

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020년 1월 30일 (30.01.2020)

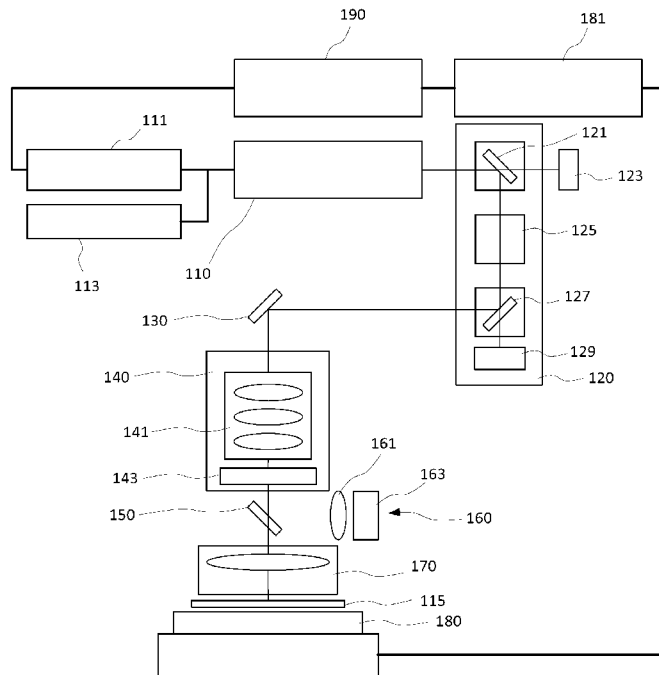


(10) 국제공개번호
WO 2020/022552 A1

- (51) 국제특허분류: *H01L 21/67* (2006.01) *H01S 3/10* (2006.01)
C21D 10/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/010408
- (22) 국제출원일: 2018년 9월 6일 (06.09.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2018-0087518 2018년 7월 27일 (27.07.2018) KR
- (71) 출원인: 주식회사 코윈디에스티 (COWINDST CO., LTD.) [KR/KR]; 13930 경기도 안양시 동안구 동편로 77, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 김선주 (KIM, Seon Joo); 16007 경기도 의왕시 양지편1로 30 101호, Gyeonggi-do (KR). 하재균 (HA, Jae Kyun); 18412 경기도 화성시 태안로 85, 103-502, Gyeonggi-do (KR). 소유진 (SO, Yu Jin); 15452 경기도 안산시 단원구 초지2로 42, 그린빌주공16단지 아파트 1614-405, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 김인한 (KIM, In Han); 06651 서울시 서초구 사임당로 26 신영빌딩 10층, 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, JO, 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,

(54) Title: LASER ANNEALING DEVICE

(54) 발명의 명칭: 레이저 어닐링 장치



(57) Abstract: Disclosed is a laser annealing device comprising: a laser light source for emitting a laser light; a laser light shaping unit, which receives the laser light emitted from the laser light source so as to shape same into a line beam of a certain size and shape; an imaging optical system, which focuses the shaped laser light while passing same therethrough so as to emit the focused laser light at a substrate to be annealed; and a substrate stage capable of loading the substrate thereon and moving same onto a plane that is parallel to a substrate surface, and further comprising a laser light correction unit for inspecting the state and path of a laser light until the laser light emitted from the laser light source reaches the substrate, and correcting the state and path of the laser light according to the inspection result. According to the present invention, changes in the path or state of a laser light, caused by the instability of a laser



WO 2020/022552 A1

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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

light source and an optical element on a path, are corrected such that light emittance for laser annealing can be performed at an accurate location of a substrate on a stage.

(57) 요약서: 레이저광을 방출하는 레이저 광원과, 레이저 광원에서 방출된 레이저광을 받아 일정한 크기 및 형태의 라인빔으로 정형하는 레이저광 정형부와, 정형된 레이저광을 통과시키면서 집속하여 어닐링 대상물 기판에 조사하는 결상광학계와, 기판을 적재하고 기판면과 평행하게 평면상으로 이동시킬 수 있는 기판 스테이지를 구비하며, 레이저 광원에서 나온 레이저광이 기판에 닿기까지의 레이저광 상태 및 경로를 검사하고 그 검사 결과에 따라 레이저광의 상태 및 경로를 보정하는 레이저광 보정부가 더 구비되는 것을 특징으로 레이저 어닐링 장치가 개시된다. 본 발명에 따르면 레이저 광원 및 경로상의 광학요소의 불안정성으로 인한 레이저광 경로나 상태의 변화를 보정하여 스테이지 상의 기판의 정확한 위치에 레이저 어닐링을 위한 광 조사가 이루어질 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 레이저 어닐링 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 반도체 기판 등에 대한 레이저 어닐링을 실시할 수 있는 레이저 어닐링 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 레이저 어닐링 과정에서 레이저의 불안정성이나 조사 위치 변이의 문제를 해결할 수 있는 레이저 어닐링 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 어닐링이란 가공 대상물에 대한 열처리 방법의 일종으로, 반도체나 표시장치 분야에서 어닐링은 대개 급속한 가열 및 서냉 열처리를 통해 주입된 불순물 분포를 균일화 혹은 활성화하거나, 반도체 결정 결함 치유 등의 용도로 많이 사용되는 가공 방법을 말한다.
- [3] 이런 어닐링 장치 가운데 퍼니스 장비나 전기램프 장치도 사용될 수 있지만 짧은 시간 내에 온도를 급속히 올릴 수 있고 대상물의 특정 영역이나 얇은 표층과 같은 제한된 위치에 에너지를 집중하여 열처리를 함으로써 기판 전체에 대해서는 열부담을 줄이고 대상영역에 대해서는 충분하고 균일성있는 열처리를 할 수 있는 레이저 어닐링 방법이 근래에 개발되어 많이 사용되고 있다.
- [4] 레이저 어닐링에서는 통상 레이저빔을 라인빔 형태로 만들어 라인빔을 대상물 가공 영역에 스캔하면서 어닐링을 실시하게 된다.
- [5] 이런 스캔을 실시할 때 레이저빔이 이동하기보다는 레이저빔 조사 위치는 고정된 상태에서 대상물이 기판 거치대 위에서 수평면상에서 선형으로 이동하면서 라인빔이 대상물을 스캔하는 경우가 많다.
- [6] 대표적인 레이저 어닐링은 액정표시장치나 유기전계발광장치에서 기판에 얇게 아몰퍼스 실리콘층을 형성한 뒤 불순물을 주입하고 레이저 조사를 통해 아몰퍼스 실리콘층을 폴리실리콘층이나 단결정 실리콘층으로 형성하는 공정에서 볼 수 있다.
- [7] 종래의 레이저 어닐링 장치에서는 레이저광은 일정한 경로를 통해 가공 대상물 기판 표면에 입사하고, 가공 대상물은 척에 고정된 상태로 평면상에서 x축 및 y축 방향으로 이동할 수 있도록 만들어진 거치대에 놓여 전체 표면을 스캔할 수 있도록 움직이게 된다.
- [8] 반도체 웨이퍼 전체 영역에 대해 레이저 라인빔으로 스캔하는 방식은 대개 도 1의 개념도와 같이 이루어진다. 즉, 웨이퍼(15) 일 측에서 일정폭의 라인빔(LB)을 라인과 수직한 방향으로 일 방향(x축 방향)으로 화살표와 같이 이동시켜 웨이퍼 위를 지나도록 하고, 라인폭만큼 일 방향과 수직한 방향(y 축방향)으로 웨이퍼의 다른 측을 향해 이동시킨 후, 이번에는 일 방향과 반대 방향으로 이동하면서 웨이퍼 위를 지나도록 한다. 이런 방식을 되풀이하여 웨이퍼 전체 면적을

