



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0072273
(43) 공개일자 2020년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C21D 10/00 (2006.01) B23K 26/06 (2014.01)

B23K 26/364 (2014.01) C21D 8/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C21D 10/005 (2013.01)

B23K 26/0643 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0160265

(22) 출원일자 2018년12월12일

심사청구일자 2018년12월12일

(71) 출원인

주식회사 포스코

경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)

(72) 발명자

민기영

경북 포항시 남구 지곡로379번길 11-20, 56호(지곡동, 스틸하우스)

박세민

경북 포항시 남구 동해안로 6261, 동춘생활관 1동 534호 (괴동동, 포스코본사)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

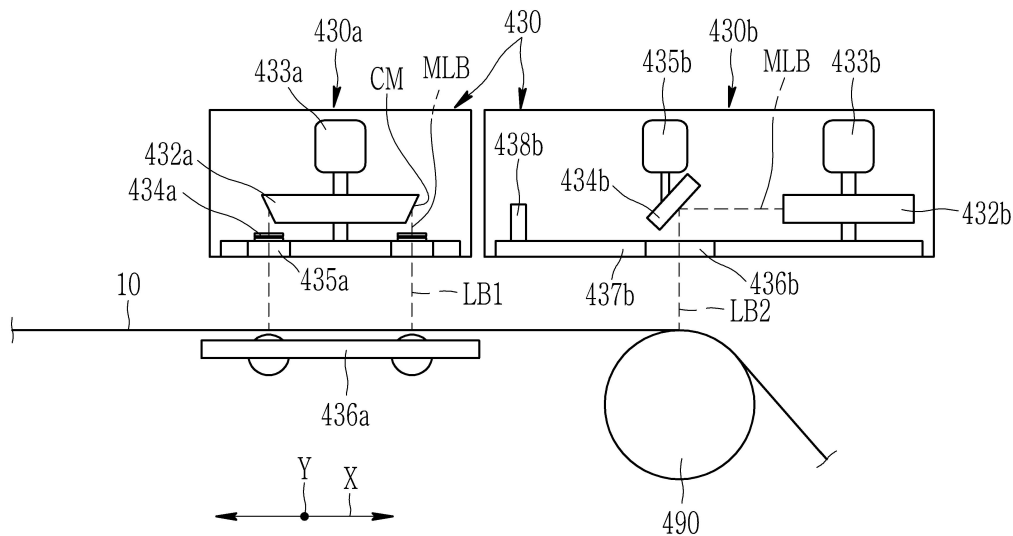
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치 및 방향성 전기강판

(57) 요약

방향성 전기강판의 자구 미세화 장치는 제1 방향으로 이동하는 강판에 제1 레이저 빔을 조사하여 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 점 형태로 연장된 제1 자구 미세화 패턴을 형성하는 제1 광학계, 및 상기 제1 광학계와 이웃하며 상기 강판에 제2 레이저 빔을 조사하여 상기 제2 방향으로 선 형태로 연장된 제2 자구 미세화 패턴을 형성하는 제2 광학계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B23K 26/364 (2015.10)

C21D 8/1277 (2013.01)

(72) 발명자

홍성철

서울특별시 노원구 노원로 564, 1025동 1104호(상계동, 상계주공10단지아파트)

강정문

경상북도 포항시 남구 행복길 105, 8동 206호(대잠동, 화목아파트)

김창호

경상북도 포항시 남구 지곡로 294, 211동 103호(지곡동, 효자그린아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 방향으로 이동하는 강판에 제1 레이저 빔을 조사하여 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 점 형태로 연장된 제1 자구 미세화 패턴을 형성하는 제1 광학계; 및

상기 제1 광학계와 이웃하며, 상기 강판에 제2 레이저 빔을 조사하여 상기 제2 방향으로 선 형태로 연장된 제2 자구 미세화 패턴을 형성하는 제2 광학계

를 포함하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치.

청구항 2

제1항에서,

상기 제1 자구 미세화 패턴은 상기 제1 방향으로 상기 제2 자구 미세화 패턴과 이웃하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치.

청구항 3

제1항에서,

상기 제1 광학계 및 상기 제2 광학계로 레이저 빔을 발진하는 레이저 발진기를 더 포함하며,

상기 제1 광학계는 상기 레이저 빔을 상기 제1 레이저 빔으로 변환하며,

상기 제2 광학계는 상기 레이저 빔을 상기 제2 레이저 빔으로 변환하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치.

청구항 4

제3항에서,

상기 제1 광학계는,

상기 레이저 빔을 상기 강판 방향으로 반사하여 상기 제2 방향으로 스캔하는 제1 폴리곤 미러; 및

상기 제1 폴리곤 미러에 반사된 상기 레이저 빔의 경로 상에 위치하며, 상기 제2 방향으로 스캔되는 상기 레이저 빔의 일부를 차단하여 상기 제1 레이저 빔으로 변환하는 분배 스크린

을 포함하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치.

청구항 5

제4항에서,

상기 제1 폴리곤 미러는 상기 레이저 빔을 반사하는 오목 형태의 미러를 포함하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치.

청구항 6

제4항에서,

상기 제1 광학계는,

상기 제1 레이저 빔이 조사되는 상기 강판의 배면을 지지하는 롤러 플레이트를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치.

청구항 7

제3항에서,

상기 제2 광학계는,

상기 레이저 빔을 수평 방향으로 반사하여 스캔하는 제2 폴리곤 미러; 및

상기 제2 폴리곤 미러에 반사된 상기 레이저 빔의 경로 상에 위치하며, 상기 수평 방향으로 스캔되는 상기 레이저 빔을 상기 강판 방향으로 반사하여 상기 제2 레이저 빔으로 변환하는 집광 미러

를 포함하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치.

