

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 7월 27일 (27.07.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/126888 A1

- (51) 국제특허분류:
C21D 8/12 (2006.01) B23K 26/08 (2006.01)
C21D 10/00 (2006.01) B23K 26/16 (2006.01)
B23K 26/352 (2014.01) B23K 26/70 (2014.01)
B23K 26/354 (2014.01) B23K 37/047 (2006.01)
B23K 26/364 (2014.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/000617
- (22) 국제출원일: 2017년 1월 18일 (18.01.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2016-0008402 2016년 1월 22일 (22.01.2016) KR
- (71) 출원인: 주식회사 포스코 (POSCO) [KR/KR]; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동), Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 홍성철 (HONG, Seong Cheol); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 민기영 (MIN, Ki Young); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 이규택 (LEE, Gyo Taek); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 박세민 (PARK, Se min); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR).

동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 권오열 (KWON, Oh Yeoul); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR). 김재겸 (KIM, Jae Kyoum); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동) 포스코, Gyeongsangbuk-do (KR).

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

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

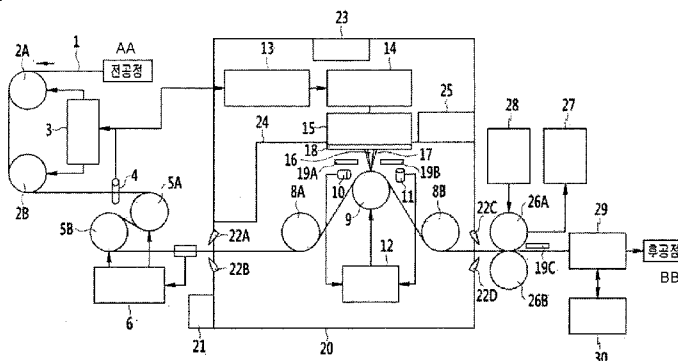
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR REFINING MAGNETIC DOMAINS OF GRAIN-ORIENTED ELECTRICAL STEEL PLATES, AND APPARATUS THEREFOR

(54) 발명의 명칭 : 방향성 전기강판의 자구미세화 방법과 그 장치

【도 1】

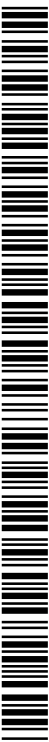


AA ... Pre-process
BB ... Post-process

(57) Abstract: Provided is a method for refining the magnetic domains of grain-oriented electrical steel plates, so as to optimize equipment and processes and thereby increase magnetic domain refinement efficiency, improve workability, and increase processing capacity, the method comprising: a steel plate supporting roll position controlling step for controlling the vertical position of steel plates while supporting the steel plates moving along a production line; a laser radiation step for radiating a laser beam to the surface of the steel plates so as to melt the steel plates and thereby form grooves in the surface of the steel plates; and a removal step for removing spatters fallen and remaining on the surface of the steel plates after the laser radiation.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2017/126888 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 공개:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

설비와 공정을 최적화함으로써, 이를 통해 자구 미세화 효율을 높이고 작업성을 개선하여 처리 능력을 증대시킬 수 있도록. 생산라인을 따라 진행하는 강판을 지지하면서 상기 강판의 상하 방향 위치를 제어하는 강판지지를 위치 조절단계, 강판 표면에 레이저빔을 조사하여 상기 강판을 용융시켜 강판의 표면에 홈을 형성하는 레이저 조사 단계, 및 레이저 조사 후 강판표면에 떨어져 잔존하는 스파터를 제거하는 제거 단계를 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법을 제공한다.

【명세서】

【발명의 명칭】

방향성 전기강판의 자구미세화 방법과 그 장치

【기술분야】

- 5 방향성 전기강판에 레이저를 조사하여 영구적으로 강판의 자구를 미세화 처리하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법과 그 장치에 관한 것이다.

【배경기술】

- 10 예를 들어, 변압기와 같은 전기기기의 전력손실을 줄이고 효율을 향상시키기 위해, 철손이 낮고 자속밀도가 높은 자기적 특성을 지닌 방향성 전기강판이 요구된다.

 방향성 전기강판의 철손을 줄이기 위해, 강판 표면에 기계적 방법이나 레이저 빔을 조사하여 압연 방향에 대해 수직방향으로 자구를 미세화함으로써, 철손을 감소시키는 기술이 개시되어 있다.

- 15 자구 미세화 방법은 응력 제거 소둔 후 자구 미세화 개선 효과를 유지하는지 여부에 따라 일시 자구미세화와 영구 자구미세화로 크게 구분할 수 있다.

- 일시 자구미세화 방법은 응력 제거 소둔 후 자구미세화 효과를 상실하는 단점이 있다. 일시 자구미세화 방법은, 강판 표면에 국부적인 압축 응력부를 형성시킴으로써 자구를 미세화시킨다. 그러나, 이러한 방법은 강판 표면의 절연 코팅층 손상을 일으키기 때문에 재코팅이 요구되며, 최종 제품이 아닌 중간 공정에서 자구미세화 처리를 하기 때문에 제조 비용이 높은 단점이 있다.

- 25 영구 자구미세화 방법은 열처리 후에도 철손 개선 효과를 유지할 수 있다. 영구 자구미세화 처리를 위해, 에칭 공법이나 롤 공법, 레이저 공법을 이용한 기술이 주로 사용되고 있다. 에칭 공법의 경우 홈 형성 깊이나 폭 제어가 어렵고, 최종 제품의 철손 특성의 보증이 어려우며 산용액을 사용하기 때문에 환경친화적이지 못한 단점이 있다. 롤을 이용한 공법의 경우, 기계 가공에 대한 안정성, 신뢰성 및 프로세스가 복잡한
30 단점이 있다.

레이저를 이용하여 강판을 영구 자구미세화하는 공법은, 강판을 지지하고 장력을 조절한 상태에서 강판의 표면에 레이저빔을 조사하여 강판 표면에 용융 홈을 형성하여 자구를 미세화시킬 수 있다. 이와 같이, 레이저를 이용하여 자구를 미세화함에 있어서, 고속 처리가 가능하면서, 5 전기강판의 철손을 낮추고 자속밀도를 높일 수 있도록 보다 효과적인 공정의 개선과 최적화가 요구된다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

설비와 공정을 최적화함으로써, 이를 통해 자구 미세화 효율을 10 높이고 작업성을 개선하여 처리 능력을 증대시킬 수 있도록 된 방향성 전기강판의 자구미세화 방법과 그 장치를 제공한다.

레이저 조사에 따라 발생되어 강판 표면 위로 떨어진 스패터를 효과적으로 제거할 수 있도록 된 방향성 전기강판의 자구미세화 방법과 그 장치를 제공한다.

15 레이저 조사에 따라 형성된 힐업과 스패터 등의 오염물질을 보다 효과적으로 제거하여 제품의 품질을 높일 수 있도록 된 방향성 전기강판의 자구미세화 방법과 그 장치를 제공한다.

철손 개선 효율을 보다 높이고 자속밀도 저하를 최소화할 수 있도록 된 방향성 전기강판의 자구미세화 방법과 그 장치를 제공한다.

20 공정에 필요한 최적의 동작 환경을 제공할 수 있도록 된 방향성 전기강판의 자구미세화 방법과 그 장치를 제공한다.

【기술적 해결 방법】

본 구현예의 자구 미세화 방법은, 생산라인을 따라 진행하는 강판을 지지하면서 상기 강판의 상하 방향 위치를 제어하는 강판지지롤 위치 25 조절단계, 강판 표면에 레이저빔을 조사하여 상기 강판을 용융시켜 강판의 표면에 홈을 형성하는 레이저 조사 단계, 및 레이저 조사 후 강판 표면에 떨어져 잔존하는 스패터를 제거하는 제거 단계를 포함할 수 있다.

상기 제거 단계는 강판 표면에 에어를 분사하여 강판에 떨어져 있는 스패터를 불어내는 단계와, 에어에 의해 강판에서 제거되는 스패터를 30 흡입하여 처리하는 흡입 단계를 포함할 수 있다.

상기 제거 단계는 강판에 대한 에어의 이동방향을 따라 강판 상부를 덮어 스패터의 날림을 차단하고 스패터를 가이드하는 커버단계를 더 포함할 수 있다.

5 상기 레이저 조사단계는, 강판지지롤 표면에 원호형태로 접하여 진행되는 강판의 표면에 대해, 레이저 빔의 조사방향이 강판지지롤의 중심축을 지날 때의 레이저 빔 조사 위치를 기준으로 하여 상기 기준점에서 강판지지롤 중심에서 외주면을 따라 각도를 두고 이격된 위치에, 레이저 빔을 조사할 수 있다.

10 상기 레이저 조사단계에서, 레이저 빔은 상기 기준점에 대해 강판지지롤 중심에서 외주면을 따라 3 내지 7°이격된 범위에서 조사될 수 있다.

상기 자구 미세화 방법은, 레이저 조사가 진행되는 레이저룸의 내부 동작 환경을 설정하고 유지하는 설정유지단계를 더 포함할 수 있다.

15 상기 자구 미세화 방법은, 상기 강판을 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되게 상기 강판에 장력을 부여하는 장력 제어단계를 더 포함할 수 있다.

상기 자구 미세화 방법은, 강판이 생산라인 중앙을 따라 좌우로 치우침이 없이 이동하게 하는 사행 제어단계를 더 포함할 수 있다.

20 상기 설정유지단계는, 레이저룸 내부를 외부와 격리시켜 외부 오염물질의 유입을 차단하는 단계와, 레이저룸 내부 온도와 압력 및 습도를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

상기 자구 미세화 방법은, 레이저 조사단계를 거쳐 상기 강판의 표면에 형성된 힐업(hill up)과 스패터(spatter)를 제거하기 위한 후처리 단계를 더 포함할 수 있다.

25 상기 후처리 단계는 브러쉬롤로 강판 표면에 묻은 힐업과 스패터를 제거하는 브러쉬 단계를 포함할 수 있다.

상기 후처리 단계는, 강판을 알칼리용액과 전기분해반응시켜 강판 표면에 잔존하는 힐업과 스패터를 추가 제거하는 청정단계와, 청정 단계에서 강판으로부터 제거되어 알칼리용액 내에 포함된 이물질을 알칼리용액으로부터 걸러내기 위한 필터링 단계를 더 포함할 수 있다.

30 상기 사행 제어단계는, 강판의 폭 중앙위치가 생산라인 중앙에서

벗어난 사행량을 측정하는 사행량 측정단계, 및 상기 사행량 측정단계에서 측정된 강판의 사행량에 따라 스티어링 롤(Steering Roll)의 축을 회전 및 이동시켜 강판이 움직이는 방향을 조정하여 강판의 사행량을 제어하는 사행량 제어단계를 포함할 수 있다.

- 5 상기 사행량 제어단계는 강판의 사행량을 $\pm 1\text{mm}$ 이내로 제어할 수 있다.

상기 장력 제어단계는, 상기 텐션 브라이들 롤(Tension Bridle Roll)에 의하여 강판에 장력을 인가하는 강판 장력 인가단계, 상기 강판 장력 인가단계를 행한 상기 강판의 장력을 측정하기 위한 강판 장력 측정단계, 및 상기 강판 장력 측정단계에서 측정된 강판의 장력에 따라

10 상기 텐션 브라이들 롤의 속도를 조정하여 강판 장력을 제어하는 강판 장력 제어단계를 포함할 수 있다.

상기 강판지지를 위치 조절단계는, 상기 레이저 조사단계에 위치하는 강판을 강판지지롤로 지지하는 강판 지지단계, 상기 레이저 조사단계에서

15 강판에 레이저 조사 시 발생하는 불꽃의 밝기를 측정하는 휘도 측정 단계, 및 상기 휘도 측정 단계에서 측정된 불꽃의 밝기에 따라 강판지지를 위치 제어기에 의하여 강판지지롤의 위치를 조정하여 레이저의 초점심도(Depth of Focus) 내에 강판이 위치하도록 제어하는 강판지지를 위치 제어단계를 포함할 수 있다.

