도 C2를 방사 온도계로 측정한다. 얻어진 결과를 사용하여, 평균 냉각 속도 (C1-C2)/k(℃/초)를 산출하면 된다.

[0223] (3. 중첩 핫 스탬프 성형체)

[0224] 상기와 같이 하여 제조되는 본 실시 형태에 관한 중첩 핫 스탬프 성형체(12)는, 판 두께가 T1(㎜)인 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판과, 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판 위에 중첩되어 용접되어 있으며, 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판보다도 면적이 작고, 또한, 판 두께가 T2(㎜)인, 적어도 1매의 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판을 구비한다.

[0225] 또한, 핫 스탬프 성형체(12)는, 상술한 바와 같이, 제1 Al계 도금 강판(1)과 제2 Al계 도금 강판(2)을 중첩하여 용접되는 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)가 가열된 후, 굽힘 가공 등이 더 실시됨으로써, 제조되고 있다. 이 때문에, 핫 스탬프 성형체(12)를 구성하는 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판 및 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판은, 반드시 평탄한 형상은 아니다. 예를 들어, 도 1과 같이, 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판에는, 두정부의 굽힘부(8) 등을 갖고, 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판에는, 두정부의 굽힘부(8)와 플랜지부의 굽힘부(9) 등을 갖는다. 「강판」이라는 명칭을 사용하고 있지만, 반드시 평탄한 형상은 아니다. 본 실시 형태에 있어서는, 핫 스탬프 성형체(12)를 구성하는 강판과, 중첩 블랭크(4)를 구성하는 강판의 구별을 위해, 편의적으로, 전자를 합금 도금 강판(예를 들어, Al-Fe계 합금 도금 강판)이라고 하고, 후자를 (「합금」이 부기되지 않은) 도금 강판(예를 들어, Al계 도금 강판)이라고 한다.

[0226] 중첩 핫 스탬프 성형체(12)에 있어서의 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판은, 제1 강판의 양면에, 양면에서의 평균 도금 두께가 K1(㎛)인 Al-Fe계 합금 도금층을 갖는 Al-Fe계 합금 도금 강판이다. 또한, 중첩 핫 스탬프 성형체(12)에 있어서의 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판은, 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판과 접하지 않는 측의 표면에 있어서의 도금 두께가 K2(㎛)인 Al-Fe계 합금 도금층을 갖는 도금 강판이다. 또한, 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판에 있어서, 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판과 접하는 측의 표면에 있어서의 Al-Fe계 합금 도금층의 도금 두께에 대해서는, 특별히 규정하는 것은 아니다.

[0227] 여기서, 중첩 핫 스탬프 성형체(12)가 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판에 있어서의 Al-Fe계 합금 도금층의 평균 도금 두께 K1, K2는, 각각 독립적으로, 25㎛ 이상인 것이 바람직하고, 30㎛ 이상인 것이 보다 바람직하고, 35㎛ 이상인 것이 더욱 바람직하다.

[0228] 한편, 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판에 있어서의 Al-Fe계 합금 도금층의 평균 도금 두께 K1, K2는, 각각 독립적으로, 60㎛ 이하인 것이 바람직하고, 55㎛ 이하인 것이 보다 바람직하고, 50㎛ 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0229] 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판, 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판의 Al-Fe계 합금 도금층의 도금 두께가 각각 상기와 같은 범위 내로 됨으로써, 중첩 핫 스탬프 성형체(12)의 스폿 용접성을, 양호한 상태로 유지하는 것이 가능해진다.

[0230] 상기의 도금 두께는, 도금의 단면을 광학 현미경(면적: 100㎛×100㎛)으로 나이탈 에칭 후에 관찰하고, 도금 두께를 측정하는 것을 3시야로 실시하고, 3시야 각각에서 측정한 도금 두께의 평균값으로서 구할 수 있다. 또한, 제1 강판의 도금 두께에 대해서는, 1매부의 위치(4b)와 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판과 접하는 중첩부(4a)의 위치가 있지만, 승온 속도가 빠르고 핫 스탬프에 있어서의 가열 시간이 가장 길어져 스폿 용접성이 열화되기 쉽다는 점에서, 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판의 도금 두께는, 1매부에서 측정한다.

[0231] Al-Fe계 합금 도금층은, 핫 스탬프 시의 가열에 의해 Al계 도금층에 Fe가 표면까지 확산된 결과 형성된 층(환언하면, Al 및 Fe를 적어도 함유하는 합금 도금층)이다. Al-Fe계 합금 도금층은, Al과 Fe의 화합물층인 θ상($FeAl_3$), η상(Fe_2Al_5), ζ상($FeAl_2$), Fe_3Al, FeAl, Al 고용 Fe 등의 상의 조합으로 구성된다. 또한, 도금 중에 Si를 함유하는 경우의 Al-Fe계 합금 도금층은, τ1상($Al_2Fe_3Si_3$), τ2상(Al_3FeSi), τ3상(Al_2FeSi), τ4상(Al_3FeSi_2), τ5상(Al_8Fe_2Si), τ6상($Al_9Fe_2Si_2$), τ7상($Al_3Fe_2Si_3$), τ8상($Al_2Fe_3Si_4$), τ10상($Al_4Fe_{1.7}Si$), τ11상(Al_5Fe_2Si)도 포함하고(단, 각 상은 화학량론적인 조성이 되지 않는 경우가 있음), Al-Fe계 합금 도금층은, 주로 τ1상($Al_2Fe_3Si_3$), η상(Fe_2Al_5), FeAl, Al 고용 Fe 중 어느 것 또는 그 복수의 상으로 구성되는 경우가 많다.

[0232] 특히, 핫 스탬프 시의 가열에 의해, Al계 도금 중의 Al과 모재 강판 중의 Fe는, 상호 확산된다. 그 때문에, 모재 강판 중으로의 Al의 확산에 의해 형성되는 상으로서, 모재 강판 측으로부터 차례로, Al이 고용한 Fe의 BCC상, FeAl의 상을 포함한 층이 형성된다. 이들의 상을 포함하는 층은, 확산층(Diffusion Layer)이라고도 불린다. 여기서, 이러한 확산층은, 이하에서 설명한 바와 같이, 나이탈 에칭 처리 후의 단면을 광학 현미경에 의해 관찰함으로써, 특정하는 것이 가능하다. 또한, 광학 현미경에 의한 관찰로 확산층을 특정할 수 없는 경우에는, 단면을 전자 프로브 마이크로 애널라이저(EPMA)로 분석함으로써, 확산층을 특정하는 것이 가능하다. 이때, 이러한 EPMA 분석 결과에 있어서, Al: 30질량% 이하이고, 또한, Fe: 70질량% 이상인 층을, 확산층(20)으로 하면 된다.

