

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2017년 6월 29일 (29.06.2017)



(10) 국제공개번호  
WO 2017/111555 A1

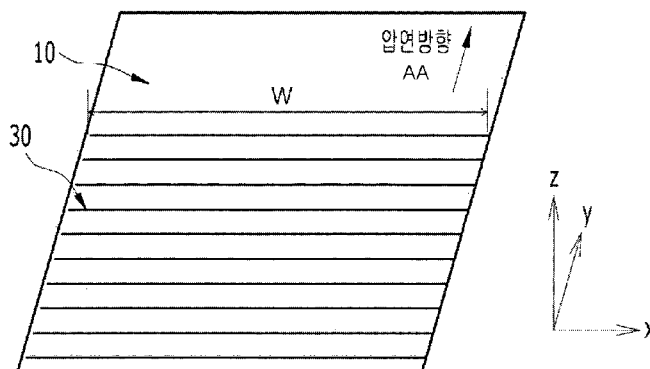
- (51) 국제특허분류: C21D 8/12 (2006.01) C23G 1/02 (2006.01)  
C21D 10/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/015235
- (22) 국제출원일: 2016년 12월 23일 (23.12.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2015-0186091 2015년 12월 24일 (24.12.2015) KR
- (71) 출원인: 주식회사 포스코 (POSCO) [KR/KR]; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동), Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 권오열 (KWON, Oh Yeoul); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 박세민 (PARK, Se min); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 박종태 (PARK, Jong Tae); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 김재겸 (KIM, Jae Ky-oum); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 이승곤 (LEE, Seung Gon); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 이원결
- (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, 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).

[다음 쪽 계속]

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

(54) 발명의 명칭 : 방향성 전기강판 및 그의 제조 방법

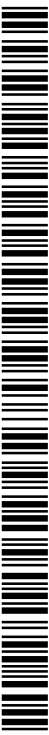
【도 1】



AA ... Rolling direction

(57) Abstract: A grain-oriented electrical steel sheet according to an embodiment of the present invention comprises: a forsterite layer formed on the surface of an electrical steel sheet; a groove which is formed on the forsterite layer in a direction perpendicular to a rolling direction; and a forsterite calcination layer which is formed in the direction of both ends of the electrical steel sheet on the basis of an upper end of the groove and has a width of 1.1 to 1.3 times the width of the groove.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판은 전기강판의 표면에 형성된 포스테라이트 층, 포스테라이트 층에 압연방향에 수직인 방향으로 형성된 그루브 및 그루브 상단을 기점으로 상기 전기강판의 양 끝단 방향으로 상기 그루브 폭의 1.1 내지 1.3 배의 폭으로 형성된 포스테라이트 하소층을 포함한다.



WO 2017/111555 A1

**공개:**

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

방향성 전기강판 및 그의 제조 방법

## 【기술분야】

5           방향성 전기강판 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

## 【발명의 배경이 되는 기술】

          방향성 전기강판은 압연방향으로 <001> 자화용이축의 집합조직을 발달시킴으로써 변압기 등의 전자기기의 에너지 변환용 철심재료로 사용된다. 변압기 적용 시 전력손실을 줄여 에너지변환 효율 향상을 위해서  
10   철손이 비교적 낮고 자속밀도 특성이 우수한 강판이 요구된다.

          방향성 전기강판의 자기적 특성을 향상시키기 위한 목적으로 성분설계를 통한 응고특성 변경, 비저항특성 변화 및 자구 폭을 감소시키는 자구미세화 방법을이용할 수 있다. 자구미세화 방법은 응력제거 소둔후에도  
15   자구미세화 개선효과 유지 유/무에 따라 일시자구미세화와 영구자구미세화로 구분할 수 있다.

          레이저 조사로 표면 용융을 동반한 홈 형성법(영구자구미세화 방법 중 하나)은 판 표면에 홈을 형성하기 때문에 홈 주위에 용융물 이송 및 비산을 동반하고, 표면 스파터(spatter) 및 힐업(hill-up) 발생을 피할 수 없는 단점을 갖고 있다. 또한 판 표면에 유기물 또는 무기물 도포 혹은  
20   코팅을 통하여 홈 깊이 증가와 홈 부 주위의 결함 발생을 억제하기 위한 방법은 홈 형성 전 추가적인 유기물 또는 무기물 도포 및 코팅을 필요로 하기 때문에 공정이 복잡한 단점을 갖고 있다. 또한 보다 적극적인 브러쉬(Brush)에 의한 Spatter 제거법은 Hill-up 높이가 높고 및 Spatter 비산이 과도해지면 Hill-up 부와 Spatter을 제거하기 위해 Brush와 강판  
25   표면 접촉부의 마찰력을 증가시켜야 하기 때문에 표면 손상을 일으키게 된다.

## 【발명의 내용】

## 【해결하고자 하는 과제】

          고온소둔완료된 판 표면에 선상홈을 형성함에 있어서, 표면에  
30   형성되는 Hill-up 및 Spatter을 보다 용이하게 제거하기 위한 방향성

전기강판 및 그 제조 방법을 제공하고자 한다.

【과제의 해결 수단】

본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판은 전기강판의 표면에 형성된 포스테라이트 층, 포스테라이트 층에 압연방향에 수직인 방향으로  
5 형성된 그루브 및 그루브 상단을 기점으로 상기 전기강판의 양 끝단 방향으로 상기 그루브 폭의 1.1 내지 1.3 배의 폭으로 형성된 포스테라이트 하소층을 포함한다.

포스테라이트 하소층 상부에 그루브 형성시 발생한 용융물질이 그루브 양쪽 상부로 솟아 오른 힐업(hill-up)이나 용융물의 비산에 의한  
10 스패터(spatter)가 포스테라이트 하소층의 표면으로부터 1.5 $\mu$ m 이하로 형성될 수 있다.

그루브는 상기 전기강판의 두께 대비 2.5 내지 10%의 깊이로 형성될 수 있다.

그루브는 전기강판의 압연방향에 대하여  $\pm 90$  내지  $\pm 85^\circ$ 의 각도로  
15 형성되고, 선상으로 형성될 수 있다.

