

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2018년 6월 28일 (28.06.2018) WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2018/117749 A1

(51) 국제특허분류:

C21D 8/12 (2006.01) C23G 1/08 (2006.01)  
C22C 38/02 (2006.01) C23C 4/134 (2016.01)  
C21D 9/46 (2006.01)

37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR).

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2017/015384

(22) 국제출원일:

2017년 12월 22일 (22.12.2017)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2016-0178404 2016년 12월 23일 (23.12.2016) KR

(71) 출원인: 주식회사 포스코 (POSCO) [KR/KR]; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동), Gyeongsangbuk-do (KR).

(72) 발명자: 고현석 (KO, Hyun-Seok); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 권민석 (KWON, Min Serk); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 서진우 (SEO, Jin-Wook);

(74) 대리인: 유미특허법인 (YOU ME PATENT AND LAW FIRM); 06134 서울시 강남구 테헤란로 115, Seoul (KR).

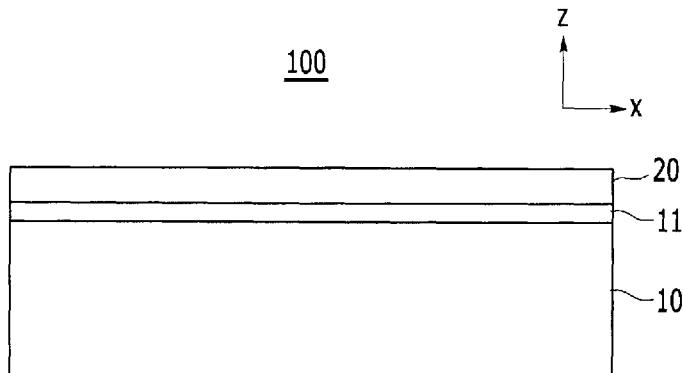
(81) 지정국(별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, 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 국내 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,

(54) Title: GRAIN-ORIENTED ELECTRICAL STEEL SHEET AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 방향성 전기강판 및 이의 제조방법

【도 1】



(57) Abstract: According to one embodiment of the present invention, a method for manufacturing a grain-oriented electrical steel sheet comprises the steps of: providing a slab including, by wt%, 1.0-4.0% of Si, 0.1%-0.4% of C, and the balance of Fe and other inevitably mixed in impurities; reheating the slab; hot-rolling the slab so as to manufacture a hot rolled steel sheet; hot band-annealing the hot rolled steel sheet; primarily cold-rolling the hot band-annealed hot rolled steel sheet; decarbonization-annealing the primarily cold-rolled steel pipe; secondarily cold-rolling the steel sheet having been completely decarbonization-annealed; finally annealing the steel sheet having been completely secondarily cold-rolled; pickling the steel sheet having been completely finally annealed; and forming a ceramic coating layer on the steel sheet having been completely pickled.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 제조방법은, 중량 %로, Si: 1.0% 내지 4.0%, C: 0.1% 내지 0.4% 및 잔부는 Fe 및 기타 불가피하게 혼입되는 불순물을 포함하는 슬라브를 제공하는 단계; 슬라브를 재가열하는 단계; 슬라브를 열간 압연하여 열연 강판을 제조하는 단계; 열연 강판을 열연판 소둔하는 단계; 열연판 소둔된 열연 강판을 1차 냉간 압연하는 단계; 1차 냉간 압연된 강판을 탈탄 소둔하는 단계; 탈탄 소둔이 완료된 강판을 2차 냉간 압연하는 단계; 2차 냉간 압연이 완료된 강판을 최종 소둔하는 단계; 최종 소둔이 완료된 강판을 산세하는 단계; 및 산세가 완료된 강판에 세라믹 코팅층을 형성하는 단계를 포함한다.

WO 2018/117749 A1

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))

【명세서】

## 【발명의 명칭】

## 방향성 전기강판 및 이의 제조방법

【기술분야】

5                      방향성 전기강판 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

## 【발명의 배경이 되는 기술】

방향성 전기강판은 강판의 결정방위가 {110}<001>인 일명 고스(Goss) 방위를 갖는 결정립들로 이루어진 압연방향의 자기적 특성이 뛰어난 연자성 재료이다.

10 이러한 방향성 전기강판은 슬라브 가열 후 열간 압연, 열연판 소둔, 냉간 압연을 통하여 최종두께로 압연된 다음, 1차 재결정 소둔과 2차 재결정 형성을 위하여 고온소둔을 거쳐 제조된다.

이때, 고온소둔시에는 승온율이 느릴수록 2차 재결정되는 Goss 방위의 집적도가 높아져 자성이 우수한 것으로 알려져 있다. 통상 방향성 전기강판의 고온소둔 중 승온율은 시간당  $15^{\circ}\text{C}$  이하로써 승온으로만 2~3일이 소요될 뿐만 아니라 40시간 이상의 순화소둔이 필요하므로 에너지 소모가 심한 공정이라고 할 수 있다. 또한 현재의 최종 고온소둔 공정은 코일 상태에서 배치(Batch)형태의 소둔을 실시하기 때문에 공정상의 다음과 같은 어려움이 발생하게 된다. 첫째, 코일상태에서의 열처리로 인한 코일의 외권부와 내권부 온도 편차가 발생하여 각 부분에서 동일한 열처리 패턴을 적용할 수 없어 외권부와 내권부의 자성편차가 발생한다. 둘째, 탈탄 소둔 후 MgO를 표면에 코팅하고 고온소둔 중 Base coating을 형성하는 과정에서 다양한 표면 결함이 발생하기 때문에 실수율을 떨어뜨리게 된다. 셋째, 탈탄 소둔이 끝난 탈탄판을 코일형태로 감은 후 고온소둔 후 다시 평탄화소둔을 거쳐 절연코팅을 하기 때문에 생산공정이 3단계로 나누어지게 됨으로써 실수율이 떨어지는 문제점이 발생한다.

### 【발명의 내용】

### 【해결하고자 하는 과제】

본 발명의 일 실시예에서는 방향성 전기강판의 제조방법 및 이에  
의하여 제조된 방향성 전기강판을 제공하고자 한다.

### 【과제의 해결 수단】

본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 제조방법은, 중량%로, Si:1.0% 내지 4.0%, C:0.1% 내지 0.4% 및 잔부는 Fe 및 기타 불가피하게 혼입되는 불순물을 포함하는 슬라브를 제공하는 단계; 슬라브를 재가열하는 단계; 슬라브를 열간 압연하여 열연 강판을 제조하는 단계; 열연 강판을 열연판 소둔하는 단계; 열연판 소둔된 열연 강판을 1차 냉간 압연하는 단계; 1차 냉간 압연된 강판을 탈탄 소둔하는 단계; 탈탄 소둔이 완료된 강판을 2차 냉간 압연하는 단계; 2차 냉간 압연이 완료된 강판을 최종 소둔하는 단계; 최종 소둔이 완료된 강판을 산세하는 단계; 및 산세가 완료된 강판에 세라믹 코팅층을 형성하는 단계를 포함한다.

열연판 소둔하는 단계에서 탈탄과정을 포함할 수 있다.

