

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020년 6월 4일 (04.06.2020)

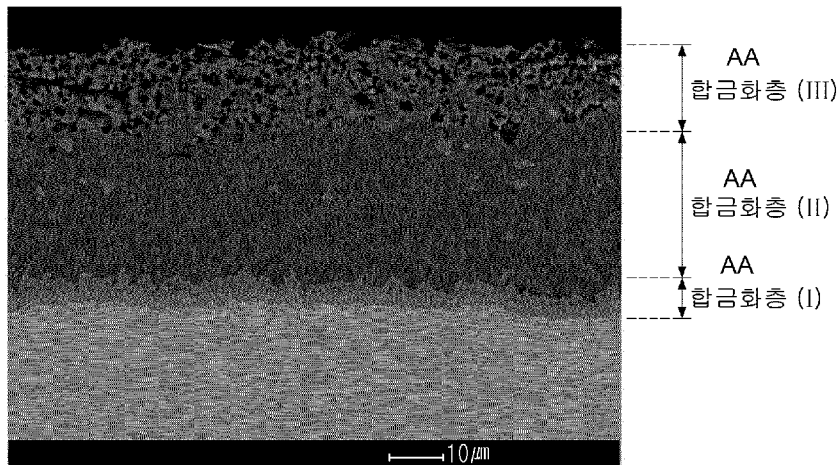


(10) 국제공개번호
WO 2020/111879 A1

- (51) 국제특허분류: C23C 2/28 (2006.01) C22C 38/06 (2006.01)
C23C 2/12 (2006.01) C22C 38/02 (2006.01)
C23C 2/40 (2006.01) C22C 30/00 (2006.01)
C22C 38/18 (2006.01) C21D 1/78 (2006.01)
C22C 38/14 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2019/016761
- (22) 국제출원일: 2019년 11월 29일 (29.11.2019)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2018-0152574 2018년 11월 30일 (30.11.2018)KR
10-2019-0156856 2019년 11월 29일 (29.11.2019)KR
- (71) 출원인: 주식회사 포스코 (POSCO) [KR/KR]; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동), Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 김성우 (KIM, Seong-Woo); 57807 전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소내, Jeollanam-do (KR). 오진근 (OH, Jin-Keun); 57807 전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소내, Jeollanam-do (KR). 김상현 (KIM, Sang-Heon); 57807 전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소내, Jeollanam-do (KR). 조열래 (CHO, Yeol-Rae); 37877 경상북도 포항시 남구 동해안로 6262 포항제철소내, Gyeongsangbuk-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 씨엔에스 (C&S PATENT AND LAW OFFICE); 06292 서울시 강남구 언주로30길 13, 대림아크로텔 7층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT,

(54) Title: STEEL SHEET PLATED WITH AL-FE ALLOY FOR HOT PRESS FORMING HAVING EXCELLENT CORROSION RESISTANCE AND HEAT RESISTANCE, HOT PRESS FORMED PART, AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 내식성 및 내열성이 우수한 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판, 열간 프레스 성형 부재 및 이들의 제조방법



AA ... Alloyed layer

(57) Abstract: The present invention provides a steel plate plated with an aluminum-iron alloy for hot press forming, the steel plate comprising a base steel sheet and an alloy plated layer formed on the base steel sheet, wherein the alloy plated layer comprises: an alloyed layer (I) formed on the base steel sheet and containing, by weight, Al: 5-30%; an alloyed layer (II) formed on the alloyed layer (I) and containing, by weight, Al: 30-60%; and an alloyed layer (III) formed on the alloyed layer (II) and containing, by weight, Al: 20-50%, wherein the alloy layer (II) has a FeAl(Si) alloy phase dispersed and distributed therein, the FeAl(Si) alloy phase comprising, by weight, Al: 20-50% and Si: 5-20%, and the number density of the FeAl(Si) alloy phase having a



WO 2020/111879 A1

AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

circle-equivalent diameter of $5\ \mu\text{m}$ or less is $10^3/\text{mm}^2$ or more.

(57) 요약서: 본 발명은 소지강판 및 상기 소지강판 상에 형성된 합금화 도금층을 포함하는 알루미늄-철 합금 도금 강판으로서, 상기 합금화 도금층은, 상기 소지강판 상에 형성되고, 중량%로 Al: 5~30% 을 포함하는 합금화 층(I); 상기 합금화 층(I) 상에 형성되고, 중량%로 Al: 30~60% 을 포함하는 합금화 층(II); 및 상기 합금화 층(II) 상에 형성되고, 중량%로 Al: 20~50% 을 포함하는 합금화 층(III)을 포함하고, 상기 합금화 층(II) 내부에 중량%로, Al: 20~50% 및 Si: 5~20% 를 포함하는 FeAl(Si) 합금상이 분산하여 분포하고 있고, 원상당 직경이 $5\ \mu\text{m}$ 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 $10^3/\text{mm}^2$ 이상인 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판을 제공한다.

명세서

발명의 명칭: 내식성 및 내열성이 우수한 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판, 열간 프레스 성형 부재 및 이들의 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 내식성 및 내열성이 우수한 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판, 이를 이용하여 제조된 열간 프레스 성형 부재 및 이들의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 석유 에너지 자원의 고갈과 환경에 관한 높은 관심으로 인하여 자동차의 연비 향상에 대한 규제는 날로 강력해지고 있다. 재료적인 측면에서 자동차의 연비를 향상시키기 위한 하나의 방법으로서 사용되는 강판의 두께를 감소시키는 것을 들 수 있으나, 두께를 감소시킬 경우 자동차의 안전성에 문제가 발생할 수 있으므로, 반드시 강판의 강도 향상이 뒷받침되어야 한다.
- [3] 이와 같은 이유로 고강도 강판에 대한 수요가 지속적으로 발생하였으며, 다양한 종류의 강판이 개발된 바 있다. 그런데 이들 강판은 그 자체로 높은 강도를 가지고 있기 때문에 가공성이 불량하다는 문제가 있다. 즉, 강판의 등급별로 강도와 연신율의 곱이 항상 일정한 값을 가지려는 경향을 가지고 있기 때문에, 강판의 강도가 높아질 경우에는 가공성의 지표가 되는 연신율이 감소하게 된다는 문제가 있었다.
- [4] 이러한 문제를 해결하기 위하여 열간 프레스 성형법이 제안된 바 있다. 열간 프레스 성형법은 강판을 가공하기 좋은 고온에서 가공한 후 이를 낮은 온도로 급냉함으로써 강판 내에 마르텐사이트 등의 저온 조직을 형성시켜, 최종 제품의 강도를 높이는 방법이다. 이와 같이 할 경우에는 높은 강도를 가지는 부재를 제조할 때 가공성의 문제를 최소화 할 수 있다는 장점이 있다.
- [5] 그런데 상기 열간 프레스 성형법에 의할 경우에는 강판을 고온으로 가열하기 때문에 강판 표면이 산화되고 따라서 프레스 성형 이후에 강판 표면의 산화물을 제거하는 과정이 추가되어야 한다는 문제가 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 특허문헌 1이 제안된 바 있다. 상기 특허문헌 1에서는 알루미늄 도금을 실시한 강판을 열간 프레스 성형 또는 상온 성형 후 가열하고 급냉하는 과정(간략히 '후 열처리')에 이용하고 있고, 알루미늄 도금층이 강판 표면에 존재하기 때문에 가열 시에 강판이 산화되지 않는다는 장점이 있다.
- [6] 그러나, 특허문헌 1과 같이 표면에 알루미늄 도금층이 존재하여 가열 시에 강판이 산화되지 않는다고 하더라도 가열 및 성형 후에 얻어지는 부재는 여전히 부식 환경에 노출되게 된다. 특히, 도금된 강판을 가열하는 과정에서 알루미늄 도금층으로 소지철이 확산하여 강판의 표면에는 경질의 Fe 및 Al의 합금층이 형성되는데, 상기 합금층의 경우에는 경질로서 취약하기 때문에 도금층에

크랙이 발생할 우려가 있고 그에 따라 소지강판이 부식환경에 노출되어 내식성이 저하되는 문제가 있다.

[7] (특허문헌 1) 미국 특허공보 제6,296,805호

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[8] 본 발명은 내식성 및 내열성이 우수한 열간 프레스 성형 부재를 제조할 수 있는 알루미늄-철 합금 도금 강판과, 이를 이용한 열간 프레스 성형 부재, 및 이들의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[9] 본 발명의 과제는 상술한 내용에 한정되지 아니한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 본 발명 명세서의 전반적인 사항으로부터 본 발명의 추가적인 과제를 이해하는데 아무런 어려움이 없을 것이다.