포스테라이트 하소층 상부에 그루브 형성시 발생한 용융물질이 그루브 양쪽 상부로 솟아 오른 힐업(hill-up)이나 용융물의 비산에 의한 스패터(spatter)가 형성된 다음 브러쉬 또는 산세에 의해 제거될 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 제조 방법은 Si: 1.5  
20 내지 7 중량%와 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 잔부는 Fe 인 슬라브를 가열한 후 열간 압연하여 열연강판을 제조하는 단계; 열연강판을 냉간 압연하여 냉연강판을 제조한 다음 냉연강판을 탈탄소둔 및/또는 질화소둔을 하여 강판의 표면에 산화층을 형성하는 단계; 산화층이 형성된 강판의 표면에 MgO를 포함하는 소둔분리제를 도포하고 고온 소둔을 실시하여  
25 강판의 표면에 포스테라이트 층(Forsterite;  $Mg_2SiO_4$ )을 형성하는 단계; 및 포스테라이트 층이 형성된 강판에 가우시안(Gaussian)모드의 연속파 레이저를 조사하여 강판의 표면에 그루브를 형성하는 단계를 포함하되, 그루브를 형성하는 단계에서 연속파 레이저의 빔 형상은 하기 식 1)의 범위를 만족하고 연속파 레이저의 체류시간( $T_d$ )은 하기 식 2)의 범위를  
30 만족한다.

1.3 ≤ L<sub>b</sub>/L<sub>a</sub> ≤ 7.0 -----1)

0.5 ≤ T<sub>d</sub> ≤ 10.0 -----2)

(여기서 L<sub>a</sub> ; 압연방향의 레이저 빔의 길이, L<sub>b</sub>; 레이저 빔의 폭 방향 길이, T<sub>d</sub> ; 강판 폭에 조사되는 폭 방향 조사 폭(W)에 대한 폭 방향으로 주사하는 레이저 빔의 주사속도 (scanning rate, V<sub>s</sub>)비 (W/V<sub>s</sub>)를 의미한다.)

10 그루브를 형성하는 단계에서, 가우시안(Gaussian)모드의 연속파 레이저 조사하여 상기 그루브 상단을 기점으로 상기 전기강판의 양 끝단 방향으로 상기 그루브 폭의 1.1 내지 1.3 배의 폭으로 포스테라이트 하소층을 형성할 수 있다.

그루브를 형성하는 단계에서, 그루브는 전기강판의 두께 대비 2.5 내지 10%의 깊이로 형성할 수 있다.

그루브를 형성하는 단계에서, 그루브를 전기강판의 압연방향에 대하여 ±90 내지 ±85° 의 각도로 형성하고, 선상으로 형성할 수 있다.

15 그루브 형성 단계에서, 그루브 형성시 발생한 용융물질이 그루브 양쪽 상부로 솟아 오른 힐업(hill-up) 이나 용융물의 비산에 의한 스패터(spatter)가 상기 포스테라이트 하소층 상부에 형성되고, 힐업 또는 스패터는 상기 포스테라이트 하소층의 표면으로부터 1.5μm 이하로 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

20 힐업 또는 스패터를 제거하는 단계는 브러쉬를 사용하여 건식으로 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

브러쉬는 금속계 재질 또는 연마 재질일 수 있다.

힐업 또는 스패터를 제거하는 단계는 산세를 통해 습식으로 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

25 산세는 염산, 질산 또는 황산을 포함하는 수용액을 사용할 수 있다. 수용액의 농도는 1 내지 30 중량%일 수 있다.

**【발명의 효과】**

본 발명의 일 구현예에 따르면, 레이저 조사에 의한 그루브 형성시 그루브 주위에 나타나는 힐업 또는 스패터 결함을 효과적으로 제거함으로써, 30 그루브에 의한 철손 개선 효과와 더불어 우수한 절연 및 점적을 특성을

갖는 저철손 방향성 전기강판을 제조할 수 있다.

**【도면의 간단한 설명】**

도 1는 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 표면에  
 압연방향의 수직방향으로 레이저를 조사하는 것을 개략적으로 도시한  
 5 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 표면에  
 레이저 조사시 포스테라이트 하소층 상부에 형성되는 힐업 또는 스패터를  
 도시한 개략도이다.

도 3은 본 발명에 의한 방향성 전기강판의 제조 방법에 대한  
 10 공정도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 표면에  
 레이저를 조사할 때, 레이저의 형상을 XY 평면상에 도시한 도면이다.

**【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】**

제1, 제2 및 제3 등의 용어들은 다양한 부분, 성분, 영역, 층  
 15 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, 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,  
 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특성,  
 25 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분의 존재나 부가를 제외시키는  
 것은 아니다.

어느 부분이 다른 부분의 "위에" 또는 "상에" 있다고 언급하는 경우,  
 이는 바로 다른 부분의 위에 또는 상에 있을 수 있거나 그 사이에 다른  
 부분이 수반될 수 있다. 대조적으로 어느 부분이 다른 부분의 "바로 위에"  
 30 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 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.

이하, 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 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.

도 1은 방향성 전기강판(10) 표면에 포스테라이트 층(20)을 형성한 후 가우시안(Gaussian)모드의 연속파 레이저를 조사하여 형성되는 그루브(30)를 나타낸 도면이다.

도 1과 같이, 그루브(30)를 형성하는 경우, 홈 주위에 용융물 이송 및 비산을 동반하기에 표면 스패터(spatter) 또는 힐업(hill-up) 발생을 피할 수 없는 단점을 갖고 있다. 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판은 그루브(30) 상단을 기점으로 전기강판(10)의 양 끝단 방향으로 그루브(30) 폭( $W_0$ )의 1.1 내지 1.3 배의 폭( $W_s$ )으로 형성된 포스테라이트 하소층(40)을 포함한다. 이러한 포스테라이트 하소층(40)은 스패터(spatter) 또는 힐업(hill-up)과 반응이 일어나지 않기 때문에 스패터(spatter) 또는 힐업(hill-up)을 용이하게 제거할 수 있게 된다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판(10)의 표면에 레이저 조사시 포스테라이트 하소층(40) 상부에 형성되는 스패터 또는 힐업(25)을 개략적으로 나타낸다.

본 발명의 일 실시예에서는 포스테라이트 하소층(40)이 그루브(30) 상단을 기점으로 전기강판(10)의 양 끝단 방향으로 그루브(30) 폭( $W_0$ )의 1.1 내지 1.3 배의 폭( $W_s$ )으로 형성되므로, 레이저 조사시 발생하는 스패터 또는 힐업(25)의 85% 이상이 포스테라이트 하소층(40) 상에 형성되며, 스패터(spatter) 또는 힐업(hill-up)을 용이하게 제거할 수 있게 된다.