열연판 소둔하는 단계는 850°C 내지 950°C 온도 및 이슬점 온도 50°C 이상에서 소둔하는 단계 및 1000°C 내지 1200°C 온도 및 이슬점 온도 0°C 이하에서 소둔하는 단계를 포함할 수 있다.

1차 냉간 압연된 강판을 탈탄 소둔하는 단계는 850°C 내지 950°C 온도 및 이슬점 온도 50°C 이상에서 소둔하는 단계 및 1000°C 내지 1200°C 온도 및 이슬점 온도 0°C 이하에서 소둔하는 단계를 포함할 수 있다.

1차 냉간 압연된 강판을 탈탄 소둔하는 단계 및 상기 탈탄 소둔이 완료된 강판을 2차 냉간 압연하는 단계는 2회 이상 반복할 수 있다.

최종 소둔하는 단계는 850°C 내지 1000°C 온도 및 이슬점 온도 70°C 이하에서 소둔하는 단계 및 1000°C 내지 1200°C 온도 및 H<sub>2</sub> 50 부피% 이상의 분위기에서 소둔하는 단계를 포함할 수 있다.

산세하는 단계는 5 내지 50 중량%의 산 수용액을 이용하여, 50 내지 100°C 온도에서 5초 내지 100초 동안 산세할 수 있다.

세라믹 코팅층을 형성하는 단계는 불활성 가스를 플라즈마화한 열원에 세라믹 분말을 공급하여 세라믹 코팅층을 형성할 수 있다.

세라믹 분말은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> 또는 ZrO<sub>2</sub>를 포함할 수 있다.

1차 냉간 압연하는 단계 내지 상기 세라믹 코팅층을 형성하는 단계는 연속하여 이루질 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판은, 중량%로, Si:1.0%

내지 4.0%, C:0.002% 이하(0%를 포함하지 않는다) 및 잔부는 Fe 및 기타 불가피하게 혼입되는 불순물을 포함하는 기재 및 기재의 표면 상에 형성된 세라믹 코팅층을 포함하고, 기재는 강판의 두께 방향과 수직하는 면에 대하여, 외접원의 지름(D1)과 내접원의 지름(D2)의 비(D2/D1)가 0.5이상인 5 고스 결정립이 전체 고스 결정립 중 95 면적% 이상 포함한다.

기재는 기재의 표면으로부터 기재 내부로 형성된 산소 결핍층을 포함할 수 있다.

· 산소 결핍층은 산소를 500ppm 이하 포함할 수 있다.

산소 결핍층은 Mg를 100ppm 이하 포함할 수 있다.

10 세라믹 코팅층의 두께는 10nm 내지 4 $\mu$ m일 수 있다.

세라믹 코팅층은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> 또는 ZrO<sub>2</sub>를 포함할 수 있다.

세라믹 코팅층은 압연 방향으로, 폭(w)이 10 내지 100mm이고, 간격(d)이 10 내지 100mm인 패턴을 형성할 수 있다.

기재는 결정립 크기가 20 $\mu$ m 내지 500 $\mu$ m인 결정립의 비율이 15 80%이상일 수 있다.

### 【발명의 효과】

본 발명의 일 실시예에 의하면, 최종 소둔시 코일 상태에서 배치(Batch)형태의 소둔을 실시하지 않고 연속적인 소둔을 실시할 수 있는 방향성 전기강판의 제조 방법을 제공할 수 있다.

20 또한, 단시간의 소둔만으로도 방향성 전기강판을 생산할 수 있다.

또한, 종래의 방향성 전기강판의 제조 방법과 달리 냉연강판을 권취하는 공정이 필요 없다.

또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 제조방법은, 결정립 성장 억제제를 사용하지 않는 방향성 전기강판을 제공할 수 있다.

25 또한, 침질 소둔을 생략할 수 있다.

### 【도면의 간단한 설명】

도 1 은 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 개략적인 단면을 나타낸다.

도 2 는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 30 개략적인 사시도를 나타낸다.

도 3는 제조예에서 기재의 두께 방향과 수직하는 면에 대한 Goss결정립 분포를 EBSD 분석을 통하여 나타낸 사진이다.

도 4는 비교제조예에서 기재의 두께 방향과 수직하는 면에 대한 결정립 분포를 표시한 사진이다.

##### 5 【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

제1, 제2 및 제3 등의 용어들은 다양한 부분, 성분, 영역, 층 및/또는 섹션들을 설명하기 위해 사용되나 이들에 한정되지 않는다. 이들 용어들은 어느 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션을 다른 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션과 구별하기 위해서만 사용된다. 따라서, 이하에서 서술하는 제1 부분, 10 성분, 영역, 층 또는 섹션은 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 제2 부분, 성분, 영역, 층 또는 섹션으로 언급될 수 있다.

여기서 사용되는 전문 용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 15 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

어느 부분이 다른 부분의 "위에" 또는 "상에" 있다고 언급하는 경우, 20 이는 바로 다른 부분의 위에 또는 상에 있을 수 있거나 그 사이에 다른 부분이 수반될 수 있다. 대조적으로 어느 부분이 다른 부분의 "바로 위에" 있다고 언급하는 경우, 그 사이에 다른 부분이 개재되지 않는다.

다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 25 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.

또한, 특별히 언급하지 않는 한 %는 중량%를 의미하며, 1ppm은 30 0.0001중량%이다. 또한 고스(goss) 결정립이란 결정방위가

{110}<001>로부터 15도 이내의 방위를 갖는 결정립을 의미한다.

본 발명의 일 실시예에서 추가 원소를 더 포함하는 것의 의미는 추가 원소의 추가량 만큼 잔부인 철(Fe)을 대체하여 포함하는 것을 의미한다.

이하, 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 5 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

본 발명의 일 실시예에 따른 방향성 전기강판의 제조방법은, 먼저, 10 중량%로, Si:1.0% 내지 4.0%, C:0.1% 내지 0.4% 및 잔부는 Fe 및 기타 불가피하게 혼입되는 불순물을 포함하는 슬라브를 제공한다. 또한, 슬라브는 중량%로, Mn: 0%초과 0.1%이하, S:0%초과 0.005%이하를 더 포함할 수 있다. 또한, 슬라브는 중량%로, Bi:0.001% 내지 0.1% 더 포함할 수 있다.

조성을 한정한 이유는 하기와 같다.

실리콘(Si)는 전기강판의 자기이방성을 낮추고 비저항을 증가시켜 15 철손을 개선한다. Si 함량이 1.0% 미만인 경우에는 철손이 열위하게 되며, 4.0% 초과인 경우 취성이 증가한다. 따라서, 슬라브 및 최종 소둔 단계 이후 방향성 전기강판에서의 Si의 함량은 1.0% 내지 4.0% 일 수 있다.

탄소(C)는 중간 탈탄소둔 및 최종 탈탄소둔중에 표층부의 Goss 결정립이 중심부로 확산하기 위하여 중심부의 C가 표층부로 빠져 나오는 20 과정이 필요하기 때문에 슬라브 중 C의 함량은 0.1 내지 0.4 중량% 일 수 있다. 또한, 탈탄이 완료된 최종 소둔 단계 이후 방향성 전기강판에서의 탄소량은 0.0020 중량% 이하일 수 있다.