커버하며 라인빔이 지나도록 하면 웨이퍼 전체 면적에 대한 어닐링이 이루어지게 된다.

- [9] 웨이퍼(15)에서 라인빔 스캔이 이루어질 때는 도 2와 같이 라인빔(LB)이 지나간 일정 영역(15')에서는 웨이퍼(15) 표면층에 한정하여 온도가 높아지는 가열이 이루어지고 서서히 냉각되면서 표면층 재료에 대한 결정화, 균질화, 불순물 활성화와 같은 개질이 이루어진다.
- [10] 도 3은 종래의 레이저 어닐링 장치의 일 예를 개략적으로 나타내는 구성 개념도이다.
- [11] 이 레이저 어닐링 장치는 여기용 레이저 다이오드(laser diode, LD)(1)와 파이버(2)로 결합된 연속 발진 레이저광(3)을 발생하는 레이저 발진기(4), 레이저광(3)의 온/오프를 행하는 셔터(5), 레이저광(3)의 에너지를 조정하기 위한 투과율 연속 가변 ND(neutral density) 필터(6), 레이저 발진기(4)로부터 출력된 레이저광(3)의 펄스화 및 에너지의 시간적인 변조를 실현하기 위한 전기 광학(electro-optical, EO) 모듈레이터(7), 편광 빔 스플리터(8), 빔 확장기(beam reducer)(9), 레이저광(3)을 가늘고 긴 형상의 빔으로 정형하는 빔 호모제나이저(10), 정형된 레이저광(3)을 소정의 치수로 하기 위한 직사각형 슬릿 혹은 마스크(11), 마스크(11) 상을 XY 스테이지(14) 상에 적재되어 평행이동하는 기판(15)에 결상하는 결상 렌즈(16)를 구비하여 이루어진다.
- [12] 레이저 발진기(4)로부터 발진된 레이저광(3)은 셔터(5)에 의해 온/오프된다. 즉, 레이저 발진기(4)는 항상 일정 출력으로 레이저광(3)을 발진하도록 설치되고, 셔터(5)는 통상적으로는 오프 상태로 하고, 레이저광(3)은 셔터(5)에 의해 차단된다. 레이저광(3)을 조사하는 경우에만 셔터(5)를 개방함으로써 레이저광(3)을 출력시킨다. 여기용 레이저 다이오드(1)를 온/오프하여 레이저광(3)의 온/오프를 행하는 것은 레이저 출력의 안정성에 문제를 가져올 수 있다.
- [13] 셔터(5)를 통과한 레이저광(3)은 출력 조정에 사용하는 투과율 연속 가변 ND 필터(6)를 투과하여 EO 모듈레이터(7)로 입사된다. EO 모듈레이터(7)는 도시되지 않은 드라이버를 거쳐서 결정 또는 포켈스 셀(pockels cell)에 전압을 인가함으로써, 결정을 투과하는 레이저광(3)의 편광 방향을 회전시켜 결정의 후방에 놓인 편광 빔 스플리터(8)로 P 편광 성분을 그대로 통과시키고, S 편광 성분을 90도 편향시킴으로써 레이저광(3)의 온/오프를 행할 수 있다.
- [14] 즉, 편광 빔 스플리터(8)에 대해 P 편광으로 입사하도록 레이저광(3)의 편광 방향을 회전시키기 위한 전압(V1)과, S 편광으로 입사하도록 레이저광(3)의 편광 방향을 회전시키기 위한 전압(V2)을 교대로 인가함으로써 레이저광(3)을 시간 변조하며, V1과 V2 중간의 임의의 전압을 인가하여 임의의 출력으로 설정할 수도 있다. 이런 예에서는 EO 모듈레이터(7)로서 포켈스 셀과 편광 빔 스플리터(8)를 조합하는 구성으로 설명하였지만, 편광 빔 스플리터의 대체로서 각종 편광 소자를 이용할 수 있다.

