

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
C21D 8/12

(45) 공고일자 1991년01월 19일
(11) 공고번호 특1991-0000009

(21) 출원번호	특1986-0008936	(65) 공개번호	특1987-0004468
(22) 출원일자	1986년10월24일	(43) 공개일자	1987년05월09일
(30) 우선권주장	236,271 1985년10월24일 일본(JP) 291,841 1985년12월26일 일본(JP) 291,846 1985년12월26일 일본(JP) 291,847 1985년12월26일 일본(JP) 291,850 1985년12월26일 일본(JP)		
(71) 출원인	가와사끼 세이데쓰 가부시끼가이샤 야기 야스히로 일본국 효오고겐 고오베시 쥬우오쿠 기따혼마찌도리 1쵸메 1방 28고		
(72) 발명자	후꾸다 분찌로 일본국 지바겐 지바시 가와사끼쵸 기쥬쯔 켄규 혼부 1, 가와사끼 세이데쓰 가부시끼가이샤 c/o 쓰기야마 도시또모 일본국 지바겐 지바시 가와사끼쵸 기쥬쯔 켄규 혼부 1, 가와사끼시 세이데쓰 가부시끼가이샤 c/o 사또 게이치 일본국 지바겐 지바시 가와사끼쵸 기쥬쯔 켄규 혼부 1, 가와사끼 세이데쓰 가부시끼가이샤 c/o 혼다 아쓰히토 일본국 지바겐 지바시 가와사끼쵸 기쥬쯔 켄규 혼부 1, 가와사끼 세이데쓰 가부시끼가이샤 c/o		
(74) 대리인	이준구, 백락신		

심사관 : 홍성철 (책자공보 제2145호)

(54) 전자기 강판 또는 비정질 재료의 철손 개선방법 및 장치

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

전자기 강판 또는 비정질 재료의 철손 개선방법 및 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 플라즈마영 방사용 노즐구경과 철손 감소량과의 관계를 나타내는 도표.

제2도는 강판의 평균 결정립 크기와 B₁₀ 값이 플라즈마 방사에 의한 철손 감소에 미치는 영향을 나타내는 도표.

제3도는 플라즈마영 방사를 통한 철손 감소 효과를 S/I와 $\sigma_R + \sigma_T$ 사이의 관계로 나타낸 도표.

제4도는 철손 개선을 위한 장치의 실시예의 개략도.

제5도는 제4도의 좌측면도.

제6도는 제4도에 나타난 다수의 장치를 배열한 개략도.

제7도는 및 제8도는 토오치의 이동 구간에서 플라즈마영의 방사 궤도.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 변압기등에 사용되는 방향성 전자기 강판, 비정질 재료와 같은 자기 재료의 철손을 상당히 감소시키기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

방향성 전자기 강판의 철손이란 변압기등의 코어(core)로 사용되는 강판에서 발생하는 열에너지 손실을 의미한다. 최근, 열에너지 손실, 즉, 방향성 자기 강판의 철손 감소의 요구가 에너지 절약 측면에서 점차 증대되고 있다.

철손을 감소시키기 위해서, 강판 결정의 {110}<1> 방향으로의 배열을 높이거나, 강판의 전기 저항을 증가시키기 위해 Si량을 증가시키거나, 불순물의 함량을 감소시키거나, 그리고 강판 게이지(guage)를 더 얇게하거나 하는 등의 여러 시도가 있어왔다. 그러나, 이러한 야금학적 방법에 의한 철손 감소는 실질적으로 한계에 이르고 있다.

따라서, 야금학적 방법 이외에 철손 개선을 위한 몇가지 방법들이 제의되어 있다. 이들중, 일본국 특허출원 공고 제57-2,225호등에 나와 있는 펄스 레이저 빔(pulsed laser beam)의 방사를 통하여 철손을 감소시키는 방법이 현재 실제로 공업화 되어 있다. 이러한 방법은 종래의 방법들에 비해 철손을 크게 감소시킬 수 있으나, 사용되는 장치가 비싸고 레이저 빔을 발생시키는 램프의 수명이 길지 않아서 초기 비용 및 가동 비용의 증가를 피할 수 없다. 더우기, 사용되는 레이저 빔은 보통은 가시광선이 아니어서 안전 장치도 취하여야 한다.

또한, 연속적인 레이저 빔을 방사시키는 방법이 일본국 특허 공개 제59-33,802호 및 제59-92,506호에 나와 있다. 이 방법은 펄스 레이저 빔의 경우와 같은 결점뿐 아니라, 철손 감소 효과가 작고, 강판의 레이저 빔 흡수가 불가피하게 변화하여 일정한 효과를 얻을 수 없는 결점이 있다.

본 발명의 목적은 더유리한 수단으로써 위에서 언급한 생산성, 가동성, 안정성 및 비용 측면에서의 결점을 야기시킴이 없이 철손을 상당히 감소시킬 수 있는 철손 개선을 위한 신규의 방법을 제공함에 있다.

