

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2020-0036340
(43) 공개일자 2020년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C25D 5/12 (2006.01) C25D 7/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C25D 5/12 (2013.01)
C25D 7/0614 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0115864
(22) 출원일자 2018년09월28일
심사청구일자 2018년09월28일

(71) 출원인
주식회사 포스코
경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)
(72) 발명자
박일정
전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소
정진호
전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소
김명수
전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

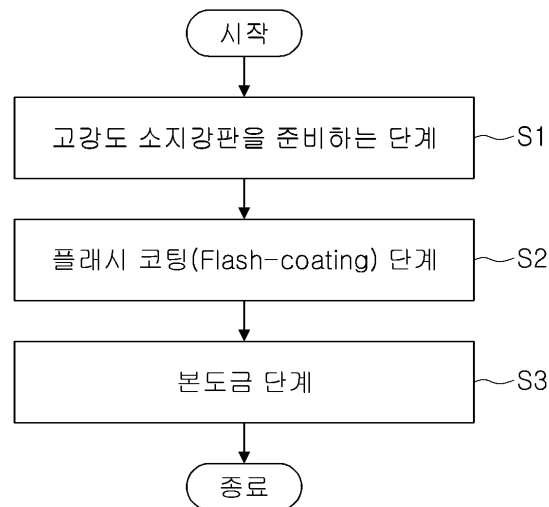
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 수소 크랙 저항성이 우수한 고강도 전기도금강판 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 인장강도 1.2GPa 이상이고, Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상을 포함하는 고강도 소지강판을 준비하는 단계 (S1); Ni 및 Zn 중 하나 이상을 포함하고, pH 1.8 이상 5.0 이하인 도금용액을 사용하여 상기 소지강판에 플래시 코팅(Flash-Coating)하는 플래시 코팅 단계 (S2); 및 Zn 을 포함하고, pH 0.85 이상 0.92 이하인 도금용액을 사용하여 도금하는 본도금 단계 (S3); 로 이루어지는 고강도 전기도금강판의 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

고강도 전기도금강판의 제조방법으로서,

인장강도 1.2GPa 이상이고, Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상의 합금원소를 포함하는 고강도 소지강판을 준비하는 단계 (S1);

Ni 및 Zn 중 하나 이상을 포함하고, pH 1.8 이상 5.0 이하인 도금용액을 사용하여 상기 소지강판에 플래시 코팅 (Flash-Coating)하는 플래시 코팅 단계 (S2); 및

Zn 을 포함하고, pH 0.85 이상 0.92 이하인 도금용액을 사용하여 도금하는 본도금 단계 (S3);

로 이루어지는 고강도 전기도금강판의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 플래시 코팅 단계 (S2) 에서 부착되는 도금량은 편면기준 0.2~2.0 g/m²인 것을 특징으로 하는 고강도 전기 도금강판의 제조방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 본도금 단계 (S3) 에서 부착되는 도금량은 편면기준 15~120 g/m²인 것을 특징으로 하는 고강도 전기도금강판의 제조방법.

청구항 4

Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상의 합금원소를 포함하는 고강도 소지강판 및 상기 소지강판 위에 형성된 전기도금층을 포함하고,

상기 전기도금층은 Ni 및 Zn 중 하나 이상으로 도금된 플래시코팅층 및 아연 도금된 본도금층을 포함하며,

상기 소지강판 및 상기 전기도금층 내 수소함량이 합계로 0.25ppm 이하이며 인장강도가 1.2GPa 이상인, 고강도 전기도금강판.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 플래시코팅층의 도금량은 편면기준 0.2~2.0 g/m²인 것을 특징으로 하는 고강도 전기도금강판.

