



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년10월25일  
 (11) 등록번호 10-1789958  
 (24) 등록일자 2017년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C23C 2/06 (2006.01) C21D 1/52 (2006.01)  
 C21D 1/76 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)  
 C21D 9/46 (2006.01) C22C 38/02 (2006.01)  
 C22C 38/04 (2006.01) C22C 38/06 (2006.01)  
 C23C 2/28 (2006.01) C23C 2/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
 C23C 2/06 (2013.01)  
 C21D 1/52 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7024354  
 (22) 출원일자(국제) 2015년01월30일  
 심사청구일자 2016년09월02일  
 (85) 번역문제출일자 2016년09월02일  
 (65) 공개번호 10-2016-0117585  
 (43) 공개일자 2016년10월10일  
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2015/000428  
 (87) 국제공개번호 WO 2015/115112  
 국제공개일자 2015년08월06일

(30) 우선권주장  
 JP-P-2014-018245 2014년02월03일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌  
 CA2836118 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**제이에프이 스틸 가부시킴가이샤**  
 일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고

(72) 발명자  
**다나카 미노루**  
 일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시킴가이샤 지테크자이 산부 나이

**스즈키 요시츠구**  
 일본 도쿄도 지요다꾸 우찌사이와이쵸 2쵸메 2방 3고 제이에프이 스틸 가부시킴가이샤 지테크자이 산부 나이

(74) 대리인  
**특허법인코리아나**

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 이철환

(54) 발명의 명칭 **합금화 용융 아연 도금 강판 및 그 제조 방법**

**(57) 요약**

(과제) 도금 밀착성이 우수한 합금화 용융 아연 도금 강판 및 그 제조 방법을 제공한다.

(해결 수단) mass% 로, C : 0.10 ~ 0.35 %, Si : 0.3 ~ 3.0 %, Mn : 0.5 ~ 3.0 %, P : 0.001 % ~ 0.10 %, Al : 0.01 % ~ 3.00 %, S : 0.200 % 이하를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성의 강판 표면에 아연 도금층을 갖는 합금화 용융 아연 도금 강판으로서, 상기 강판과 상기 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1 μm 이내에 존재하는 SiC 및 SiO<sub>2</sub> 의 양비는 SiC/SiO<sub>2</sub> > 0.20 이며, 또한 상기 아연 도금층 중에는 Fe 를 8 ~ 13 mass% 함유한다.

(52) CPC특허분류

- C21D 1/76* (2013.01)
  - C21D 8/0236* (2013.01)
  - C21D 8/0263* (2013.01)
  - C21D 9/46* (2013.01)
  - C22C 38/02* (2013.01)
  - C22C 38/04* (2013.01)
  - C22C 38/06* (2013.01)
  - C23C 2/28* (2013.01)
  - C23C 2/40* (2013.01)
-

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

mass% 로, C : 0.10 ~ 0.35 %, Si : 0.3 ~ 3.0 %, Mn : 0.5 ~ 3.0 %, P : 0.001 % ~ 0.10 %, Al : 0.01 % ~ 3.00 %, S : 0.200 % 이하를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성의 강판 표면에 아연 도금층을 갖는 합금화 용융 아연 도금 강판으로서,

상기 강판과 상기 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1  $\mu\text{m}$  이내에 존재하는 SiC 및 SiO<sub>2</sub> 의 양비는 SiC/SiO<sub>2</sub> > 0.20 이며,

또한, 상기 아연 도금층 중에는 Fe 를 8 ~ 13 mass% 함유하는 합금화 용융 아연 도금 강판.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

강판과 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1  $\mu\text{m}$  이내는 잔류 오스테나이트상이 면적률로 0.2 % 이상인 합금화 용융 아연 도금 강판.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 조성에 더하여 추가로, 하기 A ~ B 군에서 선택되는 적어도 어느 것을 함유하는 합금화 용융 아연 도금 강판.

A 군 : mass% 로, Mo : 0.01 ~ 1.00 %, Cr : 0.01 ~ 1.00 % 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종

B 군 : mass% 로, Nb : 0.005 ~ 0.20 %, Ti : 0.005 ~ 0.20 %, Cu : 0.01 ~ 0.50 %, Ni : 0.01 ~ 1.00 %, B : 0.0005 ~ 0.010 % 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 조성에 더하여 추가로, 하기 A ~ B 군에서 선택되는 적어도 어느 것을 함유하는 합금화 용융 아연 도금 강판.

A 군 : mass% 로, Mo : 0.01 ~ 1.00 %, Cr : 0.01 ~ 1.00 % 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종

B 군 : mass% 로, Nb : 0.005 ~ 0.20 %, Ti : 0.005 ~ 0.20 %, Cu : 0.01 ~ 0.50 %, Ni : 0.01 ~ 1.00 %, B : 0.0005 ~ 0.010 % 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상

#### 청구항 5

제 1 항, 제 3 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 기재된 성분 조성을 갖는 강을 열간 압연한 후, 냉간 압연하고, 이어서, 직화 버너를 구비한 직화 가열형 가열로에서, CO 농도 5 ~ 10 vol%, CH<sub>4</sub> 농도 20 ~ 30 vol%, H<sub>2</sub> 농도 50 ~ 60 vol% 를 포함하고, 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 가연성 가스와 O<sub>2</sub> 농도 20 ~ 40 vol% 를 포함하고, 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 지연성 가스를 연소시켜, 강판 표면의 도달 온도를 550 ~ 750 °C 의 범위로 하여 가열하는 열처리를 실시하고,

이어서 H<sub>2</sub> 농도 5 ~ 40 vol%, H<sub>2</sub>O 농도 0.01 ~ 0.40 vol% 를 포함하고, 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 분위기에 있어서 균열 온도 630 ~ 850 °C 에서 가열하는 열처리를 실시하고,

15 °C/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시킨 후, 용융 아연 도금 처리를 실시하고, 560 °C 이하의 온도에서 합금화 처리하는 합금화 용융 아연 도금 강판의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 도금 밀착성이 우수한 합금화 용융 아연 도금 강판 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 자동차, 가전, 건재 등의 분야에 있어서는, 소재 강판에 방청성을 부여한 표면 처리 강판, 그 중에서도 방청성이 우수한 용융 아연 도금 강판, 합금화 용융 아연 도금 강판이 사용되고 있다.