과제 해결 수단

[10] 본 발명의 일 측면은 소지강판 및 상기 소지강판 상에 형성된 합금화 도금층을 포함하는 알루미늄-철 합금 도금 강판으로서, 상기 합금화 도금층은, 상기 소지강판 상에 형성되고, 중량%로 Al: 5~30% 을 포함하는 합금화 층(I); 상기 합금화 층(I) 상에 형성되고, 중량%로 Al: 30~60% 을 포함하는 합금화 층(II); 및 상기 합금화 층(II) 상에 형성되고, 중량%로 Al: 20~50% 을 포함하는 합금화 층(III)을 포함하고, 상기 합금화 층(II) 내부에 중량%로, Al: 20~50% 및 Si: 5~20% 를 포함하는 FeAl(Si) 합금상이 분산하여 분포하고 있고, 원상당 직경이 $5\mu\text{m}$ 이하인 상기 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 10^3 개/ mm^2 이상인 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판이다.

[11] 상기 합금화 도금층은 상기 합금화 층(III) 상에 형성되고, 중량%로 Al: 30~60% 을 포함하는 합금화 층(IV)을 더 포함할 수 있다.

[12] 상기 소지강판은 중량%로, C : 0.04~0.5%, Si : 0.01~2%, Mn : 0.1~5%, P : 0.001~0.05%, S : 0.0001~0.02%, Al : 0.001~1%, N : 0.001~0.02%, 잔부 Fe 및 기타 불순물을 포함할 수 있다.

[13] 상기 소지강판은 중량%로, B : 0.001~0.01%, Cr : 0.01~1%, Ti : 0.001~0.2% 중 1종 이상을 더 포함할 수 있다.

[14] 본 발명의 다른 일 측면은 상술한 알루미늄-철 합금 도금 강판을 열간 프레스 성형하여 얻어진 열간 프레스 성형 부재로서, 상기 합금화 층(II) 내부에 중량%로, Al: 20~50% 및 Si: 5~20% 를 포함하는 FeAl(Si) 합금상이 분산하여 분포하고 있고, 원상당 직경이 $5\mu\text{m}$ 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 10^4 개/ mm^2 이상인 열간 프레스 성형 부재이다.

[15] 본 발명의 다른 일 측면은 소지강판 표면을 알루미늄 도금하고 권취하여 알루미늄 도금 강판을 얻는 단계; 알루미늄 도금 강판을 소둔하여 알루미늄-철 합금 도금 강판을 얻는 단계; 및 알루미늄-철 합금 도금 강판을 냉각하는 단계를

포함하는 알루미늄-철 합금 도금 강판의 제조방법으로서, 상기 알루미늄 도금량은 강판의 한쪽면 기준으로 30~200g/m²이고, 알루미늄 도금 후 250°C까지의 냉각속도를 20°C/초 이하로 하고, 권취 시 권취 장력을 0.5~5kg/mm²으로 하며, 상기 소둔은 상소둔 로에서 550~750°C의 가열 온도 범위에서 30분~50시간 실시되며, 상기 소둔 시 상온에서 상기 가열 온도까지 가열할 때, 평균 승온 속도를 10~100°C/h로 하되, 400~500°C 구간의 평균 승온 속도를 1~15°C/h로 하고, 상기 상소둔 로내 분위기 온도와 강판 온도간 차이를 5~80°C로 하는 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판의 제조방법이다.

- [16] 상기 소지강판은 중량 %로, C : 0.04~0.5%, Si : 0.01~2%, Mn : 0.1~5%, P : 0.001~0.05%, S : 0.0001~0.02%, Al : 0.001~1%, N : 0.001~0.02%, 잔부 Fe 및 기타 불순물을 포함할 수 있다.
- [17] 상기 소지강판은 중량%로, B : 0.001~0.01%, Cr : 0.01~1%, Ti : 0.001~0.2% 중 1종 이상을 더 포함할 수 있다.
- [18] 본 발명의 다른 일 측면은 상술한 제조방법에 의해 제조된 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판을 Ac3~950°C의 온도범위에서 1~15분간 열처리한 후 열간 프레스 성형하는 열간 프레스 성형 부재의 제조방법이다.

발명의 효과

- [19] 본 발명의 일 측면에 따른 알루미늄-철 합금 도금 강판에는 소지강판 상에 합금화 층 (I)~(III) 또는 합금화 층 (I)~(IV)으로 이루어지고 열간 성형을 위한 가열에도 용융되지 않는 합금화 도금층이 형성되어 있어 내열성이 우수한 효과가 있다.
- [20] 또한 본 발명의 일 측면에 따른 알루미늄-철 합금 도금 강판은 상기 합금화 층(II) 내에 미세한 FeAl(Si) 합금상이 분산하여 분포해 있음으로써, 경질의 합금화 층(II)에서 발생하는 균열 형성을 효과적으로 억제할 수 있어 우수한 내식성을 얻을 수 있는 효과가 있다.
- [21] 본 발명의 다양하면서도 유익한 장점과 효과는 상술한 내용에 한정되지 않으며, 본 발명의 구체적인 실시 형태를 설명하는 과정에서 보다 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [22] 도 1은 발명에 1에 의하여 제조된 알루미늄-철 합금 도금 강판의 도금층의 단면을 관찰한 주사전자현미경 사진이다.
- [23] 도 2는 합금화 층(III) 상에 합금화 층(IV)이 형성된 변형례로서 발명에 2에 의하여 제조된 알루미늄-철 합금 도금 강판의 도금층의 단면을 관찰한 주사전자현미경 사진이다.
- [24] 도 3은 비교예 1에 의하여 제조된 알루미늄-철 합금 도금 강판의 도금층의 단면을 관찰한 주사전자현미경 사진이다.
- [25] 도 4는 발명에 1에 의하여 제조된 알루미늄-철 합금 도금 강판에 대해 열간

- 프레스 성형을 실시한 후의 도금층의 단면을 관찰한 주사전자현미경 사진이다.
- [26] 도 5는 비교예 1에 의하여 제조된 알루미늄-철 합금 도금 강판에 대해 열간 프레스 성형을 실시한 후의 도금층의 단면을 관찰한 주사전자현미경 사진이다.
- [27] 도 6은 실시예에서 열간 성형후 도금층 특성 및 부재의 내식성 평가를 위해 사용한 금형의 단면도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [28] 이하 본 발명의 일 측면에 따른 알루미늄-철 합금 도금 강판에 대하여 자세히 설명한다. 본 발명에서 각 원소를 함량을 나타낼 때 특별히 달리 정하지 아니하는 한, 중량%를 의미한다는 것에 유의할 필요가 있다. 또한, 결정이나 조직의 비율은 특별히 달리 표현하지 아니하는 한 면적을 기준으로 한다.
- [29] [알루미늄-철 합금 도금 강판]
- [30] 본 발명의 일 측면에 따른 알루미늄-철 합금 도금 강판은 소지강판 및 상기 소지강판 상에 형성된 합금화 도금층을 포함하며, 상기 합금화 도금층은 소지상판 상에 형성되고 Al 함량이 5~30%인 합금화 층(I), 상기 합금화 층(I) 상에 형성되고 Al 함량이 30~60%인 합금화 층(II); 및 상기 합금화 층(II) 상에 형성되고 Al 함량이 20~50%인 합금화 층(III)을 포함한다. 또한 본 발명의 일 변형례로서 상기 합금화 층(III) 상에 상기 합금화 층(II)과 동일한 합금조성의 합금화 층(IV)을 더 포함할 수도 있다.
- [31] 한편, 본 발명의 일 측면에 따르면, 중량%로, 상기 합금화 층(I)은 Al: 5~30%를 포함할 수 있고, 상기 합금화 층(II)은 Al: 40~60%를 포함할 수 있고, 상기 합금화 층(III)은 Al: 20~40%를 포함할 수 있다.
- [32] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 중량%로, 상기 합금화 층(I)은 Al: 5~30%를 포함할 수 있고, 상기 합금화 층(II)은 Al: 45~60%를 포함할 수 있고, 상기 합금화 층(III)은 Al: 20~40%를 포함할 수 있다.
- [33] 소지강판에 알루미늄을 도금한 후 열처리를 실시하면, 소지강판의 Fe가 Al 함량이 높은 알루미늄 도금층으로 확산된다. 이때 도금층에서 Al과 Fe 간의 합금화가 이루어지며, Fe의 합금화 정도에 따라 합금화 층(I)~(III)으로 이루어진 층 구조가 형성되게 된다.
- [34] 또한 본 발명의 일 변형례로서 합금화 열처리의 조건에 따라 상기 합금화 층(III) 상에 합금화 층(IV)이 형성될 수 있다. 상기 합금화 층(IV)의 형성은 소지강판의 Fe와 도금층의 Al, Si의 합금화 거동에 영향을 받으며, 본 발명에서 알루미늄 도금 후 실시하는 상소둔 공정의 온도와 시간에 따라 형성 여부가 결정된다. 통상적으로 상소둔 시간이 짧은 열처리 조건에서 열처리하였을 경우 주로 형성될 수 있으며, 실질적으로 합금화 층(II)와 합금조성 범위 등의 구성이 동일하다. 상기 합금화 층(IV)이 형성되는 이유는 정확히 밝혀진 바는 없으나, 상기 합금화 층(II)와 합금화 층(IV)은 Si의 고용도가 거의 없는 상으로서, 합금화 중 도금층 내에 존재하는 Si의 경우 AlFe(Si)상인 합금화 층(III)으로 이동하게

되고, 주위에 Si 고용도가 없는 합금화 층(II)와 합금화 층(IV)가 형성되는 것으로 생각된다. 이때 상소둔 시간이 충분하면 지속적인 합금화 반응으로 상대적으로 합금화 층(III)이 표층 방향으로 성장하여 합금화 층(IV)가 존재하지 않는 형태로 나타나는 것으로 생각된다.