청구항 8

제7항에서,

상기 제2 레이저 빔이 조사되는 상기 강판의 배면을 지지하는 강판 지지 롤을 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치.

청구항 9

제1항에서,

상기 제1 광학계 및 상기 제2 광학계를 수용하는 레이저 룸;

상기 강판의 중앙을 제어하는 강판 중앙 제어부; 및

상기 강판 중앙 제어부와 상기 레이저 룸 사이에 위치하며, 상기 강판의 장력을 제어하는 강판 장력 제어부를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치.

청구항 10

강판;

상기 강판에 홈 형태로 위치하며, 제2 방향으로 점 형태로 연장되어 상기 제2 방향과 교차하는 제1 방향으로 이격된 복수의 제1 자구 미세화 패턴들; 및

상기 강판에 홈 형태로 위치하며, 상기 제2 방향으로 선 형태로 연장되어 상기 제1 방향으로 이격된 복수의 제2 자구 미세화 패턴들

을 포함하는 방향성 전기강판.

청구항 11

제10항에서,

상기 복수의 제1 자구 미세화 패턴들 각각은 상기 제1 방향으로 상기 복수의 제2 자구 미세화 패턴들 사이에 위치하는 방향성 전기강판.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 기재는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치 및 방향성 전기강판에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치는 방향성 전기강판에 자구를 미세화하여 방향성 전기강판의 절손을 최소화하는 장치이다.

[0003] 최근, 레이저 빔을 이용하여 방향성 전기강판에 홈 형태의 자구 미세화 패턴을 형성하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치가 이용되고 있다.

[0004] 종래의 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치는 레이저 빔을 이용하여 방향성 전기강판에 일 방향으로 연장된 선

형태의 자구 미세화 패턴을 형성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 일 실시예는, 레이저 빔을 이용하여 방향성 전기강판에 서로 다른 형태의 자구 미세화 패턴들을 형성함으로써, 방향성 전기강판에 응력을 가해 방향성 전기강판의 철손 상승을 방지하는 동시에 방향성 전기강판의 자속밀도 저하를 방지하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치를 제공하고자 한다.
- [0006] 또한, 서로 다른 형태의 자구 미세화 패턴들을 포함함으로써, 방향성 전기강판 자체에 응력이 가해져 철손 상승이 방지되는 동시에 자속밀도 저하가 방지된 방향성 전기강판을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 일 측면은 제1 방향으로 이동하는 강판에 제1 레이저 빔을 조사하여 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 점 형태로 연장된 제1 자구 미세화 패턴을 형성하는 제1 광학계, 및 상기 제1 광학계와 이웃하며, 상기 강판에 제2 레이저 빔을 조사하여 상기 제2 방향으로 선 형태로 연장된 제2 자구 미세화 패턴을 형성하는 제2 광학계를 포함하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치를 제공한다.
- [0008] 상기 제1 자구 미세화 패턴은 상기 제1 방향으로 상기 제2 자구 미세화 패턴과 이웃할 수 있다.
- [0009] 상기 제1 광학계 및 상기 제2 광학계로 레이저 빔을 발진하는 레이저 발진기를 더 포함하며, 상기 제1 광학계는 상기 레이저빔을 상기 제1 레이저 빔으로 변환하며, 상기 제2 광학계는 상기 레이저 빔을 상기 제2 레이저 빔으로 변환할 수 있다.
- [0010] 상기 제1 광학계는, 상기 레이저 빔을 상기 강판 방향으로 반사하여 상기 제2 방향으로 스캔하는 제1 폴리곤 미러, 및 상기 제1 폴리곤 미러에 반사된 상기 레이저 빔의 경로 상에 위치하며, 상기 제2 방향으로 스캔되는 상기 레이저 빔의 일부를 차단하여 상기 제1 레이저 빔으로 변환하는 분배 스크린을 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 제1 폴리곤 미러는 상기 레이저 빔을 반사하는 오목 형태의 미러를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 제1 광학계는, 상기 제1 레이저 빔이 조사되는 상기 강판의 배면을 지지하는 롤러 플레이트를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 제2 광학계는, 상기 레이저 빔을 수평 방향으로 반사하여 스캔하는 제2 폴리곤 미러, 및 상기 제2 폴리곤 미러에 반사된 상기 레이저 빔의 경로 상에 위치하며, 상기 수평 방향으로 스캔되는 상기 레이저 빔을 상기 강판 방향으로 반사하여 상기 제2 레이저 빔으로 변환하는 집광 미러를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제2 레이저 빔이 조사되는 상기 강판의 배면을 지지하는 강판 지지 롤을 더 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 제1 광학계 및 상기 제2 광학계를 수용하는 레이저 룸, 상기 강판의 중앙을 제어하는 강판 중앙 제어부, 및 상기 강판 중앙 제어부와 상기 레이저 룸 사이에 위치하며, 상기 강판의 장력을 제어하는 강판 장력 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 일 측면은 강판, 상기 강판에 홈 형태로 위치하며, 제2 방향으로 점 형태로 연장되어 상기 제2 방향과 교차하는 제1 방향으로 이격된 복수의 제1 자구 미세화 패턴들, 및 상기 강판에 홈 형태로 위치하며, 상기 제2 방향으로 선 형태로 연장되어 상기 제1 방향으로 이격된 복수의 제2 자구 미세화 패턴들을 포함하는 방향성 전기강판을 제공한다.
- [0017] 상기 복수의 제1 자구 미세화 패턴들 각각은 상기 제1 방향으로 상기 복수의 제2 자구 미세화 패턴들 사이에 위치할 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 일 실시예에 따르면, 레이저 빔을 이용하여 방향성 전기강판에 서로 다른 형태의 자구 미세화 패턴들을 형성함으로써, 방향성 전기강판에 응력을 가해 방향성 전기강판의 철손 상승을 방지하는 동시에 방향성 전기강판의 자속밀도 저하를 방지하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치가 제공된다.
- [0019] 또한, 서로 다른 형태의 자구 미세화 패턴들을 포함함으로써, 방향성 전기강판 자체에 응력이 가해져 철손 상승

이 방지되는 동시에 자속밀도 저하가 방지된 방향성 전기강판이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치를 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1에 도시된 광학계들을 나타낸 종단면도이다.