상기 레이저 조사단계는, 레이저 발진기에서 조사된 레이저 빔을 전달받은 광학계에 의하여 강판 표면에 조사하여 상부폭, 하부폭과 깊이가 각각 $70\mu\text{m}$ 이내, $10\mu\text{m}$ 이내, 3 내지 $30\mu\text{m}$ 의 홈을 형성시킴과 동시에 레이저 빔 조사 시 용융부의 홈 내부 벽면에 잔류시키는 재응고부가 생성되도록,

20 강판의 용융에 필요한 1.0 내지 5.0 J/mm^2 범위내의 레이저 빔 에너지 밀도를 강판에 전달하는 레이저 조사 및 에너지 전달단계를 포함할 수 있다.

상기 레이저 조사단계는, 레이저 발진기 제어기에 의하여 정상적인 작업조건 하에서는 레이저 빔을 발진하는 레이저 발진기를 온(On) 상태로 하고 강판의 사행량이 15mm 이상 발생되면 레이저 발진기를 오프(Off) 상태로 제어하는 레이저 빔 발진 제어단계를 포함할 수 있다.

30 상기 레이저 조사단계에서 레이저 발진기는 싱글 모드(Single mode)

연속파 레이저 빔을 발진할 수 있다.

상기 레이저 조사단계에서 광학계는 레이저 주사속도를 제어하여 레이저 빔 조사선의 간격을 압연방향으로 2 내지 30 mm로 조정할 수 있다.

상기 레이저 조사단계는, 강판 표면에 조사되는 레이저빔의 조사선
5 각도를 변환하는 각도 변환 단계를 더 포함할 수 있다.

상기 각도 변환 단계는, 강판의 폭방향에 대해 레이저 빔의 조사선 각도를 ±4°의 범위로 변환할 수 있다.

상기 레이저 조사 단계는, 레이저 빔 조사시 발생된 흠(fume)과 용융철을 흡입하여 제거하는 집진 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 집진
10 단계는 강판의 흠 내부로 압축 건조공기를 분사하여 흠 내부에 잔존하는 용융철을 제거하기 위한 분사 단계를 포함할 수 있다.

상기 레이저 조사 단계는 레이저 빔의 산란광과 열이 레이저 조사설비의 광학계로 유입되는 것을 차단하는 차단 단계를 더 포함할 수
있다.

본 구현예의 자구 미세화 장치는, 생산라인을 따라 이동되는 강판을 지지하면서 강판의 상하 방향 위치를 제어하는 강판지지롤 위치 조절설비, 레이저 빔을 조사하여 강판을 용융시켜 상기 강판의 표면에 흠을 형성하는 레이저 조사설비, 및 레이저 조사 후 강판 표면에 떨어져 잔존하는 스페터를 제거하는 제거부를 포함할 수 있다.
15

상기 제거부는 강판 표면에 에어를 분사하여 강판에 떨어져 있는 스페터를 불어내는 에어분사부와, 상기 에어분사부에서 분사된 에어에 의해 강판에서 제거되는 스페터를 흡입하여 처리하는 흡입후드를 포함할 수 있다.
20

상기 제거부는 상기 에어분사부와 흡입 후드 사이에서 강판에 대한 에어의 이동방향을 따라 강판 상부를 덮어 스페터의 날림을 차단하고 에어에 의해 이동되는 스페터를 가이드하는 커버부재를 더 포함할 수 있다.
25

상기 레이저 조사설비는 강판지지롤 표면에 원호형태로 접하여 진행되는 강판의 표면에 대해, 레이저 빔의 조사방향이 강판지지롤의 중심축을 지날 때의 레이저 빔 조사 위치를 기준점으로 하여, 상기 기준점에서 강판지지롤 중심에서 외주면을 따라 각도를 두고 이격된 위치에
30 레이저 빔이 조사하는 구조일 수 있다.

상기 레이저 조사설비는 레이저 빔을 상기 기준점에 대해 강판지지를 중심에서 외주면을 따라 3 내지 7°이격된 범위에 조사하는 구조일 수 있다.

상기 강판지지를 위치 조절설비와 레이저조사설비를 외부로부터 격리 수용하며 레이저 조사를 위한 동작 환경을 제공하는 레이저룸을 더 포함할 수 있다.

강판을 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되게 강판에 장력을 부여하는 장력 제어설비를 더 포함할 수 있다.

강판이 생산라인 중앙을 따라 좌우로 치우침이 없이 이동하게 하는 사행 제어설비를 더 포함할 수 있다.

상기 레이저룸은 상기 레이저 조사설비와 강판지지를 위치 제어설비를 수용하여 외부와 격리시키도록 내부 공간을 형성하고, 강판의 진행방향을 따라 양 측면에는 입구와 출구가 형성되고, 내부에는 레이저룸 내부 압력을 외부보다 높이기 위한 양압장치, 레이저 조사설비의 광학계가 위치한 상부공간을 강판이 지나가는 하부공간과 분리시키는 광학계 하부프레임, 및 레이저룸 내부 온도와 습도를 제어하는 항온항습제어기를 포함할 수 있다.

상기 강판의 표면에 형성된 힐업(hill up)과 스패터(spatter)를 제거하기 위한 후처리 설비를 더 포함할 수 있다.

상기 후처리 설비는 레이저룸 후단에 배치되어 강판 표면의 힐업과 스패터를 제거하는 브러쉬롤을 포함할 수 있다.

상기 후처리 설비는 브러쉬롤 후단에 배치되어 강판을 알칼리용액과 전기분해반응시켜 강판 표면에 잔존하는 힐업과 스패터를 추가 제거하는 청정유닛과, 청정유닛에 연결되어 청정유닛의 알칼리용액 내에 포함된 이물질을 알칼리용액으로부터 걸러내기 위한 필터링부를 더 포함할 수 있다.

상기 사행 제어설비는 상기 강판의 이동 방향을 전환하기 위한 스티어링 롤(Steering Roll), 상기 강판의 폭 중앙위치가 생산라인 중앙에서 벗어난 정도(사행량)를 측정하기 위한 사행 측정센서, 및 상기 사행 측정센서의 출력값에 따라 상기 스티어링 롤의 축을 회전 및 이동시켜 강판이 움직이는 방향을 조정하기 위한 강판 중앙위치 제어계(Strip Center Position Control System)를 포함할 수 있다.

상기 장력 제어설비는 상기 강판에 장력을 인가하면서 이동을 유도하는 텐션 브라이들 롤(Tension Bridle Roll), 상기 텐션 브라이들 롤을 통과한 상기 강판의 장력을 측정하기 위한 강판 장력 측정센서, 및 상기 강판 장력 측정센서에서 측정된 강판의 장력에 따라 상기 텐션 브라이들 롤의 속도를 조정하기 위한 강판(Strip) 장력 제어계를 포함할 수 있다.

상기 강판지지를 위치 조절설비는, 상기 레이저 조사설비 위치에서 강판을 지지하는 강판지지를, 상기 레이저 조사설비에서 강판에 레이저 조사 시 발생하는 불꽃의 밝기를 측정하기 위한 휘도 측정센서, 및 상기 휘도 측정센서에서 측정된 불꽃의 밝기에 따라 상기 강판지지의 위치를 제어하기 위한 강판지지를 위치 제어계를 포함할 수 있다.

상기 레이저 조사설비는, 연속파 레이저 빔을 발진하기 위한 레이저 발진기, 상기 레이저 발진기로부터 발진된 상기 레이저 빔을 강판 표면에 조사하여 상부폭, 하부폭과 깊이가 각각 $70\mu\text{m}$ 이내, $10\mu\text{m}$ 이내, 3 내지 $30\mu\text{m}$ 의 홈을 형성시킴과 동시에 레이저 조사 시 용융부의 홈 내부 벽면에 잔류시키는 재응고부가 생성되도록, 강판의 용융에 필요한 1.0 내지 5.0 J/mm² 범위내의 레이저 에너지 밀도를 강판에 전달하는 광학계를 포함할 수 있다.

상기 레이저 조사설비는, 정상적인 작업조건 하에서는 레이저 발진기를 온(On) 상태로 하고 강판 사행량이 15mm 이상 발생되면 레이저 발진기를 오프(Off) 상태로 제어하는 레이저 발진기 제어기를 더 포함할 수 있다.

상기 레이저 발진기는 싱글 모드(Single mode) 연속파 레이저 빔을 발진할 수 있다.

상기 광학계는 레이저 주사속도를 제어하여 레이저 조사선의 간격을 압연방향을 따라 2 내지 30 mm로 조정할 수 있다.

상기 레이저 조사설비는 강판에 레이저 빔을 조사하는 광학계가 구동부에 의해 회전 가능한 구조로 이루어져, 상기 광학계가 강판에 대해 회전하여 강판의 폭방향에 대해 레이저빔의 조사선 각도를 변환하는 구조일 수 있다.

상기 레이저 조사설비는 레이저 산란광과 열이 광학계로 유입되는 것을 차단하는 차폐부를 더 포함할 수 있다.

상기 레이저 조사설비는, 상기 강판에 레이저빔 조사에 따라 생성된 흠과 스파터를 제거하기 위한 용융철 제거설비를 더 포함할 수 있다.

- 5 상기 용융철 제거설비는 강판의 흠 내부로 압축 건조공기를 분사하여 흠 내부에 잔존하는 용융철을 제거하는 에어나이프, 흠과 용융철을 흡입하여 제거하는 집진후드를 포함할 수 있다.

- 상기 집진후드는 몸통부와, 상기 몸통부에서 분리되어 이격 배치되고 선단은 입구를 이루는 머리부, 상기 몸통부와 머리부 사이를 연결하며 상기 머리부가 이동가능하게 설치되는 연결부를 포함하여, 작업조건에 따라 연결부에 대해 머리부를 이동시켜 입구 위치를 가변시키는 구조일 수 있다.
- 10

- 상기 집진후드는 상기 머리부 측면에 설치되고 슬릿이 연장 형성된 지지대와, 상기 지지대에 걸쳐지고 슬릿을 지나 광학계의 하부에 볼트 결합되는 지지볼트를 더 포함하여, 지지볼트를 조이거나 풀어 머리부를
- 15 상하로 이동시키는 구조일 수 있다.

【발명의 효과】

- 이상 설명한 바와 같이 본 구현예에 의하면, 강판을 2m/sec 이상의 고속으로 진행시키면서도, 안정적으로 레이저에 의한 자구 미세화 공정을 진행하여, 전기강판의 열처리 전,후의 철손 개선율을 각각 5% 이상, 10%
- 20 이상 확보할 수 있다.

또한, 레이저 조사에 따라 형성된 힐업과 스파터 등의 오염물질을 보다 효과적으로 제거하여 제품의 품질을 높일 수 있게 된다.

- 또한, 강판 표면으로 떨어진 스파터를 효과적으로 제거함으로써, 스파터에 의한 강판 손상을 방지하고, 후단 설비에서 롤 사이에 스파터가 끼거나 강판 표면에 달라붙어 강판 표면 결함이 발생하는 것을 방지할 수
- 25 있게 된다.

또한, 자구 미세화 효율을 높이고 작업성을 개선하여 자구 미세화 처리 능력을 증대시킬 수 있게 된다.

- 또한, 철손 개선 효율을 보다 높이고 자속밀도 저하를 최소화할 수
- 30 있게 된다.

또한, 공정에 필요한 최적의 동작 환경을 제공함으로써, 고품질의 제품을 대량으로 생산할 수 있게 된다.

【도면의 간단한 설명】

5 도 1은 본 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구미세화 장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 본 실시예에 따라 자구 미세화 처리된 강판을 도시한 개략적인 도면이다.

도 3은 본 실시예에 따라 차단부를 구비한 레이저 조사설비의 광학계 구성을 도시한 개략적인 도면이다.

10 도 4와 도 5는 본 실시예에 따라 광학계 하부에 설치되는 집진후드의 구성을 도시한 개략적인 도면이다.

도 6은 본 실시예에 따른 스파터 제거부를 도시한 개략적인 도면이다.