발명자들은 상기 문제들을 해결하기 위해 여러 연구를 행하여, 최종 소둔후 방향성 전자기 강판의 표면에 플라즈마(plasma) 염을 방사시킴으로써 철손의 상당한 감소가 이루어짐을 발견하였다.

본 발명에 따르면, 플라즈마염을 최종 소둔후의 강판 표면에 방사시키는 것으로 이루어진 방향성 전자기 강판의 철손 개선방법이 제공된다.

먼저 발명을 상세한 실험내용을 통하여 기술하고자 한다.

두께가 0.23mm인 방향성 전자기 강판에 최종 소둔후 구경이 0.05~2.5mm인 노즐을 갖는 토오치(torch)를 통하여 플라즈마염을 방사시켰다.

플라즈마는 주로 텅스텐으로 이루어진 음극과 양극사이에 전압을 걸어주고, 아르곤 기체 또는 아르곤 및 수소의 혼합기체를 유입시킴으로써 발생시켰다.

출력 전류는 노즐 구경을 크게 할수록 증가될 수 있으며, 이 경우에는 1A~300A 범위내에서 변화시켰다.

플라즈마염은 압연 방향으로의 방사 간격을 6.35mm로 하여 강판의 압연 방향과 거의 수직인 방향으로 연속적인 선형 형태로 방사되었다. 방사된 플라즈마염의 보유 시간을 결정짓는 플라즈마염과 강판사이의 상대 속도는 1mm/초~4,000mm/초의 범위내에서 변화시켰다.

위에서 언급된 넓은 조건들 하에서의 실험 결과, 노즐 구경이 2.0mm 보다 큰 경우를 제외하고 각 노즐 구경에서의 플라즈마염과 강판사이의 상대 속도 및 출력 전류를 적절히 선택함으로써 철손이 개선을 발견하였다. 이러한 실험 결과를 제1도에 나타내었는데, 제1도는 플라즈마염 방사 전과 후의 철손 차이 $\Delta W_{17/50}$ (자속 밀도 1.7T, 50Hz)를 나타낸다. 제1도로부터 철손은 노즐 구경이 2.0mm 이하에서 크게 개선됨이 분명하다.

다음으로, 발명자들은 평균 결정립 크기(2차 재결정된 결정립이 원에 가깝다고 가정한 평균 직경) 및 강판의 자화력이 1,000A/m 일때의 자속 밀도 B_{10} 가 플라즈마염 방사에 의한 철손 감소에 미치는 영향을 조사하였다. 사용된 최종 소둔된 강판은 평균 결정립 크기가 1~10mm이고, B_{10} 이 1.80~1.96T였다. 아르곤 기체를 사용하여 플라즈마염을 노즐 직경이 0.25mm인 노즐 구멍을 통하여 출력 전류 5A로 방사시켰다. 플라즈마염 방사시 플라즈마 토오치를 강판의 압연 방향과 수직인 방향으로 400mm/초의 속도로 이동시켰다. 압연 방향으로의 방사 간격을 2~25mm 범위 내에서 변화시켰다. 강판의 게이지는 0.30mm, 0.27mm, 0.23mm, 0.20mm 또는 0.15mm 였다. 플라즈마 방사 전과 후의 강판의 자기성질을 단일 강판 시험기로 측정하였다.

제2도는 B_{10} 및 평균 결정립 크기에 대한 플라즈마 방사 전과 후의 철손 차이($W_{17/50}$)를 나타낸 것인데, "0" 표시는 플라즈마염의 방사를 통하여 최소 0.03W/kg 이상으로 철손이 개선되는 경우이다. 플라즈마 방사를 통하여 철손이 개선되는 정도는 최대가 0.25W/kg였다. 또한 "X" 표시는 철손이 변화하지 않거나 또는 심화되는 경우이다.

제2도에서 볼 수 있듯이, 철손의 감도는 플라즈마염을 평균 결정립 크기가 3mm 이상이고, B_{10} 이 1.85T 이상인 강판에 방사시킬때 크게 됨을 새로이 발견하였다.

다음으로, 플라즈마 전류 밀도 $I(A/mm^2)$ (플라즈마 전류/노즐 구멍의 면적) 및 플라즈마 방사 노즐과 강판사이의 상대 속도 $S(mm/초)$ 가 철손의 개선에 미치는 영향을 조사하였다. 플라즈마 방사 노즐과 강판사이의 상대 속도는 방사된 플라즈마염의 보유시간을 결정짓는 것으로, 강판이 정지되어 있을때의 노즐 이동속도이다. 발명자들은 먼저 상기한 영향을, 응력을 강판에 가해지지 않은 상태와, 다음에 굽힘 응력과 인장응력이 강판에 각각 가해진 상태에서 각각 조사하였다.