도 1 및 도 2에서 도시하였듯이, 본 발명의 일 실시예에 따른 방향성 전기강판은 전기강판(10)의 표면에 형성된 포스테라이트 층(20), 포스테라이트 층(20)에 압연방향에 수직인 방향으로 형성된 그루브(30) 및 그루브 상단을 기점으로 상기 전기강판의 양 끝단 방향으로 그루브 폭( $W_0$ )의 1.1 내지 1.3 배의 폭( $W_s$ )으로 형성된 포스테라이트 하소층(40)을 포함한다.

먼저 방향성 전기강판(10)에 대해 설명하면 다음과 같다. 방향성 전기강판은 변압기 등의 전기기기의 철심재료로 사용되며 전기기기의 전력손실을 줄이고 효율을 높이기 위해서 철손이 적고 자속밀도가 높은 자기적 특성을 지닌 강판으로서, 본 발명의 일 실시예에서 사용하는 방향성 전기강판은 특정한 조성이나 결정 조직을 갖는 방향성 전기강판에 한정되지 아니하고, 모든 방향성 전기강판에 적용이 가능하다. 보다 구체적으로 Si를 1.5 내지 7 중량% 를 포함하고, 잔부는 Fe 및 불순물을 포함하는 방향성 전기강판을 사용할 수 있다. Si 외에 C, Al, N, P, Mn, Sn, Sb 등을 더 포함할 수 있다.

포스테라이트(Forsterite;  $Mg_2SiO_4$ ) 층(20)은 방향성 전기강판(10)의 표면에 형성된다. 포스테라이트 층(20)은 방향성 전기강판(10)의 표면에 1 내지 5  $\mu m$ 의 두께로 형성될 수 있다. 포스테라이트 층(20)은 방향성 전기강판(10)의 고온 소둔 단계에서 탈탄소둔에 의해 생성된 강판 표면의 산화층( $SiO_2$  또는  $FeSiO_4$ )이 소둔분리체의 주성분인 MgO와 반응하여 생성될 수 있다.

그루브(30)는 포스테라이트 층(20)에 압연방향에 수직인 방향으로 형성된다. 그루브(30)는 방향성 전기강판의 자기적 특성을 향상시키기 위한 목적으로 자구 폭을 감소시키기 위해 형성된다.

그루브(30)는 전기강판(10)의 두께 대비 2.5 내지 10%의 깊이로 형성될 수 있다. 전술한 범위 내에서 자구 미세화의 효과를 효율적으로 달성할 수 있다.

도 1 및 도 2에서는 그루브(30)가 전기강판(10)의 압연방향에 대하여 수직으로 형성된 예를 나타내었으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 구체적으로 그루브(30)는 전기강판의 압연방향에 대하여  $\pm 90$  내지  $\pm 85^\circ$ 의 각도로 형성될 수 있고, 선상으로 형성될 수 있다. 전술한 각도

범위에서 방향성 전기강판(10)의 소음 저감 효과를 달성할 수 있다.

포스테라이트 하소층(40)은 그루브(30) 상단을 기점으로 전기강판(10)의 양 끝단 방향으로 그루브 폭( $W_0$ )의 1.1 내지 1.3 배의 폭( $W_s$ )으로 형성된다.

5 포스테라이트 하소층(40)은 포스테라이트 층(20)이 레이저 조사시 발생하는 열에 의해 하소된 것으로서, 표면 MgO-based 포스테라이트 및 일부 미반응 MgO층이 하소(sintering)됨으로 인해 표면 조도는 감소한다. 절연코팅전 판 표면조도는 0.3 내지  $5\mu\text{m}$ 이며, 하소시 판 표면조도는 0.1 내지  $3\mu\text{m}$ 로 감소한다.

10 포스테라이트 하소층(40)은 스패터(spatter) 또는 힐업(hill-up)과 반응이 일어나지 않기 때문에 포스테라이트 하소층을 형성하지 않은 경우에 비해, 스패터(spatter) 또는 힐업(hill-up)을 용이하게 제거할 수 있게 된다. 포스테라이트 하소층(40)의 폭( $W_s$ )은 그루브 폭( $W_0$ )의 1.1 내지 1.3 배로 형성된다. 전술한 범위에서 포스테라이트 하소층(40)의 폭( $W_s$ )이  
15 형성되어야 스패터 또는 힐업(25)이 포스테라이트 하소층(40)상에 형성되고, 이를 용이하게 제거할 수 있게 된다. 포스테라이트 하소층(40)의 폭( $W_s$ )을 전술한 범위로 조절하기 위한 방법으로는 특별히 한정되지 아니하며, 본 발명의 일 실시예에 의할 때, 레이저 빔의 형상 및 레이저 체류시간 등을 적절히 제한하는 방식으로 조절할 수 있다. 이에 대한 구체적인 설명은 본  
20 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 제조 방법에 대한 설명에서 후술하도록 하겠다.

그루브(30) 형성시 발생한 용융물질이 그루브(30) 양쪽 상부로 솟아  
오른 힐업(hill-up) 또는 용융물의 비산에 의한 스패터(spatter)(25)는  
전기강판의 철손 및 절연성에 악영향을 미치므로, 최대한 제거하는 것이  
25 바람직하다. 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판은 포스테라이트 하소층(40)이 적절하게 형성되어 있고, 포스테라이트 하소층(40) 상에 형성된 스패터 또는 힐업(25)이 용이하게 제거가 가능하다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판은 힐업 또는 스패터(25)가 포스테라이트 하소층(40)의 표면으로부터  $1.5\mu\text{m}$  이하로 형성될 수 있다.