청구항 6

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 본도금층의 도금량은 편면기준 15~120 g/m²인 것을 특징으로 하는 고강도 전기도금강판.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 수소 크랙에 대한 저항성, 도금성과 내식성이 우수한 고강도 전기도금강판 및 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 최근 지구 환경보호 및 자동차 승객 안전성에 대한 관심이 높아지면서 고강도 강판에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 요구를 만족시키기 위해서 최근 1.2GPa 급 이상의 고강도화를 통해 자동차 외판의 두께와 사용량을 줄이는 방법이 시도되고 있다.
- [0003] 강판의 강도를 쉽게 높이는 방법으로 탄소를 비롯한 강의 강화 성분들의 첨가량을 증가시키는 방법이 있다. 하지만, 자동차 외판용 강판의 경우 성형이 용이해야 하며 성형 과정에서 크랙이 발생하지 않아야 하므로 강판의 연신율이 동시에 확보되어야 할 것이 요구된다. 때문에 강도와 연성을 동시에 확보하기 위해서 강 중에 주로 Mn, Si, Al, Cr, Ti 등의 합금원소를 첨가하고 있으며, 이들의 첨가량을 적절히 조절하고 제조공정 조건을 제어함으로써 높은 강도와 연성을 갖는 강판을 제조할 수 있다.
- [0004] 하지만 위에 언급한 합금원소들은 빠른 산화 특성을 가지기 때문에 상기합금원소들이 포함된 강판은 낮은 내식성을 가지게 되는 문제가 있다. 이에 내식성 향상을 위한 방안으로 강판에 용융아연도금하는 방법이 고려되었지만, 빠른 산화 특성을 보이는 Mn, Si, Al 등의 합금원소들로 인해 표면산화가 쉽게 발생하기 때문에, 합금원소를 포함하는 고강도 강판에 용융아연도금을 적용하는 것에는 많은 어려움이 있다.
- [0005] 이에 따라 내식성 향상을 위한 다른 방안으로서 플래시 코팅(flash-coating)을 포함하는 전기도금방법이 제안되었다. 상기 플래시 코팅은 소지강판의 미세한 결함이 도금층에 전사되는 것을 방지하기 위해 본도금 전 Ni 등의 금속으로 얇게 선도금하는 공정을 말한다. 그러나 종래 알려진 바에 따르면, 전기도금 시 플래시 코팅 과정과 본도금 과정에서 도금용액의 낮은 pH로 인해 다량의 수소가 발생할 수 있고, 발생된 수소가 강판 내로 용이하게 침투되어 강재 내 수소함량이 높아져 수소에 의한 조기파단이 발생하는 문제가 새롭게 대두되었다. 그럼에도 불구하고 아직 이를 해결할 수 있는 효과적인 수단이 제시되지 못하고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 1.2GPa 급 이상 고강도 강의 전기도금시 발생하는 문제점을 해결하기 위한 것으로, 플래시 코팅(Flash-coating)을 포함한 전기도금과정에서 용액의 pH를 제어함으로써 수소 크랙에 대한 저항성 및 우수한 도금성과 내식성을 동시에 만족시키는 고강도 전기도금강판 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0007] 한편, 본 발명의 과제는 상술한 내용에 한정하지 않는다. 본 발명의 과제는 본 명세서의 내용 전반으로부터 이해될 수 있을 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 본 발명의 부가적인 과제를 이해하는데 아무런 어려움이 없을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 측면은 인장강도 1.2GPa 이상이고, Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상의 합금원소를 포함하는 고강도 소지강판을 준비하는 단계(S1); Ni 및 Zn 중 하나 이상을 포함하고, pH 1.8 이상 5.0 이하인 도금용액을 사용하여 상기 소지강판에 플래시 코팅(Flash-Coating)하는 플래시 코팅 단계(S2); 및, Zn 을 포함하고, pH 0.85 이상 0.92 이하인 도금용액을 사용하여 도금하는 본도금 단계(S3); 로 이루어지는 고강도 전기도금강판의 제조방법이다.
- [0009] 상기 플래시 코팅 단계(S2)에서 부착되는 도금량은 편면기준 0.2~2.0 g/m²일 수 있다.
- [0010] 상기 본도금 단계(S3)에서 부착되는 도금량은 편면기준 15~120 g/m²일 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 일 측면은 Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상을 포함하는 고강도 소지강판 및 상기 소지강판 위에 형성된 전기도금층을 포함하고, 상기 전기도금층은 플래시코팅층 및 본도금층을 포함하며, 상기 소지강판 및 상기 전기도금층 내 수소함량이 합계로 0.25ppm 이하이며, 인장강도가 1.2GPa 이상인 고강도 전기도금강판이다.
- [0012] 상기 플래시코팅층의 도금량은 편면기준 0.2~2.0 g/m²일 수 있다.
- [0013] 상기 본도금층의 도금량은 편면기준 15~120 g/m²일 수 있다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 의하면 전기도금 중 강판 내 침투하는 수소량을 0.25ppm 이하로 제어할 수 있어, 수소에 의한 크랙