- [15] 이 상에서 레이저 다이오드(1)로부터 편광 빔 스플리터(8)의 구성은 광의 레이저 광원을 구성하는 것으로 볼 수 있다.
- [16] 이러한 레이저 광원에서 방출된 레이저광(3)은 빔 직경을 조정하기 위한 빔 확장기 혹은 빔 리듀서(9)로 빔 직경이 조정되어 빔 호모제나이저(10)에 입사한다.
- [17] 빔 호모제나이저(10)로 얻게 된 가늘고 긴 형상의 빔은 마스크(11)를 통해 보다 정확하고 일정한 크기의 레이저광이 되고, 결상 렌즈(16)를 통해 집광되어 웨이퍼 스테이지(14)에 적재된 웨이퍼(15)에 조사된다.
- [18] 여기서, 빔 호모제나이저(10)에서 가늘고 긴 형상으로 정형된 레이저광을 릴레이 렌즈 혹은 튜브 렌즈에 의해 평행광으로 변환하고, 그 후 결상 렌즈(16)에 의해 기관상에 가늘고 긴 형상의 라인빔으로서 투영하는 것도 가능하다. 이 경우, 릴레이 렌즈와 결상 렌즈의 거리를 변화시켜도 기관상에 투영되는 가늘고 긴 형상의 빔은 크기나 에너지 밀도가 변화하는 일은 없다. 따라서, 튜브 렌즈를 설치함으로써 튜브 렌즈와 결상 렌즈(16) 사이에 관찰 광학계나 에너지 모니터 광학계 등을 필요에 따라서 삽입할 수 있다.
- [19] 그런데, 이러한 기존의 레이저 어닐링 장치에서 레이저 광원이나 레이저광의 진행 경로 상의 광학계 구성요소 자체나 결합구조 등에서의 불안정 요소로 인하여 광축이 이동하거나 각도가 틀어져 레이저광이 기관에 닿게 되는 조사 위치가 흔들릴 수 있고, 레이저광의 크기나 형태가 변화되어 어닐링 공정에 변수가 발생하는 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [20] 본 발명은 상술한 종래 레이저 어닐링 장치의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 레이저 광원이나 광경로 상의 광학요소의 불안정으로 인한 광경로의 변화나 레이저빔의 크기, 형상의 변화를 감지하고 수정할 수 있는 구성을 가진 레이저 어닐링 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [21] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 또 다른 측면에 따른 레이저 어닐링 장치는, 레이저광을 방출하는 레이저 광원; 상기 레이저 광원에서 방출된 레이저광을 받아 일정한 크기 및 형태의 라인빔으로 정형하는 레이저광 정형부; 정형된 레이저광을 통과시키면서 집속하여 어닐링 대상물 기관에 조사하는 결상광학계; 상기 기관을 적재하고 기관면과 평행하게 평면상으로 이동시킬 수 있는 기관 스테이지; 및 상기 레이저 광원에서 나온 레이저광이 상기 기관에 닿기까지의 레이저광 상태 및 경로를 검사하고 검사 결과에 따라 레이저광의 상태 및 경로를 보정하는 레이저광 보정부를 포함한다.
- [22] 일실시예에서, 상기 레이저광 보정부는 상기 레이저 광원과 상기 레이저광 정형부 사이에 위치하는 제1 검사 및 조절장치와 상기 레이저광 정형부와 상기

- 결상광학계 사이에 위치하는 제2 검사 및 조절장치를 구비할 수 있다.
- [23] 일실시예에서, 상기 레이저광 보정부능 레이저광의 형태 및 크기를 검사하고 보정하는 장치부와 광경로를 검사하고 보정하는 장치부 가운데 적어도 하나를 구비할 수 있다. 또한, 상기 레이저광 보정부능 광축을 평행하게 이동시키는 장치부와 반사각도를 변화시키는 장치부 가운데 적어도 하나를 구비할 수 있다. 이러한 장치부능 제1 검사 및 조절장치 또는 제2 검사 및 조절장치의 적어도 일부 구성부에 대응될 수 있다.
- [24] 일실시예에서, 상기 제1 검사 및 조절장치는 구동장치에 의해 각도조절이 가능한 제1 반사거울 및 제2 반사거울을 구비하고, 상기 제1 반사거울을 투과한 레이저광 일부는 레이저광의 형태 및 크기를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시키는 빔 디텍터와 레이저광의 광경로를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시켜 상기 제1 반사거울 및 상기 제2 반사거울의 각도를 조절하는 제1 빔 프로파일러를 구비한다.
- [25] 일실시예에서, 상기 제2 검사 및 조절장치는 상기 레이저광 정형부를 거쳐 라인빔 형태로 이루어진 레이저광의 형태, 크기, 광균일도, 위치 가운데 적어도 하나를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시킬 수 있다.
- [26] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 레이저 어닐링 장치는, 레이저광을 방출하는 레이저 광원; 상기 레이저광의 형태 및 크기를 검사하고 보정하거나 광경로를 검사하고 보정하는 제1 검사 및 조절장치; 상기 제1 검사 및 조절장치를 통과한 레이저광을 받아 일정한 크기 및 형태의 라인빔으로 정형하는 레이저광 정형부; 상기 레이저광 정형부를 통과한 레이저광의 광축을 평행하게 이동시키거나 반사각도를 변화시키는 제2 검사 및 조절장치; 및 상기 제2 검사 및 조절장치를 통과한 레이저광을 집속하여 어닐링 대상물인 기판에 조사하는 결상광학계를 포함한다.
- [27] 일실시예에서, 레이저 어닐링 장치는, 상기 기판을 적재하고 상기 기판을 기판면과 평행하게 평면상으로 이동가능하게 설치되는 기판 스테이지를 더 포함할 수 있다.
- [28] 일실시예에서, 레이저 어닐링 장치는, 상기 레이저 광원, 상기 제1 검사 및 조절장치, 상기 제2 검사 및 조절장치, 및 상기 기판 스테이지의 동작을 제어하는 컴퓨팅 장치 또는 상기 컴퓨팅 장치에 대응하는 컨트롤러나 제어장치를 더 포함할 수 있다.
- [29] 일실시예에서, 상기 제1 검사 및 조절장치는, 구동장치에 의해 각도조절이 가능한 제1 반사거울 및 제2 반사거울; 레이저광의 형태 및 크기를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시키는 빔 디텍터; 및 레이저광의 광경로를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시켜 상기 제1 반사거울 및 상기 제2 반사거울의 각도를 조절하는 제1 빔 프로파일러를 구비할 수 있다.
- [30] 일실시예에서, 상기 제2 검사 및 조절장치는, 상기 레이저광 정형부를 거쳐 라인빔 형태로 출력되는 레이저광의 일부를 빔스플리터를 통해 받아

레이저광의 형태, 크기, 광균일도, 위치 가운데 적어도 하나를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시키는 제2 빔 프로파일러; 및 광경로상에서 상기 제2 빔 프로파일러의 전단에 배치되어 상기 레이저광을 집속하는 집속렌즈를 구비할 수 있다.

- [31] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 또 다른 측면에 따른 레이저 어닐링 장치는, 레이저광을 방출하는 레이저 광원과, 레이저 광원에서 방출된 레이저광을 받아 일정한 크기 및 형태의 라인빔으로 정형하는 레이저광 정형부와, 정형된 레이저광을 통과시키면서 집속하여 어닐링 대상물 기판에 조사하는 결상광학계와, 기판을 적재하고 기판면과 평행하게 평면상으로 이동시킬 수 있는 기판 스테이지(거치대)를 구비하는 레이저 어닐링 장치에 있어서, 레이저 광원에서 나온 레이저광이 기판에 닿기까지의 레이저광 상태 및 경로를 검사하고 그 검사 결과에 따라 레이저광의 상태 및 경로를 보정하는 레이저광 보정부(검사 및 조절장치)가 더 구비되는 것을 특징으로 한다.
- [32] 일실시예에서 레이저광 보정부는 레이저광의 형태 및 크기를 검사, 보정하는 장치부 및/또는 광경로를 검사, 보정하는 장치부를 구비하여 이루어질 수 있고, 광경로를 검사, 보정하는 장치부는 광축을 평행하게 이동시키는 장치부와 반사각도를 변화시키는 장치부 가운데 적어도 하나를 구비하여 이루어질 수 있다.
- [33] 일실시예에서 레이저광 보정부는 레이저 광원으로부터 레이저광 정형기까지의 경로와, 레이저광 정형기부터 결상렌즈까지의 경로에 분산되어 설치될 수 있다.

