



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월01일
(11) 등록번호 10-2319540
(24) 등록일자 2021년10월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 26/364 (2014.01) B23K 26/08 (2014.01)
B23K 26/359 (2014.01) C21D 8/12 (2006.01)
C21D 9/00 (2014.01) C21D 9/56 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B23K 26/364 (2015.10)
B23K 26/0846 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0081110

(22) 출원일자 2020년07월01일

심사청구일자 2020년07월01일

(56) 선행기술조사문헌

KR102011767 B1*

KR100345722 B1*

KR1020010109110 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 포스코

경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)

(72) 발명자

민기영

경상북도 포항시 남구 지곡로379번길 11-20, 스틸
하우스 56호 (지곡동)

홍성철

경상북도 포항시 남구 오천읍 철강로 685, 103동
1201호 (준양참마을)

(74) 대리인

특허법인세림

전체 청구항 수 : 총 13 항

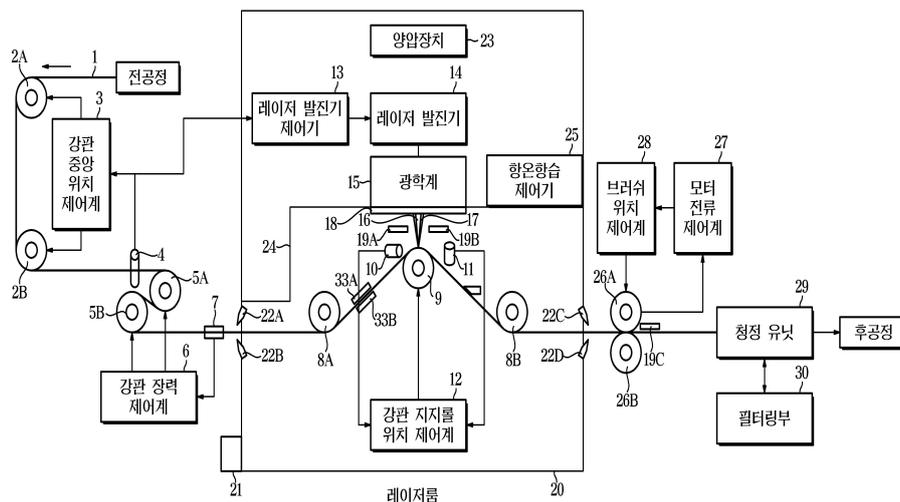
심사관 : 원유철

(54) 발명의 명칭 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법

(57) 요약

방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치가 개시된다. 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치는, 생산 라인을 따라 진행되는 강판을 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되게 강판에 장력을 부여하는 장력 제어 설비; 장력이 부여된 강판을 지지하면서 강판의 상하 방향 위치를 제어하는 강판 지지물 위치 조절 설비; 강판의 표면을 가열하는 강판 가열 설비; 및 레이저 빔을 조사하여 가열된 강판의 표면을 용융시켜 가열된 강판의 표면에 홈을 형성하는 레이저 조사 설비를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B23K 26/359 (2018.08)

C21D 8/1277 (2013.01)

C21D 9/0012 (2013.01)

C21D 9/56 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

생산 라인을 따라 진행하는 강판을 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되게 상기 강판에 장력을 부여하는 장력 제어 설비;

상기 장력이 부여된 강판을 지지하면서 상기 강판의 상하 방향 위치를 제어하는 강판 지지롤 위치 조절 설비;

상기 강판의 표면을 가열하는 강판 가열 설비; 및

레이저 빔을 조사하여 상기 가열된 강판의 표면을 용융시켜 상기 가열된 강판의 표면에 흠을 형성하는 레이저 조사 설비를 포함하고,

상기 강판 가열 설비는

상기 강판의 표면을 가열하여 상기 강판의 표면에 접촉된 압연유를 활성화 시키는 가열 장치와,

상기 가열 장치에 전기적으로 연결되고, 상기 가열 장치에 가열을 위한 에너지를 공급하는 에너지 공급장치와,

상기 가열 장치의 외측에 장착되어 상기 강판의 표면온도를 측정하는 표면 온도 측정 센서를 포함하고,

상기 에너지 공급장치는

상기 가열 장치에 의해 가열되는 강판의 표면 온도가 환경 조건에 상관 없이 목표 온도로 일정해지도록, 상기 측정된 강판의 표면 온도에 기초하여 상기 가열 장치에 상기 목표 온도에 대응하는 가열을 위한 에너지를 더 공급하는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 강판 가열 설비는 상기 강판 지지롤 위치 조절 설비의 강판 지지롤 위치 제어계로부터 수신받은 강판 지지롤의 위치가 상기 레이저 빔의 조사 위치이면, 상기 강판의 표면을 가열하는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 가열 장치는 상기 강판의 상부 또는 하부에 마련되거나, 상기 강판의 상부와 하부 모두에 마련되는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 강판 가열 설비는 상기 가열 장치에 연결되고 상기 가열 장치의 위치를 조절하는 위치 조절부를 더 포함하는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 위치 조절부는 상기 가열 장치의 개수에 대응하여 마련되는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 위치 조절부는,

상기 가열 장치의 외측에 장착되고, 상기 가열 장치와 강판의 간격을 측정하는 간격 측정 센서;

상기 가열 장치의 일측에 장착되고, 상기 가열 장치의 위치를 조절하는 위치 조절 장치; 및

상기 위치 조절 장치에 연결되고, 강판 지지롤 위치 조절 설비의 강판 지지롤 위치 제어계로부터 수신받은 강판 지지롤의 위치와 상기 측정된 간격에 기초하여 상기 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 위치 조절 장치를 제어하는 가열 장치 위치 제어계를 포함하는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 가열 장치 위치 제어계는 강판의 상부 또는 하부에 마련된 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 위치 조절 장치를 각각 제어하거나, 상기 강판의 상부와 하부 모두에 마련된 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 위치 조절 장치를 동시에 제어하는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 가열 장치 위치 제어계는 상기 강판 지지롤의 위치에 따라 상기 가열 장치의 높이와 회전 각도를 결정하는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치.

청구항 11

생산 라인을 따라 진행하는 강판을 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되게 상기 강판에 장력을 부여하고,

상기 장력이 부여된 강판을 지지하면서 상기 강판의 상하 방향 위치를 제어하고,

상기 강판의 표면을 가열하고,

레이저 빔을 조사하여 상기 가열된 강판의 표면을 용융시켜 상기 가열된 강판의 표면에 홈을 형성하는 것을 포함하고,

상기 강판의 표면을 가열하는 것은, 에너지 공급 장치에 의해 가열 장치에 가열을 위한 에너지를 공급하고, 상기 가열을 위한 에너지를 수신받은 가열 장치에 의해 상기 강판의 표면을 가열하여 상기 강판의 표면에 점착된 압연유를 활성화시키고,

상기 가열 장치에 의해 가열되는 강판의 표면 온도가 환경 조건에 상관 없이 목표 온도로 일정해지도록, 상기 에너지 공급 장치에 의해 표면 온도 측정 센서에서 더 측정된 강판의 표면 온도에 기초하여 상기 가열 장치에 상기 목표 온도에 대응하는 가열을 위한 에너지를 더 공급하는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 강판의 표면을 가열하는 것은, 강판 지지롤 위치 조절 설비의 강판 지지롤 위치 제어계로부터 수신받은 강판 지지롤의 위치가 상기 레이저 빔의 조사 위치이면, 상기 강판의 표면을 가열하는 것인 방향성 전기 강판의 자구 미세화 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 강판의 표면을 가열하는 것은, 가열 장치 위치 제어계에 의해, 강판 지지롤 위치 조절 설비의 강판 지지롤 위치 제어계로부터 수신받은 강판 지지롤의 위치와 간격 측정 센서에서 더 측정된 가열 장치와 강판의 간격에 기초하여 상기 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 가열 장치의 위치를 조절하는 위치 조절 장치를 제어하는 것인 방향성 전기 강판의 자구 미세화 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 강판의 표면을 가열하는 것은, 가열 장치 위치 제어계에 의해, 상기 강판의 상부 또는 하부에 마련된 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 위치 조절 장치를 각각 제어하거나, 상기 강판의 상부와 하부 모두에 마련된 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 위치 조절 장치를 동시에 제어하는 것인 방향성 전기 강판의 자구 미세화 방법.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 강판의 표면을 가열하는 것은, 가열 장치 위치 제어계에 의해, 상기 강판 지지롤의 위치에 따라 상기 가열 장치의 높이와 회전 각도를 결정하는 것인 방향성 전기 강판의 자구 미세화 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 개시된 발명은 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 철손 개선을 향상시킬 수 있는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 변압기와 같은 전기기기의 전력 손실을 줄이고 효율을 향상시키기 위해, 철손이 낮고 자속 밀도가 높은 자기적 특성을 지닌 방향성 전기 강판이 요구된다.

[0003] 방향성 전기 강판의 철손을 줄이기 위해, 강판 표면에 기계적 방법이나 레이저 빔을 조사하여 압연 방향에 대해 수직 방향으로 자구를 미세화함으로써, 철손을 감소시키는 기술이 개시되어 있다.

[0004] 강판 표면에 레이저 빔을 조사하여 자구를 미세화하는 방법은 응력 제거 소둔 후 자구 미세화 효과를 상실하는 단점을 갖고 있다. 자구 미세화 방법은 응력 제거 소둔에 의해 자구 미세화 개선 효과 유지 유무에 따라 일시 자구 미세화와 영구 자구 미세화로 크게 구분할 수 있다.

[0005] 일시 자구 미세화 방법은 자구를 미세화시키는 에너지원에 따라 레이저 방법, 불 스크래치 방법, 플라즈마 및 초음파에 의한 방법이 있다. 레이저, 불 스크래치, 플라즈마 및 초음파에 의해 전기 강판 표면에 국부적인 압축 응력부를 형성시킴으로써 자구를 미세화시킨다. 그러나, 이러한 방법은 강판 표면의 절연 코팅층 손상을 일으키기 때문에 재코팅을 하거나, 최종 제품이 아닌 중간 공정에서 자구 미세화 처리를 하기 때문에 제조비용이 높은 단점을 갖고 있다. 또한 강판의 압축 변형층 영역을 조절하기 위해서는 입력되는 에너지값을 증가시켜야만 가능하다. 따라서, 최종 제품의 철손 개선을 향상을 위해서는 자구 미세화 처리 시 표면손상을 피할 수 없는 단점이 있다.