【발명의 실시를 위한 최선의 형태】

15 이하에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 균의 존재나 부가를
20 제외시키는 것은 아니다.

이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 이해할 수 있는 바와 같이, 후술하는 실시예는 본 발명의 개념과
25 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있다. 이에, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

이하 설명에서 본 실시예는 변압기 철심 소재 등에 사용되는 방향성 전기강판의 영구 자구미세화를 위한 설비를 예로서 설명한다.

30 도 1은 본 실시예에 따른 방향성 전기강판의 자구미세화 장치를

개략적으로 도시하고 있고, 도 2는 본 실시예에 따라 자구 미세화 처리된 강판을 도시하고 있다. 이하 설명에서, 압연방향 또는 강판 이동방향은 도 2에서 x축 방향을 의미하며, 폭방향은 압연방향에 직각인 방향으로 도 2에서 y축 방향을 의미하고, 폭은 y축 방향에 대한 강판의 길이를 의미한다.

- 5 도 2에서 도면부호 31은 레이저 빔에 의해 홈 형태로 파여져 강판(1) 표면에 연속적으로 형성된 조사선을 가리킨다.

도 1을 참고하면, 본 실시예에 따른 방향성 전기 강판의 자구 미세화 장치는 강판(1)이 2m/s 이상의 고속으로 진행되더라도 안정적으로 영구 자구미세화 처리를 수행한다.

- 10 본 실시예의 자구 미세화 장치는 생산라인을 따라 이동되는 강판(1)을 지지하면서 강판의 상하 방향 위치를 제어하는 강판지지를 위치 조절설비, 레이저 빔을 조사하여 강판을 용융시켜 상기 강판의 표면에 홈을 형성하는 레이저 조사설비, 및 레이저 조사 후 강판 표면에 떨어져 잔존하는 스패터를 제거하는 제거부를 포함할 수 있다.

- 15 또한, 상기 자구 미세화 장치는 상기 강판지지를 위치 조절설비와 레이저조사설비를 외부로부터 격리 수용하며 레이저 조사를 위한 동작 환경을 제공하는 레이저룸(20)을 포함할 수 있다.

- 또한, 상기 자구 미세화 장치는 강판이 쳐지지 않고 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되도록 강판에 장력을 부여하는 장력 제어설비를 더 포함할 수
20 있다.

또한, 상기 자구 미세화 장치는 강판이 생산라인 중앙을 따라 좌우로 치우침이 없이 이동하게 하는 사행 제어설비를 더 포함할 수 있다.

- 또한, 상기 자구 미세화 장치는 레이저 빔 조사에 따라 상기 강판의 표면에 형성된 힐업(hill up)과 스패터(spatter)를 제거하기 위한 후처리
25 설비를 더 포함할 수 있다.

힐업(hill up)은 강판 표면에 레이저 빔을 조사하여 홈을 형성할 때, 강판에서 용융된 철이 홈 부위의 양 옆에 일정 높이 이상으로 쌓여 형성되는 부분을 의미한다. 스패터(spatter)는 레이저 빔 조사시 발생되어 강판 표면에 응고된 용융철을 의미한다.

- 30 상기 사행 제어설비는 상기 강판(1)의 이동 방향을 전환하기 위한

스티어링 롤(Steering Roll)(2A, 2B), 상기 강판(1)의 폭 중앙위치가 생산라인 중앙에서 벗어난 정도(사행량)를 측정하기 위한 사행 측정센서(4), 상기 사행 측정센서(4)의 검출 신호를 연산하여 상기 스티어링 롤(2A, 2B)의 축을 회전 및 이동시켜 강판(1)이 움직이는 방향을 조정하기 위한

5 강판 중앙위치 제어계(Strip Center Position Control System)(3)를 포함할 수 있다.

사행 측정센서(4)는 스티어링 롤(2B) 후단에 배치되어 스티어링 롤을 거친 강판의 실제 사행량을 실시간으로 검출하게 된다.

상기 사행 제어설비에 의해 강판이 생산라인의 중앙을 따라 좌우

10 치우침 없이 똑바로 이동됨으로써, 강판의 전 폭에 걸쳐서 강판 표면에 흠을 형성할 수 있게 된다.

상기 사행 제어설비는 레이저 조사에 의한 강판 표면 흠 형성 전 공정에서, 사행 측정센서(4)에 의해 강판의 사행량이 측정된다. 사행 측정센서(4)에 의해 측정된 값은 강판 중앙위치 제어계로 출력되고, 강판

15 중앙위치 제어계는 사행 측정센서의 출력값을 연산하여 연산된 사행 정도에 따라 스티어링 롤(2A, 2B)의 축을 회전 및 이동시키게 된다. 이와 같이, 스티어링 롤(2A, 2B)이 회전 및 이동됨으로써, 스티어링 롤에 감겨져 이동되는 강판의 움직이는 방향이 조정된다. 이에, 상기 강판의 사행량이 제어되어 강판(1)의 사행량을 $\pm 1\text{mm}$ 이내로 제어할 수 있다.

상기 장력 제어설비는 상기 강판(1)에 일정한 크기의 장력을

20 인가하면서 이동을 유도하는 텐션 브라이들 롤(Tension Bridle Roll: TBR)(5A, 5B), 상기 텐션 브라이들 롤을 통과한 상기 강판(1)의 장력을 측정하기 위한 강판 장력 측정센서(7), 및 상기 강판 장력 측정센서(7)에서 측정된 강판(1)의 장력에 따라 상기 텐션 브라이들 롤(5A, 5B)의 속도를

25 조정하기 위한 강판(Strip) 장력 제어계(6)를 포함할 수 있다.

상기 강판 장력 측정센서(7)는 텐션 브라이들롤(5B) 후단에 배치되어 텐션 브라이들롤(5B)을 거쳐 장력이 부여된 강판의 실제 장력을 실시간으로 측정한다.

본 실시예에서, 강판의 장력은 레이저 조사설비의 레이저 조사

30 위치에서의 강판 표면 형상을 평평하게 만들게 하면서 너무 과도한

장력으로 인해 강판의 파단이 발생되지 않도록 설정될 수 있다.

상기 장력 제어설비는 설정된 범위 내의 강판 장력으로 조업하기 위해, 강판 장력 측정센서(7)에서 측정된 강판의 장력에 따라 강판(Strip) 장력 제어계(6)에 의하여 텐션 브라이들 롤(Tension Bridle Roll: TBR)(5A, 5B)의 속도를 조정한다. 이에, 상기 장력 제어설비는 강판(1)의 장력오차가
5 상기 설정 범위 이내가 되도록 제어하여 강판에 장력을 부여한다.

상기 장력 제어설비를 통과한 강판은 레이저룸(20) 내부로 유입되어 강판지지롤 위치 조절설비와 레이저 조사설비를 거쳐 자구 미세화 가공된 후 레이저룸(20) 외부로 빠져나가게 된다. 상기 레이저룸에 대해서는
10 뒤에서 다시 설명하도록 한다.

본 실시예에서, 레이저룸(20) 내부에는 레이저 조사설비 바로 아래쪽에 강판지지롤(9)이 배치되고, 강판지지롤을 사이에 두고 양쪽에 각각 디플렉터롤(Deflector Roll)(8A, 8B)이 배치된다.

강판(1)의 이동방향은 디플렉터 롤(Deflector Roll)(8A, 8B)에 의해
15 강판지지롤(9)로 향하도록 전환된다. 강판(1)은 디플렉터 롤(8A)를 지나면서 강판지지롤(9)쪽으로 이동방향이 전환되어 강판지지롤(9)에 접한 후 다시 디플렉터 롤(8B)쪽으로 방향이 전환되어 디플렉터 롤(8B)를 지나 이동된다.

디플렉터 롤에 의해 강판(1)은 강판지지롤(9)을 따라 원호형태로
20 감겨져 강판지지롤에 면접촉되면서 지나가게 된다. 레이저 빔 조사시 강판의 진동 및 웨이브에 의한 레이저 빔 초점 거리 변동을 최소화하기 위해서는, 강판이 강판지지롤에 충분히 면접촉되어 지나가야 하고, 이 상태에서 강판지지롤을 따라 진행되는 강판에 레이저 빔을 조사해야 한다. 본 실시예에서는 상기와 같이 강판지지롤에 강판이 면접촉됨에 따라 장판에
25 대해 레이저빔을 정확히 조사할 수 있게 된다.

상기 강판지지롤 위치 조절설비는, 상기 레이저 조사설비의 레이저 조사 위치로 강판(1)을 지지하는 강판지지롤(9), 상기 레이저 조사설비에서 강판(1)에 레이저 조사 시 발생하는 불꽃의 밝기를 측정하기 위한 휘도 측정센서(10), 및 상기 휘도 측정센서(10)에서 측정된 불꽃의 밝기에 따라
30 상기 강판지지롤(9)의 위치를 제어하기 위한 강판지지롤(STR) 위치

제어계(12)를 포함할 수 있다.

상기 강판지지롤 위치 조절설비는, 강판지지롤(9)에 의하여 레이저 조사부 위치로 강판(1)을 지지하고, 레이저 강판조사 효율이 높은 초점심도(Depth of Focus)내에 강판이 위치하도록, 강판에 레이저 조사 시 발생하는 불꽃의 밝기가 가장 좋은 상태가 되게 강판지지롤(9) 위치를 전체적으로 상하로 조정한다. 또한, 강판에 레이저 조사 시 발생하는 불꽃의 밝기는 휘도 측정센서(10)를 이용하여 측정한다.

본 실시예에서 상기 강판지지롤 위치 조절설비는 레이저 조사설비의 광학계로부터 강판 표면 사이의 실제 거리를 측정하기 위한 거리측정센서(11)를 더 포함할 수 있다. 상기 강판지지롤 위치 제어계(12)는 휘도 측정센서(10)로부터 검출된 불꽃의 밝기와 거리측정센서(11)로부터 실제 측정된 광학계와 강판 표면간의 거리를 연산하여 강판지지롤(9)의 위치를 보다 정밀하게 제어한다.

상기 사행 제어설비, 장력 제어설비 및 강판지지롤 위치조절설비는 레이저 조사설비에 의해 정밀하게 강판에 레이저 홈을 형성시킬 수 있도록 레이저 조사 위치에서의 강판 조건을 만들어주는 역할을 한다. 레이저 조사 위치에서의 강판은 강판 중앙위치가 생산라인의 중앙 위치에 있어야 하고 광학계와의 거리가 설정된 값으로 유지되어야 한다.

상기 레이저 조사설비는, 레이저 발진기 제어기(13), 연속파 레이저 빔(16)을 발진하기 위한 레이저 발진기(14), 광학계(15)를 포함할 수 있다.

도 3에 도시된 바와 같이, 상기 광학계(15)는 회전가능하게 설치되어 강판 폭방향에 대한 레이저빔 조사선의 각도를 부여하는 모듈 플레이트(37)와, 상기 모듈 플레이트(37)를 회전시키기 위한 구동부(36), 상기 모듈 플레이트(37)에 설치되고 레이저 발진기(14)로부터 인가된 레이저 빔을 광학계(15) 내부로 출사하는 헤더(39), 모듈 플레이트(37)에 회전가능하게 설치되어 헤더(39)로부터 출사된 레이저 빔을 반사시키는 폴리곤 미러(32), 상기 폴리곤 미러(32)를 회전 구동시키는 회전모터(33), 상기 모듈 플레이트(37)에 설치되어 상기 폴리곤 미러(32)에서 반사된 레이저 빔(16)을 강판 쪽으로 반사시켜 강판에 집광시키는 집광 미러(35), 상기 집광 미러(35)에 연결되어 집광 미러(35)를 이동시켜 레이저 빔의

초점 거리를 조절하는 구동모터(34), 상기 모듈 플레이트(37)에 설치되어 레이저 빔 조사 여부에 따라 모듈 플레이트(37)를 선택적으로 차단하는 셔터(38)를 포함할 수 있다.

