

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2024년 6월 27일 (27.06.2024)



(10) 국제공개번호

WO 2024/136178 A1

(51) 국제특허분류:

C22C 38/02 (2006.01) C22C 38/14 (2006.01)  
C22C 38/04 (2006.01) C22C 38/34 (2006.01)  
C22C 38/06 (2006.01) C22C 38/38 (2006.01)  
C22C 38/00 (2006.01) C21D 8/12 (2006.01)

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, ME, 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).

(21) 국제출원번호: PCT/KR2023/019137

(22) 국제출원일: 2023년 11월 24일 (24.11.2023)

공개:

(25) 출원언어: 한국어

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:

10-2022-0181161 2022년 12월 21일 (21.12.2022) KR

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

(72) 발명자: 박준수 (PARK, June-Soo); 37877 경상북도 포항시 남구 동해안로 6262, Gyeongsangbuk-do (KR).  
홍재완 (HONG, Jae-Wan); 57807 전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26, Jeollanam-do (KR). 송대현 (SONG, Dae-Hyun); 37877 경상북도 포항시 남구 동해안로 6262, Gyeongsangbuk-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 씨앤에스 (C&S PATENT AND LAW OFFICE); 06292 서울특별시 강남구 언주로30길 13, 대림아크로텔 7층, 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ,

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

(54) 발명의 명칭: 무방향성 전기강판 및 그 제조방법

(57) Abstract: Provided are a non-oriented electrical steel sheet and a method for manufacturing same. The electrical steel sheet according to the present invention comprises at most 0.005 wt% of C, 2.50-4.50 wt% of Si, 0.10-2.50 wt% of Mn, 0.002-0.020 wt% of P, 0.0010-0.0050 wt% of S, 0.50-2.50 wt% of Al, at most 0.0050 wt% of N, and at most 0.0050 wt% of Ti, with the balance being Fe and inevitable impurities, wherein Al, Si and Mn satisfy predefined relational equation 1, and the distribution of precipitates in the microstructure of the steel sheet satisfies relational equation 3.

(57) 요약서: 무방향성 전기강판 및 그 제조방법이 제공된다. 본 발명의 전기강판은, 중량% 로, C: 0.005% 이하, Si: 2.50~4.50%, Mn: 0.10~2.50%, P: 0.002~0.020%, S: 0.0010~0.0050%, Al: 0.50~2.50%, N: 0.0050% 이하, Ti: 0.0050% 이하, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, Al, Si 및 Mn 이 소정의 관계식 1 을 만족하고, 강판 미세조직에서 관계식 3을 만족하는 석출물 분포를 나타낸다.



WO 2024/136178 A1

## 명세서

### 발명의 명칭: 무방향성 전기강판 및 그 제조방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 주로 회전 기기인 모터 및 발전기 등과 정지기인 소형 변압기 등의 철심용 소재로 사용되는 무방향성 전기강판의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 강의 성분을 최적으로 제어하고 제조 조건을 최적화함으로써 석출물의 분포를 적절히 제어함으로써 제조 가능한 고주파 철손이 우수한 무방향성 전기강판에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 최근 전세계적으로 친환경 정책의 강화에 따라 전기적 에너지를 기계적 에너지로 또는 기계적 에너지를 전기적 에너지로 바꾸어 주는 에너지 변환 기기인 모터나 발전기의 효율 향상에 대한 요구가 증대되고 있다. 이러한 모터, 발전기 등의 회전 기기 및 소형 변압기 등의 정지기에서 무방향성 전기강판은 철심용 재료로 사용되어 효율에 중요한 영향을 미치는 소재이므로, 모터나 발전기의 효율 향상에 대한 요구는 무방향성 전기강판에 대한 특성 향상 요구로 이어지고 있다.
- [3] 무방향성 전기강판의 대표적인 자기적 특성은 철손과 자속밀도이다. 철손은 낮을수록 철심이 자화되는 과정에서 손실되는 철손이 감소하여 효율을 향상시킬 수 있으며, 자속밀도는 높을수록 똑같은 에너지로 더 큰 자기장을 유도할 수 있으며 같은 자속밀도를 얻기 위해서는 적은 전류를 인가해도 되기 때문에 에너지 효율을 향상시킬 수 있다. 한편, 최근에는 철손 중 상용 주파수(50Hz) 철손보다 고주파 철손이 보다 중요한 특성으로 대두되고 있다. 이는 모터의 회전속도가 증가함에 따라 상용 주파수 철손 보다는 고주파 철손이 효율에 보다 크게 영향을 미치기 때문인데, 대표적인 예로는 친환경차 등에 적용되는 구동모터에 사용되는 무방향성 전기강판의 경우는 400Hz의 고주파 철손이 보다 중요한 특성으로 평가되고 있다. 따라서 최근의 이러한 에너지 효율 향상 정책 및 무방향성 전기강판의 활용 방향을 반영한다면 고주파 철손은 낮고 자속밀도는 높은 자성이 우수한 무방향성 전기강판 개발기술이 필수적이라고 할 수 있다.
- [4]
- [5] 무방향성 전기강판의 중요한 특성 중 철손을 낮추기 위한 가장 기본적이면서도 효율적인 방법으로는 비저항이 큰 원소인 Si, Al, Mn의 첨가량을 증가시키거나 강판의 두께를 얇게 하는 방법이 있다. Si, Al, Mn 첨가량 증가는 강의 비저항을 증가시켜 무방향성 전기강판의 철손 중 와류손을 감소시킴으로써 철손을 저감하는 효과가 있으며, 고주파 철손의 경우 철손 중 와류손의 비율이 보다 크므로 고주파 철손을 저감하는 부분에 있어서 매우 효과적인 방법이 될 수 있다. 하지만 첨가비에 따라 그 효과가 상이하며 또한 합금원소 첨가량이 증가할수록 자속밀도가 열위되므로 우수한 철손과 자속밀도를 확보하기 위해서는 적정 첨가

량 및 Si, Al, Mn 첨가량 사이의 첨가비를 적절히 제어해야 한다. 두께를 얇게 하는 방법 역시 와류손실을 크게 감소시키는 방법으로 철손 저감에 매우 효과적이거나 두께가 얇은 강판은 생산성 및 가공성이 떨어진다는 단점이 있다. 하지만 최근의 에너지 효율 관점에서 보다 박물제품에 대한 니즈가 증가하고 있으며 향후에도 두께가 점점 얇아지는 방향으로 제품 개발이 이루어 질 것으로 생각된다.

[6] 무방향성 전기강판의 철손은 낮추면서 자속밀도도 향상시키기 위한 방법으로 REM 등 특수 첨가원소를 활용하여 집합조직을 개선하여 자기적 성질을 향상시키거나 온간압연, 2회 압연 2회 소둔 등 추가적인 제조 공정을 도입하는 기술 등도 보고되고 있다. 그러나 이러한 기술들은 모두 제조 원가의 상승을 야기하거나 대량 생산의 어려움이 따르기 때문에 자성이 우수하면서도 상업적으로 생산이 용이한 기술 개발이 필요하다고 할 수 있다. 또한 불순물의 첨가량을 극력으로 억제하고 Ca 등의 원소를 첨가함으로써 개재물의 형성을 억제하고 제어하기 위한 기술들도 개발되고 있으나 이 역시 제조 원가의 상승을 야기시키고 그 효과를 명확히 확보하기 쉽지 않은 상황이다.

[7]

[8] 이러한 문제점을 해결하기 위한 지속적인 노력이 있었으며 많은 기술들이 개발되었다. 무방향성 전기강판에 대한 종래기술 중 특허문헌 1은 강 중의 산화물계 개재물 안의 MnO와 SiO<sub>2</sub>의 조성 중량비(MnO/SiO<sub>2</sub>)를 0.43이하로 하며 열간압연 시 마무리압연을 강철과 롤 사이의 마찰계수가 0.2 이하이면서 마무리 압연 온도가 700°C 이상의 페라이트 단상영역에서 실시 후, 열연판 소둔, 냉간압연, 냉연판 소둔함으로써 집합조직 향상을 통한 자성을 개선하는 방법을 제시하였는데 이때, 열연판 두께를 1.0mm 이하로 제어하여야 하기 때문에 생산성이 떨어져 상업적인 생산이 어렵다는 한계를 가지고 있다.