[0006] 열처리 후에도 철손 개선을 유지할 수 있는 영구 자구 미세화 방법은 에칭 방법, 롤 방법 및 레이저 방법으로 구분할 수 있다. 에칭 방법은 전기 강판 표면에 감광성 수지로 마스킹 후 포토 에칭이나 레이저 혹은 플라즈마를 이용하여 표면 수지를 탈착한 후 용액 내에서 강판 표면에 임의의 폭과 깊이를 가진 홈을 형성시키는 방

법이다. 예칭 방법은 산용액내에서 전기 화학적인 부식 반응에 의해 강판 표면에 흠을 형성시키기 때문에 흠 형상(폭, 깊이) 제어가 어렵고, 강판을 생산하는 중간공정(탈탄 소둔, 고온 소둔 전)에서 흠을 형성시키기 때문에 최종 제품의 철손특성의 보증이 어려우며 산용액을 사용하기 때문에 환경 친화적이지 못한 단점을 갖고 있다.

[0007] 롤 방법은 표면이 돌기 모양으로 가공된 롤을 이용하여 강판을 가압함으로써, 강판 표면에 임의의 폭과 깊이를 가진 흠을 형성시키는 방법이다. 롤 방법은 영구 자구 미세화 처리 후 강판을 소둔함으로써 흠 하부의 재결정을 발생시킴으로써 자구를 미세화시키는 것으로, 기계 가공에 대한 안정성, 신뢰성 및 프로세스가 복잡한 단점을 갖고 있다.

[0008] 레이저 방법은 임의의 두께의 방향성 전기 강판의 열처리 후 철손 개선율을 확보하는 것으로, 강판 표면에 펄스 레이저 빔을 조사하여 임의의 폭과 깊이를 가진 흠을 형성시키는 방법이다. 레이저 방법은 증착에 의해 흠을 형성시키기 때문에 용융부 형성을 억제하므로 열처리(응력완화열처리, SRA)전의 철손 개선율을 확보하기 어렵고, 열처리 후에는 단순 흠에 의한 자구 미세화 효과만 유지할 뿐만 아니라 강판의 이송 속도를 고속으로 처리하지 못하는 단점을 갖고 있다. 집진 후드는 고온의 비산 용융철이 후드의 내외부 표면 및 모서리에 용착되어 성장하여 후드 입구를 막거나 성장한 용융철 덩어리가 철판 위에 떨어져 판과단을 발생시키고 후단 설비 롤 사이에 끼어 철판 표면에 결함을 발생시킨다.

[0009] 최근에는, 자속 밀도를 개선하면서, 이물질의 부착에 의한 철손 저하를 예방하고, 레이저 빔의 조사에 의한 강판의 흠 형성시에 철손 개선율을 향상시킬 수 있는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 이상의 이유로, 개시된 발명의 일 측면은 자구가 줄어들어 자속 밀도가 개선될 수 있는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공하고자 한다.

[0011] 개시된 발명의 다른 측면은 강판의 표면에 떨어진 이물질을 제거하여 강판의 손상을 방지하고 이물질의 부착에 의한 철손 저하를 예방할 수 있는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공하고자 한다.

[0012] 개시된 발명의 또 다른 측면은 레이저 빔의 조사시 강판의 흠 깊이를 깊게 생성시킬 수 있는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공하고자 한다.

[0013] 개시된 발명의 또 다른 측면은 강판의 흠 깊이를 일정하게 유지하면서 레이저 빔의 출력을 조절할 수 있는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공하고자 한다.

[0014] 개시된 발명의 또 다른 측면은 강판의 흠 깊이와 품질을 일정하게 유지하여 철손 개선율을 향상시킬 수 있는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공하고자 한다.

[0015] 개시된 발명의 또 다른 측면은 강판의 목표 흠 깊이 생성을 위해 데이터를 정량화하여 최적의 레이저 빔의 출력을 선정할 수 있는 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0016] 개시된 발명의 일 측면에 따른 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치는, 생산 라인을 따라 진행되는 강판을 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되게 상기 강판에 장력을 부여하는 장력 제어 설비; 상기 장력이 부여된 강판을 지지하면서 상기 강판의 상하 방향 위치를 제어하는 강판 지지롤 위치 조절 설비; 상기 강판의 표면을 가열하는 강판 가열 설비; 및 레이저 빔을 조사하여 상기 가열된 강판의 표면을 용융시켜 상기 가열된 강판의 표면에 흠을 형성하는 레이저 조사 설비를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 강판 가열 설비는 상기 강판 지지롤 위치 조절 설비의 강판 지지롤 위치 제어계로부터 수신받은 강판 지지롤의 위치가 상기 레이저 빔의 조사 위치이면, 상기 강판의 표면을 가열할 수 있다.

[0018] 상기 강판 가열 설비는 상기 강판의 표면을 가열하여 상기 강판의 표면에 점착된 압연유를 활성화시키는 가열 장치; 및 상기 가열 장치에 전기적으로 연결되고, 상기 가열 장치에 가열을 위한 에너지를 공급하는 에너지 공급 장치를 포함할 수 있다.

[0019] 상기 가열 장치의 외측에 장착되어 상기 강판의 표면 온도를 측정하는 표면 온도 측정 센서를 더 포함하고; 상

기 에너지 공급 장치는 상기 가열 장치에 의해 가열되는 강관의 표면 온도가 환경 조건에 상관 없이 목표 온도로 일정해지도록, 상기 측정된 강관의 표면 온도에 기초하여 상기 가열 장치에 상기 목표 온도에 대응하는 가열을 위한 에너지를 더 공급할 수 있다.

- [0020] 상기 가열 장치는 상기 강관의 상부 또는 하부에 마련되거나, 상기 강관의 상부와 하부 모두에 마련될 수 있다.
- [0021] 상기 강관 가열 설비는 상기 가열 장치에 연결되고 상기 가열 장치의 위치를 조절하는 위치 조절부를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 위치 조절부는 상기 가열 장치의 개수에 대응하여 마련될 수 있다.
- [0023] 상기 위치 조절부는 상기 가열 장치의 외측에 장착되고, 상기 가열 장치와 강관의 간격을 측정하는 간격 측정 센서; 상기 가열 장치의 일측에 장착되고, 상기 가열 장치의 위치를 조절하는 위치 조절 장치; 및 상기 위치 조절 장치에 연결되고, 강관 지지물 위치 조절 설비의 강관 지지물 위치 제어계로부터 수신받은 강관 지지물의 위치와 상기 측정된 간격에 기초하여 상기 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 위치 조절 장치를 제어하는 가열 장치 위치 제어계를 포함할 수 있다.
- [0024] 상기 가열 장치 위치 제어계는 강관의 상부 또는 하부에 마련된 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 위치 조절 장치를 각각 제어하거나, 상기 강관의 상부와 하부 모두에 마련된 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 위치 조절 장치를 동시에 제어할 수 있다.
- [0025] 상기 가열 장치 위치 제어계는 상기 강관 지지물의 위치에 따라 상기 가열 장치의 높이와 회전 각도를 결정할 수 있다.
- [0026] 개시된 발명의 다른 측면에 따른 방향성 전기 강관의 자구 미세화 방법은, 생산 라인을 따라 진행되는 강관을 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되게 상기 강관에 장력을 부여하고, 상기 장력이 부여된 강관을 지지하면서 상기 강관의 상하 방향 위치를 제어하고, 상기 강관의 표면을 가열하고, 레이저 빔을 조사하여 상기 가열된 강관의 표면을 용융시켜 상기 가열된 강관의 표면에 흠을 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 강관의 표면을 가열하는 것은, 강관 지지물 위치 조절 설비의 강관 지지물 위치 제어계로부터 수신받은 강관 지지물의 위치가 상기 레이저 빔의 조사 위치이면, 상기 강관의 표면을 가열하는 것일 수 있다.
- [0028] 상기 강관의 표면을 가열하는 것은, 에너지 공급 장치에 의해 가열 장치에 가열을 위한 에너지를 공급하고, 상기 가열을 위한 에너지를 수신받은 가열 장치에 의해 상기 강관의 표면을 가열하여 상기 강관의 표면에 점착된 압연유를 활성화시키는 것일 수 있다.
- [0029] 상기 강관의 표면을 가열하는 것은, 상기 가열 장치에 의해 가열되는 강관의 표면 온도가 환경 조건에 상관 없이 목표 온도로 일정해지도록, 상기 에너지 공급 장치에 의해, 표면 온도 측정 센서에서 더 측정된 강관의 표면 온도에 기초하여 상기 가열 장치에 상기 목표 온도에 대응하는 가열을 위한 에너지를 더 공급하는 것일 수 있다.
- [0030] 상기 강관의 표면을 가열하는 것은, 가열 장치 위치 제어계에 의해, 강관 지지물 위치 조절 설비의 강관 지지물 위치 제어계로부터 수신받은 강관 지지물의 위치와 간격 측정 센서에서 더 측정된 가열 장치와 강관의 간격에 기초하여 상기 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 가열 장치의 위치를 조절하는 위치 조절 장치를 제어하는 것일 수 있다.
- [0031] 상기 강관의 표면을 가열하는 것은, 가열 장치 위치 제어계에 의해, 상기 강관의 상부 또는 하부에 마련된 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 위치 조절 장치를 각각 제어하거나, 상기 강관의 상부와 하부 모두에 마련된 가열 장치의 위치를 조절하도록 상기 위치 조절 장치를 동시에 제어하는 것일 수 있다.
- [0032] 상기 강관의 표면을 가열하는 것은, 가열 장치 위치 제어계에 의해, 상기 강관 지지물의 위치에 따라 상기 가열 장치의 높이와 회전 각도를 결정하는 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0033] 개시된 발명의 일 측면에 따르면, 자구가 줄어들어 자속 밀도가 개선될 수 있는 전기 강관의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공할 수 있다.
- [0034] 개시된 발명의 다른 측면에 따르면, 강관의 표면에 떨어진 이물질을 제거하여 강관의 손상을 방지하고 이물질의

부착에 의한 철손 저하를 예방할 수 있는 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공할 수 있다.