도 3은 도 2에 도시된 광학계들을 나타낸 평면도이다.

도 4는 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치를 이용해 제조된 제2 실시예에 따른 방향성 전기강판을 나타낸 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예들에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.

[0022] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.

[0023] 또한, 명세서 전체에서, 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.

[0024] 이하, 도 1 내지 도 3을 참조하여 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치를 설명한다.

[0025] 도 1은 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치를 나타낸 도면이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치는 레이저 빔(LB)을 이용하여 제1 방향으로 연속 이동하는 강판(10)에 홈 형태의 자구 미세화 패턴들을 형성한다. 강판(10)은 전 공정으로부터 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치를 거쳐 후 공정으로 이동할 수 있다.

[0027] 여기서, 강판(10)은 방향성 전기강판일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 또한, 상술한 전 공정 및 후 공정은 방향성 전기강판을 취급하는 공지된 다양한 공정일 수 있다.

[0028] 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치는 강판 중앙 제어부(100), 강판 장력 제어부(200), 레이저 룸(300), 패턴 형성부(400), 헐업 제거부(600), 청정부(700)를 포함한다.

[0029] 강판 중앙 제어부(100)는 강판(10)의 중앙을 제어한다. 강판 중앙 제어부(100)는 제1 방향으로 이동하는 강판(10)의 폭(width) 방향 중앙이 정렬되도록 제어한다.

[0030] 강판 중앙 제어부(100)는 제1 스티어링 롤(110), 제2 스티어링 롤(120), 강판 중앙 위치 제어계(130), 사행 측정 센서(140)를 포함한다.

[0031] 강판 중앙 제어부(100)는 사행 측정 센서(140)에서 알려주는 강판(10)의 폭 방향 중앙이 전체적인 라인 중앙에서 벗어난 정도(사행량)에 따라, 강판 중앙 위치 제어계(130)에 의해 제1 스티어링 롤(110) 및 제2 스티어링 롤(120) 각각의 회전축을 회전 및 이동시켜 강판(10)이 움직이는 방향을 조정하여 강판(10)의 중앙을 제어한다.

[0032] 강판 중앙 제어부(100)는 강판(10)의 사행량을 $\pm 1\text{mm}$ 이내로 제어할 수 있다.

[0033] 강판 장력 제어부(200)는 강판 중앙 제어부(100)와 레이저 룸(300) 사이에 위치한다. 강판 장력 제어부(200)는 제1 방향으로 이동하는 강판(10)의 장력을 제어한다.

[0034] 강판 장력 제어부(200)는 제1 텐션 브라이들 롤(210), 제2 텐션 브라이들 롤(220), 강판 장력 제어계(230), 장력 측정 센서(240)를 포함한다.

[0035] 강판 장력 제어부(200)는 강판(10)이 설정된 장력으로 유지되기 위해, 장력 측정 센서(240)에서 알려주는 강판(10)의 장력에 따라, 강판 장력 제어계(230)에 의해 제1 텐션 브라이들 롤(210) 및 제2 텐션 브라이들 롤(220) 각각의 회전 속도를 조정하여 강판(10)의 장력을 제어한다.

[0036] 강판 장력 제어부(200)는 강판 중앙 제어부(100)와 레이저 룸(300) 사이에 위치하나, 이에 한정되지는 않는다.