[9] 특허문헌 2는 무방향성 전기강판의 집합조직을 향상시켜 우수한 자성을 확보하기 위하여, 최종 소둔 시 가열속도를 50°C/s 이상으로 제어하는 방법을 제시하였는데, 급속가열을 실시함에 따라 집합조직이 향상될 수 있으나 미세조직이 불균일해짐에 따라 자성이 열위해질 수 있는 부분은 고려되지 못하고 있다.

[10] 또한 특허문헌 3은 압연 방향의 자기 특성이 우수한 무방향성 전기강판의 제조를 위하여 열간압연, 열연판 소둔, 냉간압연, 냉연판 소둔의 공정에 추가로 압하율 3~10%로 skin pass 압연을 하고 다시 소둔하는 공정을 하였으나 이 역시 추가 공정으로 인한 원가의 상승 문제를 가지고 있다.

[11] 특허문헌 4는 강에 포함되는 특정 불순물 원소를 매우 낮은 레벨까지 감소시키고 스킨 패스공정을 추가함으로써 결정립 성장의 용이성을 확보함으로써 저철손의 강판을 얻을 수 있는 방법을 제시하였지만, 불순물의 극저관리를 위한 원가 상승이 야기되는 단점이 있다.

[12] 특허문헌 5는 Ca나 Mg 및 REM 등 희토류 원소를 첨가함으로써 MnS의 석출을 억제하여 응력 제거 전에는 결정립이 작지만 응력 제거 소둔 시 결정립이 성장하여 우수한 철손을 가질 수 있는 기술을 제시하였다. 하지만 이 역시, 추가 원소의

첨가 및 제어를 위한 제조 원가의 상승이 동반되며 응력제거 소둔을 실시하지 않는 경우 그 효과를 확보하기 어렵다는 단점이 있다.

- [13] [선행기술문헌]
- [14] [특허문헌]
- [15] (특허문헌 1) 일본 공개특허 2009-102739호
- [16] (특허문헌 2) 일본 공개특허 2016-199787호
- [17] (특허문헌 3) 일본 공개특허 2006-265720호
- [18] (특허문헌 4) 일본 공개특허 2008-050686호
- [19] (특허문헌 5) 한국 공개특허 2001-0100866호

**발명의 상세한 설명**

**기술적 과제**

- [20] 본 발명은 강 조성성분을 엄격히 제어하고 열연판 소둔 공정 시 균열온도에서의 열처리 시간과 승온 및 냉각속도를 성분함량에 따라 적절히 제어함으로써 강 중 석출물을 조대하게 제어하여 자성이 우수한 무방향성 전기강판을 제공함에 그 목적이 있다.
- [21] 또한 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들에 한정되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제 해결 수단**

- [22] 따라서 본 발명의 일 측면은,
- [23] 중량%로, C: 0.005% 이하, Si: 2.50~4.50%, Mn: 0.10~2.50%, P: 0.002~0.020%, S: 0.0010~0.0050%, Al: 0.50~2.50%, N:0.0050% 이하, Ti: 0.0050% 이하, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, Al, Si 및 Mn이 하기 관계식 1을 만족하고, 강판 미세조직에서 하기 관계식 3을 만족하는 석출분 분포를 나타내는, 무방향성 전기강판에 관한 것이다.
- [24] [관계식 1]
- [25]  $0.60 \leq ([Al] + [Mn]) / [Si] \leq 1.00$
- [26] 여기에서, [Al], [Mn], [Si]는 각각 Al, Mn, Si의 첨가량(중량%)임.
- [27] [관계식 3]
- [28] 강 미세조직에서 0~0.5 $\mu$ m 크기의 석출물 중 0.2 $\mu$ m 이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율  $\geq 10\%$
- [29]
- [30] 상기 강판 미세조직은 하기 관계식 4를 만족할 수 있다.
- [31] [관계식 4]
- [32] 강 미세조직에서 0.5 $\mu$ m 이상인 질화물의 개수  $\geq 100$ 개/mm<sup>2</sup>
- [33]

- [34] 상기 무방향성 전기강판은 상온에서의 비저항( $\rho$ )이  $63\mu\Omega\text{cm}$  이상일 수 있다.
- [35] 상기 무방향성 전기강판의 철손(W10/400)이  $12.0\text{W/Kg}$  이하이고, 자속밀도(B50)가  $1.60\text{T}$  이상일 수가 있다.
- [36] 여기에서, 철손 W10/40은 400Hz 주파수에서 1.0Tesla의 자속밀도가 유지되었을 때의 압연 방향과 압연 수직방향의 평균 손실(W/Kg)이며, 자속밀도 B50은  $5000\text{A/m}$ 의 자기장을 부가하였을 때 유도되는 자속밀도의 크기(Tesla)임.
- [37] 상기 무방향성 전기강판은, Sn와 Sb 중 1종 이상을 0.2% 이하 범위로 추가로 포함할 수 있다.
- [38] 상기 무방향성 전기강판은, 상기 무방향성 전기강판은, Cu와 Ni 중 1종 이상을 0.05% 이하의 범위로 추가로 포함할 수 있다.
- [39] 상기 무방향성 전기강판은, Cr을 0.1% 이하의 범위로 추가로 포함할 수 있다.
- [40] 상기 무방향성 전기강판은, Zr, Mo 및 V 중 1종 이상을 0.01% 이하의 범위로 추가로 포함할 수 있다.
- [41]
- [42] 또한 본 발명의 다른 측면은,
- [43] 중량%로, C: 0.005% 이하, Si: 2.50~4.50%, Mn: 0.10~2.50%, P: 0.002~0.020%, S: 0.0010~0.0050%, Al: 0.50~2.50%, N: 0.0050% 이하, Ti: 0.0050% 이하, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 슬라브를 재가열하는 공정; 상기 재가열된 슬라브를 열간압연함으로써 열연강판을 제조하는 공정; 상기 열연강판을 냉간압연한 후 열연판 소둔하거나 냉연없이 열연판 소둔하는 공정; 상기 열연판 소둔된 강판을 산세 후 공냉하는 공정; 및 상기 공냉된 열연강판을 냉간압연하는 공정; 및 상기 냉간압연된 열연강판을 최종 소둔하는 공정을 포함하는 무방향성 전기강판 제조방법에 있어서,
- [44] 상기 Al, Si 및 Mn은 하기 관계식 1을 만족하고,
- [45] 상기 열연판 소둔 공정 시, 균열 온도를  $850\sim 1100^\circ\text{C}$ , 균열 시간을 30~300초범위로 제어하고, 승온 시  $600^\circ\text{C}$ 에서 균열대 온도까지의 승온 속도(HR,  $^\circ\text{C/s}$ )와 균열 후  $600^\circ\text{C}$ 까지의 냉각속도(CR,  $^\circ\text{C/s}$ )가 하기 관계식 2를 만족하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 무방향성 전기강판 제조방법에 관한 것이다.
- [46] [관계식 1]
- [47]  $0.60 \leq ([\text{Al}] + [\text{Mn}]) / [\text{Si}] \leq 1.00$
- [48] 여기에서, [Al], [Mn], [Si]는 각각 Al, Mn, Si의 첨가량(중량%)임.
- [49] [관계식 2]
- [50]  $1.0 \leq (\text{HR} + \text{CR}) / 1000 \{ ([\text{Al}] + [\text{Mn}]) * ([\text{N}] + [\text{S}]) \} \leq 10.0$
- [51] 여기에서, 상기 [Al], [Mn], [N], [S]는 각각 Al, Mn, N, S의 첨가량(중량%)임.
- [52]
- [53] 상기 최종 소둔된 전기강판은, 강판 미세조직에서 관계식 3 및 관계식 4를 만족하는 석출분 분포를 나타내며, 상온에서의 비저항( $\rho$ )이  $63\mu\Omega\text{cm}$  이상이면서 최종

소둔 후 철손(W10/400)이 12.0W/Kg이하이고, 자속밀도(B50)이 1.60T이상일 수 있다.