[0003] 일반적으로 용융 아연 도금 강판은, 이하의 방법으로 제조된다. 우선, 슬래브에 열연, 냉연 추가로 열처리를 실시한 박강판을 이용하여, 모재 강판 표면을 전처리 공정에서 탈지 및/또는 산세하여 세정하거나, 혹은 전처리 공정을 생략하고 예열로 내에서 모재 강판 표면의 유분을 연소 제거한 후, 비산화성 분위기 중 혹은 환원성 분위기 중에서 가열함으로써 재결정 어닐링을 실시한다. 그 후, 비산화성 분위기 중 혹은 환원성 분위기 중에서 강판을 도금에 적합한 온도까지 냉각시켜, 대기에 접촉시키지 않고 미량 Al (0.1 ~ 0.2 mass% 정도)을 첨가한 용융 아연욕 중에 침지시킨다. 이로써 강판 표면이 도금되어, 용융 아연 도금 강판이 얻어진다. 또, 합금화 용융 아연 도금 강판은, 용융 아연 도금 후, 강판을 합금화로 내에서 열처리함으로써 얻어진다.

[0004] 그런데, 최근 자동차 분야에서는 소재 강판의 고성능화와 함께 경량화가 촉진되고 있다. 소재 강판의 경량화에 수반되는 강도 저하를 보완하기 위한 강판의 고강도화는, Si, Mn 등의 고용 강화 원소의 첨가에 의해 실현된다. 그 중에서도 Si 는 강의 연성 (延性) 을 해치지 않고 고강도화시킬 수 있는 이점이 있어, Si 함유 강판은 고강도 강판으로서 유망하다. 한편, 강 중에 Si 를 다량으로 함유하는 고강도 강판을 모재로 하여 용융 아연 도금 강판 및 합금화 용융 아연 도금 강판을 제조하고자 하는 경우, 이하의 문제가 있다.

[0005] 진술한 바와 같이 용융 아연 도금 강판은 도금 전에 환원 분위기 중에 있어서 어닐링된다. 그러나, 강 중의 Si 는 산소와의 친화력이 높기 때문에, 환원 분위기 중에 있어서도 선택적으로 산화되어 강판 표면에 산화물을 형성한다. 이들 산화물은 강판 표면의 젖음성을 저하시키기 때문에, 도금시에 불(不)도금 결함의 원인이 된다. 또, 불도금에 이르지 않는 경우이더라도 도금 밀착성을 저하시킨다.

[0006] 이러한 문제에 대하여 몇 가지 기술이 개시되어 있다. 특허문헌 1 에는, 산화 분위기 중에 있어서 강판 표면에 산화철을 형성한 후, 환원 어닐링에 의해 강판 표면에 환원철층을 형성함으로써 용융 아연과의 젖음성이 개선되는 기술이 개시되어 있다.

[0007] 특허문헌 2 에는, 예열 중의 산소 농도 등의 분위기를 제어함으로써 양호한 도금 품질을 확보하는 기술이 개시되어 있다.

[0008] 특허문헌 3 에는, 가열대를 A ~ C 대의 3 단계로 나누어, 각각의 가열대를 적절한 온도 및 산소 농도로 제어함으로써 압흔 발생을 억제하여, 불도금이 없이 미려한 외관의 용융 아연 도금 강판을 제조하는 기술이 개시되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0009] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평4-202630호
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 평6-306561호
- (특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 2007-291498호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0010] 특허문헌 1, 2 와 같은 산화 환원 기술을 적용하여 고 Si 함유 강에 용융 아연 도금 처리를 하는 방법에서는, 불도금 결함이 개선되는 한편 압흔이라는 산화 환원 기술 특유의 결함이 발생한다는 문제가 있다.

[0011] 특허문헌 3 과 같은 A ~ C 가열대의 온도 및 산소 농도를 각각 제어하는 방법에서는, 불도금이나 압흔과 같은 표면 결함이 없는 용융 아연 도금 강판을 제공할 수 있다. 그러나, 강판 중의 고용 Si 농도 (또는 Si 활량) 가 높으면 Fe 와 Zn 의 합금화 반응이 지연되기 때문에, 합금화 온도가 높아진다는 과제가 있다. 합금화 온도가 높아지면 도금 밀착성이 떨어지는  $\Gamma$  층이 두껍게 형성되기 때문에, 도금층의 밀착성이 현저하게 저하된다는 문제가 있다. 또한, 합금화 온도가 높아지면 우수한 연성을 갖는 잔류 오스테나이트상이 분해되기 때문에, 강판의 기계적 특성이 열화된다는 문제도 있다. 한편, 합금화 온도를 낮게 하면, 도금 밀착성은 개선되지만, Zn 도금 중의 Fe 농도가 낮아져, 하프 베이킹이라고 불리는 외관 불량을 일으킨다. 또, Fe % 가 낮아지면 도금 표면에 마찰 계수가 높은  $\zeta$  가 두껍게 형성되기 때문에, 합금화 용융 아연 도금의 이점인 슬라이딩성을 해친다.

[0012] 본 발명은, 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 도금 밀착성이 우수한 합금화 용융 아연 도금 강판 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0013] 본 발명자들은 상기 과제를 해결하기 위해서, Zn 도금 후에 합금화 반응이 생기는 강판 표층 1  $\mu\text{m}$  의 마이크로 조직에 주목하여 예의 연구를 실시하였다. 그 결과, 강판과 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1  $\mu\text{m}$  이내에 존재하는 SiC 및 SiO<sub>2</sub> 의 양비 : SiC/SiO<sub>2</sub> 를 제어함으로써 도금 밀착성이 향상되는 것을 알아내었다.

[0014] 본 발명은 이상의 지견에 기초하여 이루어진 것으로, 그 요지는 이하와 같다.

[0015] [1] mass% 로, C : 0.10 ~ 0.35 %, Si : 0.3 ~ 3.0 %, Mn : 0.5 ~ 3.0 %, P : 0.001 % ~ 0.10 %, Al : 0.01 % ~ 3.00 %, S : 0.200 % 이하를 함유하고, 잔부가 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 성분 조성의 강판 표면에 아연 도금층을 갖는 합금화 용융 아연 도금 강판으로서, 상기 강판과 상기 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1  $\mu\text{m}$  이내에 존재하는 SiC 및 SiO<sub>2</sub> 의 양비는 SiC/SiO<sub>2</sub> > 0.20 이며, 또한 상기 아연 도금층 중에는 Fe 를 8 ~ 13 mass% 함유하는 합금화 용융 아연 도금 강판.

[0016] [2] 강판과 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1  $\mu\text{m}$  이내는 잔류 오스테나이트상이 면적률로 0.2 % 이상인 상기 [1] 에 기재된 합금화 용융 아연 도금 강판.

[0017] [3] 성분 조성으로서, 추가로 mass% 로, Mo : 0.01 ~ 1.00 %, Cr : 0.01 ~ 1.00 % 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종을 함유하는 상기 [1] 또는 [2] 에 기재된 합금화 용융 아연 도금 강판.

[0018] [4] 성분 조성으로서, 추가로 mass% 로, Nb : 0.005 ~ 0.20 %, Ti : 0.005 ~ 0.20 %, Cu : 0.01 ~ 0.50 %, Ni : 0.01 ~ 1.00 %, B : 0.0005 ~ 0.010 % 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상을 함유하는 상기 [1] ~ [3] 중 어느 하나에 기재된 합금화 용융 아연 도금 강판.