[0233] 구체적으로는, 도 9, 도 10에 나타내는 바와 같이, 중첩 핫 스탬프 성형체(18)에 있어서, 층(19)은, 주로 η상, τ1상, FeAl상을 포함하는 층이며, 확산층(20)이 포함된다. Al-Fe계 합금 도금층의 두께는, 층(19)의 두께로서 측정되고, 확산층의 두께는, 층(20)의 두께로서 측정된다. 예를 들어, 단면으로부터 광학 현미경으로, 나이탈 에칭 후에 관찰한 예를 도 10에 나타낸다.

[0234] 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판의, 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판과 중첩되지 않은 부분의, Al-Fe계 합금 도금층 중에 포함되는 확산층의 두께를 D1(㎛)이라고 표기하고, 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판의, Al-Fe계 합금 도금층 중에 포함되는 확산층의 두께를 D2(㎛)라고 표기한다. 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체(12)에서는, 핫 스탬프의 가열 시에 있어서의 가열 시간의 상한을, (t2+△t2)(또는, t4+△t4)라는 짧은 시간으로 정하고 있기 때문에, 확산층의 두께 D1(㎛), D2(㎛)를 각각 독립적으로, 3㎛ 이상 10㎛ 이하로 저감하는 것이 가능하게 되어 있다. 확산층의 두께가 3㎛ 이상인 경우, 도금을 충분히 합금화시킨 것을 의미하고, 표면에 합금화되지 않은 Al이 잔존하는 것을 방지하여, 스폿 용접성의 저하를 방지하는 것이 가능해진다. 확산층의 두께는, 보다 바람직하게는 4㎛ 이상이며, 더욱 바람직하다는 5㎛ 이상이다. 한편, 확산층의 두께를 10㎛ 이하로 함으로써, 스폿 용접성의 저하를 방지하는 것이 가능해진다. 확산층의 두께는, 보다 바람직하게는 9㎛ 이하이며, 더욱 바람직하게는 8㎛ 이하이다. 이에 의해, 본 실시 형태에 관한 핫 스탬프 성형체(12)에서는, 1매부의 스폿 용접성이 향상되어 있다.

[0235] Al-Fe계 도금층의 스폿 용접성은, Al-Fe의 2원계 합금($FeAl_3$, Fe_2Al_5, $FeAl_2$)에 의해 억제되는 것이 알려져 있으며, Al 고용 Fe층이 얇아지면 Al-Fe의 2원계 합금이 두꺼워지는 관계에 있다.

[0236] Al-Fe계 합금 도금층의 도금 두께 K1, K2, 및 확산층의 두께 D1, D2의 특정 방법으로서는, 도금 단면을 100㎛×100㎛의 시야로 나이탈 에칭 처리를 실시하고, 광학 현미경에 의해 그 단면을 관찰한다. 도 10에 나타내는 바와 같이, 광학 현미경에 의해 도금 두께 및 확산층의 두께를 측정한다. 보다 상세하게는, 적어도 3개소에 있어서, 도금 단면을 상기의 방법에 의해 관찰하고, 각 관찰 개소의 Al-Fe계 합금 도금층(19)의 두께나 확산층(20)의 두께를 특정한다. 그 후, 얻어진 두께의 평균값을 산출하고, 얻어진 평균값을, Al-Fe계 합금 도금층(19)이나 확산층(20)의 두께로 하면 된다. 단, 광학 현미경에 의한 관찰로 확산층을 특정할 수 없는 경우, 전자 프로브 마이크로 애널라이저(EPMA)에 의한 분석을 행하고, Al: 30질량% 이하이고, 또한, Fe: 70질량% 이상인 층의 두께를, 적어도 3개소에서 측정하고, 그 평균값을 확산층(20)의 두께로 한다.

[0237] 또한, 상기와 같은 확산층은, Al계 도금층 내에서의 내측 확산에 의해 형성되는 층이기 때문에, 확산층의 두께 D1, D2는, 거의 핫 스탬프의 가열 조건의 영향만이 강하게 반영되고, 초기 도금 두께의 영향을 받지 않는다. 또한, 가령 제2 Al계 도금 강판의 도금 부착량을 많게 했다고 해도, 가열 속도가 느린 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판의 확산층의 두께 D2를, 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판의 확산층의 두께 D1과 거의 동일한 값으로 할 수는 없다.

[0238] 또한, Al-Fe계 합금 도금층의 도금 두께 K1, K2는, 핫 스탬프 전의 도금 부착의 영향뿐만 아니라, 핫 스탬프의 가열 조건(가열 온도, 유지 시간)의 영향을 받는다. 또한, Al-Fe계 합금 도금층의 도금 두께 K1, K2는, 이들의 영향뿐만 아니라, 고온에서의 가열 시간에 영향을 미치는 판 두께와, 명도의 영향도 받기 때문에, 초기 도금 두께에만 영향을 미치는 것은 아니다.

[0239] 본 실시 형태의 중첩 핫 스탬프 성형체(12)를 자동차 부품으로서 사용할 때에는, 일반적으로, 용접, 인산계 화성 처리, 전착 도장 등이 실시되어 사용된다. 따라서, 예를 들어, 인산계 화성 처리에 의한 인산 아연 피막 및 인산 피막, 그리고 그 표면에 전착 도장에 의한 5㎛ 이상 50㎛ 이하의 유기계 피막 등이 핫 스탬프 성형체(12)의 표면에 형성되는 경우가 있다. 전착 도장의 후에 외관 품위나 내식성 향상을 위하여, 중도, 상도 등의 도장이 더 실시되는 경우도 있다.

[0240] 실시예

[0241] 이하, 실시예를 사용하여 본 발명을 더욱 구체적으로 설명한다.

