(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018 년 6 월 28 일 (28.06.2018)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2018/117672 A1

(51) 국제특허분류:
C21D 10/00 (2006.01) *C23F 4/00* (2006.01)
C21D 8/12 (2006.01) *B23K 26/364* (2014.01)
C23G 1/08 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/015204

(22) 국제출원일: 2017 년 12 월 21 일 (21.12.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2016-0177890 2016 년 12 월 23 일 (23.12.2016) KR

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

(72) 발명자: **박세민 (PARK, Se-Min)**; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). **한규석 (HAN, Kyu-Seok)**; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). **권오열 (KWON, Oh-Yeoul)**; 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). **박종태 (PARK, Jong-Tae)**; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). **민기영 (MIN, Ki-Young)**; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). **이원걸 (LEE, Won-Gul)**; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR).

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

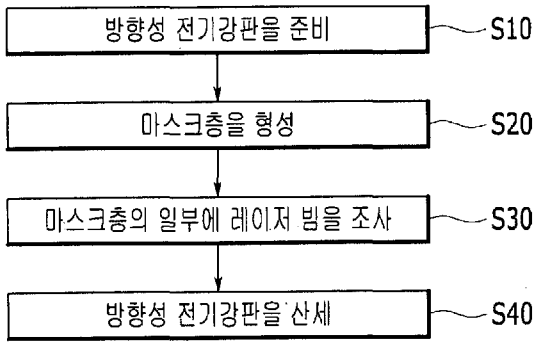
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,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

(54) **Title:** GRAIN-ORIENTED ELECTRICAL STEEL SHEET AND MAGNETIC DOMAIN REFINING METHOD THEREOF

(54) **발명의 명칭:** 방향성 전기강판 및 그 자구미세화 방법

【도 2】



S10 ... Prepare grain-oriented electrical steel sheet
S20 ... Form mask layer
S30 ... Irradiate laser beams on part of mask layer
S40 ... Pickle grain-oriented electrical steel sheet

(57) **Abstract:** This magnetic domain refining method for a grain-oriented electrical steel sheet according to an embodiment of the present invention comprises: a step for preparing an grain-oriented electrical steel sheet; a step for forming a mask layer on the surface of the grain-oriented electrical steel sheet; a step for irradiating laser beams on a part of the mask layer to remove the mask layer, and forming a preliminary groove on the grain-oriented electrical steel sheet; and a step for forming a groove by pickling the grain-oriented electrical steel sheet.

(57) **요약서:** 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 자구미세화 방법은 방향성 전기강판을 준비하는 단계; 방향성 전기강판의 표면에 마스크층을 형성하는 단계; 마스크층의 일부에 레이저 빔을 조사하여, 마스크층을 제거하고, 방향성 전기강판에 예비 그루브를 형성하는 단계; 및 방향성 전기강판을 산세하여 그루브를 형성하는 단계;를 포함한다.

WO 2018/117672 A1

[다음 쪽 계속]

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

【명세서】

【발명의 명칭】

방향성 전기강판 및 그 자구미세화 방법

【기술분야】

방향성 전기강판 및 그 자구미세화 방법에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

방향성전기강판은 변압기 등의 전자기제품의 철심재료로 사용되기 때문에 기기기의 전력손실을 줄임으로써 에너지 변환효율을 향상시키기 위해서는 철심소재의 철손이 우수하고 적층 및 권취시 점적율이 높은 강판이 요구된다.

방향성 전기강판은 열연, 냉연 및 소둔공정을 통해 2차재결정된 결정립이 압연방향으로 {110}<001> 방향으로 배향된 집합조직(일명 "Goss Texture" 라고도 함)을 갖는 기능성 강판을 말한다.

방향성 전기강판의 철손을 낮추는 방법으로서, 자구미세화 방법이 알려져 있다. 즉 자구를 스크레치나 에너지적 충격을 주어서 방향성 전기강판이 가지고 있는 큰 자구의 크기를 미세화 시키는 것이다. 이 경우 자구가 자화되고 그 방향이 바뀔 때 에너지적 소모량을 자구의 크기가 컸을 때 보다 줄일 수 있게 된다. 자구미세화 방법으로는 열처리 후에도 개선효과 유지되는 영구자구미세화와 그렇지 않은 일시자구미세화가 있다.

회복 (Recovery)이 나타나는 열처리 온도 이상의 응력완화열처리 후에도 철손개선 효과를 나타내는 영구자구미세화 방법은 에칭법, 롤법 및 레이저법으로 구분할 수 있다. 에칭법은 용액 내 선택적인 전기화학반응으로 강판 표면에 홈(그루브, groove)을 형성시키기 때문에 홈 형상을 제어하기 어렵고, 최종 제품의 철손특성을 폭 방향으로 균일하게 확보하는 것이 어렵다. 더불어, 용매로 사용하는 산용액으로 인해 환경친화적이지 못한 단점을 갖고 있다.

롤에 의한 영구자구미세화방법은 롤에 돌기모양을 가공하여 롤이나 판을 가압함으로써 판 표면에 일정한 폭과 깊이를 갖는 홈을 형성한 후 소둔함으로써 홈 하부의 재결정을 부분적으로 발생시키는 철손 개선효과를 나타내는 자구미세화기술이다. 롤법은 기계가공에 대한 안정성, 두께에

따른 안정적인 철손 확보를 얻기 힘든 신뢰성 및 프로세스가 복잡하며, 홈 형성 직후(응력완화소둔전) 철손과 자속밀도 특성이 열화되는 단점을 갖고 있다.