[54] [관계식 3]

[55] 강 미세조직에서 0~0.5 $\mu$ m 크기의 석출물 중 0.2 $\mu$ m 이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율  $\geq 10\%$

[56] [관계식 4]

[57] 강 미세조직에서 0.5 $\mu$ m 이상인 질화물의 개수  $\geq 100$ 개/mm<sup>2</sup>

**발명의 효과**

[58] 본 발명에 따르면, 강 조성성분을 제어하고 열연판 소둔 공정 시 균열온도에서의 열처리 시간과 승온 및 냉각속도를 성분함량에 따라 적절히 제어함으로써 강 중 석출물을 조대화시켜 상온에서의 비저항( $\rho$ )이 63 $\mu\Omega$ cm이상이면서 최종 소둔 후 철손(W10/400)이 12.0W/Kg이하이고, 자속밀도(B50)이 1.60T이상인 자성이 우수한 무방향성 전기강판을 효과적으로 제공할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 최선의 형태**

[59] 이하, 본 발명을 설명한다.

[60] 본 발명은 무방향성 전기강판을 제조하는 방법에 있어서, 기존의 무방향성 전기강판의 성분계에서 필수함유 성분인 Si, Mn, Al 첨가량을 각각 2.5~4.5%, 0.1~2.5%, 0.5~2.5%로 첨가하고, 상기 Al, Mn, Si이  $0.60 \leq ([Al]+[Mn])/[Si] \leq 1.00$ 의 조성 관계식 1을 만족하는 성분계를 제안한다.

[61] 또한 본 발명은 상기 성분계의 슬라브로 무방향성 전기강판 제조 시, 열간압연, 열연판 소둔, 냉간압연 및 냉연판 소둔을 거치게 되는데, 열연판 소둔 공정 시 균열 열처리 시간을 30초 이상, 승온 시 600°C에서 균열대 온도까지의 승온 속도(HR,°C/s)와 균열 후 600°C까지의 냉각속도(CR,°C/s)를 하기 관계식 2에 의해 적절히 제어하여 강판 미세조직 중 석출물의 분포를 조대화시킨다.

[62] [관계식 2]

[63]  $1.0 \leq (HR+CR)/1000\{([Al]+[Mn]) * ([N]+[S])\} \leq 10.0$

[64]

[65] 상세하게 설명하면, 본 발명에서 첨가량 및 함유량을 제어해야 하는 중요 원소는 Si, Al, Mn과 N, S이다. 철손을 낮추기 위한 가장 효율적인 방법은 Si, Al, Mn을 첨가함으로써 강의 비저항을 증가시키는 것이다. 특히, 주파수가 높은 영역에서는 철손 중 와류손의 비중이 더 증가하게 되며 비저항을 증가시키는 효과가 더 크게 된다. 하지만 Si, Al, Mn등은 첨가량 증가에 따라 철손은 감소하지만 포화자속밀도 감소시켜 자속밀도를 열화시키며 소재의 취성도 증가하여 냉간압연성이 열위하게 되어 생산성도 저하시킨다. 따라서 저철손이면서도 고자속밀도의 특성을 가지면서 생산성도 확보하기 위해서는 Si, Al, Mn 첨가량을 제어하는 것 뿐만 아니라 각 원소의 첨가비도 적절하게 조합되는 것이 필요하므로 상기 관계식 1을 제안하는 것이다.

[66] 한편, Al, Mn은 N, S와 결합함으로써 질화물 및 황화물을 형성하는 원소로 잘 알려져 있다. 무방향성 전기강판은 강 중 석출물이 존재할 경우, 결정립 성장을 억제하고 이력손을 증가시키므로 인해 자성을 열위하게 된다. 따라서 Al, Mn 첨가량이 증가할 경우 N, S를 보다 적극적으로 제어해야 하며 질화물 및 황화물 등을 보다 조대하게 형성시킴으로써 자성 열화를 최손한으로 억제해야 한다. 이를 위해서는 성분 제어뿐만 아니라 제조 공정, 특히 석출물의 형성 및 분포에 상당히 중요한 공정인 열연판 소둔 공정에서 조건을 엄격하게 제어할 필요가 있다. 이러한 측면에서 본 발명에서는 상기 관계식 2를 제안하는 것이다.

[67]

[68] 이러한 관점에서 얻어진 본 발명의 무방향성 전기강판은, 중량%로, C: 0.005% 이하, Si: 2.50~4.50%, Mn: 0.10~2.50%, P: 0.002~0.020%, S: 0.0010~0.0050%, Al: 0.50~2.50%, N:0.0050% 이하, Ti: 0.0050% 이하, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, Al, Si 및 Mn이 하기 관계식 1을 만족하고, 강판 미세조직에서 하기 관계식 3을 만족하는 석출분 분포를 나타낸다. 이러한 본 발명의 전기강판은, 상온에서의 비저항( $\rho$ )이  $63\mu\Omega\text{cm}$ 이상이면서, 철손(W10/400)이 12.0W/Kg이하이고, 자속밀도(B50)이 1.60T이상의 우수한 고주파 철손 및 자속밀도를 나타낼 수 있다.

[69] [관계식 1]

[70]  $0.60 \leq ([Al] + [Mn]) / [Si] \leq 1.00$

[71] 여기에서, [Al], [Mn], [Si]는 각각 Al, Mn, Si의 첨가량(중량%)임.

[72] [관계식 3]

[73] 강 미세조직에서 0~0.5 $\mu\text{m}$  크기의 석출물 중 0.2 $\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율  $\geq 10\%$

[74]

[75] 이하, 본 발명의 전기강판 조성성분 및 함량 제한사유를 설명하며, 여기에서 "%"는 중량%를 의미한다.

[76] Si: 2.50~4.50% 이하

[77] 상기 Si은 강의 비저항을 증가시켜서 철손 중 와류손실을 낮추기 위해 첨가되는 주요 원소로 저철손 특히 고주파 영역에서의 저철손 특성을 확보하기 위해서는 2.50%이상 첨가되어야 한다. 한편 첨가량이 증가할수록 자속밀도가 크게 감소하며 취성 증가로 인한 압연성이 열위해지므로 그 첨가량을 4.50%이하로 제한하는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 3.00~4.00%로 제한하는 것이다.

[78]

[79] Mn: 0.10~2.50% 이하

[80] 상기 Mn은 Si, Al등과 더불어 비저항을 증가시켜 철손을 낮추는 원소이면서 집합조직을 향상시키는 원소이기도 한다. 하지만 첨가량이 너무 작을 경우 미세한 황화물을 형성하며 첨가량이 과도할 경우 자속밀도가 크게 감소하므로 그 첨가량을 0.10~2.50%로 제한한다. 보다 바람직하게는, 0.50~2.00%로 제한하는 것이다.

[81]

[82] Al: 0.50~2.50%

[83] 상기 Al은 Si과 함께 비저항을 증가시켜 철손을 감소시키는 중요한 역할을 하며 또한 자기 이방성을 감소시켜 압연 방향과 압연수직 방향의 자성 편차를 감소시키기 때문에 첨가되는 원소이다. 하지만 첨가량이 작을 경우 철손 저감 효과가 크지 않으며 첨가량이 너무 많을 경우 자속밀도가 크게 열위되므로 그 첨가량을 0.50~2.50%로 제한한다. 보다 바람직하게는, 0.60~2.00%로 제한하는 것이다.

[84]

[85] C: 0.0050% 이하

[86] C은 Ti, Nb등과 결합하여 탄화물을 형성하여 자성을 열위시키며 최종제품에서 전기 제품으로 가공 후 사용 시 자기시효에 의하여 철손이 높아져 전기기기의 효율을 감소시키기 때문에 0.0050%이하로 제한됨이 바람직하다.

[87]

[88] S: 0.0010~0.0050%

[89] S는 자기적 특성에 유해한 MnS, CuS 및 (Cu,Mn)S 등의 황화물을 형성하는 원소이므로 가능한 한 낮게 첨가하는 것이 바람직하다. 하지만 0.0010% 미만으로 첨가될 경우 오히려 집합조직 형성에 불리하며 미세한 황화물 형성이 촉진되어 자성이 저하되기 때문에 0.0010% 이상 함유토록 하며 또한 0.0050%를 초과하여 첨가될 경우는 황화물의 증가로 인해 자성이 열위해지므로 0.0010~0.0050%로 함유토록 한다.