- [0037] 강판 장력 제어부(200)는 강판(10)의 장력을 1kgf/mm^2 내지 4kgf/mm^2 로 제어할 수 있다.
- [0038] 강판 중앙 제어부(100) 및 강판 장력 제어부(200)를 포함함으로써, 강판(10)을 2m/s 이상 고속으로 이동시키더라도, 패턴 형성부(400)의 레이저 빔을 이용한 강판(10)에 대한 자구 미세화 처리가 용이하게 수행될 수 있다.
- [0039] 레이저 룸(300)은 강판(10)에 자구 미세화 패턴들을 형성하는 광학계들(430)을 포함하는 패턴 형성부(400)를 수용한다.
- [0040] 레이저 룸(300)은 광학계 하부 프레임(310), 제1 에어 커튼(320), 제2 에어 커튼(330), 양압 장치(340), 항온 항습 제어기(350)를 포함한다. 한편, 레이저 룸(300)은 레이저 룸(300)에 출입하는 사용자의 몸에 붙은 이물질들을 제거하는 에어 샤워 부스를 더 포함할 수 있다.
- [0041] 광학계 하부 프레임(310)은 강판(10)이 지나가는 광학계들(430)의 하부 공간과 레이저 발진기(420) 및 광학계들(430)이 위치하는 광학계들(430)의 상부 공간을 분리하여, 광학계들(430)의 상부 공간의 오염을 방지하고, 온도 및 습도 제어가 용이하도록 도와준다.
- [0042] 제1 에어 커튼(320)은 레이저 룸(300)으로 들어오는 강판(10)의 전면 및 배면에 공기를 불어 레이저 룸(300)으로 유입되는 먼지 등을 차단한다.
- [0043] 제2 에어 커튼(330)은 레이저 룸(300)으로부터 빠져나가는 강판(10)의 전면 및 배면에 공기를 불어 레이저 룸(300)으로 유입되는 먼지 등을 차단한다.
- [0044] 양압 장치(340)는 레이저 룸(300)의 내부 압력을 외부 압력보다 높게 설정함으로써, 외부의 이물질이 레이저 룸(300) 내부로 유입되는 것을 억제한다.
- [0045] 항온 항습 제어기(350)는 레이저 룸(300)의 온도와 습도를 제어한다. 항온 항습 제어기(350)는 레이저 룸(300)의 온도를 20도 내지 25도로 제어하고, 습도를 50%이하로 제어할 수 있다.
- [0046] 패턴 형성부(400)는 제1 방향으로 이동하는 강판(10)에 레이저 빔(LB)을 이용해 자구 미세화 패턴들을 형성한다. 여기서, 레이저 빔(LB)은 강판(10)에 후술할 제1 자구 미세화 패턴을 형성하는 제1 레이저 빔 및 제2 자구 미세화 패턴을 형성하는 제2 레이저 빔을 포함한다.
- [0047] 패턴 형성부(400)는 레이저 발진기 제어기(410), 레이저 발진기(420), 광학계들(430), 레이저 산란광 차폐 냉각 블록(440), 흡 및 용융철 집진 후드(450), 휘도 측정 센서(460), 거리 측정 센서(470), 강판 지지 롤 위치 제어기(480), 강판 지지 롤(490), 제1 디플렉터 롤(495), 제2 디플렉터 롤(496)을 포함한다.
- [0048] 레이저 발진기 제어기(410)는 레이저 발진기(420)를 온(on) 및 오프(off)하며, 사행 측정 센서(140)와 연결된다. 레이저 발진기 제어기(410)는 정상적인 작업 조건 하에서는 레이저 발진기를 온할 수 있고, 강판(10)의 사행량이 15mm이상 발생하면 레이저 발진기(420)를 오프할 수 있다.
- [0049] 레이저 발진기(420)는 TEM₀₀ 연속파일 수 있는 모 레이저 빔을 광학계들(430)로 발진하고 광학계들(430)은 모 레이저 빔을 변환한 제1 레이저 빔 및 제2 레이저 빔을 포함하는 레이저 빔(LB)을 강판(10)에 조사한다.
- [0050] 한편, 레이저 발진기(420)는 복수일 수 있으며, 복수의 레이저 발진기(420)들 각각은 광학계들(430) 각각으로 모 레이저 빔을 발진할 수 있다.
- [0051] 광학계들(430)은 레이저 발진기(420)로부터 발진된 모 레이저 빔을 제1 레이저 빔 및 제2 레이저 빔으로 변환하여 강판(10)의 이동 방향으로 제1 레이저 빔 및 제2 레이저 빔의 조사 간격 및 조사 각도를 조절할 수 있다.
- [0052] 레이저 발진기(420)는 싱글 모드(single mode) 연속파 모 레이저 빔을 발진하여 광학계들(430)에 전달하고, 광학계들(430)은 1.0J/mm^2 내지 5.0J/mm^2 의 에너지 밀도를 가지는 제1 레이저 빔 및 제2 레이저 빔을 강판(10)에 조사할 수 있다.
- [0053] 도 2는 도 1에 도시된 광학계들을 나타낸 종단면도이다. 도 3은 도 2에 도시된 광학계들을 나타낸 평면도이다.
- [0054] 도 2 및 도 3을 참조하면, 광학계들(430)은 제1 광학계(430a) 및 제2 광학계(430b)를 포함한다.
- [0055] 제1 광학계(430a)는 레이저 발진기로부터 발진된 모 레이저 빔(MLB)을 제1 레이저 빔(LB1)으로 변환한다.
- [0056] 제1 광학계(430a)는 제1 방향(X)으로 이동하는 강판(10)에 제1 레이저 빔(LB1)을 조사하여 제1 방향(X)과 교차

하는 제2 방향(Y)으로 점 형태로 연장된 제1 자구 미세화 패턴을 형성한다.