발명의 효과

- [34] 전술한 레이저 어닐링 장치를 사용하는 경우에는, 레이저 광원 및 경로상의 광학요소의 불안정성으로 인한 레이저광의 경로나 상태의 변화를 검사하고 보정하여 기판 스페이지 상의 기판에 대한 정위치를 효과적으로 제어할 수 있고, 그에 의해 레이저 어닐링의 성능 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [35] 도 1은 라인빔 형태의 레이저광으로 반도체 웨이퍼 표면 어닐링을 실시하는 방식의 일 예를 나타내는 개념적 평면도.
- [36] 도 2는 레이저광 어닐링이 이루어지는 반도체 웨이퍼 일부 영역에서의 표면층 개질을 설명하기 위한 개념적 단면도,
- [37] 도 3은 종래의 레이저 어닐링 장치의 일 예를 나타내는 구성 개념도,
- [38] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 어닐링 장치를 나타내는 구성 개념도.

발명의 실시를 위한 형태

- [39] 이하 도면을 참조하면서 본 발명의 구체적 실시예를 통해 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다.

- [40] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 어닐링 장치를 나타내는 구성 개념도이다.
- [41] 도 4를 참조하면, 본 실시예는 기존과 공통적으로 레이저광을 방출하는 레이저 광원(110)과, 레이저 광원(110)에서 나온 레이저광이 기관(115)에 닿기까지의 레이저광 상태 및 경로를 검사하고 검사 결과에 따라 레이저광의 상태 및 경로를 보정하는 레이저광 보정부, 레이저 광원(110)에서 방출되고 레이저광 보정부의 제1 보정부를 통과한 레이저광을 받아 일정한 크기 및 형태의 라인빔으로 정형하여 레이저광 보정부의 제2 보정부로 전달하는 레이저광 정형부(140)와, 정형된 레이저광을 통과시키면서 집속하여 어닐링 대상물 기관(115)에 조사하는 결상광학계(170)와, 기관(115)을 적재하고 기관면과 평행하게 평면상으로 이동시킬 수 있는 기관 스테이지(180)를 구비하여 이루어진다. 여기서, 제1 보정부는 후술하는 제1 검사 및 조절장치(120)에 대응하고, 제2 보정부는 후술하는 제2 검사 및 조절장치(160)에 대응된다.
- [42] 레이저 광원(110)은 기본적으로 레이저 발진기와 셔터 등을 구비하여 이루어지며, 도 3과 같은 종래의 예에서 본 것과 같은 자체에 능동적 혹은 수동적인 방법으로 방출되는 레이저빔의 출력을 조절하는 수단을 가질 수 있다.
- [43] 레이저 광원(110)의 레이저광은 어닐링 대상인 비정질 실리콘 박막 혹은 다결정 실리콘 박막에서 에너지 흡수도가 높은 파장, 보다 구체적으로는 Ar 레이저 혹은 Kr 레이저와 그 제2 고조파, Nd:YAG 레이저, Nd:YVO₄ 레이저, Nd:YLF 레이저의 제2 고조파 및 제3 고조파 등을 가지는 것이 바람직하다. 일례로, 레이저 다이오드(laser diode, LD) 여기 방식의 Nd:YAG 레이저의 제2 고조파(파장 532nm) 혹은 Nd:YVO₄ 레이저의 제2 고조파(파장 532nm)를 사용하는 것이 바람직하며, 이들의 발진기로부터 발생하는 레이저광은 원형으로 중심에서 외각으로 가면서 가우스형의 에너지 분포를 가질 수 있다. 본 실시예에서 레이저 광원은 LD 여기 연속 발진 Nd:YVO₄ 레이저의 제2 고조파나 제3 고조파를 사용하는 DPSS(diode pumped solid state) 레이저를 사용하는 것으로 한다.
- [44] 본 실시예에서 레이저 광원(110)에서 나온 레이저광은 레이저광의 상태를 검사하고, 각도 조절 방식의 광경로를 조절할 수 있는 제1 검사 및 조절장치(120)를 지나게 된다.
- [45] 제1 검사 및 조절장치(120)는 일부 빔스플리터 기능을 가지는 제1 반사거울(121) 및 제2 반사거울(127)을 포함하고, 이들 반사거울은 미도시된 모터에 의해 각도가 조절되어 여기서 반사되는 레이저광은 가령 제1 반사거울(121)에 의해 기관 상의 x축 이동을, 제2 반사거울(127)에 의해 기관 상의 y축 이동을 할 수 있다. 이들 반사거울은 99% 정도의 대부분의 빛을 반사하고 1% 이하의 빛을 투과시키며, 제1 반사거울(121)에서 투과된 레이저광은 레이저광 크기와 형태 같은 레이저광 상태를 검사하는 빔 디텍터(123)로, 제2 반사거울(127)에서 투과된 레이저광은 제1 빔

프로파일러(129)로 투입된다.