- [35] 한편 본 발명의 일 측면에 따른 알루미늄-철 합금 도금 강판은 상기 합금화 층(II)내에 중량%로, Al: 20~50% 및 Si: 5~20% 를 포함하는 미세한 FeAl(Si)합금상이 분산하여 분포하고 있다. 상기 FeAl(Si) 합금상은 본 발명의 알루미늄-철 합금 도금 강판의 제조과정에서 형성될 수 있는 Al-Fe-Si 화합물로서, 열처리 조건과 각 성분의 구성비에 따라 매우 다양한 상이 형성될 수 있을 뿐만 아니라, 형성되는 위치도 달라지게 된다. 또한, FeAl(Si) 합금상은 상기 합금화 층(II)과 비교하여 경도가 낮은 연질의 특성을 가지고 있다.
- [36] 또한 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 FeAl(Si) 합금상에 있어서, Al 함량은 22~35%일 수 있고, Si 함량은 5~16%일 수 있다.
- [37] 또한 본 발명은 합금화 층(II) 내에서 원상당 직경이 $5\mu\text{m}$ 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 10^3 개/ mm^2 이상인 것을 특징으로 한다. 한편, 보다 바람직하게는 상기 합금화 층(II) 내에서 원상당 직경이 $5\mu\text{m}$ 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 5×10^3 개/ mm^2 이상일 수 있고, 보다 바람직하게는 10^4 개/ mm^2 이상일 수 있다.
- [38] 여기서, 상기 FeAl(Si) 합금상의 원상당 직경은 도금층에 수직인 단면 관찰 시 입자의 면적과 동일 면적을 가지는 원의 직경을 의미하며, 상기 원상당 직경은 도금층에 수직인 단면에서의 주사전자현미경 관찰을 통하여 쉽게 측정할 수 있다. 일반적으로 열간성형을 위한 가열 시 도금층과 소지철의 합금화 반응에 의해서 합금화 층(II) 내에 존재하는 FeAl(Si) 합금상의 수와 분율은 증가하나, 열간 성형 전 도금 강판에서의 FeAl(Si) 합금상의 수밀도는 열간성형 시 형성되는 FeAl(Si) 합금상의 분포 및 수밀도에 중요한 역할을 한다. 또한, 합금화 도금층의 주요 구성상인 합금화 층(II)의 경우, 경도가 높아 성형 중 곡률부와 같은 형상이 복잡한 부위에서 합금화 도금층에 균열이 쉽게 발생하게 되는데, 상대적으로 연성을 가지는 FeAl(Si) 합금상이 일정량 이상 분산 분포하게 되면 이러한 합금화 도금층의 균열을 효과적으로 억제할 수 있어, 곡률부에서 도금층 균열에 의한 내식성 열위를 방지할 수 있다.
- [39] 경질의 합금화 층(II) 내에 FeAl(Si) 합금상의 수밀도를 일정량 이상으로 제어하는 것이 중요하며, 원상당 직경이 $5\mu\text{m}$ 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 10^3 개/ mm^2 미만이 되면 FeAl(Si) 합금상의 분산분포에 의한 곡률부 도금층 균열을 억제하는 효과가 부족하여 곡률부에서의 내식성이 나빠질 수 있다. 따라서 본 발명에서 원상당 직경이 $5\mu\text{m}$ 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도는 10^3 개/ mm^2 이상으로 제한할 수 있다. 상기 FeAl(Si) 합금상의 수밀도는 높을수록 바람직하므로 그 상한은 별도로 한정하지 않을 수 있으나, 비제한적인 일 구현례로서 10^8 개/ mm^2 이하로 할 수 있다. 상기 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 10^8

개/mm²를 초과하게 되면, 도금층내 연질상의 분율이 높아져 도금층의 내스크래치성이 떨어질 가능성이 있기 때문이다.

- [40] 본 발명의 일 변형례에 따라 합금화 층(III) 상에 합금화 층(IV)이 형성되는 경우, 상기 합금화 층(IV) 내에 FeAl(Si) 합금상이 포함될 수도 있다. 다만 만일 상기 합금화 층(IV)이 너무 얇게 형성된 경우에는 FeAl(Si) 합금상이 형성될 공간이 부족하여 포함되지 않을 수도 있다.
- [41] 한편 본 발명의 소지장관은 열간 프레스 성형용 강판으로서, 열간 프레스 성형에 사용된다면 그 조성을 특별히 제한하지 않는다. 다만, 본 발명의 일 측면에 따를 경우 중량%로 C : 0.04~0.5%, Si : 0.01~2%, Mn : 0.1~5%, P : 0.001~0.05%, S : 0.0001~0.02%, Al : 0.001~1%, N : 0.001~0.02%, 잔부 Fe 및 기타 불순물을 포함한다. 이하 각 성분계에 대해 상세히 설명한다.
- [42] C : 0.04~0.5%
- [43] 상기 C는 열처리 부재의 강도를 향상시키기 위해 필수적인 원소로서 적정한 양으로 첨가될 수 있다. 즉, 열처리 부재의 강도를 충분하기 확보하기 위해서 상기 C는 0.04% 이상 첨가될 수 있다. 바람직하게는 상기 C 함량의 하한은 0.1% 이상일 수 있다. 다만, 그 함량이 너무 높으면 냉연재를 생산하는 경우 열연재를 냉간압연할 때 열연재 강도가 너무 높아 냉간압연성이 크게 열위하게 될 뿐만 아니라, 점용접성을 크게 저하시키기 때문에, 충분한 냉간압연성과 점용접성을 확보하기 위해 0.5% 이하로 첨가될 수 있다. 또한, 상기 C 함량은 0.45% 이하일 수 있으며, 보다 바람직하게는 0.4% 이하로 그 함량을 제한할 수도 있다.
- [44] Si : 0.01~2%
- [45] 상기 Si는 제강에서 탈산제로 첨가되어야 할 뿐만 아니라, 열간 프레스 성형 부재의 강도에 가장 크게 영향을 미치는 탄화물 생성을 억제하는 역할을 한다. 본 발명에서는 열간 프레스 성형에 있어서 마르텐사이트 생성 후 마르텐사이트 라스(lath) 입계로 탄소를 농화시켜 잔류오스테나이트를 확보하기 위하여 0.01% 이상의 함량으로 첨가될 수 있다. 또한, 압연 후 강판에 알루미늄 도금을 행할 때 충분한 도금성을 확보하기 위해서 상기 Si 함량의 상한을 2%로 정할 수 있다. 바람직하게는 상기 Si 함량을 1.5% 이하로 제한할 수도 있다.
- [46] Mn : 0.1~5%
- [47] 상기 Mn은 고용강화 효과를 확보할 수 있을 뿐만 아니라 열간 프레스 성형 부재에 있어서 마르텐사이트를 확보하기 위한 임계냉각속도를 낮추기 위하여 0.1% 이상의 함량으로 첨가될 수 있다. 또한, 강판의 강도를 적절하게 유지함으로써 열간 프레스 성형 공정 작업성을 확보하고, 제조원가를 절감하며, 점용접성을 향상시킨다는 점에서 상기 Mn 함량은 5% 이하로 제한할 수 있다.
- [48] P : 0.001~0.05%
- [49] 상기 P는 강 내에 불순물로서 존재하며, 가급적 그 함량이 적을수록 유리하다. 따라서, 본 발명에서 P 함량을 0.05% 이하로 제한할 수 있으며, 바람직하게는

0.03% 이하로 제한될 수도 있다. P는 적으면 적을수록 유리한 불순물 원소이기 때문에 그 함량의 상한을 특별히 정할 필요는 없다. 다만, P 함량을 과도하게 낮추기 위해서는 제조비용이 상승할 우려가 있으므로, 이를 고려할 경우에는 그 하한을 0.001%로 할 수 있다.

[50] S : 0.0001~0.02%

[51] 상기 S는 강 중에 불순물로서, 부재의 연성, 충격특성 및 용접성을 저해하는 원소이기 때문에 최대함량을 0.02%로 제한하며, 바람직하게는 0.01% 이하로 제한할 수 있다. 또한 그 최소함량이 0.0001% 미만에서는 제조비용이 상승될 수 있으므로, 그 함량의 하한을 0.0001%로 할 수 있다.