사용된 강판은 두께가 0.23mm인 최종 소둔된 방향성 전자기 강판이 있다. 플라즈마염을 Ar 기체를 사용하여 직경이 0.1~2.0mm인 노즐 구멍을 통하여 방사시켰다. 플라즈마염의 출력 전류는 1A~300A 범위내에서 변화시켰고, 한편 노즐과 강판사이의 상대 속도 S는 1mm/초~4,000mm/초 범위내에서 변화시켰다. 플라즈마 전류 밀도 $I(A/mm^2)$ 에 대한 상대 속도의 비 S/I 를 위의 값들의 변화에 따라 변화시켰으므로 실험하였다. S/I 비는 0.001~100 범위내 있었다.

플라즈마염의 길이는 노즐 구경 및 전류에 의존하므로 강판과 노즐사이의 거리는 0.1mm~50mm 범위내에서 변화시켰다. 플라즈마염은, 강판의 압연 방향을 반경이 60~6,000mm인 로울러 원주 방향과 일치시켜 굽힘 응력 $\sigma_R (kg/mm^2)$ 을 부여하고 압연 방향으로 0~30kg/mm²의 인장 응력 $\sigma_T (kg/mm^2)$ 을 부여하면서, 강판의 압연 방향에 수직한 방향으로 방사 간격으로 7.5mm로 하여 방사시켰다.

이 경우에, 로울의 반경이 작을때는 인장을 작게, 인장이 클때는 로울 직경을 크게함으로써 로울직경과 인장이 강판의 소성 변형을 일으키지 않는 범위내에서 선택된다. 또한, 평면상에 인장 응력만을 부여함으로써 실험하였다. 굽힘 응력 σ_R 는 $\sigma_R = Et/2R$ 로 주어지는데, E는 강판의 영률(kg/mm²)이고 t는 강판의게이지(mm), 그리고 R은 로울의 반경(mm)이다.

플라즈마염 방사 효과를 조사하기 위해 플라즈마염의 방사 전과 후의 강판 철손 $W_{13/50}$ 을 단일 강판 시험기로써 측정하였다.

결과를 제3도에 나타내었는데, "0" 표시는 철손이 0.02W/kg 이상으로 개선되는 경우이고, "X" 표시는 철손이 변화하지 않거나 또는 심화되는 경우이다.

제3도로부터 알 수 있듯이, 플라즈마 방사에 의한 철손 감소 효과는 S/I 및 인장 응력과 굽힘 응력의 합 $\sigma_R + \sigma_T$ 에 의존하고, 특히 플라즈마염 방사에 의한 효과는 S/I 및 $\sigma_R + \sigma_T$ 가 하기 관계식을 만족할때 향상된다 :

$$\log S/I > -2 + 0.033(\sigma_T + \sigma_R)$$

본 발명에 따라 플라즈마염 방사에 사용된 방향성 전자기 강판은 최종 소둔후 2차 재결정된 강판으로서, 예컨대 MnS, MnSe, AlN, Sb등을 억제제로 포함하는 열간 압연 강판을 단일 냉간 압연 또는 2 단계 냉간 압연하고 중간 소둔을 거쳐 최종 게이지를 부여하고, 또한 탈탄 소둔을 한 다음, 주로 MgO로 이루어진 소둔 분리기의 슬러리로 피복하여 약 120℃의 고온에서 최종 소둔함으로써 생산된다.

일반적으로, 최종 소둔된 강판은 최종 소둔시에 형성된 포스테라이트로 피복된다. 플라즈마염은 포스테라이트 상에나, 또는 포스테라이트가 전혀 없는 상태, 또는 포스테라이트가 없이 거울면으로 처리된 상태, 또는 주로 인산염으로 이루어지고 포스테라이트 상에 입혀지는 피복체 상에 방사될 수 있다. 또한, 인산염 피복체와 같은 것은 플라즈마염 방사후에 재 형성될 수 있다.

최종 소둔후의 강판은 3mm 이상의 평균 결정립 크기와 1.85T 이상의 B_{10} 값을 가질 필요가 있다.

플라즈마 기체는 Ar, N₂, H₂ 등과 같은 비활성, 비산화성 기체들 및 이들의 혼합기체가 바람직하고, 또한 산화성 기체 또는 이들의 혼합기체로 사용될 수 있다. 플라즈마염의 길이는 기체 압력에 의존하고, 압력은 비용 및 노즐 수명의 측면에서 1~5kg/cm² 범위내인 것이 바람직하다. 노즐 구멍의 직경은 2mm 이하인 것이 바람직하다.