[0019] [5] 상기 [1], [3], [4] 중 어느 하나에 기재된 성분 조성을 갖는 강을 열간 압연한 후, 냉간 압연하고, 이어서 직화 버너를 구비한 직화 가열형 가열로에서, CO 농도 5 ~ 10 vol%, CH<sub>4</sub> 농도 20 ~ 30 vol%, H<sub>2</sub> 농도 50 ~ 60 vol% 를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 가연성 가스와 O<sub>2</sub> 농도 20 ~ 40 vol% 를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 지연성 (支燃性) 가스를 연소시켜, 강판 표면의 도달 온도를 550 ~ 750 °C 의 범위로 하여 가열하는 열처리를 실시하고, 이어서 H<sub>2</sub> 농도 5 ~ 40 vol%, H<sub>2</sub>O 농도 0.01 ~ 0.40 vol% 를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 분위기에 있어서 균열 온도 630 ~ 850 °C 에서 가열하는 열처리를 실시하고, 15 °C/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시킨 후, 용융 아연 도금 처리를 실시하고, 560 °C 이하의 온도에서 합금화 처리하는 합금화 용융 아연 도금 강판의 제조 방법.

**발명의 효과**

[0020] 본 발명에 의하면, 도금 밀착성이 우수한 합금화 용융 아연 도금 강판이 얻어진다. 본 발명은, 일반적으로 용융 아연 도금 처리가 곤란하고 또한 난합금화로 여겨지는 Si 를 0.3 % 이상 함유하는 강판, 즉 고 Si 함유 강판을 모재로 하는 경우에 특히 유효하고, 고 Si 함유 용융 아연 도금 강판의 제조에 있어서의 생산성과 도금 품질을 양립하는 방법으로서 유용한 발명이라고 할 수 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 이하, 본 발명에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0022] 우선, 본 발명에 사용하는 강관의 성분 조성에 대하여 설명한다. 또한, 성분의 양을 나타내는 % 는, 특별히 언급하지 않는 한 mass% 를 의미한다.
- [0023] C : 0.10 ~ 0.35 %
- [0024] C 는 본 발명에 있어서 중요한 요건이다. 강 중 C 에 의한 강관 표면의 고용 Si 저하의 효과를 충분히 얻으려면 C 는 0.10 % 이상 함유할 필요가 있다. 한편, C 가 0.35 % 초과에서는 가공성을 해친다. 그 때문에, C 는 0.10 % 이상 0.35 % 이하로 한다. C 는 용접성의 관점에서 0.20 % 이하가 바람직하다.
- [0025] Si : 0.3 ~ 3.0 %
- [0026] Si 는 강관의 기계적 특성을 개선시키는 데에 있어서 가장 중요한 원소이기 때문에, 0.3 % 이상 함유할 필요가 있다. 단, Si 가 3.0 % 를 초과하면 어닐링 중에 Si 가 강관 표면에 농화되어, 불도금의 기점이 된다. 그 때문에, Zn 도금 후의 표면 외관을 현저하게 해친다. 따라서, Si 는 0.3 % 이상 3.0 % 이하로 한다.
- [0027] Mn : 0.5 ~ 3.0 %
- [0028] Mn 은 고용 강화 원소로서, 강관의 고강도화를 도모하기 위해서 효과적이기 때문에, 0.5 % 이상 함유할 필요가 있다. 한편, Mn 이 3.0 % 를 초과하면 용접성이나 도금 밀착성이 저하된다. 또한, 강도와 연성의 밸런스의 확보가 곤란해진다. 그 때문에, Mn 은 0.5 % 이상 3.0 % 이하로 한다.
- [0029] P : 0.001 ~ 0.10 %
- [0030] P 는 세멘타이트의 석출을 지연시켜 상 변태의 진행을 늦추기 때문에, 0.001 % 이상으로 한다. 한편, P 가 0.10 % 를 초과하면 용접성 및 도금 밀착성이 열화된다. 또한, 합금화를 지연시키기 때문에, 합금화 온도가 상승하여, 연성이 열화된다. 그 때문에, P 는 0.001 % 이상 0.10 % 이하로 한다.
- [0031] Al : 0.01 ~ 3.00 %
- [0032] Al 은 Si 와 보완적으로 첨가되는 원소이다. Al 은 제강 과정에서 불가피적으로 혼입되기 때문에, Al 의 하한치는 0.01 % 이다. 한편, Al 이 3.00 % 를 초과하면 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 생성 억제가 곤란해져, 도금층의 밀착성이 저하된다. 그 때문에, Al 은 0.01 % 이상 3.00 % 이하로 한다.
- [0033] S : 0.200 % 이하
- [0034] S 는 제강 과정에서 불가피적으로 함유되는 원소이다. 그러나, 다량으로 함유하면 용접성이 열화된다. 그 때문에, S 는 0.200 % 이하로 한다.
- [0035] 잔부는 Fe 및 불가피적 불순물이다.
- [0036] 이상의 성분 조성에 의해 본 발명의 효과는 얻어지는데, 추가로 제조성 혹은 재료 특성을 향상시킬 목적으로 이하의 원소를 함유할 수 있다.
- [0037] Mo : 0.01 ~ 1.00 %, Cr : 0.01 ~ 1.00 % 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종
- [0038] Mo : 0.01 ~ 1.00 %
- [0039] Mo 는 강도와 연성의 밸런스를 제어하는 원소로서, 0.01 % 이상 함유할 수 있다. 또, Mo 는 Si, Al 의 내부 산화를 촉진시켜, 표면 농화를 억제하는 효과가 있다. 한편, Mo 가 1.00 % 를 초과하면 비용 상승을 초래하는 경우가 있다. 그 때문에, Mo 를 함유하는 경우, 0.01 % 이상 1.00 % 이하로 한다.
- [0040] Cr : 0.01 ~ 1.00 %
- [0041] Cr 은 강도와 연성의 밸런스를 제어하는 원소로서, 0.01 % 이상 함유할 수 있다. 또, Cr 은 Mo 와 마찬가지로, Si, Al 의 내부 산화를 촉진시켜, 표면 농화를 억제하는 효과가 있다. 한편, Cr 이 1.00 % 를 초과하면, Cr 이 강관 표면에 농화되기 때문에, 도금 밀착성 및 용접성이 열화되는 경우가 있다. 그 때문에, Cr 을 함유하는 경우, 0.01 % 이상 1.00 % 이하로 한다.
- [0042] Nb : 0.005 ~ 0.20 %, Ti : 0.005 ~ 0.20 %, Cu : 0.01 ~ 0.50 %, Ni : 0.01 ~ 1.00 %, B : 0.0005 ~ 0.010 % 중에서 선택되는 1 종 또는 2 종 이상