[52] Al : 0.001~1%

[53] 상기 Al은 Si과 더불어 제강에서 탈산 작용을 하여 강의 청정도를 높일 수 있으며, 상기 효과를 얻기 위해 0.001% 이상의 함량으로 첨가될 수 있다. 또한, Ac₃ 온도가 너무 높아지지 않도록 하여 열간 프레스 성형시 필요한 가열을 적절한 온도범위에서 할 수 있도록 하기 위하여 상기 Al의 함량은 1% 이하로 제한할 수 있다.

[54] N : 0.001~0.02%

[55] 상기 N은 강 중에 불순물로 포함되는 원소로서, 슬라브 연속주조 시에 크랙 발생에 대한 민감도를 감소시키고, 충격특성을 확보하기 위해서는 그 함량이 낮을수록 유리하며, 따라서 0.02% 이하로 포함할 수 있다. 하한을 특별히 정할 필요가 있으나, 제조비용의 상승 등을 고려하면 N 함량을 0.001% 이상으로 정할 수도 있다.

[56] 본 발명의 일 측면에 따른 알루미늄-철 합금 도금 강판은 상술한 합금조성이외에 추가로, B : 0.001~0.01%, Cr : 0.01~1%, Ti : 0.001~0.2% 중 1종 이상을 더 포함할 수 있다.

[57] B : 0.001~0.01%

[58] 상기 B는 소량의 첨가로도 경화능을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 구오스테나이트 결정립계에 편석되어 P 및/또는 S의 입계 편석에 의한 열간 프레스 성형 부재의 취성을 억제할 수 있는 원소이다. 따라서 B는 0.0001% 이상 첨가될 수 있다. 다만, 0.01%를 초과하면 그 효과가 포화될 뿐만 아니라, 열간압연에서 취성을 초래하므로 그 상한을 0.01%로 할 수 있으며, 바람직하게는 상기 B 함량을 0.005% 이하로 할 수 있다.

[59] Cr : 0.01~1%

[60] 상기 Cr은 Mn과 유사하게 고용강화 효과와 열간성형 시의 경화능을 향상시키기 위하여 첨가하는 원소로서, 상기 효과를 얻기 위해 0.01% 이상 첨가할 수 있다. 다만, 부재의 용접성을 확보하기 위해서 그 함량을 1% 이하로 제한할 수 있으며, 또한 1%를 초과하면 첨가량 대비 경화능 향상 효과도 미약하기 때문에 원가 측면에서도 불리하다.

[61] Ti : 0.001~0.2%

- [62] 상기 Ti는 미세 석출물 형성으로 열처리 부재의 강도 상승과 결정립 미세화에 따른 부재의 충돌성능 향상에 효과가 있을 뿐만 아니라, B이 첨가되는 경우에는 N와 우선 반영하여 B의 첨가 효과를 극대화 시키는 효과가 있다. 상기 효과를 얻기 위해 Ti는 0.001% 이상 첨가할 수 있다. 다만, Ti 함량이 증가함에 따라 야기되는 조대한 TiN 형성은 부재의 충돌성능을 열위하게 하기 때문에 그 함량을 0.2% 이하로 제한할 수 있다.
- [63] 상술한 성분 이외의 잔부로서는 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 들 수 있으며, 또한 열간 프레스 성형용 강판에 포함될 수 있는 성분이라면 특별히 추가적인 첨가를 제한하지 않는다.
- [64] 통상의 알루미늄 도금 열간성형용 강판은 알루미늄 도금층의 용점이 열간성형을 위한 가열온도보다 낮아 내열성이 부족하며, 이로 인하여 열간성형을 위해 가열 중 도금층이 용융되어 가열로 내 톨을 오염시키거나, 급속가열이 불가능한 단점이 있다. 하지만 본 발명에 따라 제조된 열간 프레스 성형용 강판의 경우 알루미늄-철 합금화 도금층을 가지며, 상기 합금화 도금층의 용점은 약 1160°C 이상으로서 열간성형을 위한 가열온도 보다 높기 때문에 우수한 내열성을 나타낼 수 있다.
- [65] 상술한 합금조성 및 층 구조를 가지는 합금화 도금층 및 소지강판으로 이루어진 알루미늄-철 합금 도금 강판을 Ac3~950°C의 온도범위, 1~15분의 열처리 후 열간 프레스 성형하여 열간 프레스 성형 부재를 제조할 수 있다.
- [66] 구체적으로, 본 발명의 다른 일 측면은 상술한 알루미늄-철 합금 도금 강판을 열간 프레스 성형하여 얻어진 열간 프레스 성형 부재로서, 상기 합금화 층(II) 내부에 중량%로, Al: 20~50% 및 Si: 5~20%를 포함하는 FeAl(Si) 합금상이 분산하여 분포하고 있고, 원상당 직경이 5 μ m 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 10⁴개/mm² 이상인 열간 프레스 성형 부재이다.
- [67] 즉, 본 발명에 따른 알루미늄-철 합금 도금 강판을 열간 프레스 성형하여 제조한 열간 프레스 성형 부재는 원상당 직경이 5 μ m 이하이고 연질인 FeAl(Si) 합금상이 경질의 합금화 층(II) 내에 10⁴개/mm² 이상의 수밀도로 분산 분포하여 열간 성형시 곡률부와 같은 형상이 복잡한 부위에서 도금층 내 균열 형성을 억제함으로써 내식성이 향상될 수 있다.
- [68] 한편, 상기 열간 프레스 성형 부재에 있어서, 상기 원상당 직경이 5 μ m 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도는 바람직하게는 2 \times 10⁴개/mm² 이상, 보다 바람직하게는 3 \times 10⁴개/mm² 이상일 수 있다.
- [69] 또한, 열간 프레스 성형 부재에서의 상기 FeAl(Si) 합금상의 수밀도는 높을수록 바람직하므로 그 상한은 별도로 한정하지 않을 수 있으나, 비제한적인 일 구현례로서 10⁹개/mm² 이하로 할 수 있다. 성형 부재에서 상기 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 10⁹개/mm²를 초과하게 되면, 도금층의 경도 하락으로 인해 내치핑성이 떨어질 가능성이 있다.
- [70] 또한, 특별히 한정하는 것은 아니나, 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 FeAl(Si)

합금상에 있어서, Al 함량은 22~35%일 수 있고, Si 함량은 5~16%일 수 있다.

[71]

[72] 이하, 본 발명의 다른 일 측면에 따른 알루미늄-철 합금 도금 강판의 제조방법에 대해 자세히 설명한다. 다만, 하기의 열간 프레스 성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판의 제조방법은 일 예시일 뿐이며, 본 발명의 열간 프레스 성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판이 반드시 본 제조방법에 의해 제조되어야 한다는 것은 아니며, 어떠한 제조방법이라도 본 발명의 청구범위를 충족하는 방법이라면 본 발명의 각 구현례를 구현하는데 아무런 문제가 없다는 것에 유의할 필요가 있다.

[73] [알루미늄-철 합금 도금 강판의 제조방법]

[74] 본 발명의 알루미늄-철 합금 도금 강판은 열간 압연 또는 냉간 압연된 소지강판을 준비하고, 상기 소지강판의 표면에 용융 알루미늄 도금을 실시한 후, 도금 강판에 합금화를 위한 소둔 처리를 함으로써 얻을 수 있다.

[75] 알루미늄 도금 공정

[76] 상술한 합금조성을 가지는 소지강판을 준비하고, 상기 소지강판의 표면에 적절한 조건으로 알루미늄 도금하고, 이를 권취하여 알루미늄 도금 강판(코일)을 얻는 과정이 수행된다.

[77] 먼저 압연된 강판의 표면에 편면기준 30~200g/m²의 도금량으로 알루미늄 도금 처리를 할 수 있다. 알루미늄 도금은 통상 type I 이라고 명명되는 AlSi 도금(80% 이상의 Al과 5~20%의 Si를 포함, 필요에 따라 추가적인 원소도 포함 가능)이나, type II라고 명명되는 Al을 90% 이상 포함하고 필요에 따라 추가적인 원소를 포함하는 도금 모두 사용할 수 있다. 도금층을 형성하기 위해 용융 알루미늄 도금을 행할 수 있으며, 도금 전에 강판에 대한 소둔 처리를 실시할 수도 있다. 도금 시 적절한 도금량은 한쪽면 기준으로 30~200g/m²이다. 도금량이 너무 많을 경우에는 표면까지 합금화하는데 시간이 과다하게 소요될 수 있으며, 반대로 도금량이 너무 적을 경우에는 충분한 내식성을 얻기 어렵다.

[78] 다음으로 알루미늄 도금 후 250°C까지의 냉각속도를 20°C/초 이하로 하여 냉각할 수 있다. 알루미늄 도금 후 냉각속도는 도금층과 소지철 사이에 확산 억제층 형성에 영향을 주며, 알루미늄 도금 후 냉각속도가 너무 빠르면, 확산 억제층이 균일하게 형성되지 못하여 이후 행해지는 소둔 처리 시 코일의 합금화 거동이 불균일해 질 수 있다. 따라서, 알루미늄 도금 후 250°C까지의 냉각속도는 20°C/초 이하로 할 수 있다.