30 이러한 힐업 또는 스패터(25)를 더욱 확실하게 제거하기 위해 브러쉬

또는 산세를 할 수 있다. 브러쉬와 산세를 모두 수행할 시, 힐업 또는 스페터가 더욱 작은 크기로 잔존할 수 있다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 방향성 전기강판의 제조 방법의 순서도를 개략적으로 나타낸다. 도 3의 방향성 전기강판의 제조 방법의 순서도는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명이 여기에 한정되는 것은 아니다. 따라서 방향성 전기강판의 제조 방법을 다양하게 변형할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 제조 방법은 Si: 1.5 내지 7 중량%와 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 잔부는 Fe 인 슬라브를 가열한 후 열간 압연하여 열연강판을 제조하는 단계(S10); 열연강판을 냉간 압연하여 냉연강판을 제조한 다음 냉연강판을 탈탄소둔 및/또는 질화소둔을 하여 강판의 표면에 산화층을 형성하는 단계(S20); 산화층이 형성된 강판의 표면에 MgO를 포함하는 소둔분리체를 도포하고 고온 소둔을 실시하여 강판의 표면에 포스테라이트 층(Forsterite; Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>)을 형성하는 단계(S30); 및 포스테라이트 층이 형성된 강판에 가우시안(Gaussian)모드의 연속파 레이저 조사하여 강판의 표면에 그루브를 형성하는 단계(S40)를 포함한다.

이 때, 전기강판에 포스테라이트 하소층(40)을 형성하기 위해 그루브 형성 단계(S40)에서 레이저 빔의 종류, 형상 및 레이저 체류시간 등을 적절히 제한할 수 있다.

구체적으로 레이저 빔의 종류는 가우시안(Gaussian)모드의 연속파 레이저를 사용할 수 있다. 펄스와 발진은 용융을 동반하기 보다는 증발을 유도하기 때문에 연속파 레이저를 사용할 수 있다.

또한, 레이저 빔의 형상은 하기 식 1)의 범위를 만족하는 것을 사용할 수 있다.

$$1.3 \leq L_b/L_a \leq 7.0 \text{-----} 1)$$

도 4에는 본 발명의 일 실시예에 의한 레이저 빔의 형상을 개략적으로 나타내었다. 도 4에서 나타나듯이, 압연방향 빔 길이(L<sub>a</sub>)와 폭 방향 빔 길이(L<sub>b</sub>)비 (L<sub>b</sub>/L<sub>a</sub>)가 1.3 내지 7.0 범위가 될 수 있다. 최종 빔 길이비가 1.3보다 낮으면, 즉 원 형태에 가까워지면, 그루브(30) 주위에

형성되는 포스테라이트 하소층(40)의 폭( $W_s$ )이 좁아질 수 있으며, 흠 부의 용융물의 부분적인 트랩(Trap)이 발생할 수 있다. 최종 빔 길이비가 7.0을 초과하면, 즉 선 형태에 가까워지면, 그루브(30) 형성이 곤란해지고, 자구 미세화 효과를 확보하기 어려운 문제가 발생할 수 있다. 따라서 전술한

5 레이저 빔의 형상을 사용할 수 있다.

레이저 체류시간( $T_d$ )은 강판 폭에 조사되는 폭 방향 조사 폭( $W$ )에 대한 폭 방향으로 주사하는 레이저 빔의 주사속도 (scanning rate,  $V_s$ )비 ( $W/V_s$ )로 정의되며, 하기 식 2)의 범위를 만족하도록 조절할 수 있다.

$$0.5 \leq T_d \leq 10.0 \text{ -----2)}$$

10 체류 시간이 0.5ms 미만으로 너무 짧으면, 그루브 형성시 포스테라이트 하소층의 폭( $W_s$ )이 너무 좁아지는 문제가 발생할 수 있다. 체류 시간이 10 ms를 초과하여 너무 길면, 포스테라이트 하소층의 폭( $W_s$ )이 넓어지나 힐업 또는 스패터의 비산 길이가 상대적으로 더 길어져 문제가 발생할 수 있다. 따라서 전술한 범위로 체류 시간을 조절할 수 있다. 더욱

15 구체적으로 체류 시간은 1.0 내지 9.6ms가 될 수 있다.

이하에서는 각 단계별로 구체적으로 설명하도록 한다.

먼저 단계(S10)에서는 Si: 1.5 내지 7 중량%와 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 잔부는 Fe 인 슬라브를 가열한 후 열간 압연하여 열연강판을 제조한다. 본 발명의 일 실시예에서 사용하는 슬라브는 특정한

20 조성을 갖는 슬라브에 한정되지 아니하고, 방향성 전기강판 제조에 사용되는 일반적인 슬라브에 적용이 가능하다. 보다 구체적으로 Si를 1.5 내지 7 중량% 를 포함하고, 잔부는 Fe 및 불순물을 포함하는 슬라브를 사용할 수 있다. Si외에 C, Al, N, P, Mn, Sn, Sb 등을 더 포함할 수 있다.

다음으로 단계(S20)에서는 열연강판을 냉간 압연하여 냉연강판을

25 제조한 다음 냉연강판을 탈탄소둔 및/또는 질화소둔을 하여 강판의 표면에 산화층을 형성한다. 탈탄소둔 및 질화소둔은 둘 중 어느 하나만이 행해질 수 있고 또는 탈탄소둔 및 질화소둔 모두 행해질 수 있다. 탈탄소둔 및 질화소둔이 모두 행해지는 경우, 그 순서는 상관없으며, 동시에 행해지는 것도 가능하다. 강판 표면의 산화층은  $SiO_2$  또는  $FeSiO_4$ 로 이루어질 수 있다.

30 다음으로 단계(S30)에서는 산화층이 형성된 강판의 표면에  $MgO$ 를

포함하는 소둔분리제를 도포하고 고온 소둔을 실시하여 강판의 표면에 포스테라이트 층(Forsterite;  $Mg_2SiO_4$ )을 형성한다. 이 때, 포스테라이트 층(20)은 방향성 전기강판(10)의 표면에 1 내지 5  $\mu m$ 의 두께로 형성될 수 있으며, 포스테라이트( $Mg_2SiO_4$ ) 뿐 아니라 미반응 MgO를 포함할 수 있다.

- 5           다음으로 단계(S40)에서는 포스테라이트 층이 형성된 강판에 가우시안(Gaussian)모드의 연속파 레이저 조사하여 강판의 표면에 그루브를 형성한다. 이 때, 레이저에서 발생하는 열에 의해 포스테라이트 층이 하소하여 포스테라이트 하소층(40)이 형성된다. 단계(S40)에서 조사하는 레이저의 종류, 형상 및 체류 시간을 제한함에 따라 포스테라이트
- 10   하소층(40)의 폭( $W_s$ )를 조절할 수 있다. 포스테라이트 하소층(40)의 폭( $W_s$ )은 그루브 폭( $W_0$ )의 1.1 내지 1.3배가 될 수 있다.