저항성이 향상된 고강도 전기도금강판을 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1 은 본 발명에 따른 고강도 전기도금강판의 제조방법을 개략적으로 나타낸 공정 흐름도이다.
- 도 2 는 본 발명에 따른 전기도금강판의 제조 시, 플래시 코팅의 pH와 도금층을 포함한 강재 내 수소함량과의 관계를 나타낸 그래프이다.
- 도 3 은 본 발명에 따른 고강도 전기도금강판을 나타내는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하에서는 먼저 본 발명의 일 측면인 고강도 전기도금강판의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [0017] [고강도 전기도금강판의 제조방법]
- [0018] 도 1 에는 본 발명의 일 측면에 따른 고강도 전기도금강판의 제조방법을 개략적으로 나타낸 공정 흐름도가 도시되어 있다. 본 발명의 일 측면에 따른 고강도 전기도금강판의 제조방법은 인장강도 1.2GPa 이상이고, Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상을 포함하는 고강도 소지강판을 준비하는 단계(S1); 본도금하기 전에 Ni 및 Zn 중 하나 이상을 포함하고, pH 1.8 이상 5.0 이하인 도금용액을 사용하여 상기 소지강판에 플래시 코팅(Flash-Coating)하는 플래시 코팅 단계(S2); 및 Zn 을 포함하고, pH 0.85 이상 0.92 이하인 도금용액을 사용하여 도금하는 본도금 단계(S3);로 이루어진다.
- [0019] 고강도 소지강판을 준비하는 단계 (S1)
- [0020] 본 발명의 일 측면에 따른 고강도 전기도금강판의 제조방법에서는 먼저 전기도금의 대상이 되는 소지강판을 준비한다. 상기 소지강판은 Fe 를 모재로 하고, 강도와 연성을 동시에 확보하기 위하여 합금원소로서 Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상 및 기타 불가피한 불순물을 포함할 수 있다. 또한 상기 소지강판은 인장강도가 1.2GPa 이상일 수 있으며, 경우에 따라서는 1.5GPa 이상일 수 있다.
- [0021] 상기 소지강판에 포함되는 Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상의 합금원소는 합계로 2.5질량% 이상, 4.5질량% 이하로 포함될 수 있다. 상기 합금원소의 함량이 합계로 2.5질량% 미만인 경우 합금원소에 의한 표면산화는 줄어들 수 있지만 1.2GPa 이상의 고강도화를 달성할 수 없다. 반면 상기 합금원소의 함량이 합계로 4.5질량%를 초과하는 경우 표면 산화에 의해 이후 도금을 진행하는데 미도금이 발생하는 문제가 발생한다. 따라서 상기 합금원소의 함량은 합계로 2.5질량% 이상, 4.5질량% 이하인 것이 바람직하다.
- [0022] 플래시 코팅 단계 (S2)
- [0023] 본 발명의 일 측면에 따른 고강도 전기도금강판의 제조방법에서는 본도금을 실시하기 전에 플래시 코팅(Flash-Coating)을 먼저 실시할 수 있다. 상기 플래시 코팅은 소지강판의 미세한 결함이 본도금층에 전사되는 것을 방지하기 위해 본도금 전 Ni 등의 금속으로 얇게 선도금하는 공정을 말한다. 상기 플래시 코팅 단계(S2)를 통해 본도금 전 소지강판 상에 얇은 플래시코팅층을 형성하게 된다.
- [0024] 본 발명에 따른 제조방법에서 사용되는 고강도 소지강판은 강도와 연성을 동시에 확보하기 위하여 Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상을 포함하지만, 합금원소를 포함하는 소지강판에 직접적으로 본도금을 할 경우 빠른 표면산화에 의해 도금 효율이 매우 낮아질 수 있다. 그러나 플래시 코팅 단계(S2)를 통해 얇은 두께의 플래시코팅층을 형성한 후 본도금을 실시하면, 상기 합금원소들의 함유에도 불구하고 본도금층의 미도금을 방지할 수 있어 강판에 내식성 향상을 위한 도금층을 용이하게 형성할 수 있고, 또한 용접금속액취취성(Liquid Metal Embrittlement; LME)을 억제할 수 있는 효과도 얻을 수 있다.
- [0025] 상기 플래시 코팅 단계(S2)에서 사용되는 도금용액은 본도금의 금속이온과 특별한 반응이 없는 금속을 포함하는 것이 바람직하다. 예를 들어 본도금의 금속이온이 아연(Zn)인 경우 Ni, Zn 등의 금속 이온을 포함할 수 있다. 상기 플래시 코팅 단계의 도금용액의 금속이온이 본도금에서의 금속이온과 반응을 일으키는 경우 강판 상에 불필요한 합금상이 형성될 수 있고, 도금용액 내에 침전물이 생기는 문제가 발생할 수 있다.
- [0026] 한편, 상기 플래시 코팅 단계(S2)에서 사용되는 도금용액의 수소 이온 농도(pH)는 1.8 이상 5.0 이하일 수 있다. 최근 고강도강의 니즈가 높아지면서 전기도금시 발생한 수소가 강재로 침투하여 수소 취성을 일으킬 위험성이 있다는 문제제기가 다수 있었다. 본 발명에 따른 전기도금강판과 같은 1.2GPa 급 이상의 고강도강의 경우