레이저에 의한 영구 자구미세화 방법은 고출력의 레이저를 고속으로 이동하는 전기강판 표면부에 조사하고 레이저 조사에 의해 기지부의 용융을 수반하는 그루브(groove) 를 형성시키는 방법을 사용한다. 그루브를 빠른 속도로 가공하기 위해서는 출력이 큰 레이저를 사용 해야 하며 그러기 위해서는 레이저 구입 및 유지에 많은 비용이 드는 단점이 있다. 또한 그루브 형성시 용융철의 힐업이 필연적으로 발생하게 되며 힐업의 발생은 자기누설을 발생시킨다. 그로 인해 철손이 증가하는 경향을 나타내게 된다. 힐업의 형성은 절연까지도 영향을 미쳐 영구자구강판의 자기적 특성을 열위하게 만든다. 그렇기 때문에 힐업을 제거하기 위하여 수세, 브러쉬를 사용하는 방법, 산세 등을 사용하는 방법들이 사용되고 있다. 다만, 표면을 브러쉬로 긁는 과정이나, 산을 통해 녹이는 과정에서 조도를 심하게 손상시키며 힐업을 쉽게 제거시키기 어려운 문제가 있다.

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

에칭법 및 레이저법을 조합하여, 빠른 생산 속도로, 자성 및 점적률을 개선하는 방향성 전기강판 및 그의 자구미세화 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【과제의 해결 수단】

본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 자구미세화 방법은 방향성 전기강판을 준비하는 단계; 방향성 전기강판의 표면에 마스크층을 형성하는 단계; 마스크층의 일부에 레이저 빔을 조사하여, 마스크층을 제거하고, 방향성 전기강판에 예비 그루브를 형성하는 단계; 및 방향성 전기강판을 산세하여 그루브를 형성하는 단계;를 포함한다.

마스크층은 알루미늄, 마그네슘, 망간, 또는 이들의 산화물, 또는 복합유기물을 포함할 수 있다.

마스크층의 두께는 1 내지 10㎛가 될 수 있다.

레이저 빔의 출력은 1 내지 3kW이고, 조사속도는 70 내지 100 m/s일

수 있다.

레이저 빔의 초점 위치와 방향성 전기강판의 표면의 차이가 200㎛ 이하일 수 있다.

예비 그루브는 깊이가 2 내지 5㎛일 수 있다.

그루브를 형성하는 단계에서 힐업이 일부 제거될 수 있다.

그루브를 형성하는 단계에서 산세액의 산 농도는 30 내지 50 부피%이고, 온도는 50 내지 90℃일 수 있다.

그루브를 형성하는 단계에서, 그루브의 깊이는 15 내지 30㎛일 수 있다.

그루브를 형성하는 단계 이후, 마스크층의 상부 및 그루브의 상부에 절연 피막층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판은 전기강판의 표면으로부터 전기강판의 내부 방향으로 형성된 그루브; 및 전기강판의 표면 상에 형성된 마스크층을 포함하고, 그루브 부분의 표면 조도(Ra)는 0.1 내지 0.7㎛ 일 수 있다.

그루브는 전기강판 표면에서의 그루브의 상부폭(W_a)에 대한 그루브 깊이의 1/2 지점에서의 그루브의 폭(W_b)의 비(W_b/W_a)가 0.3 내지 0.8일 수 있다.

상기 그루브는 깊이가 15 내지 30㎛일 수 있다.

마스크층 및 그루브 상에 형성된 절연 피막층을 더 포함할 수 있다.

【발명의 효과】

본 발명의 일 구현예에 따르면, 빠른 생산 속도로 목적하는 형상의 그루브를 형성시킬 수 있다.

또한, 본 발명의 일 구현예에 따르면, 자성 및 점적률을 개선할 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 표면의 모식도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 자구미세화 방법의 순서도이다.

도 3은 마스크층 형성 후, 방향성 전기강판의 단면의 모식도이다.

도 4는 레이저 조사 후, 방향성 전기강판의 단면의 모식도이다.

도 5는 산세 후, 방향성 전기강판의 단면의 모식도이다.

도 6은 절연 피막층 형성후, 방향성 전기강판의 단면의 모식도이다.

도 7은 그루브 단면을 확대한 모식도이다.

도 8은 그루브의 폭과 깊이를 설명하기 위한 도면이다.

【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, 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, 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" 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 1에서는 본 발명의 일 실시예에 의해 자구미세화된 방향성 전기강판(10)의 모식도를 나타낸다. 도 1에서 나타나듯이, 방향성 전기강판(10)의 표면에는 압연 방향을 따라 복수개의 그루브(30)가 형성된다.

도 2에서는 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 자구미세화 방법의 순서도를 개략적으로 나타낸다. 도 2의 자구미세화 방법의 순서도는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명이 여기에 한정되는 것은 아니다. 따라서 자구미세화 방법을 다양하게 변형할 수 있다.

도 2에서 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판의 자구미세화 방법은 방향성 전기강판을 준비하는 단계(S10); 방향성 전기강판의 표면에 마스크층을 형성하는 단계(S20); 마스크층의 일부에 레이저 빔을 조사하여, 마스크층을 제거하고, 방향성 전기강판에 예비 그루브를 형성하는 단계(S30); 및 방향성 전기강판을 산세하여 그루브를 형성하는 단계(S40);를 포함한다. 이하에서는 각 단계별로 구체적으로 설명한다.

먼저 단계(S10)에서는 방향성 전기강판을 준비한다. 본 발명의 일 실시예에서는 자구미세화 방법 및 형성되는 그루브의 형상에 그 특징이 있는 것으로서, 자구미세화의 대상이 되는 방향성 전기강판은 제한 없이 사용할 수 있다. 특히, 방향성 전기강판의 합금 조성과는 관계 없이 본 발명의 효과가 발현된다. 따라서, 방향성 전기강판의 합금 조성에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

본 발명의 일 실시예에서 방향성 전기강판은 슬라브로부터 열간 압연 및 냉간 압연을 통해 소정의 두께로 압연된 방향성 전기강판을 사용할 수 있다.

