(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월01일
(11) 등록번호 10-2789884
(24) 등록일자 2025년03월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) *G02B 26/12* (2006.01)
G03F 7/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/2006 (2013.01)
G02B 26/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7008676
(22) 출원일자(국제) 2016년09월27일
심사청구일자 2021년09월02일
(85) 번역문제출일자 2018년03월27일
(65) 공개번호 10-2018-0058728
(43) 공개일자 2018년06월01일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2016/078541
(87) 국제공개번호 WO 2017/057415
국제공개일자 2017년04월06일
(30) 우선권주장
JP-P-2015-189496 2015년09월28일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2005034859 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
가부시키가이샤 니콘
일본 도쿄도 시나가와쿠 니시오이 1쵸메 5방 20고
(72) 발명자
가토 마사키
일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고 가부시키가이샤 니콘 내
나카야마 슈이치
일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고 가부시키가이샤 니콘 내
(74) 대리인
특허법인태평양

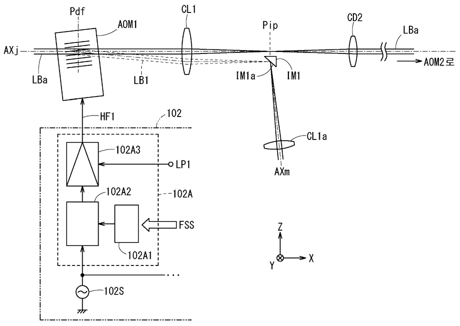
전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 정성용

(54) 발명의 명칭 **패턴 묘화 장치 및 패턴 묘화 방법**

(57) 요 약

광원(LS)으로부터의 빔(LB)을 패턴 정보에 따라 강도 변조하면서, 빔(LB)을 기판(P) 상에 투사하여 주주사 방향으로 주사함으로써, 기판(P) 상에 패턴을 형성하는 패턴 묘화 장치(EX)로서, 빔(LB)의 주주사 방향으로의 주사를 위해서, 광원(LS)으로부터의 빔(LB)을 편향하는 편향 부재(PM)를 포함하는 복수의 주사 유닛(Un)을, 기판(P) 상에 투사되는 빔(LB)의 주사 궤적이 서로 어긋나도록 배치한 주사 장치(14)와, 광원(LS)으로부터의 빔(LB)을 복수의 주사 유닛(Un)의 각각에 시분할로 공급하기 위해서, 광원(LS)으로부터의 빔(LB)을 편향 상태 또는 비편향 상태로 전환함과 아울러, 빔(LB)의 주사 궤적을 주주사 방향과 교차한 부주사 방향으로 시프트시키기 위해서, 빔(LB)의 편향각의 조정이 가능한 전기 광학 편향 장치(BDU)를 구비한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G03F 7/24 (2013.01)
G03F 7/70566 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
JP2015145990 A*
JP2008158326 A
JP2011108772 A
JP08262351 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

광원으로부터의 빔을 패턴 정보에 따라 강도 변조하면서, 상기 빔을 기판상에 투사하여 주(主)주사 방향으로 주사함으로써, 상기 기판상에 패턴을 형성하는 패턴 묘화 장치로서,

상기 빔의 상기 주주사 방향으로의 주사를 위해서, 상기 광원으로부터의 상기 빔을 편향시키는 편향 부재를 포함하는 복수의 주사 유닛을, 상기 기판상에 투사되는 상기 빔의 주사 궤적이, 상기 주주사 방향 및 상기 주주사 방향과 교차한 부주사 방향 중 적어도 하나의 방향에 대해 서로 어긋나도록 배치한 주사 장치와,

상기 광원으로부터의 상기 빔을 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 시분할로 공급하기 위해서, 상기 광원으로부터의 상기 빔을 소정의 편향각으로 편향시키는 편향 상태 또는 비편향 상태로 전환하는 전기 광학 편향 장치를 구비하고,

상기 전기 광학 편향 장치는 상기 편향 상태에 있어서의 상기 편향각을 조정 가능하고,

상기 복수의 주사 유닛의 각각에 의해 주사되는 상기 빔의 주사 궤적의 각각은 상기 전기 광학 편향 장치의 상기 편향각의 조정에 의해 상기 부주사 방향으로 시프트 가능한 패턴 묘화 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 전기 광학 편향 장치는 상기 편향각을 조정함으로써 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 의해 주사되는 상기 주사 궤적을 상기 부주사 방향으로 시프트시키고, 상기 주주사 방향에 있어서 서로 이웃하는 상기 주사 궤적의 단부끼리를 인접 또는 일부 중복시키는 패턴 묘화 장치.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 전기 광학 편향 장치는 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 대응하여 마련된 음향 광학 변조 소자를 포함하는 패턴 묘화 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 음향 광학 변조 소자가, 상기 빔을 편향 상태 또는 비편향 상태로 전환하도록, 고주파의 구동 신호를 상기 음향 광학 변조 소자에 공급함과 아울러, 상기 편향각을 바꾸기 위해서, 상기 구동 신호의 주파수를 가변(可變)으로 하는 드라이브 회로를 구비하는 패턴 묘화 장치.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 음향 광학 변조 소자를 통과하는 상기 빔은 평행 광속인 패턴 묘화 장치.

청구항 6

청구항 3에 있어서,

상기 전기 광학 편향 장치는 제1 집광 렌즈와 제2 집광 렌즈를 포함하고,

상기 빔은 상기 제1 집광 렌즈와 상기 제2 집광 렌즈에 순차적으로 입사한 후 상기 음향 광학 변조 소자에 입사하고,

상기 빔은 상기 제1 집광 렌즈와 상기 제2 집광 렌즈의 사이에 집광되는 패턴 묘화 장치.

청구항 7

청구항 4에 있어서,

상기 드라이브 회로는, 상기 편향각을 보정하지 않은 상태일 때에 있어서는, 상기 편향각이 규정 각도가 되는 규정 주파수를 상기 음향 광학 변조 소자에 공급하고, 상기 편향각의 보정시에 있어서는, 상기 편향각의 보정에 따라 상기 규정 주파수로부터 증감(增減)한 주파수를 상기 음향 광학 변조 소자에 공급하는 패턴 묘화 장치.

청구항 8

청구항 3에 있어서,

상기 편향 부재는 상기 음향 광학 변조 소자에서 편향된 상기 빔을 반사하는 복수의 반사면을 가지는 회전 다면경이고,

상기 주사 유닛은, 상기 회전 다면경에서 반사된 상기 빔이 입사되고, 상기 빔을 집광한 스팟광을 상기 기판상에 투사하는 주사용 렌즈계를 포함하며,

상기 회전 다면경의 상기 반사면은, 상기 주사용 렌즈계의 동공 위치에 설정되어 있는 패턴 묘화 장치.

청구항 9

청구항 3에 있어서,

상기 음향 광학 변조 소자에서 편향된 상기 빔을 1차 회절빔, 상기 음향 광학 변조 소자에서 편향되지 않고 진행하는 상기 빔을 0차 빔이라고 했을 때, 상기 1차 회절빔과 상기 0차 빔을 함께 입사시킴과 아울러, 상기 음향 광학 변조 소자 내에 초점 위치가 설정되어 있는 제1 콜리메이터 렌즈와,

상기 제1 콜리메이터 렌즈에서 집광되는 상기 1차 회절빔의 집광 위치의 근방에 배치되어, 상기 1차 회절빔만을 상기 주사 유닛을 향해서 반사하는 분기 반사경을 구비하는 패턴 묘화 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 주사 유닛 내의 상기 1차 회절빔의 광로 중에 배치되는 주사용 렌즈계를 포함하는 복수의 렌즈에 의해서, 상기 분기 반사경의 근방에 설정되는 상기 1차 회절빔의 집광 위치가, 상기 주사용 렌즈계를 통하여 상기 기판과 광학적으로 공역(共役)이 되도록 설정되어 있는 패턴 묘화 장치.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 광원은 종광의 파장을 변환하여 상기 빔으로서 사출하는 파장 변환 소자를 구비한 고조파 레이저 광원이고,

상기 분기 반사경의 근방에 설정되는 상기 1차 회절빔의 집광 위치와 상기 파장 변환 소자를 광학적으로 공역으로 설정하는 릴레이 렌즈계를 구비하는 패턴 묘화 장치.

청구항 12

광원으로부터의 빔을 패턴 정보에 따라 강도 변조하면서, 상기 빔을 기판상에 투사하여 주주사 방향으로 주사함으로써, 상기 기판상에 패턴을 형성하는 패턴 묘화 방법으로서,

상기 기판상에 투사되는 상기 빔의 주사 궤적이, 상기 주주사 방향 및 상기 주주사 방향과 교차한 부주사 방향 중 적어도 하나의 방향에 대해 서로 어긋나도록 배치된 복수의 주사 유닛의 각각이, 편향 부재를 이용하여 상기 광원으로부터의 상기 빔을 상기 주주사 방향으로 주사하는 것과,

상기 광원으로부터의 상기 빔을 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 시분할로 공급하기 위해서, 전기 광학 편향 장치를 이용하여 상기 광원으로부터의 상기 빔을 소정의 편향각으로 편향시키는 편향 상태 또는 비편향 상태로 전환하는 것을 포함하고,

상기 전기 광학 편향 장치는 상기 편향 상태에 있어서의 상기 편향각의 조정에 의해 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 의해서 주사되는 상기 빔의 주사 궤적의 각각을 상기 부주사 방향으로 시프트 가능하고,

상기 전기 광학 편향 장치를 이용하여, 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 의해 주사되는 각각의 상기 빔의 주사 궤적 중 적어도 하나를 상기 부주사 방향으로 시프트시키는 것을 더 포함하는 패턴 묘화 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 전기 광학 편향 장치는 상기 편향각을 조정함으로써 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 의해 주사되는 상기 주사 궤적을 상기 부주사 방향으로 시프트시키고, 상기 주주사 방향에 있어서 서로 이웃하는 상기 주사 궤적의 단부끼리를 인접 또는 일부 중복시키는 패턴 묘화 방법.

청구항 14

패턴 정보에 따라 변조된 묘화 빔을 기판에 투사하여 주주사 방향으로 주사함과 아울러, 상기 기판과 상기 묘화 빔을 상기 주주사 방향과 교차한 부주사 방향으로 상대 이동시킴으로써, 상기 기판상에 패턴을 형성하는 패턴 묘화 장치로서,

상기 묘화 빔을 주사하는 주사 부재를 포함하는 복수의 주사 유닛을, 상기 묘화 빔에 의한 주사 궤적이, 상기 주주사 방향 및 상기 주주사 방향과 교차한 부주사 방향 중 적어도 하나의 방향에 대해 서로 어긋나도록 배치한 주사 장치와,

상기 묘화 빔을 생성하는 광원 장치로부터의 빔을 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 선택적으로 공급하기 위한 복수의 제1 전자 광학 부재를 포함하는 빔 전환 장치와,

상기 주주사 방향으로 주사되는 상기 묘화 빔의 상기 주사 궤적이 상기 부주사 방향으로 시프트하도록, 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 입사하는 상기 광원 장치로부터의 상기 빔을 상기 부주사 방향에 대응한 방향으로 편향시키는 제2 전자 광학 부재를 포함하는 빔 편향 장치를 구비하는 패턴 묘화 장치.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 제2 전자 광학 부재는 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 의해 주사되는 상기 묘화 빔의 상기 주사 궤적을 상기 부주사 방향으로 시프트시키고, 상기 주주사 방향에 있어서 서로 이웃하는 상기 주사 궤적의 단부끼리를 인접 또는 일부 중복시키는 패턴 묘화 장치.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 복수의 제1 전자 광학 부재의 각각은, 상기 광원 장치로부터의 상기 빔에 대해서 투과성을 가지고, 전계 또는 자계에 의해서 편광 상태를 전환하는 결정 매체로 구성됨과 아울러, 상기 광원 장치로부터의 상기 빔을 순번대로 통과하도록 배치되는 패턴 묘화 장치.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 빔 전환 장치는 상기 제1 전자 광학 부재를 통과한 상기 빔을 편광 상태에 따라 투과 또는 반사시키는 편광 빔 스플리터를, 상기 복수의 제1 전자 광학 부재의 각각에 대응하여 구비하는 패턴 묘화 장치.

청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 제2 전자 광학 부재는 구동 신호의 주파수에 따라 회절각을 바꾸어 상기 광원 장치로부터의 상기 빔의 편향각을 바꾸는 음향 광학 변조 소자, 또는 인가하는 전계 강도에 따라서 굴절률을 바꾸어 상기 광원 장치로부터의 상기 빔의 편향각을 바꾸는 전기 광학 소자로 구성되는 패턴 묘화 장치.

청구항 19

청구항 14에 있어서,

상기 제1 전자 광학 부재와 상기 제2 전자 광학 부재의 각각을, 구동 신호의 주파수에 따라 회절각을 바꾸어 상기 광원 장치로부터의 상기 빔의 편향각을 바꾸는 음향 광학 변조 소자로 하는 패턴 묘화 장치.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 제1 전자 광학 부재로서의 상기 음향 광학 변조 소자를, 상기 제2 전자 광학 부재로서 겸용하는 패턴 묘화 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 피조사체상에 조사되는 스팟광을 주사하여 패턴을 묘화(描畵)하는 패턴 묘화 장치 및 패턴 묘화 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 회전 폴리곤(polygon) 미러를 이용한 묘화 장치로서 예를 들면, 일본 특허공개 2009-220489호 공보에 개시되어 있는 것처럼, 레이저 다이오드(LD)로부터의 빔을 폴리곤 미러로 반복하여 편향시키고, 편향된 빔을 fΘ 렌즈를 통해서 감광체(感光體)상에서 주사하는 전자 사진 방식의 화상 형성 장치가 알려져 있다. 일본 특허공개 2009-220489호 공보에 개시된 화상 형성 장치에서는, 레이저 다이오드(LD), 회전 폴리곤 미러, 및 fΘ 렌즈 등을 포함하는 기입 유닛 내의 온도 변화를 레이저 다이오드(LD)의 구동 전류의 변화로부터 예측한다. 그리고, 온도 변화에 의해서 생기는 fΘ 렌즈의 배율 오차(빔의 주(主)주사 방향의 배율 오차)를 보정하기 위해서, 화상 신호에 응답하여 레이저 다이오드(LD)를 점등 제어할 때의 기준이 되는 기입용 클록 신호의 주파수를 변경하고 있다. 그렇지만, 묘화해야 할 화상의 패턴이, 전자 디바이스를 위한 패턴인 경우는, 일본 특허공개 2009-220489호 공보와 같이, 클록 신호의 주파수 변경만으로 배율 오차를 보정하더라도, 고정밀한 배율 보정으로 치밀하게 대응할 수 없다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0003] 본 발명의 제1 양태는, 광원으로부터의 빔을 패턴 정보에 따라 강도 변조하면서, 상기 빔을 기판상에 투사(投射)하여 주주사 방향으로 주사함으로써, 상기 기판상에 패턴을 형성하는 패턴 묘화 장치로서, 상기 빔의 상기 주주사 방향으로의 주사를 위해서, 상기 광원으로부터의 상기 빔을 편향시키는 편향 부재를 포함하는 복수의 주사 유닛을, 상기 기판상에 투사되는 상기 빔의 주사 궤적이 서로 어긋나도록 배치한 주사 장치와, 상기 광원으로부터의 상기 빔을 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 시분할로 공급하기 위해서, 상기 광원으로부터의 상기 빔을 편향 상태 또는 비편향 상태로 전환함과 아울러, 상기 빔의 주사 궤적을 상기 주주사 방향과 교차한 부(副)주사 방향으로 시프트시키기 위해서, 상기 빔의 편향각의 조정이 가능한 전기 광학 편향 장치를 구비한다.

[0004] 본 발명의 제2 양태는, 광원으로부터의 빔을 패턴 정보에 따라 강도 변조하면서, 상기 빔을 기판상에 투사하여 주주사 방향으로 주사함으로써, 상기 기판상에 패턴을 형성하는 패턴 묘화 방법으로서, 상기 기판상에 투사되는 상기 빔의 주사 궤적이 서로 어긋나도록 배치된 복수의 주사 유닛의 각각이, 편향 부재를 이용하여 상기 광원으로부터의 상기 빔을 상기 주주사 방향으로 주사하는 것과, 상기 광원으로부터의 상기 빔을 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 시분할로 공급하기 위해서, 상기 광원으로부터의 상기 빔을 편향 상태 또는 비편향 상태로 전환함과 아울러, 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 의해서 주사되는 상기 빔의 주사 궤적을 상기 주주사 방향과 교차한 부주사 방향으로 시프트시키는 것을 포함한다.

[0005] 본 발명의 제3 양태는, 패턴 정보에 따라 변조된 묘화 빔을 기판에 투사하여 주주사 방향으로 주사함과 아울러, 상기 기판과 상기 묘화 빔을 상기 주주사 방향과 교차한 부주사 방향으로 상대 이동시킴으로써, 상기 기판상에

패턴을 형성하는 패턴 묘화 장치로서, 상기 묘화 빔을 주사하는 주사 부재를 포함하는 복수의 주사 유닛을, 상기 묘화 빔에 의한 주사 궤적이 서로 어긋나도록 배치한 주사 장치와, 상기 묘화 빔을 생성하는 광원 장치로부터의 빔을 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 선택적으로 공급하기 위한 복수의 제1 전자 광학 부재를 포함하는 빔 전환 장치와, 상기 주주사 방향으로 주사되는 상기 묘화 빔의 주사 위치가 상기 부주사 방향으로 변위(變位)하도록, 상기 복수의 주사 유닛의 각각에 입사하는 상기 광원 장치로부터의 상기 빔을 상기 부주사 방향에 대응한 방향으로 편향시키는 제2 전자 광학 부재를 포함하는 빔 편향 장치를 구비한다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 제1 실시 형태의 기판에 노광 처리를 행하는 노광 장치를 포함하는 디바이스 제조 시스템의 개략 구성을 나타내는 도면이다.

도 2는 노광 장치의 구성을 나타내는 구성도이다.

도 3은 도 2에 나타내는 회전 드럼에 기판이 감긴 상태를 나타내는 상세도이다.

도 4는 기판상에서 주사되는 스팟광의 묘화 라인 및 기판상에 형성된 얼라이먼트 마크를 나타내는 도면이다.

도 5는 도 2에 나타내는 주사 유닛의 광학적인 구성을 나타내는 도면이다.

도 6은 도 2에 나타내는 빔 전환부의 구성도이다.

도 7은 도 2에 나타내는 광원 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

도 8은 도 7에 나타내는 신호 발생부가 발생시키는 클록 신호와 묘화 비트열 데이터와 편광 빔 스플리터로부터 사출(射出)되는 빔의 관계를 나타내는 타임 차트이다.

도 9는 보정 화소를 신축(伸縮)시키는 기능을 가지는 도 7에 나타내는 신호 발생부의 구성을 나타내는 도면이다.

도 10은 도 9에 나타내는 프리 세트부가 출력하는 프리 세트값의 진리치표를 나타내는 도면이다.

도 11은 도 9에 나타내는 클록 발생부가 발생시키는 클록 신호의 각 클록 펄스, 제2 분주 카운터 회로의 카운트값, 화소 시프트 펄스의 출력 타이밍, 도 7에 나타내는 구동 회로에 입력되는 시리얼 데이터의 화소의 논리 정보의 전환 타이밍을 나타내는 타임 차트이다.

도 12는 도 2에 나타내는 노광 장치의 전기적인 구성을 나타내는 블록도이다.

도 13은 각 주사 유닛에 마련된 도 5의 원점(原点) 센서로부터 출력되는 원점 신호 및 원점 신호에 따라 도 12에 나타내는 선택 소자 구동 제어부가 생성하는 입사 허가 신호를 나타내는 타임 차트이다.

도 14는 도 12에 나타내는 묘화 데이터 출력부의 구성을 나타내는 도면이다.

도 15는 도 14에 나타내는 묘화 허가 신호 생성부에 의해서 생성되는 묘화 허가 신호 및 묘화 허가 신호가 하이(high)인 기간 중에 도 9의 송출 타이밍 전환부로부터 출력되는 화소 시프트 펄스를 나타내는 타임 차트이다.

도 16은 최대 주사 길이의 범위 내에서 신축된 묘화 라인의 위치와 지연 시간의 관계를 나타내는 도면이다.

도 17은 제1 실시 형태의 변형예에 있어서의 광원 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

도 18은 도 17에 나타내는 클록 신호 발생부의 구성을 나타내는 도면이다.

도 19는 도 18의 클록 신호 발생부의 동작을 설명하는 타이밍 차트이다.

도 20은 제2 실시 형태에 있어서의 광원 장치의 내부에 마련되는 신호 발생부의 구성을 나타내는 도면이다.

도 21a는 도 20에 나타내는 지연 회로의 구성의 제1 예를 나타내는 도면이고, 도 21b는 도 20에 나타내는 지연 회로의 구성의 제2 예를 나타내는 도면이다.

도 22는 도 20에 나타내는 신호 발생부의 각 부로부터 출력되는 신호를 나타내는 타임 차트이다.

도 23a는 국소(局所) 배율 보정이 행해지고 있지 않은 경우에 묘화되는 패턴을 설명하는 도면이고, 도 23b는 도 22에 나타내는 타임 차트에 따라서 국소 배율 보정(축소)이 행해졌을 경우에 묘화되는 패턴을 설명하는 도면이다.

도 24는 상기 각 실시 형태의 변형예 1의 설명도로서, 상기 각 실시 형태(변형예도 포함함)에서 설명한 패턴 데이터에 따라 스팟광의 강도를 변조하는 전기 광학 소자를 대신하여 묘화용 광학 소자를 이용했을 경우의, 묘화용 광학 소자의 배치예를 나타내는 도면이다.

도 25는 상기 각 실시 형태의 변형예 4의 설명도로서, 상기 각 실시 형태(변형예도 포함함)에서 설명한 빔 전환부 중의 집광 렌즈, 선택용 광학 소자, 콜리메이터 렌즈, 및 유닛측 입사 미러의 배치와, 주사 유닛 내의 제2 실린드리칼 렌즈(cylindrical lens)의 배치의 관계를, 모식적으로 나타낸 도면이다.

도 26은 상기 각 실시 형태(변형예도 포함함)의 변형예 5의 설명도로서, 폴리곤 미러 대신에 갈바노 미러(galvanometer mirror)를 이용한 주사 유닛의 주요부 구성을 나타내는 도면이다.

도 27은 상기 각 실시 형태(변형예도 포함함)의 변형예 6의 설명도로서, 기계적인 회전 기구에 의해서 스팟광을 원호(圓弧) 모양으로 주사하는 방식의 주사 유닛의 사시도이다.

도 28은 제3 실시 형태에 있어서의 광원 장치의 펄스광 발생부 내의 파장 변환부의 구성을 상세하게 나타내는 도면이다.

도 29는 제3 실시 형태에 있어서의 광원 장치로부터 처음 선택용 광학 소자까지의 빔의 광로(光路)를 나타내는 도면이다.

도 30은 제3 실시 형태에 있어서의 선택용 광학 소자로부터 다음 단의 선택용 광학 소자까지의 광로와 선택용 광학 소자의 드라이버 회로의 구성을 나타내는 도면이다.

도 31은 선택용 광학 소자 뒤의 선택용 유닛측 입사 미러에서의 빔 선택과 빔 시프트의 모습을 설명하는 도면이다.

도 32는 폴리곤 미러로부터 기판까지의 빔의 거동을 설명하는 도면이다.

도 33은 제3 실시 형태의 변형예에 있어서의 텐덤(tandem) 방식의 묘화 장치의 개략 구성의 일부를 나타내는 도면이다.

도 34는 제4 실시 형태에 의한 빔 전환부 내의 하나의 주사 유닛에 대응하여 마련된 빔 전환 부재의 구성을 나타내는 도면이다.

도 35는 도 6 또는 도 24에 나타낸 빔 전환부를 구성하는 선택용 광학 소자와 유닛측 입사 미러를, 도 34의 구성으로 치환한 구성을 나타내는 도면이다.

도 36은 도 35에 나타내는 빔 시프터부의 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

도 37a는 소정의 두께로 프리즘 모양(삼각형)으로 형성된 투과성의 결정 매체의 대향하는 평행한 측면에 전극이 형성된 전기 광학 소자를 이용한 빔 편향 부재의 예를 나타내는 도면이고, 도 37b는 KTN($KTa_{1-x}Nb_xO_3$) 결정에 의한 전기 광학 소자를 이용한 빔 편향 부재의 예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 본 발명의 양태에 따른 패턴 묘화 장치 및 패턴 묘화 방법에 대해서, 적합한 실시 형태를 들어, 첨부 도면을 참조하면서 이하, 상세하게 설명한다. 또한, 본 발명의 양태는, 이들 실시 형태로 한정되는 것이 아니고, 다양한 변경 또는 개량을 더한 것도 포함된다. 즉, 이하에 기재한 구성요소에는, 당업자가 용이하게 상정할 수 있는 것, 실질적으로 동일한 것이 포함되며, 이하에 기재한 구성요소는 적당히 조합하는 것이 가능하다. 또, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 구성요소의 다양한 생략, 치환 또는 변경을 행할 수 있다.

[0008] [제1 실시 형태]

[0009] 도 1은 제1 실시 형태의 기판(피조사체)(P)에 노광 처리를 실시하는 노광 장치(EX)를 포함하는 디바이스 제조 시스템(10)의 개략 구성을 나타내는 도면이다. 또한, 이하의 설명에 있어서는, 특별히 예고하지 않는 한, 중력 방향을 Z방향으로 하는 XYZ 직교 좌표계를 설정하고, 도면에 나타내는 화살표를 따라서, X방향, Y방향, 및 Z방향을 설명한다.

[0010] 디바이스 제조 시스템(10)은 기판(P)에 소정의 처리(노광 처리 등)를 실시하여, 전자 디바이스를 제조하는 시스템(기판 처리 장치)이다. 디바이스 제조 시스템(10)은, 예를 들면, 전자 디바이스로서의 플렉서블·디스플레이,

필름 모양의 터치 패널, 액정 표시 패널용 필름 모양의 칼라 필터, 플렉서블 배선, 또는 플렉서블·센서 등을 제조하는 제조 라인이 구축된 제조 시스템이다. 이하, 전자 디바이스로서 플렉서블·디스플레이를 전제로 하여 설명한다. 플렉서블·디스플레이로서는, 예를 들면, 유기 EL 디스플레이, 액정 디스플레이 등이 있다. 디바이스 제조 시스템(10)은, 가요성(可撓性) 시트 모양의 기판(시트 기판)(P)을 롤 모양으로 감은 공급 롤(FR1)로부터 기판(P)이 송출되고, 송출된 기판(P)에 대해서 각종 처리를 연속적으로 실시한 후, 각종 처리 후의 기판(P)을 회수 롤(FR2)로 권취(卷取)하는, 이른바, 롤·투·롤(Roll To Roll) 방식의 구조를 가진다. 기판(P)은 기판(P)의 이동 방향(반송(搬送) 방향)이 긴 길이 방향(장척(長尺))이 되고, 폭 방향이 짧은 길이 방향(단척(短尺))이 되는 띠모양의 형상을 가진다. 제1 실시 형태에 있어서는, 필름 모양의 기판(P)이, 적어도 처리 장치(제1 처리 장치)(PR1), 처리 장치(제2 처리 장치)(PR2), 노광 장치(제3 처리 장치)(EX), 처리 장치(제4 처리 장치)(PR3), 및 처리 장치(제5 처리 장치)(PR4)를 거쳐, 회수 롤(FR2)에 권취될 때까지의 예를 나타내고 있다.

[0011] 또한, 본 제1 실시 형태에서는, X방향은, 수평면 내에 있어서, 기판(P)이 공급 롤(FR1)로부터 회수 롤(FR2)을 향하는 방향(반송 방향)이다. Y방향은 수평면 내에 있어서, X방향에 직교하는 방향으로, 기판(P)의 폭방향(단척 방향)이다. Z방향은 X방향과 Y방향에 직교하는 방향(상방향)으로, 중력이 작용하는 방향과 평행이다.

[0012] 기판(P)은, 예를 들면, 수지 필름, 혹은, 스텐레스강 등의 금속 또는 합금으로 이루어지는 박(箔)(포일) 등이 이용된다. 수지 필름의 재질로서는, 예를 들면, 폴리에틸렌 수지, 폴리프로필렌 수지, 폴리에스테르 수지, 에틸렌 비닐 공중합체 수지, 폴리염화비닐 수지, 셀룰로오스 수지, 폴리아미드 수지, 폴리이미드 수지, 폴리카보네이트(polycarbonate) 수지, 폴리스티렌 수지, 및 아세트산 비닐 수지 중, 적어도 1개 이상을 포함한 것을 이용해도 된다. 또, 기판(P)의 두께나 강성(剛性)(영률(Young's modulus))은, 디바이스 제조 시스템(10)의 반송로를 통과할 때, 기판(P)에 좌굴(座屈)에 의한 접힌 곳이나 비가역적인 주름이 생기지 않는 범위이면 된다. 기판(P)의 모재(母材)로서, 두께가 25μm~200㎛ 정도의 PET(폴리에틸렌 테레프탈레이트)나 PEN(폴리에틸렌 나프탈레이트) 등의 필름은, 적합한 시트 기판의 전형이다.

[0013] 기판(P)은 처리 장치(PR1), 처리 장치(PR2), 노광 장치(EX), 처리 장치(PR3), 및 처리 장치(PR4)에서 실시되는 각 처리에 있어서 열을 받는 경우가 있기 때문에, 열팽창 계수가 현저하게 크지 않은 재질의 기판(P)을 선정하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 무기 필러를 수지 필름에 혼합함으로써 열팽창 계수를 억제할 수 있다. 무기 필러는, 예를 들면, 산화 티탄, 산화 아연, 알루미나, 또는 산화 규소 등이어도 된다. 또, 기판(P)은 플로트법 등으로 제조된 두께 100㎛ 정도의 극박(極薄) 유리의 단층체여도 되고, 이 극박 유리에 상기한 수지 필름, 박 등을 첩합(貼合)한 적층체여도 된다.

[0014] 그런데, 기판(P)의 가요성(flexibility)이란, 기판(P)에 자중(自重) 정도의 힘을 가해도 전단(剪斷)되거나 파단(破斷)되지 않고, 그 기판(P)을 휘게 하는 것이 가능한 성질을 말한다. 또, 자중 정도의 힘에 의해서 굴곡(屈曲)하는 성질도 가요성에 포함된다. 또, 기판(P)의 재질, 크기, 두께, 기판(P)상에 성막(成膜)되는 층 구조, 온도, 또는 습도 등의 환경 등에 따라서, 가요성의 정도는 바뀐다. 어찌되었든, 본 제1 실시 형태에 의한 디바이스 제조 시스템(10) 내의 반송로에 마련되는 각종 반송용 롤러, 회전 드럼 등의 반송 방향 전환용 부재에 기판(P)을 올바르게 감은 경우에, 좌굴하여 접힌 곳이 생기거나, 파손(破損)(찢어짐이나 벌어짐이 발생)되거나 하지 않고, 기판(P)을 스무스하게 반송할 수 있으면, 가요성의 범위라고 할 수 있다.