- [0043] Nb : 0.005 ~ 0.20 %
- [0044] Nb 는 강도와 연성의 밸런스를 제어하는 원소로서, 0.005 % 이상 함유할 수 있다. 한편, Nb 가 0.20 % 를 초과하면 비용 상승을 초래하는 경우가 있다. 그 때문에, Nb 를 함유하는 경우, 0.005 % 이상 0.20 % 이하로 한다.
- [0045] Ti : 0.005 ~ 0.20 %
- [0046] Ti 는 강도와 연성의 밸런스를 제어하는 원소로서, 0.005 % 이상 함유할 수 있다. 한편, Ti 가 0.20 % 를 초과하면 도금 밀착성을 저하시키는 경우가 있다. 그 때문에, Ti 를 함유하는 경우, 0.005 % 이상 0.20 % 이하로 한다.
- [0047] Cu : 0.01 ~ 0.50 %
- [0048] Cu 는 잔류 오스테나이트상 형성을 촉진시키는 원소로서, 0.01 % 이상 함유할 수 있다. 한편, Cu 가 0.50 % 를 초과하면 비용 상승을 초래하는 경우가 있다. 그 때문에, Cu 를 함유하는 경우, 0.01 % 이상 0.50 % 이하로 한다.
- [0049] Ni : 0.01 ~ 1.00 %
- [0050] Ni 는 잔류 오스테나이트상 형성을 촉진시키는 원소로서, 0.01 % 이상 함유할 수 있다. 한편, Ni 가 1.00 % 를 초과하면 비용 상승을 초래하는 경우가 있다. 그 때문에, Ni 를 함유하는 경우, 0.01 % 이상 1.00 % 이하로 한다.
- [0051] B : 0.0005 ~ 0.010 %
- [0052] B 는 잔류 오스테나이트상 형성을 촉진시키는 원소로서, 0.0005 % 이상 함유할 수 있다. 한편, B 가 0.010 % 를 초과하면 도금 밀착성이 열화되는 경우가 있다. 그 때문에, B 를 함유하는 경우, 0.0005 % 이상 0.010 % 이하로 한다.
- [0053] 다음으로, 본 발명에서 가장 중요한 요건인 강판 표층 1  $\mu\text{m}$  이내의 마이크로 조직에 대하여 설명한다.
- [0054] 본 발명에서는, 강판과 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1  $\mu\text{m}$  이내에 존재하는 SiC 및 SiO<sub>2</sub> 의 양비는 SiC/SiO<sub>2</sub> > 0.20 으로 한다. SiC 및 SiO<sub>2</sub> 는, SEM 관찰한 단면 조직에서 EDX 에 의해 Si, C, O 의 조성 분석을 함으로써 동정할 수 있다. 또, XPS 에 의해 Si 의 화학 결합 상태를 조사하여 동정할 수도 있다. 또한, EPMA 에 의한 원소 매핑이나 TEM 에 의한 전자선 회절상에 의한 동정도 가능하다. 또한, 본 발명에서는, Zn 도금 박리 후의 강판 표면으로부터 XPS 분석을 실시하여, SiC 및 SiO<sub>2</sub> 의 피크의 적산치의 비로부터 SiC/SiO<sub>2</sub> 를 산출하였다. 또, 본 발명의 SiC/SiO<sub>2</sub> 는 열처리 조건, 강 중 C 량 및 강 중 Si 량에 의해 제어할 수 있다.
- [0055] 바람직하게는, 강판과 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1  $\mu\text{m}$  이내는 잔류 오스테나이트상이 면적률로 0.2 % 이상이다. 잔류 오스테나이트상은, 후술하는 실시예 방법으로 측정할 수 있다.
- [0056] 종래의 산화 환원 기술을 적용하여 고 Si 함유 강에 용융 아연 도금 처리를 하는 방법에서는, 강판 내부에 SiO<sub>2</sub> 의 내부 산화물이 형성된다. 이들 산화물의 형성은 강판 표층의 강 중 Si 농도를 저하시키는 효과를 갖는다. 그러나, 강 중 Si 농도가 0.3 % 를 초과하는 바와 같은 고 Si 함유 강판에서는, 내부 산화물의 형성만으로는 강판 표층의 Si 농도가 충분히 저하되지 않기 때문에, 고용 Si 에 의해 합금화 반응이 저해되어 결과적으로 합금화 온도가 높아져 도금 밀착성이 열화된다.
- [0057] 상기에 대하여, 강 중 Si 농도가 0.3 % 를 초과하는 바와 같은 경우라도 강 중에 충분한 양의 C 를 함유하면 강판 표층의 고용 Si 농도가 저하되고, 합금화 온도를 저감시킬 수 있어 도금 밀착성이 향상되는 것을 알 수 있었다. 이는 이하와 같이 생각된다.
- [0058] 우선, 하기 식 (1) 에 나타내는 바와 같이, 강 중 C 에 의해 SiC 가 형성된다.
- [0059]  $\text{Si} + \text{C} \rightarrow \text{SiC}$  --- 식 (1)
- [0060] 또, 내부 산화로서 이미 형성되어 있는 SiO<sub>2</sub> 는 강 중 C 에 의해 하기 식 (2) 에 나타내는 바와 같이, 환원 반응된다. 이 때, 강 중 산소 포텐셜의 증가와 SiO<sub>2</sub> 농도의 감소가 동시에 일어나기 때문에, 하기 식 (3) 에

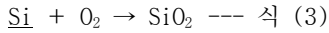


나타내는 바와 같이, 강 중 Si 의 내부 산화 반응이 촉진된다.

[0061]



[0062]



[0063]

이상의 효과에 의해 강판 표면의 Si 농도가 저하된다. 결과적으로 합금화 온도가 저감되어, 도금 밀착성이 향상된다.

[0064]

이상과 같이, 본 발명은 강 중에 충분한 양의 C 를 함유함으로써 강판 표층의 고용 Si 농도를 저하시키고, 합금화 온도를 저감시켜 도금 밀착성을 향상시키는 것을 특징으로 한다. 즉, SiO<sub>2</sub> 내부 산화의 형성에 더하여, SiC 의 형성에 의해 강판 표면의 고용 Si 농도를 저온 합금화가 가능한 레벨까지 저하시키는 것을 특징으로 한다.