[90]

[91] N: 0.0050% 이하

[92] N은 Al, Ti, Nb등과 강하게 결합함으로써 질화물을 형성하여 결정립성장을 억제하는 등 자성에 해로운 원소이므로 적게 함유시키는 것이 바람직하며, 본 발명에서는 0.0050% 이하로 제한한다.

[93]

[94] Ti: 0.0050% 이하

[95] Ti는 C, N과 결합함으로써 미세한 탄화물, 질화물을 형성하여 결정립성장을 억제하고 자속밀도를 열위시키는 역할을 하며 많이 첨가될수록 증가된 탄화물과 질화물로 인해 집합 조직도 열위하게 되어 자성이 나빠지게 되므로 본 발명에서는 0.0050% 이하로 제한한다.

[96]

[97] P: 0.002~0.020%

[98] P는 입계 및 표면 편석 원소로 강의 집합조직을 개선하는 효과를 가지고 있다. 하지만 그 첨가량이 0.002% 미만으로 첨가될 경우 그 효과가 미미하며 0.02%를 초과하여 첨가될 경우 결정립 성장을 억제함으로써 철손을 열위시키고 결정립계 편석으로 압연성을 열위시켜 생산성도 떨어지므로 그 첨가량은 0.002~0.020%로 제어되어야 한다. 보다 바람직하게는, 0.003-0.010%로 제한하는 것이다.

[99]

[100] 상기 원소 외에도 일반적으로 집합조직을 개선하는 원소로 알려진 Sn, Sb도 추가적인 자성 개선을 위해 첨가되어도 무방하다. 하지만 첨가량이 너무 많은 경우, 결정립 성장성을 억제시켜 자성을 열위시키므로, 본 발명에서는 Sn와 Sb 중 1종 이상을 0.2% 이하 범위로 추가로 포함할 수 있다.

[101]

또한, Cu, Ni의 경우 자성 개선 등의 사유로 첨가되어도 무방하나 불순물 원소들과 반응하여 미세한 황화물, 탄화물 및 질화물을 형성하여 자성에 유해한 영향을 미칠 수 있으므로, 본 발명에서는 Cu, 및 Ni 중 1종 이상을 0.05% 이하의 범위로 추가로 포함할 수 있다.

[102]

Cr의 경우 Cu, Ni과 유사하나 비저항을 높여 자성을 좋게하는 효과가 있으므로 0.1% 이하의 범위로 추가할 수 있다.

[103]

또한 Zr, Mo, V등은 강력한 탄질화물 형성 원소이기 때문에 가능한 첨가되지 않는 것이 바람직하며, 본 발명에서는 Zr, Mo 및 V를 단독 또는 2종 이상의 복합으로 0.01% 이하로 포함할 수 있다.

[104]

[105] 상기한 조성 이외에 나머지는 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성된다.

[106]

[107]

한편, 본 발명에서는 Si, Al, Mn이 Si: 2.50~4.50%, Mn: 0.10~2.50%, Al: 0.50~2.50% 첨가되며, 상기 Al, Mn, Si이 Al, Si 및 Mn이 하기 관계식 1을 만족할 것이 필요한데, 그 구체적인 이유는 아래와 같다.

[108]

[관계식 1]

[109]

$$0.60 \leq ([Al] + [Mn]) / [Si] \leq 1.00$$

[110]

여기에서, [Al], [Mn], [Si]는 각각 Al, Mn, Si의 첨가량(중량%)임.

[111]

무방향성 전기강판의 철손은 이력손실과 와류손실로 나뉘어 지는데, Si, Al, Mn 등의 원소를 첨가함으로써 강의 비저항이 증가되면 와류 손실을 크게 감소시킬 수 있다. 특히, 주파수가 증가할수록 와류손실이 차지하는 전체 철손 중 차지하는 비율이 증가하므로 우수한 고주파 철손을 위해서는 강의 비저항을 일정 수준 이상으로 제어할 필요가 있으며, 본 발명을 통해서 강의 비저항( $\rho$ )은  $63\mu\Omega\text{cm}$  이상일 경우, 우수한 특성을 확보할 수 있음을 확인하였다. Si, Al, Mn중 강의 비저항을 가장 크게 증가시키는 원소는 Si이지만 Si 첨가량의 증가는 강의 취성을 증가시켜 생산성을 열위하게 한다. 따라서 강의 비저항을  $63\mu\Omega\text{cm}$  이상으로 하면서 생산성도 확보하기 위해서는 Si과 더불어 적정량의 Al과 Mn을 첨가해야 하며 그 적정 첨가비에 대해 검토한 결과, 상기 관계식 1을 도출하게 되었다. Mn 보다는 Al이 강의 비저항을 증가시키는 효과가 큰 것으로 알려져 있으나, Al이 Mn 보다 특별히 보다 더 많이 첨가되어야 하는 것은 아니다.

[112]

[113]

또한 본 발명의 전기강판은, 강판 미세조직에서 하기 관계식 3을 만족하는 석출 분 분포를 나타내 수 있다.

- [114] [관계식 3]
- [115] 강 미세조직에서 0~0.5 $\mu\text{m}$  크기의 석출물 중 0.2 $\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율  $\geq 10\%$
- [116] 보다 바람직하게는, 상기 강 미세조직은 하기 관계식 4를 만족할 수 있다.
- [117] [관계식 4]
- [118] 강 미세조직에서 0.5 $\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수  $\geq 100\text{개}/\text{mm}^2$
- [119] 이러한 석출물 분포를 나타내는 본 발명의 전기강판은, 상온에서의 비저항( $\rho$ )이 63 $\mu\Omega\text{cm}$  이상일 수 있다.
- [120] 또한 철손(W10/400)이 12.0W/Kg 이하이고, 자속밀도(B50)가 1.60T 이상일 수가 있다. 여기에서, 철손 W10/40은 400Hz 주파수에서 1.0Tesla의 자속밀도가 유지되었을 때의 압연 방향과 압연 수직방향의 평균 손실(W/Kg)이며, 자속밀도 B50은 5000A/m의 자기장을 부가하였을 때 유도되는 자속밀도의 크기(Tesla)임.
- [121]
- [122] 다음으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 무방향성 전기강판의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [123] 본 발명의 무방향성 전기강판 제조방법은, 중량%로, C: 0.005% 이하, Si: 2.50~4.50%, Mn: 0.10~2.50%, P: 0.002~0.020%, S: 0.0010~0.0050%, Al: 0.50~2.50%, N: 0.0050% 이하, Ti: 0.0050% 이하, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 슬라브를 재가열하는 공정; 상기 재가열된 슬라브를 열간압연함으로써 열연강판을 제조하는 공정; 상기 열연강판을 냉간압연한 후 열연판 소둔하거나 냉연없이 열연판 소둔하는 공정; 상기 열연판 소둔된 강판을 산세 후 공냉하는 공정; 및 상기 공냉된 열연강판을 냉간압연하는 공정; 및 상기 냉간압연된 냉연강판을 최종 소둔하는 공정을 포함하는 무방향성 전기강판 제조방법에 있어서, 상기 Al, Si 및 Mn은 상기 관계식 1을 만족하고, 상기 열연판 소둔 공정 시, 균열 온도를 850~1100°C, 균열 시간을 30~300초범위로 제어하고, 승온 시 600°C에서 균열대 온도까지의 승온 속도(HR, °C/s)와 균열 후 600°C까지의 냉각속도(CR, °C/s)가 하기 관계식 2를 만족하도록 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [124]
- [125] 즉, 본 발명의 무방향성 전기강판은, 상기와 같이 조성되는 강 슬라브를 통상의 재가열, 열간압연, 열연판 소둔, 산세 후 냉간압연 및 냉연판 소둔을 통하여 제조될 수 있으며 이때, 냉간 압연을 1회 또는 중간소둔을 사이에 두는 2회 이상의 냉간압연으로 실시하여도 무방하다. 아래 제조 조건에 관한 설명은 대표적인 실시 내용으로 꼭 아래의 조건에만 해당하는 것은 아니다.
- [126]
- [127] 강 슬라브는 1200°C 이하로 재가열한 다음 열간압연하면 좋다. 만일 상기 재가열 온도가 1200°C 이상일 경우 슬라브 내에 존재하는 질화물, 탄화물, 황화물 등의 석출물이 재고용된 후 열간압연 및 소둔시 미세 석출되어 결정립 성장을 억제하고 자성을 저하시킬 수 있기 때문이다.