- [0057] 여기서, 제1 방향(X)은 강판(10)의 압연 방향일 수 있으며, 제2 방향(Y)은 제1 방향(X)과 수직하는 강판(10)의 폭(width) 방향일 수 있다.
- [0058] 제1 광학계(430a)는 제1 가이드 홀(431a), 제1 폴리곤 미러(432a), 제1 구동 모터(433a), 분배 스크린(434a), 제1 셔터(435a), 롤러 플레이트(436a)를 포함한다.
- [0059] 제1 가이드 홀(431a)을 통해 레이저 발진기로부터 발진된 모 레이저 빔(MLB)이 제1 폴리곤 미러(432a)로 조사된다.
- [0060] 제1 폴리곤 미러(432a)는 제1 구동 모터(433a)에 의해 회전한다. 제1 폴리곤 미러(432a)는 모 레이저 빔(MLB)을 강판(10) 방향으로 반사하는 동시에 제2 방향(Y)으로 스캔한다. 제1 폴리곤 미러(432a)는 모 레이저 빔(MLB)을 반사하는 동시에 강판(10) 방향으로 집광하는 오목 형태의 미러(CM)를 포함한다.
- [0061] 제1 구동 모터(433a)는 제1 폴리곤 미러(432a)를 회전시킨다.
- [0062] 분배 스크린(434a)은 제1 폴리곤 미러(432a)에 반사되어 제2 방향으로 스캔되는 모 레이저 빔(MLB)의 경로 상에 위치한다.
- [0063] 분배 스크린(434a)은 제2 방향(Y)으로 설정된 간격으로 이격되어 제2 방향(Y)으로 스캔되는 모 레이저 빔(MLB)의 일부를 차단하는 차단 영역을 포함한다. 분배 스크린(434a)은 제2 방향(Y)으로 스캔되는 모 레이저 빔(MLB)의 일부를 차단하여 강판(10)에 제1 자구 미세화 패턴을 형성하는 제1 레이저 빔(LB1)으로 변환한다.
- [0064] 제1 셔터(435a)는 분배 스크린(434a)에 대응하여 위치하며, 분배 스크린(434a)에 의해 변환된 제1 레이저 빔(LB1)을 강판(10) 방향으로 통과시킨다. 제1 셔터(435a)는 선택적으로 제1 레이저 빔(LB1)을 차단할 수 있다.
- [0065] 롤러 플레이트(436a)는 제1 레이저 빔(LB1)이 조사되는 강판(10)의 배면을 지지한다. 롤러 플레이트(436a)는, 강판(10)의 표면 상태가 웨이브(wave) 및 엣지 크랙(edge crack) 등으로 미려하지 못할 경우가 있으므로, 강판(10)의 장력을 유지하고 처짐을 방지하여 제1 레이저 빔(LB1)에 의한 강판(10)의 가공이 균일하도록 도와준다.
- [0066] 레이저 발진기(420)에서 나온 모 레이저 빔(MLB)은 제1 광학계(430a) 내부에서 제1 구동 모터(433a)에 의해 정지 또는 회전하는 제1 폴리곤 미러(432a)에 반사되고 분배 스크린(434a)을 통해 제1 레이저 빔(LB1)으로 변환되어 제1 셔터(435a)를 통해 강판(10)에 주기적으로 조사되어 제2 방향(Y)으로 점 형태로 연장된 제1 자구 미세화 패턴을 형성한다.
- [0067] 분배 스크린(434a)의 제2 방향(Y)으로의 차단 영역과 이웃한 관통 영역의 폭을 증가시킬 경우, 제1 레이저 빔(LB1)에 의해 강판(10)에 형성되는 제1 자구 미세화 패턴은 제2 방향(Y)으로 일정 길이를 가지는 선 형태를 가질 수 있다.
- [0068] 제2 광학계(430b)는 제1 광학계(430a)와 이웃한다.
- [0069] 제2 광학계(430b)는 레이저 발진기로부터 발진된 모 레이저 빔(MLB)을 제2 레이저 빔(LB2)으로 변환한다.
- [0070] 제2 광학계(430b)는 제1 방향(X)으로 이동하는 강판(10)에 제2 레이저 빔(LB2)을 조사하여 제2 방향(Y)으로 선 형태로 연장된 제2 자구 미세화 패턴을 형성한다. 제2 광학계(430b)로부터 조사된 제2 레이저 빔(LB2)에 의해 형성된 제2 자구 미세화 패턴은 상술한 제1 자구 미세화 패턴과 이웃한다.
- [0071] 제2 광학계(430b)는 제2 가이드 홀(431b), 제2 폴리곤 미러(432b), 제2 구동 모터(433b), 집광 미러(434b), 제3 구동 모터(435b), 제2 셔터(436b), 모듈 플레이트(437b), 플레이트 회전 레버(438b)를 포함한다.
- [0072] 제2 가이드 홀(431b)을 통해 레이저 발진기로부터 발진된 모 레이저 빔(MLB)이 제2 폴리곤 미러(432b)로 조사된다.
- [0073] 제2 폴리곤 미러(432b)는 제2 구동 모터(433b)에 의해 회전한다. 제2 폴리곤 미러(432b)는 모 레이저 빔(MLB)을 수평 방향으로 반사하는 동시에 수평 방향인 제2 방향(Y)으로 스캔한다.
- [0074] 제2 구동 모터(433b)는 제2 폴리곤 미러(432b)를 회전시킨다.
- [0075] 집광 미러(434b)는 제2 폴리곤 미러(432b)에 반사되어 수평 방향인 제2 방향(Y)으로 스캔되는 모 레이저 빔(MLB)의 경로 상에 위치한다.