[0065]

그리고, SiC 의 형성에 의한 표면의 고용 Si 농도의 저하를 나타내는 지표로서, 본 발명에서는 강판과 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1 μm 이내에 존재하는 SiC 및 SiO<sub>2</sub> 의 양비를 이용하여 SiC/SiO<sub>2</sub> > 0.20 으로 하는 것을 추가적인 특징으로 한다. 계면으로부터 강판측 1 μm 이내를 제어함으로써, 상기 효과를 가질 수 있다. SiC/SiO<sub>2</sub> ≤ 0.20 에서는 SiC 의 형성이 불충분하여 충분히 합금화 온도의 저감 효과를 얻을 수 없다. SiC/SiO<sub>2</sub> 가 0.60 초과에서는 과잉 석출된 탄화물이 굽힘 가공시의 균열 기점이 되는 경우가 있다. 따라서, 상한은 0.60 이 바람직하다.

[0066]

잔류 오스테나이트상은, 가공 유기 (誘起) 변태에 의해 강판 표면의 가공성을 확보한다. 그 때문에, 강판과 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1 μm 이내는 잔류 오스테나이트상이 면적률로 0.2 % 이상인 것이 바람직하다.

[0067]

강판과 아연 도금층의 계면으로부터 강판측 1 μm 이내에 존재하는 SiC 및 SiO<sub>2</sub> 의 양비는, 강 중 C 량에 더하여, 열처리 조건에 의해 제어할 수 있다. 본 발명에서는, 용융 아연 도금 처리를 실시하기 전에, 냉간 압연한 강판을 직화 가열형 가열로에서 가열한 후, 환원 분위기에서 가열한다. 직화 가열형 가열로에 있어서 직화 버너에 의해 강판 표면을 가열한다. 이 때, 연소 분위기 내의 산소 포텐셜이 높으면, 직화 버너에서의 가열에 의한 강판 표면의 산화와 동시에, 강판 내부에 있어서 강 중 Si 의 내부 산화가 진행되어, SiO<sub>2</sub> 가 형성된다. 동시에, 연소 내 분위기의 탄소 포텐셜이 높으면, 강 중 Si 의 탄화가 진행되어, SiC 가 형성된다. 또, 환원 어닐링 중은 강 중 C 에 의해 SiO<sub>2</sub> 가 환원되어 SiC 가 형성된다. 자세한 것은 후술한다.

[0068]

아연 도금층 중에 Fe 는 8 ~ 13 mass% 로 한다. 8 mass% 미만에서는 슬라이딩성이 열화된다. 한편, 13 mass% 초과에서는 내과우더링성이 열화된다.

[0069]

다음으로, 본 발명의 도금 밀착성이 우수한 합금화 용융 아연 도금 강판의 제조 방법에 대하여 설명한다.

[0070]

본 발명의 합금화 용융 아연 도금 강판은, 상기 성분 조성을 갖는 강을 열간 압연한 후, 냉간 압연하여 강판으로 하고, 이어서 직화 버너를 구비한 직화 가열형 가열로를 구비하는 연속식 용융 아연 도금 설비에 있어서 어닐링 및 용융 아연 도금 처리를 실시하고, 용융 아연 도금 처리 후에 합금화 처리를 실시함으로써 제조할 수 있다. 직화 버너를 구비한 직화 가열형 가열로를 구비하는 연속식 용융 아연 도금 설비에 있어서의 어닐링에서는, CO 농도 5 ~ 10 vol%, CH<sub>4</sub> 농도 20 ~ 30 vol%, H<sub>2</sub> 농도 50 ~ 60 vol% 가스를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 가연성 가스와 O<sub>2</sub> 농도 20 ~ 40 vol% 를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 지연성 가스를 연소시켜, 강판 표면의 도달 온도를 550 ~ 750 °C 의 범위로 하여 가열하는 열처리를 실시하고, 이어서 H<sub>2</sub> 농도 5 ~ 40 vol%, H<sub>2</sub>O 농도 0.01 ~ 0.40 vol% 를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 분위기에 있어서 균열 온도 630 ~ 850 °C 에서 가열하는 열처리를 실시한다. 이어서, 15 °C/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시킨 후, 용융 아연 도금 처리를 실시하고, 합금화 처리는 560 °C 이하의 온도에서 실시한다.

[0071]

열간 압연

[0072]

통상적으로 행해지는 조건으로 실시할 수 있다.

[0073]

산세

[0074]

열간 압연 후에는 산세 처리를 실시하는 것이 바람직하다. 산세 공정에서 표면에 생성된 흑피 스케일을 제



거하고, 이 후 냉간 압연한다. 또한, 산세 조건은 특별히 한정되지 않는다.

- [0075] 냉간 압연
- [0076] 30 ~ 90 % 의 압하율로 실시하는 것이 바람직하다. 압하율이 30 % 미만에서는 재결정이 지연되기 때문에, 기계 특성이 열화되기 쉽다. 한편, 압하율이 90 % 초과에서는 압연 비용이 상승할 뿐만 아니라, 어닐링시의 표면 농화가 증가하기 때문에, 도금 특성이 열화된다.
- [0077] 다음으로, 어닐링 조건에 대하여 설명한다. 이 어닐링 조건은 본 발명에 있어서 중요한 요건이며, 본 발명의 조건으로 어닐링 (열처리) 을 실시함으로써, 아연 도금층과의 계면으로부터 강관측 1 μm 이내에 SiC/SiO<sub>2</sub> > 0.20 의 양비로 SiC 및 SiO<sub>2</sub> 를 형성시킬 수 있다.
- [0078] 우선, CO 농도 5 ~ 10 vol%, CH<sub>4</sub> 농도 20 ~ 30 vol%, H<sub>2</sub> 농도 50 ~ 60 vol% 가스를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 가연성 가스와 O<sub>2</sub> 농도 20 ~ 40 vol% 를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 지연성 가스를 연소시켜 강관 표면의 도달 온도를 550 ~ 750 °C 의 범위에서 실시한다.
- [0079] 가연성 가스 : CO 농도 5 ~ 10 vol%, CH<sub>4</sub> 농도 20 ~ 30 vol%, H<sub>2</sub> 농도 50 ~ 60 vol% 가스를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물
- [0080] CO 농도 : 5 ~ 10 vol%
- [0081] CO 농도가 5 vol% 미만에서는, 분위기 중의 탄소 포텐셜이 낮아져, CO 가스에 의한 SiC 의 형성이 억제된다. 한편, 10 vol% 를 초과하면 환원성이 강해져, SiO<sub>2</sub> 의 형성이 억제된다. 따라서, 직화 가열에 있어서의 가연성 가스 중의 CO 농도는 5 vol% 이상 10 vol% 이하로 한다.
- [0082] CH<sub>4</sub> 농도 : 20 ~ 30 vol%
- [0083] CH<sub>4</sub> 농도가 20 vol% 미만에서는, 분위기 중의 탄소 포텐셜이 낮아져, CH<sub>4</sub> 가스에 의한 SiC 의 형성이 억제된다. 한편, 30 vol% 를 초과하면 환원성이 강해져, SiO<sub>2</sub> 의 형성이 억제된다. 따라서, 직화 가열에 있어서의 가연성 가스 중의 CH<sub>4</sub> 농도는 20 vol% 이상 30 vol% 이하로 한다.
- [0084] H<sub>2</sub> 농도 : 50 ~ 60 vol%
- [0085] H<sub>2</sub> 농도가 50 vol% 미만에서는, 가연성 가스 중의 열량이 작아져, 연소 효율이 저하된다. 한편, 60 vol% 를 초과하면 환원성이 강해져, SiO<sub>2</sub> 의 형성이 억제된다. 따라서, 직화 가열에 있어서의 가연성 가스 중의 H<sub>2</sub> 농도는 50 vol% 이상 60 vol% 이하로 한다.
- [0086] 잔부는 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물이다.
- [0087] 지연성 가스 : O<sub>2</sub> 농도 20 ~ 40 vol% 를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물
- [0088] O<sub>2</sub> 농도 : 20 ~ 40 vol%
- [0089] O<sub>2</sub> 농도가 20 vol% 미만에서는, 분위기 중의 산소 포텐셜이 낮아져, 불도금 억제에 필요한 Fe 산화물을 형성하는 데에 충분한 O<sub>2</sub> 량을 확보할 수 없다. 한편, 40 vol% 를 초과하면 산화성이 강해져, 산화량 과다로 인한 노 내 픽업 등의 조업 트러블을 일으킨다. 따라서, 직화 가열에 있어서의 지연성 가스 중의 O<sub>2</sub> 농도는 20 vol% 이상 40 vol% 이하로 한다.
- [0090] 잔부는 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물이다.
- [0091] 강관 표면의 도달 온도 : 550 ~ 750 °C
- [0092] 강관 표면의 도달 온도가 550 °C 미만에서는 불도금 억제에 필요한 Fe 산화물의 형성이 불충분하다. 한편, 750 °C 초과에서는 산화물의 양이 과다해져 압흔이라고 불리는 결함을 표면에 생기게 한다. 그 때문에, 직화 가열에 있어서의 강관 표면의 도달 온도를 550 °C 이상 750 °C 이하로 한다.