- [128] 상기 열간압연 후 열연판은 700°C 이하에서 권취하고, 공기중에서 냉각한다. 상기 권취 냉각된 열연판은 냉간압연 전 재결정 조직 확보를 위해 열연판 소둔을 실시한다. 열연판 소둔 조건은 무방향성 전기강판에서 집합조직을 개선하기 위해 매우 중요한 공정이며 석출물의 분포를 제어하기 위해서도 매우 중요한 공정이기도 하다. 무방향성 전기강판은 석출물이 많을수록 자성이 열화되며, 존재하는 석출물이 미세할수록 자성을 크게 열화시킨다. 또한 철손 저감을 위해 합금 첨가량이 증가할수록 석출물의 석출 온도 및 분포도 달라지므로 성분계에 맞는 열연판 소둔 조건을 제어해야 한다. 따라서 최종 소둔 전 석출물의 분포를 제어할 수 있는 마지막 열처리 공정인 열연판 소둔 공정에서 석출물을 제어해야 한다.
- [129] 본 발명자들은 이에 대하여 다양한 검토를 거친 결과, 열연판 소둔 공정에서의 균열 온도에서의 유지시간, 600°C에서 균열온도까지의 승온속도 및 균열 열처리 후 600°C까지의 냉각속도를 성분에 맞게 제어하며, 석출물의 분포를 조대하게 하여 자성의 열화를 최대한 억제하고 우수한 자성을 확보할 수 있음을 확인하였다.
- [130] 이때, 열연판 소둔 공정에서의 균열 온도에서의 유지시간은 석출물이 조대하게 형성될 수 있도록 30초 이상이어야 하며, 30초 미만일 경우 석출물이 미세하게 형성되었다. 유지 시간이 너무 길 경우, 결정립이 너무 조대화되어 냉간압연성이 열위되므로 300초 이하로 합이 바람직한 것으로 판단된다.
- [131] 열연판 소둔 공정에서의 균열 온도는 850~1100°C의 범위로 실시함이 바람직하다. 열연판 소둔 온도가 850°C이하에서는 결정립 성장이 불충분하여 집합조직이 열위하며 석출물의 분포가 제어되지 못하며, 1100°C를 초과하는 경우에는 결정립 성장이 조대화되어 냉간압연성이 열위되며 석출물이 미세하게 석출되게 되어 자성이 열화된다.
- [132] 한편, 열연판 소둔공정에서 600°C에서 균열온도까지의 승온속도(HR,°C/s) 및 균열 열처리 후 600°C까지의 냉각속도(CR,°C/s) 역시 그 합이 너무 빠를 경우, 석출물이 미세하게 형성되며, 반대로 너무 느릴 경우 집합조직을 열위하게 하므로 적정 범위의 관리가 필요하며 적정 범위는 성분에 따라 제어되어야 한다. 성분 함량이 변화함에 따라 석출물의 거동을 반영하여 조건을 제어해야 하며, 최적 자성을 확보하기 위한 범위를 하기 관계식 2로 나타내었다.
- [133] [관계식 2]
- [134]  $1.0 \leq (HR+CR)/1000\{([Al]+[Mn])\cdot([N]+[S])\} \leq 10.0$
- [135] 여기에서, 상기 [Al], [Mn], [N], [S]는 각각 Al, Mn, N, S의 첨가량(중량%)임.
- [136] 600°C에서 균열온도까지의 승온속도 및 균열 열처리 후 600°C까지의 냉각속도 각각은 균일한 미세조직 및 집합조직의 확보를 위해서 5°C/s 이상 100°C/s 이하의 범위로 제어됨이 바람직하다.
- [137]
- [138] 이어, 본 발명에서는 상기 소둔한 열연판은 통상의 방법으로 산세 후 냉간압연한다.

[139] 냉간압연은 0.10mm에서 0.30mm의 두께로 최종 압연한다. 최종 제품의 두께는 철손에 크게 영향을 미치며 고주파 철손에서는 그 영향이 상당히 크므로 우수한 고주파 철손을 확보하기 위해서는 0.3mm이하 여야 한다. 상기 냉간압연은 필요시 1회의 냉간압연으로 실시할 수 있으며 중간소둔을 사이에 두는 2회 냉간압연으로 실시할 수도 있다. 어느 경우에도 최종 압하율은 50~95%의 범위가 되어야 적절한 집합조직 제어를 통해 우수한 자성을 확보할 수 있다.

[140]

[141] 그리고 냉간압연된 강판은 최종적으로 냉연판 소둔을 실시한다. 냉연판을 소둔하는 공정에서 소둔 온도는 통상적으로 무방향성 전기강판에 적용되는 온도면 크게 제한은 없다.

[142] 무방향성 전기강판의 철손은 결정립 크기와 밀접하게 연관되어 있다. 무방향성 전기강판의 철손은 이력손실과 와류손실로 구분할 수 있는데, 이력손실은 결정립 크기가 클수록 감소하고 반대로 와류손실은 결정립 크기가 클수록 증가하게 되어 이력손실과 와류손실의 합이 최소가 되는 적정 결정립 크기가 존재한다. 따라서 최적 결정립 크기를 확보할 수 있는 소둔온도를 도출하고 적용하는 것이 중요하고 소둔온도는 850~1100°C가 바람직하다. 만일 상기 소둔온도가 850°C보다 낮을 경우 결정립이 너무 미세하여 이력손실이 증가하며, 1100°C를 초과할 경우는 결정립이 너무 조대하여 와류손이 증가하여 철손이 열위하게 될 수 있다.

[143] 상기 최종 소둔판은 절연피막처리 후 고객사로 출하된다. 상기 절연피막은 유기질, 무기질 및 유기 무기 복합피막으로 처리될 수 있으며, 기타 절연이 가능한 피막제로 처리하는 것도 가능하다. 고객사는 강판을 가공 후 그대로 사용할 수 있다.

[144]

[145] 상술한 바와 같은 조성성분 및 제조공정을 통하여 제조된 본 발명의 무방향성 전기강판의 미세조직에는 하기 관계식 3을 만족하는 석출물 분포를 나타낼 수 있으며, 이에 의해, 상온에서의 비저항( $\rho$ )이  $63\mu\Omega\text{cm}$  이상이며, 강판의 철손(W10/400)이 12.0W/Kg이하이고, 자속밀도(B50)가 1.60T 이상으로 우수한 고주파 철손특성을 부여할 수 있다.

[146] [관계식 3]

[147] 강 미세조직에서 0~0.5 $\mu\text{m}$  크기의 석출물 중 0.2 $\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율  $\geq 10\%$

**발명의 실시를 위한 형태**

[148] 이하, 실시예를 통해 본 발명에 따른 무방향성 전기강판의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다. 단 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

[149] (실시예)

[150] 진공 용해를 통하여 하기 표 1과 같은 조성성분을 갖는 강괴를 제조하였다. 상기 제조된 각 강괴를 1180°C에서 가열한 후 2.1mm의 두께로 열간압연하였으며, 이어, 권취한 후 공기 중에서 냉각하였다. 이후, 상기 냉각된 열연판을 하기 표 2의 조건으로 열연판 소둔을 실시하였으며, 구체적으로, 열연판 소둔 시 균열 온도에서의 열처리 시간뿐만 아니라, 강판 성분 Si, Al, Mn, N, S의 함량에 따라, 승온 시 600°C에서 균열대 온도까지의 승온 속도(HR, °C/s)와 균열 후 600°C까지의 냉각속도(CR, °C/s)조건을 달리함으로써 형성되는 석출물의 분포 및 이들이 자성에 미치는 영향이 분석될 수 있도록 하였다. 그리고 상기 열연판 소둔된 열연판은 산세 후, 0.2mm 두께로 냉간압연하였으며, 이어 이를 900~1050°C 범위의 온도에서 최종적으로 냉연판 소둔을 실시하였다.