- [0035] 개시된 발명의 또 다른 측면에 따르면, 레이저 빔의 조사시 강판의 홈 깊이를 깊게 생성시킬 수 있는 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공할 수 있다.
- [0036] 개시된 발명의 또 다른 측면에 따르면, 강판의 홈 깊이를 일정하게 유지하면서 레이저 빔의 출력을 조절할 수 있는 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공할 수 있다.
- [0037] 개시된 발명의 또 다른 측면에 따르면, 강판의 홈 깊이와 품질을 일정하게 유지하여 철손 개선율을 향상시킬 수 있는 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공할 수 있다.
- [0038] 개시된 발명의 또 다른 측면에 따르면, 강판의 목표 홈 깊이 생성을 위해 데이터를 정량화하여 최적의 레이저 빔의 출력을 선정할 수 있는 전기 강판의 자구 미세화 장치와 그 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1은 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치의 구성을 도시한다.
 도 2는 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에서 강판 가열 설비의 가열 미동작 상태를 도시한다.
 도 3은 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에서 강판 가열 설비의 가열 동작 상태를 도시한다.
 도 4는 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에서 가열 장치의 높이와 회전 각도를 결정하는 것을 도시한다.
 도 5는 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치의 자구 미세화 방법을 도시한다.
 도 6은 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에서 강판을 가열하는 방법을 도시한다.
 도 7은 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에서 레이저 빔에 의해 형성된 연속홈을 가진 강판을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 명세서가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 개시된 발명이 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '부, 모듈, 부재, 블록'이라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.
- [0041] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 간접적으로 연결되어 있는 경우를 포함하고, 간접적인 연결은 무선 통신망을 통해 연결되는 것을 포함한다.
- [0042] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0043] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상"에 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0044] 제 1, 제 2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0045] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0046] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다.
- [0047] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 개시된 발명의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.

- [0048] 도 1은 일 실시예에 의한 방향성 전기 강관의 자구 미세화 장치의 구성을 도시한다.
- [0049] 도 1을 참조하면, 방향성 전기 강관의 자구 미세화 장치는 강관(1)이 2m/s 이상의 고속으로 진행되더라도 안정적으로 영구 자구 미세화 처리를 수행한다. 방향성 전기 강관의 자구 미세화 장치는 사행 제어 설비, 장력 제어 설비, 강관 지지롤의 위치 조절 설비, 레이저 조사 설비, 레이저 룸, 후처리 설비를 포함할 수 있다.
- [0050] 사행 제어 설비는 강관(1)의 이동 방향을 전환하기 위한 스티어링 롤(Steering Roll)(2A, 2B), 강관(1)의 폭 중앙위치가 생산라인 중앙에서 벗어난 정도(사행량)를 측정하기 위한 사행 측정 센서(4), 사행 측정 센서(4)의 검출 신호를 연산하여 스티어링 롤(2A, 2B)의 축을 회전 및 이동시켜 강관(1)이 움직이는 방향을 조정하기 위한 강관 중앙 위치 제어계(Strip Center Position Control System)(3)를 포함할 수 있다. 사행 측정 센서(4)는 스티어링 롤(2B) 후단에 배치되어 스티어링 롤(2B)을 거친 강관(1)의 실제 사행량을 실시간으로 검출할 수 있다. 사행 제어 설비에 의해 강관(1)이 생산 라인의 중앙을 따라 좌우 치우침 없이 똑바로 이동될 수 있다.
- [0051] 사행 제어 설비는 레이저 조사에 의한 강관 표면 홈 형성 전 공정에서, 사행 측정 센서(4)에 의해 강관(1)의 사행량이 측정될 수 있다. 사행 측정 센서(4)에 의해 측정된 값은 강관 중앙 위치 제어계(3)로 출력되고, 강관 중앙 위치 제어계(3)는 사행 측정 센서(4)의 출력값을 연산하여 연산된 사행 정도에 따라 스티어링 롤(2A, 2B)의 축을 회전 및 이동시킬 수 있다. 이와 같이, 스티어링 롤(2A, 2B)이 회전 및 이동됨으로써, 스티어링 롤(2A, 2B)에 감겨져 이동되는 강관(1)의 움직이는 방향이 조정될 수 있다. 사행 제어 설비는 강관(1)의 사행량을 $\pm 1\text{mm}$ 이내로 제어할 수 있다.
- [0052] 장력 제어 설비는 강관(1)에 일정한 크기의 장력을 인가하면서 이동을 유도하는 텐션 브라이들 롤(Tension Bridle Roll: TBR)(5A, 5B), 텐션 브라이들 롤(5A, 5B)을 통과한 강관(1)의 장력을 측정하기 위한 강관 장력 측정 센서(7), 및 강관 장력 측정 센서(7)에 의하여 측정된 강관(1)의 장력에 따라 텐션 브라이들 롤(5A, 5B)의 속도를 조정하기 위한 강관 장력 제어계(6)를 포함할 수 있다. 강관 장력 측정 센서(7)는 텐션 브라이들 롤(5B) 후단에 배치되어 텐션 브라이들롤(5B)을 거쳐 장력이 부여된 강관(1)의 실제 장력을 실시간으로 측정할 수 있다. 강관(1)의 장력은 레이저 빔(16)의 위치에서의 강관(1)의 표면 형상을 평평하게 만들면서 너무 과도하여 강관(1)의 판파단이 발생되지 않도록 1~4kgf/mm² 범위에서 설정될 수 있다.
- [0053] 장력 제어 설비는 설정된 범위 내의 강관(1)의 장력으로 조업하기 위해, 강관 장력 측정 센서(7)에 의하여 측정된 강관(1)의 장력에 따라 강관 장력 제어계(6)에 의하여 텐션 브라이들 롤(5A, 5B)의 속도를 조정할 수 있다. 장력 제어 설비는 강관(1)의 장력 오차를 $\pm 1\%$ 이내가 되도록 제어할 수 있다. 장력 제어 설비를 통과한 강관(1)은 레이저룸(20)의 내부로 유입되어 강관 지지롤(9)의 위치 조절 설비와 레이저 조사 설비를 거쳐 영구 자구 미세화 가공된 후 레이저룸(20)의 외부로 빠져 나갈 수 있다.
- [0054] 레이저룸(20)은 내부 공간을 갖는 룸 구조물로, 내부에는 레이저 조사 설비와 강관 지지롤(9)의 위치 조절 설비를 수용하여 외부와 격리시킬 수 있다.
- [0055] 레이저룸(20)의 내부에는 레이저 조사 설비의 바로 아래쪽에 강관 지지롤(9)이 배치되고, 강관 지지롤(9)을 사이에 두고 양쪽에 각각 디플렉터롤(Deflector Roll)(8A, 8B)이 배치될 수 있다. 강관(1)의 이동 방향은 디플렉터 롤(8A, 8B)에 의하여 강관 지지롤(9)로 향하도록 전환될 수 있다. 강관(1)은 디플렉터 롤(8A)을 지나면서 강관 지지롤(9)쪽으로 이동 방향이 전환되어 강관 지지롤(9)에 접한 후 다시 디플렉터 롤(8B)쪽으로 방향이 전환되어 디플렉터 롤(8B)을 지나 이동될 수 있다. 디플렉터 롤(8B)에 의하여 강관(1)은 강관 지지롤(9)을 따라 원호 형태로 감겨져 강관 지지롤(9)에 면접촉되면서 지나갈 수 있다.
- [0056] 강관 지지롤 위치 조절 설비는 레이저 빔(16)의 조사 위치로 강관(1)을 지지하는 강관 지지롤(9), 강관(1)에 레이저 빔(16)의 조사시 발생하는 불꽃의 밝기를 측정하기 위한 휘도 측정 센서(10), 및 휘도 측정 센서(10)에 의하여 측정된 불꽃의 밝기에 따라 강관 지지롤(9)의 위치를 제어하기 위한 강관 지지롤 위치 제어계(12)를 포함할 수 있다. 강관 지지롤 위치 조절 설비는 강관 지지롤(9)에 의하여 레이저 빔(16)의 위치로 강관(1)을 지지하고, 레이저 강관 조사 효율이 높은 초점심도(Depth of Focus)내에 강관(1)이 위치하도록, 강관(1)에 레이저 빔(16)의 조사 시 발생하는 불꽃의 밝기가 가장 좋은 상태가 되게 강관 지지롤(9)의 위치를 전체적으로 상하로 조정할 수 있다.
- [0057] 강관 지지롤 위치 조절 설비는 레이저 조사 설비의 광학계(15)로부터 강관 표면 사이의 실제 거리를 측정하기 위한 거리 측정 센서(11)를 포함할 수 있다. 강관 지지롤 위치 제어계(12)는 휘도 측정 센서(10)로부터 검출된 불꽃의 밝기와 거리 측정 센서(11)로부터 실제 측정된 광학계(15)와 강관(1)의 표면간의 거리를 연산하여 강관 지지롤(9)의 위치를 보다 정밀하게 제어할 수 있다. 강관 지지롤(9)의 위치 제어 정밀도는 $\pm 10\mu\text{m}$ 이내로 관리

할 수 있다.