[0242] (실시예 1)

[0243] 표 1에 나타내는 제1 Al계 도금 강판(1), 제2 Al계 도금 강판(2)을 이하에 설명하는 방법으로 제작하고, 도 1과 같이 스폿 용접(3)함으로써, 핫 스탬프용 중첩 블랭크(4)를 제작하였다. 제1 Al계 도금 강판(1)으로서, 통상의 열연 공정 및 냉연 공정을 거친 냉연 강판(화학 조성: 질량%로, C: 0.23%, Si: 0.30%, Mn: 1.2%, P: 0.010%, S: 0.002%, Cr: 0.25%, Ti: 0.020%, Al: 0.042%, N: 0.0030%, B: 0.0020%, 잔부: Fe 및 불순물)을 공시 재료로 하여, 센지미어식 용융 알루미늄 도금 처리 라인에서 알루미늄 도금 처리를 양면에 행하였다. 도금 후, 가스 와이핑법에 의해, 도금 부착량을 편측당 80g/㎡로 조정하고, 그 후 냉각하여, 제1 Al계 도금 강판(1)을 제작하였다. 이 때의 도금욕 조성은, 89질량% Al-9질량% Si-2질량% Fe였다.

[0244] 수준 A15에 대해서는, 제1 Al계 도금 강판의 Al계 도금 강판의 제2 Al계 도금 강판과 접하는 면(1a)에 대하여 산세(5% 염산)함으로써, 명도를 낮추는 처리를 하였다. 수준 A16에 대해서는, 제1 Al계 도금 강판의 Al계 도금 강판의 제2 Al계 도금 강판과 접하는 면(1a) 및 접하지 않는 면(1b)의 양쪽을, 산세(5% 염산)함으로써, 명도를 낮추는 처리를 하였다. 또한, 수준 A17, A18에 대해서는, 550℃로 가열함으로써, 표면의 Al계 도금층을 용융화시켜, 명도를 높이는 처리를 하였다.

[0245] 제2 Al계 도금 강판(2)도, 제1 Al계 도금 강판(1)과 마찬가지로 제작하고, 탄소계 흑색 피막을 막 두께 0.5 내지 8.0㎛로 Al계 도금 표면에 도장하였다.

[0246] 본 블랭크를, 표 1의 가열 온도에서 핫 스탬프 가열함으로써 중첩부의 승온 속도를 조사하고, 중첩부를 표 1의 시간으로 가열한 후, 8초 후에 30℃/초 이상의 냉각 속도로 금형 냉각함으로써, 중첩 핫 스탬프 성형체(12)를 얻었다. 중첩되지 않은 부분(1매부)의 플랜지부(11)을 2매 잘라내고, 동종판 조합으로 스폿 용접성을 조사하였다.

[0247] 표 1에 있어서의 각 수준은, 본원 발명예(이하, 단순히 「발명예」라고 기재함)를 A2 내지 A4, A7, A8, A11, A16, A17, A19, A20, A23 내지 A25, A27로 하고, 비교예를 A1, A5, A6, A9, A10, A12 내지 A15, A18, A21, A22, A26, A28 내지 A30으로서 나타냈다.

[0248] 강판의 판 두께 t1, t2는, 상술한 바와 같이, JIS B7502: 2016에 준거한 마이크로미터를 사용하여 측정하였다. 또한, 명도 L*1a, L*1b, L*2b는, 시험편을 50×50㎜를 잘라내고, 분광 측색계(스가 시켄키제 SC-T-GV5, 정반사광을 포함함)를 사용하여, 측정 빔의 직경 φ=15㎜로 하여 측정하였다. 탄소계 흑색 피막의 막 두께는, 상술한 바와 같이 단면 관찰로부터 측정하였다.

[0249] 또한, 얻어진 중첩 핫 스탬프 성형체의 확산층 두께 D1, D2는, 상술한 바와 같이, 광학 현미경에 의한 단면 관찰에 의해 측정하였다(모두, 3개소 측정하고, 그 평균값을 구하였다.).

[0250] 중첩 핫 스탬프 성형체의 경도를 측정하기 위해, 두껍기 때문에 가장 가열 속도가 느리고, 금형에 의한 냉각 속도도 느리기 때문에 경도가 낮아질 가능성이 있는, 중첩부의 제2 Al계 도금 강판의 경도를, 단면으로부터 마이크로 비커스 경도계를 사용하여, 하중 9.8107N으로 측정하였다. 그 평가 기준은, 이하와 같으며, 평가 G를 양호로 판정하고, 평가 NG(No Good)를 불량으로 판정하였다.

[0251] <평가 기준>

[0252] G: 경도 400HV 이상

[0253] NG: 경도 400HV 미만

[0254] 중첩 핫 스탬프 성형체의 스폿 용접성을 조사하기 위해, 도 1의 중첩 핫 스탬프 성형체(12)의 중첩되지 않은 부분(1매부)의 플랜지부(11)를 2매 잘라내고, 동종판 조합으로 스폿 용접성을, 이하에 나타내는 용접 조건에서 조사하였다. 그 평가 기준은, 스폿 용접시의 용접 너깃이 $4\sqrt{t}$(t는 판 두께)인 직경이 얻어지는 용접 전류값과, 비산(Splash)이 발생하는 용접 전류값의 범위(적정 전류 범위라고 칭함)에 관하여, 평가 G(Good)를 양호, VG(Very Good)를 더 양호하다고 판정하고, 평가NG(No Good)를 불량으로 판정하였다.

[0255] <평가 기준>

[0256] VG: 적정 전류 범위 1.5kA 이상

[0257] G: 적정 전류 범위 1.0kA 이상 1.5kA 미만

[0258] NG: 적정 전류 범위 1.0kA 미만

[0259] 용접 전원: 직류 인버터, 전극 가압력: 3.9kN

[0260] 전극 형상: DR, 선단 직경 6φ(R40)(재질: 크롬구리)

[0261] 초기 가압 시간: 60cycle, 용접 시간 22cycle, 유지 시간 10cycle

[0262] 용접 전류값: 4kA 내지 15kA, 0.2kA 피치로 용접

[0263] 표 1에, 블랭크의 중첩부의 승온 속도 및 핫 스탬프(HS) 후의 스폿 용접성에 대하여 조사한 평가 결과를 정리하였다.