[151]

[152] 상기와 같이, 제조된 각각의 시편에 대하여 상온 비저항을 측정하여 그 결과를 하기 표 2에 나타내었다. 또한 TEM replica 시편을 제작하여 시편 조직 중 황화물 및 질화물 등 석출물의 분포를 관찰 및 분석하였으며, 관계식 3 및 관계식 4에 따른 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

[153] 그리고 자성 측정 시편 가공 후, 철손 W10/400과 자속밀도 B50을 측정하여 그 결과를 또한 하기 표 2에 나타내었다. 한편 본 실험에서 철손 W10/400은 400Hz 주파수에서 1.0Tesla의 자속밀도가 유지되었을 때의 압연 방향과 압연 수직방향의 평균 손실(W/Kg)을 나타내며, 자속밀도 B50은 5000A/m의 자기장을 부가하였을 때 유도되는 자속밀도의 크기(Tesla)를 나타낸다.

[154] [표1]

강종	조성성분(중량%)								관계식 1
	C	Si	Mn	P	S	Al	Ti	N	
1	0.0028	2.98	0.40	0.009	0.0038	1.79	0.0036	0.0022	0.73
2	0.0024	3.51	1.30	0.002	0.0026	2.07	0.0015	0.0010	0.96
3	0.0023	3.20	1.50	0.009	0.0019	1.19	0.0012	0.0029	0.84
4	0.0018	3.06	1.27	0.005	0.0017	1.47	0.0018	0.0015	0.90
5	0.0028	3.73	0.77	0.009	0.0017	1.49	0.0006	0.0027	0.61
6	0.0028	4.04	2.00	0.012	0.0026	0.78	0.0017	0.0018	0.69
7	0.0030	3.39	0.70	0.007	0.0025	1.52	0.0019	0.0021	0.65
8	0.0006	3.05	0.58	0.003	0.0011	1.42	0.0023	0.0025	0.66
9	0.0024	3.95	1.55	0.009	0.0017	1.52	0.0014	0.0015	0.78
10	0.0021	3.81	2.22	0.009	0.0013	1.07	0.0014	0.0017	0.86
11	0.0017	3.01	1.95	0.005	0.0012	0.60	0.0006	0.0015	0.85

12	0.0006	3.60	1.13	0.005	0.0012	1.79	0.0017	0.0030	0.81
13	0.0010	3.15	1.38	0.006	0.0025	1.66	0.0018	0.0028	0.97
14	0.0030	2.90	1.21	0.006	0.0030	1.57	0.0022	0.0024	0.96
15	0.0025	3.16	1.56	0.010	0.0027	1.24	0.0030	0.0010	0.89
16	0.0022	3.78	2.97	0.005	0.0026	0.90	0.0005	0.0014	1.02
17	0.0016	2.85	0.05	0.003	0.0015	2.92	0.0010	0.0022	1.04
18	0.0016	3.19	1.20	0.004	0.0029	0.43	0.0006	0.0030	0.51
19	0.0022	3.82	2.51	0.007	0.0017	0.45	0.0024	0.0006	0.77
20	0.0020	3.72	2.91	0.007	0.0023	0.98	0.0021	0.0041	1.05
21	0.0018	3.64	0.43	0.011	0.0012	1.57	0.0024	0.0018	0.55
22	0.0009	3.36	1.70	0.004	0.0040	2.28	0.0016	0.0042	1.18
23	0.0012	3.55	1.35	0.004	0.0030	2.15	0.0022	0.0019	0.99
24	0.0022	3.80	1.54	0.007	0.0048	1.19	0.0010	0.0035	0.72
25	0.0016	3.23	0.76	0.009	0.0019	0.76	0.0015	0.0009	0.47
26	0.0009	3.20	1.32	0.004	0.0032	1.07	0.0022	0.0021	0.75
27	0.0020	2.91	0.94	0.003	0.0014	1.06	0.0020	0.0014	0.69
28	0.0025	3.67	1.32	0.003	0.0024	2.15	0.0005	0.0045	0.95
29	0.0022	3.21	0.42	0.011	0.0027	1.21	0.0015	0.0024	0.51
30	0.0013	2.63	1.98	0.003	0.0011	0.68	0.0021	0.0009	1.01

[155] \*표 1에서 잔여 성분은 Fe 및 불가피한 불순물이며, 관계식 1은  $([Al]+[Mn])/[Si]$  임.

[156]

[157] [표2]

강종	열연판 소둔 조건					관계 식3	관계 식4	비저항 ( $\mu\Omega\text{cm}$ )	W10/400( W/kg )	B50( T)	비고
	균열 온도( $^{\circ}\text{C}$ )	균열 시간( 초)	승온 속도( HR, $^{\circ}\text{C/s}$ )	냉각 속도( CR, $^{\circ}\text{C/s}$ )	관계 식2						
1	870	105	19	16	2.7	11	133	69.4	10.3	1.64	발명예
2	1090	40	33	15	4.0	10	185	83.6	8.6	1.62	발명예

3	1010	227	45	36	6.3	15	123	71.3	9.6	1.63	발명예
4	1090	185	31	32	7.2	11	156	71.6	10.1	1.63	발명예
5	920	68	27	14	4.1	13	109	76.6	9.4	1.62	발명예
6	1070	70	23	27	4.1	17	111	79.0	9.2	1.62	발명예
7	1080	206	48	39	8.5	17	129	72.7	9.5	1.63	발명예
8	1040	64	5	12	2.4	16	145	67.0	10.5	1.64	발명예
9	1050	118	26	44	7.1	13	122	83.8	8.6	1.62	발명예
10	1030	138	15	43	5.9	20	159	80.9	8.5	1.62	발명예
11	1080	165	25	24	7.1	17	127	65.1	10.1	1.64	발명예
12	1000	96	13	25	3.1	18	190	80.5	8.6	1.62	발명예
13	920	45	9	20	1.8	14	103	75.4	9.4	1.63	발명예
14	880	121	21	30	3.4	17	148	70.6	9.8	1.64	발명예
15	1040	106	26	7	3.2	19	193	71.8	9.6	1.63	발명예
16	1010	60	18	8	1.7	14	83	82.9	12.7	1.58	비교예
17	920	181	22	25	4.3	7	145	78.7	13.5	1.59	비교예
18	930	22	15	39	5.6	9	91	60.9	12.0	1.59	비교예

19	1000	132	48	26	10.9	8	126	75.7	12.7	1.58	비교예
20	1040	102	13	9	0.9	9	2	82.8	13.5	1.58	비교예
21	890	142	57	30	14.5	6	95	74.6	12.3	1.59	비교예
22	940	345	19	12	0.9	9	84	86.6	12.5	1.57	비교예
23	1020	311	44	48	5.4	14	92	85.3	12.5	1.57	비교예
24	1030	27	8	12	0.9	8	98	78.3	1.2	1.58	비교예
25	940	22	12	58	16.4	8	93	62.6	12.6	1.59	비교예
26	1070	164	5	6	0.9	9	83	69.0	10.5	1.58	비교예
27	1040	178	37	39	13.6	7	132	63.4	12.3	1.58	비교예
28	1070	132	7	12	0.8	12	90	86.5	12.9	1.57	비교예
29	1030	304	55	60	13.8	8	79	65.6	12.9	1.58	비교예
30	930	21	46	35	15.2	17	69	61.8	13.7	1.59	비교예

[158] \*표 2에서 관계식 2는  $(HR+CR)/1000\{([Al]+[Mn])\cdot([N]+[S])\}$ 이며, 승온속도 (HR)는 600°C에서 균열대 온도까지의 승온 속도이며, 냉각속도(CR)은 균열 열처리 후 600°C까지의 냉각 속도임.

[159] 그리고 관계식 3은 강 미세조직에서 0~0.5 $\mu\text{m}$  크기의 석출물 중 0.2 $\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율(%)를, 그리고 관계식 4는 강 미세조직에서 0.5 $\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수를 말함.

[160]

[161] 상기 표 1-2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 전기강판 조성 및 제조공정 조건을 만족하는 1-15 강(발명예)들은 관계식 3의 0~0.5 $\mu\text{m}$  크기의 석출물 중 0.2 $\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율이 10% 이상이었으며, 관계식 4에 의한 0.5 $\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수가 100개/mm<sup>2</sup>를 모두 만족함으로써 최종 소둔 후 철손

(W10/400)이 12.0W/Kg이하이고, 자속밀도(B50)이 1.60T이상의 매우 우수한 자성을 나타내었다. 또한 상온에서 비저항이  $63\mu\Omega\text{cm}$  이상이었다.