강재 내 수소에 의해 수소 취성이 발생하여 기계적 물성이 감소하는 특성을 보인다. 수소 취성은 강재 내로 침투한 수소가 특정 결함지역(예를 들면, 결정립계, 응력집중부 혹은 개재물 등의 트랩 사이트(trap site) 등)에 몰려서 결합력을 약하게 만들어 응력에 의해 그 부위에서 쉽게 파괴가 발생하게 되는 현상을 말한다. 따라서 고강도강의 경우 특정 수소함량(임계수소량) 이상의 수소가 강재 내에 존재할 경우, 가공에 의한 변형 시 강재가 버틸 수 있는 응력보다 낮은 응력에서 파괴가 발생하게 된다. 강재의 강도는 수소 취성을 발생시킬 수 있는 주요 인자로 알려져 있는데, 이는 고강도강일수록 내부 잔류응력이 많고, 작은 변형에도 국부적으로 큰 힘을 받을 수 있어 수소가 몰릴 수 있는 여건이 쉽게 만들어지기 때문이다. 따라서 수소 취성 문제는 대략 1GPa 급 이하의 저장도 강판에서는 특별히 문제되지 않았던 사항이었다.

[0027] 위와 같은 전기도금된 고강도강에서의 수소 취성 문제를 해결하기 위해 본 발명자들은 고강도강에 대한 전기도금 과정에서 수소발생을 줄이고, 발생한 수소의 강재 내 침투를 줄이기 위한 연구를 진행하였다. 다만 최종 도금 제품의 품질을 확보하기 위해서는 본도금의 pH 가 고정되어야 하는 상황이기 때문에, 본 발명자들은 플래시 코팅 과정의 pH 를 제어하여 수소 크랙 저항성을 확보하는 방안에 대해 생각하였다. 연구결과, 플래시 코팅 단계에서 pH 를 적절히 제어하면 본도금 중 수소가 강재 내로 침투하게 되는 것을 억제할 수 있다는 것을 발견하였고, 그 결과 강재 내 수소 함량을 0.25ppm 이하로 제어할 수 있어 고강도강의 수소 취성 저항성을 확보할 수 있음을 확인하고 본 발명을 완성하게 되었다.

[0028] 상기 도금용액의 pH 가 1.8 미만이면 도금 초기에 다량의 수소가 발생하여 강재 내로 침투하게 되어 수소에 의한 조기파단이 증가하게 된다. 반면 상기 도금용액의 pH 가 5.0 초과이면 도금용액 내 침전물이 발생하여 전기도금의 생산성이 매우 떨어지게 된다. 따라서 상기 플래시 코팅 단계(S2)에서 사용되는 도금용액의 pH 는 1.8 이상 5.0 이하일 수 있으며, 경우에 따라서는 3.25 이상 4.5 이하일 수 있다.

[0029] 상기 플래시 코팅 단계(S2)에서 소지강판에 부착되는 도금량은 편면 기준 0.2~2.0 g/m² 일 수 있다. 상기 도금량이 편면기준 0.2 g/m² 미만일 경우 본도금 동안 발생하는 수소가 강재로 침투하는 것을 방지하는 장벽 역할을 하는데 부족하게 되고, 반면에 상기 도금량이 편면기준 2.0 g/m² 초과일 경우 도금밀착성이 감소된다. 따라서 플래시 코팅 단계(S2)에서의 도금량은 편면기준 0.2~2.0 g/m² 인 것이 바람직하다.