[0015] 처리 장치(PR1)는 공급 롤(FR1)로부터 반송되어 온 기판(P)을 처리 장치(PR2)를 향해서 소정의 속도로 장척 방향을 따른 반송 방향(+X방향)으로 반송하면서, 기판(P)에 대해서 도포 처리를 행하는 도포 장치이다. 처리 장치(PR1)는 기판(P)의 표면에 감광성 기능액을 선택적으로 또는 균일하게 도포한다. 이 감광성 기능액이 표면에 도포된 기판(P)은 처리 장치(PR2)를 향해서 반송된다.

[0016] 처리 장치(PR2)는 처리 장치(PR1)로부터 반송되어 온 기판(P)을 노광 장치(EX)를 향해서 소정의 속도로 반송 방향(+X방향)으로 반송하면서, 기판(P)에 대해서 건조 처리를 행하는 건조 장치이다. 처리 장치(PR2)는 열풍 또는 드라이 에어 등의 건조용 에어(온풍)를 기판(P)의 표면에 분사하는 블로어, 적외선 광원, 세라믹 히터 등에 의해서 감광성 기능액에 포함되는 용제(溶劑) 또는 물을 제거하여, 감광성 기능액을 건조시킨다. 이것에 의해, 기판(P)의 표면에 감광성 기능층(광 감응층)이 되는 막이 선택적으로 또는 균일하게 형성된다. 또한, 드라이 필름을 기판(P)의 표면에 붙임으로써, 기판(P)의 표면에 감광성 기능층을 형성해도 된다. 이 경우는, 처리 장치(PR1) 및 처리 장치(PR2)를 대신하여, 드라이 필름을 기판(P)에 붙이는 첩부(貼付) 장치(처리 장치)를 마련하면 된다.

[0017] 여기서, 이 감광성 기능액(층)의 전형적인 것은 포토레지스트(액상(液狀) 또는 드라이 필름 모양)이지만, 현상 처리가 불필요한 재료로서, 자외선의 조사를 받은 부분의 친발액성이 개질(改質)되는 감광성 실란 커플링제

(SAM), 혹은 자외선의 조사를 받은 부분에 도금 환원기가 노출되는 감광성 환원제 등이 있다. 감광성 기능액(층)으로서 감광성 실란 커플링제를 이용하는 경우는, 기판(P)상의 자외선으로 노광된 패턴 부분이 발액성에서 친액성으로 개질된다. 그 때문에, 친액성이 된 부분의 위에 도전성 잉크(은이나 동 등의 도전성 나노 입자를 함유하는 잉크) 또는 반도체 재료를 함유한 액체 등을 선택 도포함으로써, 박막 트랜지스터(TFT) 등을 구성하는 전극, 반도체, 절연, 혹은 접속용 배선이 되는 패턴층을 형성할 수 있다. 감광성 기능액(층)으로서, 감광성 환원제를 이용하는 경우는, 기판(P)상의 자외선으로 노광된 패턴 부분에 도금 환원기가 노출된다. 그 때문에, 노광 후, 기판(P)을 즉시 팔라듐(palladium) 이온 등을 포함하는 도금액 중에 일정 시간 침지(浸漬)함으로써, 팔라듐에 의한 패턴층이 형성(석출(析出))된다. 이러한 도금 처리는 애디티브(additive)한 프로세스이지만, 그 외, 서브트랙티브(subtractive)한 프로세스로서의 에칭 처리를 전제로 해도 된다. 그 경우는, 노광 장치(EX)로 보내지는 기판(P)은, 모재를 PET나 PEN로 하고, 그 표면에 알루미늄(Al)이나 동(Cu) 등의 금속성 박막을 전면(全面) 또는 선택적으로 증착하고, 추가로 그 위에 포토레지스트층을 적층한 것이어도 된다. 본 제1 실시 형태에서는, 감광성 기능액(층)으로서 감광성 환원제가 이용된다.

[0018] 노광 장치(EX)는 처리 장치(PR2)로부터 반송되어 온 기판(P)을 처리 장치(PR3)를 향해서 소정의 속도로 반송 방향(+X방향)으로 반송하면서, 기판(P)에 대해서 노광 처리를 행하는 처리 장치이다. 노광 장치(EX)는 기판(P)의 표면(감광성 기능층의 표면, 즉, 감광면)에, 전자 디바이스용 패턴(예를 들면, 전자 디바이스를 구성하는 TFT의 전극이나 배선 등의 패턴)에 따른 광 패턴을 조사한다. 이것에 의해, 감광성 기능층에 상기 패턴에 대응한 잠상(潛像)(개질부)이 형성된다.

[0019] 본 제1 실시 형태에 있어서는, 노광 장치(EX)는 마스크를 이용하지 않는 직묘(直描) 방식의 노광 장치, 이른바 래스터 스캔 방식의 노광 장치(패턴 묘화 장치)이다. 다음에 상세하게 설명하지만, 노광 장치(EX)는 기판(P)을 +X방향(부주사의 방향)으로 반송하면서, 노광용 펄스 모양의 빔(LB)(펄스 빔)의 스팟광 SP를, 기판(P)의 피조사면(감광면) 상에서 소정의 주사 방향(Y방향)으로 1차원으로 주사(주주사)하면서, 스팟광 SP의 강도를 패턴 데이터(묘화 데이터, 패턴 정보)에 따라 고속으로 변조(온/오프)한다. 이것에 의해, 기판(P)의 피조사면에 전자 디바이스, 회로 또는 배선 등의 소정의 패턴에 따른 광 패턴이 묘화 노광이 된다. 즉, 기판(P)의 부주사와, 스팟광 SP의 주주사로, 스팟광 SP가 기판(P)의 피조사면상에서 상대적으로 2차원 주사되어, 기판(P)에 소정의 패턴이 묘화 노광이 된다. 또, 기판(P)은 반송 방향(+X방향)을 따라서 반송되고 있으므로, 노광 장치(EX)에 의해서 패턴이 노광되는 노광 영역 W는, 기판(P)의 장척 방향을 따라서 소정의 간격을 두고 복수 개 마련되게 된다(도 4 참조). 이 노광 영역 W에 전자 디바이스가 형성되므로, 노광 영역 W는 디바이스 형성 영역이기도 하다. 또한, 전자 디바이스는 복수의 패턴층(패턴이 형성된 층)이 서로 겹쳐짐으로써 구성되므로, 노광 장치(EX)에 의해서 각 층에 대응한 패턴이 노광되도록 해도 된다.

[0020] 처리 장치(PR3)는 노광 장치(EX)로부터 반송되어 온 기판(P)을 처리 장치(PR4)를 향해서 소정의 속도로 반송 방향(+X방향)으로 반송하면서, 기판(P)에 대해서 습식(濕式) 처리를 행하는 습식 처리 장치이다. 본 제1 실시 형태에서는, 처리 장치(PR3)는 기판(P)에 대해서 습식 처리의 일종인 도금 처리를 행한다. 즉, 기판(P)을 처리조에 저장된 도금액에 소정 시간 침지한다. 이것에 의해, 감광성 기능층의 표면에 잠상에 따른 패턴층이 석출(형성)된다. 즉, 기판(P)의 감광성 기능층상의 스팟광 SP의 조사 부분과 비조사 부분의 차이에 따라, 기판(P)상에 소정의 재료(예를 들면, 팔라듐)가 선택적으로 형성되고, 이것이 패턴층이 된다.

[0021] 또한, 감광성 기능층으로서 감광성 실란 커플링제를 이용하는 경우는, 습식 처리의 일종인 액체(예를 들면, 도전성 잉크 등을 함유한 액체)의 도포 처리 또는 도금 처리가 처리 장치(PR3)에 의해서 행해진다. 이 경우에도, 감광성 기능층의 표면에 잠상에 따른 패턴층이 형성된다. 즉, 기판(P)의 감광성 기능층의 스팟광 SP의 조사 부분과 피조사 부분의 차이에 따라, 기판(P)상에 소정의 재료(예를 들면, 도전성 잉크 또는 팔라듐 등)가 선택적으로 형성되고, 이것이 패턴층이 된다. 또, 감광성 기능층으로서 포토레지스트를 채용하는 경우는, 처리 장치(PR3)에 의해서, 습식 처리의 일종인 현상 처리가 행해진다. 이 경우는, 이 현상 처리에 의해서, 잠상에 따른 패턴이 감광성 기능층(포토레지스트)에 형성된다.

[0022] 처리 장치(PR4)는 처리 장치(PR3)로부터 반송되어 온 기판(P)을 회수 롤(FR2)을 향해서 소정의 속도로 반송 방향(+X방향)으로 반송하면서, 기판(P)에 대해서 세정·건조 처리를 행하는 세정·건조 장치이다. 처리 장치(PR4)는 습식 처리가 실시된 기판(P)에 대해서 순수(純水)에 의한 세정을 행하고, 그 후 유리 전이 온도 이하에서, 기판(P)의 수분 함유율이 소정치 이하가 될 때까지 건조시킨다.

[0023] 또한, 감광성 기능층으로서 감광성 실란 커플링제를 이용했을 경우는, 처리 장치(PR4)는, 기판(P)에 대해서 어닐 처리와 건조 처리를 행하는 아닐·건조 장치여도 된다. 어닐 처리는 도포된 도전성 잉크에 함유되는 나노 입

자끼리의 전기적인 결합을 강고하게 하기 위해서, 예를 들면, 스트로보 램프(strobo lamp)로부터의 고휘도 펄스광을 기판(P)에 조사한다. 감광성 기능층으로서 포토레지스트를 채용했을 경우는, 처리 장치(PR4)와 회수 롤(FR2)의 사이에, 에칭 처리를 행하는 처리 장치(습식 처리 장치)(PR5)와, 에칭 처리가 실시된 기판(P)에 대해서 세정·건조 처리를 행하는 처리 장치(세정·건조 장치)(PR6)를 마련해도 된다. 이것에 의해, 감광성 기능층으로서 포토레지스트를 채용했을 경우는, 에칭 처리가 실시됨으로써, 기판(P)에 패턴층이 형성된다. 즉, 기판(P)의 감광성 기능층의 스팟광 SP의 조사 부분과 피조사 부분의 차이에 따라, 기판(P)상에 소정의 재료(예를 들면, 알루미늄(Al) 또는 동((Cu) 등)이 선택적으로 형성되고, 이것이 패턴층이 된다. 처리 장치(PR5, PR6)는 보내져 온 기판(P)을 회수 롤(FR2)을 향해서 소정의 속도로 기판(P)을 반송 방향(+X방향)으로 반송하는 기능을 가진다. 복수의 처리 장치(PR1~PR4)(필요에 따라서 처리 장치(PR5, PR6)도 포함함)가, 기판(P)을 +X방향으로 반송하는 기능은 기판 반송 장치로서 구성된다.

[0024] 이와 같이 하여, 각 처리가 실시된 기판(P)은 회수 롤(FR2)에 의해서 회수된다. 디바이스 제조 시스템(10)의 적어도 각 처리를 거쳐, 1개의 패턴층이 기판(P)상에 형성된다. 상술한 것처럼, 전자 디바이스는 복수의 패턴층이 서로 겹쳐짐으로써 구성되므로, 전자 디바이스를 생성하기 위해서, 도 1에 나타내는 것 같은 디바이스 제조 시스템(10)의 각 처리를 적어도 2회는 거치지 않으면 안 된다. 그 때문에, 기판(P)이 감긴 회수 롤(FR2)을 공급롤(FR1)로서 다른 디바이스 제조 시스템(10)에 장착함으로써, 패턴층을 적층할 수 있다. 그러한 동작을 반복하여, 전자 디바이스가 형성된다. 처리 후의 기판(P)은 복수의 전자 디바이스가 소정의 간격을 두고 기판(P)의 장척 방향을 따라서 나란히 늘어선 상태가 된다. 즉, 기판(P)은 다면 모따기용 기판이 되어 있다.

[0025] 전자 디바이스가 나란히 늘어선 상태로 형성된 기판(P)을 회수한 회수 롤(FR2)은, 도시하지 않은 다이싱 장치에 장착되어도 된다. 회수 롤(FR2)이 장착된 다이싱 장치는, 처리 후의 기판(P)을 전자 디바이스(디바이스 형성 영역인 노광 영역 W)마다 분할(다이싱)함으로써, 복수의 매수가 된 전자 디바이스로 한다. 기판(P)의 치수는, 예를 들면, 폭방향(단척이 되는 방향)의 치수가 10cm~2m 정도이고, 긴 길이 방향(장척이 되는 방향)의 치수가 10m 이상이다. 또한, 기판(P)의 치수는 상기한 치수로 한정되지 않는다.

[0026] 도 2는 노광 장치(EX)의 구성을 나타내는 구성도이다. 노광 장치(EX)는 온조(溫調) 챔버(ECV) 내에 격납되어 있다. 이 온조 챔버(ECV)는 내부를 소정의 온도, 소정의 습도로 유지함으로써, 내부에 있어서 반송되는 기판(P)의 온도에 의한 형상 변화를 억제함과 아울러, 기판(P)의 흡습성이나 반송에 따라 발생하는 정전기의 대전(帶電) 등을 고려한 습도로 설정된다. 온조 챔버(ECV)는 패시브 또는 액티브한 방진(防振) 유닛(SU1, SU2)을 통해서 제조 공장의 설치면(E)에 배치된다. 방진 유닛(SU1, SU2)은 설치면(E)으로부터의 진동을 저감시킨다. 이 설치면(E)은 공장의 바닥면 자체여도 되고, 수평면을 만들기 위해서 바닥면상에 전용으로 설치되는 설치 받침대(페데스탈(pedestal))상의 면이어도 된다. 노광 장치(EX)는 기판 반송 기구(12)와, 동일 구성의 2개의 광원 장치(광원)(LS(LSa, LSb))와, 빔 전환부(전기 광학 편향 장치를 포함함)(BDU)와, 노광 헤드(주사 장치)(14)와, 제어 장치(16)와, 복수의 얼라이먼트 현미경(AM1m, AM2m)(또한, m=1, 2, 3, 4)과, 복수의 인코더(ENja, ENjb)(또한, j=1, 2, 3, 4)를 적어도 구비하고 있다. 제어 장치(제어부)(16)는 노광 장치(EX)의 각 부를 제어하는 것이다. 이 제어 장치(16)는 컴퓨터와 프로그램이 기록된 기록 매체 등을 포함하고, 그 컴퓨터가 프로그램을 실행함으로써, 본 제1 실시 형태의 제어 장치(16)로서 기능한다.

[0027] 기판 반송 기구(12)는 디바이스 제조 시스템(10)의 상기 기판 반송 장치의 일부를 구성하는 것으로, 처리 장치(PR2)로부터 반송되는 기판(P)을, 노광 장치(EX) 내에서 소정의 속도로 반송한 후, 처리 장치(PR3)에 소정의 속도로 송출한다. 이 기판 반송 기구(12)에 의해서, 노광 장치(EX) 내에서 반송되는 기판(P)의 반송로가 규정된다. 기판 반송 기구(12)는 기판(P)의 반송 방향의 상류측(-X방향측)으로부터 순서대로, 엣지 포지션 컨트롤러(EPC), 구동 롤러(R1), 텐션 조정 롤러(RT1), 회전 드럼(원통 드럼)(DR), 텐션 조정 롤러(RT2), 구동 롤러(R2), 및 구동 롤러(R3)를 가지고 있다.

[0028] 엣지 포지션 컨트롤러(EPC)는 처리 장치(PR2)로부터 반송되는 기판(P)의 폭방향(Y방향으로서 기판(P)의 단척 방향)에 있어서의 위치를 조정한다. 즉, 엣지 포지션 컨트롤러(EPC)는 소정의 텐션이 걸린 상태로 반송되고 있는 기판(P)의 폭방향의 단부(端部)(엣지)에 있어서의 위치가, 목표 위치에 대해서 ±수십 μm~수십 μm 정도의 범위(허용 범위)에 들어가도록, 기판(P)을 폭방향으로 이동시키고, 기판(P)의 폭방향에 있어서의 위치를 조정한다. 엣지 포지션 컨트롤러(EPC)는 소정의 텐션이 걸린 상태로 기판(P)이 걸쳐 놓여지는 롤러와, 기판(P)의 폭방향의 단부(엣지)의 위치를 검출하는 도시하지 않은 엣지 센서(단부 검출부)를 가진다. 엣지 포지션 컨트롤러(EPC)는, 상기 엣지 센서가 검출한 검출 신호에 기초하여, 엣지 포지션 컨트롤러(EPC)의 상기 롤러를 Y방향으로 이동시켜, 기판(P)의 폭방향에 있어서의 위치를 조정한다. 구동 롤러(니프(nip) 롤러)(R1)는 엣지 포지션 컨트롤러(EPC)로부터 반송되는 기판(P)의 표리(表裏) 양면을 유지하면서 회전하여, 기판(P)을 회전 드럼(DR)을

향해 반송한다. 또한, 엣지 포지션 컨트롤러(EPC)는 회전 드럼(DR)에 감기는 기판(P)의 장척 방향이, 회전 드럼(DR)의 중심축(AXo)에 대해서 항상 직교하도록, 기판(P)의 폭방향에 있어서의 위치를 적당히 조정함과 아울러, 기판(P)의 진행 방향에 있어서의 기울기 오차를 보정하도록, 엣지 포지션 컨트롤러(EPC)의 상기 롤러의 회전축과 Y축의 평행도를 적당히 조정해도 된다.

[0029] 회전 드럼(DR)은 Y방향으로 연장됨과 아울러 중력이 작용하는 방향과 교차한 방향으로 연장된 중심축(AXo)과, 중심축(AXo)으로부터 일정 반경(半徑)의 원통 모양의 외주면(外周面)을 가진다. 회전 드럼(DR)은 이 외주면(원주면)을 따라서 기판(P)의 일부를 장척 방향으로 원통면 모양으로 만곡(灣曲)시켜 지지(유지)하면서, 중심축(AXo)을 중심으로 회전하여 기판(P)을 +X방향으로 반송한다. 회전 드럼(DR)은 노광 헤드(14)로부터의 빔(LB)(스팟광 SP)가 투사되는 기판(P)상의 영역(부분)을 그 외주면으로 지지한다. 회전 드럼(DR)은 전자 디바이스가 형성되는 면(감광면이 형성된 측의 면)과는 반대측의 면(이면(裏面))측으로부터 기판(P)을 지지(밀착 유지)한다. 회전 드럼(DR)의 Y방향의 양측에는, 회전 드럼(DR)이 중심축(AXo)의 둘레를 회전하도록 환상(環狀)의 베어링으로 지지된 샤프트(Sft)가 마련되어 있다. 이 샤프트(Sft)는, 제어 장치(16)에 의해서 제어되는 도시하지 않은 회전 구동원(예를 들면, 모터나 감속 기구 등)으로부터의 회전 토크가 주어짐으로써 중심축(AXo) 둘레를 일정한 회전 속도로 회전한다. 또한, 편의적으로, 중심축(AXo)을 포함하여, YZ평면과 평행한 평면을 중심면 Poc라고 부른다.

[0030] 구동 롤러(니프 롤러)(R2, R3)는 기판(P)의 반송 방향(+X방향)을 따라서 소정의 간격을 두고 배치되어 있어, 노광 후의 기판(P)에 소정의 느슨함(여유)을 주고 있다. 구동 롤러(R2, R3)는 구동 롤러(R1)와 마찬가지로, 기판(P)의 표리 양면을 유지하면서 회전하여, 기판(P)을 처리 장치(PR3)를 향하여 반송한다. 텐션 조정 롤러(RT1, RT2)는 -Z방향으로 가압되어 있고, 회전 드럼(DR)에 감겨 지지되고 있는 기판(P)에 장척 방향으로 소정의 텐션을 주고 있다. 이것에 의해, 회전 드럼(DR)에 걸리는 기판(P)에 부여되는 장척 방향의 텐션을 소정의 범위 내로 안정화 시키고 있다. 제어 장치(16)는 도시하지 않은 회전 구동원(예를 들면, 모터나 감속기 등)을 제어함으로써, 구동 롤러(R1~R3)를 회전시킨다. 또한, 구동 롤러(R1~R3)의 회전축, 및 텐션 조정 롤러(RT1, RT2)의 회전축은, 회전 드럼(DR)의 중심축(AXo)과 평행하고 있다.

[0031] 광원 장치(LS(LSa, LSb))는 펄스 모양의 빔(펄스 빔, 펄스광, 레이저) LB를 발생시켜 사출한다. 이 빔(LB)는 370nm 이하의 파장 대역에 피크 파장을 가지는 자외선광이고, 빔(LB)의 발광 주파수(발진 주파수, 소정 주파수)를 Fa라고 한다. 광원 장치(LS(LSa, LSb))가 사출한 빔(LB)는, 빔 전환부(BDU)를 통해서 노광 헤드(14)에 입사된다. 광원 장치(LS(LSa, LSb))는 제어 장치(16)의 제어에 따라서, 발광 주파수 Fa로 빔(LB)을 발광하여 사출한다. 이 광원 장치(LS(LSa, LSb))의 구성은, 다음에 상세하게 설명하지만, 제1 실시 형태에서는, 적외 파장 대역의 펄스광을 발생시키는 반도체 레이저 소자, 섬유 증폭기, 증폭된 적외 파장 대역의 펄스광을 자외 파장 대역의 펄스광으로 변환하는 파장 변환 소자(고조파 발생 소자) 등으로 구성되고, 발진 주파수 Fa가 수백MHz로, 1펄스광의 발광 시간이 피코초 정도의 고휘도의 자외선의 펄스광이 얻어지는 섬유 앰프 레이저 광원(고조파 레이저 광원)을 이용하는 것으로 한다. 또한, 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LB)와, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LB)을 구별하기 위해서, 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LB)을 LBa, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LB)을 LBb로 나타내는 경우가 있다.

[0032] 빔 전환부(BDU)는 노광 헤드(14)를 구성하는 복수의 주사 유닛(Un)(또한, n=1, 2, · · · , 6) 중 2개의 주사 유닛(Un)에, 2개의 광원 장치(LS(LSa, LSb))로부터의 빔(LB)(LBa, LBb)를 입사시킴과 아울러, 빔(LB)(LBa, LBb)이 입사되는 주사 유닛(Un)을 전환한다. 자세하게는, 빔 전환부(BDU)는 3개의 주사 유닛(U1~U3) 중 1개의 주사 유닛(Un)에 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)을 입사시키고, 3개의 주사 유닛(U4~U6) 중 1개의 주사 유닛(Un)에, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)을 입사시킨다. 또, 빔 전환부(BDU)는, 빔(LBa)이 입사되는 주사 유닛(Un)을 주사 유닛(U1~U3) 중에서 전환하고, 주사 빔(LBb)이 입사되는 주사 유닛(Un)을 주사 유닛(U4~U6) 중에서 전환한다.

[0033] 빔 전환부(BDU)는 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)에 빔(LBn)이 입사되도록, 빔(LBa), LBb가 입사되는 주사 유닛(Un)을 전환한다. 즉, 빔 전환부(BDU)는 주사 유닛(U1~U3) 중, 스팟광 SP의 주사를 행하는 1개의 주사 유닛(Un)에, 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)을 입사시킨다. 마찬가지로, 빔 전환부(BDU)는 주사 유닛(U4~U6) 중, 스팟광 SP의 주사를 행하는 1개의 주사 유닛(Un)에, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)을 입사시킨다. 이 빔 전환부(BDU)에 대해서는 다음에 상세하게 설명한다. 또한, 주사 유닛(U1~U3)에 관해서는, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)이, U1→U2→U3의 순번으로 전환되고, 주사 유닛(U4~U6)에 관해서는, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)이, U4→U5→U6의 순번으로 전환되는 것으로 한다.

[0034] 노광 헤드(14)는 동일 구성의 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))을 배열한, 이른바 멀티 빔형의 노광 헤드로 되어 있다. 노광 헤드(14)는 회전 드럼(DR)의 외주면(원주면)으로 지지되고 있는 기판(P)의 일부분에, 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))에 의해서 패턴을 묘화한다. 노광 헤드(14)는 기판(P)에 대해서 전자 디바이스용 패턴 노광을 반복하여 행하기 때문에, 패턴이 노광되는 노광 영역(전자 디바이스 형성 영역) W는, 기판(P)의 장척 방향을 따라서 소정의 간격을 두고 복수 개 마련되어 있다(도 4 참조). 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))은, 소정의 배치 관계로 배치되어 있다. 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))은 중심면 Poc를 사이에 두고 기판(P)의 반송 방향으로 2열로 지그재그 배열로 배치된다. 홀수번째 주사 유닛(U1, U3, U5)은 중심면 Poc에 대해서 기판(P)의 반송 방향의 상류측(-X방향측)이고, 또한 Y방향을 따라서 소정의 간격만큼 떨어져 1열로 배치되어 있다. 짝수번째 주사 유닛(U2, U4, U6)은 중심면 Poc에 대해서 기판(P)의 반송 방향의 하류측(+X방향측)에서, Y방향을 따라서 소정의 간격만큼 떨어져 1열로 배치되어 있다. 홀수번째 주사 유닛(U1, U3, U5)과 짝수번째 주사 유닛(U2, U4, U6)은, 중심면 Poc에 대해서 대칭으로 마련되어 있다.

[0035] 각 주사 유닛(Un(U1~U6))은 광원 장치(LS(LSa, LSb))로부터의 빔(LB)을 기판(P)의 피조사면상에서 스팟광 SP에 수렴하도록 투사하면서, 그 스팟광 SP를, 회전하는 폴리곤 미러(PM)(도 5 참조)에 의해서 1차원으로 주사한다. 이 각 주사 유닛(Un(U1~U6))의 폴리곤 미러(편향 부재)(PM)에 의해서, 기판(P)의 피조사면상에서 스팟광 SP가 1차원으로 주사된다. 이 스팟광 SP의 주사에 의해서, 기판(P)상(기판(P)의 피조사면상)에, 1 라인분의 패턴이 묘화되는 직선적인 묘화 라인(주사선) SLn(또한, n=1, 2, · · · , 6)이 규정된다. 이 주사 유닛(Un)의 구성에 대해서는, 다음에 자세하게 설명한다.

[0036] 주사 유닛(U1)은 스팟광 SP를 묘화 라인(SL1)을 따라서 주사하고, 마찬가지로 주사 유닛(U2~U6)은 스팟광 SP를 묘화 라인 SL2~SL6을 따라서 주사한다. 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))의 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))은, 도 3, 도 4에 나타내는 것처럼, Y방향(기판(P)의 폭방향, 주주사 방향)에 관해서 서로 분리되는 일 없이, 맞이어지도록 설정되어 있다. 또한, 빔 전환부(BDU)를 통해서 주사 유닛(Un)에 입사되는 광원 장치(LS(LSa, LSb))로부터의 빔(LB)을, LBn로 나타내는 경우가 있다. 그리고, 주사 유닛(U1)에 입사하는 빔(LBn)을 LB1로 나타내고, 마찬가지로 주사 유닛(U2~U6)에 입사되는 빔(LBn)을 LB2~LB6로 나타내는 경우가 있다. 이 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))은, 주사 유닛(Un(U1~U6))에 의해서 주사되는 빔(LBn(LB1~LB6))의 스팟광 SP의 주사 궤적을 나타내는 것이다. 주사 유닛(Un)에 입사되는 빔(LBn)는, 소정의 방향으로 편광된 직선 편광(P편광 또는 S편광)의 빔여도 되고, 본 제1 실시 형태에서는, P편광의 빔으로 한다.

[0037] 도 4에 나타내는 것처럼, 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))은 다 합해서 노광 영역 W의 폭방향의 모두를 커버하도록, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))은 주사 영역을 분담하고 있다. 이것에 의해, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))은 기판(P)의 폭방향으로 분할된 복수의 영역(묘화 범위)마다 패턴을 묘화할 수 있다. 예를 들면, 1개의 주사 유닛(Un)에 의한 Y방향의 주사 길이(묘화 라인(SLn)의 길이)를 20~60mm 정도로 하면, 홀수번째 주사 유닛(U1, U3, U5)의 3개와, 짝수번째 주사 유닛(U2, U4, U6)의 3개의 합계 6개의 주사 유닛(Un)을 Y방향으로 배치함으로써, 묘화 가능한 Y방향의 폭을 120~360mm 정도까지 넓히고 있다. 각 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))의 길이(묘화 범위의 길이)는, 원칙적으로 동일하게 한다. 즉, 묘화 라인(SL1~SL6)의 각각을 따라서 주사되는 빔(LBn)의 스팟광 SP의 주사 거리는, 원칙적으로 동일하게 한다. 또한, 노광 영역 W의 폭을 넓게 하고 싶은 경우는, 묘화 라인(SLn) 자체의 길이를 길게 하던지, Y방향으로 배치하는 주사 유닛(Un)의 수를 늘림으로써 대응할 수 있다.

[0038] 또한, 실제의 각 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))은, 스팟광 SP가 피조사면상을 실제로 주사 가능한 최대의 길이(최대 주사 길이) 보다도 근소하게 짧게 설정된다. 예를 들면, 주주사 방향(Y방향)의 묘화 배율이 초기치(배율 보정 없음)의 경우에 패턴 묘화 가능한 묘화 라인(SLn)의 주사 길이를 30mm로 하면, 스팟광 SP의 피조사면상에서의 최대 주사 길이는, 묘화 라인(SLn)의 묘화 개시점(주사 개시점)측과 묘화 종료점(주사 종료점)측의 각각에 0.5mm 정도의 여유를 갖게 하여, 31mm 정도로 설정되어 있다. 이와 같이 설정함으로써, 스팟광 SP의 최대 주사 길이 31mm의 범위 내에서, 30mm의 묘화 라인(SLn)의 위치를 주주사 방향으로 미세 조정하거나, 묘화 배율을 미세 조정하거나 하는 것이 가능해진다. 스팟광 SP의 최대 주사 길이는 31mm로 한정되는 것이 아니고, 주로 주사 유닛(Un) 내의 폴리곤 미러(회전 폴리곤 미러)(PM)의 뒤에 마련되는 fΘ 렌즈(FT)(도 5 참조)의 구경(口徑)에 의해서 정해진다.