- [46] 빔 디텍터(123)는 레이저광 상태를 감지하여 피드백 방식으로 조절신호를 발생시켜 레이저 광원(110) 내의 슬릿이나 마스크 등 레이저광 크기나 형상을 조절할 수 있는 요소를 통해 레이저광 상태를 조절할 수 있다.
- [47] 제1 빔 프로파일러(129)는 제1 반사거울(121)에서 경로가 조절되어 제2 반사거울(127)을 투과한 레이저광을 입수하여 1차적 경로 조절의 결과를 확인하고, 피드백 방식으로 조절신호를 발생시켜 미도시된 전용 콘트롤러를 통해 제1 반사거울(121)을 조절하는 모터의 구동량 수정을 실시한다. 제2 반사거울을 투과한 레이저광을 통해 그 미세 위치변동을 검출하는 경우 제2 반사거울의 각도 변이를 측정하는 것도 가능하므로 경우에 따라서는 제2 반사거울(127)을 조절하는 모터의 구동량 수정도 실시할 수 있다.
- [48] 따라서, 제1 검사 및 조절장치(120)는 레이저광 상태 및 레이저광이 향하는 기관 상의 위치 혹은 레이저광 경로를 조절할 수 있다.
- [49] 또한, 본 실시예에서는 제1 검사 및 조절장치(120)의 제1 반사거울(121)과 제2 반사거울(127) 사이에 레이저광 출력 조절기(125)가 설치되어 레이저광 출력을 감지하고 직접 조절하거나, 조절신호를 발생시켜 피드백 방식으로 레이저 광원(110) 내의 별도 조절장치를 통해 레이저광 출력을 조절할 수 있다.
- [50] 제1 검사 및 조절장치(120)를 통과한 레이저광은 제3 반사거울(130)에서 반사되어 레이저광 정형부(140)로 투입된다. 여기서 레이저광 정형부(140)는 빔 정형기(141)와 빔 마스크(143)가 직렬로 결합된 구성을 이룬다.
- [51] 빔 정형기(141)는 레이저광을 가늘고 긴 형상의 라인빔으로 정형하기 위한 광학 소자이다. 여기서 가늘고 긴 형상은 선형, 직사각형, 타원형 혹은 긴 원형을 포괄할 수 있는 넓은 의미로 해석한다. 통상, 가스 레이저나 고체 레이저의 레이저광은 가우스형의 에너지 분포를 갖는 원형의 레이저광이고, 그 상태 그대로 레이저 어닐링에 사용하는 것은 적합하지 않다. 발진기 출력이 충분히 크면, 빔 직경을 충분히 확대하여 중심 부분의 비교적 균일한 부분만을 취함으로써 대략 균일한 에너지 분포를 얻을 수 있지만, 빔의 주변 부분을 버리게 되어 에너지의 대부분이 낭비된다. 이 결점을 해결하여 가우스형의 분포를 균일한 분포(툽 플랫 분포)로 변환하기 위해 빔 정형기(141)를 이용한다.
- [52] 빔 정형기(141)를 형성하기 위해 파웰 렌즈와 원통형 렌즈의 조합, 칼라이드 스크립, 회절 광학 소자, 멀티 렌즈(혹은 원통형 렌즈) 어레이와 원통형 렌즈의 조합을 이용할 수 있다. 이미 언급하듯이 에너지가 충분히 큰 발진기를 이용한 경우에는 빔 직경을 충분히 크게 확대하여 직사각형 개구 슬릿을 가진 빔 마스크를 단독으로 사용하는 것도 가능하지만, 여기서는 빔 정형기(141)를 보완하여 빔 정형기(141)를 통과한 라인빔의 주변부를 제거하여 라인빔이 더욱 균일하고 일정한 형태를 가지도록 빔 마스크(143)를 사용한다. 빔 마스크(143)의 개구 슬릿은 예를 들어 직사각형, 선형, 타원형, 긴 원형 등의 어떠한 슬릿이 될 수 있다.

- [53] 에너지 밀도의 균일성에 상관없이 원통형 렌즈를 빔 정형기(141)로서 사용할 수 있는데, 이 경우, 레이저광은 일 방향으로 압축될 뿐이므로, 일 방향을 짧은 방향으로 하고, 그와 직교하는 방향으로서는 원래의 빔 상태의 가우스 분포가 되어 필요에 따라서 중심 부분을 절취하여 사용하면 된다.
- [54] 레이저광 정형부(140)를 통과한 라인빔 형태의 레이저광은 투과율이 현저하고 반사율은 1% 정도로 미미한 빔스플리터(150)를 거쳐 결상렌즈계(170)로 투입되고, 결상렌즈계(170)를 통과하면서 집속되어 기관(115)에 닿게 된다. 이 상태에서 기관(115)은 x축, y축 이동이 가능한 거치대 혹은 기관 스테이지(180)의 척에 고정되어 평면상을 이동하면서 기관 전면에 어닐링이 이루어지도록 움직이게 된다.
- [55] 빔스플리터(150)에서 반사된 라인빔은 제2 검사 및 조절장치(160)로 투입된다. 제2 검사 및 조절장치(160)에서는 별도의 집속렌즈(161)를 통해 집속된 라인빔을 제2 빔 프로파일러(162)가 검사하여 적절한 형태와 광세기 분포 혹은 에너지 분포를 가지고 있는지 검사하고, 그 결과에 문제가 있으면 레이저광 정형부(140)를 오퍼레이터가 조절하도록 하거나, 직접 신호를 발생시켜 레이저광 정형부(140)를 이루고 있는 빔 정형기(141: 빔 호모제나이저)의 렌즈 배열을 미도시된 구동장치를 통해 실시간으로 조절하는 피드백 방식의 조절을 할 수 있다.
- [56] 또한, 여기서도 라인빔이 적절한 위치에 있는지(기관 상의 적정 위치를 조사하게 되는 지)를 검사하고, 필요하면 제1 검사 및 조절장치(120) 내의 반사거울들을 움직여 광경로를 2차적으로 조절하는 피드백 방식의 조절을 할 수 있다.
- [57] 이상에서 피드백 방식으로 조절되는 장치들은 빔 디텍터, 제1 빔 프로파일러, 제2 빔 프로파일러 등 센서의 역할을 하는 검사장치에서 검사된 결과를 반영한 조작신호를 무선이나 유선으로 관련된 컴퓨터(190)나 각종 컨트롤러로 보내고, 이들 컴퓨터(119)나 컨트롤러(controller)에서 전기신호 형태로 도시되지 않은 모터 등 구동장치를 구동하여 광경로에 영향을 미치는 제1 반사거울 및 제2 반사거울의 각도나 빔 정형기 내의 렌즈 배열 거리 등을 조작하는 방식으로 이루어질 수 있으며, 이런 조절방식은 통상적인 것이므로 더 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- [58] 다만, 컴퓨터(190)는 컴퓨팅 장치로서 컨트롤러나 제어장치를 포함할 수 있고, 컨트롤러나 제어장치는 프로세스와 메모리를 구비하고, 프로세서가 메모리에 저장된 프로그램이나 소프트웨어 모듈에 의해 전술한 레이저 어닐링 장치의 동작을 제어할 수 있다. 여기서, 프로세서는 서버통신시스템을 통해 구동장치, 센서, 제1 검사 및 조절장치, 제2 검사 및 조절장치, 제1 빔 프로파일러, 제2 빔 프로파일러, 기관 스테이지의 구동장치 등에 연결될 수 있다.
- [59] 이상에서는 제1 검사 및 조절장치와 제2 검사 및 조절장치가 광경로상 분리되어 설치되고 동작되지만 통합적으로 설치되어 동작될 수도 있고, 이들 중

일부는 삭제된 상태로 구성되는 것도 가능하다.