[79] 도금 후 강판을 권취하여 코일을 얻을 때, 코일의 권취 장력을 0.5~5 kg/mm²로 조절할 수 있다. 코일의 권취 장력의 조절에 따라 이후 행해지는 소둔 처리 시 코일의 합금화 거동과 표면 품질이 달라질 수 있다.

[80] 소둔 공정

[81] 알루미늄 도금된 강판에 대하여 다음과 같은 조건으로 소둔 처리를 실시하여 알루미늄-철 합금 도금 강판을 얻을 수 있다.

- [82] 알루미늄 도금 강판(코일)은 상소둔로(BAF, Batch annealing furnace)에서 가열된다. 강판을 가열할 때, 열처리 목표 온도와 유지 시간은 강판 온도를 기준으로 550~750°C인 범위 내(본 발명에서는 이 온도 범위에서 소재가 도달하는 최고 온도를 가열 온도라고 함)에서 30분~50시간 유지하는 것이 바람직하다. 한편, 보다 바람직하게는 상기 열처리 목표 온도는 600~750°C의 범위일 수 있고, 상기 유지 시간은 30분~10시간일 수 있다.
- [83] 여기서 유지시간이라 함은 코일온도가 목표 온도에 도달한 후 냉각개시까지의 시간이다. 합금화가 충분하게 이루어지지 않을 경우에는 롤 레벨링 시 도금층이 박리될 수 있으므로 충분한 합금화를 위해서 가열 온도를 550°C 이상으로 할 수 있다. 또한, 표층에 산화물이 과다하게 생성되는 것을 방지하고 점 용접성을 확보하기 위해서 상기 가열 온도는 750°C 이하로 할 수 있다. 또한, 도금층을 충분하게 확보하는 동시에 생산성의 저하를 방지하기 위하여 상기 유지 시간은 30분~50시간으로 정할 수 있다. 경우에 따라서는 강판의 온도는 가열 온도에 도달할 때까지 냉각 과정 없이 온도가 계속 상승하는 형태의 가열 패턴을 가질 수도 있고, 목표온도 이하의 온도에서 일정시간 유지 후 승온하는 형태의 가열 패턴을 적용할 수도 있다.
- [84] 상술한 가열 온도로 강판을 가열할 때, 충분한 생산성을 확보하고 전 강판(코일)에서 도금층을 균일하게 합금화시키기 위해서는 전체 온도 구간(상온부터 가열 온도까지의 구간)에 대한 강판(코일) 온도 기준으로 평균 승온 속도가 10~100°C/h로 되도록 할 수 있다. 한편, 상기 평균 승온 속도는 보다 바람직하게는 10~50°C/h일 수 있고, 가장 바람직하게는 10~30°C/h일 수 있다. 전체적인 평균 승온 속도는 위와 같은 수치 범위에서 제어할 수 있지만, 본 발명의 일 구현례에서는 압연 시 혼입된 압연유가 기화되는 상기 온도구간에서 압연유가 잔존하여 표면 얼룩 등을 야기하는 것을 방지하면서 충분한 생산성을 확보하기 위하여 승온 시 400~500°C 구간의 평균 승온 속도를 1~15°C/h로 하여 가열할 수 있다. 한편, 상기 승온 시 400~500°C 구간의 평균 승온 속도는 보다 바람직하게는 2~10°C/h일 수 있다.
- [85] 상소둔로 내 분위기 온도와 강판 온도간 차이를 5~80°C로 할 수 있다. 한편, 상기 상소둔로 내 분위기 온도와 강판 온도간 차이는 보다 바람직하게는 5~50°C일 수 있고, 가장 바람직하게는 5~30°C일 수 있다.
- [86] 일반적인 상소둔로의 가열은 강판(코일)을 직접 가열하는 방식보다는 소둔로 내 분위기 온도 상승을 통하여 강판(코일)을 가열하는 방식을 취한다. 이런 경우에 분위기 온도와 코일 온도 간의 차이는 피할 수 없으나, 강판 내 위치별 재질 및 도금 품질 편차를 최소화 하기 위해서는 열처리 목표 온도 도달시점을 기준으로 분위기 온도와 강판 온도간 차이를 80°C 이하로 할 수 있다. 온도차이는 가능한 작게 하는 것이 이상적이거나 이는 승온속도를 느리게 하여 전체 평균 승온 속도 조건을 충족하기 어려울 수도 있으므로 이를 고려한다면 5°C 이상으로 할 수 있다. 여기서, 강판의 온도는 장입된 강판(코일) 바닥부(코일 중에서 가장

낮은 부분을 의미한다)의 온도를 측정된 것을 의미하며, 분위기 온도는 가열로의 내부 공간의 중심에서 측정된 온도를 의미한다.

[87] 열간 프레스 성형 공정

[88] 상술한 제조방법에 의해 제조된 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판에 대해 열간 프레스 성형을 행하여 열간 프레스 성형 부재를 제조할 수 있다. 이때, 열간 프레스 성형은 당해 기술분야에 일반적으로 이용되는 방법을 이용할 수 있으며, 비제한적인 일 구현례로서 Ac3~950°C의 온도범위에서 1~15분간 열처리한 후 열간 프레스 성형할 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

[89] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명하고자 한다. 다만, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하여 보다 상세하게 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위를 한정하기 위한 것이 아니라는 점에 유의할 필요가 있다. 본 발명의 권리범위는 특허청구범위에 기재된 사항과 이로부터 합리적으로 유추되는 사항에 의해 결정되는 것이기 때문이다.

[90]

[91] (실시예)

[92] 먼저 소지강판으로 하기 표 1의 조성을 가지는 열간 프레스 성형용 냉간압연 강판을 준비하고, 강판의 표면에 Al-9%Si-2.5%Fe 조성을 가지는 type I 도금욕으로 강판 표면을 도금하였다. 도금 시 도금량은 한쪽 면당 70g/m²으로 조절하였고, 알루미늄 도금 후 250°C까지의 냉각속도를 12°C/초로 냉각한 후, 권취장력을 2.2kg/mm²으로 조절하여 권취하였다. 이 상태의 도금 강판을 비교예 1로 하였으며, 비교예 1의 도금층 단면을 주사전자현미경으로 관찰한 사진을 도 3에 나타내었다. 또한 비교예 1의 도금층의 용점은 약 660°C 내외로 측정되었다.

[93] [표1]

원소	C	Si	Mn	Al	P	S	N	Cr	Ti	B	Ac3
함량(%)	0.22	0.18	1.17	0.03	0.008	0.0013	0.0045	0.17	0.028	0.0025	825°C

[94] 이후 도금된 강판을 상소둔로에서 다음과 같은 조건으로 650°C까지 가열하였다.

[95] - 650°C까지의 전체 평균 승온 속도: 18°C/h

[96] - 400~500°C 온도 구간의 평균 승온 속도: 10°C/h

[97] - 가열 온도에서 분위기와 강판 사이의 온도 차이: 20°C

[98] 가열 후 동일한 온도에서 10시간 유지하였으며, 이후 강판을 공냉하여 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판을 얻었으며, 이를 발명에 1로 하였다. 그리고 상기 합금 도금 강판의 단면을 주사전자현미경으로 관찰(도 1 참조)하여

도금층 구조와 합금화 층(II) 내 원상당 직경이 5 μ m 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도를 확인하고, 이를 표 3에 나타내었다. 또한 발명에 1의 합금화 층(II)의 용점을 측정하였으며, 약 1160°C의 용점을 가지는 것으로 확인되었다.

[99] 한편 소지강판으로 하기 표 2의 조성을 가지는 열간 프레스 성형용 냉간압연 강판을 준비하고, 강판의 표면에 Al-8%Si-1.5%Fe 조성을 가지는 type I 도금욕으로 강판을 표면을 도금하였다. 도금 시 도금량은 한쪽 면당 60g/m²으로 조절하였고, 알루미늄 도금 후 250°C까지의 냉각속도를 7.5°C/초로 냉각한 후, 권취장력을 3.5kg/mm²으로 조절하여 권취하였다. 이 상태의 도금 강판을 비교예 2로 하였다.

[100] [표2]

원소	C	Si	Mn	Al	P	S	N	Cr	Ti	B	Ac3
합량(%)	0.24	0.25	1.55	0.02	0.01	0.0024	0.009	0.2	0.04	0.003	821°C

[101] 이후 도금된 강판을 상소둔로에서 다음과 같은 조건으로 670°C까지 가열하였다.

[102] - 670°C까지의 전체 평균 승온 속도: 12°C/h

[103] - 400~500°C 온도 구간의 평균 승온 속도: 5°C/h

[104] - 가열 온도에서 분위기와 강판 사이의 온도 차이: 15°C

[105] 가열 후 동일한 온도에서 1시간 유지하였으며, 이후 강판을 공냉하여 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판을 얻었으며, 이를 발명에 2로 하였다. 그리고 상기 합금 도금 강판의 단면을 주사전자현미경으로 관찰(도 2 참조)하여 도금층 구조와 합금화 층(II) 내 원상당 직경이 5 μ m 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도를 확인하고, 이를 표 3에 나타내었다.