[0030] 본도금 단계 (S3)

[0031] 상기 플래시 코팅을 실시한 후에 본도금을 실시하여 본도금층을 형성한다. 본 발명에서 본도금은 특별히 제한되지 않고, 당해 기술분야에서 통상적으로 실시되는 전기도금을 실시하면 된다. 예를 들어, 본도금의 도금용액은 Zn 을 포함할 수 있고, pH 도 통상의 범위에서 크게 벗어나지 않는 0.85~0.92 에서 실시할 수 있다.

[0032] 한편, 상기 본도금 단계(S3)에서 플래시코팅층 상에 부착되는 도금량은 편면기준 15~120 g/m² 일 수 있다. 상기 도금량이 편면기준 15 g/m² 미만일 경우 고강도강의 내식성 확보가 어려워지며, 반면에 상기 도금량이 편면기준 120 g/m² 초과일 경우 도금밀착성을 감소시키고, 균일한 도금을 방해한다. 따라서 본도금 단계(S3)에서의 도금량은 15~120 g/m² 인 것이 바람직하다.

[0033] 이하에서는 본 발명의 다른 일 측면으로서 상술한 고강도 전기도금강판의 제조방법에 의해 제조되는 고강도 전기도금강판에 대하여 상세히 설명한다.

[0034] 참고로, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면 상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하고, 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다.

[0035] [고강도 전기도금강판]

[0036] 도 3 에는 본 발명의 다른 일 측면에 따른 고강도 전기도금강판이 개략적으로 도시되어 있다. 본 발명의 고강도 전기도금강판은 Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상의 합금원소를 포함하는 소지강판(1) 및 상기 소지강판(1) 위에 형성된 전기도금층(2)을 포함하고, 상기 전기도금층(2)은 플래시코팅층(21) 및 본도금층(22)을 포함하며, 상기 소지강판(1) 및 상기 전기도금층(2) 내 수소함량이 합계로 0.25 ppm 이하이며, 인장강도가 1.2GPa 이상인 것을 특징으로 한다.

[0037] 먼저 본 발명에 따른 고강도 전기도금강판은 Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상을 포함하는 소지강판(1), 및 플래시코팅층(21)과 본도금층(22)으로 이루어진 전기도금층(2)을 포함한다.

[0038] 상술한 바와 같이 상기 소지강판(1)은 Fe 를 모재로 하고, Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 중 1 이상의 합금원소 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 강판일 수 있다. 본 발명의 전기도금강판은 소지강판(1)에서 위 합금원소들을 포함

함으로써 인장강도 1.2GPa 이상이면서도 우수한 연성을 확보할 수 있다.