[0039] 복수의 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))은, 중심면 Poc를 사이에 두고, 회전 드럼(DR)의 원주 방향으로 2열로 지그재그 배열로 배치된다. 홀수번째 묘화 라인(SL1), SL3, SL5는, 중심면 Poc에 대해서 기판(P)의 반송 방향의 상류측(-X방향측)의 기판(P)의 피조사면상에 위치한다. 짝수번째 묘화 라인 SL2, SL4, SL6은, 중심면 Poc에 대해서 기판(P)의 반송 방향의 하류측(+X방향측)의 기판(P)의 피조사면상에 위치한다. 묘화 라인(SL1~SL6)은 기판(P)

의 폭방향, 즉, 회전 드럼(DR)의 중심축(AXo)과 대략 병행(竝行)으로 되어 있다.

[0040] 묘화 라인(SL1), SL3, SL5는 기판(P)의 폭방향(주주사 방향)을 따라서 소정의 간격을 두고 직선상에 1열로 배치되어 있다. 묘화 라인 SL2, SL4, SL6도 마찬가지로, 기판(P)의 폭방향(주주사 방향)을 따라서 소정의 간격을 두고 직선상에 1열로 배치되어 있다. 이 때, 묘화 라인 SL2는, 기판(P)의 폭방향에 관해서, 묘화 라인(SL1)과 묘화 라인 SL3의 사이에 배치된다. 마찬가지로, 묘화 라인 SL3은 기판(P)의 폭방향에 관해서, 묘화 라인 SL2와 묘화 라인 SL4의 사이에 배치되어 있다. 묘화 라인 SL4는 기판(P)의 폭방향에 관해서, 묘화 라인 SL3과 묘화 라인 SL5의 사이에 배치되고, 묘화 라인 SL5는 기판(P)의 폭방향에 관해서, 묘화 라인 SL4와 묘화 라인 SL6의 사이에 배치되어 있다. 이와 같이, 복수의 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))은, Y방향(주주사 방향)에 관해서, 서로 어긋나도록 배치되어 있다.

[0041] 홀수번째 묘화 라인(SL1), SL3, SL5의 각각을 따라서 주사되는 빔(LB1), LB3, LB5의 스팟광 SP의 주주사 방향은, 1차원의 방향으로 되어 있고, 같은 방향으로 되어 있다. 짝수번째 묘화 라인 SL2, SL4, SL6의 각각을 따라서 주사되는 빔(LB2), LB4, LB6의 스팟광 SP의 주주사 방향은, 1차원의 방향으로 되어 있고, 같은 방향으로 되어 있다. 이 묘화 라인(SL1), SL3, SL5를 따라서 주사되는 빔(LB1), LB3, LB5의 스팟광 SP의 주주사 방향과, 묘화 라인 SL2, SL4, SL6을 따라서 주사되는 빔(LB2), LB4, LB6의 스팟광 SP의 주주사 방향은 서로 역방향이어도 된다. 본 제1 실시 형태에서는, 묘화 라인(SL1), SL3, SL5를 따라서 주사되는 빔(LB1), LB3, LB5의 스팟광 SP의 주주사 방향은 -Y방향이다. 또, 묘화 라인 SL2, SL4, SL6을 따라서 주사되는 빔(LB2), LB4, LB6의 스팟광 SP의 주주사 방향은 +Y방향이다. 이것에 의해, 묘화 라인(SL1), SL3, SL5의 묘화 개시점측의 단부와, 묘화 라인 SL2, SL4, SL6의 묘화 개시점측의 단부는 Y방향에 관해서 인접 또는 일부 중복된다. 또, 묘화 라인 SL3, SL5의 묘화 종료점측의 단부와, 묘화 라인 SL2, SL4의 묘화 종료점측의 단부는 Y방향에 관해서 인접 또는 일부 중복된다. Y방향으로 서로 이웃하는 묘화 라인(SLn)의 단부끼리를 일부 중복되도록, 각 묘화 라인(SLn)을 배치하는 경우는, 예를 들면, 각 묘화 라인(SLn)의 길이에 대해서, 묘화 개시점, 또는 묘화 종료점을 포함하여 Y방향으로 수 % 이하의 범위에서 중복시키면 된다. 또한, 묘화 라인(SLn)을 Y방향으로 맞잇는 것은, 묘화 라인(SLn)의 단부끼리를 Y방향에 관해서 인접 또는 일부 중복시키는 것을 의미한다.

[0042] 또한, 묘화 라인(SLn)의 부주사 방향의 폭(X방향의 치수)은, 스팟광 SP의 사이즈(직경) φ에 따른 굵기이다. 예를 들면, 스팟광 SP의 사이즈(치수) φ가 3μm인 경우는, 묘화 라인(SLn)의 폭도 3μm가 된다. 스팟광 SP는, 소정의 길이(예를 들면, 스팟광 SP의 사이즈 φ의 7/8로 함)만큼 오버랩되도록, 묘화 라인(SLn)을 따라서 투사되어도 된다. 또, Y방향으로 서로 이웃하는 묘화 라인(SLn)(예를 들면, 묘화 라인(SL1)과 묘화 라인 SL2)끼리를 서로 잇는 경우도, 소정의 길이(예를 들면, 스팟광 SP의 사이즈 φ의 7/8)만큼 오버랩시키는 것이 좋다.

[0043] 본 제1 실시 형태의 경우, 광원 장치(LS(LSa, LSb))로부터의 빔(LB)(LBa, LBb)가 펄스광이기 때문에, 주주사 동안에 묘화 라인(SLn)상에 투사되는 스팟광 SP는, 빔(LB)(LBa, LBb)의 발진 주파수 Fa(예를 들면, 400MHz)에 따라서 이산적으로 된다. 그 때문에, 빔(LB)의 1 펄스광에 의해서 투사되는 스팟광 SP와 다음 1 펄스광에 의해서 투사되는 스팟광 SP를, 주주사 방향으로 오버랩시킬 필요가 있다. 그 오버랩의 양은, 스팟광 SP의 사이즈 φ, 스팟광 SP의 주사 속도(주주사의 속도) Vs, 및 빔(LB)의 발진 주파수 Fa에 의해서 설정된다. 스팟광 SP의 실효적인 사이즈 φ는, 스팟광 SP의 강도 분포가 가우스(Gauss) 분포로 근사되는 경우, 스팟광 SP의 피크 강도의 $1/e^2$(또는 1/2)로 정해진다. 본 제1 실시 형태에서는, 실효적인 사이즈(치수) φ에 대해서, φ×7/8 정도 스팟광 SP가 오버랩되도록, 스팟광 SP의 주사 속도 Vs 및 발진 주파수 Fa가 설정된다. 따라서, 스팟광 SP의 주주사 방향을 따른 투사 간격은, φ/8이 된다. 그 때문에, 부주사 방향(묘화 라인(SLn)과 직교한 방향)에 관해서도, 묘화 라인(SLn)을 따른 스팟광 SP의 1회 주사와, 다음 주사의 사이에서, 기판(P)이 스팟광 SP의 실효적인 사이즈 φ의 대략 1/8의 거리만큼 이동하도록 설정하는 것이 바람직하다. 또, 기판(P)상의 감광성 기능층으로의 노광량의 설정은, 빔(LB)(펄스광)의 피크치의 조정으로 가능하지만, 빔(LB)의 강도를 올릴 수 없는 상황에서 노광량을 증대시키고 싶은 경우는, 스팟광 SP의 주주사 방향의 주사 속도 Vs의 저하, 빔(LB)의 발진 주파수 Fa의 증대, 혹은 기판(P)의 부주사 방향의 반송 속도 Vt의 저하 등의 어느 것에 의해서, 스팟광 SP의 주주사 방향 또는 부주사 방향에 관한 오버랩량을 증가시키면 된다. 스팟광 SP의 주주사 방향의 주사 속도 Vs는, 폴리곤 미러(PM)의 회전수(회전 속도 Vp)에 비례하여 빨라진다.

[0044] 각 주사 유닛(Un(U1~U6))은 적어도 XZ평면에 있어서, 각 빔(LBn)이 회전 드럼(DR)의 중심축(AXo)을 향해 진행하도록, 각 빔(LBn)을 기판(P)을 향해서 조사한다. 이것에 의해, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))으로부터 기판(P)을 향해 진행하는 빔(LBn)의 광로(빔 중심축)는, XZ평면에 있어서, 기판(P)의 피조사면의 법선과 평행하게 된다. 또, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))은 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))에 조사하는 빔(LBn)이, YZ평면과 평행한 면 내에서는 기판

(P)의 피조사면에 대해서 수직이 되도록, 빔(LBn)을 기판(P)을 향해서 조사한다. 즉, 피조사면에서의 스팟광 SP의 주주사 방향에 관해서, 기판(P)에 투사되는 빔(LBn(LB1~LB6))은 텔레센트릭한 상태로 주사된다. 여기서, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))에 의해서 규정되는 소정의 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))의 각 중점을 통과하여 기판(P)의 피조사면과 수직인 선(또는 광축(光軸)이라고도 부름)을, 조사 중심축(Len(Le1~Le6))이라고 부른다.

[0045] 이 각 조사 중심축(Len(Le1~Le6))은, XZ평면에 있어서, 묘화 라인(SL1~SL6)과 중심축(AXo)을 잇는 선으로 되어 있다. 홀수번째 주사 유닛(U1, U3, U5)의 각각의 조사 중심축(Le1, Le3, Le5)은, XZ평면에 있어서 같은 방향으로 되어 있고, 짝수번째 주사 유닛(U2, U4, U6)의 각각의 조사 중심축(Le2, Le4, Le6)은, XZ평면에 있어서 같은 방향으로 되어 있다. 또, 조사 중심축(Le1, Le3, Le5)과 조사 중심축(Le2, Le4, Le6)은, XZ평면에 있어서, 중심면 Poc에 대해서 각도가 ±θ1이 되도록 설정되어 있다(도 2 참조).

[0046] 도 2에 나타낸 복수의 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14), AM2m(AM21~AM24))은, 도 4에 나타내는 기판(P)에 형성된 복수의 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))를 검출하기 위한 것으로서, Y방향을 따라서 복수 개(본 제1 실시형태에서는, 4개) 마련되어 있다. 복수의 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))는 기판(P)의 피조사면상의 노광 영역 W에 묘화되는 소정의 패턴과, 기판(P)을 상대적으로 위치 맞춤(얼라이먼트)하기 위한 기준 마크이다. 복수의 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14), AM2m(AM21~AM24))은 회전 드럼(DR)의 외주면(원주면)으로 지지되어 있는 기판(P)상에서, 복수의 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))를 검출한다. 복수의 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14))은, 노광 헤드(14)로부터의 빔(LBn(LB1~LB6))의 스팟광 SP에 의한 기판(P)상의 피조사 영역(묘화 라인(SL1~SL6)으로 둘러싸인 영역)보다도 기판(P)의 반송 방향의 상류측(-X방향측)에 마련되어 있다. 또, 복수의 얼라이먼트 현미경(AM2m(AM21~AM24))은, 노광 헤드(14)로부터 빔(LBn(LB1~LB6))의 스팟광 SP에 의한 기판(P)상의 피조사 영역(묘화 라인(SL1~SL6)으로 둘러싸인 영역)보다도 기판(P)의 반송 방향의 하류측(+X방향측)에 마련되어 있다.

[0047] 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14), AM2m(AM21~AM24))은, 얼라이먼트용 조명광을 기판(P)에 투사하는 광원과, 기판(P)의 표면의 얼라이먼트 마크(MKm)를 포함하는 국소 영역(관찰 영역) Vw1m(Vw11~Vw14), Vw2m(Vw21~Vw24)의 확대 이미지를 얻는 관찰 광학계(대물 렌즈를 포함함)와, 그 확대 이미지를 기판(P)이 반송 방향으로 이동하고 있는 동안에, 기판(P)의 반송 속도 Vt에 따른 고속 셔터로 촬상하는 CCD, CMOS 등의 촬상 소자를 가진다. 복수의 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14), AM2m(AM21~AM24))의 각각이 촬상한 촬상 신호(화상 데이터)는 제어장치(16)에 보내진다. 제어 장치(16)의 마크 위치 검출부(106)(도 12 참조)는, 이 보내져 온 복수의 촬상 신호의 화상 해석을 행함으로써, 기판(P)상의 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))의 위치(마크 위치 정보)를 검출한다. 또한, 얼라이먼트용 조명광은, 기판(P)상의 감광성 기능층에 대해서 거의 감도를 가지지 않는 파장 대역의 광, 예를 들면, 파장 500~800nm 정도의 광이다.

[0048] 복수의 얼라이먼트 마크(MK1~MK4)는, 각 노광 영역 W의 주위에 마련되어 있다. 얼라이먼트 마크(MK1, MK4)는 노광 영역 W의 기판(P)의 폭방향의 양측에, 기판(P)의 장척 방향을 따라서 일정한 간격 Dh로 복수 개 형성되어 있다. 얼라이먼트 마크(MK1)는 기판(P)의 폭방향의 -Y방향측에, 얼라이먼트 마크(MK4)는 기판(P)의 폭방향의 +Y방향측에 각각 형성되어 있다. 이러한 얼라이먼트 마크(MK1, MK4)는, 기판(P)이 큰 텐션을 받거나, 열프로세스를 받거나 하여 변형되어 있지 않은 상태에서는, 기판(P)의 장척 방향(X방향)에 관해서 동일 위치가 되도록 배치된다. 또한, 얼라이먼트 마크(MK2, MK3)는 얼라이먼트 마크(MK1)와 얼라이먼트 마크(MK4)의 사이로서, 노광 영역 W의 +X방향측과 -X방향측의 여백부에 기판(P)의 폭방향(단척 방향)을 따라서 형성되어 있다. 얼라이먼트 마크(MK2, MK3)는 노광 영역 W와 노광 영역 W의 사이에 형성되어 있다. 얼라이먼트 마크(MK2)는 기판(P)의 폭방향의 -Y방향측에, 얼라이먼트 마크(MK3)는 기판(P)의 +Y방향측에 형성되어 있다.

[0049] 또한, 기판(P)의 -Y방향측의 단부에 배열되는 얼라이먼트 마크(MK1)와 여백부의 얼라이먼트 마크(MK2)의 Y방향의 간격, 여백부의 얼라이먼트 마크(MK2)와 얼라이먼트 마크(MK3)의 Y방향의 간격, 및 기판(P)의 +Y방향측의 단부에 배열되는 얼라이먼트 마크(MK4)와 여백부의 얼라이먼트 마크(MK3)의 Y방향의 간격은, 모두 같은 거리로 설정되어 있다. 이들 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))는, 제1층의 패턴층의 형성시에 함께 형성되어도 된다. 예를 들면, 제1층의 패턴을 노광할 때, 패턴이 노광되는 노광 영역 W의 주위에 얼라이먼트 마크용 패턴도 함께 노광해도 된다. 또한, 얼라이먼트 마크(MKm)는 노광 영역 W 내에 형성되어도 된다. 예를 들면, 노광 영역 W 내로서, 노광 영역 W의 윤곽을 따라 형성되어도 된다. 또, 노광 영역 W 내에 형성되는 전자 디바이스의 패턴 중의 특정 위치의 패턴 부분, 혹은 특정 형상의 부분을 얼라이먼트 마크(MKm)로서 이용해도 된다.

[0050] 얼라이먼트 현미경(AM11, AM21)은, 도 4에 나타내는 것처럼, 대물 렌즈에 의한 관찰 영역(검출 영역) Vw11, Vw21 내에 존재하는 얼라이먼트 마크(MK1)를 촬상하도록 배치된다. 마찬가지로, 얼라이먼트 현미경(AM12~AM14,

AM22~AM24)은 대물 렌즈에 의한 관찰 영역 Vw12~Vw14, Vw22~Vw24 내에 존재하는 얼라이먼트 마크(MK2~MK4)를 촬상하도록 배치된다. 따라서, 복수의 얼라이먼트 현미경(AM11~AM14, AM21~AM24)은 복수의 얼라이먼트 마크(MK1~MK4)의 위치에 대응하여, 기판(P)의 -Y방향측으로부터 AM11~AM14, AM21~AM24의 순서로 기판(P)의 폭방향을 따라서 마련되어 있다. 또한, 도 3에 있어서는, 얼라이먼트 현미경(AM2m(AM21~AM24))의 관찰 영역 Vw2m(Vw21~Vw24)의 도시를 생략하고 있다.

[0051] 복수의 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14))은, X방향에 관해서, 노광 위치(묘화 라인(SL1~SL6))와 관찰 영역 Vw1m(Vw11~Vw14)의 거리가, 노광 영역 W의 X방향의 길이보다도 짧아지도록 마련되어 있다. 복수의 얼라이먼트 현미경(AM2m(AM21~AM24))도 마찬가지로, X방향에 관해서, 노광 위치(묘화 라인(SL1~SL6))와 관찰 영역 Vw2m(Vw21~Vw24)의 거리가, 노광 영역 W의 X방향의 길이보다도 짧아지도록 마련되어 있다. 또한, Y방향에 마련되는 얼라이먼트 현미경(AM1m, AM2m)의 수는, 기판(P)의 폭방향으로 형성되는 얼라이먼트 마크(MKm)의 수에 따라 변경 가능하다. 또, 각 관찰 영역 Vw1m(Vw11~Vw14), Vw2m(Vw21~Vw24)의 기판(P)의 피조사면상의 크기는, 얼라이먼트 마크(MK1~MK4)의 크기나 얼라이먼트 정밀도(위치 계측 정밀도)에 따라 설정되지만, 100~500μm각 정도의 크기이다.

[0052] 도 3에 나타내는 것처럼, 회전 드럼(DR)의 양단부에는, 회전 드럼(DR)의 외주면의 원주 방향의 전체에 걸쳐 환상으로 형성된 눈금을 가지는 스케일부(SDa, SDb)가 마련되어 있다. 이 스케일부(SDa, SDb)는 회전 드럼(DR)의 외주면의 원주 방향으로 일정한 피치(예를 들면, 20μm)로 오목한 모양 또는 볼록한 모양의 격자선을 각설(刻設)한 회절 격자이고, 인크리멘탈형 스케일로서 구성된다. 이 스케일부(SDa, SDb)는 중심축(AXo) 둘레에 회전 드럼(DR)과 일체로 회전한다. 스케일부(SDa, SDb)를 판독하는 스케일 판독 헤드로서의 복수의 인코더(ENja, ENjb)(또한, j=1, 2, 3, 4)는, 이 스케일부(SDa, SDb)와 대향하도록 마련되어 있다(도 2, 도 3 참조). 또한, 도 3에 있어서는, 인코더(EN4a, EN4b)의 도시를 생략하고 있다.

[0053] 인코더(ENja, ENjb)는 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치를 광학적으로 검출하는 것이다. 회전 드럼(DR)의 -Y방향측의 단부에 마련된 스케일부(SDa)에 대향하여, 4개의 인코더(ENja(EN1a, EN2a, EN3a, EN4a))가 마련되어 있다. 마찬가지로, 회전 드럼(DR)의 +Y방향측의 단부에 마련된 스케일부(SDb)에 대향하여, 4개의 인코더(ENjb(EN1b, EN2b, EN3b, EN4b))가 마련되어 있다.

[0054] 인코더(EN1a, EN1b)는, 중심면 Poc에 대해서 기판(P)의 반송 방향의 상류측(-X방향측)에 마련되어 있고, 설치 방위선 Lx1상에 배치되어 있다(도 2, 도 3 참조). 설치 방위선 Lx1은, XZ평면에 있어서, 인코더(EN1a, EN1b)의 계측용 광빔의 스케일부(SDa, SDb)상으로의 투사 위치(판독 위치)와, 중심축(AXo)을 잇는 선으로 되어 있다. 또, 설치 방위선 Lx1은, XZ평면에 있어서, 각 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14))의 관찰 영역 Vw1m(Vw11~Vw14)과 중심축(AXo)을 잇는 선으로 되어 있다. 즉, 복수의 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14))도 설치 방위선 Lx1상에 배치되어 있다.

[0055] 인코더(EN2a, EN2b)는 중심면 Poc에 대해서 기판(P)의 반송 방향의 상류측(-X방향측)에 마련되어 있고, 또한 인코더(EN1a, EN1b)보다 기판(P)의 반송 방향의 하류측(+X방향측)에 마련되어 있다. 인코더(EN2a, EN2b)는 설치 방위선 Lx2상에 배치되어 있다(도 2, 도 3 참조). 설치 방위선 Lx2는, XZ평면에 있어서, 인코더(EN2a, EN2b)의 계측용 광빔의 스케일부(SDa, SDb)상으로의 투사 위치(판독 위치)와, 중심축(AXo)을 잇는 선으로 되어 있다. 이 설치 방위선 Lx2는, XZ평면에 있어서, 조사 중심축(Le1, Le3, Le5)과 동(同)각도 위치로 되어 중첩되어 있다.

[0056] 인코더(EN3a, EN3b)는 중심면 Poc에 대해서 기판(P)의 반송 방향의 하류측(+X방향측)에 마련되어 있고, 설치 방위선 Lx3상에 배치되어 있다(도 2, 도 3 참조). 설치 방위선 Lx3은, XZ평면에 있어서, 인코더(EN3a, EN3b)의 계측용 광빔의 스케일부(SDa, SDb)상으로의 투사 위치(판독 위치)와, 중심축(AXo)을 잇는 선으로 되어 있다. 이 설치 방위선 Lx3은, XZ평면에 있어서, 조사 중심축(Le2, Le4, Le6)과 동각도 위치로 되어 중첩되어 있다. 따라서, 설치 방위선 Lx2와 설치 방위선 Lx3은, XZ평면에 있어서, 중심면 Poc에 대해서 각도가 ±θ1이 되도록 설정되어 있다(도 2 참조).

[0057] 인코더(EN4a, EN4b)는 인코더(EN3a, EN3b)보다 기판(P)의 반송 방향의 하류측(+X방향측)에 마련되어 있고, 설치 방위선 Lx4상에 배치되어 있다(도 2 참조). 설치 방위선 Lx4는, XZ평면에 있어서, 인코더(EN4a, EN4b)의 계측용 광빔의 스케일부(SDa, SDb)상으로의 투사 위치(판독 위치)와, 중심축(AXo)을 잇는 선으로 되어 있다. 또, 설치 방위선 Lx4는, XZ평면에 있어서, 각 얼라이먼트 현미경(AM2m(AM21~AM24))의 관찰 영역 Vw2m(Vw21~Vw24)과 중심축(AXo)을 잇는 선으로 되어 있다. 즉, 복수의 얼라이먼트 현미경(AM2m(AM21~AM24))도 설치 방위선 Lx4상에 배치되어 있다. 이 설치 방위선 Lx1과 설치 방위선 Lx4는, XZ평면에 있어서, 중심면 Poc에 대해서 각도가 ±θ2

가 되도록 설정되어 있다(도 2 참조).

[0058] 각 인코더(ENja(EN1a~EN4a), ENjb(EN1b~EN4b))는 스케일부(SDa, SDb)를 향해서 계측용 광빔을 투사하고, 그 반사광속(회절광)을 광전 검출함으로써, 펄스 신호인 검출 신호를 제어 장치(16)에 출력한다. 제어 장치(16)의 회전 위치 검출부(108)(도 12 참조)는, 그 검출 신호(펄스 신호)를 카운트함으로써, 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치 및 각도 변화를 서브미크론(submicron)의 분해능(分解能)으로 계측한다. 이 회전 드럼(DR)의 각도 변화로부터, 기판(P)의 반송 속도 Vt도 계측할 수 있다. 회전 위치 검출부(108)는 각 인코더(ENja(EN1a~EN4a), ENjb(EN1b~EN4b))로부터의 검출 신호를 각각 개별로 카운트한다.

[0059] 구체적으로는, 회전 위치 검출부(108)는 복수의 카운터 회로(CNja(CN1a~CN4a), CNjb(CN1b~CN4b))를 가진다. 카운터 회로(CN1a)는 인코더(EN1a)로부터의 검출 신호를 카운트하고, 카운터 회로(CN1b)는 인코더(EN1b)로부터의 검출 신호를 카운트한다. 마찬가지로 하여, 카운터 회로(CN2a~CN4a, CN2b~CN4b)는, 인코더(EN2a~EN4a, EN2b~EN4b)로부터의 검출 신호를 카운트한다. 이 각 카운터 회로(CNja(CN1a~CN4a), CNjb(CN1b~CN4b))는 각 인코더(ENja(EN1a~EN4a), ENjb(EN1b~EN4b))가 스케일부(SDa, SDb)의 원주 방향의 일부에 형성된 도 3에 나타내는 원점 마크(원점 패턴)(ZZ)를 검출하면, 원점 마크(ZZ)를 검출한 인코더(ENja, ENjb)에 대응하는 카운트값을 0으로 리셋한다.

[0060] 이 카운터 회로(CN1a, CN1b)의 카운트값의 어느 일방 혹은 그 평균치는, 설치 방위선 Lx1상에 있어서의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치로서 이용되고, 카운터 회로(CN2a, CN2b)의 카운트값의 어느 일방 혹은 평균치는, 설치 방위선 Lx2상에 있어서의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치로서 이용된다. 마찬가지로, 카운터 회로(CN3a, CN3b)의 카운트값의 어느 일방 혹은 평균치는, 설치 방위선 Lx3상에 있어서의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치로서 이용되고, 카운터 회로(CN4a, CN4b)의 카운트값의 어느 일방 혹은 그 평균치는, 설치 방위선 Lx4상에 있어서의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치로서 이용된다. 또한, 회전 드럼(DR)의 제조 오차 등에 의해서 회전 드럼(DR)이 중심축(AXo)에 대해서 편심(偏心)되어 회전되고 있는 경우를 제외하고, 원칙적으로, 카운터 회로(CN1a, CN1b)의 카운트값은 동일하게 된다. 마찬가지로 하여, 카운터 회로(CN2a, CN2b)의 카운트값도 동일하게 되고, 카운터 회로(CN3a, CN3b)의 카운트값, 카운터 회로(CN4a, CN4b)의 카운트값도 각각 동일하게 된다.

[0061] 상술한 것처럼, 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14))과 인코더(EN1a, EN1b)는, 설치 방위선 Lx1상에 배치되고, 얼라이먼트 현미경(AM2m(AM21~AM24))과 인코더(EN4a, EN4b)는, 설치 방위선 Lx4상에 배치되어 있다. 따라서, 복수의 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14))이 촬상한 복수의 촬상 신호의 마크 위치 검출부(106)의 화상 해석에 의한 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))의 위치 검출과, 얼라이먼트 현미경(AM1m)이 촬상한 순간의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치의 정보(인코더(EN1a, EN1b)에 기초하는 카운트값)에 기초하여, 설치 방위선 Lx1상에 있어서의 기판(P)의 위치를 고정밀도로 계측할 수 있다. 마찬가지로, 복수의 얼라이먼트 현미경(AM2m(AM21~AM24))이 촬상한 복수의 촬상 신호의 마크 위치 검출부(106)의 화상 해석에 의한 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))의 위치 검출과, 얼라이먼트 현미경(AM2m)이 촬상한 순간의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치의 정보(인코더(EN4a, EN4b)에 기초하는 카운트값)에 기초하여, 설치 방위선 Lx4상에 있어서의 기판(P)의 위치를 고정밀도로 계측할 수 있다.

[0062] 또, 인코더(EN1a, EN1b)로부터의 검출 신호의 카운트값과, 인코더(EN2a, EN2b)로부터의 검출 신호의 카운트값과, 인코더(EN3a, EN3b)로부터의 검출 신호의 카운트값과, 인코더(EN4a, EN4b)로부터의 검출 신호의 카운트값은, 각 인코더(ENja, ENjb)가 원점 마크(ZZ)를 검출한 순간에 제로로 리셋된다. 그 때문에, 인코더(EN1a, EN1b)에 기초하는 카운트값이 제1 값(예를 들면, 100)일 때의, 회전 드럼(DR)에 감겨 있는 기판(P)의 설치 방위선 Lx1상에 있어서의 위치를 제1 위치라고 했을 경우에, 기판(P)상의 제1 위치가 설치 방위선 Lx2상의 위치(묘화 라인(SL1), SL3, SL5의 위치)까지 반송되면, 인코더(EN2a, EN2b)에 기초하는 카운트값은 제1 값(예를 들면, 100)이 된다. 마찬가지로, 기판(P)상의 제1 위치가 설치 방위선 Lx3상의 위치(묘화 라인 SL2, SL4, SL6의 위치)까지 반송되면, 인코더(EN3a, EN3b)에 기초하는 검출 신호의 카운트값은 제1 값(예를 들면, 100)이 된다. 마찬가지로, 기판(P)상의 제1 위치가 설치 방위선 Lx4상의 위치까지 반송되면, 인코더(EN4a, EN4b)에 기초하는 검출 신호의 카운트값은 제1 값(예를 들면, 100)이 된다.

[0063] 그런데, 기판(P)은 회전 드럼(DR)의 양단의 스케일부(SDa, SDb)보다 내측(內側)에 감겨 있다. 도 2에서는, 스케일부(SDa, SDb)의 외주면의 중심축(AXo)으로부터의 반경을, 회전 드럼(DR)의 외주면의 중심축(AXo)으로부터의 반경보다 작게 설정했다. 그렇지만, 도 3에 나타내는 것처럼, 스케일부(SDa, SDb)의 외주면을, 회전 드럼(DR)에 감긴 기판(P)의 외주면과 동일한 면이 되도록 설정해도 된다. 즉, 스케일부(SDa, SDb)의 외주면의 중심축(AXo)으로부터의 반경(거리)과, 회전 드럼(DR)에 감긴 기판(P)의 외주면(피조사면)의 중심축(AXo)으로부터의 반경(거

리)이 동일하게 되도록 설정해도 된다. 이것에 의해, 각 인코더(ENja(EN1a~EN4a), ENjb(EN1b~EN4b))는 회전 드럼(DR)에 감긴 기판(P)의 피조사면과 같은 지름 방향의 위치에서 스케일부(SDa, SDb)를 검출할 수 있다. 따라서, 인코더(ENja, ENjb)에 의한 계측 위치와 처리 위치(묘화 라인(SL1~SL6))가 회전 드럼(DR)의 지름 방향에서 상이함으로써 생기는 아베 오차(Abbe error)를 작게 할 수 있다.

[0064] 다만, 피조사체로서의 기판(P)의 두께는 수십μm~수백μm 처럼 크게 상이하기 때문에, 스케일부(SDa, SDb)의 외주면의 반경과, 회전 드럼(DR)에 감긴 기판(P)의 외주면의 반경을 항상 동일하게 하는 것은 어렵다. 그 때문에, 도 3에 나타낸 스케일부(SDa, SDb)의 경우, 그 외 주위면(스케일면)의 반경은, 회전 드럼(DR)의 외주면의 반경과 일치하도록 설정된다. 또한, 스케일부(SDa, SDb)를 개별의 원반(圓盤)으로 구성하고, 그 원반(스케일 원반)을 회전 드럼(DR)의 샤프트(Sft)와 같은 축에 장착하는 것도 가능하다. 그 경우도, 아베 오차가 허용치 내에 들어가는 정도로, 스케일 원반의 외주면(스케일면)의 반경과 회전 드럼(DR)의 외주면의 반경을 같게 해 두는 것이 좋다.