- [0076] 집광 미러(434b)는 수평 방향으로 스캔되는 모 레이저 빔(MLB)을 강판(10) 방향으로 반사하여 강판(10)에 제2 자구 미세화 패턴을 형성하는 제2 레이저 빔(LB2)으로 변환한다.
- [0077] 제3 구동 모터(435b)는 집광 미러(434b)의 위치를 조정하며, 집광 미러(434b)의 위치 조정에 의해 제2 레이저 빔(LB2)의 초점 거리가 조정될 수 있다.
- [0078] 제2 셔터(436b)는 집광 미러(434b)에 대응하여 위치하며, 집광 미러(434b)에 의해 변환된 제2 레이저 빔(LB2)을 강판(10) 방향으로 통과시킨다. 제2 셔터(436b)는 선택적으로 제2 레이저 빔(LB2)을 차단할 수 있다.
- [0079] 모듈 플레이트(437b)는 제2 폴리곤 미러(432b) 및 집광 미러(434b)를 지지한다. 모듈 플레이트(437b)는 회전 가능하게 설치될 수 있다.
- [0080] 플레이트 회전 레버(438b)는 모듈 플레이트(437b)의 회전을 조절하기 위한 레버일 수 있다.
- [0081] 제2 광학계(430b)로부터 제2 레이저 빔(LB2)이 조사되는 강판(10)의 배면에는 강판(10)을 지지하는 강판 지지 롤(490)이 위치하나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0082] 레이저 발진기(420)에서 나온 모 레이저 빔(MLB)은 제2 광학계(430b) 내부에서 제2 구동 모터(433b)에 의해 회전하는 제2 폴리곤 미러(432b)에 반사되고 다시 집광 미러(434b)에 반사되어 변환된 제2 레이저 빔(LB2)은 제2 셔터(436b)를 통해 강판(10)에 주기적으로 조사되어 제2 방향(Y)으로 선 형태로 연장된 제2 자구 미세화 패턴을 형성한다. 제2 레이저 빔(LB2)의 전체적인 초점 거리는 강판 지지 롤(490)에 의해 조정될 수 있지만, 좌우 초점 거리는 제3 구동 모터(435b)에 의해 조정되는 집광 미러(434b)에 의해 조정될 수 있다. 제2 폴리곤 미러(432b)와 집광 미러(434b)를 포함하는 제2 광학계(430b)는 회전 가능한 모듈 플레이트(437b)에 설치될 수 있으며, 모듈 플레이트(437b)의 회전은 플레이트 회전 레버(438b)에 의해 조절될 수 있다.
- [0083] 이상과 같은 제1 광학계(430a) 및 제2 광학계(430b) 각각으로부터 조사된 제1 레이저 빔(LB1) 및 제2 레이저 빔(LB2) 각각에 의해 제1 방향(X)으로 이동하는 강판(10)에 제2 방향(Y)으로 점 형태로 연장된 제1 자구 미세화 패턴 및 선 형태로 연장된 제2 자구 미세화 패턴 각각이 형성된다.
- [0084] 이하, 도 4를 참조하여 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치를 이용해 제조된 제2 실시예에 따른 방향성 전기강판을 설명한다.
- [0085] 이하에서는 상술한 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치를 이용해 제조된 제2 실시예에 따른 방향성 전기강판을 설명하나, 이에 한정되지 않고 다른 실시예에 따른 방향성 전기강판은 공지된 다양한 레이저 빔 조사 장치를 이용해 제조될 수 있다.
- [0086] 도 4는 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치를 이용해 제조된 제2 실시예에 따른 방향성 전기강판을 나타낸 평면도이다.
- [0087] 도 4를 참조하면, 제2 실시예에 따른 방향성 전기강판인 강판(10)은 제1 방향(X)으로 이동하여 상술한 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치에 의해 제1 자구 미세화 패턴(11)들 및 제2 자구 미세화 패턴(12)들이 형성된다.
- [0088] 제2 실시예에 따른 방향성 전기강판은 강판(10), 제1 자구 미세화 패턴(11)들, 제2 자구 미세화 패턴(12)들을 포함한다.
- [0089] 제1 자구 미세화 패턴(11)들은 강판(10)에 홈 형태로 위치한다. 제1 자구 미세화 패턴(11)들은 제2 방향(Y)으로 점 형태로 연장된다. 제1 자구 미세화 패턴(11)들은 제1 방향(X)으로 이격된다.
- [0090] 제1 자구 미세화 패턴(11)들이 제2 방향(Y)으로 점 형태로 연장되어 제1 방향(X)으로 이격됨으로써, 제1 자구 미세화 패턴(11)들은 제1 방향(X)으로 점 형태로 연장된 형태도 가진다.
- [0091] 제2 자구 미세화 패턴(12)들은 강판(10)에 홈 형태로 위치한다. 제2 자구 미세화 패턴(12)들은 제2 방향(Y)으로 선 형태로 연장된다. 제2 자구 미세화 패턴(12)들은 제1 방향으로 이격된다.
- [0092] 제1 자구 미세화 패턴(11)들 각각은 제1 방향(X)으로 이격된 제2 자구 미세화 패턴(12)들 사이에 위치한다. 또한, 제2 자구 미세화 패턴(12)들 각각은 제1 방향(X)으로 이격된 제1 자구 미세화 패턴(11)들 사이에 위치한다.
- [0093] 제1 자구 미세화 패턴(11) 및 제2 자구 미세화 패턴(12) 각각의 폭은 70 μ m 내지 10 μ m일 수 있으며, 깊이는 3 μ m 내지 30 μ m일 수 있다.