다음으로, 단계(S20)에서는 준비한 방향성 전기강판의 표면에 마스크층을 형성한다. 도 3에서는 마스크층(20)이 형성된 방향성

전기강판(10)을 개략적으로 나타낸다. 마스크층(20)은 후수할 산세 단계(S40)에서 산에 의해 강판 모재가 산에 영향을 받는 것을 막는 역할을 한다. 또한 후술할 레이저 조사 단계(S30)에서 레이저 조사된 부위에만 마스크층(20)이 제거되기 때문에, 후술할 산세 단계(S40)에서 그 제거된 부분에만 산이 노출되어 예비 그루브로부터 깊이가 더 깊은 그루브를 형성할 수 있게 된다.

마스크층(20)은 알루미늄, 마그네슘, 망간 또는 이들의 산화물 또는 복합유기물을 포함할 수 있다. 마스크층을 형성하는 방법으로는 특별히 제한되지 아니하나, 알루미늄, 마그네슘, 망간 또는 이들의 산화물을 포함하는 슬러리 형태의 마스크 코팅 조성물을 도포하고, 건조하는 방식으로 형성할 수 있다.

마스크층(20)의 두께는 1 내지 10㎛가 될 수 있다. 마스크층(20)의 두께가 너무 얇을 경우, 후술할 산세 단계(S40)에서 강판 모재가 산에 영향을 받아 강판 표면의 조도가 상승하게 되며, 자성에 악영향을 미칠 수 있다. 마스크층(20)의 두께가 너무 두꺼울 경우, 후술할 레이저 조사 단계(S30)에서 예비 그루브가 적절한 두께로 형성되지 않을 수 있다. 따라서, 전술한 범위로 마스크층(20)의 두께를 조절할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에서 마스크층(20)은 제거되지 않고 잔존할 수 있다. 잔존한 마스크층(20)은 장력을 추가적으로 부과하는 역할을 한다.

다음으로, 단계(S30)에서는 마스크층의 일부에 레이저 빔을 조사하여, 마스크층(20)을 제거하고, 방향성 전기강판(10)에 예비 그루브(31)를 형성한다. 도 4에서는 마스크층(20)이 일부 제거되고, 예비 그루브(31)가 형성된 방향성 전기강판(10)을 개략적으로 나타낸다.

후술할 산세 단계(S40)에서 산세를 통해 그루브(30)의 깊이를 더욱 깊게 형성할 수 있으므로, 단계(S30)에서는 비교적 저출력의 레이저 빔을 빠른 조사속도로 사용할 수 있다. 구체적으로 레이저 빔의 출력은 1 내지 3kW이고, 조사속도는 70 내지 100 m/s 일 수 있다. 레이저 빔의 출력이 너무 작거나, 조사속도가 너무 빠른 경우, 적절한 깊이의 예비 그루브(31)가 형성되지 아니한다. 또한, 레이저 빔의 출력이 너무 높거나, 조사속도가 너무 느린 경우, 다량의 강판이 용융되어, 생성되는 힐업(32)의

크기가 커지거나, 다량의 힐업(32)이 발생할 수 있다. 따라서 전수한 범위로 레이저 빔의 출력 및 조사속도를 조절할 수 있다.

레이저 빔의 초점 위치와 방향성 전기강판(10)의 표면의 차이가 200㎛ 이하일 수 있다. 초점이 표면으로부터 많이 벗어나게 되면, 레이저 빔의 에너지 손실에 의해 예비 그루브(31)의 깊이가 적절하게 형성되지 아니할 수 있다.

예비 그루브(31)의 깊이는 5 내지 10㎛가 될 수 있다. 이 때, 예비 그루브(31)의 깊이란 그루브가 형성되지 않은 방향성 전기강판의 표면으로부터 두께 방향(z방향)으로 가장 깊이 형성된 그루브 부분 까지의 길이를 의미한다. 본 발명의 일 실시예에서 예비 그루브(31)를 레이저 조사를 통해 형성하고, 이 후, 산세 단계(S40)에서 산세를 통해 그 깊이를 더욱 깊게 형성하는 방식을 통해 특유의 형상을 갖는 그루브(30)를 신속하게 형성할 수 있다.

레이저 빔의 조사 형상은 형성되는 예비 그루브(31) 및 그루브(30)의 형상에 따라 조사할 수 있다. 구체적으로 도 1에 개시되어 있듯이, 그루브는 선형으로 형성되고, 압연 방향(y방향)을 따라 복수개 형성될 수 있으며, 이러한 형상을 따라 레이저 빔을 조사할 수 있다. 그루브 간의 간격은 1 내지 5㎜가 될 수 있다.

또한, 그루브는 강판의 폭 방향(x방향)에 대해 단속적으로 2 내지 6개 형성될 수 있고, 압연방향(y방향)에 대하여 82° 내지 98° 의 각도를 형성할 수 있으며, 이러한 형상을 따라 레이저 빔을 조사할 수 있다.

레이저 빔 종류로는 특별히 한정되지 아니하며, single fiber laser를 사용할 수 있다.