[106] [표3]

구분	합금화 도금층 Al 함량 (wt.%)				합금화 층(II) 내 원상당 직경이 5 μ m 이하인 FeAl(Si) 합금상 수밀도(개/mm ²)
	합금화층(I)	합금화층(II)	합금화층(III)	합금화층(IV)	
발명예 1	26.9	57.3	37.2	-	1.65×10 ⁴
발명예 2	29.0	55.5	31.8	46.9	3.73×10 ⁴

[107] 또한, 상기 비교예 1, 2의 도금 강판의 단면을 주사전자현미경으로 관찰하여 도금층 구조를 확인하고, 각 도금층에서의 Al 함량을 측정하여 이를 하기 표 4에 나타내었다.

[108] [표4]

구분	Al 함량 (wt.%)	
	합금화층	Al층
비교예1	56.2	97.6
비교예2	58.7	96.8

[109] 상기 표 3, 4에서와 같이, 본 발명에 의한 발명예 1, 2의 경우, 도 2에 나타낸 바와 같이, 소지강판 상에, 합금화층(I),(II),(III)이 순차로 형성되어 있었다. 반면, 비교예 1, 2의 경우, 도 3에 나타낸 바와 같이, 소지 강판 상에, Fe 및 Al으로 이루어지는 합금화층이 형성되고, 상기 합금화층 상에 Al을 95% 이상 함유하는 알루미늄층이 형성됨을 확인하였다.

[110] 따라서, 비교예 1, 2에 해당하는 도금 강판의 경우, 본 발명의 합금화층 (I) 상에 형성되는 합금화층(II)에 대응되는 층이 없었고, 따라서 합금화 층(II) 내 원상당 직경이 5 μ m 이하인 FeAl(Si) 합금상 수밀도 역시 측정할 수 없었다.

[111] 이러한 발명예 1, 2와 비교예 1, 2에 따라 얻어진 도금 강판의 내열성을 평가하기 위하여 900°C의 온도에서 열처리를 행하였다. 상기 발명예 1, 2의 경우, 합금화 도금층의 용점이 900°C보다 높기 때문에 용융이 일어나지 않아 내열성이 우수한 것이었다. 반면, 비교예 1, 2의 경우에는 Al층의 용점이 900°C보다 낮아 용융되어 내열성이 열위함을 확인하였다.

[112] 한편, 상기 발명예 1, 2의 합금 도금 강판 및 비교예 1, 2의 도금 강판을 900°C에서 6분간 가열한 후, 도 6의 금형으로 열간 프레스 성형을 실시하여 열간 프레스 성형 부재를 얻었다.

[113] 얻어진 부재의 일부를 채취하여 단면을 주사전자현미경으로 관찰하였으며, 부재의 합금화 층(II)에서의 원상당 직경이 5 μ m 이하인 FeAl(Si) 합금상의 크기 및 수밀도를 측정하였고, 이를 표 5에 나타내었다.

[114] 한편, 발명예 1의 도금 강판을 열간 프레스 성형한 후의 도금층의 단면을 관찰한 주사전자현미경 사진을 도 4에 나타내었고, 발명예 1에 따른 열간 프레스 성형 부재는 소지강판 상에 합금화층(I),(II),(III)이 순차로 형성됨을 확인하였다.

[115] 또한, 비교예 1의 도금 강판을 열간 프레스 성형한 후의 도금층의 단면을 관찰한 주사전자현미경 사진을 도 5에 나타내었고, 비교예 1에 따른 열간 프레스 성형 부재는 소지강판 상에, 3개의 합금화층이 순차로 형성되어 있었다.

[116] 이 때, 내식성 평가를 위해 상기 부재를 CCT 26 cycle 후 단위 면적당 무게 감량을 측정하였고, 단위 면적당 무게 감량이 10mg/cm² 이상이면 열위한 것으로 판단하였다.

[117] 또한, 내열성 평가를 위해 열간 프레스 성형 시에 합금화 도금층의 용융 유무를 관찰하였고, 합금화 도금층이 용융되는 것을 열위한 것으로 판단하였다.

[118] [표5]

구분	합금화 층(II) 내 FeAl(Si) 합금상			단위면적당 무게감량(mg/cm ²)	내식성	내열성
	Al (wt%)	Si(wt%)	원상당 직경이 5 μ m 이하인 FeAl(Si) 합금상 수밀도 (개/mm ²)			
발명예 1	25.8	9.8	4.16 \times 10 ⁴	4.47	양호	양호
발명예 2	23.2	8.8	7.07 \times 10 ⁴	5.89	양호	양호
비교예 1	28.1	11.7	9.8 \times 10 ³	12.38	불량	불량
비교예 2	35.5	13.8	6.4 \times 10 ³	15.01	불량	불량

[119] 상기 표 5 에서 볼 수 있는 바와 같이, 발명예 1 및 2 에 따른 알루미늄-철 합금 도금 강판을 이용하여 제조한 열간 프레스 성형 부재는 양호한 내식성을 나타내고 있으나, 비교예 1 및 2 의 경우 단위 면적당 무게 감량이 10mg/cm² 이상으로서 내식성이 불량한 것을 확인할 수 있었다.

[120] 또한 발명예 1 및 2 의 경우 합금화 도금층의 용점이 열간 프레스 성형을 위한 가열온도보다 높았기 때문에, 최종 제조된 열간 프레스 성형 부재 내에서 합금화 도금층이 용융되지 않아 우수한 내열성을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

[121] 반면, 비교예 1 및 2 의 경우 합금화 도금층의 용점이 열간 프레스 성형을 위한 가열온도보다 낮았기 때문에, 열간 프레스 성형을 위해 가열하던 중에 합금화 도금층이 용융되어 가열로 내 물을 오염시키거나, 급속가열이 불가능하였다.

[122] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 따라서 본 발명의 권리 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라, 이와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