- [0094] 강판(10)에 제1 자구 미세화 패턴(11)들 및 제2 자구 미세화 패턴(12)이 형성됨으로써, 방향성 전기강판의 철손 개선율이 5% 이상 및 10% 이상 확보될 수 있다.
- [0095] 또한, 제1 자구 미세화 패턴(11)과 제2 자구 미세화 패턴(12) 사이의 간격을 제1 방향(X)으로 1mm 내지 30mm로 조정 가능함으로써, 레이저 빔에 의한 강판(10)에 대한 열영향부(heat affected zone)의 영향을 최소화하고, 레이저 빔의 조사 각도를 $\pm 4^\circ$ 범위에서 설정하여 홈 형태의 제1 자구 미세화 패턴(11) 및 제2 자구 미세화 패턴(12) 형성에 따른 방향성 전기강판의 자속밀도 저하를 최소화할 수 있다.
- [0096] 또한, 강판(10)에 형성된 서로 다른 형태의 자구 미세화 패턴들인 제1 자구 미세화 패턴(11)들 및 제2 자구 미세화 패턴(12)들을 포함함으로써, 방향성 전기강판 자체에 응력이 가해져 철손 상승이 방지되는 동시에 자속밀도 저하가 방지된 방향성 전기강판이 제공된다.
- [0097] 다시 도 1을 참조하면, 상술한 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치의 레이저 산란광 차폐 냉각 블록(440)은 광학계들(430)로 유입되는 레이저 산란광을 방지하여 광학계들(430)이 열에 의해 변형되는 것을 방지한다.
- [0098] 흠 및 용융철 집진 후드(450)는 강판(10)에 제1 레이저 빔 및 제2 레이저 빔을 포함하는 레이저 빔(LB) 조사시 발생하는 흠(fume) 및 용융철을 흡입한다.
- [0099] 한편, 패턴 형성부(400)는 에어 나이프(AK)를 더 포함할 수 있으며, 이 에어 나이프(AK)는 레이저 빔(LB) 조사시 발생하는 흠(fume)이 광학계들(430) 내부로 유입되는 것을 방지하며, 레이저 빔(LB)에 의해 강판(10)에 발생된 용융철을 흠 형태의 제1 자구 미세화 패턴들 및 제2 자구 미세화 패턴들로부터 분리한다.
- [0100] 휘도 측정 센서(460)는 레이저 빔(LB)이 조사되어 강판(10)에 발생된 불꽃의 휘도를 측정한다.
- [0101] 거리 측정 센서(470)는 광학계들(430)과 강판(10) 사이의 거리를 측정한다.
- [0102] 강판 지지 롤 위치 제어계(480)는 강판 지지 롤(490)의 위치를 제어한다.
- [0103] 강판 지지 롤 위치 제어계(480)는 휘도 측정 센서(460)가 측정한 강판(10)에 발생된 불꽃의 휘도와 거리 측정 센서(470)가 측정한 광학계들(430)과 강판(10) 사이의 거리를 고려하여 강판 지지 롤(490)의 위치를 제어할 수 있다.
- [0104] 강판 지지 롤 위치 제어계(480)는 레이저 빔(LB)의 조사 효율이 높은 초점심도(depth of focus)내에 강판(10)이 위치하도록, 강판 지지 롤(490) 위치를 제어할 수 있다.
- [0105] 강판 지지 롤(490)은 레이저 빔(LB)이 조사되는 강판(10)을 지지한다.
- [0106] 제1 디플렉터 롤(495) 및 제2 디플렉터 롤(496)은 강판(10)을 강판 지지 롤(490)로 유도한다. 제1 디플렉터 롤(495) 및 제2 디플렉터 롤(496)에 의해 강판 지지 롤(490)로 강판(10)이 이동되도록 전환될 수 있다.
- [0107] 헐업 제거부(600)는 레이저 룬(300)과 이웃하여 제1 자구 미세화 패턴 및 제2 자구 미세화 패턴이 형성된 강판(10)의 헐업 및 용융물을 제1 브러쉬 롤(610) 및 제2 브러쉬 롤(620)을 이용해 물리적으로 제거한다.
- [0108] 여기서, 헐업은 제1 레이저 빔 및 제2 레이저 빔에 의해 흠 형태로 형성된 제1 자구 미세화 패턴 및 제2 자구 미세화 패턴의 테두리에 일정 높이로 돌출된 구조물일 수 있으며, 용융물은 제1 레이저 빔 및 제2 레이저 빔에 의해 강판(10)으로부터 용융되어 강판(10) 표면에 부착된 구조물일 수 있다.
- [0109] 헐업 제거부(600)는 제1 브러쉬 롤(610), 제2 브러쉬 롤(620), 전류 제어계(630), 브러쉬 위치 제어계(640), 집진 후드(650)를 포함한다.
- [0110] 제1 브러쉬 롤(610) 및 제2 브러쉬 롤(620)은 회전 시 발생하는 모터 전류치를 설정된 설정된 목표치로 제어하는 전류 제어계(630)에 의해 제어된다. 제1 브러쉬 롤(610)과 강판(10) 사이의 간격은 브러쉬 위치 제어계(640)에 의해 제어된다. 제1 브러쉬 롤(610) 및 제2 브러쉬 롤(620)에 의해 제거된 강판(10)의 헐업과 용융물은 집진 후드(650)에 의해 흡입되어 제거된다.
- [0111] 청정부(700)는 헐업 제거부(600)와 이웃하며, 알칼리 용액을 이용해 강판(10)을 세정한다.
- [0112] 청정부(700)는 청정 유닛(710) 및 필터링 시스템(720)을 포함한다.
- [0113] 청정 유닛(710)에서 알칼리 용액과 전기 분해 반응을 이용해 강판(10)을 세정한다. 이때, 강판(10)에 잔존된 헐업과 용융물이 추가적으로 제거된다. 필터링 시스템(720)은 청정 유닛(710)에 공급되는 알칼리 용액 내 헐업

및 용융물 제거물을 제거하여 알칼리 용액의 철분 함유량을 관리한다. 필터링 시스템(720)은 알칼리 용액 내 철분 함유량을 500ppm 이하로 관리할 수 있다.

[0114] 청정부(700)를 지난 강판(10)은 공지된 다양한 후 공정으로 이동될 수 있다.

[0115] 이상과 같이, 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치는, 제1 광학계(430a) 및 제2 광학계(430b)를 포함함으로써, 제1 레이저 빔(LB1)을 이용해 제1 방향(X)으로 이동하는 강판(10)에 강판(10)의 폭 방향인 제2 방향(Y)으로 점 형태로 연장된 제1 자구 미세화 패턴(11)을 형성하는 동시에 제2 레이저 빔(LB2)을 이용해 제2 방향(Y)으로 선 형태로 연장된 제2 자구 미세화 패턴(12)을 형성하기 때문에, 방향성 전기강판인 강판(10)에 응력을 가해 방향성 전기강판의 철손 상승을 방지하는 동시에 방향성 전기강판의 자속밀도 저하를 방지한다.

[0116] 즉, 레이저 빔을 이용하여 방향성 전기강판에 서로 다른 형태의 자구 미세화 패턴들을 형성함으로써, 방향성 전기강판에 응력을 가해 방향성 전기강판의 철손 상승을 방지하는 동시에 방향성 전기강판의 자속밀도 저하를 방지하는 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치가 제공된다.

[0117] 또한, 제1 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구 미세화 장치에 의해 제조된 제2 실시예에 따른 방향성 전기강판은 서로 다른 형태의 자구 미세화 패턴들인 제1 자구 미세화 패턴(11)들 및 제2 자구 미세화 패턴(12)들을 포함함으로써, 방향성 전기강판 자체에 응력이 가해져 철손 상승이 방지되는 동시에 자속밀도 저하가 방지된다.

[0118] 즉, 서로 다른 형태의 자구 미세화 패턴들을 포함함으로써, 방향성 전기강판 자체에 응력이 가해져 철손 상승이 방지되는 동시에 자속밀도 저하가 방지된 방향성 전기강판이 제공된다.