다음으로, 단계(S40)에서는 방향성 전기강판(10)을 산세하여 그루브(30)를 형성한다. 도 5에서는 그루브(30)가 형성된 방향성 전기강판(10)을 개략적으로 나타낸다. 전술하였듯이, 본 발명의 일 실시예에서는 단계(S30)에서 레이저 조사를 통해 예비 그루브(31)를 형성하였기 때문에, 단계(S40)에서는 짧은 시간 동안 산세하더라도 목적하는 깊이의 그루브(30)를 형성할 수 있다. 또한, 일반적인 레이저 조사를 통한 그루브 형성 방식과는 달리 산세를 통하여 그루브 부분에서

특정 표면 조도를 형성할 수 있다. 또한, 일반적인 에칭을 통한 그루브 형성 방법과는 달리, 단계(S30)에서 레이저 조사를 통해 예비 그루브(31)를 형성하여, 하부 폭이 좁고, 깊이가 깊은 특유의 형상을 갖는 그루브를 형성할 수 있다.

단계(S40)에서는 그루브(30)가 형성될 뿐 아니라, 단계(S30) 과정에서 형성된 힐업(32)도 일부 제거될 수 있다. 일반적인 레이저 조사를 통한 그루브 형성 방식의 경우, 힐업(32)을 제거하기 위해 별도의 공정이 필요하나, 본 발명의 일 실시예에서는 별도의 공정 없이도 그루브(30) 형성 과정에서 동시에 힐업(32)이 제거될 수 있다. 힐업(32)이 일부 제거된다는 의미는 다수개 형성된 힐업(32) 중 일부가 제거되거나, 높이가 높은 힐업(32)이 일부 제거되어 그 높이가 낮아지는 것을 의미한다. 이러한 힐업(32)은 전기강판의 표면성 및 자성에 악영향을 미칠 수 있으므로, 적절히 제거할 필요가 있다.

산세에 사용되는 산세액은 산 농도가 30 내지 50 부피%일 수 있다. 산 농도가 너무 낮으면, 적절한 깊이의 그루브(30)가 형성되지 않을 수 있다. 산 농도가 너무 높으면, 그루브(30) 부분의 표면 조도가 너무 거칠어지는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 전술한 범위의 농도를 갖는 산세액을 사용할 수 있다.

산세 단계에서 온도는 50 내지 90℃일 수 있다. 적절한 범위의 온도 범위에서 산세 효율을 더욱 향상시킬 수 있다.

산세액의 종류는 특별히 한정되지 아니하며, 염산, 황산, 불산 등 일반적인 산 수용액을 사용할 수 있다.

단계(S40)에서 형성된 그루브(30)의 깊이(D)는 15 내지 30㎛일 수 있다.

단계(S40) 이후, 필요에 따라 절연 피막층을 더 형성할 수 있다. 도 6에서는 절연 피막층(30)이 형성된 방향성 전기강판(10)을 개략적으로 나타낸다. 도 6에서 나타나듯이, 절연 피막층(30)은 마스크층(20) 및 그루브(30) 상에 형성된다. 구체적인 방법으로서, 인산염을 포함하는 절연 코팅액을 도포하는 방식으로 절연 피막층(30)을 형성할 수 있다. 이러한 절연 코팅액은 콜로이달 실리카와 금속인산염을 포함하는 코팅액을

사용하는 것이 바람직하다. 이 때 금속인산염은 Al 인산염, Mg 인산염, 또는 이들의 조합일 수 있으며, 절연 코팅액의 중량 대비 Al, Mg, 또는 이들의 조합의 함량은 15 중량% 이상일 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 의한 방향성 전기강판(10)은 전기강판의 표면으로부터 전기강판의 내부 방향으로 형성된 그루브(30); 및 전기강판의 표면 상에 형성된 마스크층(20)을 포함하고, 그루브(30) 부분의 표면 조도는 0.1 내지 0.7 Ra이다. 방향성 전기강판(10), 마스크층(20) 및 그루브(30)에 대해서는 전술한 자구미세화 방법에서 상세하게 설명하였으므로, 중복되는 설명은 생략한다.

도 7은 도 6에서의 그루브(30) 부분의 확대도이다. 도 7에서 나타나듯이, 그루브(30) 부분에는 조도가 형성된다. 이러한 조도는 산세 단계(S40)에서의 산세에 의해 형성된다. 일반적인 레이저 조사 법이나, 에칭을 통한 그루브 형성 법과는 달리 그루브(30) 부분의 조도가 거칠게 형성된다. 그루브(30) 부분의 조도가 적절하게 형성될 시, 점적률이 향상되며, 자성이 향상되는 효과가 있다. 또한, 절연 피막층(40)이 형성될 시 전기강판(10)과 절연 피막층(40) 간의 밀착성이 향상될 수 있다. 그루브(30) 부분의 조도가 너무 클 시, 절연 피막층(40)과의 반응 및 접촉면에서 문제가 발생할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 조도는 JIS97 방법으로 측정한 조도를 의미한다.

그루브(30)는 전기강판 표면에서의 그루브의 상부폭(W_a)에 대한 그루브 깊이의 1/2 지점에서의 그루브의 폭(W_b)의 비(W_b/W_a)가 0.3 내지 0.8 일 수 있다. 도 8에는 전기강판 표면에서의 그루브의 상부폭(W_a) 및 그루브 깊이의 1/2 지점에서의 그루브의 폭(W_b)에 대해 설명한다. 전기강판 표면에서의 그루브의 상부폭(W_a)에 대한 그루브 깊이의 1/2 지점에서의 그루브의 폭(W_b)의 비(W_b/W_a)가 1에 가까울수록 폭간의 차이가 작은 그루브가 형성되며, 일반적인 에칭 방법을 사용할 시, 이러한 형태의 그루브가 생성된다. 전기강판 표면에서의 그루브의 상부폭(W_a)에 대한 그루브 깊이의 1/2 지점에서의 그루브의 폭(W_b)의 비(W_b/W_a)가 0에 가까울수록 깊이가 깊어질수록 폭이 급격히 좁아지는 형태의 그루브가 형성되며, 폭(W_b)가 좁고 깊이가 깊을수록 자성 및 점적률 면에서 더욱

향상될 수 있다.