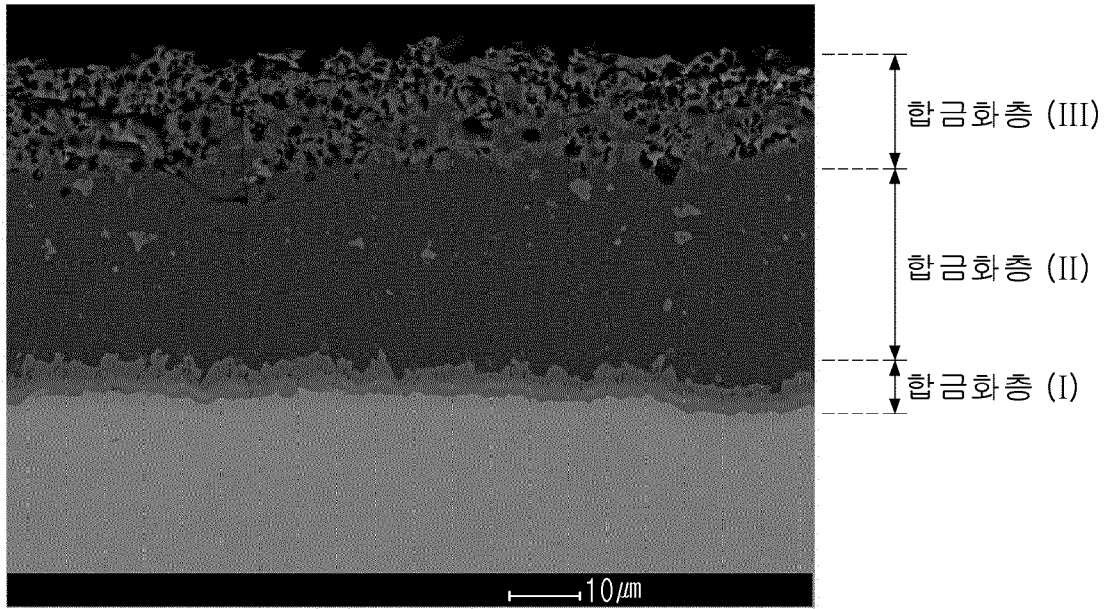
청구범위

- [청구항 1] 소지강판 및 상기 소지강판 상에 형성된 합금화 도금층을 포함하는 알루미늄-철 합금 도금 강판으로서, 상기 합금화 도금층은, 상기 소지강판 상에 형성되고, 중량%로 Al: 5~30% 을 포함하는 합금화 층(I); 상기 합금화 층(I) 상에 형성되고, 중량%로 Al: 30~60% 을 포함하는 합금화 층(II); 및 상기 합금화 층(II) 상에 형성되고, 중량%로 Al: 20~50% 을 포함하는 합금화 층(III)을 포함하고, 상기 합금화 층(II) 내부에 중량%로, Al: 20~50% 및 Si: 5~20% 를 포함하는 FeAl(Si) 합금상이 분산하여 분포하고 있고, 원상당 직경이 $5\mu\text{m}$ 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 10^3 개/ mm^2 이상인 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 합금화 도금층은, 상기 합금화 층(III) 상에 형성되고, 중량%로 Al: 30~60% 을 포함하는 합금화 층(IV)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 소지강판은 중량%로, C : 0.04~0.5%, Si : 0.01~2%, Mn : 0.1~5%, P : 0.001~0.05%, S : 0.0001~0.02%, Al : 0.001~1%, N : 0.001~0.02%, 잔부 Fe 및 기타 불순물을 포함하는 것을 특징으로 하는 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서, 상기 소지강판은 중량%로, B : 0.001~0.01%, Cr : 0.01~1%, Ti : 0.001~0.2% 중 1종 이상을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판.
- [청구항 5] 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 알루미늄-철 합금 도금 강판을 열간 프레스 성형하여 얻어진 열간 프레스 성형 부재로서, 상기 합금화 층(II) 내부에 중량%로, Al: 20~50% 및 Si: 5~20% 를 포함하는 FeAl(Si) 합금상이 분산하여 분포하고 있고, 원상당 직경이 $5\mu\text{m}$ 이하인 FeAl(Si) 합금상의 수밀도가 10^4 개/ mm^2 이상인 열간 프레스 성형 부재.
- [청구항 6] 소지강판 표면을 알루미늄 도금하고 권취하여 알루미늄 도금 강판을 얻는 단계; 알루미늄 도금 강판을 소둔하여 알루미늄-철 합금 도금 강판을 얻는 단계; 및 알루미늄-철 합금 도금 강판을 냉각하는 단계를 포함하는 알루미늄-철

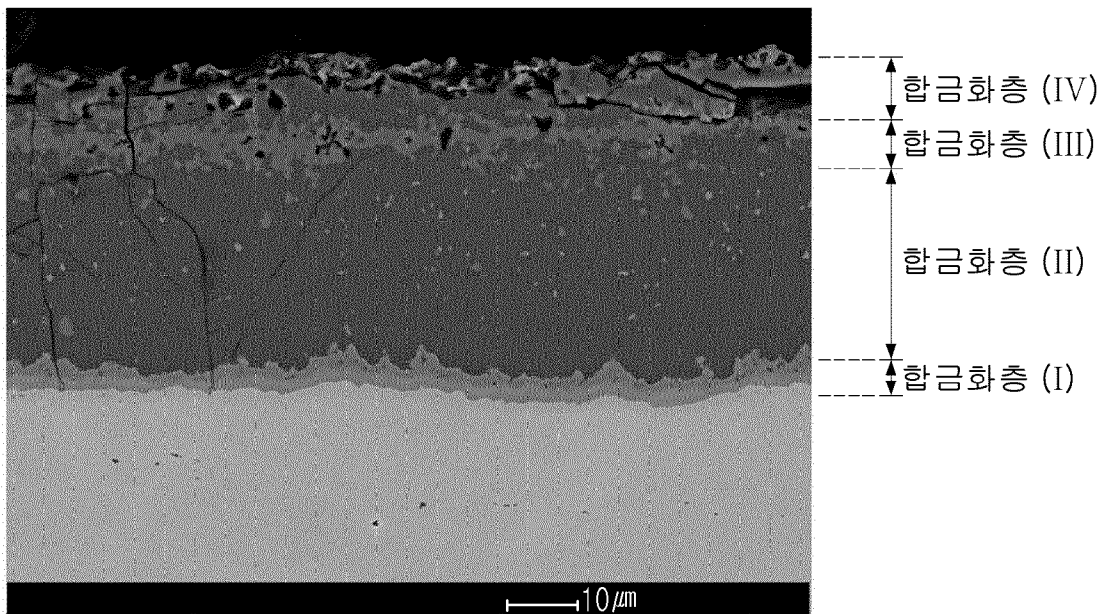
합금 도금 강판의 제조방법으로서,
 상기 알루미늄 도금량은 강판의 한쪽면 기준으로 30~200g/m²이고,
 알루미늄 도금 후 250°C까지의 냉각속도를 20°C/초 이하로 하고,
 권취 시 권취 장력을 0.5~5kg/mm²으로 하며,
 상기 소둔은 상소둔 로에서 550~750°C의 가열 온도 범위에서
 30분~50시간 실시되며,
 상기 소둔 시 상온에서 상기 가열 온도까지 가열할 때, 평균 승온 속도를
 10~100°C/h로 하되, 400~500°C 구간의 평균 승온 속도를 1~15°C/h로 하고,
 상기 상소둔 로내 분위기 온도와 강판 온도간 차이를 5~80°C로 하는
 열간성형용 알루미늄-철 합금 도금 강판의 제조방법.

- [청구항 7] 제 6 항에 있어서,
 상기 소지강판은 중량 %로, C : 0.04~0.5%, Si : 0.01~2%, Mn : 0.1~5%, P :
 0.001~0.05%, S : 0.0001~0.02%, Al : 0.001~1%, N : 0.001~0.02%, 잔부 Fe 및
 기타 불순물을 포함하는 것을 특징으로 하는 열간성형용 알루미늄-철
 합금 도금 강판의 제조방법.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
 상기 소지강판은 중량%로, B : 0.001~0.01%, Cr : 0.01~1%, Ti : 0.001~0.2%
 중 1종 이상을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 열간성형용 알루미늄-철
 합금 도금 강판의 제조방법.
- [청구항 9] 제 5 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 의해 제조된 열간성형용 알루미늄-철
 합금 도금 강판을 Ac3~950°C의 온도범위에서 1~15분간 열처리한 후
 열간 프레스 성형하는 열간 프레스 성형 부재의 제조방법.

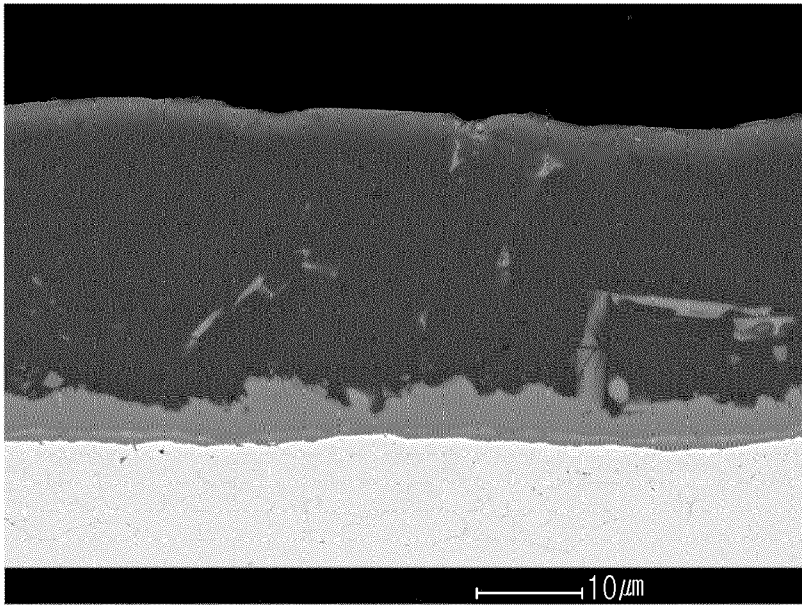
[도1]



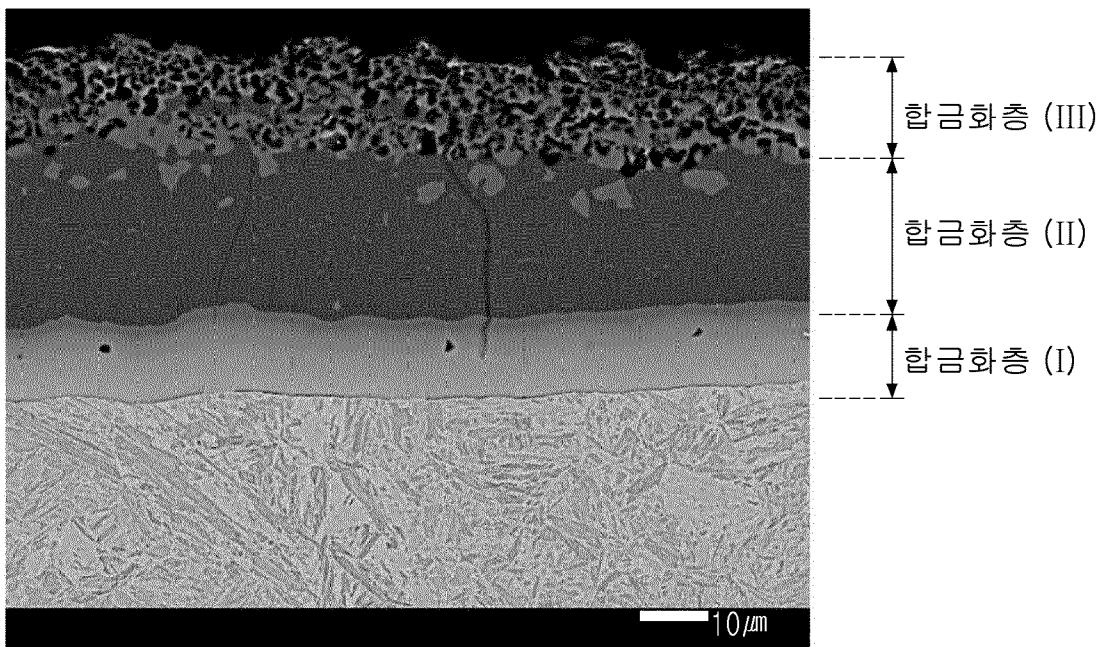
[도2]