- [0093] 이어서, H<sub>2</sub> 농도 5 ~ 40 % 및 H<sub>2</sub>O 농도 0.01 ~ 0.40 vol% 를 포함하고 잔부 N<sub>2</sub> 및 불가피적 불순물인 분위기에 있어서 균열 온도 630 ~ 850 °C 에서 열처리를 실시한다.
- [0094] H<sub>2</sub> 농도 : 5 ~ 40 vol%
- [0095] H<sub>2</sub> 농도 5 vol% 미만에서는, 분위기 중의 산소 포텐셜이 높아져 직화 가열에 의해 강판 표면에 생긴 Fe 산화물을 충분히 환원시킬 수 없다. 한편, 40 vol% 초과에서는 조업 비용이 높아진다. 따라서 어닐링 분위기의 H<sub>2</sub> 농도는 5 vol% 이상 40 vol% 이하로 한다.
- [0096] H<sub>2</sub>O 농도 : 0.01 ~ 0.40 vol%
- [0097] 어닐링 분위기에 포함되는 H<sub>2</sub>O 는 SiO<sub>2</sub> 의 내부 산화를 촉진시키는 것으로 알려져 있다. 그러나, H<sub>2</sub>O 농도 0.01 vol% 미만에서는, 충분히 Si 의 내부 산화를 촉진시킬 수 없다. 한편, 0.40 vol% 를 초과하면 분위기 중의 산소 포텐셜이 높아져, 직화 가열에 의해 강판 표면에 생긴 Fe 산화물을 충분히 환원시킬 수 없다. 따라서, 어닐링 분위기의 H<sub>2</sub>O 농도는 0.01 vol% 이상 0.40 vol% 이하로 한다.
- [0098] 균열 온도 : 630 ~ 850 °C
- [0099] 균열 온도가 630 °C 미만에서는 표층 Si 의 내부 산화 반응 및 탄화 반응이 느려, 충분히 고용 Si 를 저감시킬 수 없다. 한편, 균열 온도가 850 °C 를 초과하면, 오스테나이트가 조대화되고, 어닐링 후의 구성상이 조대화되어 인성 등의 기계적 특성을 저하시킨다. 따라서, 균열 온도는 630 °C 이상 850 °C 이하로 한다.
- [0100] 이어서, 15 °C/s 이상의 평균 냉각 속도로 냉각시킨 후, 용융 아연 도금 처리를 실시하고, 560 °C 이하의 온도에서 합금화 처리한다. 이 때, 용융 아연 도금 처리는, 욕 중에 Al 농도 0.10 ~ 0.20 mass% 를 포함하는 욕온 440 ~ 500 °C 의 Zn 욕 중에 침지시켜 실시하는 것이 바람직하다.
- [0101] 냉각 속도 : 평균 15 °C/s 이상
- [0102] 냉각 속도가 15 °C/s 미만에서는 냉각 중에 다량의 페라이트가 생성되어, 강판의 가공성에 유익한 잔류 오스테나이트상의 형성이 저해된다. 따라서, 열처리 후부터의 냉각 속도는 평균 15 °C/s 이상으로 한다. 냉각 정지 온도는 200 ~ 550 °C 가 바람직하다.
- [0103] 용융 아연 도금 처리
- [0104] Zn 욕 중의 Al 농도는 0.10 ~ 0.20 mass% 가 바람직하다. 0.10 mass% 미만에서는, 도금시에 단단하고 부서지기 쉬운 Fe-Zn 합금층이 아연 도금층과 강판의 계면에 생성되기 때문에, 도금 밀착성이 열화되는 경우가 있다. 한편, Al 농도가 0.20 mass% 를 초과하면, 욕 침지 직후에 Fe-Al 합금층이 아연 도금층과 지철의 계면에 두껍게 형성되기 때문에, 용접성이 열화되는 경우가 있다. 또, Zn 욕온은 460 °C 이상 500 °C 미만이 바람직하다. 460 °C 이하에서는 합금화 반응이 느리고, 한편 500 °C 이상에서는 단단하고 부서지기 쉬운 Fe-Zn 합금층이 도금층/지철 계면에 두껍게 형성되기 때문에, 도금 특성이 열화되는 경우가 있다. 도금 부착량은 특별히 정해져 있지 않지만, 내식성 및 도금 부착량 제어상 10 g/m<sup>2</sup> 이상이 바람직하고, 가공성 및 경제적인 관점에서 120 g/m<sup>2</sup> 이하가 바람직하다.
- [0105] 합금화 온도 : 560 °C 이하
- [0106] 560 °C 를 초과하면, 단단하고 부서지기 쉬운 Fe-Zn 합금층이 도금층과 강판의 계면에 두껍게 형성되기 때문에, 도금 밀착성이 열화된다. 또한, 연성에 유리한 잔류 오스테나이트상이 분해되기 때문에, 강판의 가공성이 열화된다. 따라서, 합금화 온도는 560 °C 이하로 한다.
- [0107] 실시예 1
- [0108] 이하, 본 발명을 실시예에 기초하여 구체적으로 설명한다.
- [0109] 표 1 에 나타내는 강 조성의 슬래브를 가열로에서 1260 °C, 60 분간 가열하고, 계속해서 2.8 mm 까지 열간 압연을 실시한 후, 540 °C 에서 권취하였다. 이어서, 산세에 의해 흑피 스케일을 제거한 후, 1.4 mm 까지 50 % 의 압하율로 냉간 압연을 실시하였다. 그 후, 직화 가열 (DFF) 형 가열대를 갖는 CGL 을 사용하여, 표 2 에 나타내는 조건으로 열처리 (어닐링) 를 실시하였다. 계속해서, 460 °C 의 Al 함유 Zn 욕에 강판을 침지시켜 용융 아연 도금 처리를 실시하고, 추가로 합금화 처리를 실시함으로써, 합금화 용융 아연 도금 강판을 얻었다.