[162]

[163] 이에 반하여, 16번 강은 Mn 첨가량 및 관계식 1이 본 발명범위를 만족하지 못하였으며, 이에 따라, 관계식 4의  $0.5\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수가  $100\text{개}/\text{mm}^2$  미만으로 철손 W10/400 및 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다.

[164]

또한 17번 강은 Mn과 Al 첨가량 및 관계식 1이 본 발명범위를 만족하지 못하였으며, 이에 따라, 관계식 3의  $0\sim 0.5\mu\text{m}$  크기의 석출물 중  $0.2\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율이 10% 미만으로 철손 W10/400 및 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다.

[165]

또한 18번 강은 Al 첨가량 및 관계식 1이 본 발명의 범위를 벗어날 뿐만 아니라, 열연판 소둔 시 균열온도에서의 열처리 시간이 너무 짧은 경우로서, 이에 따라, 관계식 3-4의 요건을 만족하지 못하고 철손 W10/400 과 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다. 또한 상온에서의 비저항( $\rho$ )이  $63\mu\Omega\text{cm}$  이상을 만족하지 못하였다.

[166]

또한 19번 강은 Mn과 Al 첨가량 및 열연판 소둔 시 관계식 2의 요건을 충족하지 못한 경우로서, 관계식 3을 만족하지 못하고 철손 W10/400과 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다.

[167]

또한, 20번 강은 Mn, Al 첨가량, 관계식 1을 만족하지 못할 뿐만 아니라 열연판 소둔 시 관계식 2의 요건을 만족하지 못한 경우로서, 관계식 3의  $0\sim 0.5\mu\text{m}$  크기의 석출물 중  $0.2\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율이 10% 미만이고 관계식 4의  $0.5\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수가  $100\text{개}/\text{mm}^2$  미만으로서 철손 W10/400 및 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다.

[168]

21번과 22번 강은 Si, Mn, Al이 관계식 1을 만족하지 못하였으며, 나아가, 열연판 소둔 시, 관계식 2를 만족하지 못함으로써 관계식 3의  $0\sim 0.5\mu\text{m}$  크기의 석출물 중  $0.2\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율이 10% 미만이었으며, 관계식 4의  $0.5\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수도  $100\text{개}/\text{mm}^2$  미만으로 철손 W10/400 및 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다.

[169]

23번 강은 조성성분 및 성분 관계식 1은 만족하였으나, APL 소둔 시 균열온도에서의 열처리 시간을 만족하지 못한 경우로서, 관계식 4의  $0.5\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수가  $100\text{개}/\text{mm}^2$  미만으로 철손 W10/400 및 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다.

[170]

24번 강은 23번 강과 마찬가지로 조성성분 및 성분 관계식 1은 만족하였으나, APL 소둔 시 균열온도에서의 열처리 시간뿐만 아니라 관계식 2의 요건을 만족하지 못한 경우로서, 관계식 3의  $0\sim 0.5\mu\text{m}$  크기의 석출물 중  $0.2\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율이 10% 미만이고 관계식 4의  $0.5\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수가  $100\text{개}/\text{mm}^2$  미만으로 철손 W10/400 과 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다.

- [171] 25번 강은 Si, Mn, Al 각각의 함량은 본 발명범위 내이나, 관계식 1 및 관계식 2의 요건을 만족하지 못한 경우로서, 관계식 3의 0~0.5 $\mu\text{m}$  크기의 석출물 중 0.2 $\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율이 10% 미만이고 관계식 5의 0.5 $\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수가 100개/mm<sup>2</sup> 미만으로 철순 W10/400과 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다. 그리고 상온에서의 비저항( $\rho$ )이 63 $\mu\Omega\text{cm}$ 이상의 조건을 만족하지 못하였다.
- [172] 26번, 27번 및 28번 강은 열연판 소둔 시, 균열 시간 등은 만족하였으나 관계식 2의 요건을 만족하지 못한 경우들로서, 관계식 3의 0~0.5 $\mu\text{m}$  크기의 석출물 중 0.2 $\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율이 10% 미만이거나 관계식 4의 0.5 $\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수가 100개/mm<sup>2</sup> 미만으로서 철순 W10/400과 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다.
- [173] 29번 강은 Si, Mn, Al이 관계식 1을 만족하지 못할 뿐만 아니라, 열연판 소둔 시 30~300초의 균열시간 조건과 관계식 2의 요건을 만족하지 못한 경우로서, 관계식 3의 0.5 $\mu\text{m}$  크기의 석출물 중 0.2 $\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율이 10% 미만이고 관계식 4의 0.5 $\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수가 100개/mm<sup>2</sup> 미만으로 모두 만족하지 못하여 철순 W10/400과 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다.
- [174] 한편 30번 강은 Si, Mn, Al이 관계식 1을 만족하지 않을 뿐만 아니라, 열연판 소둔 시 30~300초의 균열시간 조건과 관계식 2의 요건을 만족하지 않은 경우로서, 관계식 4의 0.5 $\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수가 100개/mm<sup>2</sup> 미만으로 철순 W10/400과 자속밀도 B50이 열위하게 나타났다. 또한 상온에서의 비저항( $\rho$ )이 63 $\mu\Omega\text{cm}$  이상인 조건을 만족하지 못하였다.
- [175]
- [176] 이상 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 자에게 있어서는 본 발명의 기본적인 사상의 범주 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경이 가능하며, 또한 본 발명의 권리범위는 특허청구 범위에 기초하여 해석되어야 함을 명시한다.

## 청구범위

- [청구항 1] 중량%로, C: 0.005% 이하, Si: 2.50~4.50%, Mn: 0.10~2.50%, P: 0.002~0.020%, S: 0.0010~0.0050%, Al: 0.50~2.50%, N:0.0050% 이하, Ti: 0.0050% 이하, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, Al, Si 및 Mn이 하기 관계식 1을 만족하고, 강판 미세조직에서 하기 관계식 3을 만족하는 석출분 분포를 나타내는, 무방향성 전기강판.  
 [관계식 1]  

$$0.60 \leq ([Al] + [Mn]) / [Si] \leq 1.0$$
 여기서, [Al], [Mn], [Si]는 각각 Al, Mn, Si의 첨가량(중량%)임.  
 [관계식 3]  
 강 미세조직에서 0~0.5 $\mu$ m 크기의 석출물 중 0.2 $\mu$ m 이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율  $\geq 10\%$
- [청구항 2] 제 1항에 있어서, 상기 강판 미세조직은 하기 관계식 4를 만족하는, 무방향성 전기강판.  
 [관계식 4]  
 강 미세조직에서 0.5 $\mu$ m 이상인 질화물의 개수  $\geq 100$ 개/mm<sup>2</sup>
- [청구항 3] 제 1항에 있어서, 상기 무방향성 전기강판은 상온에서의 비저항( $\rho$ )이 63 $\mu\Omega$ cm 이상인, 무방향성 전기강판.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서, 상기 무방향성 전기강판의 철손(W10/400)이 12.0W/Kg 이하이고, 자속밀도(B50)가 1.60T 이상인, 무방향성 전기강판.  
 여기서, 철손 W10/40은 400Hz 주파수에서 1.0Tesla의 자속밀도가 유지되었을 때의 압연 방향과 압연 수직방향의 평균 손실(W/Kg)이며, 자속밀도 B50은 5000A/m의 자기장을 부가하였을 때 유도되는 자속밀도의 크기(Tesla)임.
- [청구항 5] 제 1항에 있어서, 상기 무방향성 전기강판은, Sn와 Sb 중 1종 이상을 0.2% 이하 범위로 추가로 포함하는, 무방향성 전기강판.
- [청구항 6] 제 1항에 있어서, 상기 무방향성 전기강판은, Cu와 Ni 중 1종 이상을 0.05% 이하의 범위로 추가로 포함하는, 무방향성 전기강판.
- [청구항 7] 제 1항에 있어서, 상기 무방향성 전기강판은, Cr을 0.1% 이하의 범위로 추가로 포함하는, 무방향성 전기강판.
- [청구항 8] 제 1항에 있어서, 상기 무방향성 전기강판은, Zr, Mo 및 V 중 1종 이상을 0.01% 이하의 범위로 추가로 포함하는, 무방향성 전기강판.
- [청구항 9] 중량%로, C: 0.005% 이하, Si: 2.50~4.50%, Mn: 0.10~2.50%, P: 0.002~0.020%, S: 0.0010~0.0050%, Al: 0.50~2.50%, N:0.0050% 이하, Ti: 0.0050% 이하, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 슬라브를 재가열하는 공정; 상기 재가열된 슬라브를 열간압연함으로써 열연강판을 제조하는 공정; 상기 열연강판을 냉간압연한 후 열연판 소둔하거나 냉연없이