표 1

	수준	제1 Al계 도금 강판 판 두께 d1 (mm)	제1 Al계 도금 강판 명도 L*1a	제1 Al계 도금 강판 명도 L*1b	제1 Al계 도금 강판 면(1b)의 탄소계 흑색 피막	제2 Al계 도금 강판 판 두께 d2 (mm)	제2 Al계 도금 강판 명도 L*2b	제2 Al계 도금 강판 면(2b)의 탄소계 흑색 피막	L*b	L*1	d (mm)	가열 온도 T1 (℃)	가열 시간 t (분)	가열 시간 하한 t1 (분)	가열 시간 상한 t2+Δt2 (분)	가열 시간 상한 t2+Δt2' (분)	성형체 확산층의 두께 D1 (μm)	성형체 확산층의 두께 D2 (μm)	성형체의 특성 평가 중첩부의 경도	성형체의 특성 평가 1매부의 스폿 용접성
비교예	A1	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	890	6.0	6.5	14.9	10.4	6.4	2.2	NG	VG
발명예	A2	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	890	7.0	6.5	14.9	10.4	7.5	3.0	G	VG
발명예	A3	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	890	9.0	6.5	14.9	10.4	9.2	6.5	G	VG
발명예	A4	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	890	13.0	6.5	14.9	10.4	12.6	9.9	G	G
비교예	A5	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	890	16.0	6.5	14.9	10.4	14.5	12.6	G	NG
비교예	A6	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	910	4.0	6.0	9.4	7.0	3.7	1.0	NG	VG
발명예	A7	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	910	6.0	6.0	9.4	7.0	9.0	2.3	G	VG
발명예	A8	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	910	8.0	6.0	9.4	7.0	12.3	7.5	G	G
비교예	A9	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	910	10.0	6.0	9.4	7.0	14.5	11.6	G	NG
비교예	A10	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	930	5.0	5.6	6.3	5.1	9.8	2.1	NG	VG
발명예	A11	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	930	6.0	5.6	6.3	5.1	12.8	5.7	G	G
비교예	A12	1.6	75	75	없음	1.6	25	있음	50.0	75.0	3.2	930	9.0	5.6	6.3	5.1	17.5	14.5	G	NG
비교예	A13	1.6	75	75	없음	1.6	75	없음	75.0	75.0	3.2	930	6.0	5.6	6.3	5.1	13.1	1.8	NG	G
비교예	A14	1.6	75	75	없음	1.6	75	없음	75.0	75.0	3.2	930	9.0	5.6	6.3	5.1	18.0	12.5	G	NG
비교예	A15	1.6	50	75	없음	1.6	25	있음	50.0	62.5	3.2	930	6.0	5.6	6.3	5.1	12.6	5.6	G	NG
발명예	A16	1.6	68	68	없음	1.6	25	있음	46.5	68.0	3.2	930	6.0	5.6	6.3	5.1	12.0	5.5	G	G
발명예	A17	1.6	78	78	없음	1.6	25	있음	51.5	78.0	3.2	930	6.0	5.6	6.3	5.1	12.3	4.8	G	G
비교예	A18	1.6	85	85	없음	1.6	25	있음	55.0	85.0	3.2	930	6.0	5.6	6.3	5.1	12.0	4.5	G	NG
발명예	A19	1.6	75	75	없음	1.6	20	있음	47.5	75.0	3.2	930	6.0	5.6	6.3	5.1	12.5	5.2	G	G
발명예	A20	1.6	75	75	없음	1.6	34	있음	54.5	75.0	3.2	930	6.0	5.6	6.3	5.1	12.5	5.0	G	G
비교예	A21	1.6	75	75	없음	1.6	65	있음	70.0	75.0	3.2	930	6.0	5.6	6.3	5.1	12.7	2.0	NG	G
비교예	A22	1.0	75	75	없음	1.0	25	있음	50.0	75.0	2.0	920	6.0	3.6	6.2	4.5	12.5	10.4	G	NG
발명예	A23	1.4	75	75	없음	1.4	25	있음	50.0	75.0	2.8	920	7.0	4.9	7.2	5.5	12.5	9.5	G	G
발명예	A24	2.0	75	75	없음	2.0	25	있음	50.0	75.0	4.0	920	8.0	7.3	8.4	6.7	12.8	6.3	G	G
발명예	A25	2.3	75	75	없음	2.3	25	있음	50.0	75.0	4.6	920	9.0	8.2	9.0	7.3	13.0	5.5	G	G
비교예	A26	3.0	75	75	없음	3.0	25	있음	50.0	75.0	6.0	920	9.0	11.6	10.5	8.8	11.0	0.8	NG	G
발명예	A27	2.5	75	75	없음	2.3	25	있음	50.0	75.0	4.8	920	9.0	9.0	9.4	7.7	12.5	4.3	G	G
비교예	A28	2.7	75	75	없음	2.3	25	있음	50.0	75.0	5.0	920	9.0	10.4	9.9	8.1	12.1	2.7	NG	G
비교예	A29	2.7	75	75	없음	2.3	25	있음	50.0	75.0	5.0	900	12.0	11.1	14.1	10.8	11.8	7.5	NG	G
비교예	A30	2.0	75	75	없음	2.0	75	없음	75.0	75.0	4.0	900	8.0	7.9	12.5	9.3	9.2	1.3	NG	VG

[0264]

[0265] 발명예인 A2 내지 A4, A7, A8, A11, A16, A17, A19, A20, A23 내지 A25, A27은, 판 두께가 본 발명의 범위 내에 있으며, 탄소계 흑색 피막을 갖고, 가열 온도와 가열 시간의 관계가 식 (a) 내지 식 (f)를 충족하기 때문에, 핫 스탬프 후의 중첩부의 경도, 스폿 용접성은 양호하였다. 특히, 발명예의 A2, A3, A7은, 가열 시간이 식 (d), (e) 및 바람직한 식 (f')을 충족하기 때문에, 스폿 용접성이 VG인 보다 바람직한 평가 결과가 얻어진다.