또한, 욱 중 Al 농도는 0.10 ~ 0.20 mass%, 도금 부착량은 가스 와이핑에 의해 45 g/m<sup>2</sup> 로 조정하였다.

- [0110] 이상으로부터 얻어진 합금화 용융 아연 도금 강관에 대하여, 도금층 중의 Fe %, SiC/SiO<sub>2</sub> 의 양비, 잔류 오스테나이트의 비율, 표면 외관, 도금 밀착성을 하기에 나타내는 방법으로 평가하였다.
- [0111] 도금층 중의 Fe %
- [0112] 20 mass% NaOH-10 mass% 트리에탄올아민 수용액 195 cc 와 35 mass% 과산화수소 용액 7 cc 의 혼합 용액에 강관을 침지시켜 도금층을 용해시키고, 용해액 중의 원소를 ICP 법으로 정량하여, 도금층 중의 Fe % 를 측정하였다.
- [0113] SiC/SiO<sub>2</sub> 의 양비 (질량비)
- [0114] 아연 도금층을 박리한 후, Zn 도금 박리 후의 강관 표면으로부터 XPS 분석을 실시하여, SiC 및 SiO<sub>2</sub> 의 피크의 적산치의 비로부터 SiC/SiO<sub>2</sub> 를 평가하였다. X 선원에 모노크롬 Al K $\alpha$  선을 사용하고, 전압 12 kV, 전류 7 mA 로 측정하였다.
- [0115] 잔류 오스테나이트의 비율
- [0116] X 선 회절 장치로 Mo 의 K $\alpha$  선을 사용하여, fcc 철의 (200), (220), (311) 면과 bcc 철의 (200), (211), (220) 면의 적분 강도를 측정하여, 잔류 오스테나이트의 비율을 구하였다.
- [0117] 표면 외관
- [0118] 표면 외관은, 300 × 300 mm 의 범위를 육안으로 관찰하여, 하기 기준에 비추어 평가하였다.
- [0119] ○ : 불도금, 압흔 또는 합금화 불균일이 없다
- [0120] ▲ : 경도의 합금화 불균일이 확인된다.
- [0121] △ : 저빈도로 불도금 또는 압흔이 있다.
- [0122] × : 불도금 또는 압흔이 있거나, 또는 합금화 불균일이 확인된다.
- [0123] 도금 밀착성
- [0124] 도금 표면에 셀로판 테이프를 붙여, 테이프면을 90° 구부렸다 젖혔다 하고, 가공부의 내측 (압축 가공측) 에 급힘 가공부와 평행하게 폭 24 mm 의 셀로판 테이프를 팍 눌렀다 떼어, 셀로판 테이프의 길이 40 mm 의 부분에 부착된 단위 길이 (1 m) 당 박리량을 Zn 카운트수로 하여 형광 X 선법에 의해 측정하여, 하기 기준에 비추어 평가하였다. 또한, 이 때의 마스크 직경은 30 mm, 형광 X 선의 가속 전압은 50 kV, 가속 전류는 50 mA, 측정 시간은 20 초이다.
- [0125] ◎ : Zn 카운트수 3000 미만
- [0126] ○ : Zn 카운트수 3000 이상 ~ 5000 미만
- [0127] △ : Zn 카운트수 5000 이상 ~ 10000 미만
- [0128] × : Zn 카운트수 10000 이상
- [0129] 이상에 의해 얻어진 결과를 표 2 에 나타낸다.

표 1

강종	공시재 조성 / mass %														비고
	C	Si	Mn	P	Al	S	Mo	Cr	Nb	Ti	Cu	Ni	B		
A	0.21	1.0	0.8	0.02	1.20	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	
B	0.12	0.5	1.1	0.03	1.10	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	
C	0.25	2.2	1.2	0.05	1.50	0.002	0.06	-	-	-	-	-	-	-	
D	0.30	0.5	2.0	0.01	0.80	0.001	-	0.10	-	-	-	0.10	-	-	
E	0.20	0.9	1.6	0.01	0.03	0.010	0.10	0.20	-	-	-	-	-	-	
F	0.16	1.4	0.8	0.03	0.02	0.003	-	0.25	0.01	-	-	-	0.002	-	
G	0.13	2.1	1.5	0.02	0.10	0.001	0.06	0.07	-	0.05	-	-	-	-	
H	0.11	0.3	2.1	0.01	0.20	0.001	0.05	-	-	-	-	-	0.002	-	
I	0.18	2.6	1.8	0.01	0.25	0.002	-	0.06	0.08	0.06	0.01	0.02	-	-	
J	0.23	1.1	0.7	0.04	0.50	0.001	0.06	0.20	0.10	0.08	-	-	-	-	
K	0.38	1.6	1.2	0.03	1.20	0.300	-	0.02	-	0.10	0.02	0.20	-	-	
L	0.15	0.1	1.1	0.01	0.60	0.001	0.03	0.05	0.04	-	0.01	-	-	-	
M	0.05	1.1	3.3	0.01	0.75	0.020	0.04	0.09	0.06	-	-	-	0.001	-	
N	0.43	3.1	1.9	0.02	0.03	0.020	-	0.06	-	0.02	-	0.08	-	-	
O	0.34	4.0	0.1	0.03	0.10	0.001	0.08	-	0.07	0.07	0.03	0.06	-	-	
P	0.03	2.0	2.0	0.01	3.20	0.020	0.45	3.50	-	0.12	-	-	0.001	-	
Q	0.05	0.8	2.3	0.02	0.50	0.010	1.55	0.80	0.04	-	0.05	0.04	-	-	
R	0.01	0.7	1.1	0.15	0.60	0.005	0.35	1.50	0.04	0.10	-	0.06	0.001	-	
S	0.03	1.3	1.5	0.02	1.20	0.030	0.03	0.03	0.50	0.15	0.03	-	-	-	
T	0.12	3.2	1.6	0.01	1.40	0.003	0.02	0.50	0.10	0.03	-	0.10	0.02	-	
U	0.50	1.5	0.8	0.01	1.10	0.001	0.15	0.15	0.01	0.40	0.10	0.15	-	-	
V	0.11	0.1	1.4	0.02	2.10	0.001	0.01	0.21	-	0.02	1.00	-	-	-	
W	0.15	1.6	0.9	0.01	3.50	0.002	0.03	0.35	0.08	-	-	2.00	-	-	