[0065] 이상으로부터, 얼라이먼트 현미경(AM1m(AM11~AM14))에 의해서 검출된 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))의 기판(P)상의 위치와, 인코더(EN1a, EN1b)에 기초하는 카운트값(카운터 회로(CN1a, CN1b)의 카운트값의 어느 일방 혹은 평균치)에 기초하여, 제어 장치(16)에 의해서 기판(P)의 장척 방향(X방향)에 있어서의 노광 영역 W의 묘화 노광의 개시 위치가 결정된다. 또한, 노광 영역 W의 X방향의 길이는 이미 알고 있으므로, 제어 장치(16)는 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))를 소정 개수 검출할 때마다, 묘화 노광의 개시 위치로서 결정한다. 그리고, 노광 개시 위치가 결정되었을 때의 인코더(EN1a, EN1b)에 기초하는 카운트값을 제1 값(예를 들면, 100)으로 했을 경우는, 인코더(EN2a, EN2b)에 기초하는 카운트값이 제1 값(예를 들면, 100)이 되면, 기판(P)의 장척 방향에 있어서의 노광 영역 W의 묘화 노광의 개시 위치가 묘화 라인(SL1), SL3, SL5상에 위치한다. 따라서, 주사 유닛(U1, U3, U5)은 인코더(EN2a, EN2b)의 카운트값에 기초하여, 스팟광 SP의 주사를 개시할 수 있다. 또, 인코더(EN3a, EN3b)에 기초하는 카운트값이 제1 값(예를 들면, 100)이 되면, 기판(P)의 장척 방향에 있어서의 노광 영역 W의 묘화 노광의 개시 위치가 묘화 라인 SL2, SL4, SL6상에 위치한다. 따라서, 주사 유닛(U2, U4, U6)은 인코더(EN3a, EN3b)의 카운트값에 기초하여, 스팟광 SP의 주사를 개시할 수 있다.

[0066] 통상은, 텐션 조정 롤러(RT1, RT2)가 기판(P)에 장척 방향으로 소정의 텐션을 줌으로써, 기판(P)은 회전 드럼(DR)에 밀착되면서, 회전 드럼(DR)의 회전과 함께 반송된다. 그러나, 회전 드럼(DR)의 회전 속도 Vp가 빠르거나, 텐션 조정 롤러(RT1, RT2)가 기판(P)에 주는 텐션이 너무 낮아 지거나, 너무 높아 지거나 하는 등의 이유에 의해, 기판(P)의 회전 드럼(DR)에 대한 미끄러짐이 발생할 가능성이 있다. 기판(P)의 회전 드럼(DR)에 대한 미끄러짐이 발생하지 않는 상태시에 있어서는, 인코더(EN4a, EN4b)에 기초하는 카운트값이, 얼라이먼트 마크(MKmA)(어느 특정의 얼라이먼트 마크(MKm))를 얼라이먼트 현미경(AM1m)이 촬상한 순간의 인코더(EN1a, EN1b)에 기초하는 카운트값(예를 들면, 150)과 같은 값이 되었을 경우는, 얼라이먼트 현미경(AM2m)에 의해서, 이 얼라이먼트 마크(MKmA)가 검출된다.

[0067] 그렇지만, 기판(P)의 회전 드럼(DR)에 대한 미끄러짐이 발생하고 있는 경우는, 인코더(EN4a, EN4b)에 기초하는 카운트값이, 얼라이먼트 마크(MKmA)를 얼라이먼트 현미경(AM1m)이 촬상한 순간의 인코더(EN1a, EN1b)에 기초하는 카운트값(예를 들면, 150)과 같은 값이 되더라도, 얼라이먼트 현미경(AM2m)에 의해서, 이 얼라이먼트 마크(MKmA)가 검출되지 않는다. 이 경우는, 인코더(EN4a, EN4b)에 기초하는 카운트값이, 예를 들면, 150을 초과하고 나서, 얼라이먼트 현미경(AM2m)에 의해서, 얼라이먼트 마크(MKmA)가 검출되게 된다. 따라서, 얼라이먼트 마크(MKmA)를 얼라이먼트 현미경(AM1m)이 촬상한 순간의 인코더(EN1a, EN1b)에 기초하는 카운트값과, 얼라이먼트 마크(MKmA)를 얼라이먼트 현미경(AM2m)이 촬상한 순간의 인코더(EN4a, EN4b)의 카운트값에 기초하여, 기판(P)에 대한 미끄럼량을 구할 수 있다. 이와 같이, 이 얼라이먼트 현미경(AM2m) 및 인코더(EN4a, EN4b)를 추가 설치함으로써, 기판(P)의 미끄럼량을 측정할 수 있다.

[0068] 다음에, 도 5를 참조하여 주사 유닛(Un(U1~U6))의 광학적인 구성에 대해 설명한다. 또한, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))은, 동일한 구성을 가지기 때문에, 주사 유닛(U1)에 대해서만 설명하고, 다른 주사 유닛(Un)에 대해서는 그 설명을 생략한다. 또, 도 5에 있어서는, 조사 중심축(Len(Le1))과 평행하는 방향을 Zt방향이라고 하고, Zt방향과 직교하는 평면상에 있어서, 기판(P)이 처리 장치(PR2)로부터 노광 장치(EX)를 거쳐 처리 장치(PR3)를 향하는 방향을 Xt방향이라고 하고, Zt방향과 직교하는 평면상으로서, Xt방향과 직교하는 방향을 Yt방향이라고 한다. 즉, 도 5의 Xt, Yt, Zt의 3차원 좌표는, 도 2의 X, Y, Z의 3차원 좌표를, Y축을 중심으로 Z축방향이 조사 중심축(Len(Le1))과 평행하게 되도록 회전시킨 3차원 좌표이다.

[0069] 도 5에 나타내는 것처럼, 주사 유닛(U1) 내에는, 빔(LB1)의 입사 위치로부터 피조사면(기판(P))까지의 빔(LB1)

의 진행 방향을 따라서, 반사 미러(M10), 빔 익스팬더(BE), 반사 미러(M11), 편광 빔 스플리터(BS1), 반사 미러(M12), 시프트 광학 부재(평행 평판)(SR), 편향 조정 광학 부재(프리즘)(DP), 필드 애퍼처(FA), 반사 미러(M13), λ/4 파장판(QW), 실린드리칼 렌즈(CYa), 반사 미러(M14), 폴리곤 미러(PM), fΘ 렌즈(FT), 반사 미러(M15), 실린드리칼 렌즈(CYb)가 마련된다. 또한, 주사 유닛(U1) 내에는, 주사 유닛(U1)의 묘화 개시 가능 타이밍을 검출하는 원점 센서(원점 검출기)(OP1)와, 피조사면(기판(P))으로부터의 반사광을 편광 빔 스플리터(BS1)를 통해서 검출하기 위한 광학 렌즈계(G10) 및 광 검출기(DT)가 마련된다.

[0070] 주사 유닛(U1)에 입사하는 빔(LB1)은, －Zt방향을 향해 진행하여, XtYt 평면에 대해서 45° 기운 반사 미러(M10)에 입사된다. 이 주사 유닛(U1)에 입사되는 빔(LB1)의 축선은, 조사 중심축(Le1)과 동축(同軸)이 되도록 반사 미러(M10)에 입사한다. 반사 미러(M10)는 빔(LB1)을 주사 유닛(U1)에 입사시키는 입사 광학 부재로서 기능하여, 입사된 빔(LB1)을, Xt축과 평행하게 설정되는 광축(AXa)을 따라서, 반사 미러(M10)로부터 -Xt방향으로 떨어진 반사 미러(M11)를 향해서 -Xt방향으로 반사시킨다. 따라서, 광축(AXa)은 XtZt 평면과 평행한 면 내에서 조사 중심축(Le1)과 직교한다. 반사 미러(M10)에서 반사된 빔(LB1)은, 광축(AXa)을 따라서 배치되는 빔 익스팬더(BE)를 투과하여 반사 미러(M11)에 입사된다. 빔 익스팬더(BE)는 투과하는 빔(LB1)의 지름을 확대시킨다. 빔 익스팬더(BE)는 집광 렌즈(Be1)와, 집광 렌즈(Be1)에 의해서 수렴된 후에 발산하는 빔(LB1)을 평행광으로 하는 콜리메이터 렌즈(Be2)를 가진다.

[0071] 반사 미러(M11)는 YtZt 평면에 대해서 45° 기울어 배치되어, 입사된 빔(LB1)(광축(AXa))을 편광 빔 스플리터(BS1)를 향해서 -Yt방향으로 반사한다. 반사 미러(M11)에 대해서 -Yt방향으로 떨어져 설치되어 있는 편광 빔 스플리터(BS1)의 편광 분리면은, YtZt 평면에 대해서 45° 기울어 배치되어, P편광의 빔을 반사하고, P편광과 직교하는 방향으로 편광된 직선 편광(S편광)의 빔을 투과하는 것이다. 주사 유닛(U1)에 입사하는 빔(LB1)은, P편광의 빔이므로, 편광 빔 스플리터(BS1)는 반사 미러(M11)로부터의 빔(LB1)을 -Xt방향으로 반사하여 반사 미러(M12)측으로 안내한다.

[0072] 반사 미러(M12)는 XtYt 평면에 대해서 45° 기울어 배치되어, 입사된 빔(LB1)을, 반사 미러(M12)로부터 -Zt방향으로 떨어진 반사 미러(M13)를 향해서 -Zt방향으로 반사한다. 반사 미러(M12)에서 반사된 빔(LB1)은, Zt축과 평행한 광축(AXc)을 따라서 시프트 광학 부재(SR), 편향 조정 광학 부재(DP), 및 필드 애퍼처(시야 조리개)(FA)를 통과하여, 반사 미러(M13)에 입사된다. 시프트 광학 부재(SR)는 빔(LB1)의 진행 방향(광축(AXc))과 직교하는 평면(XtYt 평면) 내에 있어서, 빔(LB1)의 단면 내의 중심 위치를 2차원적으로 조정한다. 시프트 광학 부재(SR)는 광축(AXc)에 따라서 배치되는 2매의 석영 평행 평판(Sr1, Sr2)으로 구성되고, 평행 평판(Sr1)은 Xt축 둘레로 경사질 수 있고, 평행 평판(Sr2)은 Yt축 둘레로 경사질 수 있다. 이 평행 평판(Sr1, Sr2)이 각각, Xt축, Yt축 둘레로 경사짐으로써, 빔(LB1)의 진행 방향과 직교하는 XtYt 평면에 있어서, 빔(LB1)의 중심의 위치를 2차원으로 미소량 시프트한다. 이 평행 평판(Sr1, Sr2)은 제어 장치(16)의 제어하에, 도시하지 않은 액츄에이터(구동부)에 의해서 구동된다.

[0073] 편향 조정 광학 부재(DP)는 반사 미러(M12)에서 반사되어 시프트 광학 부재(SR)를 통과해 온 빔(LB1)의 광축(AXc)에 대한 기울기를 미세 조정하는 것이다. 편향 조정 광학 부재(DP)는, 광축(AXc)을 따라서 배치되는 2개의 쐐기 모양의 프리즘(Dp1, Dp2)으로 구성되고, 프리즘(Dp1, Dp2)의 각각은 독립하여 광축(AXc)을 중심으로 360° 회전 가능하게 마련되어 있다. 2개의 프리즘(Dp1, Dp2)의 회전 각도 위치를 조정함으로써, 반사 미러(M13)에 도달하는 빔(LB1)의 축선과 광축(AXc)의 평행화, 또는 기판(P)의 피조사면에 이르는 빔(LB1)의 축선과 조사 중심축(Le1)의 평행화가 행해진다. 또한, 2개의 프리즘(Dp1, Dp2)에 의해서 편향 조정된 후의 빔(LB1)은, 빔(LB1)의 단면과 평행한 면 내에서 가로 시프트되어 있는 경우가 있고, 그 가로 시프트는 앞의 시프트 광학 부재(SR)에 의해서 원래대로 되돌릴 수 있다. 이 프리즘(Dp1, Dp2)은 제어 장치(16)의 제어하에, 도시하지 않은 액츄에이터(구동부)에 의해서 구동된다.

[0074] 이와 같이, 시프트 광학 부재(SR)와 편향 조정 광학 부재(DP)를 통과한 빔(LB1)은, 필드 애퍼처(FA)의 원형 개구를 투과하여 반사 미러(M13)에 도달된다. 필드 애퍼처(FA)의 원형 개구는, 빔 익스팬더(BE)에서 확대된 빔(LB1)의 단면 내의 강도 분포의 저변 부분을 컷하는 조리개이다. 필드 애퍼처(FA)의 원형 개구를 구경이 조정 가능한 가변 홍채 조리개로 하면, 스팟광 SP의 강도(휘도)를 조정할 수 있다.

[0075] 반사 미러(M13)는 XtYt 평면에 대해서 45° 기울어 배치되어, 입사된 빔(LB1)을 반사 미러(M14)를 향해서 +Xt방향으로 반사한다. 반사 미러(M13)에서 반사된 빔(LB1)은, λ/4 파장판(QW) 및 실린드리칼 렌즈(CYa)를 통해서 반사 미러(M14)에 입사된다. 반사 미러(M14)는 입사된 빔(LB1)을 폴리곤 미러(회전 다면경, 주사용 편향 부재)(PM)를 향해서 반사한다. 폴리곤 미러(PM)는 입사된 빔(LB1)을, Xt축과 평행한 광축(AXf)을 가지는 fΘ 렌즈

(FT)를 향해서 +Xt방향측으로 반사한다. 폴리곤 미러(PM)는 빔(LB1)의 스팟광 SP를 기판(P)의 피조사면상에서 주사하기 위해서, 입사된 빔(LB1)을 XtYt 평면과 평행한 면 내에서 1차원으로 편향(반사)시킨다. 구체적으로는, 폴리곤 미러(PM)는 Zt축방향으로 연장되는 회전축 AXp와, 회전축 AXp의 둘레에 형성된 복수의 반사면(RP)(본 실시 형태에서는 반사면(RP)의 수 Np를 8로 함)을 가진다. 회전축 AXp를 중심으로 이 폴리곤 미러(PM)를 소정의 회전 방향으로 회전시킴으로써 반사면(RP)에 조사되는 펄스 모양의 빔(LB1)의 반사각을 연속적으로 변화시킬 수 있다. 이것에 의해, 1개의 반사면(RP)에 의해서 빔(LB1)의 반사 방향이 편향되어, 기판(P)의 피조사면상에 조사되는 빔(LB1)의 스팟광 SP를 주주사 방향(기판(P)의 폭방향, Yt방향)을 따라서 주사할 수 있다.

[0076] 즉, 1개의 반사면(RP)에 의해서, 빔(LB1)의 스팟광 SP를 주주사 방향을 따라서 주사할 수 있다. 이 때문에, 폴리곤 미러(PM)의 1회전으로, 기판(P)의 피조사면상에 스팟광 SP가 주사되는 묘화 라인(SL1)의 수는, 최대로 반사면(RP)의 수와 같은 8개가 된다. 폴리곤 미러(PM)는, 제어 장치(16)의 제어하에, 회전 구동원(예를 들면, 모터나 감속 기구 등)(RM)에 의해서 일정한 속도로 회전한다. 먼저 설명한 것처럼, 묘화 라인(SL1)의 실효적인 길이(예를 들면, 30mm)는, 이 폴리곤 미러(PM)에 의해서 스팟광 SP를 주사할 수 있는 최대 주사 길이(예를 들면, 31mm) 이하의 길이로 설정되어 있고, 초기 설정(설계상)에서는, 최대 주사 길이의 중앙에 묘화 라인(SL1)의 중심점(조사 중심축(Le1)이 통과하는 점)이 설정되어 있다.

[0077] 실린드리칼 렌즈(CYa)는 폴리곤 미러(PM)에 의한 주주사 방향(회전 방향)과 직교하는 비주사 방향(Zt방향)에 관해서, 입사된 빔(LB1)을 폴리곤 미러(PM)의 반사면(RP)상에 수렴한다. 즉, 실린드리칼 렌즈(CYa)는 빔(LB1)을 반사면(RP)상에서 XtYt 평면과 평행한 방향으로 연장된 슬릿 모양(긴타원 모양)으로 수렴된다. 모선이 Yt방향과 평행하게 되어 있는 실린드리칼 렌즈(CYa)와, 후술하는 실린드리칼 렌즈(CYb)에 의해서, 반사면(RP)이 Zt방향에 대해서 기울어 있는 경우(XtYt 평면의 법선에 대한 반사면(RP)의 기울기)가 있더라도, 그 영향을 억제할 수 있다. 예를 들면, 기판(P)의 피조사면상에 조사되는 빔(LB1)(묘화 라인(SL1))의 조사 위치가, 폴리곤 미러(PM)의 각 반사면(RP)마다의 근소한 기울기 오차에 의해서 Xt방향으로 어긋나는 것을 억제할 수 있다.

[0078] Xt축방향으로 연장되는 광축(AXf)을 가지는 fθ 렌즈(주사용 렌즈계)(FT)는, 폴리곤 미러(PM)에 의해서 반사된 빔(LB1)을, XtYt 평면에 있어서, 광축(AXf)와 평행하게 되도록 반사 미러(M15)에 투사되는 텔레센트릭계의 스캔 렌즈이다. 빔(LB1)의 fθ 렌즈(FT)로의 입사각 θ는, 폴리곤 미러(PM)의 회전각(θ/2)에 따라 바뀐다. fθ 렌즈(FT)는 반사 미러(M15) 및 실린드리칼 렌즈(CYb)를 통해서, 그 입사각 θ에 비례한 기판(P)의 피조사면상의 상고(像高) 위치에 빔(LB1)을 투사한다. 초점 거리를 fo라 하고, 상고 위치를 y라고 하면, fθ 렌즈(FT)는 $y=fo\times\theta$의 관계(왜곡 수차)를 만족하도록 설계되어 있다. 따라서, 이 fθ 렌즈(FT)에 의해서, 빔(LB1)을 Yt방향(Y방향)으로 정확하게 등속(等速)으로 주사하는 것이 가능하게 된다. fθ 렌즈(FT)로의 입사각 θ가 0도일 때, fθ 렌즈(FT)에 입사된 빔(LB1)은, 광축(AXf)상을 따라서 진행한다.

[0079] 반사 미러(M15)는 fθ 렌즈(FT)로부터의 빔(LB1)을, 실린드리칼 렌즈(CYb)를 통해서 기판(P)을 향해서 -Zt방향으로 반사한다. fθ 렌즈(FT) 및 모선이 Yt방향과 평행하게 되어 있는 실린드리칼 렌즈(CYb)에 의해서, 기판(P)에 투사되는 빔(LB1)이 기판(P)의 피조사면상에서 직경 수㎛ 정도(예를 들면, 3㎛)의 미소한 스팟광 SP으로 수렴된다. 또, 기판(P)의 피조사면에 투사되는 스팟광 SP는, 폴리곤 미러(PM)에 의해서, Yt방향으로 연장되는 묘화 라인(SL1)에 의해서 1차원 주사된다. 또한, fθ 렌즈(FT)의 광축(AXf)와 조사 중심축(Le1)은, 동일한 평면상에 있고, 그 평면은 XtZt 평면과 평행이다. 따라서, 광축(AXf)상으로 진행한 빔(LB1)은, 반사 미러(M15)에 의해서 -Zt방향으로 반사되어, 조사 중심축(Le1)과 동축이 되어 기판(P)에 투사된다. 본 제1 실시 형태에 있어서, 적어도 fθ 렌즈(FT)는, 폴리곤 미러(PM)에 의해서 편향된 빔(LB1)을 기판(P)의 피조사면에 투사하는 투사 광학계로서 기능한다. 또, 적어도 반사 부재(반사 미러(M11~M15)) 및 편광 빔 스플리터(BS1)는, 반사 미러(M10)로부터 기판(P)까지의 빔(LB1)의 광로를 꺽어 구부리는 광로 편향 부재로서 기능한다. 이 광로 편향 부재에 의해서, 반사 미러(M10)에 입사되는 빔(LB1)의 입사축과 조사 중심축(Le1)을 대략 같은 축으로 할 수 있다. XtZt 평면에 관해서, 주사 유닛(U1) 내를 통과하는 빔(LB1)은, 대략 U자 모양 또는 コ자 모양의 광로를 통과한 후, -Zt방향으로 진행하여 기판(P)에 투사된다.

[0080] 이와 같이, 기판(P)이 X방향으로 반송되고 있는 상태에서, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))에 의해서, 빔(LBn(LB1~LB6))의 스팟광 SP를 주주사 방향(Y방향)으로 일차원으로 주사함으로써, 스팟광 SP를 기판(P)의 피조사면에 상대적으로 2차원 주사할 수 있다.

[0081] 또한, 일례로서, 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))의 실효적인 길이를 30mm로 하여, 실효적인 사이즈 φ가 3㎛인 스팟광 SP의 7/8씩, 즉, 2.625(=3×7/8)㎛씩, 오버랩시키면서 스팟광 SP를 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))을 따라서 기판(P)의 피조사면상에 조사하는 경우는, 스팟광 SP는 0.375㎛의 간격으로 조사된다. 따라서, 1회 주사로 조사되는

스팟광 SP의 수는, 80000(=30〔mm〕/0.375〔㎛〕)이 된다. 또, 기판(P)의 부주사 방향의 이송 속도(반송 속도) Vt를 0.6048mm/sec로 하고, 부주사 방향에 대해서도 스팟광 SP의 주사가 0.375㎛의 간격으로 행해지는 것으로 하면, 묘화 라인(SLn)을 따른 1회 주사 개시(묘화 개시) 시점과 다음 주사 개시 시점의 시간차 Tpx는, 약 620㎲ec(=0.375〔㎛〕/0.6048〔mm/sec〕)이 된다. 이 시간차 Tpx는 8반사면(RP)의 폴리곤 미러(PM)가 1면분(45도=360도/8)만큼 회전하는 시간이다. 이 경우, 폴리곤 미러(PM)의 1회전의 시간이, 약 4.96msec(=8×620〔㎲ec〕)가 되도록 설정될 필요가 있으므로, 폴리곤 미러(PM)의 회전 속도 Vp는, 매초 약 201.613회전(=1/4.96〔msec〕), 즉, 약 12096.8rpm으로 설정된다.

[0082] 한편, 폴리곤 미러(PM)의 1반사면(RP)에서 반사된 빔(LB1)이 유효하게 fΘ 렌즈(FT)에 입사되는 최대 입사 각도(스팟광 SP의 최대 주사 길이에 대응)는, fΘ 렌즈(FT)의 초점 거리와 최대 주사 길이에 의해서 거의 정해져 버린다. 일례로서, 8반사면(RP)의 폴리곤 미러(PM)의 경우는, 1반사면(RP)분의 회전 각도 45도 중에서 실제 주사에 기여하는 회전 각도 α의 비율(주사 효율)은, α/45도로 나타내진다. 본 제1 실시 형태에서는, 실제 주사에 기여하는 회전 각도 α를 15도로 하므로, 주사 효율은 1/3(=15도/45도)이 되고, fΘ 렌즈(FT)의 최대 입사각은 30도(광축(AXf)을 중심으로 하여 ±15도)가 된다. 그 때문에, 묘화 라인(SLn)의 최대 주사 길이(예를 들면, 31mm)분만큼 스팟광 SP를 주사하는데 필요한 시간 Ts는, Ts=Tpx×주사 효율이 되어, 앞의 수치예의 경우는, 시간 Ts, 약 206.666···㎲ec(=620〔㎲ec〕/3)이 된다. 본 제1 실시 형태에 있어서의 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))의 실효적인 주사 길이를 30mm로 하므로, 이 묘화 라인(SLn)을 따른 스팟광 SP의 1 주사의 주사 시간 Tsp는, 약 200μsec(=206.666···〔㎲ec〕×30〔mm〕/31〔mm〕)이 된다. 따라서, 이 시간 Tsp 동안에, 80000의 스팟광 SP(펄스광)를 조사할 필요가 있으므로, 광원 장치(LS(LSa, LSb))로부터의 빔(LB)의 발광 주파수(발진 주파수) Fa는, Fa≒80000회/200㎲ec=400MHz가 된다.

[0083] 도 5에 나타내는 원점 센서(OP1)는, 폴리곤 미러(PM)의 반사면(RP)의 회전 위치가, 반사면(RP)에 의한 스팟광 SP의 주사가 개시 가능한 소정 위치에 오면 원점 신호 SZ1을 발생시킨다. 바꾸어 말한다면, 원점 센서(OP1)는 지금부터 스팟광 SP의 주사를 행하는 반사면(RP)의 각도가 소정의 각도 위치가 되었을 때 원점 신호 SZ1을 발생시킨다. 폴리곤 미러(PM)는 8개의 반사면(RP)을 가지므로, 원점 센서(OP1)는 폴리곤 미러(PM)가 1회전하는 기간에서, 8회 원점 신호 SZ1을 출력하게 된다. 이 원점 센서(OP1)가 발생시킨 원점 신호 SZ1은, 제어 장치(16)에 보내진다. 원점 센서(OP1)가 원점 신호 SZ1을 발생시키고 나서, 지연 시간 Td1 경과 후에 스팟광 SP의 묘화 라인(SL1)을 따른 주사가 개시된다. 즉, 이 원점 신호 SZ1은 주사 유닛(U1)에 의한 스팟광 SP의 묘화 개시 타이밍(주사 개시 타이밍)을 나타내는 정보로 되어 있다.

[0084] 원점 센서(OP1)는 기판(P)의 감광성 기능층에 대해서 비감광성의 파장 대역의 레이저 빔(Bga)을 반사면(RP)에 대해서 사출하는 빔 송광계(opa)와, 반사면(RP)에서 반사된 레이저 빔(Bga)의 반사 빔(Bgb)을 수광하여 원점 신호 SZ1을 발생시키는 빔 수광계(opb)를 가진다. 빔 송광계(opa)는, 도시하지 않았지만, 레이저 빔(Bga)을 사출하는 광원과, 광원이 발광한 레이저 빔(Bga)을 반사면(RP)에 투사하는 광학 부재(반사 미러나 렌즈 등)를 가진다. 빔 수광계(opb)는, 도시하지 않았지만, 수광한 반사 빔(Bgb)을 수광하여 전기 신호로 변환하는 광전 변환 소자를 포함하는 수광부와, 반사면(RP)에서 반사된 반사 빔(Bgb)을 상기 수광부로 안내하는 광학 부재(반사 미러나 렌즈 등)를 가진다. 빔 송광계(opa)와 빔 수광계(opb)는, 폴리곤 미러(PM)의 회전 위치가, 반사면(RP)에 의한 스팟광 SP의 주사가 개시되기 직전의 소정 위치에 왔을 때, 빔 송광계(opa)가 사출한 레이저 빔(Bga)의 반사 빔(Bgb)을 빔 수광계(opb)가 수광할 수 있는 위치에 마련되어 있다. 또한, 주사 유닛(U2~U6)에 마련되어 있는 원점 센서(OPn)를 OP2~OP6으로 나타내고, 원점 센서(OP2~OP6)에서 발생하는 원점 신호 SZn을 SZ2~SZ6으로 나타낸다. 제어 장치(16)는 이 원점 신호 SZn(SZ1~SZ6)에 기초하여, 어느 주사 유닛(Un)이 지금부터 스팟광 SP의 주사를 행하는지를 관리하고 있다. 또, 원점 신호 SZ2~SZ6이 발생하고 나서, 주사 유닛(U2~U6)에 의한 묘화 라인 SL2~SL6에 따른 스팟광 SP의 주사를 개시할 때까지의 지연 시간 Tdn을 Td2~Td6로 나타내는 경우가 있다.

[0085] 도 5에 나타내는 광 검출기(DT)는, 입사된 광을 광전 변환하는 광전 변환 소자를 가진다. 회전 드럼(DR)의 표면에는, 미리 결정된 기준 패턴이 형성되어 있다. 이 기준 패턴이 형성된 회전 드럼(DR)상의 부분은, 빔(LB1)의 파장 대역에 대해서 낮은 반사율(10~50%)의 소재로 구성되고, 기준 패턴이 형성되어 있지 않은 회전 드럼(DR)상의 다른 부분은, 반사율이 10% 이하의 재료 또는 광을 흡수하는 재료로 구성된다. 그 때문에, 기판(P)이 감겨 있지 않은 상태(또는 기판(P)의 투명부를 통한 상태)에서, 회전 드럼(DR)의 기준 패턴이 형성된 영역에 주사 유닛(U1)으로부터 빔(LB1)의 스팟광 SP를 조사하면, 그 반사광이 실린드리칼 렌즈(CYb), 반사 미러(M15), fΘ 렌즈(FT), 폴리곤 미러(PM), 반사 미러(M14), 실린드리칼 렌즈(CYa), λ/4 파장판(QW), 반사 미러(M13), 필드 애퍼처(FA), 편향 조정 광학 부재(DP), 시프트 광학 부재(SR), 및 반사 미러(M12)를 통과하여 편광 빔 스플리터(BS1)에 입사된다. 여기서, 편광 빔 스플리터(BS1)와 기판(P)의 사이, 구체적으로는, 반사 미러(M13)와 실린드

리칼 렌즈(CYa)의 사이에는, λ/4 파장판(QW)이 마련되어 있다. 이것에 의해, 기판(P)에 조사되는 빔(LB1)은, 이 λ/4 파장판(QW)에 의해서 P편광으로부터 원(圓)편광의 빔(LB1)로 변환되고, 기판(P)으로부터 편광 빔 스플리터(BS1)에 입사되는 반사광은, 이 λ/4 파장판(QW)에 의해서, 원편광으로부터 S편광으로 변환된다. 따라서, 기판(P)으로부터의 반사광은 편광 빔 스플리터(BS1)를 투과하여, 광학 렌즈계(G10)를 통해서 광 검출기(DT)에 입사된다.

[0086] 이 때, 펄스 모양의 빔(LB1)이 연속하여 주사 유닛(U1)에 입사되는 상태에서, 회전 드럼(DR)을 회전하여 주사 유닛(U1)이 스팟광 SP를 주사함으로써, 회전 드럼(DR)의 외주면에는, 스팟광 SP가 2차원적으로 조사된다. 따라서, 회전 드럼(DR)에 형성된 기준 패턴의 화상을 광 검출기(DT)에 의해서 취득할 수 있다.