플라즈마염의 방사는 비이동형 또는 이동형일 수 있으나, 비이동형인 경우에 방사가 용이하다. 플라즈마염은 압연방향과 거의 수직한 방향으로 선형으로 방사되는 것이 바람직하나, 방사 방향은 압연 방향과 45°~90°의 범위에서 변화될 수 있다. 더우기, 방사는 선형 이외에도 점선형 또는 곡선형일 수 있다. 방사가 선형일때, 선들사이의 거리는 약 2~30mm인 것이 바람직하다.

방사 노즐과 강판사이의 거리는 플라즈마염의 길이가 노즐 구경, 기체 압력, 플라즈마 전류, 프라즈마 토오치 구조등에 따라 변화하기 때문에 특정할 수 없으나, 보통 0.1~50mm 범위내이다. 이러한 거리를 일정하게 유지시키기 위해 제어장치를 사용할 수 있다.

플라즈마염은 보통 강판 표면의 한쪽면에 방사되나 양쪽면에 방사시키는 것도 허용된다.

방사노즐과 강판사이의 상대속도 S 및 플라즈마 전류 밀도 I는 하기 범위내에 있다.

$$\log S/I > -2 + 0.033(\sigma_T + \sigma_R)$$

여기서, σ_T 와 σ_R 은 플라즈마염을 방사시키면서 인장 응력과 굽힘 응력을 강판에 각각 부여할때의 응력들이다. 이 경우, σ_T , σ_R 및 이들의 합은 소성 변형을 일으키지 않는 범위내에 있는 것이 필요하다.

다음으로, 발명자들은 플라즈마염을 방사시키면서 인장 응력과 굽힘 능력을 강판에 각각 부여할때의 응력들이다. 이 경우, σ_T , σ_R 및 이들의 합은 소성 변형을 일으키지 않는 범위내에 있는 것이 필요하다.

다음으로, 발명자들은 플라즈마염을 비정질 금속에 방사시킴으로써 철손이 감소함을 발견하였다. 사용된 비정질 금속은 Allied Corp. 에서 생산된 메트 글라스(Metgla) 2605s-2(상표 이름)이었다. 플라즈마염을 비정질 리본의 길이 방향과 수직한 방향으로 선형으로 방사시켰다. 방사 간격은 5mm이었다. 방사후, 리본을 자기장에서 소둔시킨 다음, 철손 $W_{13/50} = 0.098W/kg$ 이었고, 플라즈마염에 의해 방사되지 않고 자기장에서 소둔된 경우에는 $W_{13/50} = 0.11W/kg$ 이었다. 이 사실로부터 철손은 플라즈마염의

방사에 의해 감소된다고 인정된다.

본 발명에 사용된 장치를 하기에 기술한다.

제4도에 본 발명에 따른 장치의 개략도가 도시되어 있는데, 1은 최종 소둔후의 방향성 전자기강판으로서 일정한 속도로 회전 드럼(drum)(2)을 돌아 이동한다.

회전 드럼(2)을 중심으로 동심원상에 배열된 원호형 레일(3)에는 가동 지지부(5)에 의해 지지된 다수의 플라즈마염 방사용 토오치(4)가 부착되어 있으므로, 플라즈마염 방사용 토오치(4)는 레일(3) 상에서 강판(1)과 동시에 움직인다. 즉, 토오치(4)의 이동속도는 강판(1)과 토오치(4) 사이의 상대속도가 강판의 압연 방향으로 0이 되도록 설정된다. 이러한 상태에서, 가동 지지부(5)가 강판(1)의 너비 방향으로 움직일때, 토오치(4)는 강판(1)의 압연 방향을 가로질러 움직이게 되어 플라즈마염이 강판(1)의 표면에 방사될 수 있다.

또한, 토오치(4) 사이의 간격은 강판(1)에 대한 플라즈마염의 방사 간격이 2~30mm가 되도록 설정되며, 이 경우 토오치(4) 내에 노즐 구경은 2.0mm 이하이고, 출력 전류는 1~300A 범위내이다.

또한, 레일(3) 상에서 강판과 동시에 움직이는 토오치(4)의 속도는 0.1~200mm/분이 바람직하고, 강판(1)의 압연 방향을 가로질러 이동하는 토오치(4)의 이동 속도는 1~4,000mm/초가 적당하다.

플라즈마염 방사용 토오치(4)의 움직임을 제4도의 좌측면을 도시하는 제5도와 함께 기술한다.

즉, 볼 스크루(10)가 구동모터(도면에 나타나 있지 않음)에 의해 회전되어 가동 지지부(4)를 움직이게 함으로써, 플라즈마염 방사용 토오치(4)가 강판(1)의 압연 방향과 수직한 방향으로 이동된다. 또한, 지지축(9)은 가동 지지부(5)가 볼 스크루(10)와 함께 회전하지 않도록 배치된다.

또한, 레일(3)상의 토오치(4)는 예컨대 모터(7)의 구동력을 휘일(6)에 전달하여 레일(3) 상에서 휘일(6)을 이동시킴으로써 움직여질 수 있다.