- [0058] 도 2는 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에서 강판 가열 설비의 가열 미동작 상태를 도시한다. 도 3은 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에서 강판 가열 설비의 가열 동작 상태를 도시한다.
- [0059] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 강판 가열 설비는 디플렉터 물(8A)에 의해 강판 지지롤(9)로 향하는 강판(1)의 표면을 가열할 수 있다. 강판 가열 설비는 강판 지지롤 위치 제어계(12)로부터 수신받은 강판 지지롤(9)의 위치가 레이저 빔(16)의 조사 위치(P)이면, 강판(1)의 표면을 가열할 수 있다.
- [0060] 강판 가열 설비는 강판(1)의 표면을 가열하여 강판(1)의 표면에 접촉된 압연유를 활성화시키는 가열 장치(33A, 33B)를 포함할 수 있다. 이러한, 가열 장치(33A, 33B)는 강판(1)의 표면에 열을 가감하여 강판(1)의 표면 온도를 조절함으로써, 강판(1)의 표면에 접촉된 압연유가 활성화되어 레이저 빔(16)의 조사시 강판(1)의 홈 깊이를 깊게 생성시킬 수 있고, 강판(1)의 홈 깊이를 일정하게 유지하면서 레이저 빔(16)의 출력을 조절할 수 있다. 또한, 가열 장치(33A, 33B)는 강판(1)의 표면을 가열함으로써, 레이저 빔(16)의 출력시에 출력량을 적게 조절할 수 있어, 용융철의 발생량과 비산량을 줄일 수 있다.
- [0061] 예를 들어, 가열 장치(33A, 33B)는 강판(1)의 상부 또는 하부에 마련되거나, 강판(1)의 상부와 하부 모두에 마련될 수 있다. 이하에서는 가열 장치(33A, 33B)가 강판(1)의 상부와 하부 모두에 마련되어 있는 것으로 도시하여 설명한다.
- [0062] 강판 가열 설비는 가열 장치(33A, 33B)에 전기적으로 연결되고, 가열 장치(33A, 33B)에 가열을 위한 에너지를 공급하는 에너지 공급 장치(37)를 포함할 수 있다. 에너지 공급 장치(37)는 가열 장치(33A, 33B)의 하부에 전기적으로 연결되어 가열 장치(33A, 33B)에 스팀을 이용한 열에너지를 공급할 수 있다. 열에너지의 공급은 전도, 대류, 복사등의 열전달 방법을 이용할 수 있다. 예를 들어, 에너지 공급 장치(37)는 가열 장치(33A, 33B)와 케이블에 의해 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0063] 강판 가열 설비는 가열 장치(33A, 33B)에 연결되고, 가열 장치(33A, 33B)의 위치를 조절하는 위치 조절부(34A, 34B)를 더 포함할 수 있다. 위치 조절부(34A, 34B)는 가열 장치(33A, 33B)의 개수에 대응하여 마련될 수 있다.
- [0064] 위치 조절부(34A, 34B)는 가열 장치(33A, 33B)의 외측에 장착되고, 가열 장치(33A, 33B)와 강판(1)의 간격을 측정하는 간격 측정 센서(34A5, 34B5)를 포함할 수 있다. 간격 측정 센서(34A5, 34B5)는 측정된 간격을 가열 장치 위치 제어계(32)로 전송할 수 있다.
- [0065] 위치 조절부(34A, 34B)는 가열 장치(33A, 33B)의 일측에 장착되고, 가열 장치(33A, 33B)의 위치를 조절하는 위치 조절 장치(34A1 내지 34A4, 34B1 내지 34B4)를 포함할 수 있다. 위치 조절 장치(34A1 내지 34A4, 34B1 내지 34B4)는 가열 장치(33A, 33B)의 하부에 회동 부재(34A4, 34B4)가 마련되고, 회동 부재(34A4, 34B4)에 축(34A2, 34B2)이 연결되고, 스프링(34A3, 34B3)과 축(34A2, 34B2) 결합된 모터(34A1, 34B1)를 포함할 수 있다. 회동 부재(34A4, 34B4)는 가열 장치 위치 제어계(32)로부터 회동 신호를 수신받아 가열 장치(33A, 33B)를 임의의 각도로 회전시킬 수 있다. 모터(34A1, 34B1)는 가열 장치 위치 제어계(32)로부터 구동 신호를 수신받아 일방향 또는 다른 방향으로 축(34A2, 34B2)에 결합된 스프링(34A3, 34B3)을 승강 운동 또는 하강 운동시켜 가열 장치(33A, 33B)를 임의의 높이로 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 모터(34A1, 34B1)는 레이저빔(20)의 임의의 내부 공간에 마련된 별도의 지지 부재에 설치될 수 있다.
- [0066] 위치 조절부(34A, 34B)는 위치 조절 장치(34A1, 34B1, 34A4, 34B4)에 연결되고, 강판 지지롤 위치 제어계(12)로부터 수신받은 강판 지지롤(9)의 위치와 간격 측정 센서(34A5, 34B5)에 의해 측정된 간격에 기초하여 가열 장치(33A, 33B)의 위치를 조절하도록 위치 조절 장치(34A1, 34B1, 34A4, 34B4)를 제어하는 가열 장치 위치 제어계(32)를 포함할 수 있다. 가열 장치 위치 제어계(32)는 강판(1)의 상부 또는 하부에 마련된 가열 장치(33A, 33B)의 위치를 조절하도록 위치 조절 장치(34A1, 34B1, 34A4, 34B4)를 각각 제어하거나, 강판(1)의 상부와 하부 모두에 마련된 가열 장치(33A, 33B)의 위치를 조절하도록 위치 조절 장치(34A1, 34B1, 34A4, 34B4)를 동시에 제어할 수 있다. 가열 장치 위치 제어계(32)는 회동 부재(34A4, 34B4)를 각각 제어하거나 동시에 제어하여 회동 부재(34A4, 34B4)에 의해 가열 장치(33A, 33B)를 임의의 각도로 회전시킬 수 있다. 가열 장치 위치 제어계(32)는 모터(34A1, 34B1)를 각각 제어하거나 동시에 제어하여 축(34A2, 34B2)에 결합된 스프링(34A3, 34B3)에 의해 가열 장치(33A, 33B)를 임의의 높이로 이동시킬 수 있다.
- [0067] 도 4는 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에서 가열 장치의 높이와 회전 각도를 결정하는

것을 도시한다.

- [0068] 도 4에 도시된 바와 같이, 가열 장치 위치 제어계(32)는 강판 지지롤(9)의 위치에 따라 가열 장치(33A, 33B)의 높이(TH1, TH2)와 회전 각도(T θ 1, T θ 2)를 결정할 수 있다. 가열 장치 위치 제어계(32)는 강판 지지롤 위치 제어계(12)로부터 수신받은 강판 지지롤(9)의 위치가 레이저 빔(16)의 조사 위치(P)이면, 간격 측정 센서(34A5, 34B5)로부터 수신받은 가열 장치(33A, 33B)와 강판(1)의 간격이 미리 정해진 목표 간격(TD1, TD2)이 되기 위한 가열 장치(33A, 33B)의 높이(TH1, TH2)를 결정하고, 결정된 높이(TH1, TH2)에 대한 구동 신호를 모터(34A1, 34B1)로 전송할 수 있다. 가열 장치 위치 제어계(32)는 가열 장치(33A, 33B)의 높이(TH1, TH2)가 결정되면, 강판(1)의 가열을 위한 가열 장치(33A, 33B)의 회전 각도(T θ 1, T θ 2)를 결정하고, 결정된 회전 각도(T θ 1, T θ 2)에 대한 회동 신호를 회동 부재(34A4, 34B4)로 전송할 수 있다.
- [0069] 강판 가열 설비는 가열 장치(33A, 33B)의 외측에 장착되어 강판(1)의 표면 온도를 측정하는 표면 온도 측정 센서(35A, 35B)를 더 포함할 수 있다. 에너지 공급 장치(37)는 가열 장치(33A, 33B)에 의해 가열되는 강판(1)의 표면 온도가 환경 조건에 상관 없이 목표 온도로 일정해지도록, 표면 온도 측정 센서(35A, 35B)에 의해 측정된 강판(1)의 표면 온도에 기초하여 가열 장치(33A, 33B)에 목표 온도에 대응하는 가열을 위한 에너지를 더 공급할 수 있다. 예를 들어, 환경 조건은 계절, 주야, 온습도 차이일 수 있다.
- [0070] 사행 제어 설비, 장력 제어 설비, 강판 지지롤 위치 조절 설비, 강판 가열 설비는 레이저 조사 설비에 의해 정밀하게 강판(1)에 레이저 홈을 형성시킬 수 있도록 레이저 빔(16)의 위치에서의 강판 조건을 만들어주는 역할을 한다. 레이저 빔(16)의 위치에서의 강판(1)은 강판 중앙 위치가 생산 라인의 중앙 위치에 있어야 하고 광학계(15)와의 거리가 설정된 값으로 유지되어야 한다.
- [0071] 레이저 조사 설비는 레이저 발진기 제어기(13), 연속파 레이저 빔(16)을 발진하기 위한 레이저 발진기(14), 광학계(15)를 포함할 수 있다.
- [0072] 강판(1)의 사행량이 과도하면, 강판(1)이 레이저 빔(16)의 위치에서 벗어나게 되어 강판 지지롤(9)에 레이저 빔(16)이 조사되면서 손상이 발생한다. 따라서, 강판 지지롤(9)의 손상을 방지하기 위해, 레이저 발진기 제어기(13)는 정상적인 작업 조건 하에서는 레이저 발진기(14)를 온(On) 상태로 하고 강판(1)의 사행량이 15mm 이상 발생되면 레이저 발진기(14)를 오프(Off) 상태로 할 수 있다.
- [0073] 레이저 발진기(14)와 광학계(15)는 레이저 빔(16)을 강판(1)의 표면에 조사하여 상부쪽, 하부쪽, 깊이가 각각 70 μ m 이내, 10 μ m 이내, 3 내지 30 μ m의 홈을 형성시킴과 동시에, 레이저 빔(16)의 조사 시 용융부의 홈 내부 벽면에 잔류시키는 재응고부가 생성되도록 강판(1)의 용융에 필요한 1.0 내지 5.0 J/mm² 범위내의 레이저 에너지 밀도를 강판(1)에 전달할 수 있다.
- [0074] 레이저 발진기(14)는 싱글 모드(Single mode) 연속파 레이저 빔(16)을 발진하여 광학계(15)에 전달할 수 있다. 광학계(15)는 전달된 레이저 빔(16)을 강판 표면에 조사할 수 있다.
- [0075] 광학계(15)는 레이저 빔(16)의 주사 속도를 제어하는 기능이 있어서 레이저 빔(16)의 조사선의 간격을 압연방향으로 2 내지 30 mm로 조절할 수 있다. 따라서, 광학계(15)는 레이저 빔(16)에 의한 열영향부(HAZ, Heat Affected Zone)의 영향을 최소화하고, 광학 미리 회전 기능에 의해 레이저 빔(16)의 조사선 각도를 강판(1)의 폭방향 기준 $\pm 4^\circ$ 범위에서 부여하여 홈 형성에 따른 자속 밀도 저하를 최소화할 수 있다.
- [0076] 레이저 조사 설비는 강판(1)에 레이저 빔(16)의 조사에 따라 생성된 흠(fume)과 스패터(spatter)를 제거하기 위한 용융철 제거 설비를 더 포함할 수 있다. 용융철 제거 설비는 강판(1)의 홈 내부로 압축 건조 공기를 분사하여 홈 내부에 잔존하는 용융철을 제거하는 에어 나이프(17), 흠과 용융철을 흡입하여 제거하는 집진 후드(19A, 19B)를 포함할 수 있다. 레이저 조사 설비는 에어 나이프(17)와 집진 후드(19A, 19B)를 통해 레이저 빔(16)의 조사시 생성된 흠이 제거되어 광학계 내부로 흠이 유입되는 것을 방지하고 용융철을 흠 밖으로 불어낼 수 있다. 에어 나이프(17)는 강판(1)의 홈 내부로 0.2kg/cm² 이상의 압력을 갖는 압축 건조 공기를 분사하여 홈 내부에 잔존하는 용융철을 제거할 수 있다. 에어 나이프(17)에 의해 제거된 흠과 스패터는 레이저 빔(16)의 위치 전후에 배치된 집진 후드(19A, 19B)에 의해 제거될 수 있다. 에어 나이프(17)는 레이저 빔(16)이 조사하는 부분에 공기를 분사할 수 있도록 각도와 초점이 조정될 수 있다.
- [0077] 레이저 조사 설비는 레이저 빔(16)의 반사광과 산란광과 복사열 및 직가열이 광학계(15)로 유입되는 것을 차단하는 차폐부(18)를 더 포함할 수 있다. 차폐부(18)는 강판(1)에 조사된 레이저 빔(16)의 반사와 산란에 의해 광학계(15)로 유입되는 반사광과 산란광을 차단함으로써, 반사광과 산란광과 복사열 및 직가열에 의해 광학계(1