[0087] 구체적으로는, 광 검출기(DT)로부터 출력되는 광전 신호의 강도 변화를, 빔(LB1)(스팟광 SP)의 펄스 발광을 위한 클록 신호 LTC(광원 장치(LS)에서 만들어짐)에 응답하여, 디지털 샘플링함으로써 Yt방향의 1차원의 화상 데이터로서 취득한다. 또한, 묘화 라인(SL1)상에 있어서의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치를 계측하는 인코더(EN2a, EN2b)의 계측치에 응답하여, 부주사 방향의 일정 거리(예를 들면, 스팟광 SP의 사이즈 φ의 1/8)마다 Yt방향의 1차원의 화상 데이터를 Xt방향으로 늘어놓음으로써, 회전 드럼(DR)의 표면의 2차원의 화상 정보를 취득한다. 제어 장치(16)는 이 취득한 회전 드럼(DR)의 기준 패턴의 2차원의 화상 정보에 기초하여, 주사 유닛(U1)의 묘화 라인(SL1)의 기울기를 계측한다. 이 묘화 라인(SL1)의 기울기란, 각 주사 유닛(Un(U1~U6)) 간에 있어서의 상대적인 기울기여도 되고, 회전 드럼(DR)의 중심축(AXo)에 대한 기울기(절대적인 기울기)여도 된다. 또한, 마찬가지로 하여, 각 묘화 라인 SL2~SL6의 기울기도 계측할 수 있는 것은 말할 필요도 없다.

[0088] 또한, 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))은, 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))의 각각이 조사 중심축(Len(Le1~Le6)) 둘레로 회동(회전)할 수 있도록, 도시하지 않은 본체 프레임에 유지되어 있다. 이 각 주사 유닛(Un(U1~U6))이, 조사 중심축(Len(Le1~Le6)) 둘레로 회동하면, 각 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))도, 기판(P)의 피조사면상에서 조사 중심축(Len(Le1~Le6)) 둘레로 회동한다. 따라서, 각 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))은 Y방향에 대해서 기울게 된다. 각 주사 유닛(Un(U1~U6))이 조사 중심축(Len(Le1~Le6)) 둘레로 회동했을 경우에도, 각 주사 유닛(Un(U1~U6)) 내를 통과하는 빔(LBn(LB1~LB6))과 각 주사 유닛(Un(U1~U6)) 내의 광학적인 부재의 상대적인 위치 관계는 변하지 않다. 따라서, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))은 기판(P)의 피조사면상에서 회동한 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))을 따라서 스팟광 SP를 주사할 수 있다. 이 각 주사 유닛(Un(U1~U6))의 조사 중심축(Len(Le1~Le6)) 둘레의 회동은, 제어 장치(16)의 제어하에, 도시하지 않은 액츄에이터에 의해서 행해진다.

[0089] 그 때문에, 제어 장치(16)는 계측한 각 묘화 라인(SLn)의 기울기에 따라서, 주사 유닛(Un(U1~U6))을 조사 중심축(Len(Le1~Le6)) 둘레로 회동시킴으로써, 복수의 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))의 평행 상태를 유지할 수 있다. 또, 얼라이먼트 현미경(AM1m, AM2m)을 이용하여 검출한 얼라이먼트 마크(MKm)의 위치에 기초하여, 기판(P)이나 노광 영역 W가 왜곡되어 있는(변형되어 있는) 경우는, 그것에 따라서 묘화하는 패턴도 왜곡시킬 필요성이 있다. 그 때문에, 제어 장치(16)는 기판(P)이나 노광 영역 W가 왜곡되어 있다(변형되어 있다)고 판단했을 경우는, 주사 유닛(Un(U1~U6))을 조사 중심축(Len(Le1~Le6)) 둘레로 회동시킴으로써, 기판(P)이나 노광 영역 W의 왜곡(변형)에 따라 각 묘화 라인(SLn)을 Y방향에 대해서 미소하게 경사시킨다. 그 때, 본 실시 형태에 있어서는, 후에 설명하는 것처럼, 각 묘화 라인(SLn)을 따라서 묘화되는 패턴을, 지정된 배율(예를 들면, ppm 오더)에 따라 신축시키는 제어, 혹은 각 묘화 라인(SLn)을 개별로 부주사 방향(도 5 중의 Xt방향)으로 미소하게 시프트시키는 제어가 가능해져 있다.

[0090] 또한, 주사 유닛(Un)의 조사 중심축(Len)과, 주사 유닛(Un)이 실제로 회동하는 축(회동 중심축)이 완전하게 일치하고 있지 않더라도, 소정의 허용 범위 내에서 양자가 같은 축이면 된다. 이 소정의 허용 범위는, 주사 유닛(Un)을 각도 Θsm만큼 회동시켰을 때의 실제의 묘화 라인(SLn)의 묘화 개시점(또는 묘화 종료점)과, 조사 중심축(Len)과 회동 중심축이 완전하게 일치한다고 가정했을 때 주사 유닛(Un)을 소정의 각도 Θsm만큼 회동시켰을 때의 설계상의 묘화 라인(SLn)의 묘화 개시점(또는 묘화 종료점)의 차분량이, 스팟광 SP의 주주사 방향에 관해서, 소정의 거리(예를 들면, 스팟광 SP의 사이즈 φ) 이내가 되도록 설정되어 있다. 또, 주사 유닛(Un)에 실제로 입사하는 빔(LBn)의 광축이, 주사 유닛(Un)의 회동 중심축과 완전하게 일치하고 않더라도, 상기한 소정의 허용 범위 내에서 같은 축이면 된다.

[0091] 도 6은 빔 전환부(BDU)의 구성도이다. 빔 전환부(BDU)는 복수의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))와, 복수의 집광 렌즈(CD1~CD6)와, 복수의 반사 미러(M1~M14)와, 복수의 유닛측 입사 미러(IM1~IM6)와, 복수의 콜리메이터 렌즈(CL1~CL6)와, 흡수체(TR1, TR2)를 가진다. 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))는 빔(LB)(LBa, LBb)에 대해서 투과성을 가지는 것으로, 초음파 신호로 구동되는 음향 광학 변조 소자(AOM：Acousto-Optic Modulator)이다.

이들 광학적인 부재(선택용 광학 소자(AOM1~AOM6), 집광 렌즈(CD1~CD6), 반사 미러(M1~M14), 유닛측 입사 미러(IM1~IM6), 콜리메이터 렌즈(CL1~CL6), 및 흡수체(TR1, TR2))는, 판 모양의 지지 부재(IUB)에 의해서 지지되고 있다. 이 지지 부재(IUB)는 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))의 상방(上方)(+Z방향측)에서, 이들 광학적인 부재를 하방(下方)(－Z방향측)으로부터 지지한다. 따라서, 지지 부재(IUB)는 발열원(發熱源)이 되는 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))와 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))의 사이를 단열(斷熱)하는 기능도 구비하고 있다.

[0092] 광원 장치(LSa)로부터 빔(LBa)은, 반사 미러(M1~M6)에 의해서 그 광로가 꾸불꾸불한 모양으로 구부러져, 흡수체(TR1)까지 안내된다. 또, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)도 마찬가지로, 반사 미러(M7~M14)에 의해서 그 광로가 꾸불꾸불한 모양으로 구부러져, 흡수체(TR2)까지 안내된다. 이하, 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))가 모두 오프 상태(초음파 신호가 인가되고 있지 않은 상태)의 경우로, 상술한다.

[0093] 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)(평행 광속)는, Y축과 평행하게 +Y방향으로 진행하여 집광 렌즈(CD1)를 통과하여 반사 미러(M1)에 입사된다. 반사 미러(M1)에서 -X방향으로 반사된 빔(LBa)은, 집광 렌즈(CD1)의 초점 위치(빔 웨이스트(beam waist) 위치)에 배치된 제1 선택용 광학 소자(AOM1)를 스트레이트하게 투과하여, 콜리메이터 렌즈(CL1)에 의해서 다시 평행 광속이 되어, 반사 미러(M2)에 도달된다. 반사 미러(M2)에서 +Y방향으로 반사된 빔(LBa)은, 집광 렌즈(CD2)를 통과한 후에 반사 미러(M3)에서 +X방향으로 반사된다.

[0094] 반사 미러(M3)에서 +X방향으로 반사된 빔(LBa)은, 집광 렌즈(CD2)의 초점 위치(빔 웨이스트 위치)에 배치된 제2 선택용 광학 소자(AOM2)를 스트레이트하게 투과하여, 콜리메이터 렌즈(CL2)에 의해서 다시 평행 광속이 되어, 반사 미러(M4)에 도달된다. 반사 미러(M4)에서 +Y방향으로 반사된 빔(LBa)은, 집광 렌즈(CD3)를 통과한 후에 반사 미러(M5)에서 -X방향으로 반사된다. 반사 미러(M5)에서 -X방향으로 반사된 빔(LBa)은, 집광 렌즈(CD3)의 초점 위치(빔 웨이스트 위치)에 배치된 제3 선택용 광학 소자(AOM3)를 스트레이트하게 투과하여, 콜리메이터 렌즈(CL3)에 의해서 다시 평행 광속이 되어, 반사 미러(M6)에 도달한다. 반사 미러(M6)에서 +Y방향으로 반사된 빔(LBa)은, 흡수체(TR1)에 입사된다. 이 흡수체(TR1)는 빔(LBa)의 외부로의 누설을 억제하기 위해서 빔(LBa)을 흡수하는 광 트랩(optical trap)이다.

[0095] 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)(평행 광속)은, Y축과 평행하게 +Y방향으로 진행하여 반사 미러(M13)에 입사되고, 반사 미러(M13)에서 +X방향으로 반사된 빔(LBb)은 반사 미러(M14)에서 +Y방향으로 반사된다. 반사 미러(M14)에서 +Y방향으로 반사된 빔(LBb)은, 집광 렌즈(CD4)를 통과한 후에 반사 미러(M7)에서 +X방향으로 반사된다. 반사 미러(M7)에서 +X방향으로 반사된 빔(LBb)은, 집광 렌즈(CD4)의 초점 위치(빔 웨이스트 위치)에 배치된 제4 선택용 광학 소자(AOM4)를 스트레이트하게 투과하여, 콜리메이터 렌즈(CL4)에 의해서 다시 평행 광속이 되어, 반사 미러(M8)에 도달된다. 반사 미러(M8)에서 +Y방향으로 반사된 빔(LBb)은, 집광 렌즈(CD5)를 통과한 후에 반사 미러(M9)에서 -X방향으로 반사된다.

[0096] 반사 미러(M9)에서 -X방향으로 반사된 빔(LBb)은, 집광 렌즈(CD5)의 초점 위치(빔 웨이스트 위치)에 배치된 제5 선택용 광학 소자(AOM5)를 스트레이트하게 투과하여, 콜리메이터 렌즈(CL5)에 의해서 다시 평행 광속이 되어, 반사 미러(M10)에 도달된다. 반사 미러(M10)에서 +Y방향으로 반사된 빔(LBb)은, 집광 렌즈(CD6)를 통과한 후에 반사 미러(M11)에서 +X방향으로 반사된다. 반사 미러(M11)에서 +X방향으로 반사된 빔(LBb)은, 집광 렌즈(CD6)의 초점 위치(빔 웨이스트 위치)에 배치된 제6의 선택용 광학 소자(AOM6)를 스트레이트하게 투과하여, 콜리메이터 렌즈(CL6)에 의해서 다시 평행 광속이 되어, 반사 미러(M12)에 도달된다. 반사 미러(M12)에서 -Y방향으로 반사된 빔(LBb)은, 흡수체(TR2)에 입사된다. 이 흡수체(TR2)는 빔(LBb)의 외부로의 누설을 억제하기 위해서 빔(LBb)을 흡수하는 광 트랩이다.

[0097] 이상과 같이, 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3)는 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)을 차례로 투과하도록 빔(LBa)의 진행 방향을 따라서 직렬로 배치된다. 또, 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3)는 집광 렌즈(CD1~CD3)와 콜리메이터 렌즈(CL1~CL3)에 의해서, 각 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3)의 내부에 빔(LBa)의 빔 웨이스트가 형성되도록 배치된다. 이것에 의해, 선택용 광학 소자(음향 광학 변조 소자)(AOM1~AOM3)에 입사되는 빔(LBa)의 지름을 작게 하여, 회절 효율을 높게 함과 아울러 응답성을 높이고 있다. 마찬가지로, 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6)는 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)을 차례로 투과하도록 빔(LBb)의 진행 방향을 따라서 직렬로 배치된다. 또, 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6)는 집광 렌즈(CD4~CD6)와 콜리메이터 렌즈(CL4~CL6)에 의해서, 각 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6)의 내부에 빔(LBb)의 빔 웨이스트가 형성되도록 배치된다. 이것에 의해, 선택용 광학 소자(음향 광학 변조 소자)(AOM4~AOM6)에 입사되는 빔(LBb)의 지름을 작게 하여, 회절 효율을 높게 함과 아울러 응답성을 높이고 있다.

[0098] 각 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))는, 초음파 신호(고주파 신호)가 인가되면, 입사된 빔(0차광) LB(LBa,

LBb)를, 고주파의 주파수에 따른 회절각으로 회절시킨 1차 회절광을 사출 빔(빔(LBn))으로서 발생시키는 것이다. 본 제1 실시 형태에서는, 복수의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))의 각각으로부터 1차 회절광으로서 사출되는 빔(LBn)을 빔(LB1~LB6)이라고 하고, 각 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))는 광원 장치(LSa, LSb)로부터의 빔(LB)(LBa, LBb)의 광로를 편향하는 기능을 달성하는 것으로서 취급한다. 다만, 실제의 음향 광학 변조 소자는 1차 회절광의 발생 효율이 0차광의 80% 정도이기 때문에, 각 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))의 각각에서 편향된 빔(LBn(LB1~LB6))은, 원래의 빔(LB)(LBa, LBb)의 강도보다는 저하되어 있다. 또, 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6)) 중 어느 하나가 온 상태일 때, 회절되지 않고 직진하는 0차광이 20% 정도 잔존하지만, 그것은 최종적으로 흡수체(TR1, TR2)에 의해서 흡수된다.

[0099] 도 6에 나타내는 것처럼, 복수의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))의 각각은, 편향된 1차 회절광인 빔(LBn(LB1~LB6))을, 입사되는 빔(LB)(LBa, LBb)에 대해서 -Z방향으로 편향하도록 설치된다. 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))의 각각으로부터 편향되어 사출되는 빔(LBn(LB1~LB6))은, 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))의 각각으로부터 소정 거리만큼 떨어진 위치에 마련된 유닛측 입사 미러(IM1~IM6)에 투사되고, 거기서 -Z방향으로 조사 중심축(Le1~Le6)과 동축이 되도록 반사된다. 유닛측 입사 미러(IM1~IM6)(이하, 간단하게 미러(IM1~IM6)라고도 부름)에서 반사된 빔(LB1~LB6)은, 지지 부재(IUB)에 형성된 개구부(TH1~TH6)의 각각을 통과하여, 조사 중심축(Le1~Le6)을 따르도록 주사 유닛(Un(U1~U6))의 각각에 입사된다.

[0100] 또한, 선택용 광학 소자(AOMn)는, 초음파에 의해서 투과 부재 중의 소정 방향으로 굴절률의 주기적인 조밀(粗密) 변화를 생기게 하는 회절 격자이기 때문에, 입사 빔(LB)(LBa, LBb)가 직선 편광(P편광이나 S편광)인 경우, 그 편광 방향과 회절 격자의 주기 방향은, 1차 회절광의 발생 효율(회절 효율)이 가장 높아지도록 설정된다. 도 6과 같이, 각 선택용 광학 소자(AOMn)가 입사된 빔(LB)(LBa, LBs)를 -Z방향으로 회절 편향하도록 설치되는 경우, 선택용 광학 소자(AOMn) 내에 생성되는 회절 격자의 주기 방향도 -Z방향이므로, 그것과 정합하도록 광원 장치(LS(LSa, LSb))로부터의 빔(LB)의 편광 방향이 설정(조정)된다.

[0101] 각 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))의 구성, 기능, 작용 등은 서로 동일한 것을 이용해도 된다. 복수의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))는 제어 장치(16)로부터의 구동 신호(고주파 신호)의 온/오프에 따라서, 입사된 빔(LB)(LBa, LBb)를 회절시킨 회절광의 발생을 온/오프한다. 예를 들면, 선택용 광학 소자(AOM1)는 제어 장치(16)로부터의 구동 신호(고주파 신호)가 인가되지 않아 오프 상태일 때는, 입사된 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)을 회절시키지 않고 투과한다. 따라서, 선택용 광학 소자(AOM1)를 투과한 빔(LBa)은, 콜리메이터 렌즈(CL1)를 투과하여 반사 미러(M2)에 입사된다. 한편, 선택용 광학 소자(AOM1)는 제어 장치(16)로부터의 구동 신호(고주파 신호)가 인가되어 온 상태일 때는, 입사된 빔(LBa)을 회절 시켜 미러(IM1)를 향하게 한다. 즉, 이 구동 신호에 의해서 선택용 광학 소자(AOM1)가 스위칭한다. 미러(IM1)는 선택용 광학 소자(AOM1)에 의해서 회절된 1차 회절광인 빔(LB1)을 선택하여 주사 유닛(U1)측으로 반사한다. 선택용 미러(IM1)에서 반사된 빔(LB1)은, 지지 부재(IUB)의 개구부(TH1)를 통과하여 조사 중심축(Le1)을 따라서 주사 유닛(U1)에 입사된다. 따라서, 미러(IM1)는 반사한 빔(LB1)의 광축이 조사 중심축(Le1)과 동축이 되도록, 입사된 빔(LB1)을 반사한다. 또, 선택용 광학 소자(AOM1)가 온 상태일 때, 선택용 광학 소자(AOM1)를 스트레이트하게 투과하는 빔(LB)의 0차광(입사 빔의 20% 정도의 강도)은, 그 후의 콜리메이터 렌즈(CL1~CL3), 집광 렌즈(CD2~CD3), 반사 미러(M2~M6), 및 선택용 광학 소자(AOM2~AOM3)를 투과하여 흡수체(TR1)에 도달한다.

[0102] 마찬가지로, 선택용 광학 소자(AOM2, AOM3)는 제어 장치(16)로부터의 구동 신호(고주파 신호)가 인가되지 않아 오프 상태일 때는, 입사된 빔(LBa)(0차광)를 회절시키지 않고 콜리메이터 렌즈(CL2, CL3)측(반사 미러(M4, M6)측)으로 투과한다. 한편, 선택용 광학 소자(AOM2, AOM3)는 제어 장치(16)로부터의 구동 신호가 인가되어 온 상태일 때는, 입사된 빔(LBa)의 1차 회절광인 빔(LB2), LB3을 미러(IM2, IM3)를 향하게 한다. 이 미러(IM2, IM3)는 선택용 광학 소자(AOM2, AOM3)에 의해서 회절된 빔(LB2), LB3을 주사 유닛(U2, U3)측으로 반사한다. 미러(IM2, IM3)에서 반사된 빔(LB2), LB3은, 지지 부재(IUB)의 개구부(TH2, TH3)를 통과하여 조사 중심축(Le2, Le3)과 동축이 되어 주사 유닛(U2, U3)에 입사한다.

[0103] 이와 같이, 제어 장치(16)는 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3)의 각각에 인가해야 할 구동 신호(고주파 신호)를 온/오프(하이/로우)로 함으로써, 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3)의 어느 하나를 스위칭하고, 빔(LBa)이 후속의 선택용 광학 소자(AOM2, AOM3) 또는 흡수체(TR1)를 향할지, 편향된 빔(LB1~LB3)의 하나가, 대응하는 주사 유닛(U1~U3)으로 향할지를 전환한다.

[0104] 또, 선택용 광학 소자(AOM4)는 제어 장치(16)로부터의 구동 신호(고주파 신호)가 인가되지 않아 오프 상태일 때는, 입사한 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)을 회절시키지 않고 콜리메이터 렌즈(CL4)측(반사 미러(M8)측)으로

투과한다. 또한, 선택용 광학 소자(AOM4)는, 제어 장치(16)으로부터의 구동 신호가 인가되어 온 상태일 때는, 입사된 빔(LBb)의 1차 회절광인 빔(LB4)를 미러(IM4)를 향하게 한다. 이 미러(IM4)는 선택용 광학 소자(AOM4)에 의해서 회절된 빔(LB4)를 주사 유닛(U4)측으로 반사한다. 미러(IM4)에서 반사된 빔(LB4)는, 조사 중심축(Le4)과 동축이 되어, 지지 부재(IUB)의 개구부(TH4)를 통과하여 주사 유닛(U4)에 입사된다.

[0105] 마찬가지로, 선택용 광학 소자(AOM5, AOM6)는 제어 장치(16)로부터의 구동 신호(고주파 신호)가 인가되지 않아 오프 상태일 때는, 입사된 빔(LBb)을 회절시키지 않고 콜리메이터 렌즈(CL5, CL6)측(반사 미러(M10, M12)측)으로 투과한다. 한편, 선택용 광학 소자(AOM5, AOM6)는 제어 장치(16)로부터의 구동 신호가 인가되어 온 상태일 때는, 입사된 빔(LBb)의 1차 회절광인 빔(LB5), LB6을 미러(IM5, IM6)를 향하게 한다. 이 미러(IM5, IM6)는 선택용 광학 소자(AOM5, AOM6)에 의해서 회절된 빔(LB5), LB6을 주사 유닛(U5, U6)측으로 반사한다. 미러(IM5, IM6)에서 반사된 빔(LB5), LB6은, 조사 중심축(Le5, Le6)과 동축이 되어, 지지 부재(IUB)의 개구부(TH5, TH6)의 각각을 통과하여 주사 유닛(U5, U6)에 입사된다.

[0106] 이와 같이, 제어 장치(16)는 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6)의 각각에 인가해야 할 구동 신호(고주파 신호)를 온/오프(하이/로우)로 함으로써, 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6)의 어느 하나를 스위칭하여, 빔(LBb)이 후속의 선택용 광학 소자(AOM5, AOM6) 또는 흡수체(TR2)로 향할지, 편향된 빔(LB4)~LB6의 하나가, 대응하는 주사 유닛(U4~U6)을 향할지를 전환한다.

[0107] 이상과 같이, 빔 전환부(BDU)는 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)의 진행 방향을 따라서 직렬로 배치된 복수의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM3))를 구비함으로써, 빔(LBa)의 광로를 전환하여 빔(LBn(LB1~LB3))이 입사되는 주사 유닛(Un)(U1~U3)을 1개 선택할 수 있다. 따라서, 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)의 1차 회절광인 빔(LBn(LB1~LB3))을, 3개의 주사 유닛(Un)(U1~U3)의 각각에 순번대로 입사시킬 수 있다. 예를 들면, 주사 유닛(U1)에 빔(LB1)을 입사시키고 싶은 경우는, 제어 장치(16)가 복수의 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3) 중, 선택용 광학 소자(AOM1)만을 온 상태로 하고, 주사 유닛(U3)에 빔(LB3)을 입사시키고 싶은 경우는, 선택용 광학 소자(AOM3)만을 온 상태로 하면 된다.

[0108] 마찬가지로, 빔 전환부(BDU)는 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)의 진행 방향을 따라서 직렬로 배치된 복수의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM4~AOM6))를 구비함으로써, 빔(LBb)의 광로를 전환하여 빔(LBn(LB4~LB6))이 입사되는 주사 유닛(Un(U4~U6))을 1개 선택할 수 있다. 따라서, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)의 1차 회절광인 빔(LBn(LB4~LB6))을, 3개의 주사 유닛(Un(U4~U6))의 각각에 순번대로 입사시킬 수 있다. 예를 들면, 주사 유닛(U4)에 빔(LB4)를 입사시키고 싶은 경우는, 제어 장치(16)가 복수의 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6) 중, 선택용 광학 소자(AOM4)만을 온 상태로 하고, 주사 유닛(U6)에 빔(LB6)을 입사시키고 싶은 경우는, 선택용 광학 소자(AOM6)만을 온 상태로 하면 된다.

[0109] 이 복수의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))는, 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))에 대응해서 마련되며, 대응하는 주사 유닛(Un)에 빔(LBn)을 입사시킬지 여부를 전환하고 있다. 또한, 본 제1 실시 형태에서는, 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3)를 제1 광학 소자 모듈이라고 부르고, 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6)를 제2 광학 소자 모듈이라고 부른다. 또, 제1 광학 소자 모듈의 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3)에 대응하는 주사 유닛(U1~U3)을 제1 주사 모듈이라고 부르고, 제2 광학 소자 모듈의 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6)에 대응하는 주사 유닛(U4~U6)을 제2 주사 모듈이라고 부른다. 따라서, 제1 주사 모듈의 어느 하나의 주사 유닛(Un)과, 제2 주사 모듈의 어느 하나의 주사 유닛(Un)에서, 스팟광 SP의 주사가 병행하여 행해지게 된다.

[0110] 상술한 것처럼, 본 제1 실시 형태에서는, 주사 유닛(Un)의 폴리곤 미러(PM)의 실제 주사에 기여하는 회전 각도 α를 15도로 하므로, 주사 효율은 1/3이 된다. 따라서, 예를 들면, 1개의 주사 유닛(Un)이 1반사면(RP)분의 각도(45도) 회전하는 동안에, 스팟광 SP의 주사를 행할 수 있는 각도는 15도가 되고, 그 이외의 각도 범위(30도)에서는, 스팟광 SP의 주사를 행하지 못하여, 그 동안에 폴리곤 미러(PM)에 입사되는 빔(LBn)는 헛되게 된다. 따라서, 어느 하나의 주사 유닛(Un)의 폴리곤 미러(PM)의 회전 각도가 실주사에 기여하지 않는 각도로 되어 있는 동안에, 그 이외의 다른 주사 유닛(Un)에 빔(LBn)을 입사시킴으로써, 다른 주사 유닛(Un)의 폴리곤 미러(PM)에 의해서 스팟광 SP의 주사를 행하게 한다. 폴리곤 미러(PM)의 주사 효율은 1/3이므로, 어느 하나의 주사 유닛(Un)이 스팟광 SP를 주사하고 나서 다음의 주사를 행할 때까지의 동안에, 그 이외의 2개의 주사 유닛(Un)에 빔(LBn)을 배분하여, 스팟광 SP의 주사를 행하는 것이 가능하다. 그 때문에, 본 제1 실시 형태는, 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))을 2개의 그룹(주사 모듈)으로 나누고, 3개의 주사 유닛(U1~U3)을 제1 주사 모듈로 하고, 3개의 주사 유닛(U4~U6)을 제2 주사 모듈로 했다.

[0111] 이것에 의해, 예를 들면, 주사 유닛(U1)의 폴리곤 미러(PM)가 45도(1반사면(RP)분) 회전하는 동안에, 빔

(LBn(LB1~LB3))을 3개의 주사 유닛(U1~U3)의 어느 하나로 순번대로 입사시킬 수 있다. 따라서, 주사 유닛(U1~U3)의 각각은, 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)을 헛되게 하지 않고, 순번대로 스팟광 SP의 주사를 행할 수 있다. 마찬가지로, 주사 유닛(U4)의 폴리곤 미러(PM)가 45도(1반사면(RP)분) 회전하는 동안에, 빔(LBn(LB4~LB6))을 3개의 주사 유닛(U4~U6)의 어느 하나로 순번대로 입사시킬 수 있다. 따라서, 주사 유닛(U4~U6)은 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)을 헛되게 하지 않고, 순번대로 스팟광 SP의 주사를 행할 수 있다. 또한, 각 주사 유닛(Un)이 스팟광 SP의 주사를 개시하고 나서 다음 주사를 개시할 때까지의 동안에, 폴리곤 미러(PM)는 정확하게 1반사면(RP)분의 각도(45도) 회전하고 있게 된다.

[0112] 본 제1 실시 형태에서는, 각 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))의 각각은, 소정의 순번대로 스팟광 SP의 주사를 행하므로, 이것에 대응하여, 제어 장치(16)는 각 광학 소자 모듈의 3개의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM3, AOM4~AOM6))를 소정의 순번대로 온으로 스위칭하여, 빔(LBn(LB1~LB3, LB4~LB6))이 입사되는 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))을 순번대로 전환한다. 예를 들면, 각 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U1~U3, U4~U6)의 스팟광 SP의 주사를 행하는 순번이, U1→U2→U3, U4→U5→U6으로 되어 있는 경우는, 제어 장치(16)는 각 광학 소자 모듈의 3개의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM3, AOM4~AOM6))를, AOM1→AOM2→AOM3, AOM4→AOM5→AOM6의 순으로 온으로 스위칭하어, 빔(LBn)이 입사되는 주사 유닛(Un)을 U1→U2→U3, U4→U5→U6의 순번으로 전환한다.

[0113] 또한, 폴리곤 미러(PM)가 1반사면(RP)분의 각도(45도) 회전하는 동안에, 각 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))이 순번대로 스팟광 SP의 주사를 행하기 위해서는, 각 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))의 각 폴리곤 미러(PM)가, 다음과 같은 조건을 만족하여 회전할 필요가 있다. 그 조건이란, 각 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))의 각 폴리곤 미러(PM)가, 동일한 회전 속도 Vp가 되도록 동기 제어됨과 아울러, 각 폴리곤 미러(PM)의 회전 각도 위치(각 반사면(RP)의 각도 위치)가 소정의 위상 관계가 되도록 동기 제어될 필요가 있다. 각 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un)의 폴리곤 미러(PM)의 회전 속도 Vp가 동일하게 회전하는 것을 동기 회전이라고 부른다.

[0114] 빔 전환부(BDU)의 각 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))는, 주사 유닛(Un(U1~U6))의 각각의 폴리곤 미러(PM)에 의한 스팟광 SP의 1회 주사 기간의 동안만, 온 상태로 되어 있으면 된다. 또, 폴리곤 미러(PM)의 반사면수를 Np, 폴리곤 미러(PM)의 회전 속도를 Vp(rpm)이라고 하면, 폴리곤 미러(PM)의 반사면(RP)의 1면분의 회전 각도에 대응한 시간 Tpx는, Tpx=60/(Np×Vp)〔초〕가 된다. 예를 들면, 반사면수 Np가 8, 회전 속도 Vp〔rpm〕이 1.20968만인 경우, 시간 Tpx는 약 0.62 밀리초가 된다. 이것은 주파수로 환산하면 약 1.6129kHz 정도이며, 자외 대역의 파장의 빔(LB)을 패턴 데이터(묘화 데이터)에 응답하여 수십MHz 정도로 고속으로 변조하기 위한 음향 광학 변조 소자에 비하면, 상당히 낮은 응답 주파수의 음향 광학 변조 소자여도 되는 것을 의미한다. 그 때문에, 입사하는 빔(LB)(0차광)에 대해서 편향되는 빔(LB1~LB6)(1차 회절광)의 회절각이 큰 것을 사용할 수 있어, 선택용 광학 소자(AOM1~AOM6)를 스트레이트하게 통과하는 빔(LB)의 진로에 대해서, 편향된 빔(LB1~LB6)을 분리하는 미러(IM1~IM6)의 배치가 용이하게 된다.