[0266] 비교예인 A1, A5, A6, A9, A10, A12는, 가열 온도와 시간의 관계가 식 (a) 내지 (f)를 충족하지 않기 때문에, 중첩부의 경도 또는 스폿 용접성이 불량하였다. 비교예인 A13, A14, A30은, 탄소계 흑색 피막을 갖지 않기 때문에, 승온 속도가 느리고 중첩부의 경도가 불량하였다. 비교예인 A15는, L*1의 값이, (L*b+20)을 초과하지 않았기 때문에, 1매부의 과가열이 억제되지 않아 스폿 용접성이 불량하였다. 비교예인 A18은, L*1의 값이 80을 초과하기 때문에, 스폿 용접성이 불량하였다. 비교예인 A21에서는, 명도 L*b의 값이 60을 초과하기 때문에, 중첩부의 경도가 불량하였다. 비교예인 A22는, 제1 Al계 도금 강판과 제2 Al계 도금 강판의 합계 판 두께가 2.5 mm 미만이기 때문에, 과잉의 가열 시간이 되어 1매부의 스폿 용접성이 불량하였다. 비교예인 A26, A28, A29는,

제1 Al계 도금 강판과 제2 Al계 도금 강판의 합계 판 두께가 4.8㎜ 초과이기 때문에, 중첩부의 승온 속도가 느리고, 중첩부의 경도가 불량하였다.

[0267] (실시예 2)

[0268] 실시예 1의 수준 A16과 마찬가지의 제조 조건에서, 제1 Al계 도금 강판, 제2 Al계 도금 강판을 제작하고, 제2 Al계 도금 강판의 Al계 도금 강판 위에 탄소계 흑색 피막을 형성시켜, 막 두께를 15㎛로 한 수준을 제작한 결과, 명도 L*2b의 값이 10, L*b의 값이 39가 되었다. 테이프 박리(테이프: 니치반 가부시키가이샤 제조 CT405AP-24)한 결과, 피막의 박리가 확인되어 실용적이지 않았다. 같은 시험에서, A16이나 A19에서는 박리는 확인되지 않았다.

[0269] (실시예 3)

[0270] 실시예 1의 수준 A3과 마찬가지의 제조 조건에서, 제1 Al계 도금 강판 및 제2 Al계 도금 강판을 제작하고, 제2 Al계 도금 강판의 Al계 도금층의 위에 탄소계 흑색 피막을 형성시켰다. 이때, 제2 Al계 도금 강판의 도금 부착량을, 편측당 55g/㎡, 45g/㎡, 30g/㎡로 한 수준 A31, A32, A33을 제작하였다.

[0271] 얻어진 수준 A3, A31, A32, A33을, 실시예 1에 있어서의 수준 A3의 조건에서 가열하고, 퀜칭한 중첩 핫 스탬프 성형체를 얻었다. 얻어진 중첩 핫 스탬프 성형체로부터, 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판을 잘라내고, 실시예 1에 기재한 것과 마찬가지의 조건에서 스폿 용접하고, 제2 Al-Fe계 합금 도금 강판의 스폿 용접성을 평가하였다.

[0272] 그 결과, 수준 A3과 A31의 평점은 VG이며, 수준 A32와 A33의 평점은 G였다. 이 이유는, 수준 A3과 A31은, 제1 Al계 도금 강판의 도금 부착량 W1로부터, 제2 Al계 도금 강판의 도금 부착량 W2를 차감한 값 |W1-W2|가 25g/㎡ 이하로 바람직한 범위 내였던 한편, 수준 A32와 A33은, 제1 Al계 도금 강판의 도금 부착량으로부터, 제2 Al계 도금 강판의 도금 부착량을 차감한 값 |W1-W2|가 35g/㎡ 이상으로, 상기의 바람직한 범위로부터 벗어나 있었기 때문으로 생각된다. 또한, 수준 A31, A32, A33의 중첩부의 경도, 제1 Al-Fe계 합금 도금 강판의 1매부의 스폿 용접성은, 수준 A3과 동일하게, 각각 평점 G, 평점 VG였다.

[0273] (실시예 4)

[0274] 표 2에 나타내는, 실시예 1과 마찬가지의 제조 조건에서, 제1 Al계 도금 강판과 제2 Al계 도금 강판 각각의, 중첩되지 않은 Al계 도금 표면에, 탄소계 흑색 피막을 막 두께 0.5 내지 8.0㎛로 도장하였다. 본 블랭크를 표 1의 가열 온도에서 핫 스탬프 가열함으로써 중첩부의 승온 속도를 조사하고, 중첩부를 표 1의 시간으로 가열한 후, 8초 후에 30℃/초 이상의 냉각 속도로 금형 냉각함으로써 중첩 핫 스탬프 성형체(12)를 얻었다. 중첩되지 않은 부분(1매부)의 플랜지부(11)를 2매 잘라내고, 동종판 조합으로 스폿 용접성을 조사하였다. 표 2에 있어서의 각 수준은, 본원 발명예를 B1 내지 B7로서 나타냈다.

표 2

	수준	제1 A1계 도금 강판			제2 A1계 도금 강판			가열 온도 T3 (℃)	가열 시간 t (분)	가열 시간 하한	가열 시간 상한		성형체		성형체의 특성 평가	
		판 두께 d1 (mm)	명도 L*1a	명도 L*1b	면(1b)의 흑색 탄소계 피막	판 두께 d2 (mm)	명도 L*2b	면(2b)의 흑색 탄소계 피막		t3 (분)	t4+Δt4 (분)	t4+Δt4' (분)	확산층의 두께 D1 (μm)	확산층의 두께 D2 (μm)	중첩부의 경도	1매부의 스폿 용접성
발명예	B1	1.6	75	25	있음	1.6	25	있음	930	5.0	5.0	5.9	4.7	11.8	2.2	G	G
발명예	B2	1.6	75	25	있음	1.6	25	있음	890	6.0	5.7	14.4	9.9	6.5	2.5	G	VG
발명예	B3	1.6	75	25	있음	1.6	25	있음	890	7.0	5.7	14.4	9.9	8.0	4.4	G	VG
발명예	B4	1.6	75	25	있음	1.6	25	있음	890	9.0	5.7	14.4	9.9	9.5	7.5	G	VG
발명예	B5	1.6	75	25	있음	1.6	25	있음	890	13.0	5.7	14.4	9.9	12.3	11.1	G	G
발명예	B6	1.6	75	30	있음	1.6	30	있음	930	5.0	5.0	5.9	4.7	11.5	2.4	G	G
발명예	B7	1.6	75	35	있음	1.6	35	있음	930	5.0	5.0	5.9	4.7	11.5	2.5	G	G

[0275]

[0276] 표 1의 비교예의 수준 A1에서는 같은 판 두께, 가열 온도, 가열 시간에서 중첩부의 경도가 불량했지만, 발명예 B1에서는, 중첩부의 경도가 양호한 결과를 나타냈다. 발명예 B4도 중첩부의 경도, 1매부의 스폿 용접성은 양호하지만, B2, B3은, 표 1의 비교예의 수준 A10에서는 같은 판 두께, 가열 온도, 가열 시간에서 중첩부의 경도가 불량했지만, 발명예 B2 내지 B4에서는, 중첩부의 경도가 양호한 결과를 나타냈다.