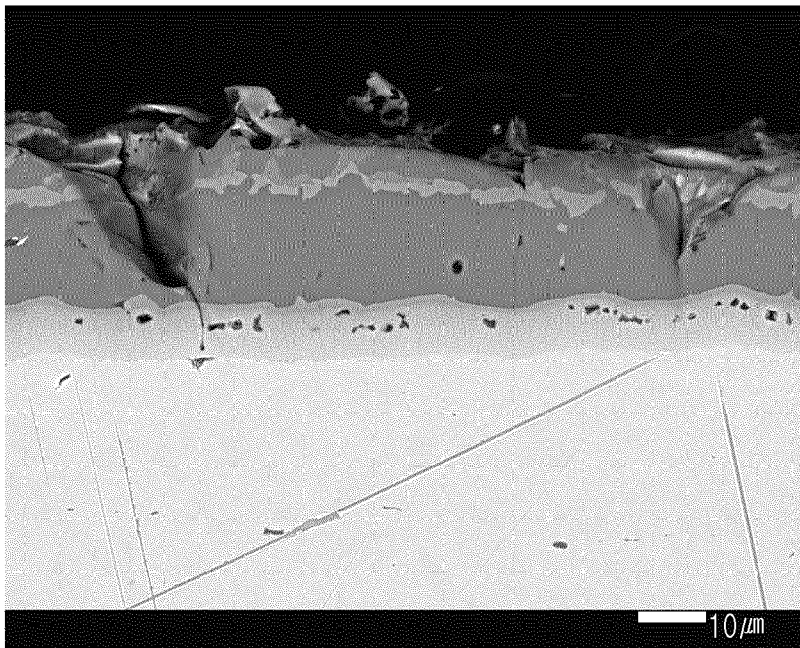
[도3]



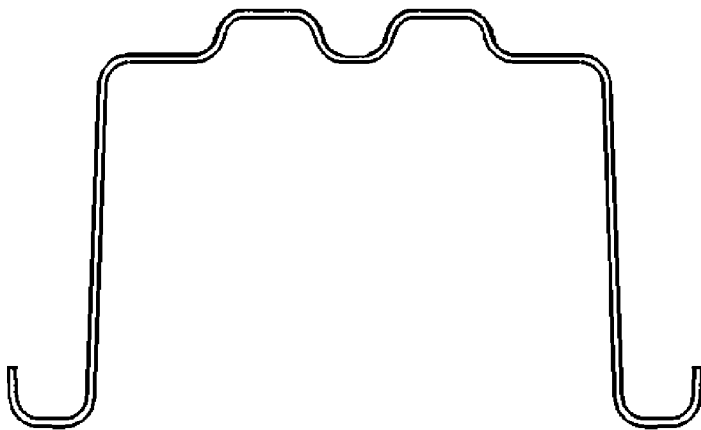
[도4]



[도5]



[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/016761

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C 2/28(2006.01)i, C23C 2/12(2006.01)i, C23C 2/40(2006.01)i, C22C 38/18(2006.01)i, C22C 38/14(2006.01)i, C22C 38/06(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i, C22C 30/00(2006.01)i, C21D 1/78(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C23C 2/28; B21D 22/20; C21D 8/02; C21D 9/46; C22C 38/00; C22C 38/38; C23C 2/12; C23C 2/40; C22C 38/18; C22C 38/14; C22C 38/06; C22C 38/02; C22C 30/00; C21D 1/78

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: hot press, annealing, heat, aluminum coating, FeAl(Si) alloy phase

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1696121 B1 (POSCO) 13 January 2017 See paragraphs [0082], [0088]-[0090], [0092]-[0094], [0098], [0109]-[0113], claims 1-2, 5-6, 9, 13, figure 1(c) and table 4.	6-9
Y		1-5
Y	KR 10-1879104 B1 (POSCO) 16 July 2018 See paragraph [0070], claim 1 and figure 4.	1-5
Y	KR 10-1569505 B1 (POSCO) 30 November 2015 See claim 1.	1-5
A	JP 5476676 B2 (NIPPON STEEL CORP.) 23 April 2014 See paragraphs [0018]-[0028] and claim 1.	1-9
A	JP 2012-112010 A (JFE STEEL CORP.) 14 June 2012 See paragraphs [0029]-[0038] and claim 14.	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family


Date of the actual completion of the international search

23 MARCH 2020 (23.03.2020)

Date of mailing of the international search report

23 MARCH 2020 (23.03.2020)

Name and mailing address of the ISA/KR

 Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer



Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/016761

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1696121 B1	13/01/2017	CN 108474096 A	31/08/2018
		EP 3396010 A1	31/10/2018
		EP 3396010 B1	20/11/2019
		JP 2019-506523 A	07/03/2019
		MX 2018007749 A	09/08/2018
		US 2019-0003029 A1	03/01/2019
		WO 2017-111525 A1	29/06/2017
KR 10-1879104 B1	16/07/2018	KR 10-2018-0074292 A	03/07/2018
KR 10-1569505 B1	30/11/2015	CN 106133179 A	16/11/2016
		CN 106133179 B	09/03/2018
		EP 3239337 A1	01/11/2017
		EP 3239337 B1	25/12/2019
		JP 2017-532451 A	02/11/2017
		JP 6475824 B2	27/02/2019
		MX 2017003551 A	28/07/2017
		US 2016-0376679 A1	29/12/2016
		WO 2016-104880 A1	30/06/2016
		WO 2016-104880 A8	29/09/2016
JP 5476676 B2	23/04/2014	JP 2009-263692 A	12/11/2009
JP 2012-112010 A	14/06/2012	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) C23C 2/28(2006.01)i, C23C 2/12(2006.01)i, C23C 2/40(2006.01)i, C22C 38/18(2006.01)i, C22C 38/14(2006.01)i, C22C 38/06(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i, C22C 30/00(2006.01)i, C21D 1/78(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) C23C 2/28; B21D 22/20; C21D 8/02; C21D 9/46; C22C 38/00; C22C 38/38; C23C 2/12; C23C 2/40; C22C 38/18; C22C 38/14; C22C 38/06; C22C 38/02; C22C 30/00; C21D 1/78 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 열간성형(hot press, hot stamping), 소둔(annealing), 가열(heat), 알루미늄도금(aluminum coating), FeAl(Si) 합금상(FeAl(Si) alloy phase)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1696121 B1 (주식회사 포스코) 2017.01.13 단락 [0082], [0088]-[0090], [0092]-[0094], [0098], [0109]-[0113], 청구항 1-2, 5-6, 9, 13, 도면 1(c) 및 표 4	6-9
Y		1-5
Y	KR 10-1879104 B1 (주식회사 포스코) 2018.07.16 단락 [0070], 청구항 1 및 도면 4	1-5
Y	KR 10-1569505 B1 (주식회사 포스코) 2015.11.30 청구항 1	1-5
A	JP 5476676 B2 (NIPPON STEEL CORP.) 2014.04.23 단락 [0018]-[0028] 및 청구항 1	1-9
A	JP 2012-112010 A (JFE STEEL CORP.) 2012.06.14 단락 [0029]-[0038] 및 청구항 14	1-9
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2020년 03월 23일 (23.03.2020)	국제조사보고서 발송일 2020년 03월 23일 (23.03.2020)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 이연수 전화번호 +82-42-481-8539	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1696121 B1	2017/01/13	CN 108474096 A EP 3396010 A1 EP 3396010 B1 JP 2019-506523 A MX 2018007749 A US 2019-0003029 A1 WO 2017-111525 A1	2018/08/31 2018/10/31 2019/11/20 2019/03/07 2018/08/09 2019/01/03 2017/06/29
KR 10-1879104 B1	2018/07/16	KR 10-2018-0074292 A	2018/07/03
KR 10-1569505 B1	2015/11/30	CN 106133179 A CN 106133179 B EP 3239337 A1 EP 3239337 B1 JP 2017-532451 A JP 6475824 B2 MX 2017003551 A US 2016-0376679 A1 WO 2016-104880 A1 WO 2016-104880 A8	2016/11/16 2018/03/09 2017/11/01 2019/12/25 2017/11/02 2019/02/27 2017/07/28 2016/12/29 2016/06/30 2016/09/29
JP 5476676 B2	2014/04/23	JP 2009-263692 A	2009/11/12
JP 2012-112010 A	2012/06/14	없음	