5)가 가열되어 열변형되는 것을 방지할 수 있다. 차폐부(18)는 레이저 차폐 냉각 블럭일 수 있다.

- [0078] 레이저룸(20)은 강판 지지롤 위치 조절 설비와 레이저 조사 설비를 포함할 수 있고, 제어용 PLC(Programmable Logic Controller)와 HMI(Human Machine Interface) System 등을 더 포함할 수 있다. 레이저룸(20)은 이들의 원활한 구동을 위한 적절한 동작 환경을 제공할 수 있다. 강판(1)의 진행 방향을 따라 레이저룸(20)의 입측과 출측에는 각각 입구와 출구가 형성될 수 있다. 레이저룸(20)은 외부의 먼지 등에 의해 내부 공간이 오염되지 않도록 오염 물질 유입을 차단하는 시설을 구비할 수 있다.
- [0079] 이를 위해, 레이저룸(20)은 내부 압력을 외부보다 높이기 위한 양압장치(23)를 구비할 수 있다. 양압 장치(23)는 레이저룸(20)의 내부 압력을 외부 압력보다 상대적으로 높게 유지할 수 있다. 따라서 외부의 이물질이 레이저룸(20)의 내부로 유입되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 강판(1)이 출입되는 입구와 출구에는 에어 커튼(22A, 22B, 22C, 22D)이 설치될 수 있다. 에어 커튼(22A, 22B, 22C, 22D)은 강판(1)이 레이저룸(20)으로 들어오고 빠져나가는 통로인 입구와 출구에 공기를 분사하여 막을 형성함으로써, 입구와 출구를 통해 먼지 등이 유입되는 것을 차단할 수 있다. 또한, 레이저룸(20)의 내부 오염을 방지하기 위해, 레이저룸(20)의 출입구인 도어에는 샤워 부스(21)가 설치될 수 있다. 샤워 부스(21)는 레이저룸(20)으로 들어오는 출입자의 몸에 묻은 이물질을 제거할 수 있다.
- [0080] 레이저룸(20)은 실질적으로 레이저 빔(16)에 의한 강판 자구 미세화 공정이 진행되는 공간으로, 내부 환경의 변화를 최소화하고 적정 환경을 유지시킬 필요가 있다. 이를 위해, 레이저룸(20)은 레이저 조사 설비의 레이저 발전기(14)와 광학계(15) 등이 위치한 상부 공간을 강판(1)이 지나가는 하부 공간과 분리시키는 광학계 하부 프레임(24), 및 레이저룸(20)의 내부 온도와 내부 습도를 제어하는 항온항습제어기(25)를 포함할 수 있다.
- [0081] 광학계 하부 프레임(24)은 레이저 발전기(14)와 광학계(15)등의 주요 설비 동작 환경을 보다 철저히 관리할 수 있다. 광학계 하부 프레임(24)은 레이저룸(20)의 내부에서 강판(1)이 지나가는 광학계 하부 공간과 레이저 발전기(14)와 광학계 미러들이 위치한 광학계 상부 공간을 분리하도록 설치될 수 있다. 광학계 하부 프레임(24)에 의해 레이저룸(20)의 내부에서도 광학계 상부 공간이 별도로 분리되어 레이저 발전기(14)와 광학계(15)등의 주요 설비에 대한 오염 방지와 온도 및 습도 제어가 보다 용이해 질 수 있다.
- [0082] 항온항습제어기(25)는 레이저룸(20)의 내부 온도와 내부 습도를 조절하여 적정 환경을 제공할 수 있다. 항온항습제어기(25)는 레이저룸(20)의 내부 온도를 20 내지 25℃로 유지하고, 습도를 50% 이하로 유지할 수 있다. 레이저룸(20)의 내부 공간은 작업 환경에 적합한 온도와 습도로 계속 유지되어, 최적의 상태에서 강판(1)에 대해 영구 자구 미세화 공정이 진행될 수 있다. 따라서, 공정에 필요한 최적의 동작 환경하에서 고품질의 제품을 대량으로 생산할 수 있다.
- [0083] 후처리 설비는 강판(1)의 표면에 형성된 힐업(hill up)과 스패터(spatter)를 제거하도록 설치될 수 있다. 힐업과 스패터는 제품의 절연성과 점적률 저하의 원인이 되므로, 후처리 설비를 통해 완전히 제거함으로써 제품의 품질을 높일 수 있다.
- [0084] 후처리 설비는 강판(1)의 이동 방향을 따라 레이저룸(20)의 후단에 배치되어 강판(1)의 표면에 형성된 힐업과 스패터를 제거하는 브러쉬롤(26A, 26B)을 포함할 수 있다. 브러쉬롤(26A, 26B)은 구동 모터에 의해 고속으로 회전되며, 동작시 발생하는 구동 모터의 전류치를 설정된 목표치로 제어하는 모터 전류 제어계(27)와, 브러쉬롤(26A, 26B)과 강판(1)의 사이의 간격을 조절하여 제어하는 브러쉬 위치 제어계(28)에 의해 회전 속도와 강판(1)과의 간격이 제어될 수 있다. 브러쉬롤(26A, 26B)은 레이저 빔(16)에 의한 흠이 형성된 강판(1)의 일면에만 배치되거나, 강판(1)의 양면에 배치될 수 있다. 브러쉬롤(26A, 26B)은 강판(1)의 표면에 밀착되어 고속으로 회전하면서 강판(1)의 표면에 부착되어 있는 힐업과 스패터등을 제거할 수 있다. 집진 후드(19C)는 브러쉬롤(26A, 26B)에 근접하여 브러쉬롤(26A, 26B)에 의해 제거된 힐업과 스패터를 배출할 수 있다. 집진 후드(19C)는 브러쉬롤(26A, 26B)에 의해 강판(1)에서 떨어져나간 힐업과 스패터등의 용융철을 흡입하여 외부로 배출할 수 있다.
- [0085] 후처리 설비는 브러쉬롤(26A, 26B)의 후단에 배치되어 강판(1)을 알칼리용액과 전기분해반응시켜 강판(1)의 표면에 잔존하는 힐업과 스패터를 추가 제거하는 청정 유닛(29)과, 청정 유닛(29)에 연결되어 청정 유닛(29)의 알칼리용액 내에 포함된 이물질을 알칼리용액으로부터 걸러내기 위한 필터링부(30)를 더 포함할 수 있다. 강판(1)은 브러쉬롤(26A, 26B)을 거쳐 1차적으로 힐업과 스패터가 제거되고, 청정 유닛(29)을 지나면서 2차적으로 잔존 힐업과 스패터가 제거될 수 있다. 따라서, 강판(1)의 표면에 부착된 힐업과 스패터를 보다 완벽하게 제거하여 제품 품질을 높일 수 있다. 청정 유닛(29)은 내부에 알칼리용액이 채워지고, 일측에 필터링부(30)가 연결될 수 있다. 청정 유닛(29)을 통해 강판(1)을 처리함에 따라 내부 알칼리용액에 강판(1)에서 제거된 힐업과 스

패터가 누적되어, 강판(1)의 청정 성능이 떨어질 수 있다. 필터링부(30)는 청정 유닛(29)의 알칼리용액을 순환시키면서 알칼리용액에 포함되어 있는 힐업과 스패터를 제거할 수 있다. 필터링부(30)는 힐업과 스패터를 제거하여 알칼리용액의 철분 함유량을 500ppm 이하로 관리할 수 있다.