- [60] 이상에서는 한정된 실시예를 통해 본 발명을 설명하고 있으나, 이는 본 발명의 이해를 돕기 위해 예시적으로 설명된 것일 뿐 본원 발명은 이들 특정의 실시예에 한정되지 아니한다. 즉, 당해 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명을 토대로 다양한 변경이나 응용예를 실시할 수 있을 것이며 이러한 변형례나 응용예는 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 레이저광을 방출하는 레이저 광원;
 상기 레이저 광원에서 방출된 레이저광을 받아 일정한 크기 및 형태의 라인빔으로 정형하는 레이저광 정형부;
 정형된 레이저광을 통과시키면서 집속하여 어닐링 대상물 기판에 조사하는 결상광학계;
 상기 기판을 적재하고 기판면과 평행하게 평면상으로 이동시킬 수 있는 기판 스테이지; 및
 상기 레이저 광원에서 나온 레이저광이 상기 기판에 닿기까지의 레이저광 상태 및 경로를 검사하고 검사 결과에 따라 레이저광의 상태 및 경로를 보정하는 레이저광 보정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 어닐링 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 레이저광 보정부는 상기 레이저 광원과 상기 레이저광 정형부 사이에 위치하는 제1 검사 및 조절장치와 상기 레이저광 정형부와 상기 결상광학계 사이에 위치하는 제2 검사 및 조절장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 레이저 어닐링 장치.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,
 상기 레이저광 보정부는 레이저광의 형태 및 크기를 검사하고 보정하는 장치부와 광경로를 검사하고 보정하는 장치부 가운데 적어도 하나를 구비하는 것을 특징으로 하는 레이저 어닐링 장치.
- [청구항 4] 제 2 항에 있어서,
 상기 레이저광 보정부는 광축을 평행하게 이동시키는 장치부와 반사각도를 변화시키는 장치부 가운데 적어도 하나를 구비하는 것을 특징으로 하는 레이저 어닐링 장치.
- [청구항 5] 제 2 항에 있어서,
 상기 제1 검사 및 조절장치는 구동장치에 의해 각도조절이 가능한 제1 반사거울 및 제2 반사거울을 구비하고, 상기 제1 반사거울을 투과한 레이저광 일부는 레이저광의 형태 및 크기를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시키는 빔 디텍터와 레이저광의 광경로를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시켜 상기 제1 반사거울 및 상기 제2 반사거울의 각도를 조절하는 제1 빔 프로파일러를 구비하며,
 상기 제2 검사 및 조절장치는 상기 레이저광 정형부를 거쳐 라인빔 형태로 이루어진 레이저광의 형태, 크기, 광균일도, 위치 가운데 적어도 하나를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 레이저 어닐링 장치.
- [청구항 6] 레이저광을 방출하는 레이저 광원;

상기 레이저광의 형태 및 크기를 검사하고 보정하거나 광경로를 검사하고 보정하는 제1 검사 및 조절장치;
 상기 제1 검사 및 조절장치를 통과한 레이저광을 받아 일정한 크기 및 형태의 라인빔으로 정형하는 레이저광 정형부;
 상기 레이저광 정형부를 통과한 레이저광의 광축을 평행하게 이동시키거나 반사각도를 변화시키는 제2 검사 및 조절장치; 및
 상기 제2 검사 및 조절장치를 통과한 레이저광을 집속하여 어닐링 대상물인 기관에 조사하는 결상광학계를 포함하는 레이저 어닐링 장치.

[청구항 7]

제 6 항에 있어서,
 상기 기관을 적재하고 상기 기관을 기관면과 평행하게 평면상으로 이동가능하게 설치되는 기관 스테이지를 더 포함하는 레이저 어닐링 장치.

[청구항 8]

제 6 항에 있어서,
 상기 레이저 광원, 상기 제1 검사 및 조절장치, 상기 제2 검사 및 조절장치, 및 상기 기관 스테이지의 동작을 제어하는 컴퓨팅 장치 또는 상기 컴퓨팅 장치에 대응하는 컨트롤러나 제어장치를 더 포함하는 레이저 어닐링 장치.

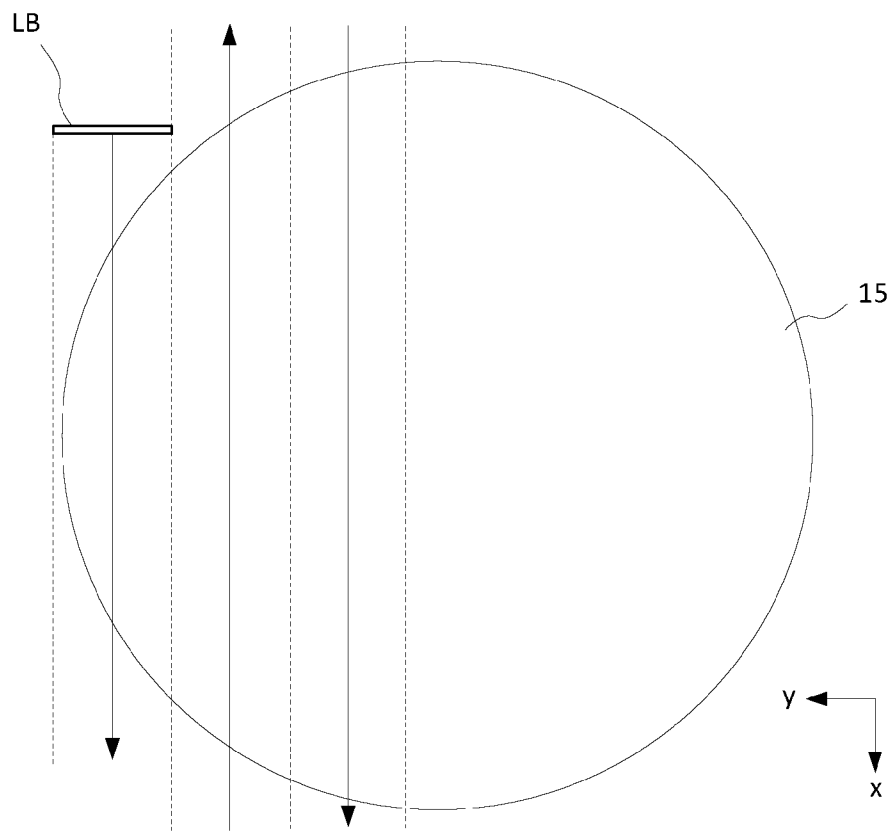
[청구항 9]

제 8 항에 있어서,
 상기 제1 검사 및 조절장치는,
 구동장치에 의해 각도조절이 가능한 제1 반사거울 및 제2 반사거울;
 레이저광의 형태 및 크기를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시키는 빔 디텍터; 및
 레이저광의 광경로를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시켜 상기 제1 반사거울 및 상기 제2 반사거울의 각도를 조절하는 제1 빔 프로파일러를 구비하는 레이저 어닐링 장치.