그루브(30)는 깊이(D)가 15 내지 30㎛가 될 수 있다. 깊이(D)가 얕으면, 충분한 자구미세화 효과가 발생하지 않을 수 있다. 깊이가 너무 깊으면, 열영향부가 증가하여 고스 집합조직(Goss Texture)의 성장에 악영향을 미칠 수 있다.

마스크층(20) 및 그루브(30) 상에 형성된 절연 피막층(40)을 더 포함할 수 있다. 절연 피막층(40)에 대해서는 구체적으로 전술하였으므로, 중복되는 설명을 생략한다.

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 : 예비 그루브 형성

냉간압연한 두께 0.20㎜의 방향성 전기강판을 준비하였다. 이 전기강판 표면에 MgO 및 물을 1:1 중량비로 혼합한 코팅액을 도포한 후, 100℃에서 건조하여 두께 5㎛의 마스크층을 형성하였다. 하기 표 1에 정리된 출력의 single fiber 레이저를 하기 표 1에 정리된 조사 속도로 조사하였다. 이 때 강판의 이동 속도도 하기 표 1에 정리하였다. 또한 레이저 빔의 초점 위치와 방향성 전기강판 표면의 간격을 하기 표 1에 정리하였다. 레이저 조사를 통해 형성된 예비 그루브의 폭 및 깊이를 하기 표 1에 정리하였다. 예비 그루브 폭은 강판 표면에서의 폭을 의미한다.

【표 1】

구분	레이저 조건				예비 그루브 깊이(㎛)	예비 그루브 폭(㎛)
	출력(W)	레이저 조사 속도(m/s)	강판 이동 속도(mpm)	초점에서 벗어난 정도(㎛)		
발명예 1	2300	80	20	150	40	75
발명예 2	2000	80	70	100	12	55
발명예 3	2300	80	100	100	7	40

발명예 4	2000	80	100	200	6	55
발명예 5	2300	80	100	300	6	60
발명예 6	2000	80	100	500	4	68
발명예 7	2300	80	100	800	4	90

실시예 2 : 그루브 형성

발명예 1 내지 7에서 예비 그루브를 형성한 강판을 하기 표 2에 정리한 농도의 염산으로 하기 표 2에 정리한 시간 동안 산세하였다. 최종 제조된 그루브의 상부폭(W_a)은 120㎛로 일정하게 하였다. 그루브의 깊이(D), 1/2 깊이에서의 중간폭(W_b), 상부폭 및 중간폭의 비(W_b/W_a) 그루브 부분의 조도를 하기 표 2에 정리하였다. 조도는 JIS97기준이다.

【표 2】

구분	예비 그루브	산세		그루브 깊이(㎛)	그루브 중간폭(㎛)	W_b/W_a 비	조도(㎛)
		용액 농도(%)	처리 시간(분)				
발명예 8	발명예 1	30	14	38	40	0.33	0.3
발명예 9	발명예 2	40	12	32	50	0.42	0.4
발명예 10	발명예 5	70	4	30	40	0.33	0.4
발명예 11	발명예 6	80	4	35	40	0.33	0.8
발명예 12	발명예 7	90	5	45	40	0.33	0.9
발명예 13	발명예 3	30	7	23	40	0.33	0.3
발명예	발명예 4	40	6	25	50	0.42	0.5

14							
발명예 15	발명예 3	70	2	18	40	0.33	0.5
발명예 16	발명예 4	30	8	20	50	0.42	0.3
발명예 17	발명예 3	40	4	15	50	0.42	0.4

비교예 1 : 에칭법에 의한 그루브 형성

냉간압연한 두께 0.20mm의 방향성 전기강판을 준비하였다. 이 강판의 표면에 그루브 형상으로 패턴 형성한 포토 레지스트 층을 도포하고, NaCl 전해욕 중에서 전류밀도:30 A/dm^2로 전해 에칭하여 그루브를 형성하였다. 하기 표 3에 정리된 그루브를 형성하였다. 최종 제조된 그루브의 상부폭(W_a)은 120㎛로 일정하게 하였다. 그루브의 깊이(D), 1/2 깊이에서의 중간폭(W_b), 상부폭 및 중간폭의 비(W_b/W_a) 그루브 부분의 조도를 하기 표 3에 정리하였다.

비교예 2 : 레이저 조사에 의한 그루브 형성

냉간압연한 두께 0.23mm의 방향성 전기강판을 준비하였다. 이 강판의 표면에 2kW 출력의 레이저 빔을 100m/s 속도로 조사하여 그루브를 형성하였다. 최종 제조된 그루브의 상부폭(W_a)은 120㎛로 일정하게 하였다. 그루브의 깊이(D), 1/2 깊이에서의 중간폭(W_b), 상부폭 및 중간폭의 비(W_b/W_a) 그루브 부분의 조도를 하기 표 3에 정리하였다.

【표 3】

구분	그루브 깊이(㎛)	그루브 중간폭(㎛)	W_b/W_a 비	조도(㎛)
비교예 1	20	110	0.91	0.2
비교예 2	20	50	0.42	0.16

실시예 3 : 절연 피막층 형성 및 자성, 점적률 측정

발명예 8 내지 17에서 비교예 1 및 2에서 그루브를 형성한 방향성

전기강판에 콜로이달 실리카와 금속인산염을 포함하는 절연 코팅액을 도포 및 열처리하여 강판의 표면에 절연 피막층을 형성하고, 자성 및 점적률을 측정하여 하기 표 4에 정리하였다.