단계(S40)에서 그루브(30)을 전기강판(10)의 두께 대비 2.5 내지 10%의 깊이로 형성할 수 있다. 전술한 범위 내에서 자구 미세화의 효과를 효율적으로 달성할 수 있다. 또한 단계(S40)에서 그루브(30)를 전기강판의

- 15   압연방향에 대하여  $\pm 90$  내지  $\pm 85^\circ$ 의 각도로 형성할 수 있고, 선상으로 형성할 수 있다. 전술한 각도 범위에서 방향성 전기강판(10)의 소음 저감 효과를 달성할 수 있다.

단계(S40)에서 레이저 조사를 통해 그루브(30)를 형성하는 과정에서 그루브 형성시 발생한 용융물질이 상기 그루브 양쪽 상부로 솟아 오른

- 20   힐업(hill-up) 이나 용융물의 비산에 의한 스패터(splatter)가 포스테라이트 하소층(40) 상에 형성된다. 이 때, 포스테라이트 하소층(40)과 스패터 또는 힐업은 반응하지 아니하므로, 스패터 또는 힐업을 용이하게 제거할 수 있다.

도 3에는 표시하지 아니하였으나, 단계(S40)이후, 힐업 또는 스패터는 상기 포스테라이트 하소층의 표면으로부터 1.5 $\mu m$  이하로 제거하는

- 25   단계(S50)를 더 포함할 수 있다.

단계(S50)은 브러쉬를 사용하여 건식으로 제거하는 단계(S50-1) 또는 산세를 통해 습식으로 제거하는 단계(S50-2)를 포함할 수 있다. 둘 중 어느 한 단계를 포함하거나, 두 단계를 모두 포함할 수 있다. 두 단계를 모두 포함하는 경우, 1.0 $\mu m$  이하의 표면 조도 특성을 확보할 수 있다.

- 30           단계(S50-1)은 브러쉬를 사용하여 건식으로 제거하는 단계이다. 이

때, 브러쉬는 힐업 또는 스페터를 제거할 수 있는 재질이면 특별히 한정되지 아니하며, 구체적으로 금속계 재질 또는 연마 재질일 수 있다. 전술하였듯이, 포스테라이트 하소층(40)과 스페터 또는 힐업(25)는 반응하지 아니하므로, 마찰력을 작게하더라도 용이하게 제거가 가능하다.

- 5 단계(S50-2)는 산세를 통해 습식으로 제거하는 단계이다. 산세는 힐업 또는 스페터를 용해하여 제거할 수 있는 용액을 사용할 수 있으며, 구체적으로 염산, 질산 또는 황산을 포함하는 수용액을 사용할 수 있다. 이 때 수용액의 농도는 1 내지 30 중량%가 될 수 있다.

단계(S50) 이후 응력 제거 소둔하는 단계를 더 포함할 수 있다.

10

이하에서는 실시예를 통하여 본 발명을 좀더 상세하게 설명한다. 그러나 이러한 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명이 여기에 한정되는 것은 아니다.

#### 실시예 1

- 15 MgO 소둔분리체를 도포하고, 고온 소둔하여 표면에 포스테라이트 층을 형성한 0.23mm 두께의 방향성 전기강판을 준비하였다. 가우시안 모드(Gaussian mode)의 연속파 레이저로 빔을 조사하였고, 조사 선폭은 200mm간격으로 6개 구간의 구분된 선으로 조사하였으며 레이저 체류시간은 3.0ms을 유지할 수 있게 조사하였다. 레이저의 빔 형상( $L_a/L_b$ )를 1.3으로
- 20 그루브의 깊이는  $13\mu\text{m}$ 로 형성될 수 있게 제어하였으며 그루브 상부 폭( $W_0$ )은  $45\mu\text{m}$ 로 형성되었고 그루브 주변에 나타나는 힐업(hill-up) 및 스페터의 최고 높이는  $5\mu\text{m}$ 로 나타났다. 포스테라이트 하소층의 폭( $W_s$ )은  $55\mu\text{m}$ 로 형성되었다.

- 25 힐업 및 스페터를 브러쉬(직경  $200\mu\text{m}$ , 스테인레스 스틸 재질, 면밀도 50%)로 연삭하였다. 연삭 이후 힐업(hill-up) 및 스페터의 최고 높이는  $0.95\mu\text{m}$ 로 나타났다. 이후 10 중량% 황산 수용액을 사용하여 산세하여 방향성 전기강판을 제조하였다. 산세 후 힐업(hill-up) 및 스페터의 최고 높이는  $0.3\mu\text{m}$ 로 나타났다.

- 30 레이저 조사 전 전기강판의 철손( $W_{17/50}$ ) 및 레이저 조사 및 응력 제거 소둔(SRA) 후 철손을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다. 전기 절연 값

및 점적율을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다.

**실시예 2**

레이저의 빔 형상( $L_a/L_b$ ), 그루브의 깊이 및 레이저 체류시간을 하기  
5 표 1에 정리한 수치로 변경하였으며, 산세하지 않은 것을 제외하고 전술한  
실시예 1과 동일하게 제조하였다.

레이저 조사 전 전기강판의 철손( $W_{17/50}$ ) 및 레이저 조사 및 응력  
제거 소둔(SRA) 후 철손을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다. 전기 절연 값  
및 점적율을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다.

10

**실시예 3**

레이저의 빔 형상( $L_a/L_b$ ), 그루브의 깊이 및 레이저 체류시간을 하기  
표 1에 정리한 수치로 변경한 것을 제외하고 전술한 실시예 1과 동일하게  
제조하였다.

15 레이저 조사 전 전기강판의 철손( $W_{17/50}$ ) 및 레이저 조사 및 응력  
제거 소둔(SRA) 후 철손을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다. 전기 절연 값  
및 점적율을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다.

**실시예 4**

20 레이저의 빔 형상( $L_a/L_b$ ), 그루브의 깊이 및 레이저 체류시간을 하기  
표 1에 정리한 수치로 변경하고, 브러쉬하지 않은 것을 제외하고 전술한  
실시예 1과 동일하게 제조하였다.