상기 광학계(15)는 광학 박스를 이루는 모듈 플레이트(37) 내에
 5 헤더(39), 폴리곤 미러(32), 집광 미러(35) 및 셔트가 배치되어 한 몸체를 이룬다. 레이저 발진기(14)와 헤더(39)는 예를 들어 광케이블(41)로 연결된다. 이에, 레이저 발진기(14)에서 나온 레이저는 광케이블(41)을 타고 헤더(39)로 보내진다. 상기 광학박스를 이루는 모듈 플레이트(37) 내부에서 헤더(39)와 폴리곤 미러(32) 및 집광 미러(35)는 레이저 빔(16)을
 10 원하는 위치로 반사시키기 위해 정 위치에 배치된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 예를 들어 상기 헤더(39)는 폴리곤 미러(32)를 사이에 두고 양 쪽에 배치되어 각각 폴리곤 미러(32)를 향해 레이저 빔을 각각 출사하는 구조일 수 있다. 폴리곤 미러(32)에서 반사되는 각각의 레이저 빔에 맞춰 두 개의 집광 미러(35)가 배치된다. 헤더(39)에서 출사된 레이저 빔은
 15 회전모터(33)의 구동에 따라 회전하는 폴리곤 미러(32)에서 반사되어 집광 미러(35)로 보내진다. 집광 미러(35)로 반사된 레이저 빔(16)은 집광 미러(35)에서 셔터(38)를 통해 강판쪽으로 반사되고 강판(1) 표면에 집광된다. 이에, 강판 표면에 레이저 빔이 주기적으로 조사되어 폭방향으로 연속홈을 형성하게 된다.

20 광학계(15)에 의한 레이저 빔(16)의 전체적인 초점 거리는 강판지지롤(9)의 상하 이동에 의해 조정되며, 좌우 초점거리가 맞지 않는 것은 집광 미러(35)에 연결설치되어 있는 구동모터(34)에 의해 조정된다.

상기 셔터(38)는 모듈 플레이트(37) 하부에 설치되어 모듈 플레이트(37)를 개폐한다. 상기 셔터(38)는 집광 미러(35)로부터 레이저
 25 빔이 하부로 조사될 때 개방되어 레이저 빔과 간섭을 방지하며, 레이저 빔이 조사되지 않을 때는 폐쇄되어 외부의 흠이나 이물질이 광학계(15) 내부로 유입되는 것을 차단한다.

강판 사행량이 과도하면 강판이 레이저 조사위치에서 벗어나게 되어 강판지지롤(9)에 레이저가 조사되면서 손상이 발생한다. 이에, 강판지지롤
 30 손상을 방지하기 위해, 상기 레이저 발진기 제어기(13)는 정상적인

작업조건 하에서는 레이저 발진기를 온(On) 상태로 하고 강판 사행량이 15mm 이상 발생되면 레이저 발진기를 오프(Off) 상태로 제어한다.

상기 레이저 발진기(14)는 싱글 모드(Single mode) 연속과 레이저 빔을 발진하여 상기 광학계(15)에 전달할 수 있다. 광학계(15)는 전달된
5 레이저 빔(16)을 강판 표면에 조사한다.

레이저 발진기(14)와 광학계(15)는, 레이저 빔을 강판 표면에 조사하여 상부폭, 하부폭과 깊이가 각각 $70\mu\text{m}$ 이내, $10\mu\text{m}$ 이내, 3 내지 $30\mu\text{m}$ 의 홈을 형성시킴과 동시에, 레이저 조사 시 용융부의 홈 내부 벽면에 잔류시키는 재응고부가 생성되도록 강판의 용융에 필요한 1.0 내지 5.0
10 J/mm^2 범위내의 레이저 에너지 밀도를 강판에 전달할 수 있다.

상기 광학계(15)는 레이저 주사속도를 제어하는 기능이 있어 레이저 조사선(도 2의 31)의 간격을 압연방향으로 2 내지 30 mm로 조정할 수 있다. 이에, 레이저 빔에 의한 열영향부(HAZ, Heat Affected Zone)의 영향을 최소화하여 강판의 철손을 개선할 수 있다.

상기 레이저 조사설비는 강판 표면에 조사되는 레이저빔의 조사선 각도를 강판의 폭방향에 대해 변환하는 구조일 수 있다. 본 실시예에서 상기 레이저 조사설비는 강판의 폭방향에 대해 레이저 빔의 조사선 각도를 $\pm 4^\circ$ 의 범위로 변환할 수 있다.

이를 위해, 상기 레이저 조사설비는 강판에 레이저 빔을 조사하는
20 광학계(15)가 구동부(36)에 의해 회전 가능한 구조로 이루어져, 강판 표면에 형성되는 레이저빔의 조사선 각도를 강판의 폭방향에 대해 변환하는 구조일 수 있다. 이와 같이 광학계에 의한 레이저빔의 조사선 각도가 변환됨으로써, 레이저빔에 의한 조사선(31)은 강판의 압연 방향에 대해 직각인 방향에서 $\pm 4^\circ$ 의 범위로 기울어져 형성된다. 따라서, 레이저에 의한
25 홈 형성에 따른 자속밀도 저하를 최소화할 수 있게 된다.

또한, 본 실시예에서, 상기 레이저 조사설비는 강판(1)에 대한 레이저 빔의 조사 위치를 제어하여, 강판에 조사되는 레이저빔이 강판에서 반사되어 광학계나 레이저 발진기로 들어가는 백 리플렉션 현상을 방지하는 구조로 되어 있다.

이를 위해, 도 3에 도시된 바와 같이 상기 레이저 조사설비는

강판지지롤(9) 표면에 원호형태로 접하여 진행되는 강판의 표면에 대해, 광학계(15)에서 조사되는 레이저 빔의 조사방향이 강판지지롤(9)의 중심축을 지날 때의 레이저 빔 조사 위치를 기준점(P)으로 하여, 상기 기준점(P)으로부터 강판지지롤(9) 중심에서 외주면을 따라 각도(이하 설명의 편의를 위해 이격각도(R)이라 한다)를 두고 이격된 위치에 레이저 빔을 조사하는 구조일 수 있다.

상기 기준점(P)이란 도 3에서 강판지지롤(9) 중심축을 지나는 선과 강판이 만나는 지점이다. 레이저 빔의 조사방향이 강판지지롤(9)의 중심축을 지나는 경우 레이저 빔의 초점은 기준점(P)에 맞춰진다. 이 경우, 레이저 빔의 조사방향이 기준점(P)에서의 강판지지롤(9) 접선과 직각을 이룸에 따라, 강판에 맞아 반사되는 레이저 빔이 그대로 광학계와 레이저 발전기로 들어가 손상을 입히는 백 리플렉션 현상이 발생된다.

본 실시예에 따른 레이저 조사설비는 상기와 같이, 기준점(P)에서 이격각도(R) 만큼 이격된 위치에 레이저 빔을 조사함으로써, 강판에서 되반사되는 레이저 빔이 광학계로 입사되지 않게 된다. 따라서, 상기한 백 리플렉션 현상을 방지하고 레이저 빔에 의해 형성되는 흠 형상의 품질을 유지할 수 있게 된다.

본 실시예에서, 상기 이격 각도(R)는 상기 기준점(P)에 대해 강판지지롤(9) 중심에서 외주면을 따라 3 내지 7°의 범위로 설정될 수 있다.

상기 레이저 빔이 조사되는 위치인 이격 각도(R)가 3°보다 작은 경우에는 강판에서 되반사 되는 레이저 빔의 일부가 광학계나 레이저 발전기로 유입될 수 있다. 상기 이격각도(R)가 7°를 넘게 되면 레이저 빔에 의한 흠 형성 제대로 이루어지지 않고 흠의 형성 불량 발생할 수 있다.

이와 같이, 본 실시예의 레이저 조사설비는 기준점(P)을 중심으로 소정 각도 이격된 지점에서 강판에 레이저를 조사함으로써, 백 리플렉션 현상을 방지하고 레이저 빔 반사시 입사 광로와 간섭되지 않으며 레이저 빔에 의해 형성되는 흠 형상의 품질을 안정적으로 유지할 수 있게 된다.

상기 레이저 조사설비는 상기 강판에 레이저빔 조사에 따라 생성된 흠(fume)과 스파터(spatter)를 제거하기 위한 용융철 제거설비를 더 포함할 수 있다.

상기 용융철 제거설비는 강판의 흠 내부로 압축 건조공기를 분사하여 흠 내부에 잔존하는 용융철을 제거하는 에어ナイ프(17), 흠과 용융철을 흡입하여 제거하는 집진후드(19A, 19B)를 포함할 수 있다. 상기 에어ナイ프와 집진후드를 통해 레이저 조사시 생성된 흠이 제거되어 광학계 내부로 흠이 유입되는 것을 방지할 수 있다. 상기 에어ナイ프(17)는 상기 강판(1)의 흠 내부로 일정한 크기의 압력(Pa)을 갖는 압축 건조공기를 분사하여 흠 내부에 잔존하는 용융철을 제거한다. 상기 에어 나이프(17)에서 상기 압축 건조공기는 0.2 kg/cm^2 이상의 압력(Pa)을 가지는 것이 바람직하다. 상기 압축 건조공기의 압력이 0.2 kg/cm^2 보다 작은 경우에서는 흠 내부의 용융철 제거가 불가하여 철손 개선 효과를 확보할 수 없기 때문이다. 에어나이프에 의해 제거된 흠과 스파터는 레이저 조사 위치 전후에 배치된 집진 후드(19A, 19B)에 의해 제거된다.

또한, 상기 레이저 조사설비는 레이저 빔의 반사광과 산란광 및 복사열이 광학계로 유입되는 것을 차단하는 차폐부(18)를 더 포함할 수 있다. 상기 차폐부(18)는 강판에 조사된 레이저 빔(16)의 반사와 산란에 의해 광학계로 유입되는 반사광과 산란광을 차단함으로써, 반사광과 산란광에 의한 복사열에 의해 광학계가 가열되어 열변형되는 것을 방지한다.

본 실시예에서, 상기 집진후드(19A, 19B)는 작업조건에 따라 적절히 그 집진 위치를 조절하는 구조일 수 있다.

레이저 빔 조사시 발생하는 흠과 스파터는 작업 조건에 따라 스파터가 날라가는 각도와 거리가 다양하다. 이러한 스파터의 특성을 고려하여 스파터를 효과적으로 제거하기 위해서는 작업 조건에 따라 집진후드가 적절한 위치에 있을 필요가 있다.

도 4와 도 5는 작업 조건에 따라 그 위치를 가변하기 위한 집진후드의 구조를 예시하고 있다.

도 4와 도 5에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 집진후드(19A, 19B)는 몸통부(191)와, 상기 몸통부(191)에서 분리되어 이격 배치되고 선단은 입구(194)를 이루는 머리부(192), 상기 몸통부(191)와 머리부(192) 사이를 연결하며 상기 머리부(192)가 이동가능하게 설치되는 연결부(193)를 포함한다.

이에, 연결부(193)에 대해 머리부(192)를 전후진 이동시킴으로써, 작업 조건에 따라 집진이 이루어지는 입구(194) 위치를 전후 방향으로 가변시킬 수 있게 된다. 전후 방향이라 함은 도 4에서 y축 방향을 의미한다. 그리고 상하 방향이라 함은 z축 방향을 의미한다.

5 상기 몸통부(191)와 머리부(192) 및 연결부(193)는 서로 결합되어 하나의 집진후드(19A, 19B)를 이룬다. 상기 몸통부(191)는 설비 상에 고정된 구조일 수 있다. 상기 연결부(193)는 흡이나 스펠터가 유출되지 않고 압력손실이 없도록 몸통부(191)와 머리부(192) 사이에서 긴밀하게 결합된다.

 상기 머리부(192)는 선단에 입구(194)가 형성된다. 상기
10 머리부(192)는 몸통부(191)에서 분리되어 연결부(193)를 따라 전후진 이동될 수 있다. 상기 연결부(193) 내에서 머리부(192)는 몸통부(191)에 대해 소정 거리를 두고 떨어져 배치된다. 이에, 머리부(192)가 연결부(193) 내에서 전후진 이동되어 머리부(192)의 입구(194) 즉, 집진후드(19A, 19B)의 입구(194) 위치를 이동시킬 수 있게 된다.