[0115] 도 7은 광원 장치(펄스 광원 장치, 펄스 레이저 장치)(LSa(LSb))의 구성을 나타내는 도면이다. 섬유 레이저 장치로서의 광원 장치(LSa(LSb))는, 펄스광 발생부(20)와, 제어 회로(22)를 구비한다. 펄스광 발생부(20)는 DFB 반도체 레이저 소자(30, 32), 편광 빔 스플리터(34), 묘화용 광 변조기로서의 전기 광학 소자(강도 변조부)(36), 이 전기 광학 소자(36)의 구동 회로(36a), 편광 빔 스플리터(38), 흡수체(40), 여기광원(42), 컴바이너(combiner)(44), 섬유 광 증폭기(46), 파장 변환 광학 소자(파장 변환 소자라고 하는 경우도 있음)(48, 50), 및 복수의 렌즈 소자(GL)를 가진다. 제어 회로(22)는 클록 신호 LTC 및 화소 시프트 펄스 BSC를 발생시키는 신호 발생부(22a)를 가진다. 또한, 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)로부터 출력되는 화소 시프트 펄스 BSC와, 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)로부터 출력되는 화소 시프트 펄스 BSC를 구별하기 위해서, 광원 장치(LSa)로부터의 화소 시프트 펄스 BSC를 BSCa로 나타내고, 광원 장치(LSb)로부터의 화소 시프트 펄스 BSC를 BSCb로 나타내는 경우가 있다.

[0116] DFB 반도체 레이저 소자(제1 고체 레이저 소자)(30)는, 소정 주파수인 발진 주파수 Fa(예를 들면, 400MHz)로 매우 뾰족하거나(준예(峻銳)) 혹은 첨예(尖銳)한 펄스 모양의 종광(種光)(펄스 빔, 빔) S1을 발생시키고, DFB 반도체 레이저 소자(제2 고체 레이저 소자)(32)는 소정 주파수인 발진 주파수 Fa(예를 들면, 400MHz)로 완만(시간적으로 브로드)한 펄스 모양의 종광(펄스 빔, 빔) S2를 발생시킨다. DFB 반도체 레이저 소자(30)가 발생시키는 종광 S1과, DFB 반도체 레이저 소자(32)가 발생시키는 종광 S2는, 발광 타이밍이 동기하고 있다. 종광 S1, S2는 모두 1 펄스당 에너지는 대략 동일하지만, 편광 상태가 서로 상이하여, 피크 강도는 종광 S1 쪽이 강하다. 이 종광 S1과 종광 S2는, 직선 편광의 광이며, 그 편광 방향은 서로 직교하고 있다. 본 제1 실시 형태에서는, DFB

반도체 레이저 소자(30)가 발생시키는 종광 S1의 편광 상태를 S편광이라 하고, DFB 반도체 레이저 소자(32)가 발생시키는 종광 S2의 편광 상태를 P편광이라 하여 설명한다. 이 종광 S1, S2는, 적외 파장 대역의 광이다.

[0117] 제어 회로(22)는 신호 발생부(22a)로부터 보내져 온 클록 신호 LTC의 클록 펄스에 응답하여 종광 S1, S2가 발광하도록 DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)를 제어한다. 이것에 의해, 이 DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)는 클록 신호 LTC의 각 클록 펄스(발진 주파수 Fa)에 응답하여, 소정 주파수(발진 주파수) Fa로 종광 S1, S2를 발광한다. 이 제어 회로(22)는 제어 장치(16)에 의해서 제어된다. 이 클록 신호 LTC의 클록 펄스의 주기(=1/Fa)를, 기준 주기 Ta라고 부른다. DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)에서 발생한 종광 S1, S2는, 편광 빔 스플리터(34)로 안내된다.

[0118] 또한, 이 기준 클록 신호가 되는 클록 신호 LTC는, 자세하게는 후술하지만, 비트맵 모양의 패턴 데이터의 메모리 회로 중의 행방향의 어드레스를 지정하기 위한 카운터부(CONn(CON1~CON6))(도 14 참조)의 각각에 공급되는 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)의 베이스가 되는 것이다. 또, 신호 발생부(22a)에는 기판(P)의 피조사면상에 있어서의 묘화 라인(SLn)의 전체 배율 보정을 행하기 위한 전체 배율 보정 정보 TMg와, 묘화 라인(SLn)의 국소 배율 보정을 행하기 위한 국소 배율 보정 정보 CMgn(CMg1~CMg6)이 제어 장치(16)로부터 입력된다. 다음에 자세하게 설명하지만, 이것에 의해, 기판(P)의 피조사면상에 있어서의 묘화 라인(SLn)의 길이(주사 길이)를 미세 조정할 수 있다. 이 묘화 라인(SLn)의 신축(伸縮)(주사 길이의 미세 조정)은, 묘화 라인(SLn)의 최대 주사 길이(예를 들면, 31mm)의 범위 내에서 행할 수 있다. 또한, 본 제1 실시 형태에서의 전체 배율 보정이란, 간단하게 설명하면, 묘화 데이터상의 1화소(1비트)에 포함되는 스팟광의 수는 일정하게 한 채로, 주주사 방향을 따라서 투사되는 스팟광 SP의 투사 간격(즉, 스팟광의 발진 주파수)을 일률적으로 미세 조정함으로써, 묘화 라인(SLn) 전체의 주사 방향의 배율을 똑같이 보정하는 것이다. 또, 본 제1 실시 형태에서의 국소 배율 보정이란, 간단하게 설명하면, 1 묘화 라인상에 설정되는 이산적인 복수의 보정점의 각각에 위치하는 1화소(1비트)를 대상으로, 그 보정점의 화소에 포함되어야 할 스팟광의 수를, 인접하는 다른 화소에 포함되어야 할 스팟광의 수에 대해서 증감시킴으로써, 기판상에 묘화되는 각 보정점에서의 화소의 사이즈를 주주사 방향으로 근소하게 신축시키는 것이다.

[0119] 편광 빔 스플리터(34)는 S편광의 광을 투과하고, P편광의 광을 반사하는 것으로, DFB 반도체 레이저 소자(30)가 발생시킨 종광 S1과, DFB 반도체 레이저 소자(32)가 발생시킨 종광 S2를, 전기 광학 소자(36)로 안내한다. 자세하게는, 편광 빔 스플리터(34)는 DFB 반도체 레이저 소자(30)가 발생시킨 S편광의 종광 S1을 투과함으로써 종광 S1을 전기 광학 소자(36)로 안내한다. 또, 편광 빔 스플리터(34)는 DFB 반도체 레이저 소자(32)가 발생시킨 P편광의 종광 S2를 반사함으로써 종광 S2를 전기 광학 소자(36)로 안내한다. DFB 반도체 레이저 소자(30, 32), 및 편광 빔 스플리터(34)는, 종광 S1, S2를 생성하는 펄스 광원부(35)를 구성한다.

[0120] 전기 광학 소자(강도 변조부)(36)는 종광 S1, S2에 대해서 투과성을 가지는 것으로, 예를 들면, 전기 광학 변조기(EOM：Electro-Optic Modulator)가 이용된다. 전기 광학 소자(36)는 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)의 하이/로우 상태에 응답하여, 종광 S1, S2의 편광 상태를 구동 회로(36a)에 의해서 전환하는 것이다. 묘화 비트열 데이터 SBa는, 주사 유닛(U1~U3)의 각각이 노광해야 할 패턴에 따른 패턴 데이터(비트 패턴)에 기초하여 생성되는 것이고, 묘화 비트열 데이터 SBb는 주사 유닛(U4~U6)의 각각이 노광해야 할 패턴에 따른 패턴 데이터(비트 패턴)에 기초하여 생성되는 것이다. 따라서, 묘화 비트열 데이터 SBa는 광원 장치(LSa)의 구동 회로(36a)에 입력되고, 묘화 비트열 데이터 SBb는 광원 장치(LSb)의 구동 회로(36a)에 입력된다. DFB 반도체 레이저 소자(30), DFB 반도체 레이저 소자(32)의 각각으로부터의 종광 S1, S2는 파장 대역이 800nm 이상으로 길기 때문에, 전기 광학 소자(36)로서, 편광 상태의 전환 응답성이 GHz 정도인 것을 사용할 수 있다.

[0121] 패턴 데이터(묘화 데이터)는 주사 유닛(Un)마다 마련되고, 각 주사 유닛(Un)에 의해서 묘화되는 패턴을, 스팟광 SP의 사이즈 φ에 따라 설정되는 치수 Pxy의 화소에 의해서 분할하여, 복수의 화소의 각각을 상기 패턴에 따른 논리 정보(화소 데이터)로 나타낸 것이다. 즉, 이 패턴 데이터는, 스팟광 SP의 주주사 방향(Y방향)에 따른 방향을 행(行)방향으로 하고, 기판(P)의 부반송 방향(X방향)에 따른 방향을 열(列)방향으로 하도록 2차원으로 분해된 복수의 화소의 논리 정보로 구성되어 있는 비트 맵 데이터이다. 이 화소의 논리 정보는 「0」 또는 「1」의 1비트의 데이터이다. 「0」의 논리 정보는, 기판(P)에 조사하는 스팟광 SP의 강도를 저레벨(비묘화)로 하는 것을 의미하고, 「1」의 논리 정보는, 기판(P)상에 조사하는 스팟광 SP의 강도를 고레벨(묘화)로 하는 것을 의미한다. 또한, 화소의 치수 Pxy의 주주사 방향(Y방향)의 치수를 Py라고 하고, 부주사 방향(X방향)의 치수를 Px라고 한다.

[0122] 패턴 데이터의 1열분의 화소의 논리 정보는, 1개분의 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))에 대응하는 것이다. 따라서, 1열

분의 화소의 수는, 기판(P)의 피조사면상에서의 화소의 치수 Pxy와 묘화 라인(SLn)의 길이에 따라 정해진다. 이 1화소의 치수 Pxy는, 스팟광 SP의 사이즈 φ와 같은 정도, 혹은 그 이상으로 설정되며, 예를 들면, 스팟광 SP의 실효적인 사이즈 φ가 3㎛인 경우는, 1화소의 치수 Pxy는 3㎛각 정도 이상으로 설정된다. 1열분의 화소의 논리 정보에 따라서, 1개의 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))을 따라서 기판(P)에 투사되는 스팟광 SP의 강도가 변조된다. 이 1열분의 화소의 논리 정보를 시리얼 데이터 DLn이라고 부른다. 즉, 패턴 데이터는 시리얼 데이터 DLn이 열방향으로 늘어선 비트 맵 데이터이다. 주사 유닛(U1)의 패턴 데이터의 시리얼 데이터 DLn을 DL1로 나타내고, 마찬가지로 주사 유닛(U2~U6)의 패턴 데이터의 시리얼 데이터 DLn을 DL2~DL6로 나타낸다.

[0123] 또, 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U1~U3(U4~U6))은, 소정의 순번대로 스팟광 SP의 주사를 1회씩 행하는 동작을 반복하기 때문에, 그것에 대응하여, 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U1~U3(U4~U6))의 패턴 데이터의 시리얼 데이터 DL1~DL3(DL4~DL6)도, 소정의 순번대로, 광원 장치(LSa(LSb))의 구동 회로(36a)에 출력된다. 이 광원 장치(LSa)의 구동 회로(36a)에 차례로 출력되는 시리얼 데이터 DL1~DL3을 묘화 비트열 데이터 SBa라고 부르고, 이 광원 장치(LSb)의 구동 회로(36a)에 차례로 출력되는 시리얼 데이터 DL4~DL6을 묘화 비트열 데이터 SBb라고 부른다.

[0124] 예를 들면, 제1 주사 모듈에 있어서, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)의 순번이, U1→U2→U3인 경우는, 먼저, 1열분의 시리얼 데이터 DL1이 광원 장치(LSa)의 구동 회로(36a)에 출력되고, 이어서, 1열분의 시리얼 데이터 DL2가 광원 장치(LSa)의 구동 회로(36a)에 출력되는 것과 같은 방식으로, 묘화 비트열 데이터 SBa를 구성하는 1열분의 시리얼 데이터 DL1~DL3이, DL1→DL2→DL3의 순번으로 광원 장치(LSa)의 구동 회로(36a)에 출력된다. 그 후, 다음의 열의 시리얼 데이터 DL1~DL3이, DL1→DL2→DL3의 순번으로 묘화 비트열 데이터 SBa로서 광원 장치(LSa)의 구동 회로(36a)에 출력된다. 마찬가지로, 제2 주사 모듈에 있어서, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)의 순번이, U4→U5→U6인 경우는, 먼저, 1열분의 시리얼 데이터 DL4가 광원 장치(LSb)의 구동 회로(36a)에 출력되고, 이어서, 1열분의 시리얼 데이터 DL5가 광원 장치(LSb)의 구동 회로(36a)에 출력되는 것과 같은 방식으로, 묘화 비트열 데이터 SBb를 구성하는 1열분의 시리얼 데이터 DL4~DL6이, DL4→DL5→DL6의 순번으로 광원 장치(LSb)의 구동 회로(36a)에 출력된다. 그 후, 다음의 열의 시리얼 데이터 DL4~DL6이, DL4→DL5→DL6의 순번으로 묘화 비트열 데이터 SBb로서 광원 장치(LSb)의 구동 회로(36a)에 출력된다. 이 광원 장치(LSa(LSb))의 구동 회로(36a)에 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)를 출력하는 구체적인 구성에 대해서는 다음에 상세하게 설명한다.

[0125] 구동 회로(36a)에 입력되는 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)의 1화소분의 논리 정보가 로우(「0」) 상태일 때, 전기 광학 소자(36)는 종광 S1, S2의 편광 상태를 바꾸지 않고 그대로 편광 빔 스플리터(38)로 안내한다. 한편으로, 구동 회로(36a)에 입력되는 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)의 1화소분의 논리 정보가 하이(「1」) 상태일 때, 전기 광학 소자(36)는 입사된 종광 S1, S2의 편광 상태를 바꾸어, 즉 편광 방향을 90도 바꾸어 편광 빔 스플리터(38)로 안내한다. 이와 같이 구동 회로(36a)가 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)에 기초하여 전기 광학 소자(36)를 구동함으로써, 전기 광학 소자(36)는 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)의 화소의 논리 정보가 하이 상태(「1」) 일 때는, S편광의 종광 S1을 P편광의 종광 S1로 변환하고, P편광의 종광 S2를 S편광의 종광 S2로 변환한다.

[0126] 편광 빔 스플리터(38)는 P편광의 광을 투과하여 렌즈 소자(GL)를 통해서 컴바이너(44)로 안내하고, S편광의 광을 반사시켜 흡수체(40)로 안내하는 것이다. 이 편광 빔 스플리터(38)를 투과하는 광(종광)을 빔(Lse)로 나타낸다. 이 펄스 모양의 빔(Lse)의 발진 주파수는 Fa가 된다. 여기광원(42)은 여기광을 발생시키고, 그 발생된 여기광은, 광 섬유(42a)를 통과하여 컴바이너(44)로 안내된다. 컴바이너(44)는 편광 빔 스플리터(38)로부터 조사된 빔(Lse)와 여기광을 합성하여, 섬유 광 증폭기(46)에 출력한다. 섬유 광 증폭기(46)는 여기광에 의해서 여기되는 레이저 매질이 도프되어 있다. 따라서, 합성된 빔(Lse) 및 여기광이 전송되는 섬유 광 증폭기(46) 내에서는, 여기광에 의해서 레이저 매질이 여기됨으로써, 종광으로서의 빔(Lse)가 증폭된다. 섬유 광 증폭기(46) 내에 도프되는 레이저 매질로서는, 에르븀(erbium)(Er), 이테르븀(ytterbium)(Yb), 툴륨(thulium)(Tm) 등의 희토류 원소가 이용된다. 이 증폭된 빔(Lse)은 섬유 광 증폭기(46)의 사출단(46a)으로부터 소정의 발산각을 따라서 방사되어, 렌즈 소자(GL)에 의해서 수렴 또는 콜리메이트되어 파장 변환 광학 소자(48)에 입사된다.

[0127] 파장 변환 광학 소자(제1 파장 변환 광학 소자)(48)는 제2 고조파 발생(Second Harmonic Generation : SHG)에 의해서, 입사된 빔(Lse)(파장 λ)을, 파장이 λ의 1/2의 제2 고조파로 변환한다. 파장 변환 광학 소자(48)로서, 의사 위상 정합(Quasi Phase Matching : QPM) 결정인 PPLN(Periodically Poled $LiNbO_3$) 결정이 바람직하게 이용된다. 또한, PPLT(Periodically Poled $LiTaO_3$) 결정 등을 이용하는 것도 가능하다.

[0128] 파장 변환 광학 소자(제2 파장 변환 광학 소자)(50)는 파장 변환 광학 소자(48)가 변환한 제2 고조파(파장 λ

/2)와, 파장 변환 광학 소자(48)에 의해서 변환되지 않고 잔류된 종광(파장 λ)의 합주파 발생(Sum Frequency Generation : SFG)에 의해, 파장이 λ의 1/3인 제3 고조파를 발생시킨다. 이 제3 고조파가 370mm 이하의 파장 대역(예를 들면, 355nm)에 피크 파장을 가지는 자외선광(빔(LB))이 된다.

[0129] 도 8에 나타내는 것처럼, 구동 회로(36a)에 인가하는 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)의 1화소분의 논리 정보가 로우(「0」)인 경우는, 전기 광학 소자(강도 변조부)(36)는 입사된 종광 S1, S2의 편광 상태를 바꾸지 않고 그대로 편광 빔 스플리터(38)로 안내한다. 그 때문에, 편광 빔 스플리터(38)를 투과하는 빔(Lse)은 종광 S2가 된다. 따라서, 광원 장치(LSa(LSb))로부터 최종적으로 출력되는 P편광의 LBa(LBb)는, DFB 반도체 레이저 소자(32)로부터의 종광 S2와 같은 발진 프로파일(시간 특성)을 가진다. 즉, 이 경우는, 빔(LBa(LBb))은 펄스의 피크 강도가 낮고, 시간적으로 브로드한 무딘 특성이 된다. 섬유 광 증폭기(46)는 그러한 피크 강도가 낮은 종광 S2에 대한 증폭 효율이 낮기 때문에, 광원 장치(LSa(LSb))로부터 사출되는 빔(LBa(LBb))은, 노광에 필요한 에너지까지 증폭되지 않은 광이 된다. 따라서, 노광이라고 하는 관점에서 보면, 실질적으로 광원 장치(LSa(LSb))는 빔(LBa(LBb))을 사출하고 있지 않는 것과 같은 결과가 된다. 즉, 기판(P)에 조사되는 스팟광 SP의 강도는 저레벨이 된다. 다만, 패턴의 노광이 행해지지 않는 기간(비노광 기간)에서는, 종광 S2 유래의 자외 대역의 빔(LBa(LBb))이 근소한 강도더라도 계속 조사된다. 그 때문에, 묘화 라인(SL1~SL6)이, 장시간, 기판(P)상의 같은 위치에 있는 상태가 계속되는 경우(예를 들면, 반송계의 트러블에 의해서 기판(P)이 정지해 있는 경우 등)는, 광원 장치(LSa(LSb))의 빔(LBa(LBb))의 사출창(도시 생략)에 가동 셔터를 마련하고, 사출창을 닫도록 하면 좋다.

[0130] 한편, 도 8에 나타내는 것처럼, 구동 회로(36a)에 인가하는 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)의 1화소분의 논리 정보가 하이(「1」)인 경우는, 전기 광학 소자(강도 변조부)(36)는, 입사된 종광 S1, S2의 편광 상태를 바꾸어 편광 빔 스플리터(38)로 안내한다. 그 때문에, 편광 빔 스플리터(38)를 투과하는 빔(Lse)은 종광 S1이 된다. 따라서, 광원 장치(LSa(LSb))로부터 사출되는 빔(LBa(LBb))은, DFB 반도체 레이저 소자(30)로부터의 종광 S1에 유래하여 생성된 것이 된다. DFB 반도체 레이저 소자(30)로부터의 종광 S1은 피크 강도가 강하기 때문에, 섬유 광 증폭기(46)에 의해서 효율적으로 증폭되고, 광원 장치(LSa(LSb))로부터 출력되는 P편광의 빔(LBa(LBb))은 기판(P)의 노광에 필요한 에너지를 가진다. 즉, 기판(P)에 조사되는 스팟광 SP의 강도는 고레벨이 된다.

[0131] 이와 같이, 광원 장치(LSa(LSb)) 내에, 묘화용 광 변조기로서의 전기 광학 소자(36)를 마련했으므로, 1개의 전기 광학 소자(강도 변조부)(36)를 제어함으로써, 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U1~U3(U4~U6))에 의해서 주사되는 스팟광 SP의 강도를, 묘화해야 할 패턴에 따라 변조시킬 수 있다. 따라서, 광원 장치(LSa(LSb))로부터 사출되는 빔(LBa(LBb))은, 강도 변조된 묘화 빔이 된다.

[0132] 여기서, 본 제1 실시 형태에서는, 구동 회로(36a)에 묘화 비트열 데이터 SBa(DL1~DL3), SBb(DL4~DL6)가 인가되고 있지 않은 기간에 있어서도, 광원 장치(LSa, LSb)로부터 종광 S2에 유래하는 빔(LBa), LBb가 사출되게 된다. 그 때문에, 스팟광 SP의 주사가 가능한 최대 주사 길이(예를 들면, 31mm) 이하의 범위 내에서 묘화 라인(SLn)의 실효적인 주사 길이(예를 들면, 30mm)가 설정되어 있었다고 하더라도, 실제로는, 스팟광 SP는 최대 주사 길이의 모든 범위에 걸쳐 주주사 방향을 따라서 주사된다. 다만, 묘화 라인(SLn) 이외의 위치에 투사되는 스팟광 SP의 강도는 저레벨이다. 따라서, 본 제1 실시 형태에서 말하는 묘화 라인(SLn)이란, 각 시리얼 데이터 DL1~DL6에 의해서 스팟광 SP의 강도가 변조되어 주사되는, 즉 묘화되는 주사선의 것을 말한다. 따라서, 묘화 라인(SLn)을 따른 스팟광 SP의 주사 기간과, 시리얼 데이터 DLn의 각 화소의 논리 정보가 출력되는 기간은 대략 동일하다.

[0133] 또한, 도 7의 구성에 있어서, DFB 반도체 레이저 소자(32) 및 편광 빔 스플리터(34)를 생략하고, DFB 반도체 레이저 소자(30)로부터의 종광 S1만을, 패턴 데이터(묘화 비트열 데이터 SBa, SBb, 또는 시리얼 데이터 DLn)에 기초하는 전기 광학 소자(36)의 편광 상태의 전환으로, 섬유 광 증폭기(46)에 버스트파 모양으로 도광하는 것도 생각할 수 있다. 그렇지만, 이 구성을 채용하면, 종광 S1의 섬유 광 증폭기(46)로의 입사 주기성이 묘화해야 할 패턴에 따라 크게 흐트러진다. 즉, 섬유 광 증폭기(46)에 DFB 반도체 레이저 소자(30)로부터의 종광 S1이 입사하지 않는 상태가 계속된 후에, 섬유 광 증폭기(46)에 종광 S1이 입사하면, 입사 직후의 종광 S1은 통상 때 보다도 큰 증폭율로 증폭되어, 섬유 광 증폭기(46)로부터는, 규정 이상의 큰 강도를 가지는 빔이 발생한다고 하는 문제가 있다. 이에, 본 제1 실시 형태에서는, 바람직한 양태로서, 섬유 광 증폭기(46)에 종광 S1이 입사되지 않는 기간에, DFB 반도체 레이저 소자(32)로부터의 종광 S2(피크 강도가 낮은 브로드한 펄스광)를 섬유 광 증폭기(46)에 입사시킴으로써, 이러한 문제를 해결하고 있다.

[0134] 또, 전기 광학 소자(36)를 스위칭하도록 했지만, 패턴 데이터(묘화 비트열 데이터 SBa, SBb 또는 시리얼 데이터 DLn)에 기초하여, DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)를 구동하도록 해도 된다. 이 경우는, 이 DFB 반도체 레이저

소자(30, 32)가 묘화용 광 변조기(강도 변조부)로서 기능한다. 즉, 제어 회로(22)는 묘화 비트열 데이터 SBa(DL1~DL3), SBb(DL4~DL6)에 기초하여, DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)를 제어하여, 소정 주파수 Fa로 펄스 모양으로 발진하는 종광 S1, S2를 선택적(택일적)으로 발생시킨다. 이 경우는 편광 빔 스플리터(34, 38), 전기 광학 소자(36) 및 흡수체(40)는 불필요해지고, DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)의 어느 일방으로부터 선택적으로 펄스 발진되는 종광 S1, S2의 일방이, 직접 컴바이너(44)에 입사된다. 이 때, 제어 회로(22)는 DFB 반도체 레이저 소자(30)로부터의 종광 S1과, DFB 반도체 레이저 소자(32)로부터의 종광 S2가 동시에 섬유 광 증폭기(46)에 입사되지 않도록, 각 DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)의 구동을 제어한다. 즉, 기판(P)에 각 빔(LBn)의 스팟광 SP를 조사하는 경우는, 종광 S1만이 섬유 광 증폭기(46)에 입사하도록 DFB 반도체 레이저 소자(30)를 제어한다. 또, 기판(P)에 각 빔(LBn)의 스팟광 SP를 조사하지 않는(스팟광 SP의 강도를 매우 낮게 하는) 경우에는, 종광 S2만이 섬유 광 증폭기(46)에 입사되도록 DFB 반도체 레이저 소자(32)를 제어한다. 이와 같이, 기판(P)에 빔(LBn)을 조사할지 여부는, 화소의 논리 정보(하이/로우)에 기초하여 결정된다. 또, 이 경우의 종광 S1, S2의 편광 상태는 모두 P편광이어도 좋다.

[0135] 여기서, 광원 장치(LSa(LSb))는 스팟광 SP의 주사중에, 기판(P)의 피조사면상의 치수 Pxy의 1화소에 대해서, 스팟광 SP가 주주사 방향을 따라서 N개(본 제1 실시 형태에서는, N=8로 함) 투사되도록, 빔(LBa(LBb))을 사출한다. 이 광원 장치(LSa(LSb))로부터 사출되는 빔(LBa(LBb))은, 신호 발생부(22a)가 발생시키는 클록 신호 LTC의 클록 펄스에 응답하여 발생한다. 따라서, 치수 Pxy의 1화소에 대해서 스팟광 SP를 N개(N은 2이상의 정수) 투사하기 위해서는, 주주사 방향에 있어서의 스팟광 SP의 기판(P)에 대한 상대적인 주사 속도를 Vs로 했을 때, 신호 발생부(22a)는 Pxy/(N×Vs) 또는 Py/(N×Vs)로 정해지는 기준 주기 Ta(=1/Fa)로 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 발생시킬 필요가 있다. 예를 들면, 실효적인 묘화 라인(SLn)의 길이를 30mm로 하고, 1회 주사 시간 Tsp를 200㎲ec로 하면, 스팟광 SP의 주사 속도 Vs는 150m/sec이 된다. 그리고, 화소의 치수 Pxy(Px 및 Py)가 스팟광 SP의 실효적인 사이즈와 같은 3㎛이고, N이 8개인 경우는, 기준 주기 Ta=3㎛/(8×150m/sec)=0.0025㎲ec가 되고, 그 주파수 Fa(=1/Ta)는 400MHz가 된다.

[0136] 원칙적으로, 1화소에 대해서 N(=8) 개의 스팟광 SP가 대응하므로, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 N개(8개) 출력될 때마다, 구동 회로(36a)에 출력하는 시리얼 데이터 DL1~DL3(DL4~DL6)로 구성되는 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)의 화소의 논리 정보가 행방향으로 1개 시프트하게 된다. 도 8에 나타내는 것처럼, 어느 화소의 화소 데이터로서 논리 정보(「1」)가 출력되기 시작한 다음 8개의 클록 펄스가 출력되면, 다음 화소의 논리 정보인 「0」이 출력된다. 그리고, 각 묘화 라인(SL1)~SL3(SL4~SL6)의 길이를 국소적으로 배율 보정하기 위해서, 각 묘화 라인(SL1)~SL3(SL4~SL6)상에 이산적으로 등간격으로 배치된 보정 대상이 되는 화소(이하, 보정 화소)에 대해서는, N±m개(m은 m<N의 관계를 가지는 1 이상의 정수)의 스팟광 SP가 대응한다. 그 때문에, 보정 화소에 대해서는, N±m개의 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 출력되면, 구동 회로(36a)에 출력하는 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)의 화소의 논리 정보가 행방향으로 1개 시프트한다. 예를 들면, N이 8, m이 1인 경우는, 보정 화소에 대해서는 7개 또는 9개의 스팟광 SP가 투사된다. 따라서, 보정 화소가 주주사 방향으로 신축하게 되어, 결과적으로 묘화 라인(SL1)~SL3(SL4~SL6)의 각각이 전체적으로 신축하게 된다. 보정 화소 이외의 비보정 화소에 대해서는 8개의 스팟광 SP가 투사된다. 이 보정 화소의 지정 및 보정 화소의 주주사 방향에 있어서의 신축율(배율)은, 보정 화소를 지정하기 위한 보정 위치 정보 Nv 및 보정 화소의 주주사 방향에 있어서의 신축율(배율)을 나타내는 배율 정보 SCA를 포함하는 국소 배율 보정 정보(보정 정보) CMgn에 기초하여 결정된다. 또한, 배율 정보 SCA는 「±m」의 값을 나타내는 정보이다. 이 국소 배율 보정 정보 CMgn(CMg1~CMg6)는 주사 유닛(Un(U1~U6))마다 마련되어 있다.

[0137] 본 제1 실시 형태에서는, 국소 배율 보정을 행하지 않는 경우는, 1 묘화 라인(SLn)당 80000의 스팟광 SP가 주주사 방향을 따라서 주사되고, 1화소당 스팟광 SP는 8개이므로, 1 묘화 라인(SLn)당의 화소의 수(시리얼 데이터 DLn의 논리 정보의 수)는, 10000(=80000/8)이 된다. 또, 「N」을 8, 「m」을 1이라고 하므로, 국소 배율 보정을 행하는 경우는, 보정 화소에 7개 또는 9개(N±m개)의 스팟광 SP를 조사하게 되지만, 1 묘화 라인(SLn)당의 화소의 수는 10000인 채이므로, 1 묘화 라인(SLn)으로 조사되는 스팟광 SP의 수가 80000보다 많거나 또는 적게 된다. 예를 들면, 신장(伸長)의 경우는, 보정 화소에 대해서 9개의 스팟광 SP를 투사하므로, 1 묘화 라인(SLn)당 40개의 보정 화소가 존재하는 경우는, 1 묘화 라인(SLn)으로 조사되는 스팟광 SP의 수는 80040이 된다. 또, 축소의 경우는, 보정 화소에 대해서 7개의 스팟광 SP를 투사하므로, 1 묘화 라인(SLn)당 40개의 보정 화소가 존재하는 경우는, 1 묘화 라인(SLn)으로 조사되는 스팟광 SP의 수는 79960이 된다.