- [0086] 도 5는 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치의 자구 미세화 방법을 도시한다.
- [0087] 도 5를 참조하면, 자구 미세화 방법은 강판(1)이 2m/s 이상의 고속으로 진행되더라도 안정적으로 영구 자구 미세화 처리를 수행하기 위해, 사행 제어 단계, 장력 제어 단계, 강판 이동 방향 전환 단계, 강판 지지롤의 위치 조절 단계, 강판 가열 단계, 레이저 조사 단계, 용융철 제거 단계, 잔류 용융철 제거 단계, 잔류 용융철 추가 제거 단계를 포함할 수 있다.
- [0088] 사행 제어 단계는 강판(1)이 생산 라인 중앙을 따라 좌우로 치우침이 없이 똑바로 이동할 수 있다(510). 사행 제어 단계는 레이저 빔(16)의 조사에 의한 강판 표면 홈 형성 전 공정에서, 강판(1)의 전폭에 걸쳐서 홈을 형성하기 위해 홈 형성전 강판(1)의 폭 중앙위치가 생산라인 중앙에서 벗어난 사행량을 사행 측정센서(4)에 의하여 측정할 수 있다. 사행 제어 단계는 강판 중앙 위치 제어계(3)에 의하여, 사행 측정 센서(4)의 검출 신호를 연산하여 스티어링 롤(2A, 2B)의 축을 회전 및 이동시켜 강판(1)이 움직이는 방향을 조절할 수 있다. 사행 제어 단계는 사행 측정 센서(4)에 의하여 측정된 강판(1)의 사행량에 따라 스티어링 롤(2A, 2B)의 축을 회전 및 이동시켜 강판(1)이 움직이는 방향을 조정함으로써, 강판(1)의 사행량을 $\pm 1\text{mm}$ 이내로 제어할 수 있다.
- [0089] 장력 제어 단계는 강판(1)을 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되게 강판(1)에 장력을 부여할 수 있다(520). 장력 제어 단계는 1~4kgf/mm² 범위 내의 강판(1)의 장력으로 조업하기 위해, 텐션 브라이들 롤(5A, 5B)에 의하여 강판(1)에 일정한 크기의 장력을 인가할 수 있다. 장력 제어 단계는 강판(1)의 장력을 장력 측정 센서(7)에 의하여 측정할 수 있다. 장력 제어 단계는 강판 장력 측정 센서(7)에 의하여 측정된 강판(1)의 장력에 따라 텐션 브라이들 롤(5A, 5B)의 속도를 강판 장력 제어계(6)에 의하여 조절할 수 있다. 장력 제어 단계는 강판 장력 측정 센서(7)에 의하여 측정된 강판(1)의 장력에 따라 텐션 브라이들 롤(5A, 5B)의 속도를 조정하여 강판(1)의 장력 오차를 $\pm 1\%$ 이내로 제어할 수 있다.
- [0090] 강판 이동 방향 전환 단계는 디플렉터 롤(8A, 8B)에 의해 강판(1)을 강판 지지롤(9)로 향하도록 강판(1)의 이동 방향을 전환할 수 있다(530). 강판(1)은 디플렉터 롤(8A)을 지나면서 강판 지지롤(9)쪽으로 이동 방향이 전환되어 강판 지지롤(9)에 접한 후 다시 디플렉터 롤(8B)쪽으로 방향이 전환되어 디플렉터 롤(8B)을 지나 이동될 수 있다. 디플렉터 롤(8B)에 의하여 강판(1)은 강판 지지롤(9)을 따라 원호 형태로 감겨져 강판 지지롤(9)에 면접 축되면서 지나갈 수 있다.
- [0091] 강판 지지롤 위치 조절 단계는 강판(1)을 지지하면서 지정된 강판(1)의 상하 방향 위치를 제어할 수 있다(540). 강판 지지롤 위치 조절 단계는 강판 지지롤(9)에 의하여 레이저 빔(16)의 위치로 강판(1)을 지지하고, 레이저 강판 조사 효율이 높은 초점심도내에 강판(1)이 위치하도록, 강판(1)에 레이저 빔(16)의 조사 시 발생하는 불꽃의 밝기가 가장 좋은 상태가 되게 강판 지지롤(9)의 위치를 전체적으로 상하로 조절할 수 있다. 강판 지지롤 위치 조절 단계는 강판 지지롤 위치 제어계(12)에 의하여, 휘도 측정 센서(10)로부터 검출된 불꽃의 밝기와 거리 측정 센서(11)로부터 실제 측정된 광학계(15)와 강판(1)의 표면간의 거리를 연산하여 강판 지지롤(9)의 위치 제어 정밀도를 $\pm 10\mu\text{m}$ 이내로 제어할 수 있다.
- [0092] 강판 가열 단계는 강판 지지롤(9)에 의해 위치 조절된 강판(1)의 표면을 가열할 수 있다(550). 강판 가열 단계는 강판 지지롤 위치 조절 설비의 강판 지지롤 위치 제어계(12)로부터 수신받은 강판 지지롤(9)의 위치가 레이저 빔(16)의 조사 위치(P, 도 3 참조)이면, 강판(1)의 표면을 가열할 수 있다. 강판 가열 단계는 에너지 공급 장치(37)에 의해 가열 장치(33A, 33B)에 가열을 위한 에너지를 공급하고, 가열을 위한 에너지를 수신받은 가열 장치(33A, 33B)에 의해 강판(1)의 표면을 가열하여 강판(1)의 표면에 점착된 압연유를 활성화시킬 수 있다. 가열 장치(33A, 33B)는 강판(1)의 표면에 열을 가감하여 강판(1)의 표면 온도를 조절함으로써, 강판(1)의 표면에 점착된 압연유가 활성화되어 레이저 빔(16)의 조사시 강판(1)의 홈 깊이를 깊게 생성시킬 수 있고, 강판(1)의 홈 깊이를 일정하게 유지하면서 레이저 빔(16)의 출력을 조절할 수 있다. 가열 장치(33A, 33B)는 강판(1)의 표면을 가열함으로써, 레이저 빔(16)의 출력시에 출력량을 적게 조절할 수 있어, 용융철의 발생량과 비산량을 줄일 수 있다.
- [0093] 강판 가열 단계는 가열 장치(33A, 33B)에 의해 가열되는 강판(1)의 표면 온도가 환경 조건에 상관 없이 목표 온도로 일정해지도록, 에너지 공급 장치(37)에 의해, 표면 온도 측정 센서(35A, 35B)에서 더 측정된 강판(1)의 표면 온도에 기초하여 가열 장치(33A, 33B)에 목표 온도에 대응하는 가열을 위한 에너지를 더 공급할 수 있다.

- [0094] 도 6은 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에서 강판을 가열하는 방법을 도시한다.
- [0095] 도 6을 참조하면, 강판 가열 단계는 가열 장치 위치 제어계(32)에 의해, 강판 지지롤(9)의 위치가 레이저 빔(16)의 조사 위치(P, 도 3 참조)이면, 강판 지지롤(9)의 위치를 강판 지지롤 위치 제어계(12)로부터 더 수신받을 수 있다(551).
- [0096] 강판 가열 단계는 가열 장치 위치 제어계(32)에 의해, 가열 장치(33A, 33B)와 강판(1)의 간격을 간격 측정 센서(34A5, 34B5)로부터 더 수신받을 수 있다(552).
- [0097] 강판 가열 단계는 가열 장치 위치 제어계(32)에 의해, 강판 지지롤(9)의 위치와 가열 장치(33A, 33B)와 강판(1)의 간격에 기초하여 가열 장치(33A, 33B)의 위치를 조절하도록 가열 장치(33A, 33B)의 위치를 조절하는 위치 조절 장치(34A1, 34B1, 34A4, 34B4)를 제어할 수 있다(553). 가열 장치 위치 제어계(32)는 강판(1)의 상부 또는 하부에 마련된 가열 장치(33A, 33B)의 위치를 조절하도록 위치 조절 장치(34A1, 34B1, 34A4, 34B4)를 각각 제어하거나, 강판(1)의 상부와 하부 모두에 마련된 가열 장치(33A, 33B)의 위치를 조절하도록 위치 조절 장치(34A1, 34B1, 34A4, 34B4)를 동시에 제어할 수 있다. 가열 장치 위치 제어계(32)는 회동 부재(34A4, 34B4)를 각각 제어하거나 동시에 제어하여 회동 부재(34A4, 34B4)에 의해 가열 장치(33A, 33B)를 임의의 각도로 회전시킬 수 있다. 가열 장치 위치 제어계(32)는 모터(34A1, 34B1)를 각각 제어하거나 동시에 제어하여 축(34A2, 34B2)에 결합된 스프링(34A3, 34B3)에 의해 가열 장치(33A, 33B)를 임의의 높이로 이동시킬 수 있다.
- [0098] 강판 가열 단계는 가열 장치 위치 제어계(32)에 의해, 강판 지지롤(9)의 위치에 따라 가열 장치(33A, 33B)의 높이(TH1, TH2)와 회전 각도(T θ 1, T θ 2)를 결정할 수 있다. 가열 장치 위치 제어계(32)는 강판 지지롤(9)의 위치가 레이저 빔(16)의 조사 위치(P)이면, 가열 장치(33A, 33B)와 강판(1)의 간격이 미리 정해진 목표 간격(TD1, TD2)이 되기 위한 가열 장치(33A, 33B)의 높이(TH1, TH2)를 결정하고, 결정된 높이(TH1, TH2)에 대한 구동 신호를 모터(34A1, 34B1)로 전송할 수 있다. 가열 장치 위치 제어계(32)는 가열 장치(33A, 33B)의 높이(TH1, TH2)가 결정되면, 강판(1)의 가열을 위한 가열 장치(33A, 33B)의 회전 각도(T θ 1, T θ 2)를 결정하고, 결정된 회전 각도(T θ 1, T θ 2)에 대한 회동 신호를 회동 부재(34A4, 34B4)로 전송할 수 있다. 모터(34A1, 34B1)는 구동 신호에 응답하여 축(34A2, 34B2)에 결합된 스프링(34A3, 34B3)을 이동시켜 가열 장치(33A, 33B)를 결정된 높이(TH1, TH2)로 이동시킬 수 있다. 회동 부재(34A4, 34B4)는 회동 신호에 응답하여 가열 장치(33A, 33B)를 결정된 회전 각도(T θ 1, T θ 2)로 회전시킬 수 있다.
- [0099] 강판 가열 단계는 강판(1)의 표면을 가열할 수 있다(554). 강판 가열 단계는 레이저 조사 단계 전에, 가열 장치(33A, 33B)에 의해, 강판(1)의 표면에 열을 가감하여 강판(1)의 표면 전체 온도를 균일하게 높임으로써, 강판(1)의 표면에 점착된 압연유가 활성화되어 레이저 빔(16)의 조사시 강판(1)의 홈 깊이를 깊게 생성시킬 수 있고, 강판(1)의 홈 깊이를 일정하게 유지하면서 레이저 빔(16)의 출력을 조절할 수 있다. 가열 장치(33A, 33B)는 레이저 빔(16)의 출력시에 출력량을 적게 조절할 수 있어, 용융철의 발생량과 비산량을 줄일 수 있다.
- [0100] 레이저 조사 단계는 레이저 빔(16)을 조사하여 강판(1)을 용융시켜 강판(1)의 표면에 홈을 형성할 수 있다(560). 레이저 조사 단계는 레이저 발진기 제어기(13)에 의하여, 정상적인 작업조건 하에서는 레이저 빔(16)을 발진하는 레이저 발진기(13)를 온(On) 상태로 하고 강판(1)의 사행량이 15mm 이상 발생되면 레이저 발진기(13)를 오프(Off) 상태로 할 수 있다. 레이저 조사 단계는 레이저 발진기(14)에 의하여 조사된 레이저 빔(16)을 전달받은 광학계(15)에 의하여, 강판(1)의 표면에 조사하여 상부폭, 하부폭과 깊이가 각각 70 μ m 이내, 10 μ m 이내, 3 내지 30 μ m의 홈을 형성시킴과 동시에 레이저 빔(16)의 조사 시 용융부의 홈 내부 벽면에 잔류시키는 재응고부가 생성되도록, 강판(1)의 용융에 필요한 1.0 내지 5.0 J/mm² 범위내의 레이저 에너지 밀도를 강판(1)에 전달할 수 있다. 레이저 조사 단계는 레이저 발진기(14)에 의하여 싱글 모드 연속파 레이저 빔(16)을 발진하여 광학계(15)에 전달하고, 광학계(15)에 의하여 레이저 빔(16)을 강판(1)의 표면에 조사할 수 있다. 레이저 조사 단계는 광학계(15)에 의하여 레이저 빔(16)의 주사 속도를 제어하여 레이저 빔(16)의 조사선(31)의 간격을 압연 방향으로 2 내지 30 mm로 조정할 수 있다.
- [0101] 도 7은 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치에서 레이저 빔에 의해 형성된 연속홈을 가진 강판을 도시한다.
- [0102] 도 7에 도시된 바와 같이, 조사선(31)은 레이저 빔(16)에 의해 홈 형태로 파여져 강판(1)의 표면에 연속적으로 형성될 수 있다.
- [0103] [표 1]은 레이저 빔(16)의 조사에 의해 0.27mm 두께의 강판(1)의 표면에 형성된 홈에 의한 방향성 전기 강판의 철손 개선율을 나타내고 있다. [표 1]에 도시된 바와 같이, 일 실시예에 의한 방향성 전기 강판의 자구 미세화