토오치들중 첫번째 토오치(4)가 레일(3) 끝에 도달하면, 모터(7)의 극이 바뀌어 토오치들이 급소기원상태로 돌아온다. 이렇게 원상태로 돌아오는 중에는 강판(1)에 플라즈마염이 방사되지 않아서, 강판의 일부가 플라즈마염에 의해 방사되지 않을 수도 있다. 또한, 토오치 자체를 조밀하게 하는 것은 제한받기 때문에 종종 플라즈마염의 방사간격을 바람직한 범위(2~30mm)로 유지시키기가 어렵다. 그러므로, 제4도의 장치를 제6도에 나타낸 플라즈마염방사를 실행하기 위해 다수로 배열할 수 있다.

상기 장치로써 플라즈마염을 방사시키는 실시예를 하기에 기술한다.

노즐 구경이 0.20mm인 다수의 토오치들로 구성된 제4도의 장치를 사용하여 플라즈마염을 게이지가 0.23mm인 최종 소둔된 방향성 전자기 강판으로 출력 전류를 10A로 하여 방사시켰다.

플라즈마 기체로서 아르곤 기체를 사용하였다. 플라즈마염은 강판의 압연 방향에 거의 수직하게 압연 방향에 대한 간격을 15mm로 하여 선형으로 방사되었다. 또한 강판과 동시에 움직이는 토오치의 속도는 5m/분이었고, 강판의 압연 방향과 수직한 방향을 향한 이동 속도는 350mm/초 였다.

플라즈마염 방사후, 강판의 방사된 부분과 방사된 부분에 가장 가까이 인접해 있는 방사 안된 부분에 대해 자기 성질을 측정하였다. 그 결과, 방사된 부분의 철손 $W_{17/50}$ 은 0.80W/kg 이었고, 방사 안된 부분의 철손 $W_{17/50}$ 은 0.93W/kg 이었다. 이와 같이, 본 발명에 따른 장치로써 플라즈마염을 방사시킴으로써 철손에 커다란 개선이 이루어졌다.

플라즈마염이 상기 장치의 로울상에 방사되었으나, 플라즈마염은, 강판과 평면상에서 동시에 움직이고 강판의 압연 방향과 수직한 방향으로 이동하는 토오치들이 제공된 장치에 의해 방사될 수 있음은 물론이다.

제7도에서와 같이, 일정하게 움직이는 강판의 압연 방향과 거의 수직한 방향으로 왕복 운동하는 다수의 토오치들은 플라즈마염 방사를 위해 강판의 너비 방향으로 배열된다. 이 경우, 플라즈마염의 방사 궤도는 삼각파 또는 도면에 나타낸 바와 같이 사인(sine)파에 가깝다. 이러한 방사 방법에서도, 플라즈마염의 방사 효과가 인정되나, 방사된 플라즈마염의 보유시간이 삼각파의 정점 근처에서 더 길어지고, 방사 안된 부분들이 서로 너무 가까이 존재한다는 사실로 인해 철손이 덜 개선되거나 또는 악화될 가능성이 있다. 이와 관련하여, 발명자들은 강판 표면에 형성된 플라즈마염의 방사 궤도가 강판의 너비 전체에 걸쳐 확장되나 왕복운동의 전환 영역은 포함하지 않는 조건하에서는 하나 또는 그 이상의 토오치들이 강판의 너비 방향으로 왕복 운동한다는 사실을 새로이 발견하였다. 단일 토오치를 사용할때는, 이 토오치가 강판의 너비에 걸쳐 왕복 운동 하는 것이 필요하다. 한편, 다수의 토오치를 사용할 때는, 제8도에 나타낸 바와 같이 이들의 왕복운동 범위가 서로 중첩되도록 설정된다. 후자의 경우에, 토오치를 강판 표면 위로 올라가게하고 플라즈마 전류를 감소시키는 적어도 하나 이상의 과정을 중첩된 부위에서 취함으로써 플라즈마염 방사 효과를 크게할 수 있다. 플라즈마 전류가 어떤 수준 이하일때는 방사 효과가 상실된다. 그러나, 이러한 수준은 노즐 구경, 플라즈마염의 보유시간등에 의존하기 때문에 특정할 수 없으나, 이 하한 이하의 방사 효과는 방사를 실행하지 않은 효과와 거의 동일하다. 또한, 토오치가 강판 표면 위로 올려졌을때는, 토오치와 강판 사이의 거리가 커져 플라즈마염의 상부끝이 강판 표면에 도달하지 않아서 결과적으로 플라즈마염 방사 효과가 상실된다. 올려지는 거리는 노즐 구경, 플라즈마 전류, 노즐 이동 속도등에 의해서 결정된다. 이와 같이, 플라즈마 전류가 감소되거나 또는 토오치가 중첩된 부위에 상승될때, 효과적인 플라즈마염 방사는 대체적으로 제8도의 B로 나타내진 궤도를 그리게 되고, 따라서 이 도면의 A로 나타내진 실제의 플라즈마염 궤도의 정점부위가 사라져 철손 감소 효과가 더 커진다.