[0130]

표 2

강판 No.	강종	가열 온도/°C	직접 가열			간접 가열			균열			도금 온도/°C	분석			외관	밀착성	비고
			CO /vol%	OH <sub>2</sub> /vol%	H <sub>2</sub> /vol%	지연성가스 /vol%	O <sub>2</sub> /vol%	규열 온도/°C	H <sub>2</sub> /vol%	H <sub>2</sub> O /vol%	냉각 속도 /°C·s <sup>-1</sup>		Fe /mass%	SiC/SiO <sub>2</sub> /vol%	잔류γ /vol%			
1	A	720	7	21	56	20	55	10	0.08	18	555	10.2	0.52	23	○	◎	본 발명예	
2	A	690	8	28	59	23	60	12	0.08	20	555	9.5	0.34	6.5	○	◎	본 발명예	
3	A	680	5	26	53	26	780	10	0.04	18	555	10.6	0.41	1.5	○	◎	본 발명예	
4	A	800	6	26	50	21	750	15	0.10	20	550	13.5	0.32	0.8	△	◎	비교예	
5	A	590	12	21	51	21	820	20	0.25	19	545	7.5	0.16	6.3	▲	◎	비교예	
6	A	620	6	15	60	21	760	10	0.10	25	550	6.8	0.12	5.1	×	◎	비교예	
7	A	560	6	20	45	26	780	8	0.86	18	580	7.1	0.08	1.5	×	◎	비교예	
8	A	680	7	23	58	48	830	20	0.08	20	585	13.8	0.31	3.1	○	◎	본 발명예	
9	B	700	6	26	59	20	750	30	0.15	25	585	11.0	0.26	7.6	○	◎	본 발명예	
10	B	710	7	28	56	21	800	10	0.20	19	580	11.1	0.24	2.1	○	◎	본 발명예	
11	B	690	5	27	57	26	750	32	0.12	19	590	9.8	0.35	1.6	○	◎	본 발명예	
12	B	650	9	27	52	28	890	16	0.01	20	580	7.1	0.05	1.7	▲	◎	비교예	
13	B	620	8	27	54	24	740	3	0.10	16	585	6.5	0.15	3.2	×	◎	비교예	
14	B	680	8	26	58	27	750	10	0.70	18	550	14.1	0.09	3.6	○	◎	비교예	
15	B	710	7	24	51	26	760	15	0.20	8	580	7.0	0.18	0.1	×	◎	비교예	
16	C	730	5	25	52	28	800	16	0.13	15	550	8.8	0.28	1.6	○	◎	본 발명예	
17	C	590	6	29	59	29	650	24	0.25	16	545	9.2	0.29	6.0	○	◎	비교예	
18	C	560	9	28	56	30	680	10	0.06	18	580	13.6	0.34	4.9	○	◎	비교예	
19	C	600	9	27	53	35	720	30	0.03	18	575	14.2	0.26	8.1	△	◎	비교예	
20	D	640	8	23	52	36	750	21	0.10	15	560	10.7	0.21	3.0	○	◎	본 발명예	
21	D	520	5	26	56	21	810	10	0.20	16	545	7.0	0.13	3.5	▲	◎	비교예	
22	E	680	6	21	59	25	820	15	0.09	18	580	10.2	0.26	7.6	○	◎	본 발명예	
23	E	685	8	21	54	38	820	8	0.85	20	580	13.9	0.12	3.1	○	◎	비교예	
24	F	820	6	25	57	21	810	7	0.15	18	585	9.7	0.27	1.7	○	◎	본 발명예	
25	F	810	6	26	57	24	830	16	0.18	5	580	6.9	0.16	0.1	×	◎	비교예	
26	G	680	9	24	52	24	830	8	0.20	16	580	9.5	0.28	3.1	○	◎	본 발명예	
27	H	720	7	22	51	20	790	5	0.30	19	585	14.3	0.12	8.4	○	◎	본 발명예	
28	I	715	6	23	56	23	780	10	0.23	20	580	10.1	0.26	0.9	○	◎	본 발명예	
29	J	720	8	26	59	27	790	15	0.01	21	550	10.8	0.24	0.7	○	◎	본 발명예	
30	K	580	8	29	56	23	810	7	0.06	16	585	13.5	0.21	1.5	○	◎	비교예	
31	L	650	6	24	57	21	820	10	0.12	17	585	14.6	0.30	1.9	△	◎	비교예	
32	M	645	7	23	54	21	830	12	0.09	19	540	6.3	0.13	2.8	▲	◎	비교예	
33	N	620	9	26	51	21	810	6	0.30	18	540	7.8	0.18	3.4	×	◎	비교예	
34	O	670	9	24	52	23	800	18	0.14	19	560	6.5	0.06	1.9	×	◎	비교예	
35	P	650	6	28	54	35	770	10	0.02	20	580	6.9	0.09	7.1	×	◎	비교예	
36	Q	720	6	23	59	32	690	10	0.05	18	555	7.4	0.16	5.2	▲	◎	비교예	
37	R	710	5	26	53	21	760	10	0.23	17	550	6.9	0.19	3.1	×	◎	비교예	
38	S	580	6	24	52	21	780	5	0.08	21	550	5.6	0.17	2.0	×	◎	비교예	
39	T	620	7	29	55	25	820	6	0.18	19	580	5.8	0.14	1.9	▲	◎	비교예	
40	U	630	6	20	55	26	810	10	0.18	20	545	13.5	0.26	1.4	△	◎	비교예	
41	V	680	5	21	56	24	820	10	0.19	18	560	14.6	0.23	2.3	○	◎	비교예	
42	W	680	8	26	54	21	750	10	0.18	17	550	5.7	0.14	2.7	×	◎	비교예	

[0131]

[0132] 표 2 에 의하면, 본 발명예의 합금화 용융 아연 도금 강판의 표면은 모두 양호한 외관을 갖고, 또한 도금 밀착성도 우수하다.

[0133] 산업상 이용가능성

[0134] 도금 외관 및 밀착성도 우수하기 때문에, 자동차, 가전, 건축 등의 분야를 중심으로 폭넓은 용도에서의 사용이 전망된다.