철손 개선율은 레이저를 조사하여 그루브를 형성하기 전의 전기강판의 철손(W_1)과 레이저를 조사하여 그루브를 형성한 후 철손(W_2)을 측정하여 $(W_1 - W_2)/W_1$으로 계산하였다.

점적률은 60x300mm의 시편을 14장 쌓은 후 전체 면적 당 철의 면적을 계산하는 것으로 측정하였다.

【표 4】

구분	철손 개선율(%)	점적률(%)
발명예 8	7	96.2
발명예 9	6	95.8
발명예 10	7	96.4
발명예 11	6	96.5
발명예 12	5	95.9
발명예 13	10	97.7
발명예 14	10	96.8
발명예 15	9	97.2
발명예 16	10	97.3
발명예 17	10	97
비교예 1	4	95
비교예 2	6	97

상기 표 4에서 나타나듯이, 기존의 일반적인 에칭법 및 레이저 조사법으로 그루브를 형성한 비교예 1 및 비교예 2에 비해 발명예 8 내지 17이 월등히 우수한 철손 개선율 및 점적률을 얻을 수 있음을 확인하였다. 더 나아가 그루브 형상을 특정하게 제어한 발명예 13 내지 17이 더욱 우수한 철손 개선율 및 점적률을 얻을 수 있음을 확인하였다.

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 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

【부호의 설명】

10 : 전기강판

20 : 마스크층

30 : 그루브

31 : 예비 그루브

32 : 힐업

40 : 절연 피막층

【청구범위】

【청구항 1】

방향성 전기강판을 준비하는 단계;

상기 방향성 전기강판의 표면에 마스크층을 형성하는 단계;

상기 마스크층의 일부에 레이저 빔을 조사하여, 마스크층을 제거하고, 상기 방향성 전기강판에 예비 그루브를 형성하는 단계; 및

상기 방향성 전기강판을 산세하여 그루브를 형성하는 단계;

를 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 마스크층은 알루미늄, 마그네슘, 망간 또는 이들의 산화물을 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 마스크층의 두께는 1 내지 10㎛인 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 레이저 빔의 출력은 1 내지 3kW이고, 조사속도는 70 내지 100 m/s인 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 레이저 빔의 초점 위치와 방향성 전기강판의 표면의 차이가 200㎛ 이하인 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 예비 그루브는 깊이가 5 내지 10㎛ 인 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 7】

제1항에 있어서,

상기 그루브를 형성하는 단계에서 힐업이 일부 제거되는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 8】

제1항에 있어서,

상기 그루브를 형성하는 단계에서 산세액의 산 농도는 30 내지 50 부피%이고, 온도는 50 내지 90℃인 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 9】

제1항에 있어서,

상기 그루브를 형성하는 단계에서, 그루브의 깊이는 15 내지 30㎛인 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 10】

제1항에 있어서,

상기 그루브를 형성하는 단계 이후, 상기 마스크층 및 상기 그루브의 상부에 절연 피막층을 형성하는 단계를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 11】

전기강판의 표면으로부터 전기강판의 내부 방향으로 형성된 그루브; 및

상기 전기강판의 표면 상에 형성된 마스크층을 포함하고,

상기 그루브 부분의 표면 조도는 0.1 내지 0.7 ㎛인 방향성 전기강판.

【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 그루브는 상기 전기강판 표면에서의 그루브의 상부폭(W_a)에 대한 그루브 깊이의 1/2 지점에서의 그루브의 폭(W_b)의 비(W_b/W_a)가 0.3 내지 0.8인 방향성 전기강판.

【청구항 13】

제11항에 있어서,

상기 그루브는 깊이가 15 내지 30㎛인 방향성 전기강판.