망간(Mn) 및 황(S) 는 MnS 석출물을 형성하여 탈탄 과정 중 25 중심부로 확산하는 Goss 결정립의 성장을 방해한다. 따라서 Mn, S 는 첨가되지 않는 것이 바람직하다. 그러나 제강 공정 중 불가피하게 혼입되는 양을 고려하여 슬라브 및 최종 소둔 단계 이후 방향성 전기강판에서의 Mn, S 는 Mn: 0.1%이하, S: 0.005%이하로 제어하는 것이 바람직하다.

비스무스(Bi)는 휘발성이 강한 편석원소로서 표층부에 위치할 경우 30 표면에서 휘발하게 되어 표층부의 결정립을 조대하게 만드는 특징이 있으며 이와는 반대로 강의 중심부에서는 결정립을 미세화시키는 효과가 있다.

0.001 중량% 미만으로 포함할 경우, 그 효과가 미미할 수 있다. 반대로 0.1 중량% 초과하여 첨가시에는 표면 결정립 크기의 불균일성을 초래하므로 0.001 내지 0.1 중량%로 첨가하는 것이 바람직하다.

상기와 같은 조성의 슬라브를 재가열을 한다. 슬라브 재가열 온도는 5 통상의 재가열 온도보다 높은 1100°C 내지 1350°C일 수 있다.

슬라브 가열시 온도가 높을 경우 열연 조직이 조대화되어 자성에 악영향을 미치게 되는 문제점이 있다. 그러나 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 제조 방법은 탄소의 함량이 종래보다 많아 슬라브 재가열 온도가 높더라도 열연 조직이 조대화 되지 않으며, 통상의 경우 보다 10 높은 온도에서 재가열 함으로써, 열간 압연시 유리하다.

다음으로 가열이 완료된 슬라브를 열간 압연하여 열연 강판을 제조한다.

다음으로 열연 강판을 열연판 소둔한다. 이때 열연판 소둔은 탈탄 과정을 포함할 수 있다. 구체적으로 열연판 소둔은 850°C 내지 950°C 온도 및 이슬점 온도 50°C 이상에서 소둔하는 단계 및 1000°C 내지 1200°C 온도 및 이슬점 온도 0°C 이하에서 소둔하는 단계를 포함할 수 있다. 15

다음으로 열연판 탈탄 소둔을 실시한 후 산세를 하고 1차 냉간 압연을 실시하여 냉연강판을 제조한다.

다음으로 냉연강판을 탈탄 소둔한다. 이 때, 탈탄 소둔하는 단계는 20 오스테나이트 단상영역 또는 페라이트 및 오스테나이트의 복합상이 존재하는 영역에서 실시할 수 있다. 구체적으로 850°C 내지 950°C 온도 및 이슬점 온도 50°C 이상에서 소둔하는 단계 및 1000°C 내지 1200°C 온도 및 이슬점 온도 0°C 이하에서 소둔하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 탈탄 소둔시 탈탄량은 0.0300wt% 내지 0.0600wt% 일 수 있다. 또한, 분위기는 25 수소 및 질소의 혼합가스 분위기일 수 있다. 이러한 탈탄 소둔 과정에서 전기강판의 표면의 결정립의 크기는 조대하게 성장하게 되지만 전기강판의 내부의 결정립은 미세한 조직으로 남게된다. 이러한 탈탄 소둔 이후 표면 페라이트 결정립의 크기는 150 $\mu\text{m}$  내지 250 $\mu\text{m}$ 일 수 있다.

다음으로, 탈탄 소둔이 완료된 강판을 2차 냉간 압연한다. 통상의 30 고자속밀도 방향성 전기강판의 제조 공정에 있어서 냉간 압연은 90%에

가까운 고압하율로 1회 실시하는 것이 효과적인 것으로 알려져 있다. 이것이 1차 재결정립 중 Goss 결정립만이 입자성장하기 유리한 환경을 만들어주기 때문이다.

그러나 본 발명의 일 실시예에 따른 방향성 전기강판의 제조방법은 5 Goss 방위 결정립의 비정상 입자 성장을 이용하지 않고 탈탄 소둔 및 냉간 압연에 의하여 발생한 표층부의 Goss 결정립을 내부 확산시키는 것이므로 표층부에서 Goss 방위 결정립을 다수 분포하도록 형성하는 것이 유리하다.

따라서, 냉간 압연시 압하율 50% 내지 70%에서 냉간 압연을 10 실시하는 경우 Goss 집합조직이 표층부에서 다수 형성 될 수 있다. 또는 55% 내지 65% 일 수 있다.

전술한 냉연강판을 탈탄 소둔하는 단계 및 탈탄 소둔이 완료된 강판을 2차 냉간 압연하는 단계는 2회 이상 반복하여 실시할 수 있다. 2회 이상 반복하여 실시함으로써, Goss 집합조직이 표층부에서 다수 형성 될 수 있다.

15 다음으로 탈탄 소둔 및 2차 냉간 압연이 완료된 전기강판은 최종 소둔을 실시한다.

본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 제조방법에서는 기존의 배치(batch)방식과 달리 냉간 압연에 이어 연속으로 최종 소둔을 실시할 수 있다.

20 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 제조방법에서 최종 소둔은 850°C 내지 1000°C 온도 및 이슬점 온도 70°C이하에서 소둔하는 단계 및 1000°C 내지 1200°C 온도 및 H<sub>2</sub> 50 부피% 이상의 분위기에서 소둔하는 단계를 포함할 수 있다. 또한 2번째 단계의 분위기는 H<sub>2</sub> 90 부피%이상 일 수 있다.

25 최종 소둔 전 냉연판은 탈탄 소둔이 진행되어 소강 탄소량이 최소 슬라브의 탄소량 대비 40 중량% 내지 60 중량% 남아있는 상태이다. 따라서 최종 소둔 시 제 1 단계에서는 탄소가 빠져나가면서 표층부에 형성된 결정립이 내부로 확산된다. 제 1 단계에서는 강판 중의 탄소량을 0.01 중량% 이하가 되도록 탈탄을 실시할 수 있다.

30 이 후, 제 2 단계에서는 1 단계에서 확산된 고스 방위를 가진

집합조직이 성장하게 된다. 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 제조방법에서는 고스 집합조직은 종래의 비정상 입자성장에 의하여 결정립이 성장된 경우와 달리 결정립의 입경은 1 mm 이내 일 수 있다. 따라서, 종래의 방향성 전기강판에 비하여 결정립의 크기가 작은 고스 5 결정립이 다수개 존재하는 집합조직을 가질 수 있다.

이렇게 제조된 강판은 강판의 두께 방향과 수직하는 면에 대하여, 외접원의 지름(D1)과 내접원의 지름(D2)의 비(D2/D1)가 0.5이상인 고스 결정립이 전체 고스 결정립 중 95 면적% 이상 포함할 수 있다. 강판의 결정 10 조직에 대해서는 후술할 방향성 전기강판에 대하여 구체적으로 설명한다.