레이저 조사 전 전기강판의 철손( $W_{17/50}$ ) 및 레이저 조사 및 응력  
제거 소둔(SRA) 후 철손을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다. 전기 절연 값  
25 및 점적율을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다.

**실시예 5**

레이저의 빔 형상( $L_a/L_b$ ), 그루브의 깊이 및 레이저 체류시간을 하기  
표 1에 정리한 수치로 변경하였으며, 산세하지 않은 것을 제외하고 전술한  
30 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

레이저 조사 전 전기강판의 철손( $W_{17/50}$ ) 및 레이저 조사 및 응력 제거 소둔(SRA) 후 철손을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다. 전기 절연 값 및 점적율을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다.

5           **비교예 1**

레이저의 빔 형상( $L_a/L_b$ ), 그루브의 깊이 및 레이저 체류시간을 하기 표 1에 정리한 수치로 변경하였으며, 브러쉬 및 산세하지 않은 것을 제외하고 전술한 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

10 레이저 조사 전 전기강판의 철손( $W_{17/50}$ ) 및 레이저 조사 및 응력 제거 소둔(SRA) 후 철손을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다. 전기 절연 값 및 점적율을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다.

**비교예 2**

15 레이저의 빔 형상( $L_a/L_b$ ), 그루브의 깊이 및 레이저 체류시간을 하기 표 1에 정리한 수치로 변경하였으며, 브러쉬 및 산세하지 않은 것을 제외하고 전술한 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

레이저 조사 전 전기강판의 철손( $W_{17/50}$ ) 및 레이저 조사 및 응력 제거 소둔(SRA) 후 철손을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다. 전기 절연 값 및 점적율을 측정하여 하기 표 1에 정리하였다.

20           **【표 1】**

구 분	홈 깊이 ( $\mu\text{m}$ )	레이저 형상 ( $L_a/L_b$ )	체류 시간 (ms)	그루브 폭에 대한 하소층 폭 비	Brush 유무	산세 유무	Laser 조사전	SRA후	철손 개선율	전기 절연	점적율
							$W_{17/50}$	%	mA	%	
실시예 1	13	1.3	0.5	1.1	유	유	0.83	0.71	14.5	5	97.0
실시예 2	18	1.3	10.0	1.3	유	무	0.83	0.72	13.3	30	96.5

실시예 3	13	6.7	6.5	1.2	유	유	0.84	0.70	16.7	0	96.9
실시예 4	12	7.0	0.5	1.1	무	유	0.83	0.71	14.5	10	96.9
실시예 5	17	7.0	10.0	1.3	유	무	0.84	0.73	13.1	35	96.6
비교예 1	21	7.0	11.0	1.4	무	무	0.83	0.77	7.2	650	93.5
비교예 2	8	7.0	0.3	0.9	무	무	0.84	0.78	7.1	350	94.5

표 1에 나타낸 바와 같이, 실시예 1 내지 5에서 제조한 방향성 전기장관은 전기 절연값 및 점적율의 열위가 방지되었고, 열처리 후 철손 개선율을 13% 이상으로 달성할 수 있었다.

5           본 발명은 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 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  
10 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

**【부호의 설명】**

- 10 : 방향성 전기장관
- 20 : 포스테라이트 층
- 25 : 힐업, 스페터
- 30 : 그루브
- 40 : 포스테라이트 하소층

15

## 【청구범위】

## 【청구항 1】

- 전기강판의 표면에 형성된 포스테라이트 층,  
 상기 포스테라이트 층에 압연방향에 수직인 방향으로 형성된 그루브 및
- 5    상기 그루브 상단을 기점으로 상기 전기강판의 양 끝단 방향으로 상기 그루브 폭의 1.1 내지 1.3 배의 폭으로 형성된 포스테라이트 하소층을 포함하는 방향성 전기강판.

## 【청구항 2】

- 제1항에 있어서,  
 10    상기 포스테라이트 하소층 상부에 상기 그루브 형성시 발생한 용융물질이 상기 그루브 양쪽 상부로 솟아 오른 힐업(hill-up) 이나 용융물의 비산에 의한 스파터(splatter)가 상기 포스테라이트 하소층의 표면으로부터 1.5 $\mu$ m 이하로 형성된 방향성 전기강판.

## 【청구항 3】

- 제1항에 있어서,  
 15    상기 그루브는 상기 전기강판의 두께 대비 2.5 내지 10%의 깊이로 형성된 방향성 전기강판.

## 【청구항 4】

- 제1항에 있어서,  
 20    상기 그루브는 상기 전기강판의 압연방향에 대하여  $\pm 90$  내지  $\pm 85^\circ$  의 각도로 형성되고, 선상으로 형성된 방향성 전기강판.

## 【청구항 5】

- 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 25    상기 포스테라이트 하소층 상부에 상기 그루브 형성시 발생한 용융물질이 상기 그루브 양쪽 상부로 솟아 오른 힐업(hill-up) 이나 용융물의 비산에 의한 스파터(splatter)가 형성된 다음 브러쉬 또는 산세에 의해 제거된 방향성 전기강판.

## 【청구항 6】

- Si: 1.5 내지 7 중량%와 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 잔부는  
 30    Fe 인 슬라브를 가열한 후 열간 압연하여 열연강판을 제조하는 단계;

상기 열연강판을 냉간 압연하여 냉연강판을 제조한 다음 상기 냉연강판을 탈탄소둔 및/또는 질화소둔을 하여 강판의 표면에 산화층을 형성하는 단계; 상기 산화층이 형성된 강판의 표면에 MgO를 포함하는 소둔분리제를 도포하고 고온 소둔을 실시하여 강판의 표면에 포스테라이트 층(Forsterite; 5  $Mg_2SiO_4$ )을 형성하는 단계; 및

상기 포스테라이트 층이 형성된 강판에 가우시안(Gaussian)모드의 연속파 레이저 조사하여 상기 강판의 표면에 그루브를 형성하는 단계를 포함하되, 상기 그루브를 형성하는 단계에서 상기 연속파 레이저의 빔 형상은 하기 식1)의 범위를 만족하고 상기 연속파 레이저의 체류시간( $T_d$ )은 하기 식 2)의 10 범위를 만족하는, 방향성 전기강판의 제조 방법.

$$1.3 \leq L_b/L_a \leq 7.0 \text{-----1)}$$

$$0.5 \leq T_d \leq 10.0 \text{-----2)}$$

(여기서  $L_a$  ; 압연방향의 레이저 빔의 길이,  $L_b$ ; 레이저 빔의 폭 방향 길이,  $T_d$  ; 강판 폭에 조사되는 폭 방향 조사 폭(W)에 대한 폭 방향으로 주사하는 15 레이저 빔의 주사속도 (scanning rate,  $V_s$ )비 ( $W/V_s$ )를 의미한다.)