15 상기한 구조 외에 머리부(192)와 몸통부(191)를 연결하는 연결부(193)가 자체적으로 신축이 가능한 구조, 예를 들어 벨로우즈 구조로 이루어질 수 있다. 머리부(192)를 이동시키면 벨로우즈 구조의 연결부(193)가 신축되면서 머리부(192)의 입구(194) 위치를 이동시킬 수 있게 된다.

20 또한, 상기 집진후드(19A, 19B)는 상기 머리부(192) 측면에 설치되고 슬릿(196)이 연장 형성된 지지대(195)와, 상기 지지대(195)에 걸쳐지고 슬릿(196)을 지나 광학계의 하부에 볼트 결합되는 지지볼트(197)를 더 포함할 수 있다. 이에, 상기 지지볼트(197)를 조이거나 풀어 머리부(192)를
25 상하로 이동시킴으로써, 작업 조건에 따라 집진이 이루어지는 입구(194) 위치를 상하 방향으로 가변시킬 수 있게 된다.

 상기 머리부(192)는 지지대(195)와 지지볼트(197)를 매개로 광학계 하부에 설치되어 머리부(192)의 위치를 이동된 위치에 고정시킬 수 있다.

 상기 지지대(195)는 머리부(192)의 양 측면에 설치되고 지지볼트(197)가 지나가는 슬릿(196)이 머리가 이동되는 전후 방향을 따라
30 길게 형성된다. 상기 슬릿(196)은 머리부(192)가 전후방향으로 이동시에

지지대(195)와 지지볼트(197) 간의 간섭이 일어나는 것을 방지한다.
 머리부(192)는 지지대(195)에 걸쳐진 지지볼트(197)의 볼트머리에 의해
 받쳐져 고정된다.

상기 지지볼트(197)를 조여주게 되면 지지볼트(197)가 지지대(195)를
 5 당겨 광학계에 대해 머리부(192)가 위쪽으로 이동되고, 반대로
 지지볼트(197)를 풀어주게 되면 광학계에 대해 머리부(192)가 자중에 의해
 아래로 내려가게 된다. 이에, 머리부(192)가 연결부(193)에 대해 상하로
 이동되어 머리부(192)의 입구(194) 즉, 집진후드(19A,19B)의 입구(194)
 위치를 이동시킬 수 있게 된다.

10 상기 연결부(193)는 내부에 상하방향으로 어느정도 유동 공간이 있어
 상기 머리부(192)가 연결부(193)와의 간섭없이 상하로 이동가능하다.
 상기한 구조 외에 연결부(193) 자체가 유연하게 굽어지는 구조, 예를 들어
 플렉시블 재질이거나 벨로우즈 구조로 되어 머리부(192) 상하 이동시
 유연하게 굽어지며 머리부(192)와 간섭을 방지할 수 있다.

15 이와 같이, 집진후드(19A,19B)의 입구(194) 위치를 가변시킴으로써,
 작업 조건에 관계없이 레이저 조사에 따라 발생하는 흙과 스패터를
 효과적으로 제거할 수 있게 된다.

도 6은 본 실시예에 따른 제거부를 도시하고 있다.

상기 제거부는 강판(1)에 레이저 빔 조사 후 강판 표면에 떨어져
 20 잔존하는 스패터를 제거하게 된다. 상기 제거부는 예를 들어, 도 1에
 도시된 바와 같이 강판의 이동방향을 따라 레이저 조사설비의 광학계(15)와
 디플렉터 롤(9B) 사이에 배치되어 레이저 조사 후 강판이 디플렉터 롤로
 이동되기 전에 강판 표면에 부착되는 스패터를 제거하게 된다.

도 6에 도시된 바와 같이, 상기 제거부는 강판(1) 표면에 에어를
 25 분사하여 강판에 떨어져 있는 스패터를 불어내는 에어분사부(100)와, 상기
 에어분사부에서 분사된 에어에 의해 강판에서 제거되는 스패터를 흡입하여
 처리하는 흡입후드(101)를 포함할 수 있다.

상기 제거부는 상기 에어분사부(100)와 흡입 후드(101) 사이에서
 강판(1)에 대한 에어의 이동방향을 따라 강판 상부를 덮어 스패터의 날림을
 30 차단하고 에어에 의해 이동되는 스패터를 가이드하는 커버부재(102)를 더

포함할 수 있다.

상기 에어분사부(100)와 흡입후드(101)는 강판의 폭방향을 따라 양측 선단 쪽에 대향 배치된다. 에어분사부(100)에서 분사된 에어는 강판(1) 폭방향으로 흘러흡입후드(101)를 통해 흡입된다. 이 과정에서 강판(1) 5 표면에 잔존하고 있는 스페터가 에어의 흐름에 의해 흡입후드 쪽으로 이동되어 제거된다.

상기 에어분사부(100)를 통해 에어를 분사할 때, 강판(1)의 상부에는 커버부재(102)가 덮어져 설치될 수 있다. 상기 커버부재(102)는 강판 폭방향을 따라 양 선단부와 하단이 개방된 구조일 수 있다. 이에, 상기 10 커버부재(102)는 에어분사부(100)와 흡입후드(101) 사이를 연통하는 통로를 형성하게 된다. 따라서, 에어분사부(100)에서 분사된 에어는 커버부재(102)에 의해 형성된 통로를 따라 이동되어 흡입후드(101)로 들어가게 된다. 이에, 상기 커버부재(102)에 의해 스페터가 외부로 비산되지 않고 보다 효과적으로 흡입후드를 통해 흡입 제거될 수 있다. 15 따라서, 스페터 비산에 의한 광학계 오염을 방지할 수 있게 된다.

상기 레이저룸(20)은 내부 공간을 갖는 룸 구조물로, 내부에는 상기 레이저 조사설비와 강판지지롤 위치 제어설비를 수용하여 외부와 격리시키고, 이들의 원활한 구동을 위한 적절한 동작 환경을 제공한다.

강판 진행방향을 따라 상기 레이저룸(20)의 입측과 출측에는 각각 20 입구와 출구가 형성된다. 상기 레이저룸(20)은 외부의 먼지 등에 의해 내부 공간이 오염되지 않도록 오염물질 유입을 차단하는 시설을 구비한다. 이를 위해, 상기 레이저룸(20)은 내부 압력을 외부보다 높이기 위한 양압장치(23)를 구비한다. 상기 양압장치(23)는 레이저룸(20) 내부 압력을 외부 압력보다 상대적으로 높게 유지한다. 이에, 외부의 이물질이 25 레이저룸(20) 내부로 유입되는 것을 방지할 수 있게 된다. 또한, 강판이 출입되는 상기 입구와 출구에는 에어커튼(22A, 22B, 22C, 22D)이 설치된다. 상기 에어커튼은 강판이 레이저룸(20)으로 들어오고 빠져나가는 통로인 입구와 출구에 공기를 분사하여 막을 형성함으로써, 입구와 출구를 통해 먼지 등이 유입되는 것을 차단한다. 또한, 상기 레이저룸(20) 내부 오염을 30 방지하기 위해, 레이저룸(20)의 출입구인 도어에는 샤워부스(21)가 설치될

수 있다. 상기 샤프부스(21)는 레이저룸(20)으로 들어오는 출입자의 몸에 묻은 이물질 제거하게 된다.

상기 레이저룸(20)은 실질적으로 레이저 빔에 의한 강판 자구 미세화 공정이 진행되는 공간으로, 내부 환경의 변화를 최소화하고 적정 환경을 유지시킬 필요가 있다. 이를 위해, 상기 레이저룸(20)은 레이저 조사설비의 레이저 발진기(14)와 광학계(15) 등이 위치한 상부공간을 강판(1)이 지나가는 하부공간과 분리시키는 광학계 하부프레임(24), 및 레이저룸(20) 내부 온도와 습도를 제어하는 항온항습제어기(25)를 구비한다.

상기 광학계 하부프레임(24)은 레이저 발진기(14)와 광학계(15) 등의 주요 설비 동작 환경을 보다 철저히 관리할 수 있도록 한다. 상기 광학계 하부프레임(24)은 레이저룸(20) 내부에서 강판이 지나가는 광학계 하부공간과 레이저 발진기와 광학계 미러 등이 위치한 광학계 상부 공간을 분리하도록 설치된다. 광학계 하부프레임(24)에 의해 레이저룸(20) 내부에서도 광학계 상부 공간이 별도로 분리되어 레이저 발진기나 광학계 등의 주요 설비에 대한 오염 방지와 온도 및 습도 제어가 보다 용이해진다.

상기 항온항습제어기(25)는 레이저룸(20) 내부의 온도와 습도를 조절하여 적정 환경을 제공한다. 본 실시예에서 상기 항온항습제어기(25)는 레이저룸(20)의 내부 온도를 20 내지 25°C로 유지하고, 습도를 50% 이하로 유지할 수 있다.

이와 같이, 레이저룸(20)의 내부 공간은 작업 환경에 적합한 온도와 습도로 계속 유지되어, 최적의 상태에서 강판에 대해 자구 미세화 공정이 진행될 수 있게 된다. 따라서, 공정에 필요한 최적의 동작 환경하에서 고품질의 제품을 대량으로 생산할 수 있게 된다.

본 실시예의 자구 미세화 장치는, 상기 강판의 표면에 형성된 힐업(hill up)과 스패터(spatter)를 제거하기 위한 후처리 설비를 더 포함할 수 있다.

힐업과 스패터는 제품의 절연성과 점적률 저하의 원인이 되므로, 상기 후처리 설비를 통해 완전히 제거함으로써 제품의 품질을 높일 수 있다.

상기 후처리 설비는 강판 이동방향을 따라 레이저룸(20) 후단에 배치되어 강판 표면의 힐업과 스패터를 제거하는 브러쉬롤(26A, 26B)을

포함할 수 있다. 상기 브러쉬롤(26A,26B)은 구동모터에 의해 고속으로 회전되며, 동작시 발생하는 구동모터의 전류치를 설정된 목표치로 제어하는 전류제어계와, 브러쉬롤과 강판 사이의 간격을 조절하여 제어하는 브러쉬 위치제어계에 의해 회전속도와 강판과의 간격이 제어된다. 상기 브러쉬롤은 레이저 빔에 의한 흠이 형성된 강판의 일면에만 배치되거나, 강판의 양면에 배치될 수 있다. 상기 브러쉬롤(26A,26B)은 강판 표면에 밀착되어 고속으로 회전하면서 강판 표면에 부착되어 있는 힐업과 스파터 등을 제거하게 된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 브러쉬롤(26A,26B)에 근접하여 브러쉬롤에 의해 제거된 힐업과 스파터를 배출하기 위한 집진후드(19C)가 더 설치된다. 상기 집진후드(19C)는 브러쉬롤(26A,26B)에 의해 강판에서 떨어져나간 힐업과 스파터 등의 용융철을 흡입하여 외부로 배출하게 된다.

또한, 상기 후처리 설비는 브러쉬롤(26A,26B) 후단에 배치되어 강판을 알칼리용액과 전기분해반응시켜 강판 표면에 잔존하는 힐업과 스파터를 추가 제거하는 청정유닛(29)과, 청정유닛에 연결되어 청정유닛의 알칼리용액 내에 포함된 이물질을 알칼리용액으로부터 걸러내기 위한 필터링부(30)를 더 포함할 수 있다.

강판은 브러쉬롤(26A,26B)을 거쳐 1차적으로 힐업과 스파터가 제거되고, 청정유닛(29)을 지나면서 2차적으로 잔존 힐업과 스파터가 제거된다. 이에, 강판 표면에 부착된 힐업과 스파터를 보다 완벽하게 제거하여 제품 품질을 높일 수 있게 된다.