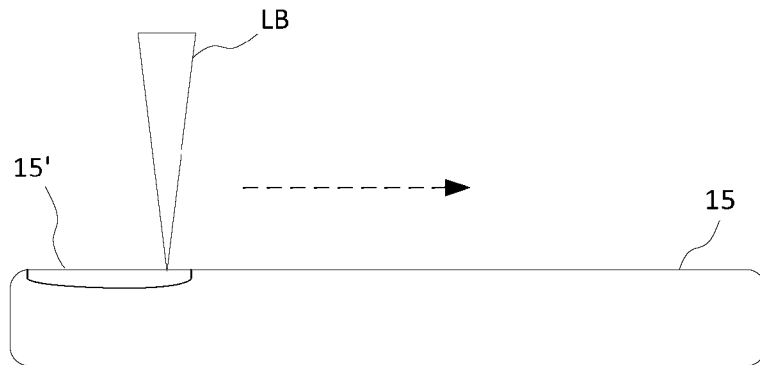
[청구항 10]

제 9 항에 있어서,
 상기 제2 검사 및 조절장치는,
 상기 레이저광 정형부를 거쳐 라인빔 형태로 출력되는 레이저광의 일부를 빔스플리터를 통해 받아 레이저광의 형태, 크기, 광균일도, 위치 가운데 적어도 하나를 검사하고 보정을 위한 신호를 발생시키는 제2 빔 프로파일러; 및
 광경로상에서 상기 제2 빔 프로파일러의 전단에 배치되어 상기 레이저광을 집속하는 집속렌즈를 구비하는 레이저 어닐링 장치.

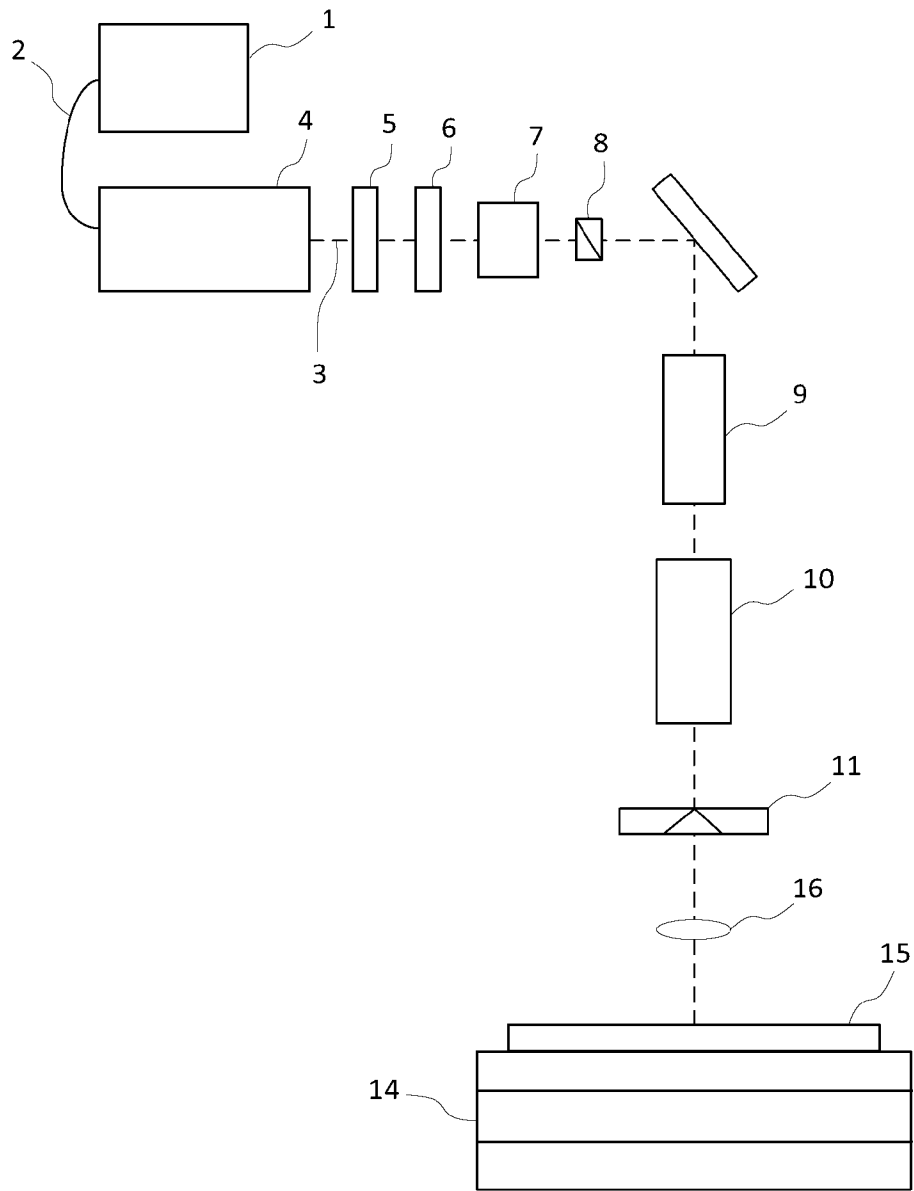
[도1]