장치를 통해 영구 자구 미세화 처리된 강판(1)에 있어서, 레이저 빔(16)의 조사 후의 결과와, 강판 가열 단계를 통해 열처리한 후의 결과 모두 철손이 개선됨을 확인할 수 있다.

[0104] [표 1]

철손 개선율(%)	
조사후	열처리후
9.7	11.8
9.9	13.3
11.5	13.8
8.7	11.8
8.9	12.2
8.8	11.9

[0105]

[0106] 용융철 제거 단계는 레이저 빔(16)의 조사에 의하여 강판(1)의 표면에 발생된 용융철을 제거할 수 있다(570). 용융철 제거 단계는 레이저 빔(16)의 조사에 의하여 강판(1)의 표면에 발생된 용융철을 불어내어 강판(1)의 표면에 흠의 모양을 형성하기 위하여, 에어 나이프(17)에 의하여 강판(1)의 표면에 공기를 분사할 수 있다. 용융철 제거 단계는 에어 나이프(17)의 공기 분사에 의하여 강판(1)의 표면으로부터 분리된 용융철을 집진 후드(19A, 19B)에 의하여 집진할 수 있다.

[0107] 잔류 용융철 제거 단계는 강판(1)의 표면 흠 주위에 잔류되어 고화되어 있는 용융철(Hill up & Spatter)을 제거할 수 있다(580). 잔류 용융철 제거 단계는 구동 모터에 의하여 브러쉬롤(26A, 26B)이 고속으로 회전하면서 강판(1)의 표면에 부착되어 있는 힐업과 스패터등을 제거할 수 있고, 모터 전류 제어계(27)에 의하여 구동 모터의 전류치를 설정된 목표치로 제어하고, 브러쉬 위치 제어계(28)에 의하여 브러쉬롤(26A, 26B)과 강판(1)의 사이의 간격을 조절할 수 있다. 잔류 용융철 제거 단계는 브러쉬롤(26A, 26B)에 의해 강판(1)에서 떨어져나간 힐업과 스패터등의 용융철을 집진 후드(19C)에 의하여 흡입하여 외부로 배출할 수 있다.

[0108] 잔류 용융철 추가 제거 단계는 강판(1)의 표면에 잔존하는 힐업과 스패터등의 용융철을 추가 제거할 수 있다(590). 잔류 용융철 추가 제거 단계는 청정 유닛(29)에 의하여 강판(1)을 알칼리용액과 전기분해반응시켜 강판(1)의 표면에 잔존하는 힐업과 스패터등의 용융철을 추가 제거하고, 필터링부(30)에 의하여 청정 유닛(29)의 알칼리용액 내에 포함된 이물질질을 알칼리용액으로부터 걸러낼 수 있다. 잔류 용융철 추가 제거 단계는 필터링부(30)에 의하여 힐업과 스패터등의 용융철을 제거하여 알칼리용액의 철분 함유량을 500ppm 이하로 관리할 수 있다.

[0109] 잔류 용융철 추가 제거 단계 이후에, 힐업과 스패터등의 용융철이 제거된 강판(1)은 후공정으로 이송될 수 있다.

[0110] 이상과 같이, 일 실시예에 따른 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치는 강판(1)이 2m/s 이상의 고속으로 진행되더라도 안정적으로 강판(1)에 길이 방향으로 3 내지 30mm 간격마다 상부폭, 하부폭과 깊이가 각각 70 μm 이내, 10 μm 이내, 3 내지 30 μm의 흠을 형성시킬 수가 있으므로, 1차 재결정전 전기 강판을 제작할 수 있을 뿐만 아니라 2차 재결정후 혹은 절연 코팅후 전기 강판의 열처리 전·후의 철손 개선율을 각각 5% 이상, 10% 이상 확보할 수 있는 장점을 갖고 있어 열처리를 필요로 하는 권철심 변압기용 철심과 열처리를 필요로 하지 않는 적철심 변압기용 철심을 제작할 수 있다.

[0111] 또한, 일 실시예에 따른 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치는 강판(1)의 폭 방향, 길이 방향으로 레이저 빔(16)의 조사시 레이저 빔(16)의 단독 조사나 병행 조사에 의해 강판(1)에 레이저 흠 또는 점, 조사선이 생성되어 강판(1)에 응력(스트레스)이 가해지고 자구가 줄어들어 자속 밀도가 개선될 수 있다.

[0112] 또한, 일 실시예에 따른 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치는 레이저 빔(16)의 조사에 의한 흠 가공시 강판(1)의 표면에 떨어진 이물질질을 제거하여 강판(1)의 손상을 방지하고 이물질질의 부착에 의한 철손 저하를 예방할 수 있다.

[0113] 또한, 일 실시예에 따른 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치는 레이저 빔(16)의 조사 전단에서 강판(1)의 표면에 열을 가감하여 강판(1)의 표면 온도를 조절함으로써, 강판(1)의 표면에 점착된 압연유가 활성화되어 레이저 빔(16)의 조사시 강판(1)의 홈 깊이를 깊게 생성시킬 수 있고, 강판(1)의 홈 깊이를 일정하게 유지하면서 레이저 빔(16)의 출력을 조절할 수 있다.

[0114] 또한, 일 실시예에 따른 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치는 계절별, 주야간, 온습도등 환경 조건별 온도 차이에 무관하게 강판(1)의 표면 온도를 일정하게 조정함으로써, 강판(1)의 홈 깊이와 품질을 일정하게 유지하여 철손 개선율을 향상시키고, 강판(1)의 목표 홈 깊이 생성을 위해 데이터를 정량화하여 최적의 레이저 빔(16)의 출력을 선정할 수 있다.

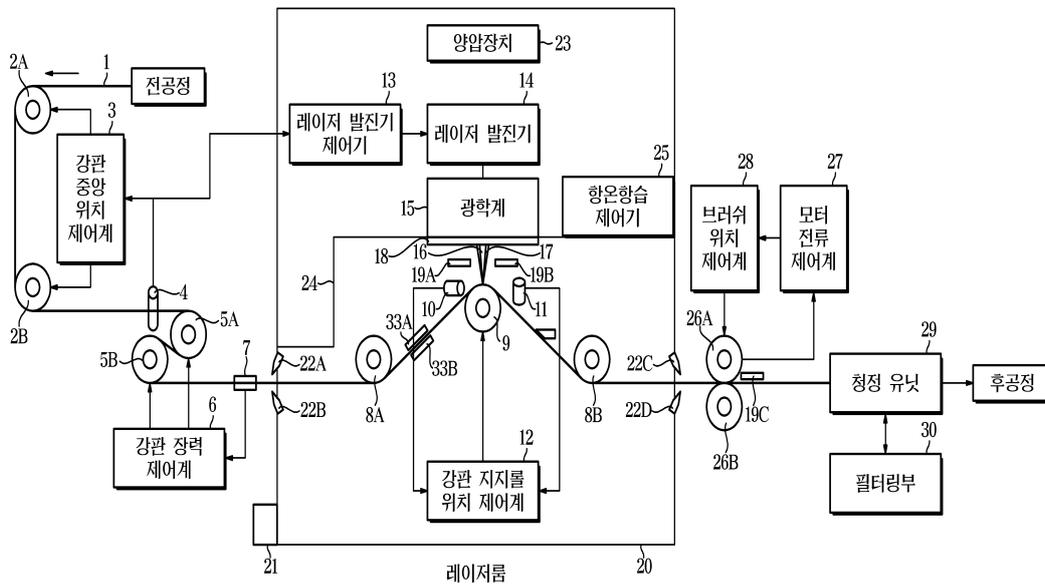
[0115] 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 발명이 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