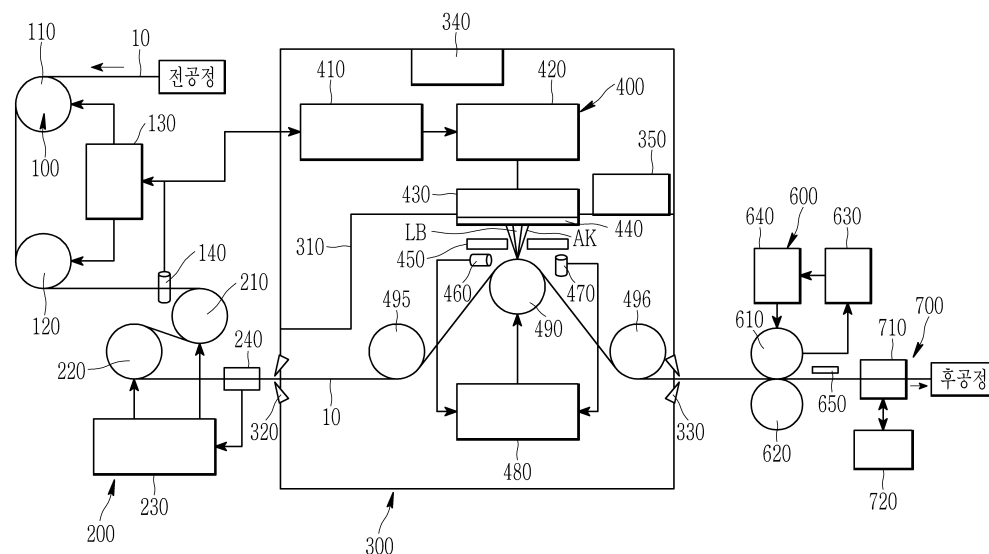
[0119] 이상에서 본 발명의 실시예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

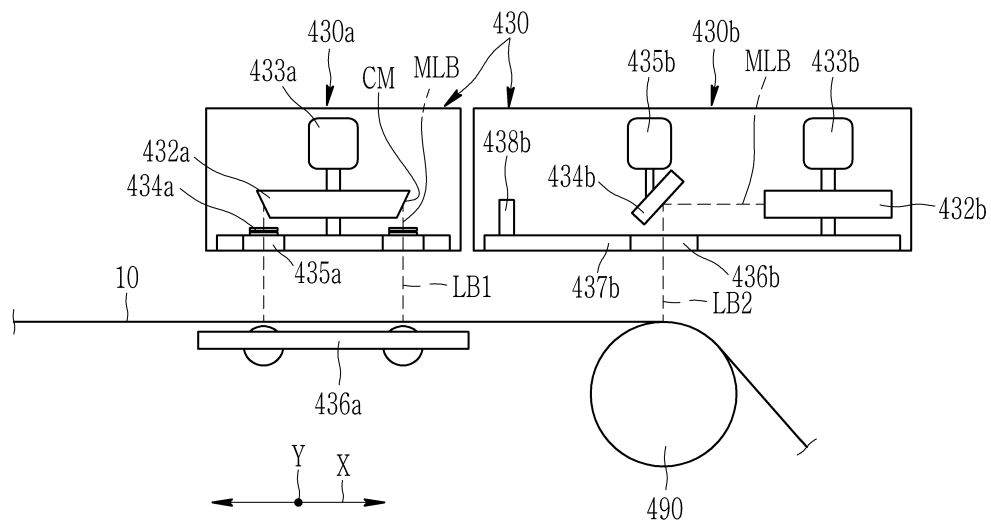
[0120] 강판(10), 제1 레이저 빔(LB1), 제1 자구 미세화 패턴(11), 제1 광학계(430a), 제2 레이저 빔(LB2), 제2 자구 미세화 패턴(12), 제2 광학계(430b)

도면

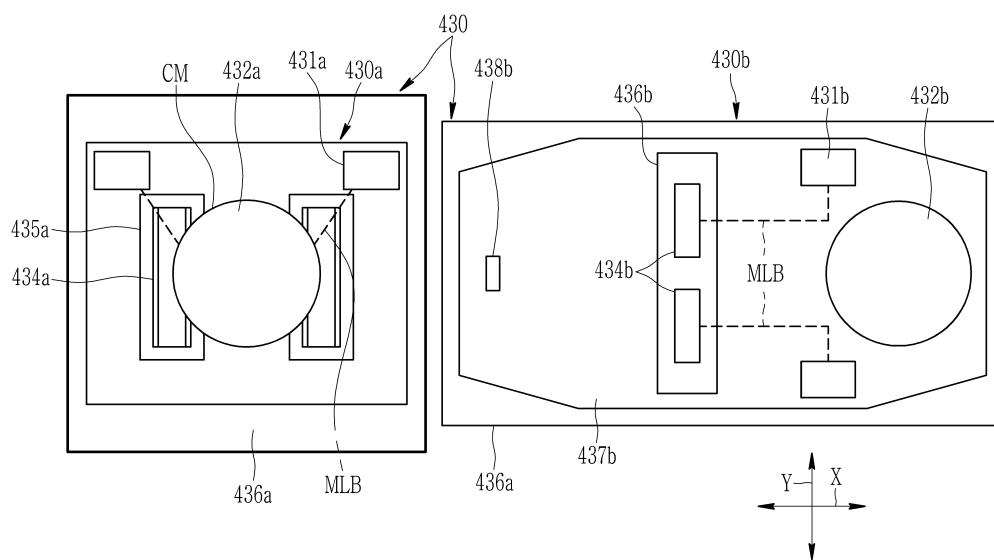
도면1



도면2



도면3



도면4