[0277] 이상, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 적합한 실시 형태에 대하여 상세하게 설명했지만, 본 발명은 이러한 예에 한정되지 않는다. 본 발명이 속하는 기술의 분야에 있어서의 통상의 지식을 가진 자라면, 특허 청구 범위에 기재된 기술적 사상의 범주 내에서, 각종 변경예 또는 수정예에 상도할 수 있는 것은 명확하며, 이들에 대해서도, 당연히 본 발명의 기술적 범위에 속하는 것이라고 이해된다.

[0278] 또한, 본 출원은, 2022년 5월 19일자에 출원한, 이하와 같은 요지를 갖는 발명을 기초로 하여, 우선권을 주장하는 것이다.

[0279] [a]

[0280] 중첩 블랭크를 가열로에서 가열하는 중첩 블랭크 가열 공정과,

[0281] 가열된 상기 중첩 블랭크를, 상기 가열로로부터 반출하여 프레스 장치에 반송하는 가열 블랭크 반송 공정과,

[0282] 상기 가열된 중첩 블랭크를 상기 프레스 장치에 마련된 금형에서 프레스 가공하여, 중첩 핫 스탬프 성형체를 얻는 핫 스탬프 공정

[0283] 으로 이루어지는, 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법이며,

[0284] 상기 중첩 블랭크는, 판 두께 d1(㎜)의 제1 강판과, 상기 제1 강판 위에 중첩되어 용접된, 적어도 1매의, 상기 제1 강판보다도 면적이 작은 판 두께 d2(㎜)의 제2 강판으로 이루어지고,

[0285] 상기 제1 강판 및 상기 제2 강판은, 각각 강판의 양면에 Al계 도금층을 갖는 Al계 도금 강판이고,

[0286] 상기 제2 강판은, 상기 제1 강판과 접하지 않는 측의 상기 Al계 도금층의 적어도 일부의 상층으로서, 탄소계 흑색 피막을 갖고,

[0287] 상기 제1 강판의 표면의 JIS Z 8781-4에 정하는 명도 L*에 대하여, 상기 제2 강판과 접하는 측의 표면에 있어서 L*1a라고 하고, 상기 제2 강판과 접하지 않는 측의 표면에 있어서 L*1b라고 하고, 상기 제2 강판의 표면의 JIS Z 8781-4에 정하는 명도 L*에 대하여, 상기 제1 강판과 접하지 않는 측의 표면에 있어서 L*2b라고 했을 때,

[0288] L*1b와 L*2b의 평균값 L*b는, 40 이상 60 이하이고, 또한, L*1a와 L*1b의 평균값 L*1은, (L*b+20) 이상 80 이하이고,

[0289] 상기 제1 강판과 상기 제2 강판이 중첩된 부분의 합계 판 두께 d=(d1+d2)는, 2.5㎜ 이상 5.0㎜ 이하이고,

[0290] 상기 중첩 블랭크 가열 공정에 있어서, 상기 중첩 블랭크를, 온도 T1(℃)의 가열로에서, 시간 t(분)로 가열할 때, 상기 가열로에 있어서, 가열 시간 t(분) 및 가열 온도 T1(℃)로 정의되는 좌표 평면에 있어서, 하기 식 (1) 내지 (9)의 그래프로 정해지는 시간 t1(분) 이상, (t2+△t2)(분) 이하의 가열 시간으로, 상기 중첩 블랭크를 가열하는, 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법.

[0291] 여기서, T1, t1, t2, △t2는 하기에서 나타내진다.

[0292] $T1=A1\cdot t1^{2}+B1\cdot t1+C1$ … 식 (1)

[0293] $A1=-0.3645d^{5}+6.343d^{4}-43.822d^{3}$

[0294] $+151.71d^{2}-268.89d+205.68$ … 식 (2)

[0295] $B1=+2.9347d^{5}-47.313d^{4}+298.84d^{3}$

[0296] $-936.35d^{2}+1518.1d-1197.6$ … 식 (3)

[0297] $C1=1381.57$ … 식 (4)

[0298] $T1=A2\cdot t2^{2}+B2\cdot t2+C2$ … 식 (5)

[0299] $A2=-0.4367d1^{5}+7.3789d1^{4}-49.107d1^{3}$

[0300] $+161.95d1^{2}-269.2d1+188.97$ … 식 (6)

[0301] $B2=+1.8594d1^{5}-31.034d1^{4}+204.62d1^{3}$

[0302] $-675.11d1^{2}+1159.2d1-964.59$ … 식 (7)

[0303] $C2=1367.39$ … 식 (8)

[0304] $\triangle t2=2.6960\times10^{13}\times e^{(-0.03205\times T1)}$ … 식 (9)

[0305] [b]

[0306] 상기 △t2가, 하기 식 (10)을 충족하는, [a]에 기재된 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법.

[0307] $\triangle t2=1.498\times10^{13}\times e^{(-0.03198\times T1)}$ … 식 (10)

[0308] [c]

[0309] 중첩 블랭크를 가열로에서 가열하는 중첩 블랭크 가열 공정과,

[0310] 가열된 상기 중첩 블랭크를, 상기 가열로로부터 반출하여 프레스 장치에 반송하는 가열 블랭크 반송 공정과,

[0311] 상기 가열된 중첩 블랭크를 상기 프레스 장치에 마련된 금형에서 프레스 가공하여, 중첩 핫 스탬프 성형체를 얻는 핫 스탬프 공정

[0312] 으로 이루어지는, 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법이며,

[0313] 상기 중첩 블랭크는, 판 두께 d1(㎜)의 제1 강판과, 상기 제1 강판 위에 중첩되어 용접된, 적어도 1매의, 상기 제1 강판보다도 면적이 작은 판 두께 d2(㎜)의 제2 강판으로 이루어지고,