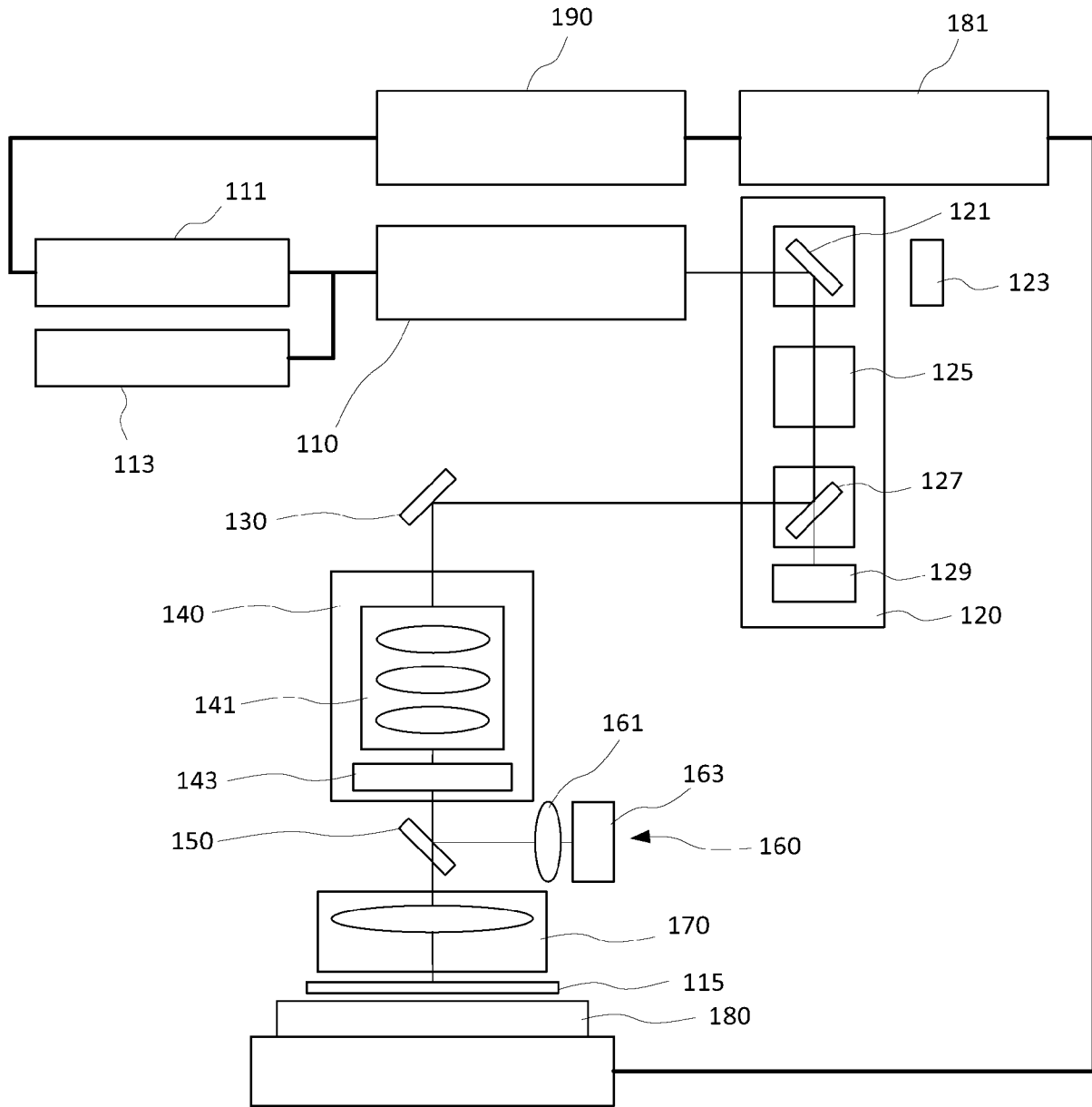
[도2]



[도3]



[도4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/010408

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/67(2006.01)i, C21D 10/00(2006.01)i, H01S 3/10(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)

H01L 21/67; B23K 26/00; B23K 26/04; B23K 26/046; B23K 26/082; H01L 21/268; H01S 3/00; H01S 3/105; H05K 3/00; C21D 10/00

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 aboveElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: laser, processing, annealing, detection, correction, shaping, angle, mirror

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 5863568 B2 (JAPAN STEEL WORKS LTD.) 16 February 2016 See paragraphs [0034]-[0035], [0037], [0039], [0041]; and figures 1-3.	1
Y		2-10
Y	JP 2005-116729 A (SHARP CORP.) 28 April 2005 See paragraphs [0047]-[0050]; and figures 1-2.	2-10
Y	JP 2005-118815 A (HITACHI VIA MECHANICS LTD.) 12 May 2005 See paragraphs [0014], [0017]; and figure 1.	4
Y	KR 10-2017-0048671 A (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 10 May 2017 See paragraph [0045]; claims 9-10; and figure 1.	5,9,10
A	JP 2018-001217 A (KEYENCE CORP.) 11 January 2018 See paragraphs [0036]-[0039]; claim 1; and figure 1.	1-10



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

25 APRIL 2019 (25.04.2019)

Date of mailing of the international search report

25 APRIL 2019 (25.04.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR


 Korean Intellectual Property Office
 Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu,
 Daejeon, 35208, 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/KR2018/010408

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 5863568 B2	16/02/2016	JP 2013-248656 A	12/12/2013
JP 2005-116729 A	28/04/2005	None	
JP 2005-118815 A	12/05/2005	None	
KR 10-2017-0048671 A	10/05/2017	None	
JP 2018-001217 A	11/01/2018	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H01L 21/67(2006.01)i, C21D 10/00(2006.01)i, H01S 3/10(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H01L 21/67; B23K 26/00; B23K 26/04; B23K 26/046; B23K 26/082; H01L 21/268; H01S 3/00; H01S 3/105; H05K 3/00; C21D 10/00

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:레이저, 가공, 어닐링, 검출, 보정, 정형, 각도, 미러

C. 관련 문헌

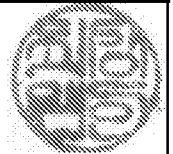
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 5863568 B2 (JAPAN STEEL WORKS LTD.) 2016.02.16 단락 [0034]-[0035], [0037], [0039], [0041]; 및 도면 1-3 참조.	1
Y		2-10
Y	JP 2005-116729 A (SHARP CORP.) 2005.04.28 단락 [0047]-[0050]; 및 도면 1-2 참조.	2-10
Y	JP 2005-118815 A (HITACHI VIA MECHANICS LTD.) 2005.05.12 단락 [0014], [0017]; 및 도면 1 참조.	4
Y	KR 10-2017-0048671 A (삼성디스플레이 주식회사) 2017.05.10 단락 [0045]; 청구항 9-10; 및 도면 1 참조.	5, 9, 10
A	JP 2018-001217 A (KEYENCE CORP.) 2018.01.11 단락 [0036]-[0039]; 청구항 1; 및 도면 1 참조.	1-10

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
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2019년 04월 25일 (25.04.2019)	국제조사보고서 발송일 2019년 04월 25일 (25.04.2019)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 최상원 전화번호 +82-42-481-8291
---	------------------------------------



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 5863568 B2	2016/02/16	JP 2013-248656 A	2013/12/12
JP 2005-116729 A	2005/04/28	없음	
JP 2005-118815 A	2005/05/12	없음	
KR 10-2017-0048671 A	2017/05/10	없음	
JP 2018-001217 A	2018/01/11	없음	