한편, 종래 배치(Batch) 형태로 최종 소둔시 MgO를 주성분으로 하는 소둔 분리제를 도포하기 때문에 MgO 코팅층이 존재하게 되지만, 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판은 배치 형태가 아닌 연속식으로 15 최종소둔을 실시할 수 있으므로 MgO 코팅층이 존재하지 않을 수 있다.

이에 의하여 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판에서 15 강판의 표면으로부터 2  $\mu\text{m}$  내지 5  $\mu\text{m}$  깊이 까지의 Mg 함량은 100ppm 이하일 수 있다.

다음으로, 최종 소둔이 완료된 강판을 산세한다. 산세하는 공정을 통해 강판의 표면에 자연스럽게 형성되는 산화층이 제거된다. 결국, 강판의 표면부로부터 2  $\mu\text{m}$  내지 5  $\mu\text{m}$  깊이 까지는 산소를 500ppm 이하로 20 포함하는 산소 결핍층이 형성된다. 반면, 최종 소둔 공정에서 MgO 등의 소둔 분리제를 이용하여 비금속 층(베이스 코팅층)을 형성하고, 이 비금속 층을 다시 제거하는 이론바 글라스리스 방법의 경우, 비금속 층을 제거하더라도, 비금속 층으로부터 확산된 산소가 강판의 표면층에 일부 25 잔존하여, 표면층에 산소를 포함하게 된다.

산세하는 단계는 5 내지 50 중량%의 산 수용액을 이용할 수 있다. 이 때 산 수용액은 염산, 질산 또는 황산 등 무기산을 포함하는 수용액을 사용할 수 있다. 산 수용액의 농도가 너무 작은 경우, 적절한 산세가 이루어지지 않을 수 있다. 또한, 산 수용액의 농도가 너무 큰 경우, 강판 표면의 조도가 너무 높아져, 자성에 악영향을 줄 수 있다.

30 산세하는 단계는 50 내지 100°C의 온도에서 수행될 수 있다. 온도가

너무 낮은 경우 산세가 적절히 이루어지지 않는 문제가 발생할 수 있다. 온도가 너무 높은 경우, 재산화의 문제가 발생할 수 있다.

산세하는 단계는 5초 내지 100초 동안 산세할 수 있다. 시간이 너무 짧은 경우, 산화층의 제거가 충분히 이루어지지 않을 수 있다. 시간이 너무 5 긴 경우, 결정립 내부와 결정립경 간의 산세능의 불균일성으로 인하여 오히려 자성이 열악해질 수 있다. 더욱 구체적으로 산세하는 단계는 15 내지 35초간 산세할 수 있다.

이처럼 적절한 조건의 산세 공정을 통해 기재 내부로 산소 결핍층이 형성되며, 자구 이동이 원활해져 자기이력손실이 감소하여, 자성이 더욱 10 향상될 수 있다.

다음으로, 산세가 완료된 강판에 세라믹 코팅층을 형성한다.

세라믹 코팅층을 형성하는 단계는 플라즈마를 이용할 수 있다. 구체적으로 불활성 가스를 플라즈마화한 열원에 세라믹 분말을 공급하여 세라믹 코팅층을 형성할 수 있다. 세라믹 코팅층을 형성하는 방법으로, 본 15 발명의 일 실시예에서는 플라즈마를 이용한 코팅 방법을 사용할 수 있다.

세라믹 분말은  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  또는  $\text{ZrO}_2$ 를 포함할 수 있다. 불활성 가스는 아르곤 가스를 포함할 수 있다.

전술하였듯이, 본 발명의 일 실시예에서는 종래 배치 형태로 운영되는 최종 소둔 공정을 연속 소둔 공정으로 운영할 수 있으며, 1차 냉간 압연하는 20 단계 내지 세라믹 코팅층을 형성하는 단계는 연속하여 이루어 질 수 있다.

도 1에서는 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 단면을 개략적으로 나타낸다. 도 1에 나타나듯이, 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판(100)은 기재(10) 및 기재(10)의 표면 상에 형성된 세라믹 코팅층(20)을 포함한다. 이하에서는 각 구성별로 상세히 설명한다. 도 1에서 25 x 방향은 강판의 폭 방향, z 방향은 강판의 두께 방향을 의미한다. 도 1에 y 방향은 강판의 압연 방향을 의미한다.

기재는 Si:1.0% 내지 4.0%, C:0.002% 이하(0%를 포함하지 않는다) 및 잔부는 Fe 및 기타 불가피하게 혼입되는 불순물을 포함한다. 기재의 원소 함량 및 이유에 대해서는 전술한 방향성 전기강판의 제조 방법과 30 관련해서 구체적으로 설명하였으므로, 중복되는 설명은 생략한다.

전술하였듯이, 제조 과정에서 탈탄 과정을 포함하므로, 기재 내의 탄소 함량은 슬라브 내의 탄소 함량과 달리 0.002 중량% 이하로 포함할 수 있다. 또한, 기재는 중량%로, Mn: 0%초과 0.1%이하, S:0%초과 0.005%이하를 더 포함할 수 있다. 또한, 기재는 중량%로, Bi:0.001% 내지 0.1% 더 포함할 수 있다.

기재는 강판의 두께 방향과 수직하는 면에 대하여, 외접원의 지름(D1)과 내접원의 지름(D2)의 비(D2/D1)가 0.5이상인 고스 결정립이 전체 고스 결정립 중 95 면적% 이상 포함할 수 있다. 여기서, 외접원이란 결정립의 외부를 둘러싸는 가상의 원 중 가장 작은 원을 의미하고, 내접원이란 결정립의 내부에 포함되는 가상의 원 중 가장 큰 원을 의미한다.

본 발명의 일 실시예에 의한 기재의 조직은, 표면의 고스 결정립이 강판의 내부로 성장하게 되므로 둥근 형태의 결정립이 생성된다. 반면, 기존의 방향성 전기강판은 본 발명의 일 실시예에 의한 조직보다 긴 타원 형태의 결정립이 생성된다.

이처럼 본 발명의 일 실시예에 의한 특유의 기재 조직으로 인하여, 더욱 우수한 자성을 얻을 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 의한 기재의 결정립의 크기는 20 $\mu\text{m}$  내지 500 $\mu\text{m}$  인 것이 전체 결정립 중 80% 이상일 수 있다.

기재(10)는 기재(10)의 표면으로부터 기재 내부로 형성된 산소 결핍층(11)을 포함할 수 있다. 더욱 구체적으로 산소 결핍층(11) 기재(10)의 표면으로부터 기재 내부로 2  $\mu\text{m}$  내지 5  $\mu\text{m}$  깊이로 형성될 수 있다.

산소 결핍층(11)은 산소를 500ppm 이하로 포함할 수 있다. 나머지 조성은 전술한 기재의 합금 조성과 동일하다. 기존의 베이스 코팅 강판과는 달리, 베이스 코팅을 형성한 후, 이를 제거하는 것이 아니기 때문에, 자연스럽게 형성되는 산화층을 산세를 통해 제거함으로써, 강판 표면부에 산소 결핍층을 형성할 수 있다.