[0314] 상기 제1 강판 및 상기 제2 강판은, 각각 강판의 양면에 Al계 도금층을 갖는 Al계 도금 강판이고,

[0315] 상기 제1 강판은, 상기 제2 강판과 접하지 않는 측의 상기 Al 도금층 중 적어도 일부의 상층으로서, 탄소계 흑색 피막을 갖고,

[0316] 상기 제2 강판은, 상기 제1 강판과 접하지 않는 측의 상기 Al계 도금층 중 적어도 일부의 상층으로서, 탄소계 흑색 피막을 갖고,

[0317] 상기 제1 강판의 표면의 JIS Z 8781-4에 정하는 명도 L*에 대하여, 상기 제2 강판과 접하는 측의 표면에 있어서 L*1a라고 하고, 상기 제2 강판과 접하지 않는 측의 표면에 있어서 L*1b라고 하고, 상기 제2 강판의 표면의 JIS Z 8781-4에 정하는 명도 L*에 대하여, 상기 제1 강판과 접하지 않는 측의 표면에 있어서 L*2b라고 했을 때,

[0318] L*1b와 L*2b의 평균값 L*b는, 20 이상 40 미만이고, 또한, L*1a와 L*1b의 평균값 L*1은, (L*b+20) 이상 60 이하이고,

[0319] 상기 제1 강판과 상기 제2 강판이 중첩된 부분의 합계 판 두께 d=(d1+d2)는, 2.5㎜ 이상 5.0㎜ 이하이며,

[0320] 상기 중첩 블랭크 가열 공정에 있어서, 상기 중첩 블랭크를, 온도 T3(℃)의 가열로에서, 시간 t(분)로 가열할 때, 상기 가열로에 있어서, 가열 시간 t(분) 및 가열 온도 T3(℃)로 정의되는 좌표 평면에 있어서, 하기 식 (11) 내지 (20)의 그래프로 정해지는 시간 t3(분) 이상, (t4+△t4)(분) 이하의 가열 시간으로, 상기 중첩 블랭크를 가열하는, 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법.

[0321] 여기서, T3, t3, t4, △t4는 하기에서 나타내진다.

[0322] $T3=A3\cdot t3^{2}+B3\cdot t3+C3$ … 식 (11)

[0323] $A3=-0.5693d^{5}+9.8168d^{4}-67.002d^{3}$

[0324] $+228.11d^{2}-394.85d+291.77$ … 식 (12)

[0325] $B3=+3.0472d^{5}-49.829d^{4}+320.43d^{3}$

[0326] $-1026.6d^{2}+1706.7d-1374.3$ … 식 (13)

[0327] $C3=1394.21$ … 식 (14)

[0328] $T3=A4\cdot t4^{2}+B4\cdot t4+C4$ … 식 (15)

[0329] $A4=-0.3645d1^{5}+6.343d1^{4}-43.822d1^{3}$

[0330] $+151.71d1^{2}-268.89d1+205.68$ … 식 (16)

[0331] $B4=+2.9347d1^{5}-47.313d1^{4}+298.84d1^{3}$

[0332] $-936.35d1^{2}+1518.1d1-1197.6$ … 식 (17)

[0333] $C4=1381.57$ … 식 (18)

[0334] $\triangle t4=2.6960\times10^{13}\times e^{(-0.03205\times T3)}$ … 식 (19)

[0335] [d]

[0336] 상기 △t4가, 하기 식 (20)을 충족하는, [c]에 기재된 중첩 핫 스탬프 성형체의 제조 방법.

[0337] $\triangle t4=1.498\times10^{13}\times e^{(-0.03198\times T3)}$ … 식 (20)