상기 청정유닛(29)은 내부에 알칼리용액이 채워지고, 일측에 필터링부(30)가 연결된다. 상기 청정유닛을 통해 강판을 처리함에 따라 내부 알칼리용액에 강판에서 제거된 힐업과 스파터가 누적되어, 강판의 청정 성능이 떨어지게 된다. 상기 필터링부(30)는 청정유닛의 알칼리용액을 순환시키면서 알칼리용액에 포함되어 있는 힐업과 스파터를 제거한다. 상기 필터링부(30)는 힐업과 스파터를 제거하여 알칼리용액의 철분 함유량을 500ppm 이하로 관리한다. 이와 같이, 청정 유닛의 청정 성능 저하를 방지하여 연속적으로 강판을 처리할 수 있게 된다.

이하, 본 실시예에 따른 전기강판의 자구 미세화 과정에 대해 설명하면 다음과 같다.

연속적으로 이송되는 강판은 사행제어설비와 장력제어설비를 거쳐 레이저룸 내부로 진입되어 2m/sec 이상의 속도로 진행되며, 자구 미세화 처리된다. 레이저룸 내부로 진입된 강판은 레이저 조사설비를 통해 영구 자구 미세화 처리 된 후 레이저룸 밖으로 인출된다. 레이저룸 외부로

5 인출된 강판은 후처리 설비를 거쳐 표면에 잔존하는 헐업과 스파터 등이 제거되어 후 공정으로 보내진다.

이 과정에서, 강판 표면에 대한 레이저 조사가 진행되는 레이저룸은 자구 미세화를 위한 최적의 환경을 제공할 수 있도록 내부 동작 환경을 알맞게 설정하고 유지하게 된다.

10 상기 레이저룸은 내부를 외부와 격리시켜 외부 오염물질의 유입을 차단하고, 레이저룸 내부 온도와 압력 및 습도를 자구 미세화 형성을 위한 동작 환경에 맞춰 제어하게 된다.

레이저룸은 내부의 압력을 외부와 비교하여 높게 설정하여 유지함으로써, 외부의 먼지 등 이물질이 레이저룸 내부로 유입되는 것을

15 방지할 수 있다. 또한, 강판이 이동되는 통로인 입구와 출구에 공기에 의한 막을 형성함으로써, 입구와 출구를 통해서 강판이 진행하는 과정에서 먼지 등 이물질이 레이저룸 내부로 유입되는 것을 차단할 수 있게 된다.

또한, 레이저룸에 설치된 항온항습제어기는 레이저룸 내부의 온도를 20 내지 25°C로 유지하고, 습도를 50% 이하로 유지함으로써, 레이저 조사에

20 의한 자구 미세화 처리에 최적의 조건을 제공한다.

이와 같이 레이저룸에 의해 레이저 빔 조사를 위한 최적의 환경이 제공되며, 강판은 사행 제어설비, 장력 제어설비, 그리고 강판지지롤 위치 조절설비를 거치면서 레이저 조사 위치에 정확히 위치하게 된다.

먼저, 자구 미세화 처리를 위해 강판은 사행제어설비를 통해 진행

25 방향이 제어되어 생산라인 중앙을 따라 좌우로 치우침없이 똑바로 이동하게 된다.

사행 측정센서는 강판의 사행량을 지속적으로 검출하며, 강판이 사행하게 되면, 사행 측정센서에서 검출된 신호를 연산하여 강판 중앙위치 제어계가 스티어링롤의 축을 회전 및 이동시켜 강판을 정위치로 이동시키게

30 된다. 이와 같이 강판의 위치에 따라 지속적으로 스티어링 롤을

제어함으로써, 강판을 계속해서 생산라인 중앙을 벗어나지 않고 연속적으로 이동시킬 수 있게 된다.

강판은 스티어링 롤을 지나 장력 조절을 위한 텐션 브라이들롤을 거쳐 이동하게 된다. 텐션 브라이들롤을 지난 강판의 장력은 장력

- 5 측정센서에 의해 검출된다. 강판 장력 제어기는 장력 측정센서에 의해 검출된 측정값을 연산하여 설정된 장력에 맞춰 텐션 브라이들롤의 속도를 제어한다. 이에, 이동되는 강판의 장력을 설정된 범위에 맞춰 지속적으로 유지할 수 있게 된다.

- 10 텐션 브라이들롤을 거친 강판은 레이저룸의 입구를 통해 레이저룸 내부로 유입된다. 강판은 레이저룸 내부에서 브라이들롤에 의해 방향이 전환되어 두 개의 브라이들롤 사이에 위치한 강판지지롤에 밀착된 상태로 이동된다.

상기 강판지지롤은 강판을 상하로 이동시켜 레이저 빔의 초점심도 내에 강판을 위치시키게 된다.

- 15 레이저 조사설비로부터 강판에 레이저 빔이 조사되면 휘도 측정센서는 강판 표면의 불꽃 밝기를 실시간으로 검출하고, 휘도 측정센서에서 검출된 측정값에 따라 강판지지롤 위치 제어기가 강판지지롤을 상하로 이동시켜 레이저 빔의 초점 심도 내에 강판이 위치하도록 한다. 이에, 강판 표면에 레이저 빔이 효과적으로 조사되어
- 20 고품질의 조사선을 형성할 수 있게 된다.

- 상기 레이저 발진기 제어기는 강판의 사행 정도에 따라 레이저 발진기를 온/오프 시킨다. 상기 레이저 발진기 제어기는 사행 측정센서와 연결되어 사행 측정센서로부터 측정된 강판의 사행량이 예를 들어, 15mm 이상이 되면 강판이 강판지지롤에서 너무 많이 벗어난 것으로 판단하여
- 25 레이저 발진기를 오프(off)시킨다. 이에, 레이저 빔이 사행된 강판을 지나 강판지지롤 표면에 조사되어 롤이 손상되는 것을 방지할 수 있다.

레이저 발진기 제어기의 명령에 따라 레이저 발진기에서 생성된 레이저 빔은 광학계를 거쳐 강판 표면에 조사된다. 레이저 발진기는 TEM₀₀ 연속파 레이저빔을 발진하여 광학계로 전달한다.

- 30 광학계는 레이저 빔의 방향을 전환하여 강판의 표면에 레이저를

조사함으로써, 강판 표면에 연속적으로 용융 홈을 형성하여 자구 미세화 처리한다.

5 광학계를 거쳐 강판에 조사되는 레이저 빔에 의해 강판 표면이 용융되면서 조사선을 따라 용융 홈이 형성된다. 본 실시예에서, 레이저 빔 조사를 통해 강판 표면에 상부폭, 하부폭과 깊이가 각각 70 μ m 이내, 10 μ m 이내, 3 내지 30 μ m인 홈을 형성시킴과 동시에 레이저 조사 시 용융부의 홈 내부 벽면에 잔류시키는 재응고부가 생성되도록, 레이저 발진기와 광학계는 강판의 용융에 필요한 1.0 내지 5.0J/mm² 범위내의 레이저 에너지 밀도를 강판에 전달한다.

10 또한, 광학계를 통한 레이저빔 조사 과정에서 기준점에서 이격된 위치에 레이저 빔을 조사함으로써, 강판에서 되반사되는 레이저 빔이 광학계로 입사되지 않게 된다. 따라서, 상기한 백 리플렉션 현상을 방지하고 반사광에 의해 레이저 빔의 입사 광로가 간섭받지 않아 레이저 빔에 의해 형성되는 홈 형상의 품질을 유지할 수 있게 된다.

15 상기 광학계는 레이저 주사속도를 제어하는 기능이 있어 압연 방향에 대해 레이저 조사선의 간격을 조정할 수 있다. 또한, 광학계는 회전기능을 구비하여 레이저 조사선의 각도를 변경할 수 있다. 본 실시예에서, 광학계에 의해 레이저 조사선의 간격을 압연방향으로 2 내지 30mm로 조정 가능하게 함으로써 레이저 빔에 의한 열영향부 (HAZ, Heat Affected Zone)의 영향을 최소화하여 강판의 철손을 개선할 수 있다. 또한, 레이저 빔 조사 과정에서 상기 광학계의 회전을 통해 강판 표면에 조사되는 레이저빔의 조사선 각도를 변환할 수 있다. 본 실시예에서, 상기 광학계는 레이저 빔의 조사선 각도를 강판의 폭방향에 대해 $\pm 4^\circ$ 의 범위로 변환할 수 있다. 즉, 도 2에서 y축 방향에 대해 $\pm 4^\circ$ 범위에서 기울어지도록 하여 레이저 빔의 조사선(31)을 형성할 수 있다. 이에 강판 표면에 형성되는 조사선은 압연 방향에 대해 86 내지 94 $^\circ$ 의 범위에서 기울어져 형성될 수 있다. 이와 같이 조사선을 y축 방향에 대해 기울어지게 형성함으로써, 레이저에 의한 홈 형성에 따른 자속밀도 저하를 최소화할 수 있게 된다.

30 상기 레이저 빔 조사 과정에서, 강판이 레이저 빔에 의해 용융되면서 다량의 흠과 용융철인 스패터가 발생된다. 흠과 스패터는 광학계를

오염시키며, 흡 내부에 용융철이 잔존하는 경우 정확한 흡의 형성이 어렵고 철손의 개선이 이루어지지 않아 제품 품질을 저해하게 된다. 이에, 강판의 흡 내부로 압축 건조공기를 분사하여 흡 내부에 잔존하는 용융철을 제거하고, 집진후드를 통해 흡과 용융철을 바로 흡입하여 제거한다. 이

5 과정에서 집진후드는 작업 조건에 따라 그 위치를 조절하여 입구의 위치를 최적화할 수 있다. 이에, 작업 조건에 맞춰 최적의 집진 효율을 제공할 수 있게 된다. 따라서, 강판 자구 미세화 과정에서 흡이 광학계 쪽으로 유입되는 것을 차단하고, 흡과 스패터를 신속하게 제거하여 자구 미세화

10 레이저 빔의 산란광과 열이 레이저 조사설비의 광학계로 유입되는 것을 더 차단할 수 있다.

레이저 빔 조사를 통해 강판 표면에 흡이 형성되면서 자구 미세화 처리되고, 자구 미세화 처리된 강판은 연속적으로 이동되어 레이저룸의 출구를 통해 외부로 배출된다. 이 과정에서 강판 표면으로 떨어져 잔존하는

15 스패터는 스패터 제거 과정을 거쳐 강판 표면에서 제거된다. 강판의 폭방향으로 강판 표면에 에어가 분사되어 강판 표면에 잔존하는 스패터를 불어서 제거한다. 강판 표면에서 떨어져 날라간 스패터는 흡입후드를 통해 흡입되어 제거된다. 상기한 스패터 제거 과정에서 강판의 상부에는 커버부재가 덮여져 강판 상부를 덮어줌으로써, 스패터가 외부로 날려가는

20 것을 방지할 수 있다.

레이저룸에서 배출된 강판은 후처리 과정을 거쳐 강판 표면에 부착된 힐업과 스패터를 제거하는 과정을 거치게 된다.

강판은 먼저 레이저룸 외측에 배치된 브러쉬롤을 지나면서, 강판에 밀착되어 고속으로 회전하는 브러쉬롤에 의해 일차적으로 힐업과 스패터가

25 제거된다.

브러쉬롤을 거친 강판은 이차적으로 청정 유닛을 거치면서 강판과 알칼리용액과의 전기분해반응을 통해 잔존하는 힐업과 스패터가 최종적으로 제거된다. 청정유닛을 거치면서 힐업과 스패터가 제거된 강판은 후공정으로 이송된다.

【표 1】

철손 개선율(%)	
레이저 조사후	열처리후
9.5	11.6
9.7	12.9
11.5	13.5
8.4	11.6
8.6	11.8
8.5	11.7

상기 표 1은 본 실시예에 따른 연속과 레이저 빔 조사에 의해 0.27mm 두께의 강판 표면에 형성된 흠에 의한 방향성 전기강판의 철손 개선율을 나타내고 있다. 표 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예를 통해 자구 미세화 5 처리된 강판의 경우 레이저 조사 후와, 레이저로 자구 미세화하고 열처리한 후 모두 철손이 개선됨을 확인할 수 있다.