- [0039] 한편 전기도금층(2)은 플래시코팅층(21)과 본도금층(22)으로 이루어진다. 상기 플래시코팅층(21)과 본도금층(22)의 합금조성은 각각 플래시 코팅 단계(S2)와 본도금 단계(S3)에서 사용된 도금용액의 금속성분에 따라 결정된다. 예를 들어 플래시 코팅 단계(S2)에서 Ni 또는 Zn 이 포함된 도금용액을 사용하는 경우 Ni 또는 Zn 로 이루어진 플래시코팅층(21)이 형성된다. 이는 본도금에서도 같다.
- [0040] 한편, 본 발명에 따른 고강도 전기도금강관은 상기 소지강관(1) 및 상기 전기도금층(2) 내 수소함량이 합계로 0.25ppm 이하일 수 있다. 상기 강재 내 수소함량이 0.25 ppm 초과인 경우 수소에 의한 조기 파단이 쉽게 발생하게 되므로, 그 상한을 0.25 ppm 로 제한하였다. 보다 바람직하게는 0.20 ppm 이하일 수 있다. 반면 강재 내 수소는 수소에 의한 조기 파단의 원인이 되므로, 그 함량은 적을 수록 바람직하다. 따라서 강재 내 수소함량의 하한은 특별히 한정하지 않아도 된다. 다만 도 2 에서 볼 수 있는 바와 같이 강재 내 수소함량은 플래시 코팅 도금용액의 pH 와 관련되며, pH 의 변화에 따라 완만한 U자 곡선을 그린다. 이를 고려하면 실제 제조공정 시의 조건에 따라 달라질 수 있으나, 강재 내 수소함량의 하한을 0.175ppm 이상으로 할 수 있다.
- [0041] 또한 상기 플래시코팅층(21)의 도금량은 편면기준 0.2~2.0 g/m²일 수 있고, 상기 본도금층(22)의 도금량은 편면기준 15~120 g/m² 일 수 있다.
- [0042] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명하고자 한다. 본 발명의 실시예들은 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 설명되는 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시예들은 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자에게 본 발명을 더욱 상세하게 설명하기 위하여 제공되는 것이다.
- [0043] (실시예)
- [0044] 먼저 소지강관으로서 대표적인 고강도강이며, 합금원소로서 Mn, Si, Al, Cr 및 Ti 을 합계로 3.9 질량% 포함하는 상용화된 1.5GPa 급 MART강을 준비하였다. 상기 소지강관에 대해 플래시 코팅을 실시하였으며, 이때의 도금용액 pH 를 0.5 부터 6 까지 변화시키면서 도금을 실시하였다. 이후 본도금을 실시하였으며 본도금에서의 pH 는 0.86 으로 고정하였다. 또한 도금량은 편면기준 플래시 코팅층은 1.0g/m², 본도금층은 60g/m² 으로 고정하고, 각각 오차 0.2g/m², 4g/m²을 허용하였으며, 도금금속은 모두 Zn 으로 하였다. 단, 비교예 5 내지 7 의 경우에는 플래시 코팅 시의 pH 가 너무 높았기 때문에 도금량이 매우 낮게 되어 도금량의 오차범위를 벗어나게 되었다.
- [0045] 상기 실시예에 대하여 하기의 평가항목 및 평가방법에 따라 평가를 실시하였고, 그 결과를 하기 표 1 에 기재하였다.
- [0046] 1. 도금용액의 pH
- [0047] 도금 작업 전 투입되는 용액을 pH 미터(pH meter)를 이용하여 측정하였다. 측정하고자 하는 용액 속에 유리 전극을 삽입하여 기준 전극(포화 칼로멜 전극)에 대해서 얻어지는 전위차 또는 그 변동을 직류 또는 교류 증폭으로 측정한다.
- [0048] 2. 도금량 측정
- [0049] 도금된 강관에 대해 소지금속 부식억제제(inhibitor)를 넣은 1:3 HCl 희석 용액을 이용하여 직경 5cm 크기로 도금층을 녹여내고, 그 용액을 유도결합플라즈마(ICP) 분석을 통해 도금량을 확인하였다.
- [0050] 3. 침전물 (ZnOH계) 발생 여부 확인
- [0051] 도금 후 도금용액을 거름종이로 거른 후 마른 상태에서 거름종이에 걸러진 입자를 현미경을 통해 확인하였다.
- [0052] 4. 강재 내 수소함량 측정
- [0053] 시편을 열탈착분석기(Thermal Desorption Analyzer)를 이용하여 400℃까지 승온시키면서 방출되는 수소량을 측정하였다.
- [0054] 5. 파단시편 형태
- [0055] 전기 도금 후 저속인장시험(slow strain rate test)를 수행한 시편의 파단 부위를 RD(rolling direction)로 형상을 관찰하여 연신파괴(딥플 파괴 형태)와 취성파괴(벽개, 입계, 입내 파괴 형태)로 구분하였다.

표 1

구분	pH (플래시 코팅)	pH (본도금)	플래시코팅층 도금량 (g/m^2)	본도금층 도금량 (g/m^2)	침전물 발생 유무	수소함량 (ppm)	파단 시편 형태
비교예1	0.5	0.86	1.1	62	미발생	0.41	취성파괴
비교예2	0.8	0.86	1.1	61	미발생	0.37	취성파괴
비교예3	1	0.86	1.1	62	미발생	0.37	취성파괴
비교예4	1.5	0.86	1.1	60	미발생	0.35	취성파괴
발명예1	1.8	0.86	1.0	61	미발생	0.23	연성파괴
발명예2	2	0.86	1.0	60	미발생	0.24	연성파괴
발명예3	2.5	0.86	1.0	59	미발생	0.23	연성파괴
발명예4	3	0.86	0.9	60	미발생	0.21	연성파괴
발명예5	3.5	0.86	0.9	61	미발생	0.19	연성파괴
발명예6	4	0.86	0.9	61	미발생	0.18	연성파괴
발명예7	4.5	0.86	0.8	63	미발생	0.20	연성파괴
발명예8	5	0.86	0.8	62	미발생	0.22	연성파괴
비교예5	5.25	0.86	0.7	61	발생	0.27	취성파괴 (일부 연성 파괴)
비교예6	5.5	0.86	0.7	57	발생	0.29	취성파괴 (일부 연성 파괴)
비교예7	6	0.86	0.6	54	발생	0.31	취성파괴 (일부 연성 파괴)

본 발명의 조건에 따라 플래시 코팅 시에 도금용액의 pH 를 1.8~5.0 으로 조절한 발명예 1 내지 8 에서는 전기 도금강판 내의 수소함량이 0.25ppm 이하를 만족하여 우수한 수소 크랙 저항성을 확보할 수 있는 것을 확인하였다.