[0138] 도 9는 광원 장치(LSa(LSb))의 보정 화소를 신축시키는 기능을 가지는 신호 발생부(22a)의 구성을 나타내는 도면이다. 신호 발생부(22a)는 클록 발생부(발진기)(60)와, 보정 화소 지정부(62)와, 송출 타이밍 전환부(64)를

가진다. 이 클록 발생부(60), 보정 화소 지정부(62), 및 송출 타이밍 전환부(64) 등은, FPGA(Field Programmable Gate Array)에 의해 집약하여 구성할 수 있다.

[0139] 클록 발생부(60)는 전체 배율 보정 정보 TMg에 따른 발진 주파수 Fa의 클록 신호(기준 클록 신호) LTC를 발진한다. 본 제1 실시 형태에서는, 전체 배율 보정 정보 TMg가 0인 경우에, 클록 발생부(60)가 400MHz의 발진 주파수 Fa로 클록 펄스(클록 신호 LTC)를 발생시킨다(생성한다). 따라서, 이 경우는, 광원 장치(LS(LSa, LSb))는 펄스 모양의 빔(LB)(LBa, LBb)를 400MHz로 사출한다. 또, 본 제1 실시 형태에서는, 발진 주파수 Fa가 400MHz일 때, 80000개의 스팟광 SP가 주주사 방향을 따라서 0.375㎛ 간격으로 조사되도록 폴리곤 미러(PM)의 회전 속도 Vp가 설정되어 있으므로, 묘화 라인(SLn)의 주사 길이는 30mm가 된다. 전체 배율 보정 정보 TMg에 의해서 발진 주파수 Fa가 400MHz보다 높아지면, 기판(P)의 피조사면상에서의 스팟광 SP의 주주사 방향의 투사 간격은 짧아지고, 그 결과 묘화 라인(SLn)이 30mm보다 짧아진다. 반대로, 전체 배율 보정 정보 TMg에 의해서 발진 주파수 Fa가 400MHz보다 낮아지면, 기판(P)의 피조사면상에서의 스팟광 SP의 주사 방향의 투사 간격은 길어지고, 그 결과 묘화 라인(SLn)이 30mm보다 길어진다. 이와 같이, 전체 배율 보정 정보 TMg에 의해서, 묘화 라인(SLn)의 전체 배율을 조정할 수 있다. 이 전체 배율 보정 정보 TMg에 따라 기판(P)의 피조사면상에 있어서의 화소의 주주사 방향에 있어서의 치수 Pxy의 길이는 신축되지만, 본 제1 실시 형태에서는, 전체 배율 보정 정보 TMg는 0(발진 주파수 Fa=400MHz)으로 하므로, 화소의 치수 Pxy는 스팟광 SP의 사이즈 φ와 같은 정도가 된다. 클록 발생부(60)가 발생시킨 클록 신호 LTC는, 제어 회로(22)에 보내짐과 아울러, 보정 화소 지정부(62) 및 송출 타이밍 전환부(64)에도 보내진다.

[0140] 보정 화소 지정부(62)는 각 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))을 따라서 늘어서는 복수의 화소 중에서, 특정의 위치에 배치되는 적어도 1개의 화소를 보정 화소로서 지정하는 것이다. 보정 화소 지정부(62)는 국소 배율 보정 정보(보정 정보) CMgn(CMg1~CMg6)의 일부인 보정 위치 정보(설정치) Nv에 기초하여 보정 화소를 지정한다. 국소 배율 보정 정보(보정 정보) CMgn의 보정 위치 정보 Nv는, 묘화 라인(SLn)을 따라서 묘화되는 패턴의 묘화 배율(또는 묘화 라인(SLn)의 주주사 방향에 있어서의 배율)에 따라서, 묘화 라인(SLn)상의 등간격으로 이산적인 복수의 위치의 각각에 보정 화소를 지정하기 위한 정보로서, 보정 화소와 보정 화소의 거리 간격(등간격)을 나타내는 정보이다. 이것에 의해, 보정 화소 지정부(62)는 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))상의 등간격으로 이산적인 위치에 배치되는 복수의 화소를 보정 화소로서 지정할 수 있다. 각 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))을 따라서 늘어서는 복수의 화소 중, 보정 화소로서 지정되지 않은 화소는 비보정 화소가 되므로, 보정 화소 지정부(62)는 보정 화소를 지정함으로써, 비보정 화소도 지정하고 있다고 말할 수 있다. 또한, 「N±m」의 「m」의 값이 일정한 경우는, 보정해야 할 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))의 신축율이 커질수록, 지정되는 보정 화소의 수는 많아진다.

[0141] 송출 타이밍 전환부(송출 타이밍 제어부)(64)는 국소 배율 보정 정보 CMgn(CMg1~CMg6)의 보정 위치 정보 Nv에 기초하여 보정 화소 지정부(62)가 지정한 보정 화소와, 국소 배율 보정 정보 CMgn(CMg1~CMg6)의 배율 정보 SCA에 기초하여, 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)의 각 화소의 논리 정보의 송출 타이밍을 제어한다(전환한다). 즉, 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))을 따라서 스팟광 SP가 주사되는 화소가 보정 화소인 경우는, 국소 배율 보정 정보 CMgn(CMg1~CMg6)의 배율 정보 SCA에 기초하여 보정 화소가 신축하도록, 구동 회로(36a)에 송출(공급)되는 시리얼 데이터 DLn의 화소의 논리 정보(즉, 패턴 데이터의 행방향의 화소마다의 논리 정보)의 송출 타이밍을 전환한다.

[0142] 자세히는, 송출 타이밍 전환부(64)는 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))상의 보정 화소가 아닌 화소(통상 화소, 비보정 화소)를 스팟광 SP가 주사하는 타이밍에서는, 클록 신호 LTC의 클록 펄스(스팟광 SP)의 N개가 1화소에 대응하고, 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))상의 보정 화소를 스팟광 SP가 주사하는 타이밍에서는, 클록 신호 LTC의 클록 펄스(스팟광 SP)의 N±m개가 1화소에 대응하도록, 구동 회로(36a)에 송출되는 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)의 각 화소의 논리 정보의 송출 타이밍을 전환한다. 즉, 송출 타이밍 전환부(64)는 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))상의 통상 화소를 스팟광 SP가 주사하는 타이밍에서는, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 N개 발생하면 다음 화소의 논리 정보가 구동 회로(36a)에 출력되고, 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))상의 보정 화소를 스팟광 SP가 주사하는 타이밍에서는, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 N±m개 발생하면 다음 화소의 논리 정보가 구동 회로(36a)에 출력되도록, 구동 회로(36a)에 송출되는 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)의 각 화소의 논리 정보의 송출 타이밍을 전환한다(제어한다). 이 「±m」의 값은 국소 배율 보정 정보 CMgn(CMg1~CMg6)의 일부인 배율 정보 SCA에 기초하여 결정된다.

[0143] 보정 화소 지정부(62)는, 빔 전환부(BDU)에 의해서 빔(LBn)이 입사되는 주사 유닛(Un)에 대응한 국소 배율 보정 정보 CMgn의 보정 위치 정보 Nv를 이용하여, 빔(LBn)이 입사되는 주사 유닛(Un)의 묘화 라인(SLn)상에 배치되는 복수의 보정 화소를 지정한다. 송출 타이밍 전환부(64)는, 보정 화소 지정부(62)가 지정한 빔(LBn)이 입사되는 주사 유닛(Un)의 묘화 라인(SLn)상의 보정 화소와, 빔(LBn)이 입사되는 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보

정 정보 CMgn의 배율 정보 SCA에 기초하여, 빔(LBn)이 입사되는 주사 유닛(Un)에 대응하는 시리얼 데이터 DLn의 각 화소의 논리 정보의 송출 타이밍을 전환한다.

[0144] 광원 장치(LSa)의 경우는, 빔 전환부(BDU)의 제1 광학 소자 모듈(AOM1~AOM3)에 의해서 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)(LB1~LB3)가, 제1 주사 모듈(U1~U3)의 어느 하나의 주사 유닛(Un)으로 안내된다. 따라서, 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)의 보정 화소 지정부(62)는, 주사 유닛(U1~U3) 중, 빔(LBn)이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn의 보정 위치 정보 Nv에 기초하여 보정 화소를 지정한다. 또, 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)의 송출 타이밍 전환부(64)는, 주사 유닛(U1~U3) 중, 빔(LBn)이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)의 국소 배율 보정 정보 CMgn의 배율 정보 SCA와, 보정 화소 지정부(62)가 지정한 보정 화소에 기초하여, 빔(LBn)이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)에 대응하는 시리얼 데이터 DLn의 화소마다의 논리 정보의 송출 타이밍을 전환한다. 예를 들면, 주사 유닛(U2)에 빔(LB2)가 입사되는 경우는, 광원 장치(LSa)의 보정 화소 지정부(62)는, 주사 유닛(U2)에 대응한 국소 배율 보정 정보 CMg2의 보정 위치 정보 Nv에 기초하여, 묘화 라인 SL2상의 등간격으로 이산적인 위치에 배치되는 복수의 화소를 보정 화소로서 지정한다. 그리고, 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)의 송출 타이밍 전환부(64)는, 보정 화소 지정부(62)가 지정한 묘화 라인 SL2상의 보정 화소와, 국소 배율 보정 정보 CMg2의 배율 정보 SCA에 기초하여, 주사 유닛(U2)에 대응한 시리얼 데이터 DL2의 각 화소의 논리 정보의 송출 타이밍을 전환한다.

[0145] 또, 광원 장치(LSb)의 경우는, 빔 전환부(BDU)의 제2 광학 소자 모듈(AOM4~AOM6)에 의해서 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)(LB4~LB6)가, 제2 주사 모듈(U4~U6)의 어느 하나의 주사 유닛(Un)으로 안내된다. 따라서, 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)의 보정 화소 지정부(62)는, 주사 유닛(U4~U6) 중, 빔(LBn)이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn의 보정 위치 정보 Nv에 기초하여 보정 화소를 지정한다. 또, 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)의 송출 타이밍 전환부(64)는 주사 유닛(U4~U6) 중, 빔(LBn)이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)의 국소 배율 보정 정보 CMgn의 배율 정보 SCA와, 보정 화소 지정부(62)가 지정한 보정 화소에 기초하여, 빔(LBn)이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)에 대응하는 시리얼 데이터 DLn의 화소마다의 논리 정보의 송출 타이밍을 전환한다. 예를 들면, 주사 유닛(U6)에 빔(LB6)이 입사되는 경우는, 광원 장치(LSb)의 보정 화소 지정부(62)는, 주사 유닛(U6)에 대응한 국소 배율 보정 정보 CMg6의 보정 위치 정보 Nv에 기초하여, 묘화 라인 SL6상의 등간격으로 이산적인 위치에 배치되는 복수의 화소를 보정 화소로서 지정한다. 그리고, 광원 장치(LSb)의 송출 타이밍 전환부(64)는, 보정 화소 지정부(62)가 지정한 묘화 라인 SL6상의 보정 화소와, 국소 배율 보정 정보 CMg6의 배율 정보 SCA에 기초하여, 주사 유닛(U6)에 대응한 시리얼 데이터 DL6의 각 화소의 논리 정보의 송출 타이밍을 전환한다.

[0146] 보정 화소 지정부(62)에 대해 구체적으로 설명하면, 보정 화소 지정부(62)는 제1 분주 카운터 회로(70)와 지연 소자(72, 74)를 가진다. 제1 분주 카운터 회로(70)는 감산 카운터이고, 클록 신호 LTC의 클록 펄스(기준 클록 펄스)가 입력된다. 제1 분주 카운터 회로(70)는 카운트값 C1이 보정 위치 정보(설정치) Nv로 프리 세트되고, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력될 때마다 카운트값 C1을 감소(decrement)시킨다. 제1 분주 카운터 회로(70)는 카운트값 C1이 0이 되면 1 펄스의 일치 신호 Ida를 출력한다. 즉, 제1 분주 카운터 회로(70)는 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 보정 위치 정보 Nv분만큼 카운트하면 일치 신호 Ida를 출력한다. 이 일치 신호 Ida는 다음의 1화소가 보정 화소인 것을 의미하고 있고, 제1 분주 카운터 회로(70)는 일치 신호 Ida를 출력함으로써 보정 화소를 지정하고 있다. 일치 신호 Ida가 출력되면, 다음에 발생하는 클록 펄스에 따라 발광한 빔(LBn)의 스팟광 SP는, 보정 화소에 투사된다. 제1 분주 카운터 회로(70)가 출력한 일치 신호 Ida는, 지연 소자(72)를 통해서 제1 분주 카운터 회로(70)에 입력된다. 제1 분주 카운터 회로(70)는 일치 신호 Ida가 입력되면, 프리 세트 가능한 상태가 되고, 새롭게 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력되면, 카운트값 C1을 보정 위치 정보(설정치) Nv로 프리 세트한다. 이것에 의해, 묘화 라인(SLn)을 따라서 등간격으로 보정 화소를 복수 지정할 수 있다. 또한, 보정 위치 정보 Nv의 구체적인 값은, 다음에 예시한다.

[0147] 이 일치 신호 Ida는 지연 소자(74)를 통해서 1 펄스의 설정 신호 Spp로서, 송출 타이밍 전환부(64)에 출력된다. 지연 소자(72, 74)는 입력된 일치 신호 Ida를 일정 시간 지연시켜 출력하는 것이다. 지연 소자(72, 74)의 지연 시간(일정 시간)은, 클록 신호 LTC의 기준 주기 Ta 보다도 짧은 시간이다. 그렇게 함으로써, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력되어 카운트값 C1이 0이 된 후, 다음 클록 펄스의 입력과 동시에 제1 분주 카운터 회로(70)의 카운트값 C1을 보정 위치 정보 Nv로 프리 세트할 수 있다. 또, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력되어 카운트값 C1이 0이 된 후, 다음 클록 펄스가 입력되기 전에 설정 신호 Spp를 송출 타이밍 전환부(64)에 출력할 수 있다.

[0148] 송출 타이밍 전환부(64)에 대해 구체적으로 설명하면, 송출 타이밍 전환부(64)는 프리 세트부(76), 제2 분주 카운터 회로(78), 및 지연 소자(80, 82)를 가진다. 프리 세트부(76)에는, 연속하여 발생하는 클록 신호 LTC의 클

록 펄스(스팟광 SP)를 화소마다 구획짓기 위해서, 다음의 화소가 클록 신호 LTC의 클록 펄스(스팟광 SP)의 몇 개분에 상당하는지를 나타내는 프리 세트값을 출력한다. 이 프리 세트부(76)에는, 국소 배율 보정 정보 CMgn의 일부인 배율 정보 SCA(신축 정보 POL과 신축율 정보 REC로 이루어짐)가 입력된다. 이 신축 정보 POL은 보정 화소를 신장시킬지 축소시킬지를 나타내는 정보로서, 신축율 정보 REC는 보정 화소를 통상 화소에 대해서 어느 정도의 비율로 신장 또는 신축시킬지를 나타내는 정보이다. 보정 화소에 대해서는 N±m개의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)가 대응하는 것은 이미 언급한 대로이며, 배율 정보 SCA는, 이 「±m」를 나타내는 정보이다. 그리고, 「±m」의 극성 「±」가 신축 정보(극성 정보) POL에 대응하고, 「m」이 신축율 정보 REC에 대응한다. 1비트의 신축 정보 POL의 값이 하이(논리치가 「1」)인 경우는, 극성 「+」(보정 화소를 신장하는 것)를 의미하고, 로우(논리치가 「0」)인 경우는, 극성 「-」(보정 화소를 축소하는 것)를 의미하고 있다. 스팟광 SP의 1회 주사 기간 중은, 동일한 배율 정보 SCA가 입력된다. 따라서, 1 묘화 라인(SLn)상의 지정된 보정 화소는 모두 동일한 배율로 신장 또는 축소된다. 또한, 본 제1 실시 형태에서는, 신축율 정보 REC에 의해서 m=1로 설정되는 것으로 한다.

[0149] 1펄스의 설정 신호 Spp가 발생하고 있지 않은 기간(즉, 설정 신호 Spp의 논리치가 「0」인 기간)은, 주주사 방향으로 주사되고 있는 스팟광 SP가 통과(주사)하는 화소는, 보정 화소 이외의 통상의 화소(통상 화소)가 된다. 따라서, 통상 화소에 대해서는, 1화소에 대해서 N(=8)개의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)가 대응하기 때문에, 프리 세트부(76)는 1 펄스의 설정 신호 Spp가 입력되고 있지 않은 기간은, 「7」의 프리 세트값을 제2 분주 카운터 회로(78)에 출력한다. 한편, 1 펄스의 설정 신호 Spp(논리치가 「1」)가 발생하면, 스팟광 SP가 지금부터 통과(주사)하는 화소는 보정 화소라는 것이 된다. 따라서, 보정 화소에 대해서는, 1화소에 대해서 N±m(=8±1)개의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)가 대응하기 때문에, 프리 세트부(76)는 1 펄스의 설정 신호 Spp가 입력되면, 7±1의 프리 세트값을 제2 분주 카운터 회로(78)에 출력한다. 예를 들면, 신축 정보 POL이 「+」(신장)인 경우는, 프리 세트부(76)는 「8」의 프리 세트값을 출력하고, 신축 정보 POL이 「-」(축소)인 경우는, 프리 세트부(76)는 「6」의 프리 세트값을 출력한다. 따라서, 본 제1 실시 형태에 있어서의 프리 세트부(76)가 출력하는 프리 세트값의 진리치표는, 도 10과 같이 나타내진다.

[0150] 즉, 도 10의 진리치표에 나타내는 것처럼, 프리 세트부(76)는 1 펄스의 설정 신호 Spp가 입력되고 있지 않은 기간(즉, 설정 신호 Spp의 논리치가 「0」인 기간)은, 신축 정보 POL에 관계없이 「7」의 프리 세트값을 제2 분주 카운터 회로(78)에 출력한다. 또, 프리 세트부(76)는 1 펄스의 설정 신호 Spp(논리치는 「1」)가 입력되면, 신축 정보 POL에 따른 프리 세트값(「6」또는 「8」)을 제2 분주 카운터 회로(78)에 출력한다. 프리 세트부(76)는 신축 정보 POL이 「1」(신장)인 경우는, 「8」의 프리 세트값을 제2 분주 카운터 회로(78)에 출력하고, 신축 정보 POL이 「0」(축소)인 경우는, 「6」의 프리 세트값을 제2 분주 카운터 회로(78)에 출력한다.

[0151] 제2 분주 카운터 회로(78)는 감산 카운터이며, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력된다. 제2 분주 카운터 회로(78)는 카운트값 C2가 프리 세트부(76)로부터 출력된 프리 세트값으로 프리 세트되고, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력될 때마다 카운트값 C2를 감소시킨다. 제2 분주 카운터 회로(78)는 카운트값 C2가 0이 되면 1 펄스의 일치 신호 Idb를 출력한다. 즉, 제2 분주 카운터 회로(78)는 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 프리 세트값분만큼 카운트하면 일치 신호 Idb를 출력한다. 이 일치 신호 Idb는 1화소의 구획을 나타내는 정보이며, 지연 소자(82)를 통해서 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)로서 출력된다. 이 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 발생하면, 구동 회로(36a)에 출력되는 시리얼 데이터 DLn의 화소의 논리 정보가 행방향으로 1개 시프트된다. 즉, 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 발생하면, 행방향의 다음 화소의 논리 정보가 구동 회로(36a)에 입력된다. 화소 시프트 펄스 BSCa가 발생하면, 광원 장치(LSa)의 구동 회로(36a)에 입력되는 시리얼 데이터 DL1~DL3의 화소의 논리 정보가 행방향으로 1개 시프트되고, 마찬가지로, 화소 시프트 펄스 BSCb가 발생하면, 광원 장치(LSb)의 구동 회로(36a)에 입력되는 시리얼 데이터 DL4~DL6의 화소의 논리 정보가 행방향으로 1개 시프트된다.

[0152] 제2 분주 카운터 회로(78)가 출력한 일치 신호 Idb는, 지연 소자(80)를 통해서 제2 분주 카운터 회로(78)에 입력된다. 제2 분주 카운터 회로(78)는 일치 신호 Idb가 입력되면, 프리 세트 가능한 상태가 되고, 새롭게 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력되면, 카운트값 C2를 프리 세트부(76)로부터 출력된 프리 세트값으로 프리 세트한다. 이것에 의해, 스팟광 SP가 통상 화소를 주사하는 타이밍에서는, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 8개 발생하면, 다음 화소의 논리 정보가 출력되고, 스팟광 SP가 보정 화소를 주사하는 타이밍에서는, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 7개 또는 9개 발생하면, 다음 화소의 논리 정보가 출력되도록, 시리얼 데이터 DLn의 각 화소의 논리 정보의 송출 타이밍을 전환할 수 있다.

[0153] 또한, 지연 소자(80, 82)는 입력된 일치 신호 Idb를 일정 시간 지연시켜 출력하는 것이며, 그 지연 시간(일정 시간)은 클록 신호 LTC의 기준 주기 Ta 보다도 짧은 시간이다. 그렇게 함으로써, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가

입력되어 카운트값 C2가 0이 된 후, 다음 클록 펄스의 입력과 동시에 제2 분주 카운터 회로(78)의 카운트값 C2를 프리 세트부(76)로부터 출력된 프리 세트값으로 프리 세트할 수 있다. 또, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력되어 카운트값 C2가 0이 된 후, 다음 클록 펄스가 출력되기 전에 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)를 신호 발생부(22a)로부터 출력할 수 있다.

[0154] 이와 같이, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 보정 위치 정보 Nv분의 수만큼 출력될 때까지는, 즉, 스팟광 SP가 보정 화소를 통과할 때까지는, 1 펄스의 설정 신호 Spp가 발생하지 않으므로, 제2 분주 카운터 회로(78)는 카운트값 C2가 0이 되면, 프리 세트부(76)로부터 출력된 프리 세트값 「7」로 프리 세트한다. 따라서, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 8개 출력될 때마다, 신호 발생부(22a)로부터 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 출력되어, 구동 회로(36a)에 입력되는 시리얼 데이터 DLn의 화소의 논리 정보가 행방향으로 1개 시프트된다. 따라서, 주주사 방향으로 주사되고 있는 스팟광 SP가 보정 대상이 아닌 화소(통상 화소)를 통과하는 타이밍에서는, 1화소에 대해서 8개 스팟광 SP가 투사되게 된다.

[0155] 그리고, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 보정 위치 정보 Nv분의 수만큼 출력될 때마다, 즉, 스팟광 SP가 보정 화소를 통과할 때마다, 제1 분주 카운터 회로(70)로부터의 일치 신호 Ida에 따른 1 펄스의 설정 신호 Spp가 프리 세트부(76)에 입력된다. 그 때문에, 제2 분주 카운터 회로(78)의 카운트값 C2는, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 보정 위치 정보 Nv분의 수만큼 출력될 때마다, 프리 세트부(76)로부터 출력되는 신축 정보 POL에 따른 프리 세트값(「6」 또는 「8」)으로 프리 세트된다. 따라서, 신축 정보 POL이 「0」인 경우에는, 제2 분주 카운터 회로(78)의 카운트값 C2는 「6」의 프리 세트값으로 프리 세트되므로, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 7개 출력되면, 신호 발생부(22a)로부터 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 출력된다. 또, 신축 정보 POL이 「1」인 경우는, 제2 분주 카운터 회로(78)의 카운트값 C2는 「8」의 프리 세트값으로 프리 세트되므로, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 9개 출력되면, 신호 발생부(22a)로부터 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 출력된다. 이 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 출력되면, 구동 회로(36a)에 입력되는 시리얼 데이터 DLn의 화소의 논리 정보가 행방향으로 1개 시프트된다. 따라서, 주주사 방향으로 주사되고 있는 스팟광 SP가 보정 화소를 통과하는 타이밍에서는, 1화소에 대해서 7개 또는 9개의 스팟광 SP가 투사되게 된다. 그 결과, 묘화 라인(SLn)상에 이산적으로 등간격(클록 신호 LTC의 클록 펄스의 Nv 간격)으로 배치된 보정 화소를 신축할 수 있다.

[0156] 1 묘화 라인(SLn)의 화소의 수를 10000으로 하고, 묘화 라인(SLn)상에 보정 화소의 수를 등간격으로 40개 배치하면, 250화소 간격으로 보정 화소가 배치되게 된다. 이 경우는, 보정 대상 이외의 화소(통상 화소)는, 9960개가 된다. 보정 화소의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)의 수가 7개인 경우(신축 정보 POL이 「0」인 경우), 1 묘화 라인(SLn)에서 투사되는 스팟광 SP의 수는, 79960(=80000－40, 혹은 =9960×8＋40×7)이 되고, 보정 위치 정보 Nv는 1999(=79960/40)가 된다. 따라서, 1 묘화 라인(SLn)에서 보면, 국소 배율 보정이 없는 경우의 주사 길이(묘화 라인(SLn)의 길이)의 초기치를 30㎜로 하면, 국소 배율 보정에 의해서 축소된 주사 길이는, 40개분만큼 스팟광 SP가 조사되어 있지 않으므로, 15μm(=3㎛×1/8×40)만큼 축소되어 있고, 그 배율은 0.9995(=29.985/30), 즉 -500ppm이 된다. 또, 보정 화소의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)의 수가 9개인 경우(신축 정보 POL이 「1」인 경우), 1 묘화 라인(SLn)에서 투사되는 스팟광 SP의 수는, 80040(=80000＋40, 혹은 =9960×8＋40×9)이 되고, 보정 위치 정보 Nv는 2001(=80040/40)이 된다. 따라서, 1 묘화 라인(SLn)에서 보면, 국소 배율 보정이 없는 경우의 주사 길이(묘화 라인(SLn)의 길이)의 초기치를 30㎜로 하면, 국소 배율 보정에 의해서 신장 된 주사 길이는, 40개분만큼 여분으로 스팟광 SP가 조사되어 있으므로, 15μm(=3㎛×1/8×40)만큼 신장되어 있고, 그 배율은 1.0005(=30.015/30), 즉＋ 500ppm이 된다. 또한, 상술한 것처럼, 클록 신호 LTC의 클록 펄스는, 국소 배율 보정의 유무에 관계없이, 소정 주파수(발진 주파수) Fa로 발생하고 있으므로, 묘화 라인(SLn)을 따른 스팟광 SP의 투사 간격은 일정하고, 본 제1 실시 형태에서는, 스팟광 SP의 사이즈 φ를 3㎛로 하고, 스팟광 SP는 주주사 방향을 따라서 7/8씩 오버랩되면서 투사되고 있는 것으로 한다. 즉, 스팟광 SP의 투사 간격은, 스팟광 SP의 사이즈 φ의 1/8인 0.375㎛가 되고, 보정 화소에서의 1화소당 신축량도 ±0.375㎛가 된다.

[0157] 이 국소 배율 보정 정보 CMgn(CMg1~CMg6)의 보정 위치 정보(설정치) Nv는, 임의로 변경할 수 있고, 묘화 라인(SLn)의 배율에 따라 적당히 설정된다. 예를 들면, 묘화 라인(SLn)상에 위치하는 보정 화소가 1개가 되도록, 보정 위치 정보 Nv를 설정해도 된다. 전체 배율 보정 정보 TMg에 의해서도, 묘화 라인 SL을 신축시킬 수 있지만, 국소 배율 보정 쪽이 섬세한 미소한 배율 보정을 행할 수 있다. 예를 들면, 발진 주파수 Fa가 400MHz이고 묘화 라인(SLn)의 주사 길이(묘화 범위)의 초기치를 30㎜로 했을 경우에, 전체 배율 보정 정보 TMg에 의해서 묘화 라인(SLn)의 주사 길이를 15㎛(비율 500ppm)만큼 신축 또는 신장시키는 경우에는, 발진 주파수 Fa를, 약 0.2MHz(비율 500ppm)만큼 크거나 또는 작게 하지 않으면 안 되어, 그 조정이 어렵다. 또, 조정할 수 있었다고 하더라

도, 일정한 지연(시정수)을 가지고 조정 후의 발진 주파수 Fa로 전환되기 때문에, 그 동안은, 소망하는 배율을 얻을 수 없다. 또한, 묘화 배율의 보정비가 500ppm 이하, 예를 들면 수 ppm ~ 수십 ppm 정도로 설정되는 경우는, 광원 장치(LSa(LSb))의 발진 주파수 Fa를 바꾸는 전체 배율 보정 방식보다도, 이산적인 보정 화소에서의 스팟광의 수를 증감하는 국소 배율 보정 방식 쪽이, 분해능이 높은 보정을 간단하게 행할 수 있다. 물론, 전체 배율 보정 방식과 국소 배율 보정 방식의 양방을 병용하면, 큰 묘화 배율의 보정비에 대응하면서 고분해능의 보정을 할 수 있다고 하는 이점이 얻어진다.

[0158] 또, 신축율 정보 REC에 의해서 m을 1로 설정했지만, m은 m<N의 관계를 가지는 1 이상의 정수이면 된다. 또한, 1 묘화 라인(SLn)에서는 보정 위치 정보 Nv의 값을 일정하게 했지만, 1 묘화 라인(SLn)에서, 보정 위치 정보 Nv를 변경시켜도 된다. 이 경우에도, 묘화 라인(SLn)상의 이산적인 위치에 복수의 보정 화소가 지정되는 것에는 변화는 없지만, 보정 위치 정보 Nv를 변경함으로써, 보정 화소 사이의 간격을 불균일하게 할 수 있다. 또한, 묘화 라인(SLn)을 따른 빔의 1 주사마다, 혹은 폴리곤 미러(PM)의 1 회전마다, 묘화 라인(SLn)상의 보정 화소의 수는 바꾸지 않고, 보정 화소의 위치를 상이하게 해도 된다.

[0159] 또한, 클록 발생부(60)가 발생시킨 클록 신호 LTC의 클록 펄스는, 게이트 회로(GTa)를 통해서 보정 화소 지정부(62)의 제1 분주 카운터 회로(70) 및 송출 타이밍 전환부(64)의 제2 분주 카운터 회로(78)에 입력된다. 이 게이트 회로(GTa)는 후술하는 묘화 허가 신호 SQn이 하이(논리치는 1)인 기간에 열리는 게이트이다. 즉, 제1 분주 카운터 회로(70) 및 제2 분주 카운터 회로(78)는, 묘화 허가 신호 SQn이 하이인 기간 중에만, 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 카운트하게 된다. 이 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)은, 대응하는 주사 유닛(Un(U1~U6))의 스팟광 SP의 주사에 의한 묘화를 허가할지 여부를 나타내는 신호로서, 하이인 기간 중에만 묘화가 허가된다. 즉, 이 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)이 하이인 기간 중에만, 대응하는 주사 유닛(Un(U1~U6))의 스팟광 SP가 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))을 따라서 주사되면서, 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)에 기초하여 그 강도가 변조된다.