이상 설명한 바와 같이 본 발명의 예시적인 실시예가 도시되어 설명되었지만, 다양한 변형과 다른 실시예가 본 분야의 숙련된 기술자들에 의해 행해질 수 있을 것이다. 이러한 변형과 다른 실시예들은 첨부된 10 청구범위에 모두 고려되고 포함되어, 본 발명의 진정한 취지 및 범위를 벗어나지 않는다 할 것이다.

[부호의 설명]

- 1 : 강판
- 2A,2B : 스티어링 롤(SR)
- 3 : 강판 중앙위치 제어계
- 4 : 사행 측정센서
- 15 5A,5B : 텐션 브라이들롤
- 6 : 강판 장력 제어계
- 7 : 강판 장력 측정센서
- 8A,8B : 디플렉터 롤
- 9 : 강판지지롤
- 10 : 휘도 측정센서
- 11 : 거리 측정센서
- 12 : 강판지지롤 위치 제어계
- 13 : 레이저 발진기 제어기
- 14 : 레이저 발진기
- 20 15 : 광학계
- 16 : 레이저 빔

- | | | |
|----|----------------------|---------------------------|
| | 17 : 에어 나이프 | 18 : 차폐부 |
| | 19A, 19B, 19C : 집진후드 | 20 : 레이저룸 |
| | 21 : 샤워부스 | 22A, 22B, 22C, 22D : 에어커튼 |
| | 23 : 양압장치 | 24 : 광학계 하부프레임 |
| 5 | 25 : 향온향습제어기 | 26A, 26B : 브러쉬롤 |
| | 27 : 모터전류 제어계 | 28 : 브러쉬 위치 제어계 |
| | 29 : 청정유닛 | 30 : 필터링부 |
| | 31 : 조사선 | 32 : 폴리곤 미러 |
| | 33 : 회전모터 | 34 : 구동모터 |
| 10 | 35 : 집광 미러 | 36 : 구동부 |
| | 37 : 모듈 플레이트 | 38 : 셔터 |
| | 39 : 헤더 | 100: 에어분사부 |
| | 101: 흡입후드 | 102: 커버부재 |
| | 191: 몸통부 | 192: 머리부 |
| 15 | 193: 연결부 | 194: 입구 |
| | 195: 지지대 | 196: 슬릿 |
| | 197: 지지볼트 | |

【청구범위】

【청구항 1】

생산라인을 따라 진행하는 강판을 지지하면서 상기 강판의 상하 방향 위치를 제어하는 강판지지롤 위치 조절단계, 강판 표면에 레이저빔을 조사하여 상기 강판을 용융시켜 강판의 표면에 흠을 형성하는 레이저 조사 단계, 및 레이저 조사 후 강판 표면에 떨어져 잔존하는 스파터를 제거하는 제거 단계를 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,
 10 상기 레이저 조사단계는, 강판지지롤 표면에 원호형태로 접하여 진행되는 강판의 표면에 대해, 레이저 빔의 조사방향이 강판지지롤의 중심축을 지날 때의 레이저 빔 조사 위치를 기준점으로 하여 상기 기준점에서 강판지지롤 중심에서 외주면을 따라 각도를 두고 이격된 위치에, 레이저 빔을 조사하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

15 【청구항 3】

제 2 항에 있어서,
 상기 레이저 조사단계에서, 레이저 빔은 상기 기준점에 대해 강판지지롤 중심에서 외주면을 따라 3 내지 7°이격된 범위에서 조사되는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

20 【청구항 4】

제 1 항에 있어서,
 상기 레이저 조사단계는, 강판 표면에 조사되는 레이저빔의 조사선 각도를 변환하는 각도 변환 단계를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

25 【청구항 5】

제 4 항에 있어서,
 상기 각도 변환 단계는, 강판의 폭방향에 대해 레이저 빔의 조사선 각도를 $\pm 4^\circ$ 의 범위로 변환하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 6】

30 제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제거 단계는 강판 표면에 에어를 분사하여 강판에 떨어져 있는 스패터를 붙어내는 단계, 및 에어에 의해 강판에서 제거되는 스패터를 흡입하여 처리하는 흡입 단계를 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

5 **【청구항 7】**

제 6 항에 있어서,

상기 제거 단계는 강판에 대한 에어의 이동방향을 따라 강판 상부를 덮어 스패터의 날림을 차단하고 스패터를 가이드하는 커버단계를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

10 **【청구항 8】**

제 6 항에 있어서,

레이저 조사가 진행되는 레이저룸의 내부 동작 환경을 설정하고 유지하는 설정유지단계를 더 포함하고,

상기 설정유지단계는, 레이저룸 내부를 외부와 격리시켜 외부 오염물질의 유입을 차단하는 단계, 및 레이저룸 내부 온도와 압력 및 습도를 제어하는 단계를 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

15 **【청구항 9】**

제 6 항에 있어서,

상기 강판을 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되게 상기 강판에 장력을 부여하는 장력 제어단계를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

【청구항 10】

제 6 항에 있어서,

상기 강판이 생산라인 중앙을 따라 좌우로 치우침이 없이 이동하게 하는 사행 제어단계를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

25 **【청구항 11】**

제 6 항에 있어서,

상기 레이저 조사단계를 거쳐 상기 강판의 표면에 형성된 힐업(hill up)과 스패터(spatter)를 제거하기 위한 후처리 단계를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

30 **【청구항 12】**

5 생산라인을 따라 이동되는 강판을 지지하면서 강판의 상하 방향 위치를 제어하는 강판지지롤 위치 조절설비, 및 레이저 빔을 조사하여 강판을 용융시켜 상기 강판의 표면에 흠을 형성하는 레이저 조사설비, 및 레이저 조사 후 강판 표면에 떨어져 잔존하는 스패터를 제거하는 제거부를 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

【청구항 13】

제 12 항에 있어서,
 10 상기 레이저 조사설비는 강판지지롤 표면에 원호형태로 접하여 진행되는 강판의 표면에 대해, 레이저 빔의 조사방향이 강판지지롤의 중심축을 지날 때의 레이저 빔 조사 위치를 기준점으로 하여, 상기 기준점에서 강판지지롤 중심에서 외주면을 따라 각도를 두고 이격된 위치에 레이저 빔이 조사하는 구조의 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

【청구항 14】

제 13 항에 있어서,
 15 상기 레이저 조사설비는 레이저 빔을 상기 기준점에 대해 강판지지롤 중심에서 외주면을 따라 3 내지 7°이격된 범위에 조사하는 구조의 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

【청구항 15】

제 12 항에 있어서,
 20 상기 광학계는 구동부에 의해 회전 가능한 구조로 이루어져, 강판에 대해 회전하여 강판의 폭방향에 대해 레이저 빔의 조사선 각도를 변환하는 구조의 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

【청구항 16】

제 12 항에 있어서,
 25 상기 레이저 조사설비는 강판의 흠 내부로 압축 건조공기를 분사하여 흠 내부에 잔존하는 용융철을 제거하는 에어나이프, 및 흠과 용융철을 흡입하여 제거하는 집진후드를 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

【청구항 17】

30 제 16 항에 있어서,

상기 집진후드는 몸통부와, 상기 몸통부에서 분리되어 이격 배치되고
 선단은 입구를 이루는 머리부, 상기 몸통부와 머리부 사이를 연결하며 상기
 머리부가 이동가능하게 설치되는 연결부를 포함하여, 작업조건에 따라
 연결부에 대해 머리부를 이동시켜 입구 위치를 가변시키는 구조의 방향성
 5 전기강판의 자구미세화 장치.

【청구항 18】

제 17 항에 있어서,
 상기 집진후드는 상기 머리부 측면에 설치되고 슬릿이 연장 형성된
 지지대와, 상기 지지대에 걸쳐지고 슬릿을 지나 광학계의 하부에 볼트
 10 결합되는 지지볼트를 더 포함하여, 지지볼트를 조이거나 풀어 머리부를
 상하로 이동시키는 구조의 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

【청구항 19】

제 12 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제거부는 강판 표면에 에어를 분사하여 강판에 떨어져 있는 스패터를
 15 불어내는 에어분사부와, 상기 에어분사부에서 분사된 에어에 의해 강판에서
 제거되는 스패터를 흡입하여 처리하는 흡입후드를 포함하는 방향성
 전기강판의 자구미세화 장치.

【청구항 20】

제 19 항에 있어서,
 20 상기 제거부는 상기 에어분사부와 흡입 후드 사이에서 강판에 대한 에어의
 이동방향을 따라 강판 상부를 덮어 스패터의 날림을 차단하고 에어에 의해
 이동되는 스패터를 가이드하는 커버부재를 더 포함하는 방향성 전기강판의
 자구미세화 장치.

【청구항 21】

25 제 19 항에 있어서,
 상기 강판지지롤 위치 조절설비와 레이저조사설비를 외부로부터 격리
 수용하며 레이저 조사를 위한 동작 환경을 제공하는 레이저룸을 더
 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

【청구항 22】

30 제 19 항에 있어서,

상기 강판을 평평하게 펼쳐진 상태로 유지되게 강판에 장력을 부여하는 장력 제어설비를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

【청구항 23】

제 19 항에 있어서,

- 5 상기 강판이 생산라인 중앙을 따라 좌우로 치우침이 없이 이동하게 하는 사행 제어설비를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

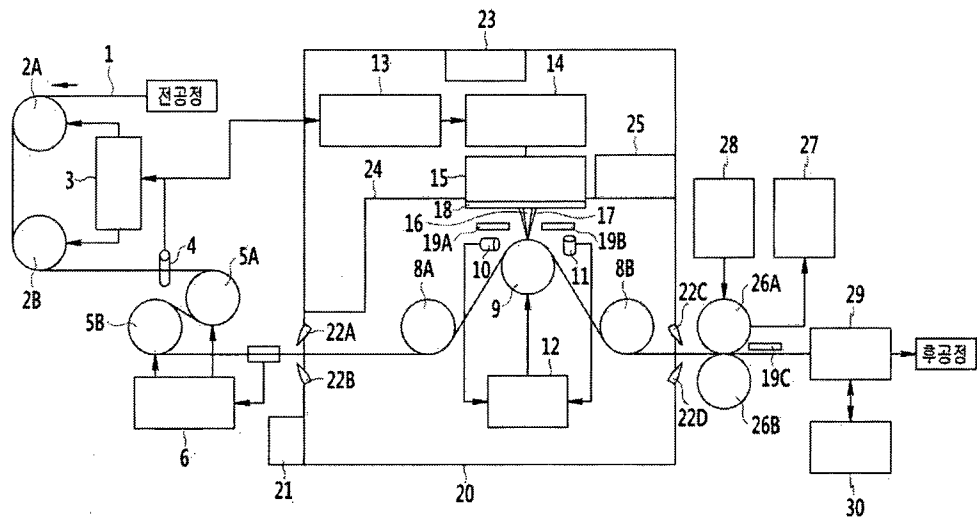
【청구항 24】

제 19 항에 있어서,

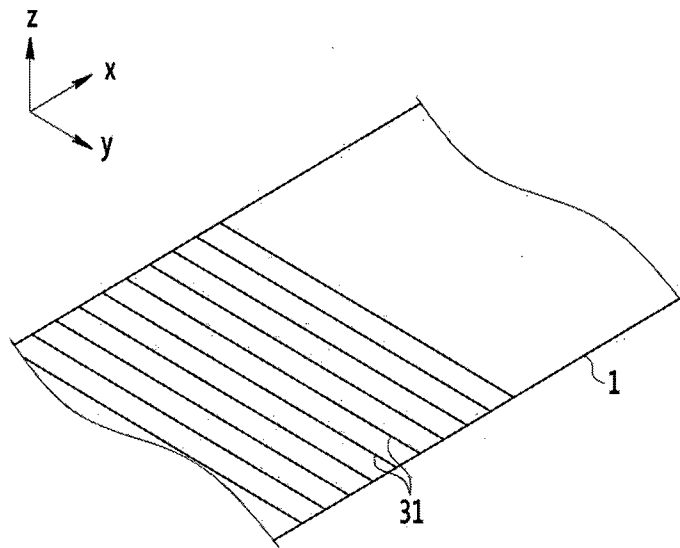
- 상기 강판의 표면에 형성된 힐업(hill up)과 스패터(spatter)를 제거하기
 10 위한 후처리 설비를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