산소 결핍층(11)의 형성에 의해, 자구 이동이 원활해져 자기이력손실이 감소하여, 자성이 더욱 향상될 수 있다. 더욱 구체적으로 산소 결핍층(11)은 산소를 100ppm 이하로 포함할 수 있다. 또한, 포스테라이트를 포함하는 베이스 코팅층을 형성하지 않기 때문에, 산소

결핍층(11) 내에는 Mg를 불순물 범위로 포함하게 된다. 구체적으로 Mg를 100ppm 이하로 포함할 수 있다.

기재(10)의 표면 상에는 세라믹 코팅층(20)이 형성된다. 기재(10) 내에 산소 결핍층(11)을 포함하는 경우, 산소 결핍층(11) 상에 세라믹 코팅층(20)이 형성될 수 있다. 세라믹 코팅층(20)에 의해 강력한 장력이 5 강판에 작용될 수 있으며, 이로 인한 자구 미세화 및 철손 개선의 효과가 극대화 될 수 있다.

세라믹 코팅층(20)의 두께는 10nm 내지 4 $\mu$ m가 될 수 있다. 두께가 10 너무 얕으면 장력 효과가 발생하기 어렵다. 두께가 너무 두꺼우면, 철손 개선 효과가 더 이상 발생하지 아니하며, 오히려, 강판의 적층 후 변압기 20 철심으로 사용할 때의 점적율이 떨어져 변압기 무부하손이 증가하는 원인이 될 수 있다.

세라믹 코팅층(20)은  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$  또는  $ZrO_2$ 를 포함할 수 있다.

세라믹 코팅층(20)은 기재(10)의 표면 전체에 형성될 수 있으나, 기재 15 표면의 일 부분에만 형성될 수 있다. 기재 표면의 일 부분에 형성되는 경우, 패턴을 형성하는 것도 가능하다. 구체적으로 세라믹 코팅층(20)은 압연 방향으로, 폭(w)이 10 내지 100mm이고, 간격(d)이 10 내지 100mm인 20 패턴을 형성할 수 있다. 도 2에서는 세라믹 코팅층(20)이 패턴을 형성한 경우의 예를 개략적으로 나타낸다. 이와 같이 세라믹 코팅층(20)이 패턴을 형성하는 경우, 자성이 더욱 향상될 수 있다.

이하, 실시예를 통해 상세히 설명한다. 단 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

#### 제조예 : 방향성 전기강판 기재의 제조

25 중량%로 Si:3.23%, C:0.25%를 함유하고 잔부 Fe 및 불가피한 불순물로 이루어진 슬라브를 1250°C의 온도에서 가열한 다음 1.6mm 두께로 열간압연하고, 이어 소둔온도 870°C, 이슬점 온도 60°C에서 30 120초간 소둔 후, 이슬점 온도 0°C이하 수소, 질소 혼합가스 분위기에서 소둔온도 1100°C 및 200초간 열연판 소둔을 실시하고 냉각한 후 산세를 실시하고, 60%의 압하율로 1차 냉간압연하였다.

냉간 압연된 판은 다시 소둔온도 870°C, 이슬점 온도 60°C에서 60초간 소둔 후, 수소, 이슬점 온도 0°C이하 수소, 질소 혼합가스 분위기에서 소둔온도 1100°C 및 50초간 탈탄소둔을 실시하고 냉각한 후 산세를 실시하고, 60%의 압하율로 2차 냉간압연하였다. 최종 두께는 5 288 $\mu\text{m}$ 였다.

이후 최종 소둔시에는 900°C의 온도에서 수소, 질소의 습윤 (이슬점 온도 60°C) 혼합가스 분위기에서 60초간 소둔을 실시한 후 1050°C의 100% H<sub>2</sub> 분위기에서 3분 동안 소둔을 실시하였다. 최종 강판의 탄소 함량은 30ppm 이었다.

10 두께 방향과 수직하는 면에 대한 Goss결정립 분포를 EBSD 분석을 통하여 나타낸 사진을 도 3에 나타내었다.

표 1은 도 3에 나타난 제조예에서의 Goss 결정립의 내접원과 외접원의 상대적인 크기를 측정하고 그 비(D2/D1)를 나타낸 표이다.

【표 1】

외접원(D1)	내접원(D2)	비(D2/D1)
2.4	1.6	0.67
2.6	1.5	0.58
2.8	2	0.71
1.7	1.1	0.65
1.9	1.3	0.68
2.5	1.3	0.52
2.2	1.2	0.55
2.9	1.7	0.59
2.2	1.4	0.64
1.9	1.1	0.58
1.3	0.9	0.69
1.8	1.2	0.67
1.2	0.7	0.58
1.7	1.1	0.65

1.8	1	0.56
1.7	0.9	0.53
1.2	0.8	0.67
1.3	1	0.77
2	1	0.5
1.5	0.9	0.6
1.2	0.7	0.58

표 1에서 나타나듯이, 모든 Goss 결정립의 비(D2/D1)가 0.5 이상임을 확인할 수 있다.

#### 비교제조예 : 방향성 전기강판 기재의 제조

중량%로 Si:3.23%, C:0.25%를 함유하고 잔부 Fe 및 불가피한 5 불순물로 이루어진 슬라브를 1250°C의 온도에서 가열한 다음 1.6mm 두께로 열간압연하고, 이어 이슬점 온도 0°C이하 수소, 질소 혼합가스 분위기에서 소둔온도 1100°C 및 200초간 열연판 소둔을 실시하고 냉각한 후 산세를 실시하고, 288μm 두께로 냉간압연하였다.

냉간 압연된 판은 다시 소둔온도 870°C, 이슬점 온도 60°C에서 10 60초간 소둔 후, 수소, 이슬점 온도 0°C이하 수소, 질소 혼합가스 분위기에서 소둔온도 1100°C 및 50초간 탈탄소둔을 실시하고, 1050°C의 100% H<sub>2</sub> 분위기에서 3분 동안 최종 소둔을 실시하였다.

두께 방향과 수직하는 면에 대한 Goss결정립 분포를 EBSD 분석을 통하여 나타낸 사진을 도 4에 나타내었다.

15 표 2 는 도 4 에 나타난 방향성 전기강판의 내접원과 외접원의 상대적인 크기를 측정하고 그 비(D2/D1)를 나타낸 표이다.

【표 2】

외접원(D1)	내접원(D2)	비(D2/D1)
1.6	0.8	0.5
2.2	1.2	0.55
2.6	0.9	0.35
3.3	1.6	0.48

4.7	1.7	0.36
1.1	0.5	0.45
2.5	0.9	0.36
1	0.5	0.5
2.3	1.4	0.61
1.2	0.9	0.75
5.1	2.3	0.45
1.9	0.7	0.37
3.6	2.1	0.58
2.7	1.7	0.63
1.4	0.6	0.43
0.8	0.4	0.5
1.3	0.5	0.38
0.7	0.3	0.43
1.8	1.1	0.61
1.1	0.5	0.45
0.9	0.35	0.39

표 2에서 나타나듯이, 비교제조예에서 제조한 기재는 조직이 긴 타원 형태의 결정립이므로 D2/D1의 값은 본 발명의 일 실시예에 의한 기재 보다 작은 값을 나타나게 됨을 확인할 수 있다.