이와 관련하여 본 발명을 하기에 더 상세히 설명한다.

너비가 600mm이고, 게이지가 0.23mm인 최종 소둔후의 방향성 전자기 강판은 3.0m/분의 속도로 움직였고, 플라즈마염은 강판의 너비 방향으로 배열된 6개의 플라즈마 토오치들로부터 강판으로 방사되었

다. 이 경우, 6개의 토오치들은 서로간의 왕복 운동 구간이 중첩되지 않도록 배치되고, 100mm의 폭 (정점에서 정점까지)으로 왕복 운동 한다. 토오치(노즐)의 이동 속도는 400mm/초였고, 노즐 구경은 0.3mm. 플라즈마 전류는 9A, 노즐과 강판사이의 거리는 1mm 였다. 이와 같이 처리된 강판 A를 얻었다.

10개의 토오치들을 서로간의 왕복 운동 구간이 중첩되도록 배치하는 것을 제외하고 위에서 기술된 것과 조건들하에 플라즈마염을 방사시켰다. 이 경우에, 중첩된 부위에서의 전류를 9A에서 1A로 감소시켜 강판 B를 얻었고, 토오치를 중첩된 부위 상방으로 상승시켜 노즐과 강판사이의 거리를 1mm에서 부터 100mm로 변화시켜 강판 C를 얻었으며, 위에서 기술된 바와 같이 전류의 감소 및 토오치의 상승을 동시에 수행하여 강판 D를 얻었다.

플라즈마염 방사 전과 후의 철손($W_{17/50}$)을 강판 A-D에 대해 측정하여 하기 표 1에 나타난 결과를 얻었다. 표 1로부터 플라즈마염 방사 효과 즉 철손 개선 효과는 강판 A에 비해 강판 B-D에서 크게됨이 이해된다.

[표 1]

강판	플라즈마염 방사전		플라즈마염 방사후	
	B_{10} (T)	$W_{17/50}$ (W/kg)	B_{10} (T)	$W_{17/50}$ (W/kg)
A	1.93	0.91	1.92	0.84
B	1.93	0.90	1.93	0.79
C	1.93	0.90	1.93	0.80
D	1.93	0.91	1.93	0.79

위에서 언급된 바와 같이, 전자기 강판 및 비정질 금속에서의 철손은 플라즈마염 방사에 의해 개선됨이 발견되었다. 이는 플라즈마염에 의해 방사된 강판 부위가 자기적으로 경화되어 자기 영역의 세분화가 이루어지기 힘들다는 사실에 기인하는 것으로 추측된다.

하기 실시예들이 발명의 예시로서 주어지나 이들에 제한되지 않는다.

[실시예 1]

게이지가 0.23mm 및 0.30mm인 최종 소둔된 방향성 실리콘 강판으로 노즐 구멍이 각각 0.2mm 및 2.5mm인 토오치를 통하여 플라즈마염을 방사시켰다. 아르곤 기체가 사용되었고, 출력 전류는 0.2mm ϕ 노즐의 경우에 7A, 2.5mm ϕ 노즐의 경우에 50A이었다. 플라즈마염은 압연 방향에 수직한 방향으로 연속적인 선형으로 방사되었고, 압연 방향으로의 간격은 10mm이었다.

방사 전과 후의 성질들을 단일 강판 시험기로써 측정하여 하기 표 2에 나타난 바와 같은 결과를 얻었다. 노즐 구경이 0.2mm인 경우에, 비교적 낮은 B_{10} 값(1,000A/m의 자기장에서의 자속 밀도)을 갖는 재료에서도 철손이 크게 개선됨을 관찰하였다.

[표 2]

강판의 게이지 mm	노즐 구경 mm	방사전 자기 성질		방사후 자기 성질	
		B_{10} (T)	$W_{17/50}$ (W/kg)	B_{10} (T)	$W_{10/50}$ (W/kg)
0.23	0.2	1.90	0.95	1.90	0.78
"	"	1.94	0.90	1.94	0.70
"	2.5	1.90	0.93	1.89	1.10
"	"	1.95	0.89	1.94	0.93
0.30	0.2	1.89	1.05	1.89	0.90
"	"	1.94	1.03	1.94	0.83
"	2.5	1.91	1.04	1.90	1.07
"	"	1.93	1.02	1.91	1.14

B_{10} : H=1,000A/m에서의 자속 밀도

$W_{17/50}$: B=1.7T, f=50Hz에서의 철손

[실시예 2]

게이지가 0.23mm이고 평균 결정립 크기 및 B_{10} 값이 하기 표 3에 나타난 바와 같은 최종 소둔된 방향성 실리콘 강판을 사용하여, 노즐 구경이 0.15mm인 플라즈마 토오치를 통하여 플라즈마염을 방사시켰다. 기체는 아르곤 기체였고, 전류는 30V 전압에서 7A 였다.