【도면】

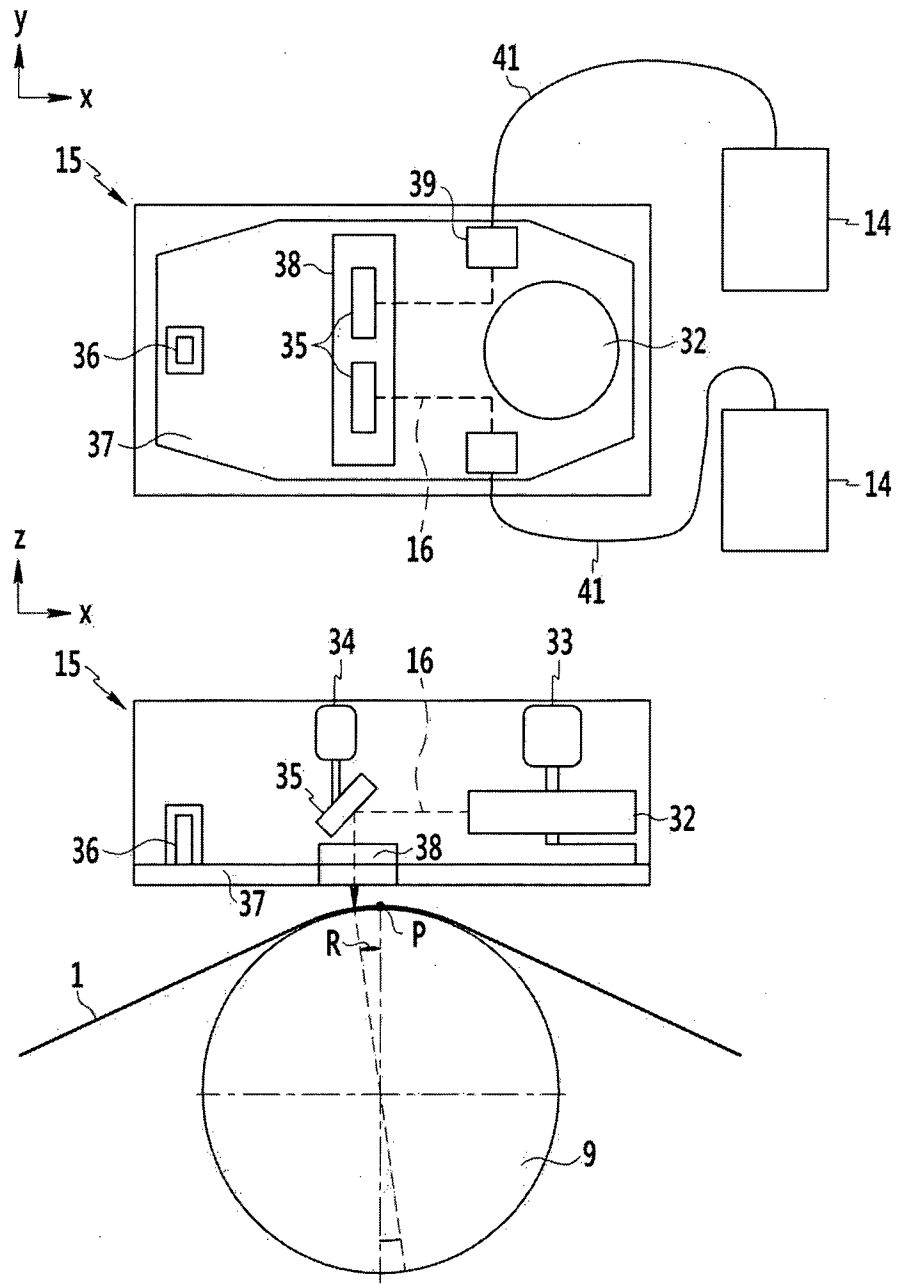
【도 1】



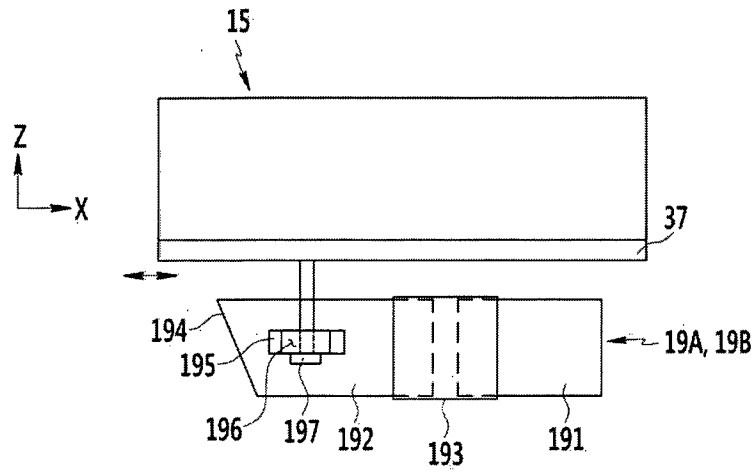
【도 2】



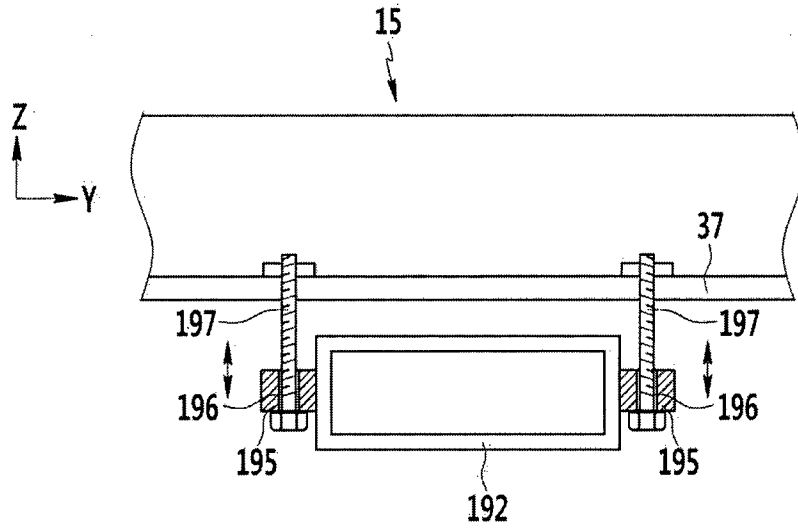
【도 3】



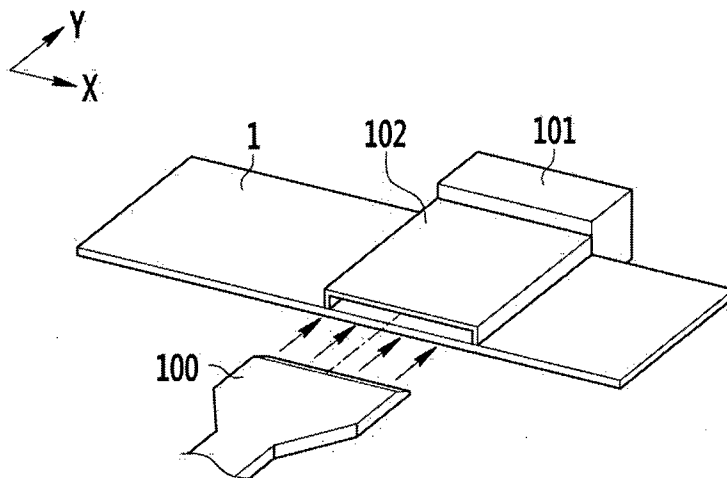
【도 4】



【도 5】



【도 6】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/000617

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D 8/12(2006.01)i, C21D 10/00(2006.01)i, B23K 26/352(2014.01)i, B23K 26/354(2014.01)i, B23K 26/364(2014.01)i, B23K 26/08(2006.01)i, B23K 26/16(2006.01)i, B23K 26/70(2014.01)i, B23K 37/047(2006.01)i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C21D 8/12; B23K 26/40; H01L 21/02; F24F 7/06; B23K 26/00; B21B 39/14; C21D 10/00; B23K 26/352; B23K 26/354; B23K 26/364; B23K 26/08; B23K 26/16; B23K 26/70; B23K 37/047

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: spatter, magnetic domain refinement, laser, clean room, angle and support roll

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	KR 10-2012-0073913 A (POSCO) 05 July 2012 See claims 1, 4, 6 and figure 1.	1,4-6,8-12,15-16 ,19,21-24 2-3,7,13-14,17-18 ,20
Y	KR 10-2014-0087126 A (POSCO) 09 July 2014 See paragraphs [0017], [0024]-[0031] and claim 1.	1,4-6,8-12,15-16 ,19,21-24
Y	KR 10-1395800 B1 (POSCO) 20 May 2014 See paragraphs [0039]-[0040] and claim 1.	6,8-11,16,19,21-24
Y	KR 10-2014-0021915 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 21 February 2014 See paragraph [0032].	8,21
Y	KR 20-0204905 Y1 (POHANG IRON AND STEEL COMPANY) 01 December 2000 See page 2, lines 10-59.	10,23

 Further documents are listed in the continuation of Box C.

 See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family


Date of the actual completion of the international search

19 APRIL 2017 (19.04.2017)

Date of mailing of the international search report

19 APRIL 2017 (19.04.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

 Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/000617

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0073913 A	05/07/2012	KR 10-1286246 B1	15/07/2013
KR 10-2014-0087126 A	09/07/2014	KR 10-1511706 B1	14/04/2015
KR 10-1395800 B1	20/05/2014	NONE	
KR 10-2014-0021915 A	21/02/2014	NONE	
KR 20-0204905 Y1	01/12/2000	KR 20-1998-0042450 U	25/09/1998

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C21D 8/12(2006.01)i, C21D 10/00(2006.01)i, B23K 26/352(2014.01)i, B23K 26/354(2014.01)i, B23K 26/364(2014.01)i, B23K 26/08(2006.01)i, B23K 26/16(2006.01)i, B23K 26/70(2014.01)i, B23K 37/047(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C21D 8/12; B23K 26/40; H01L 21/02; F24F 7/06; B23K 26/00; B21B 39/14; C21D 10/00; B23K 26/352; B23K 26/354; B23K 26/364; B23K 26/08; B23K 26/16; B23K 26/70; B23K 37/047

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: 스패터, 자구미세화, 레이저, 클린룸, 각도 및 지지물

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	KR 10-2012-0073913 A (주식회사 포스코) 2012.07.05 청구항 1, 4, 6 및 도면 1 참조.	1,4-6,8-12,15-16 ,19,21-24 2-3,7,13-14,17-18 ,20
Y	KR 10-2014-0087126 A (주식회사 포스코) 2014.07.09 단락 [0017], [0024]-[0031] 및 청구항 1 참조.	1,4-6,8-12,15-16 ,19,21-24
Y	KR 10-1395800 B1 (주식회사 포스코) 2014.05.20 단락 [0039]-[0040] 및 청구항 1 참조.	6,8-11,16,19,21-24
Y	KR 10-2014-0021915 A (삼성전기주식회사) 2014.02.21 단락 [0032] 참조.	8,21
Y	KR 20-0204905 Y1 (포항종합제철주식회사) 2000.12.01 페이지 2, 라인 10-59 참조.	10,23

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 04월 19일 (19.04.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 04월 19일 (19.04.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

배근태

전화번호 +82-42-481-3547



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0073913 A	2012/07/05	KR 10-1286246 B1	2013/07/15
KR 10-2014-0087126 A	2014/07/09	KR 10-1511706 B1	2015/04/14
KR 10-1395800 B1	2014/05/20	없음	
KR 10-2014-0021915 A	2014/02/21	없음	
KR 20-0204905 Y1	2000/12/01	KR 20-1998-0042450 U	1998/09/25