##### 5      실시예 1

제조예에서 제조한 방향성 전기강판 기재에 80°C의 25 중량% 농도의 HCl 수용액을 이용하여 산세하였다. 이후, 강판 표면 전체에 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 피막을 3μm 두께로 형성하였다.

산세 시간에 따른 소지 강판 두께의 변화와 자기적 특성 변화를 표 10 3에 나타내었다. 또한 표면으로부터 3μm 깊이 까지의 산소 결핍층 내의 산소량을 측정하여 하기 표 3에 표시하였다. 또한, 철손 자속밀도를 single sheet 측정법을 이용하여 측정하였고, 50Hz에서 1.7Tesla로 자화될

때까지의 철손( $W_{17/50}$ ) 및  $1000A/m$  자기장 하에서 유도되는 자속밀도( $B_{10}$ )을 측정하였다. 그 결과를 하기 표 3에 정리하였다.

【표 3】

산세시간(초)	산소량(ppm)	소지 강판 두께( $\mu m$ )	$B_{10}$ (Tesla)	$W_{17/50}$ (W/kg)	비고
0	876	288	1.85	1.10	비교재 1
5	407	285	1.87	1.08	발명재 1
10	226	283	1.87	1.05	발명재 2
15	95	282	1.89	1.00	발명재 3
20	46	281	1.90	0.99	발명재 4
25	39	281	1.90	0.99	발명재 5
30	35	279	1.90	0.98	발명재 6
40	33	275	1.88	1.08	발명재 7

표 3에서 나타나듯이, 산세 공정을 전혀 실시하지 않은 비교재 1에 5 비해, 산세 공정을 실시한 발명재 1 내지 발명재 7이 자성이 우수함을 확인할 수 있다. 특히, 산세 시간을 15 내지 30초로 수행한 발명재 3 내지 발명재 6이 다른 발명재에 비해 자성이 더욱 우수함을 확인할 수 있다.

### 실시예 2

제조예에서 제조한 방향성 전기강판 기재에  $80^{\circ}\text{C}$ 의 25 중량% 농도의 10 HCl 수용액을 이용하여 산세하였다. 이후, 아르곤(Ar) 가스를 200kW의 출력으로 플라즈마화한 열원에 세라믹 분말을 공급하여 세라믹 코팅층을 형성하였다. 이 때, 30mm 코팅 폭(w) 및 20mm 코팅 간격(d)으로 패턴을 형성하였다. 세라믹 종류, 세라믹 코팅층의 두께를 하기 표 4와 같이 변경하였으며, 그에 따른 자기적 특성의 변화를 표 4에 정리하였다.

【표 4】

세라믹 물질	세라믹 코팅층 두께( $\mu m$ )	$B_{10}$ (Tesla)	$W_{17/50}$ (W/kg)	비고
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0.8	1.91	0.95	발명재 8
$\text{Al}_2\text{O}_3$	1.3	1.92	0.92	발명재 9

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.4	1.92	0.94	발명재 10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.5	1.91	0.93	발명재 11
SiO <sub>2</sub>	0.5	1.91	0.99	발명재 12
SiO <sub>2</sub>	0.9	1.92	0.96	발명재 13
SiO <sub>2</sub>	1.2	1.92	0.94	발명재 14
SiO <sub>2</sub>	2.5	1.92	0.92	발명재 15
SiO <sub>2</sub>	3.5	1.91	0.93	발명재 16
TiO <sub>2</sub>	0.4	1.91	0.98	발명재 17
TiO <sub>2</sub>	0.7	1.92	0.96	발명재 18
TiO <sub>2</sub>	1.1	1.92	0.94	발명재 19
TiO <sub>2</sub>	1.5	1.92	0.91	발명재 20
TiO <sub>2</sub>	2.3	1.92	0.90	발명재 21
TiO <sub>2</sub>	3.3	1.91	0.90	발명재 22
ZrO <sub>2</sub>	1.0	1.91	0.97	발명재 23
ZrO <sub>2</sub>	3.4	191	0.95	발명재 24

표 2에 나타난 것과 같이, 세라믹 코팅층을 적절히 형성함으로써, 자성 향상을 더욱 도모할 수 있다.

이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변경된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

#### 【부호의 설명】

100 : 방향성 전기강판

10 : 기재

11 : 산소 결핍층

20 : 세라믹 코팅층

【청구범위】

【청구항 1】

중량%로, Si:1.0% 내지 4.0%, C:0.1% 내지 0.4% 및 잔부는 Fe 및 기타 불가피하게 혼입되는 불순물을 포함하는 슬라브를 제공하는 단계;



15 【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 열연판 소둔하는 단계에서 탈탄과정을 포함하는 방향성 전기강판의 제조방법.

### 【청구항 3】

- 제1항에 있어서,  
상기 열연판 소둔하는 단계는 850°C 내지 950°C 온도 및 이슬점  
온도 50°C 이상에서 소둔하는 단계 및 1000°C 내지 1200°C 온도 및 이슬점  
온도 0°C 이하에서 소둔하는 단계를 포함하는 방향성 전기강판의 제조방법.

【청구항 4】



30 【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 1차 냉간 압연된 강판을 탈탄 소둔하는 단계 및 상기 탈탄 소둔이 완료된 강판을 2차 냉간 압연하는 단계는 2회 이상 반복되는 방향성 전기강판의 제조방법.

5      **【청구항 6】**

제1항에 있어서,

상기 최종 소둔하는 단계는 850°C 내지 1000°C 온도 및 이슬점 온도 70°C이하에서 소둔하는 단계 및 1000°C 내지 1200°C 온도 및 H<sub>2</sub> 50 부피% 이상의 분위기에서 소둔하는 단계를 포함하는 방향성 전기강판의 10      제조방법.

【청구항 7】

제1항에 있어서,

상기 산세하는 단계는 5 내지 50 중량%의 산 수용액을 이용하여, 50 내지 100°C 온도에서 5초 내지 100초 동안 산세하는 방향성 전기강판의 15      제조방법.

【청구항 8】

제1항에 있어서,

상기 세라믹 코팅층을 형성하는 단계는 불활성 가스를 플라즈마화한 열원에 세라믹 분말을 공급하여 세라믹 코팅층을 형성하는 방향성 20      전기강판의 제조방법.

【청구항 9】

제8항에 있어서,

상기 세라믹 분말은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> 또는 ZrO<sub>2</sub>를 포함하는 방향성 전기강판의 제조방법.

25      **【청구항 10】**

제1항에 있어서,

상기 1차 냉간 압연하는 단계 내지 상기 세라믹 코팅층을 형성하는 단계는 연속하여 이루어지는 방향성 전기강판의 제조방법.

【청구항 11】

30      중량%로, Si:1.0% 내지 4.0%, C:0.002% 이하(0%를 포함하지 않는다)

및 잔부는 Fe 및 기타 불가피하게 혼입되는 불순물을 포함하는 기재 및 상기 기재의 표면 상에 형성된 세라믹 코팅층을 포함하고,  
상기 기재는 강판의 두께 방향과 수직하는 면에 대하여, 외접원의  
지름(D1)과 내접원의 지름(D2)의 비(D2/D1)가 0.5이상인 고스 결정립이  
5 전체 고스 결정립 중 95 면적% 이상 포함하는 방향성 전기강판.