부호의 설명

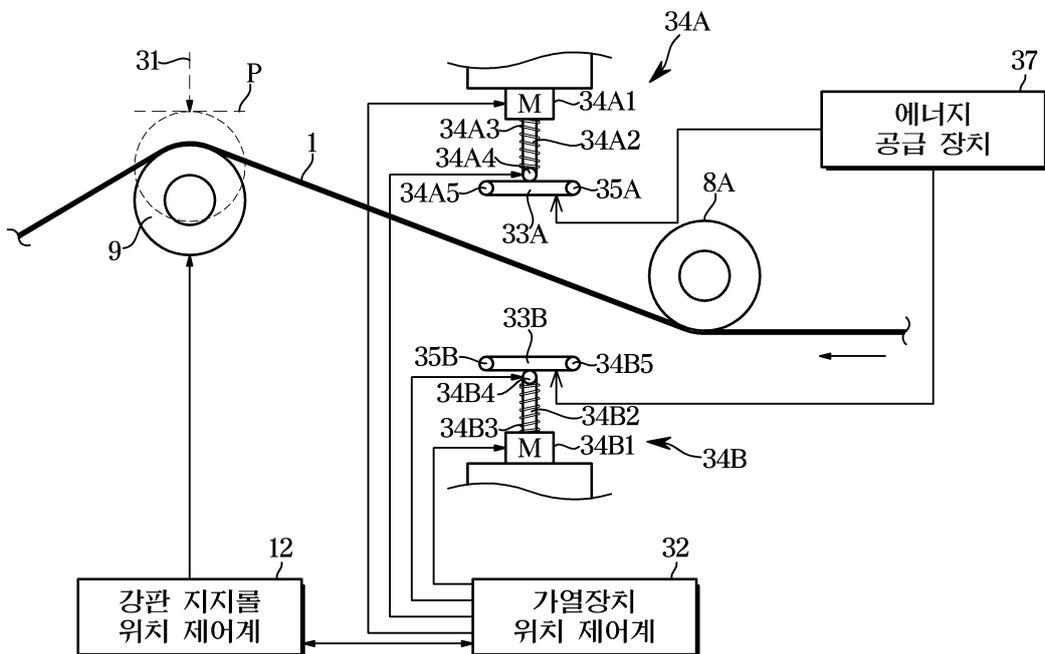
- | | | |
|--------|----------------------|---------------------------|
| [0116] | 1: 강판 | 2A, 2B: 스티어링 롤 |
| | 3: 강판 중앙 위치 제어계 | 4: 사행 측정 센서 |
| | 5A, 5B: 텐션 브라이들롤 | 6: 강판 장력 제어계 |
| | 7: 강판 장력 측정 센서 | 8A, 8B: 디플렉터 롤 |
| | 9: 강판 지지롤 | 10: 휘도 측정 센서 |
| | 11: 거리 측정 센서 | 12: 강판 지지롤 위치 제어계 |
| | 13: 레이저 발진기 제어기 | 14: 레이저 발진기 |
| | 15: 광학계 | 16: 레이저 빔 |
| | 17: 에어 나이프 | 18: 차폐부 |
| | 19A, 19B, 19C: 집진 후드 | 20: 레이저룸 |
| | 21: 샤워 부스 | 22A, 22B, 22C, 22D: 에어 커튼 |
| | 23: 양압 장치 | 24: 광학계 하부 프레임 |
| | 25: 향온 향습 제어기 | 26A, 26B: 브러쉬롤 |
| | 27: 모터 전류 제어계 | 28: 브러쉬 위치 제어계 |
| | 29: 청정 유닛 | 30: 필터링부 |
| | 31: 조사선 | 32: 가열 장치 위치 제어계 |
| | 33A, 33B: 가열 장치 | 34A, 34B: 위치 조절부 |
| | 34A5, 34B5: 간격 측정 센서 | 35A, 35B: 표면 온도 측정 센서 |
| | 37: 에너지 공급 장치 | |

도면

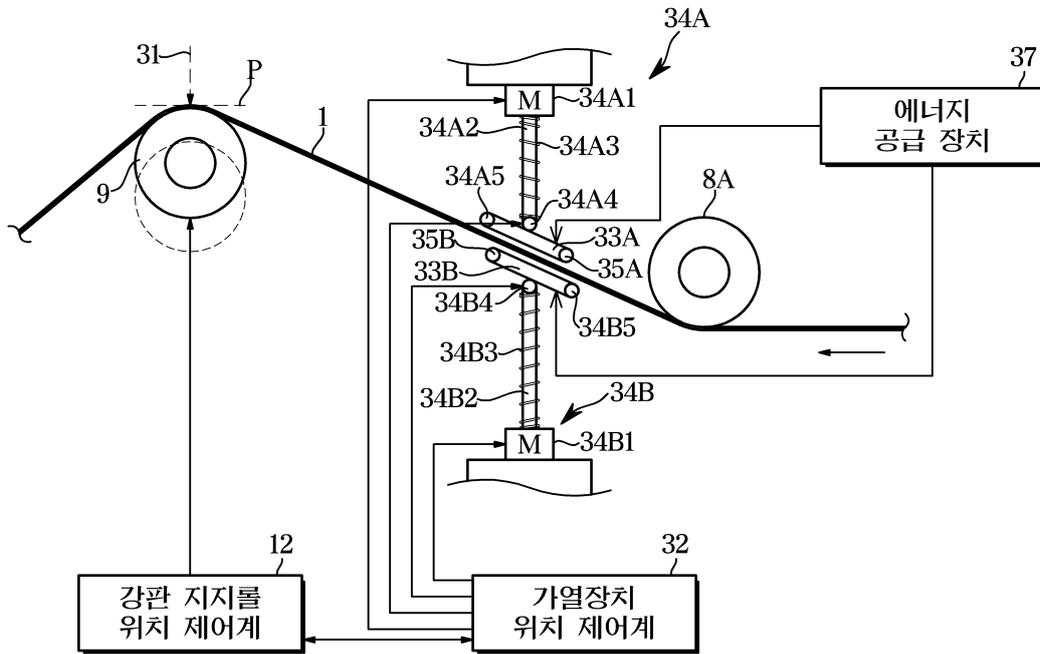
도면1



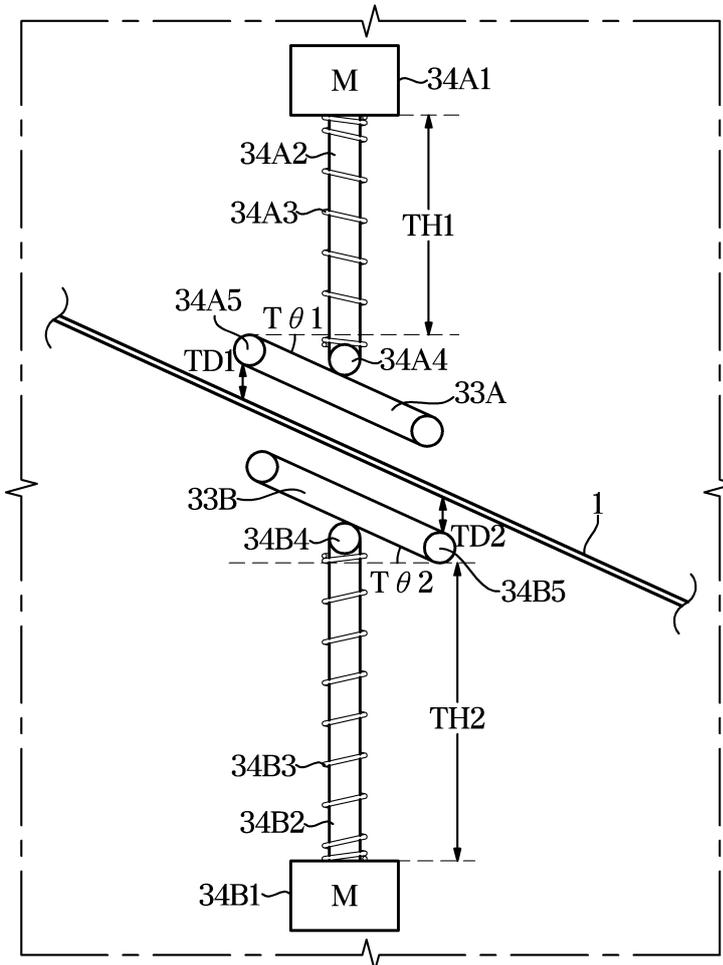
도면2



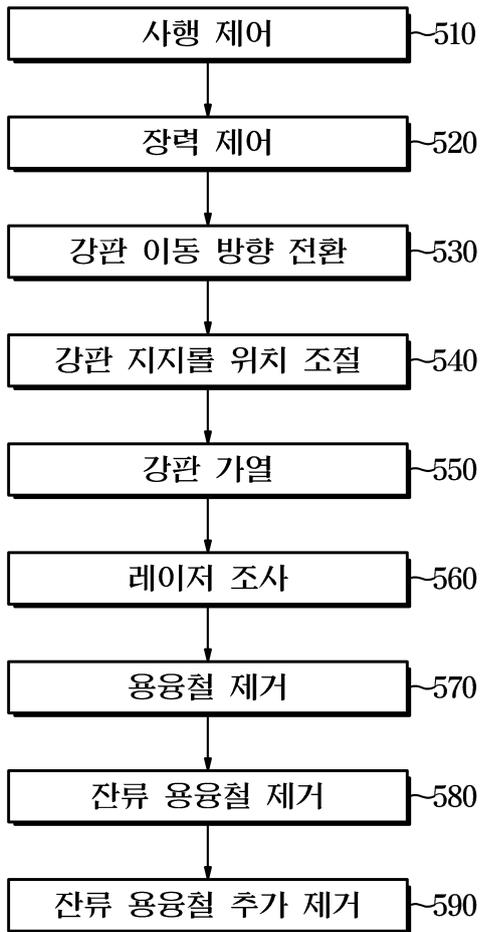
도면3



도면4



도면5



도면6



도면7