#### 【청구항 7】

제6항에 있어서,  
상기 그루브를 형성하는 단계에서, 가우시안(Gaussian)모드의 연속파 레이저 조사하여 상기 그루브 상단을 기점으로 상기 전기강판의 양 끝단 20 방향으로 상기 그루브 폭의 1.1 내지 1.3 배의 폭으로 포스테라이트 하소층을 형성하는 방향성 전기강판의 제조 방법.

#### 【청구항 8】

제6항에 있어서,  
상기 그루브를 형성하는 단계에서, 상기 그루브는 상기 전기강판의 두께 25 대비 2.5내지10%의 깊이로 형성하는 방향성 전기강판의 제조 방법.

#### 【청구항 9】

제6항에 있어서,  
상기 그루브를 형성하는 단계에서, 상기 그루브를 상기 전기강판의 압연방향에 대하여  $\pm 90$  내지  $\pm 85^\circ$  의 각도로 형성하고, 선상으로 30 형성하는 방향성 전기강판의 제조 방법.

## 【청구항 10】

- 제6항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 그루브 형성 단계에서, 상기 그루브 형성시 발생한 용융물질이 상기  
 그루브 양쪽 상부로 솟아 오른 힐업(hill-up) 이나 용융물의 비산에 의한  
 5 스패터(spatter)가 상기 포스테라이트 하소층 상부에 형성되고,  
 상기 힐업 또는 스패터는 상기 포스테라이트 하소층의 표면으로부터 1.5 $\mu$ m  
 이하로 제거하는 단계를 더 포함하는 방향성 전기강판의 제조 방법.

## 【청구항 11】

- 제10항에 있어서,  
 10 상기 힐업 또는 스패터를 제거하는 단계는 브러시를 사용하여 건식으로  
 제거하는 단계를 포함하는 방향성 전기강판의 제조 방법.

## 【청구항 12】

- 제11항에 있어서,  
 상기 브러시는 금속계 재질 또는 연마 재질인 방향성 전기강판의 제조 방법.  
 15

## 【청구항 13】

- 제10항에 있어서,  
 상기 힐업 또는 스패터를 제거하는 단계는 산세를 통해 습식으로 제거하는  
 단계를 포함하는 방향성 전기강판의 제조 방법.  
 15

## 【청구항 14】

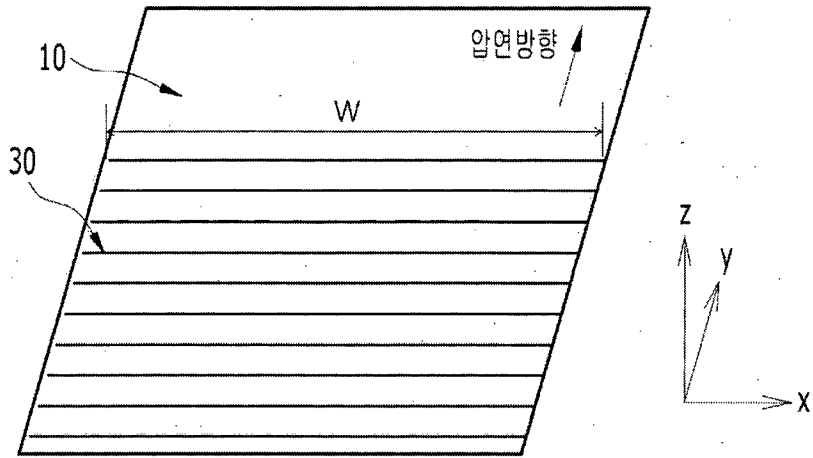
- 제13항에 있어서,  
 상기 산세는 염산, 질산 또는 황산을 포함하는 수용액을 사용하는 방향성  
 전기강판의 제조 방법.  
 20

## 【청구항 15】

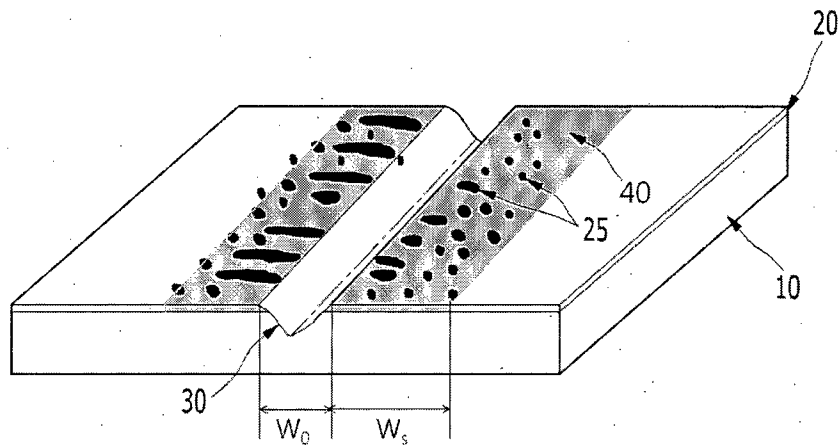
- 제14항에 있어서,  
 25 상기 수용액의 농도는 1 내지 30 중량%인 방향성 전기강판의 제조 방법.