부호의 설명

[0338] 1: 제1 Al계 도금 강판

1a: 제1 Al계 도금 강판 중, 제2 Al계 도금 강판과 접하는 면

1b: 제1 Al계 도금 강판 중, 제2 Al계 도금 강판과 접하지 않는 면

2: 제2 Al계 도금 강판

2a: 제2 Al계 도금 강판 중, 제1 Al계 도금 강판과 접하는 면

2b: 제2 강판 중, 제1 Al계 도금 강판과 접하지 않는 면

3: 용접부

4: 핫 스탬프용 중첩 블랭크

4a: 핫 스탬프용 중첩 블랭크 중, 중첩부

4b: 핫 스탬프용 중첩 블랭크 중, 1매부

5: 핫 스탬프를 위한 가열로

6: 핫 스탬프를 위한 프레스 금형

7: 두정부

8: 두정부측의 굽힘부

9: 플랜지측의 굽힘부

10: 종벽부

11: 플랜지부

12: 중첩 핫 스탬프 성형체

13: Al계 도금 강판의 편측 표면

14: Al계 도금층

15: 모재 강판

16: Al계 도금층의 상층에 탄소계 흑색 피막을 갖는 Al계 도금 강판의 편측 표면

17: 탄소계 흑색 피막

18: Al-Fe계 합금 도금 강판의 편측 표면

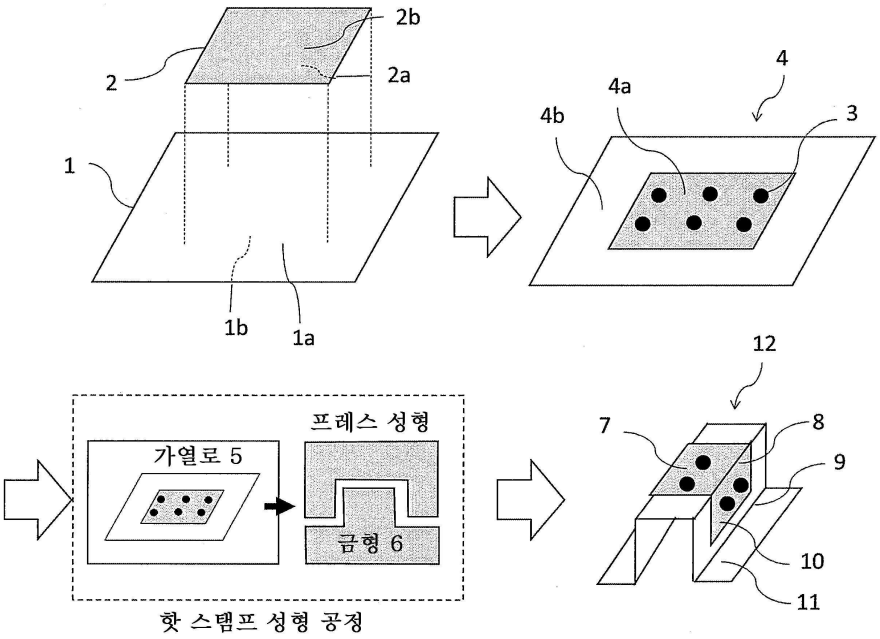
19: Al-Fe계 합금 도금층

20: 확산층

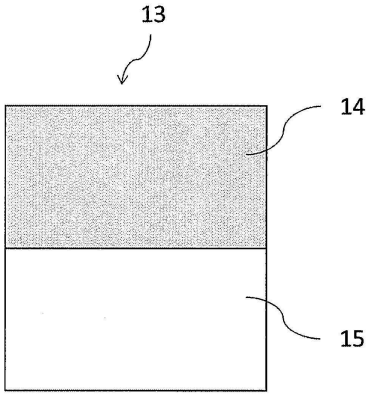
21: 모재 강판

도면

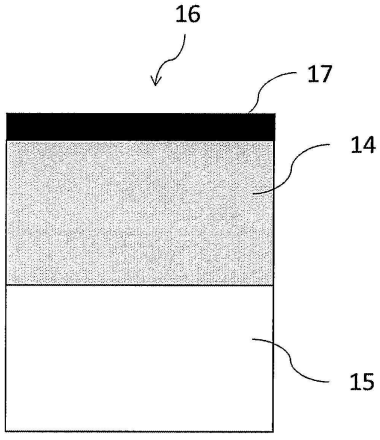
도면1



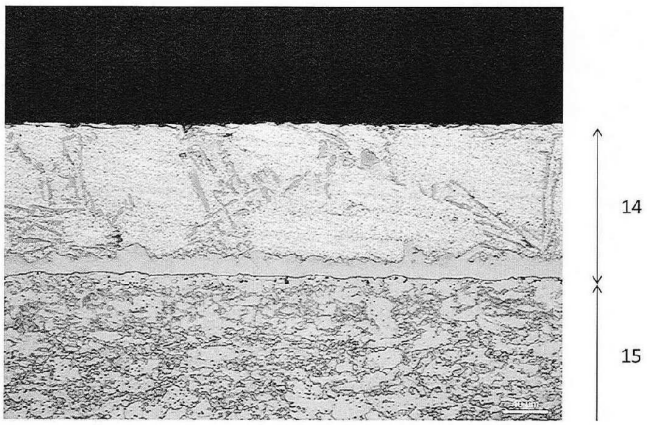
도면2



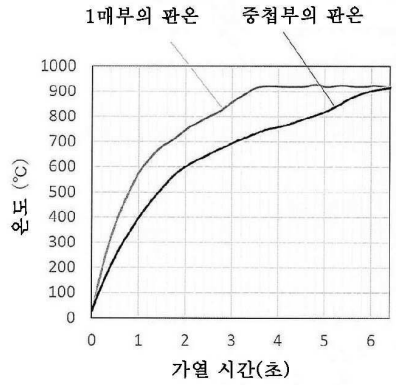
도면3



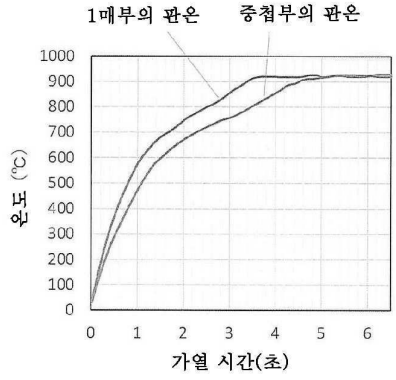
도면4


14
15

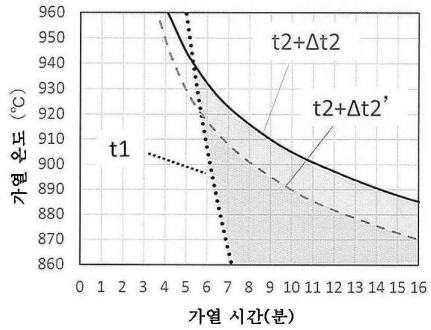
도면5


1매부의 판온
중첩부의 판온
온도 (℃)
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0 1 2 3 4 5 6
가열 시간(초)

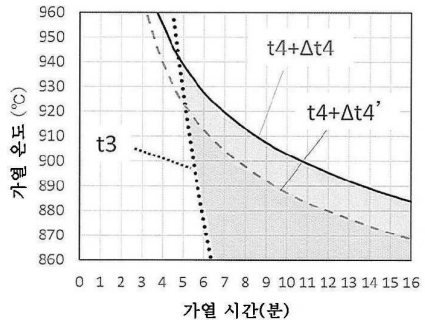
도면6


1매부의 판온
중첩부의 판온
온도 (℃)
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0 1 2 3 4 5 6
가열 시간(초)

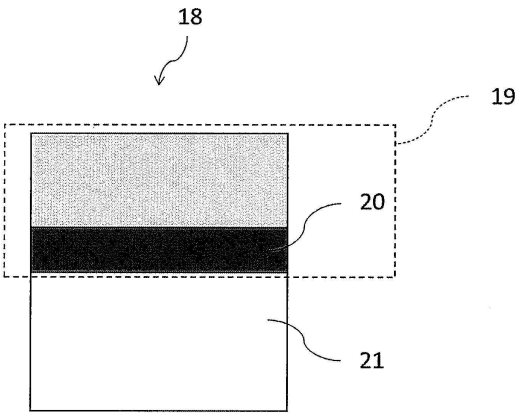
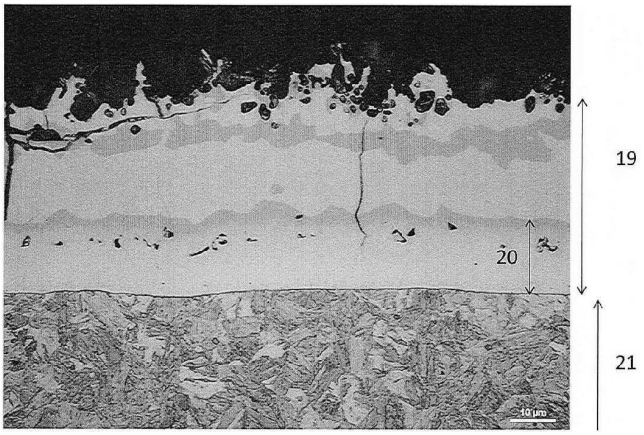
도면7



도면8



도면9



도면10