#### 【청구항 12】

제11항에 있어서,  
상기 기재는 상기 기재의 표면으로부터 기재 내부로 형성된 산소 결핍층을 포함하는 방향성 전기강판.

#### 10 【청구항 13】

제12항에 있어서,  
상기 산소 결핍층은 산소를 500ppm 이하 포함하는 방향성 전기강판.

#### 【청구항 14】

제12항에 있어서,  
15 상기 산소 결핍층은 Mg를 100ppm 이하 포함하는 방향성 전기강판.

#### 【청구항 15】

제11항에 있어서,  
상기 세라믹 코팅층의 두께는 10nm 내지 4 $\mu$ m인 방향성 전기강판.

#### 【청구항 16】

20 제11항에 있어서,  
상기 세라믹 코팅층은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> 또는 ZrO<sub>2</sub>를 포함하는 방향성 전기강판.

#### 【청구항 17】

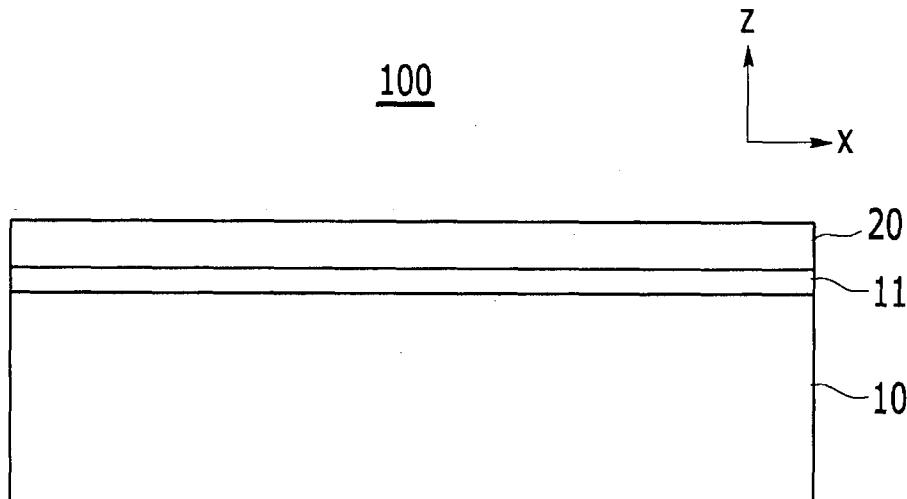
제11항에 있어서,  
25 상기 세라믹 코팅층은 압연 방향으로, 폭(w)이 10 내지 100mm이고,  
간격(d)이 10 내지 100mm인 패턴을 형성하는 방향성 전기강판.

#### 【청구항 18】

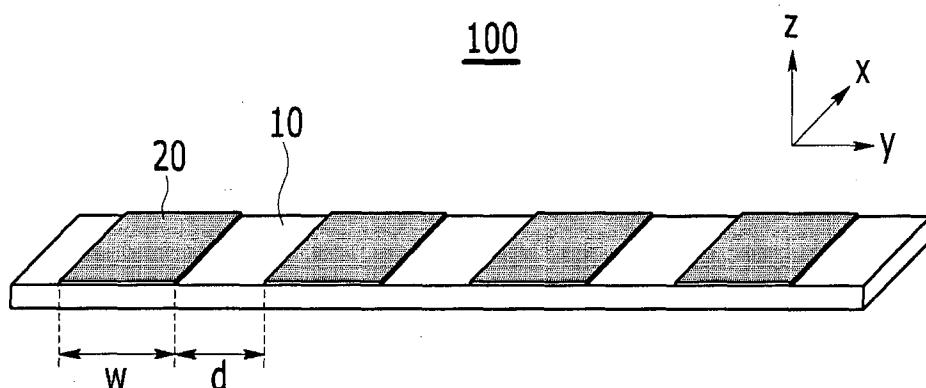
제11항에 있어서,  
상기 기재는 결정립 크기가 20 $\mu$ m 내지 500 $\mu$ m인 결정립의 비율이  
30 80%이상인 방향성 전기강판.