열연판 소둔하는 공정; 상기 열연판 소둔된 강판을 산세 후 공냉하는 공정; 및 상기 공냉된 열연강판을 냉간압연하는 공정; 및 상기 냉간압연된 냉연강판을 최종 소둔하는 공정을 포함하는 무방향성 전기강판 제조방법에 있어서,

상기 Al, Si 및 Mn은 하기 관계식 1을 만족하고,

상기 열연판 소둔 공정 시, 균열 온도를 850~1100°C, 균열 시간을 30~300초범위로 제어하고, 승온 시 600°C에서 균열대 온도까지의 승온 속도(HR, °C/s)와 균열 후 600°C까지의 냉각속도(CR, °C/s)가 하기 관계식 2를 만족하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 무방향성 전기강판 제조방법.

[관계식 1]

$$0.60 \leq ([Al] + [Mn]) / [Si] \leq 1.00$$

여기에서, [Al], [Mn], [Si]는 각각 Al, Mn, Si의 첨가량(중량%)임.

[관계식 2]

$$1.0 \leq (HR + CR) / 1000 \{ ([Al] + [Mn]) * ([N] + [S]) \} \leq 10.0$$

여기에서, 상기 [Al], [Mn], [N], [S]는 각각 Al, Mn, N, S의 첨가량(중량%)임.

[청구항 10] 제 9항에 있어서, 상기 승온속도(HR) 및 냉각속도(CR)는 각각 5~100°C/s인, 무방향성 전기강판 제조방법.

[청구항 11] 제 9항에 있어서, 상기 최종 소둔된 전기강판은, 강판 미세조직에서 관계식 3 및 관계식 4를 만족하는 석출물 분포를 나타내며, 상온에서의 비저항( $\rho$ )이  $63 \mu\Omega\text{cm}$  이상이면서 최종 소둔 후 철손(W10/400)이 12.0W/Kg 이하이고, 자속밀도(B50)이 1.60T 이상인, 무방향성 전기강판 제조방법.

[관계식 3]

강 미세조직에서 0~0.5 $\mu\text{m}$  크기의 석출물 중 0.2 $\mu\text{m}$  이상인 황화물 및 질화물의 개수 비율  $\geq 10\%$

[관계식 4]

강 미세조직에서 0.5 $\mu\text{m}$  이상인 질화물의 개수  $\geq 100\text{개}/\text{mm}^2$

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/019137

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
C22C 38/02(2006.01)i; C22C 38/04(2006.01)i; C22C 38/06(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/14(2006.01)i; C22C 38/34(2006.01)i; C22C 38/38(2006.01)i; C21D 8/12(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22C 38/02(2006.01); C21D 8/12(2006.01); C22C 38/00(2006.01); C22C 38/04(2006.01)		
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: 무방향성 전기(전자)강판(non-oriented electrical(electromagnetic) steel), 실리콘(Si), 알루미늄(Al), 망간(Mn), 소둔(annealing), 승온(heating), 냉각(cooling), 속도(velocity)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-213975 A (NIPPON STEEL CORP.) 17 August 2006 (2006-08-17) See paragraph [0014] and claims 1-2 and 5.	1-11
Y	KR 10-2016-0078134 A (POSCO) 04 July 2016 (2016-07-04) See paragraph [0014] and claims 1 and 5-6.	1-11
A	KR 10-2016-0075262 A (POSCO) 29 June 2016 (2016-06-29) See claims 1 and 5-6.	1-11
A	KR 10-1993202 B1 (JFE STEEL CORPORATION) 26 June 2019 (2019-06-26) See claim 1.	1-11
A	KR 10-1999-0042318 A (POHANG IRON & STEEL CO., LTD.) 15 June 1999 (1999-06-15) See claim 1.	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>27 February 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>27 February 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/KR <b>Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208</b> Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer  Telephone No.

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

International application No.

**PCT/KR2023/019137**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2006-213975	A	17 August 2006	JP	4589747	B2	01 December 2010
KR	10-2016-0078134	A	04 July 2016	None			
KR	10-2016-0075262	A	29 June 2016	KR	10-1671692	B1	02 November 2016
KR	10-1993202	B1	26 June 2019	CN	104520450	A	15 April 2015
				CN	104520450	B	14 December 2016
				EP	2886667	A1	24 June 2015
				EP	2886667	B1	05 October 2016
				IN	289DEN2015	A	12 June 2015
				JP	2014-037581	A	27 February 2014
				JP	6127408	B2	17 May 2017
				KR	10-2015-0032581	A	26 March 2015
				RU	2593243	C1	10 August 2016
				TW	201408789	A	01 March 2014
				TW	I484046	B	11 May 2015
				US	2015-0136278	A1	21 May 2015
				US	9748027	B2	29 August 2017
				WO	2014-027452	A1	20 February 2014
KR	10-1999-0042318	A	15 June 1999	KR	10-0340548	B1	18 July 2002

<b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b> C22C 38/02(2006.01)i; C22C 38/04(2006.01)i; C22C 38/06(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/14(2006.01)i; C22C 38/34(2006.01)i; C22C 38/38(2006.01)i; C21D 8/12(2006.01)i		
<b>B. 조사된 분야</b> 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) C22C 38/02(2006.01); C21D 8/12(2006.01); C22C 38/00(2006.01); C22C 38/04(2006.01)		
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: 무방향성 전기(전자)강판(non-oriented electrical(electromagnetic) steel), 실리콘(Si), 알루미늄(Al), 망간(Mn), 소둔(annealing), 승온(heating), 냉각(cooling), 속도(velocity)		
<b>C. 관련 문헌</b>		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2006-213975 A (NIPPON STEEL CORP.) 2006.08.17 단락 [0014] 및 청구항 1-2, 5	1-11
Y	KR 10-2016-0078134 A (주식회사 포스코) 2016.07.04 단락 [0014] 및 청구항 1, 5-6	1-11
A	KR 10-2016-0075262 A (주식회사 포스코) 2016.06.29 청구항 1, 5-6	1-11
A	KR 10-1993202 B1 (제이에프이 스틸 가부시카가이샤) 2019.06.26 청구항 1	1-11
A	KR 10-1999-0042318 A (포항종합제철 주식회사) 1999.06.15 청구항 1	1-11
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 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	
2024년02월27일 (27.02.2024)	2024년02월27일 (27.02.2024)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관	
대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)	박태욱	
팩스 번호 +82-42-481-8578	전화번호 +82-42-481-3405	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2006-213975 A	2006/08/17	JP 4589747 B2	2010/12/01
KR 10-2016-0078134 A	2016/07/04	없음	
KR 10-2016-0075262 A	2016/06/29	KR 10-1671692 B1	2016/11/02
KR 10-1993202 B1	2019/06/26	CN 104520450 A	2015/04/15
		CN 104520450 B	2016/12/14
		EP 2886667 A1	2015/06/24
		EP 2886667 B1	2016/10/05
		IN 289DEN2015 A	2015/06/12
		JP 2014-037581 A	2014/02/27
		JP 6127408 B2	2017/05/17
		KR 10-2015-0032581 A	2015/03/26
		RU 2593243 C1	2016/08/10
		TW 201408789 A	2014/03/01
		TW I484046 B	2015/05/11
		US 2015-0136278 A1	2015/05/21
		US 9748027 B2	2017/08/29
		WO 2014-027452 A1	2014/02/20
KR 10-1999-0042318 A	1999/06/15	KR 10-0340548 B1	2002/07/18