반면에 플래시 코팅 시 도금용액의 pH 가 1.8 미만인 비교예 1 내지 4 와 pH 가 5.0 초과인 비교예 5 내지 7 에서는 전기도금강판 내의 수소함량이 0.25ppm 을 초과하여 수소에 의한 조기 파단(취성파괴)이 발생하여 수소 취성 저항성이 열위해진 것을 확인할 수 있었다.

부호의 설명

S1 : 고강도 소지강판을 준비하는 단계

S2 : 플래시 코팅 단계

S3 : 본도금 단계

1 : 소지강판

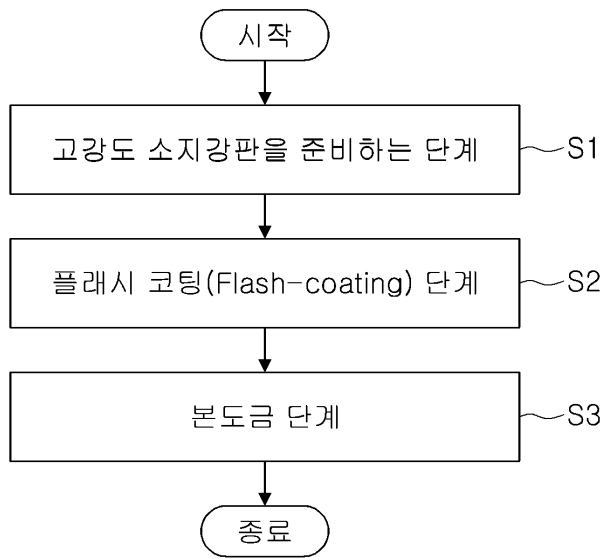
2 : 전기도금층

21 : 플래시코팅층

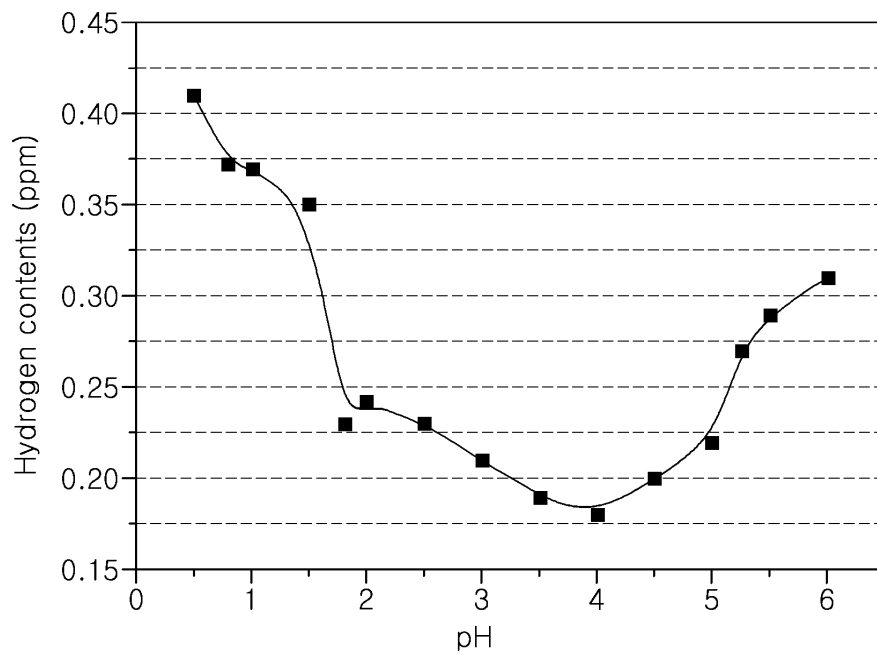
22 : 본도금층

도면

도면1



도면2



도면3