【도면】

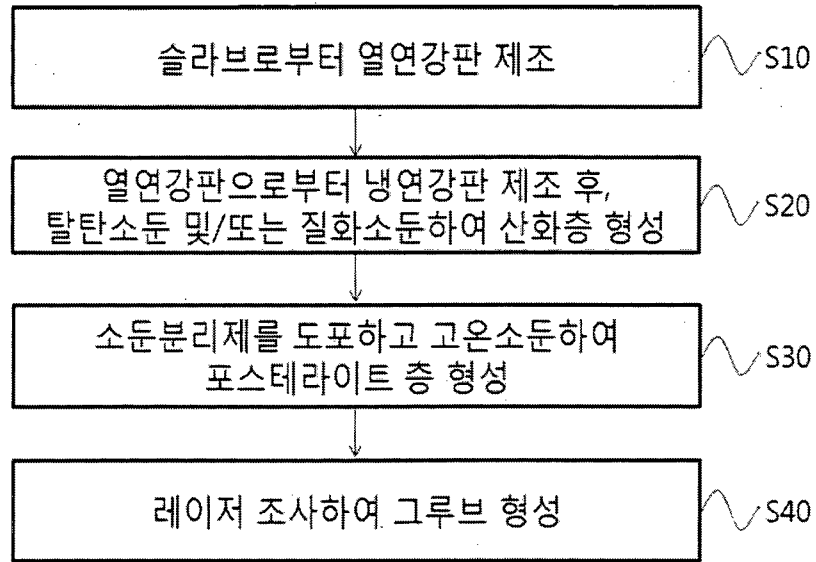
【도 1】



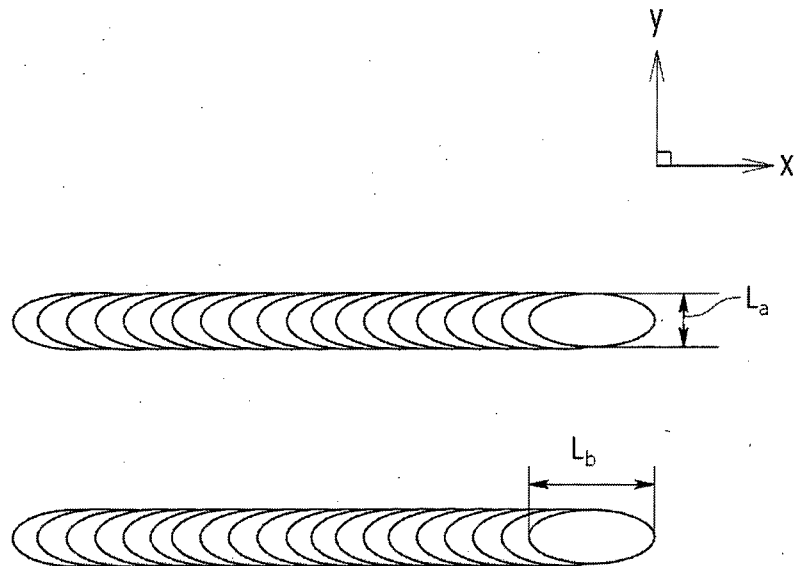
【도 2】



【도 3】



【도 4】



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/015235

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*C21D 8/12(2006.01)i, C21D 10/00(2006.01)i, C23G 1/02(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)

C21D 8/12; C22C 38/00; H01F 1/16; B23K 26/00; C21D 10/00; C23G 1/02

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) &amp; Keywords: direction, electrical steel sheet, brush, spatter, heal up, injection speed, stay time, calcination layer, Gaussian mode, continuous wave, forsterite, dry type, wet type, souring

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2013-0128215 A (POSCO) 26 November 2013 See paragraphs [0030]-[0032], claims 1, 8 and figures 1-4.	1-3,6-8,10
Y		4,5,9,11-15
Y	KR 10-2014-0087126 A (POSCO) 09 July 2014 See paragraphs [0017], [0024], [0035].	4,5,9,11-15
A	JP 2007-277643 A (NIPPON STEEL CORP.) 25 October 2007 See paragraphs [0070]-[0075] and figure 4.	1-15
A	JP 07-220913 A (NIPPON STEEL CORP.) 18 August 1995 See paragraph [0020] and claim 1.	1-15
A	JP 10-183251 A (NIPPON STEEL CORP. et al.) 14 July 1998 See paragraphs [0021]-[0024] and claims 1-3.	1-15

 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

28 MARCH 2017 (28.03.2017)

Date of mailing of the international search report

03 APRIL 2017 (03.04.2017)

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. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2016/015235**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2013-0128215 A	26/11/2013	KR 10-1382645 B1	08/04/2014
KR 10-2014-0087126 A	09/07/2014	KR 10-1511706 B1	14/04/2015
JP 2007-277643 A	25/10/2007	JP 04979970 B2	18/07/2012
JP 07-220913 A	18/08/1995	JP 03152554 B2	03/04/2001
JP 10-183251 A	14/07/1998	NONE	

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**  
C21D 8/12(2006.01)i, C21D 10/00(2006.01)i, C23G 1/02(2006.01)i

**B. 조사된 분야**  
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)  
C21D 8/12; C22C 38/00; H01F 1/16; B23K 26/00; C21D 10/00; C23G 1/02

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: 방향성, 전기장판, 브러쉬, 스패터, 혈업, 주사속도, 체류시간, 하소층, 가우시안 모드, 연속파, 포스테라이트, 건식, 습식, 산세

**C. 관련 문헌**

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2013-0128215 A (주식회사 포스코) 2013.11.26 단락 [0030]-[0032], 청구항 1, 8 및 도면 1-4 참조.	1-3,6-8,10
Y		4,5,9,11-15
Y	KR 10-2014-0087126 A (주식회사 포스코) 2014.07.09 단락 [0017], [0024], [0035] 참조.	4,5,9,11-15
A	JP 2007-277643 A (NIPPON STEEL CORP.) 2007.10.25 단락 [0070]-[0075] 및 도면 4 참조.	1-15
A	JP 07-220913 A (NIPPON STEEL CORP.) 1995.08.18 단락 [0020] 및 청구항 1 참조.	1-15
A	JP 10-183251 A (NIPPON STEEL CORP. 등) 1998.07.14 단락 [0021]-[0024] 및 청구항 1-3 참조.	1-15

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 이후에 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 2017년 03월 28일 (28.03.2017)	국제조사보고서 발송일 2017년 04월 03일 (03.04.2017)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 배근태 전화번호 +82-42-481-3547
---	------------------------------------



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2013-0128215 A	2013/11/26	KR 10-1382645 B1	2014/04/08
KR 10-2014-0087126 A	2014/07/09	KR 10-1511706 B1	2015/04/14
JP 2007-277643 A	2007/10/25	JP 04979970 B2	2012/07/18
JP 07-220913 A	1995/08/18	JP 03152554 B2	2001/04/03
JP 10-183251 A	1998/07/14	없음	