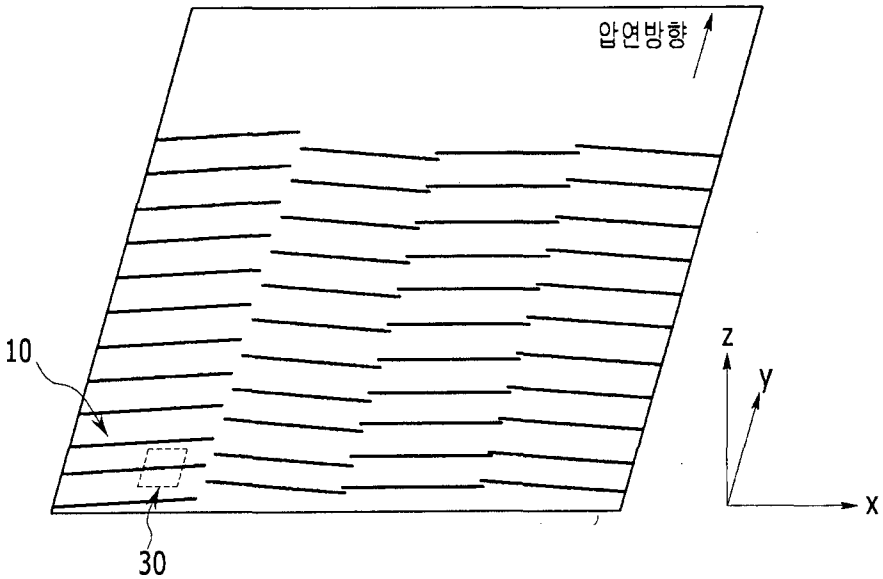
【청구항 14】

제11항에 있어서,

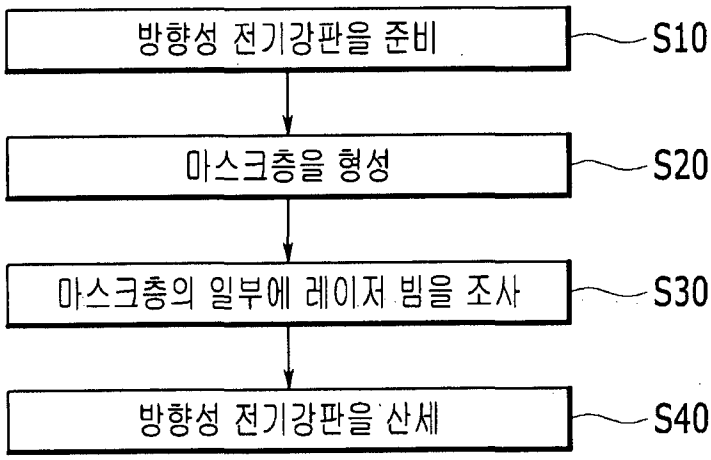
상기 마스크층 및 상기 그루브 상에 형성된 절연 피막층을 더 포함하는 방향성 전기강판.