강판의 압연 방향에 수직한 방향으로 방사 간격을 8.5mm, 토오치의 이동 속도를 200mm/초로하여 선형으로 방사하였다. 방사 전과 후의 철손 $W_{17/50}$ 을 측정하여 표 3에 나타난 결과를 얻었고, 이로부터 본 발명을 만족하는 실시예들에서 철손의 상당한 감소가 관찰됨이 확인되었다.

[표 3]

샘플번호	평균결정립 크기	B ₁₀ 값	플라즈마염 방사전 W _{17,50} (W/kg)	플라즈마염 방사후 W _{17,50} (W/kg)	비 고
1	2.4	1.88	0.87	0.88	비교실시에
2	2.3	1.80	0.97	0.99	비교실시에
3	3.5	1.89	0.90	0.81	발명에 따른 실 시 예
4	4.0	1.84	0.96	0.96	비교실시에
5	5.3	1.92	0.89	0.73	발명에 따른 실 시 예
6	8.9	1.95	0.88	0.69	발명에 따른 실 시 예

[실시에 3]

게이지가 0.23mm인 최종 소둔후의 방향성 전자기 강판을 반경이 200mm인 로울의 표면에 배치하고, 압연 방향과 수직인 방향으로 플라즈마염을 선형으로 방사시켰다. 이 경우, 강판의 굽힘 응력은 8kg/mm²이다. 유사한 방법으로, 위에서, 기술된 것과 같은 강판에 굽힘 없이 8kg/mm²의 인장 응력의 존재 또는 부재하에 플라즈마염을 방사시켰다. 플라즈마 기체는 아르곤 기체였고, 방사 간격은 8mm 였다. 플라즈마 토오치의 노즐 구경, 노즐과 강판사이의 상대 속도 S 및 전류 밀도 I를 하기 표 4에 나타 내었다. 표 4로부터 볼 수 있듯이, 플라즈마 처리가 발명에서 정의된 방사 조건들을 만족할때(샘플 번호 2,3,5 및 7) 철손 감소의 우수한 효과가 얻어진다.

[표 4]

샘플 번호	노즐구경 (mm)	굽힘응력 σ _b (kg/mm ²)	인장응력 σ _t (kg/mm ²)	상대속도 S (mm/sec)	전류밀도 I (A/mm ²)	S/I (mm ² /A· sec)	방사전 철손 W _{17,50} (W/ kg)	방사후 철손 W _{17,50} (W/ kg)	비 고
1	0.1	0	0	3	637	0.00471	0.88	1.05	비교실시에
2	0.2	0	0	400	223	1.79	0.88	0.78	발명에 따른 실 시 예
3	0.5	0	0	1000	51	19.6	0.89	0.80	발명에 따른 실 시 예
4	0.1	8	0	6	400	0.015	0.88	0.92	비교실시에
5	0.1	8	0	300	600	0.5	0.87	0.72	발명에 따른 실 시 예
6	0.1	0	8	6	400	0.015	0.87	0.90	비교실시에
7	0.1	0	8	300	600	0.5	0.87	0.70	발명에 따른 실 시 예

위에서 언급한 바와 같이 전자기 강판 및 비정질 금속의 철손은 발명을 따른 플라즈마염 방사를 통 하여 크게 개선될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

평균 결정립 크기가 3mm 이상인 2차 재결정된 결정립과 100A/m의 자화력에서 1.85T 이상의 자속밀도 를 갖는 최종 소둔후의 방향성 전자기 강판에, 2.0mm 이하의 직경을 갖는 노즐 구멍을 통해 플라즈 마염 방사 노즐과 강판사이의 상대 속도 S(mm/초) 및 플라즈마염의 전류 밀도 I(A/mm²)가 하기의 관 계식을 만족시키는 조건하에서 플라즈마염을 강판의 압연 방향에 수직 방향으로 방사하는 철손 개선 방법.

$$\log S/I \geq -2 + 0.033(\sigma_T + \sigma_R)$$

여기서, σ_T(kg/mm²) 및 σ_R(kg/mm²)은 각각 필요한 경우에 강판에 부여된 인장 응력 및 굽힘 응력.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 강판의 압연 방향과 수직인 방향으로 왕복 이동하는 플라즈마염 방사 토오치의 적어도 하나 이상을 통하여, 강판의 표면에 방사되는 플라즈마염의 궤도가 강판 너비 전체에 걸쳐 확장되나 왕복 이동의 전환 영역은 포함하지 않는 조건하에서 상기 플라즈마염의 방사가 실행되는 철손 개선방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 하나의 토오치가 사용될때, 토오치가 강판의 너비에 걸쳐 왕복 이동하는 철손 개선

방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 다수의 토오치들이 사용될때, 서로 인접한 토오치들의 왕복 이동 범위가 중첩되도록 토오치가 설치되고, 중첩된 부위에서 내부에 위치한 토오치 노즐이 강판 표면과 분리되어 떨어지는 철손 개선방법.