【도면】

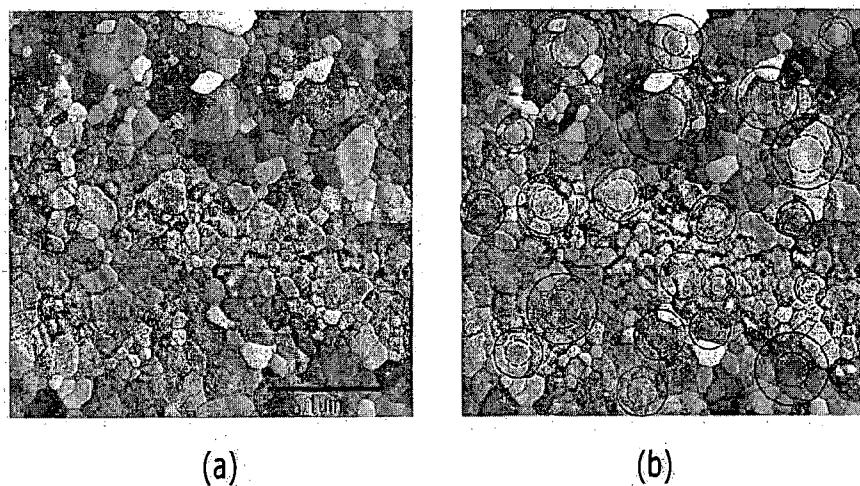
【도 1】



【도 2】



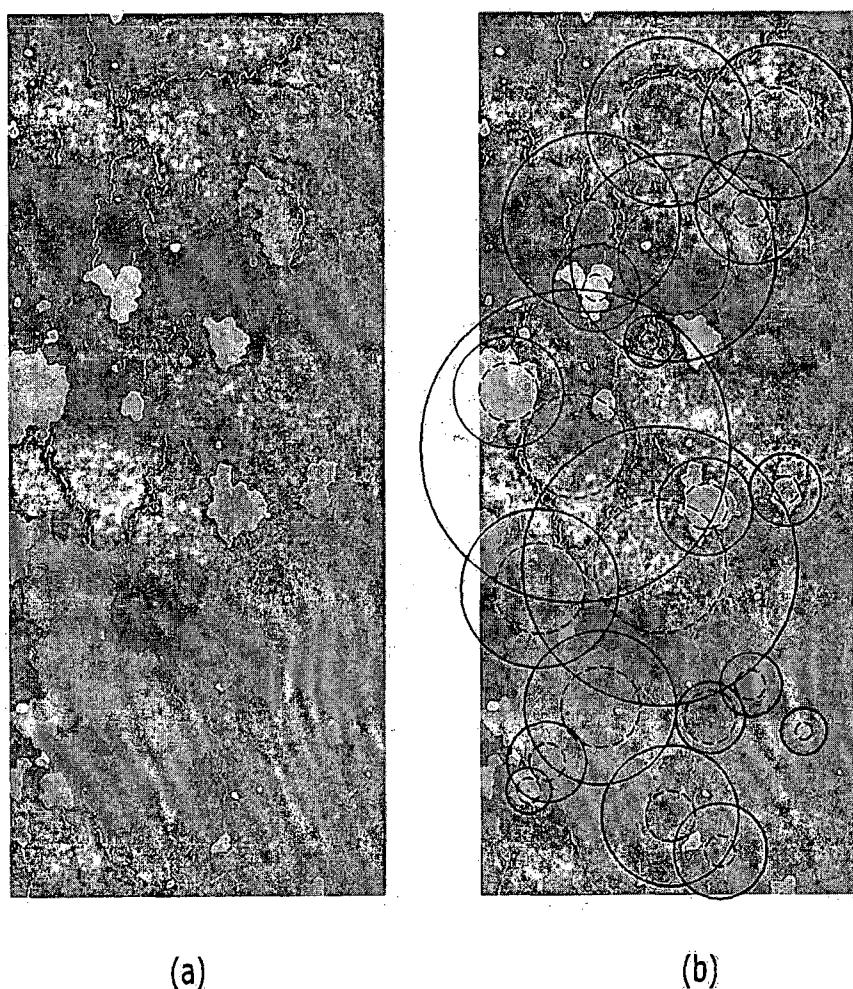
【도 3】



(a)

(b)

【도 4】



(a)

(b)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/015384

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D 8/12(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i, C21D 9/46(2006.01)i, C23G 1/08(2006.01)i, C23C 4/134(2016.01)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)

C21D 8/12; C21D 9/46; C21D 1/26; C23C 4/10; C23C 22/00; C23C 4/12; C23C 28/00; C23C 22/07; C22C 38/02; C23G 1/08; C23C 4/134

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 aboveElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: hot-rolled steel sheet, annealing, cold rolling, pickling, ceramic coating layer, oxygen-deficient layer, decarbonization

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2016-0063895 A (POSCO) 07 June 2016 See paragraphs [0032]-[0053]; claims 1-15; and figure 1.	1-18
Y	JP 02-243754 A (NIPPON STEEL CORP.) 27 September 1990 See columns 5-8; claim 1; and figure 1.	1-18
A	KR 10-2014-0084892 A (POSCO) 07 July 2014 See paragraphs [0026]-[0047]; and figure 1.	1-18
A	JP 06-065755 A (NIPPON STEEL CORP.) 08 March 1994 See paragraphs [0007]-[0030]; and claims 1-2.	1-18
A	KR 10-2016-0074350 A (POSCO) 28 June 2016 See paragraphs [0026]-[0055]; claims 1-10; and figure 2.	1-18



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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 APRIL 2018 (04.04.2018)

Date of mailing of the international search report

04 APRIL 2018 (04.04.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR


 Korean Intellectual Property Office  
 Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,  
 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/KR2017/015384**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2016-0063895 A	07/06/2016	CN 107002161 A EP 3225703 A1 EP 3225703 A4 JP 2018-502222 A KR 10-1642281 B1 US 2017-0271061 A1 WO 2016-085022 A1	01/08/2017 04/10/2017 06/12/2017 25/01/2018 25/07/2016 21/09/2017 02/06/2016
JP 02-243754 A	27/09/1990	NONE	
KR 10-2014-0084892 A	07/07/2014	KR 10-1448596 B1	08/10/2014
JP 06-065755 A	08/03/1994	CA 2089465 A1 CA 2089465 C DE 69329718 T2 EP 0555867 A2 EP 0555867 A3 EP 0555867 B1 JP 05-226134 A JP 2614158 B2 JP 2662482 B2 KR 10-1993-0018040 A KR 10-1996-0015212 B1 US 5411808 A US 5679177 A US 5753051 A	14/08/1993 11/06/1996 05/04/2001 18/08/1993 15/12/1993 06/12/2000 03/09/1993 28/05/1997 15/10/1997 21/09/1993 04/11/1996 02/05/1995 21/10/1997 19/05/1998
KR 10-2016-0074350 A	28/06/2016	KR 10-1657467 B1	19/09/2016

## A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C21D 8/12(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i, C21D 9/46(2006.01)i, C23G 1/08(2006.01)i, C23C 4/134(2016.01)i

## B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C21D 8/12; C21D 9/46; C21D 1/26; C23C 4/10; C23C 22/00; C23C 4/12; C23C 28/00; C23C 22/07; C22C 38/02; C23G 1/08; C23C 4/134

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) &amp; 키워드:

열연 강판, 소둔, 냉간 압연, 산세, 세라믹 코팅층, 산소 결핍층, 탈탄

## C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2016-0063895 A (주식회사 포스코) 2016.06.07 단락 [0032]-[0053]; 청구항 1-15; 및 도면 1 참조.	1-18
Y	JP 02-243754 A (NIPPON STEEL CORP.) 1990.09.27 컬럼 5-8; 청구항 1; 및 도면 1 참조.	1-18
A	KR 10-2014-0084892 A (주식회사 포스코) 2014.07.07 단락 [0026]-[0047]; 및 도면 1 참조.	1-18
A	JP 06-065755 A (NIPPON STEEL CORP.) 1994.03.08 단락 [0007]-[0030]; 및 청구항 1-2 참조.	1-18
A	KR 10-2016-0074350 A (주식회사 포스코) 2016.06.28 단락 [0026]-[0055]; 청구항 1-10; 및 도면 2 참조.	1-18

 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후  
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 신  
규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과  
조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명  
은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&amp;” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2018년 04월 04일 (04.04.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 04월 04일 (04.04.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청

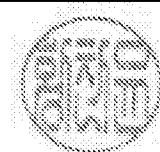
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,  
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

황찬운

전화번호 +82-42-481-3347



국제조사보고서에서  
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

KR 10-2016-0063895 A	2016/06/07	CN 107002161 A EP 3225703 A1 EP 3225703 A4 JP 2018-502222 A KR 10-1642281 B1 US 2017-0271061 A1 WO 2016-085022 A1	2017/08/01 2017/10/04 2017/12/06 2018/01/25 2016/07/25 2017/09/21 2016/06/02
JP 02-243754 A	1990/09/27	없음	
KR 10-2014-0084892 A	2014/07/07	KR 10-1448596 B1	2014/10/08
JP 06-065755 A	1994/03/08	CA 2089465 A1 CA 2089465 C DE 69329718 T2 EP 0555867 A2 EP 0555867 A3 EP 0555867 B1 JP 05-226134 A JP 2614158 B2 JP 2662482 B2 KR 10-1993-0018040 A KR 10-1996-0015212 B1 US 5411808 A US 5679177 A US 5753051 A	1993/08/14 1996/06/11 2001/04/05 1993/08/18 1993/12/15 2000/12/06 1993/09/03 1997/05/28 1997/10/15 1993/09/21 1996/11/04 1995/05/02 1997/10/21 1998/05/19
KR 10-2016-0074350 A	2016/06/28	KR 10-1657467 B1	2016/09/19