【도면】

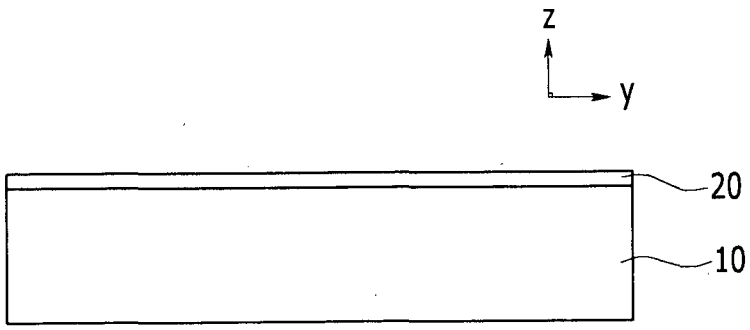
【도 1】


압연방향
10
30
z
y
x

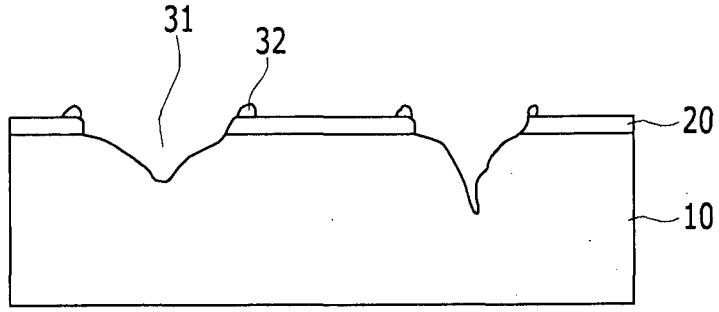
【도 2】


방향성 전기강판을 준비
S10
마스크층을 형성
S20
마스크층의 일부에 레이저 빔을 조사
S30
방향성 전기강판을 산세
S40

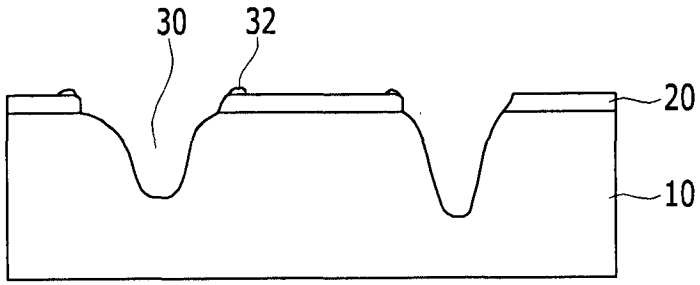
【도 3】


z
y
20
10

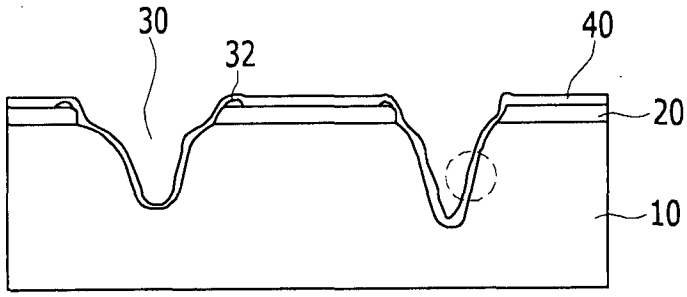
【도 4】



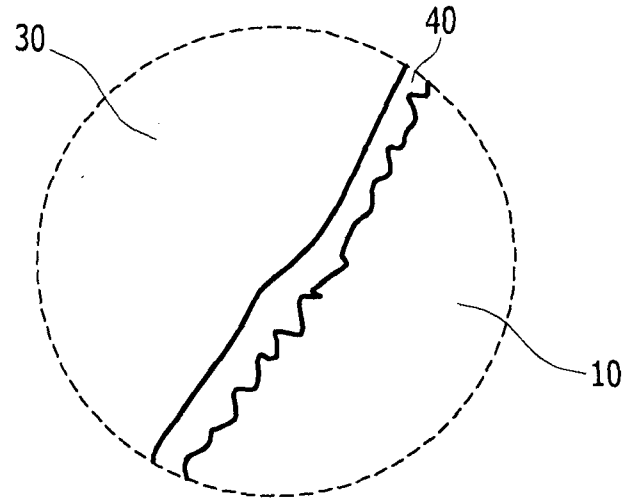
【도 5】



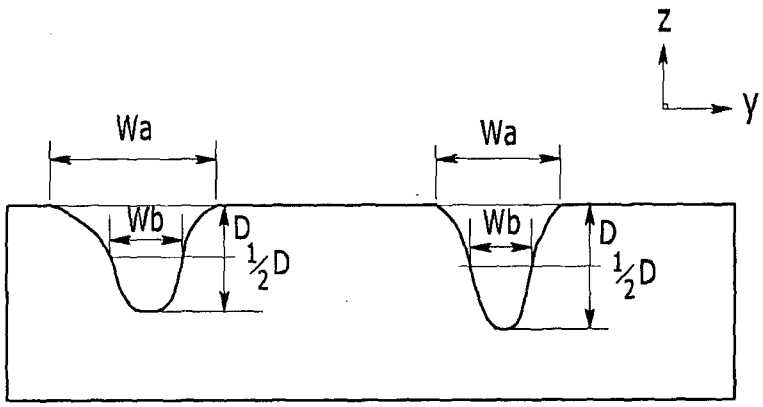
【도 6】



【도 7】



【도 8】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2017/015204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D 10/00(2006.01)i, C21D 8/12(2006.01)i, C23G 1/08(2006.01)i, C23F 4/00(2006.01)i, B23K 26/364(2014.01)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 10/00; B23K 26/40; C21D 9/46; C23F 1/00; C21D 8/12; B23K 26/00; C25F 3/06; C23G 1/08; C23F 4/00; B23K 26/364

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

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

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: grain-oriented, electrical steel sheet, mask layer, laser, groove, pickling, magnetic domain refinement

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-1385742 B1 (POSCO) 24 April 2014 See paragraph [0078] and claims 1, 4.	1-10
A		11-14
Y	JP 6040905 B2 (JFE STEEL CORP.) 07 December 2016 See paragraphs [0009], [0032], [0034], [0044], [0068], claims 1, 2 and figure 1.	1-10
A	KR 10-2015-0074932 A (POSCO) 02 July 2015 See paragraphs [0058]-[0060], claim 1 and figure 1.	1-14
A	JP 2011-137193 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 14 July 2011 See paragraph [0013] and claims 1-5.	1-14
A	JP 4949539 B2 (NIPPON STEEL CORPORATION) 13 June 2012 See paragraph [0043] and claims 1-3.	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 APRIL 2018 (05.04.2018)	**05 APRIL 2018 (05.04.2018)**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/015204

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1385742 B1	24/04/2014	NONE	
JP 6040905 B2	07/12/2016	JP 2015-071815 A	16/04/2015
KR 10-2015-0074932 A	02/07/2015	CN 104726672 A	24/06/2015
		CN 104726672 B	12/04/2017
		KR 10-1538778 B1	22/07/2015
JP 2011-137193 A	14/07/2011	JP 5597990 B2	01/10/2014
JP 4949539 B2	13/06/2012	BR 112012032714 A2	29/11/2016
		CN 103025896 A	03/04/2013
		CN 103025896 B	18/05/2016
		EP 2573193 A1	27/03/2013
		EP 2573193 B1	17/08/2016
		KR 10-1265813 B1	20/05/2013
		KR 10-2013-0016374 A	14/02/2013
		PL 2573193 T3	31/01/2017
		RU 2503729 C1	10/01/2014
		US 2013-0092652 A1	18/04/2013
		US 8734658 B2	27/05/2014
		WO 2011-162086 A1	29/12/2011

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2017/015204

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C21D 10/00(2006.01)i, C21D 8/12(2006.01)i, C23G 1/08(2006.01)i, C23F 4/00(2006.01)i, B23K 26/364(2014.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
C21D 10/00; B23K 26/40; C21D 9/46; C23F 1/00; C21D 8/12; B23K 26/00; C25F 3/06; C23G 1/08; C23F 4/00; B23K 26/364

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, 전기강판, 마스크층, 레이저, 그루브, 산세, 자구 미세화

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-1385742 B1 (주식회사 포스코) 2014.04.24 단락 [0078] 및 청구항 1, 4 참조.	1-10
A		11-14
Y	JP 6040905 B2 (JFE STEEL CORP.) 2016.12.07 단락 [0009], [0032], [0034], [0044], [0068], 청구항 1, 2 및 도면 1 참조.	1-10
A	KR 10-2015-0074932 A (주식회사 포스코) 2015.07.02 단락 [0058]-[0060], 청구항 1 및 도면 1 참조.	1-14
A	JP 2011-137193 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 2011.07.14 단락 [0013] 및 청구항 1-5 참조.	1-14
A	JP 4949539 B2 (NIPPON STEEL CORPORATION) 2012.06.13 단락 [0043] 및 청구항 1-3 참조.	1-14

☐ 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	국제조사보고서 발송일
2018년 04월 05일 (05.04.2018)	2018년 04월 05일 (05.04.2018)

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

심사관
황찬윤
전화번호 +82-42-481-3347

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/015204

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1385742 B1	2014/04/24	없음	
JP 6040905 B2	2016/12/07	JP 2015-071815 A	2015/04/16
KR 10-2015-0074932 A	2015/07/02	CN 104726672 A	2015/06/24
		CN 104726672 B	2017/04/12
		KR 10-1538778 B1	2015/07/22
JP 2011-137193 A	2011/07/14	JP 5597990 B2	2014/10/01
JP 4949539 B2	2012/06/13	BR 112012032714 A2	2016/11/29
		CN 103025896 A	2013/04/03
		CN 103025896 B	2016/05/18
		EP 2573193 A1	2013/03/27
		EP 2573193 B1	2016/08/17
		KR 10-1265813 B1	2013/05/20
		KR 10-2013-0016374 A	2013/02/14
		PL 2573193 T3	2017/01/31
		RU 2503729 C1	2014/01/10
		US 2013-0092652 A1	2013/04/18
		US 8734658 B2	2014/05/27
		WO 2011-162086 A1	2011/12/29