청구항 5

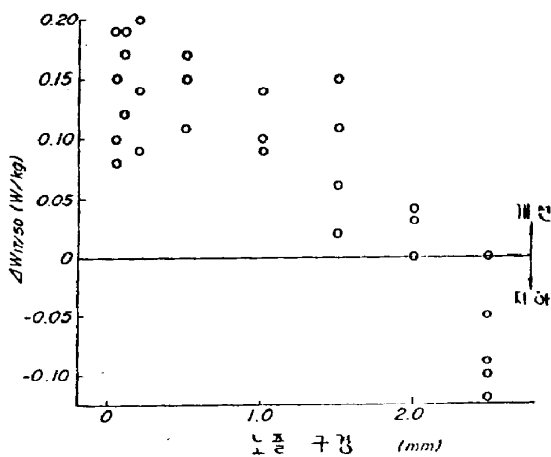
제2항에 있어서, 다수의 토오치들이 사용될때, 서로 인접한 토오치들의 왕복 이동 범위가 중첩되도록 토오치가 설치되고, 중첩된 부위에서 내부에 위치한 토오치의 플라즈마 전류가 감소되는 철손 개선방법.

청구항 6

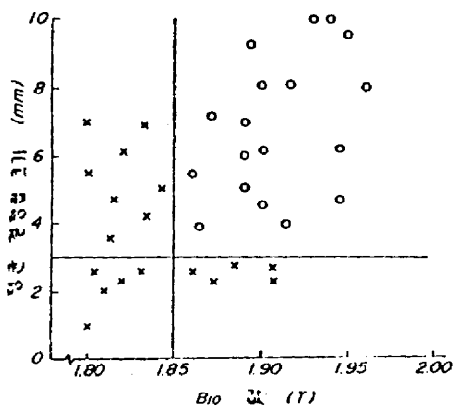
최종 소둔후의 방향성 전자기 강판을 압연 방향으로 이동시키는 장치, 상기 강판을 원주 방향을 따라 이동시키는 회전 드럼, 이 회전 드럼 상을 이동하는 강판과 동기하여 회전 드럼 상과 동일한 원을 그리어 이동하고 또한 회전 드럼의 축방향으로 이동하는 플라즈마열 방사 토오치의 이동 장치, 및 이 이동 장치에 설치된 적어도 1개 이상의 플라즈마열 방사 토오치를 구비하며, 상기 플라즈마열 방사 토오치를 회전 드럼상을 따라 이동하는 강판에 대하여 그 이동 방향으로는 상대적으로 정지시키면서, 플라즈마열을 강판의 압연 방향과 직각 방향으로 방사하는 철손 개선 장치.

도면

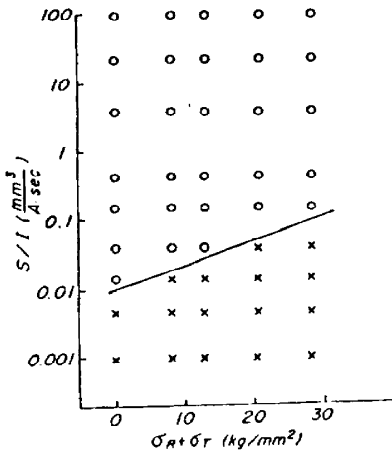
도면1



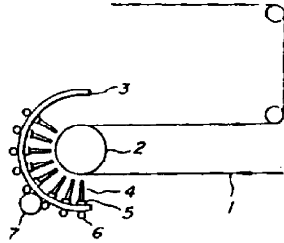
도면2



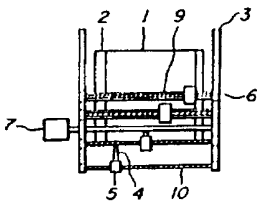
도면3



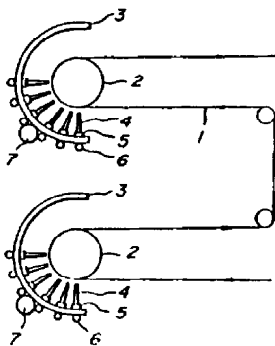
도면4



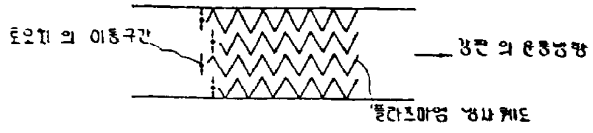
도면5



도면6



도면7



도면8