[0160] 그 때문에, 광원 장치(LSa)의 게이트 회로(GTa)에는, 주사 유닛(U1~U3)에 대응하는 3개의 묘화 허가 신호 SQ1~SQ3이 인가된다. 광원 장치(LSa)의 게이트 회로(GTa)는, 묘화 허가 신호 SQ1~SQ3의 어느 것이 하이(H)의 기간에 입력된 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 출력한다. 마찬가지로, 광원 장치(LSb)의 게이트 회로(GTa)에는, 주사 유닛(U4~U6)에 대응하는 3개의 묘화 허가 신호 SQ4~SQ6이 인가된다. 광원 장치(LSb)의 게이트 회로(GTa)는, 묘화 허가 신호 SQ4~SQ6의 어느 것이 하이(H)의 기간에 입력된 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 출력한다. 상술한 것처럼, 묘화 라인(SLn)이란, 스팟광 SP가 주주사 방향을 따라서 주사되는 최대 주사 길이의 범위 내에서, 시리얼 데이터 DLn에 의해서 강도 변조되는 범위를 의미하고 있다. 이와 같이, 묘화 허가 신호 SQn이 하이인 기간 중에만, 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 카운트함으로써, 제1 분주 카운터 회로(70)는 묘화 라인(SLn)상에 위치하는 보정 화소를 정확하게 지정할 수 있고, 제2 분주 카운터 회로(78)는 묘화 라인 SL상에 위치하는 화소를 정확하게 구획지을 수 있다.

[0161] 도 11은 클록 신호 LTC의 각 클록 펄스, 제2 분주 카운터 회로(78)의 카운트값 C2, 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)의 출력 타이밍, 구동 회로(36a)에 입력되는 시리얼 데이터 DLn의 화소의 논리 정보의 전환 타이밍을 나타내는 타임 차트이다. 또한, 도 11에서는, 편의상, 클록 신호 LTC의 클록 펄스에 응답하여 발생하는 빔(LB)의 스팟광 SP의 사이즈 φ를, 화소의 치수 Pxy에 대해서 매우 작게 표시하고 있다. 도 11에 나타내는 것처럼, 제2 분주 카운터 회로(78)는 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력될 때마다 카운트값 C2를 감소시키고, 그 카운트값 C2가 0이 되면 일치 신호 Idb(도시 생략)를 출력한다. 이 일치 신호 Idb에 따라 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 출력된다. 이 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)는 카운트값 C2가 0이 된 클록 펄스에서부터 다음 클록 펄스가 입력될 때까지의 동안에 출력된다. 이 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)에 따라서, 구동 회로(36a)에 입력되는 시리얼 데이터 DLn의 화소의 논리 정보가 행방향으로 1개 시프트된다. 즉, 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 출력되면, 다음 행의 화소의 논리 정보가 구동 회로(36a)에 출력되게 된다. 도 11에서는, 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)의 출력에 따라서, 「0」→「1」→「1」→「0」의 순서로 화소의 논리 정보가 전환된 예를 나타내고 있다.

[0162] 도시하지 않았지만, 제1 분주 카운터 회로(70)는 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력될 때마다 카운트값 C1을 감소시키고, 그 카운트값 C1이 0이 되면 일치 신호 Ida를 출력한다. 이 일치 신호 Ida에 따라 설정 신호 Spp(값은 「1」)가 발생하여, 프리 세트부(76)에 입력된다. 제1 분주 카운터 회로(70)는 일치 신호 Ida를 출력한 후, 새롭게 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력되면, 카운트값 C1을 보정 위치 정보 Nv로 프리 세트한다.

[0163] 제2 분주 카운터 회로(78)는, 카운트값 C2가 0이 되면, 다음 클록 신호 LTC의 클록 펄스의 입력과 동시에, 카운트값 C2를 프리 세트부(76)로부터 출력된 프리 세트값으로 프리 세트한다. 이 프리 세트부(76)는 설정 신호

Spp(값이 「1」)가 발생하고 있지 않은 경우는, 「7」의 프리 세트값을 출력한다. 그 때문에, 1 펄스의 설정 신호 Spp가 발생하고 있지 않은 기간(설정 신호 Spp의 논리치가 「0」인 기간)에서는, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 8개 발생할 때마다 신호 발생부(22a)로부터 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 출력된다. 따라서, 1 펄스의 설정 신호 Spp가 발생되고 있지 않은 기간에서는, 1화소(통상 화소)에 대해서 8개의 스팟광 SP가 주주사 방향을 따라서 투사되게 된다.

[0164] 한편으로, 설정 신호 Spp(값이 「1」)가 프리 세트부(76)에 입력되면(제1 분주 카운터 회로(70)의 카운트값 C1이 「0」이 되면), 프리 세트부(76)로부터의 프리 세트값은, 신축 정보 POL에 따른 값(「6」또는 「8」)이 된다. 그 때문에, 1 펄스의 설정 신호 Spp(논리치가 「1」)가 발생하면, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 7개 또는 9개 발생한 후 신호 발생부(22a)로부터 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 출력된다. 따라서, 1 펄스의 설정 신호 Spp가 발생하면, 1화소(보정 화소)에 대해서 7개 또는 9개의 스팟광 SP가 주주사 방향을 따라서 투사되게 된다. 도 11에 나타내는 예에서는, 설정 신호 Spp가 발생하면, 프리 세트값은 「6」으로 설정되어 있으므로, 클록 펄스가 7개 발생하면, 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 출력되고 있다. 그 다음은, 제1 분주 카운터 회로(70)의 카운트값 C1이 다시 0이 될 때까지는, 설정 신호 Spp의 논리치는 「0」인 채이므로, 제2 분주 카운터 회로(78)의 카운트값 C2의 프리 세트값은 「7」로 되돌려진다.

[0165] 또한, 보정 화소 지정부(62) 및 송출 타이밍 전환부(64)를 신호 발생부(22a)의 내부에 마련하도록 했지만, 보정 화소 지정부(62) 및 송출 타이밍 전환부(64)를, 제어 회로(22)의 내부로서, 신호 발생부(22a)의 밖에 마련하도록 해도 되고, 보정 화소 지정부(62) 및 송출 타이밍 전환부(64)를 제어 회로(22)의 밖에 마련하도록 해도 된다. 이 경우는, 보정 화소 지정부(62) 및 송출 타이밍 전환부(64)를, 후술하는 빔 제어 장치(104)의 내부(예를 들면, 묘화 데이터 출력부(114)의 내부)에 마련하도록 해도 된다.

[0166] 도 12는 노광 장치(EX)의 전기적인 구성을 나타내는 블록도이다. 노광 장치(EX)의 제어 장치(16)는, 폴리곤 구동 제어부(100), 선택 소자 구동 제어부(102), 빔 제어 장치(104), 마크 위치 검출부(106), 및 회전 위치 검출부(108)를 가진다. 또한, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))의 원점 센서(OPn)(OP1~OP6)가 출력한 원점 신호 SZn(SZ1~SZ6)은 폴리곤 구동 제어부(100) 및 선택 소자 구동 제어부(102)에 입력된다. 또한, 도 12에 나타내는 예에서는, 광원 장치(LSa(LSb))로부터의 빔(LBa(LBb))이 선택용 광학 소자(AOM2)(AOM5)에 의해서 회절되고, 그 1차 회절광인 빔(LB2)(LB5)가 주사 유닛(U2)(U5)에 입사되고 있는 상태를 나타내고 있다.

[0167] 폴리곤 구동 제어부(100)는 각 주사 유닛(Un(U1~U6))의 폴리곤 미러(PM)의 회전을 구동 제어한다. 폴리곤 구동 제어부(100)는 각 주사 유닛(Un(U1~U6))의 폴리곤 미러(PM)를 구동시키는 회전 구동원(모터나 감속기 등)(RM)을 가지고, 이 모터의 회전을 구동 제어함으로써, 폴리곤 미러(PM)의 회전을 구동 제어한다. 폴리곤 구동 제어부(100)는 각 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))의 폴리곤 미러(PM)의 회전 각도 위치가 소정의 위상 관계가 되도록, 각 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))의 폴리곤 미러(PM)의 각각을 동기 회전시킨다. 자세하게는, 폴리곤 구동 제어부(100)는 각 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))의 폴리곤 미러(PM)의 회전 속도(회전수) Vp가 서로 동일하고, 또한 일정한 각도만큼씩 회전 각도 위치의 위상이 어긋나도록, 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))의 폴리곤 미러(PM)의 회전을 제어한다. 또한, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))의 폴리곤 미러(PM)의 회전 속도 Vp는, 모두 동일하게 한다.

[0168] 본 제1 실시 형태에서는, 상술한 것처럼, 실제 주사에 기여하는 폴리곤 미러(PM)의 회전 각도 α를 15도로 하므로, 반사면(RP)이 8개의 팔각형의 폴리곤 미러(PM)의 주사 효율은 1/3이 된다. 제1 주사 모듈에서는, 3개의 주사 유닛(Un)에 의한 스팟광 SP의 주사가, U1→U2→U3의 순번으로 행해진다. 따라서, 이 순번으로, 이 3개의 주사 유닛(U1~U3)의 각각의 폴리곤 미러(PM)의 회전 각도 위치의 위상이 15도씩 어긋난 상태로 등속 회전하도록, 주사 유닛(U1~U3)의 각각의 폴리곤 미러(PM)가 폴리곤 구동 제어부(100)에 의해서 동기 제어된다. 또, 제2 주사 모듈에서는, 3개의 주사 유닛(Un)에 의한 스팟광 SP의 주사가, U4→U5→U6의 순번으로 행해진다. 따라서, 이 순번으로, 3개의 주사 유닛(U4~U6)의 각각의 폴리곤 미러(PM)의 회전 각도 위치의 위상이 15도씩 어긋난 상태로 등속 회전하도록, 주사 유닛(U4~U6)의 각각의 폴리곤 미러(PM)가 폴리곤 구동 제어부(100)에 의해서 동기 제어된다.

[0169] 구체적으로는, 도 13에 나타내는 것처럼, 폴리곤 구동 제어부(100)는, 예를 들면, 제1 주사 모듈에 관해서는, 주사 유닛(U1)의 원점 센서(OP1)로부터의 원점 신호 SZ1을 기준으로 하여, 주사 유닛(U2)의 원점 센서 OP2로부터의 원점 신호 SZ2가 시간 Ts만큼 지연되어 발생하도록, 주사 유닛(U2)의 폴리곤 미러(PM)의 회전 위상을 제어한다. 폴리곤 구동 제어부(100)는 원점 신호 SZ1을 기준으로 하여, 주사 유닛(U3)의 원점 센서(OP3)로부터의 원점 신호 SZ3가 2×시간 Ts만큼 지연되어 발생하도록, 주사 유닛(U3)의 폴리곤 미러(PM)의 회전 위상을

제어한다. 이 시간 Ts는 폴리곤 미러(PM)가 15도 회전하는 시간(스팟광 SP의 최대 주사 시간)이며, 본 제1 실시형태에서는, 약 206.666···μsec(=Tpx×1/3=620〔μsec〕/3)이다. 이것에 의해, 각 주사 유닛(U1~U3)의 각각의 폴리곤 미러(PM)의 회전 각도 위치의 위상차가, U1, U2, U3의 순번으로 15도씩 어긋난 상태가 된다. 따라서, 제1 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U1~U3)은, U1→U2→U3의 순번으로, 스팟광 SP의 주사를 행할 수 있다.

[0170] 제2 주사 모듈에 관해서도 마찬가지로, 폴리곤 구동 제어부(100)는, 예를 들면, 주사 유닛(U4)의 원점 센서(OP4)로부터의 원점 신호 SZ4를 기준으로 하여, 주사 유닛(U5)의 원점 센서(OP5)로부터의 원점 신호 SZ5가 시간 Ts만큼 지연되어 발생하도록, 주사 유닛(U5)의 폴리곤 미러(PM)의 회전 위상을 제어한다. 폴리곤 구동 제어부(100)는 원점 신호 SZ4를 기준으로 하여, 주사 유닛(U6)의 원점 센서(OP6)로부터의 원점 신호 SZ6이 2×시간 Ts만큼 지연되어 발생하도록, 주사 유닛(U6)의 폴리곤 미러(PM)의 회전 위상을 제어한다. 이것에 의해, 각 주사 유닛(U4~U6)의 각각의 폴리곤 미러(PM)의 회전 각도 위치의 위상이, U4, U5, U6의 순번으로 15도씩 어긋난 상태가 된다. 따라서, 제2 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un(U4~U6))은, U4→U5→U6의 순번으로, 스팟광 SP의 주사를 행할 수 있다.

[0171] 선택 소자 구동 제어부(빔 전환 구동 제어부)(102)는 빔 전환부(BDU)의 각 광학 소자 모듈의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM3, AOM4~AOM6))를 제어하여, 각 주사 모듈의 하나의 주사 유닛(Un)이 스팟광 SP의 주사를 개시하고 나서 다음 주사를 개시할 때까지, 광원 장치(LS(LSa, LSb))로부터의 빔(LB)(LBa, LBb)를, 각 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))으로 순번대로 배분한다. 또한, 1개의 주사 유닛(Un)이 스팟광 SP의 주사를 개시하고 나서 다음 주사를 개시할 때까지, 폴리곤 미러(PM)는 45도 회전하고 있고, 그 시간 간격은 시간 Tpx(=3×Ts)가 된다.

[0172] 구체적으로는, 선택 소자 구동 제어부(102)는 원점 신호 SZn(SZ1~SZ6)이 발생하면, 원점 신호 SZn이 발생하고 나서 일정 시간(온 시간 Ton)만큼, 원점 신호 SZn(SZ1~SZ6)을 발생한 주사 유닛(Un(U1~U6))에 대응하는 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))에 구동 신호(고주파 신호) HFn(HF1~HF6)을 인가한다. 이것에 의해, 구동 신호(고주파 신호) HFn이 인가된 선택용 광학 소자(AOMn)는, 온 시간 Ton만큼 온 상태가 되어, 대응하는 주사 유닛(Un)에 빔(LBn)을 입사시킬 수 있다. 또, 원점 신호 SZn을 발생시킨 주사 유닛(Un)에 빔(LBn)을 입사시키므로, 스팟광 SP의 주사를 행할 수 있는 주사 유닛(Un)에 빔(LBn)을 입사시킬 수 있다. 또한, 이 온 시간 Ton은 시간 Ts 이하의 시간이다.

[0173] 제1 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U1~U3)에서 발생하는 원점 신호 SZ1~SZ3은, 시간 Ts간격으로, SZ1→SZ2→SZ3의 순서로 발생한다. 그 때문에, 제1 광학 소자 모듈의 각 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3)에는, 시간 Ts간격으로, AOM1→AOM2→AOM3의 순번으로 구동 신호(고주파 신호) HF1~HF3가 온 시간 Ton만큼 인가된다. 따라서, 제1 광학 소자 모듈(AOM1~AOM3)는, 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBn(LB1~LB3))이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)을 시간 Ts간격으로, U1→U2→U3의 순번대로 전환할 수 있다. 이것에 의해, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)이 시간 Ts간격으로, U1→U2→U3의 순번으로 전환될 수 있다. 또, 주사 유닛(U1)이 스팟광 SP의 주사를 개시하고 나서 다음 주사를 개시할 때까지의 시간(Tpx=3×Ts)에, 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBn(LB1~LB3))을 3개의 주사 유닛(Un)(U1~U3) 중 어느 하나로 순번대로 입사시킬 수 있다.

[0174] 마찬가지로, 제2 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U4~U6)에서 발생하는 원점 신호 SZ4~SZ6은, 시간 Ts간격으로, SZ4→SZ5→SZ6의 순서로 발생한다. 그 때문에 제2 광학 소자 모듈의 각 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6)에는, 시간 Ts간격으로, AOM4→AOM5→AOM6의 순번으로 구동 신호(고주파 신호) HF4~HF6이 온 시간 Ton만큼 인가된다. 따라서, 제2 광학 소자 모듈(AOM4~AOM6)은 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBn(LB4~LB6))이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)을 시간 Ts간격으로, U4→U5→U6의 순번대로 전환되게 된다. 이것에 의해, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)이 시간 Ts간격으로, U4→U5→U6의 순번으로 전환될 수 있다. 또, 주사 유닛(U4)이 스팟광 SP의 주사를 개시하고 나서 다음 주사를 개시할 때까지의 시간(Tpx=3×Ts)에, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBn(LB4~LB6))을 3개의 주사 유닛(Un(U4~U6)) 중 어느 하나로 순번대로 입사시킬 수 있다.

[0175] 선택 소자 구동 제어부(102)에 대해 추가로 상세하게 설명하면, 선택 소자 구동 제어부(102)는, 원점 신호 SZn(SZ1~SZ6)이 발생하면, 도 13에 나타내는 것처럼, 원점 신호 SZn(SZ1~SZ6)이 발생하고 나서 일정 시간(온 시간 Ton)만큼 H(하이)가 되는 복수의 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)을 생성한다. 이 복수의 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)은, 대응하는 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))를 온 상태로 하는 것을 허가하는 신호이다. 즉, 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)은 대응하는 주사 유닛(Un(U1~U6))으로의 빔(LBn(LB1~LB6))의 입사를 허가하는 신호이다. 그리고, 선택 소자 구동 제어부(102)는, 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)이 H(하이)로 되어 있는 온 시간 Ton만큼, 대응하는 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))에 구동 신호(고주파 신호) HFn(HF1~HF6)을 인가하고,

대응하는 선택용 광학 소자(AOMn)를 온 상태(1차 회절광을 발생하는 상태)로 한다. 예를 들면, 선택 소자 구동 제어부(102)는 입사 허가 신호 LP1~LP3이 H(하이)로 되어 있는 일정 시간 Ton만큼, 대응하는 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3)에 구동 신호 HF1~HF3을 인가한다. 이것에 의해, 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LB1~LB3)이, 대응하는 주사 유닛(U1~U3)에 입사된다. 또, 선택 소자 구동 제어부(102)는 입사 허가 신호 LP4~LP6이 H(하이)로 되어 있는 일정 시간 Ton만큼, 대응하는 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6)에 구동 신호(고주파 신호) HF4~HF6을 인가한다. 이것에 의해, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LB4)~LB6이, 대응하는 주사 유닛(U4~U6)에 입사된다.

[0176] 도 13에 나타내는 것처럼, 제1 광학 소자 모듈의 3개의 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3)에 대응하는 입사 허가 신호 LP1~LP3은, H(하이)가 되는 상승 타이밍이, LP1→LP2→LP3의 순서로 시간 Ts씩 어긋나 있고, 또한 H(하이)가 되는 온 시간 Ton이 서로 중복되는 일은 없다. 따라서, 빔(LBn(LB1~LB3))이 입사되는 주사 유닛(Un)은, 시간 Ts 간격으로, U1→U2→U3의 순서로 전환된다. 마찬가지로, 제2 광학 소자 모듈의 3개의 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6)에 대응하는 입사 허가 신호 LP4~LP6은, H(하이)가 되는 상승 타이밍이, LP4→LP5→LP6의 순서로 시간 Ts씩 어긋나 있고, 또한 H(하이)가 되는 온 시간 Ton이 서로 중복되는 일은 없다. 따라서, 빔(LBn(LB4~LB6))이 입사되는 주사 유닛(Un)은, 시간 Ts간격으로, U4→U5→U6의 순서로 전환된다. 선택 소자 구동 제어부(102)는 생성한 복수의 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)을, 빔 제어 장치(104)에 출력한다.

[0177] 빔 제어 장치(빔 제어부)(104)는 빔(LB)(LBa, LBb, LBn)의 발광 주파수 Fa, 빔(LB)의 스팟광 SP가 묘화되는 묘화 라인(SLn)의 배율, 및 빔(LB)의 강도 변조를 제어하는 것이다. 빔 제어 장치(104)는 전체 배율 설정부(110), 국소 배율 설정부(112), 묘화 데이터 출력부(114), 및 노광 제어부(116)를 구비한다. 전체 배율 설정부(전체 배율 보정 정보 기억부)(110)는 노광 제어부(116)로부터 보내져 온 전체 배율 보정 정보 TMg를 기억함과 아울러, 전체 배율 보정 정보 TMg를 광원 장치(LS(LSa, LSb))의 제어 회로(22)의 신호 발생부(22a)에 출력한다. 신호 발생부(22a)의 클록 발생부(60)는, 이 전체 배율 보정 정보 TMg에 따른 발진 주파수 Fa의 클록 신호 LTC를 생성한다.

[0178] 국소 배율 설정부(국소 배율 보정 정보 기억부, 보정 정보 기억부)(112)는 노광 제어부(116)로부터 보내져 온 국소 배율 보정 정보(보정 정보) CMgn을 기억함과 아울러, 국소 배율 보정 정보 CMgn을 광원 장치(LS(LSa, LSb))의 제어 회로(22)의 신호 발생부(22a)에 출력한다. 이 국소 배율 보정 정보 CMgn에 기초하여, 묘화 라인(SLn)상의 보정 화소의 위치가 지정(특정)되고, 그 배율이 결정된다. 제어 회로(22)의 신호 발생부(22a)는, 이 국소 배율 보정 정보 CMg에 기초하여 결정한 보정 화소, 및 그 배율에 따라서, 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)를 출력한다. 또한, 국소 배율 설정부(112)는 노광 제어부(116)로부터 보내져 온 주사 유닛(Un(U1~U6))마다의 국소 배율 보정 정보 CMgn(CMg1~CMg6)을 기억한다. 그리고, 국소 배율 설정부(112)는 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn을 광원 장치(LS(LSa, LSb))의 신호 발생부(22a)에 출력한다. 즉, 국소 배율 설정부(112)는 원점 신호 SZn(SZ1~SZ6)을 발생시킨 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn을, 그 주사 유닛(Un)에 입사되는 빔(LBn)의 발생원이 되는 광원 장치(LSa(LSa, LSb))의 신호 발생부(22a)에 출력한다.

[0179] 예를 들면, 원점 신호 SZn을 발생시킨 주사 유닛(Un)(즉, 지금부터 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un))이, 주사 유닛(U1~U3)의 어느 것인 경우는, 국소 배율 설정부(112)는 원점 신호 SZn을 발생시킨 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn을, 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)에 출력한다. 마찬가지로, 원점 신호 SZn을 발생시킨 주사 유닛(Un)이, 주사 유닛(U4~U6)의 어느 것인 경우는, 국소 배율 설정부(112)는 원점 신호 SZn을 발생시킨 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn을, 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)에 출력한다. 이것에 의해, 주사 모듈마다, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))에 대응하는 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가, 광원 장치(LS(LSa, LSb))의 송출 타이밍 전환부(64)로부터 출력된다. 이것에 의해, 묘화 라인(SLn)마다 개별로 주사 길이를 조정할 수 있다.

[0180] 묘화 데이터 출력부(114)는 제1 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un)(U1~U3) 중, 원점 신호 SZn을 발생시킨 주사 유닛(Un)(지금부터 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un))에 대응하는 1열분의 시리얼 데이터 DLn을 묘화 비트열 데이터 SBa로서 광원 장치(LSa)의 구동 회로(36a)에 출력한다. 또, 묘화 데이터 출력부(114)는 제2 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(Un(U4~U6)) 중, 원점 신호 SZn을 발생시킨 주사 유닛(Un)(지금부터 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un))에 대응하는 1열분의 시리얼 데이터 DLn(DL4~DL6)을 묘화 비트열 데이터 SBb로서 광원 장치(LSb)의 구동 회로(36a)에 출력한다. 제1 주사 모듈에 관해서는, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U1~U3)의 순번은, U1→U2→U3로 되어 있으므로, 묘화 데이터 출력부(114)는 DL1→DL2→DL3의 순번으로 반복되는 시리얼 데이터 DL1~DL3을 묘화 비트열 데이터 SBa로서 출력한다. 제2 주사 모듈에 관해서는, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U4~U6)의 순번은, U4→U5→U6으로 되어 있으므로, 묘화 데이터 출력부(114)는 DL4→DL5

→DL6의 순번으로 반복되는 시리얼 데이터 DL4~DL6을 묘화 비트열 데이터 SBb로서 출력한다.

[0181] 도 14를 이용하여, 묘화 데이터 출력부(114)의 구성에 대해 자세하게 설명한다. 묘화 데이터 출력부(114)는 묘화 비트열 데이터 SBa를 출력하는 제1 데이터 출력부(114a)와, 묘화 비트열 데이터 SBb를 출력하는 제2 데이터 출력부(114b)를 가진다. 제1 데이터 출력부(114a)는 주사 유닛(U1~U3)(선택용 광학 소자(AOM1~AOM3))의 각각에 대응한 3개의 생성 회로(GE1, GE2, GE3)와, 3입력의 OR 게이트부(GT1m)를 가진다. 생성 회로(GE1)는 메모리부(BM1), 카운터부(CON1), 2입력의 AND 게이트부(GT1a, GT1b), 및 묘화 허가 신호 생성부(OSM1)를 가진다. 생성 회로(GE2)는 메모리부(BM2), 카운터부(CON2), 2입력의 AND 게이트부(GT2a, GT2b), 및 묘화 허가 신호 생성부(OSM2)를 가진다. 생성 회로(GE3)는 메모리부(BM3), 카운터부(CON3), 2입력의 AND 게이트부(GT3a, GT3b), 및 묘화 허가 신호 생성부(OSM3)를 가진다. 제2 데이터 출력부(114b)는 주사 유닛(U1~U3)(선택용 광학 소자(AOM1~AOM3))의 각각에 대응한 3개의 생성 회로(GE4, GE5, GE6)와, 3입력의 OR 게이트부(GT2m)를 가진다. 생성 회로(GE4)는 메모리부(BM4), 카운터부(CON4), 2입력의 AND 게이트부(GT4a, GT4b), 및 묘화 허가 신호 생성부(OSM4)를 가진다. 생성 회로(GE5)는 메모리부(BM5), 카운터부(CON5), 2입력의 AND 게이트부(GT5a, GT5b), 및 묘화 허가 신호 생성부(OSM5)를 가진다. 생성 회로(GE6)는 메모리부(BM6), 카운터부(CON6), 2입력의 AND 게이트부(GT6a, GT6b), 및 묘화 허가 신호 생성부(OSM6)를 가진다.

[0182] 각 묘화 허가 신호 생성부(OSMn(OSM1~OSM6))는, 원샷 멀티바이블레이터(oneshot multivibrator) 등에 의해서 구성되어 있다. 각 묘화 허가 신호 생성부(OSMn(OSM1~OSM6))는 대응하는 주사 유닛(Un(U1~U6))에 의한 스팟광 SP의 묘화 개시 타이밍을 조정하는 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)을 생성한다. 각 묘화 허가 신호 생성부(OSMn(OSM1~OSM6))에는, 대응하는 주사 유닛(Un(U1~U6))의 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)이 입력되고, 이 입력된 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)에 기초하여, 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)을 생성한다. 예를 들면, 묘화 허가 신호 생성부(OSM1)에는 입사 허가 신호 LP1이 입력되고, 묘화 허가 신호 생성부(OSM1)는 이 입력된 입사 허가 신호 LP1에 기초하여 묘화 허가 신호 SQ1을 생성한다. 마찬가지로, 묘화 허가 신호 생성부(OSM2~OSM6)에는 입사 허가 신호 LP2~LP6이 입력되고, 묘화 허가 신호 생성부(OSM2~OSM6)는 이 입력된 입사 허가 신호 LP2~LP6에 기초하여 묘화 허가 신호 SQ2~SQ6을 생성한다. 이 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)이 하이(H)로 되어 있는 기간 중에, 대응하는 주사 유닛(Un(U1~U6))의 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)이, 구동 회로(36a)에 출력된다.

[0183] 도 15는 묘화 허가 신호 생성부 OSMn에 의해서 생성되는 묘화 허가 신호 SQn 및 묘화 허가 신호 SQn이 하이(논리치는 1)의 기간 중에 출력되는 화소 시프트 펄스 BSC를 나타내는 타임 차트이다. 상술한 것처럼 원점 신호 SZn(SZ1~SZ6)이 발생하면, 원점 신호 SZn(SZ1~SZ6)이 발생하고 나서 일정 시간(온 시간 Ton) 하이(H)가 되는 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)이 생성된다. 또한, 이 온 시간 Ton은, 주사 유닛(Un)의 스팟광 SP의 최대 주사 시간인 시간 Ts 이하의 시간인 것은 말할 필요도 없다. 묘화 허가 신호 생성부(OSMn(OSM1~OSM6))는 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)이 하이 「1」로 되고 나서, 즉, 원점 신호 SZn(SZ1~SZ6)이 발생하고 나서 지연 시간 Tdn(Td1~Td6) 경과한 후에 상승하고, 또한 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)이 로우 「0」가 되는 것과 동시 또는 그 전에, 하강하는 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)을 생성한다. 예를 들면, 묘화 허가 신호 생성부(OSM3)는 입사 허가 신호 LP3이 하이로 되고 나서 지연 시간 Td3 경과한 후에 상승하고, 또한 입사 허가 신호 LP3이 로우가 되는 것과 동시 또는 그 전에 하강하는 묘화 허가 신호 SQ3을 생성한다. 이 묘화 허가 신호 SQ1~SQ3은, SQ1→SQ2→SQ3의 순서로 하이(H)로 되며, 하이(H)로 되는 시간이 서로 중복되는 일은 없다. 마찬가지로, 묘화 허가 신호 SQ4~SQ6이, SQ4→SQ5→SQ6의 순서로 하이(H)로 되며, 하이(H)가 되는 시간이 서로 중복되는 일은 없다. 이 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)이 실제로 하이(H)로 되어 있는 기간에서, 기판(P)의 피조사면상에 스팟광 SP의 묘화가 허가된다.

[0184] 이 지연 시간 Tdn을 변동시킴으로써, 기판(P)상에 있어서의 묘화 라인(SLn)의 위치를 주주사 방향(Y방향)을 따라서 시프트시킬 수 있다. 즉, 지연 시간 Td를 짧게 함으로써, 묘화 라인(SLn)의 주주사 방향에 있어서의 위치가, 묘화 개시 위치측(주주사 방향과는 반대측)으로 시프트되고, 지연 시간 Td를 길게 함으로써, 묘화 라인(SLn)의 주주사 방향에 있어서의 위치가, 묘화 종료 위치측(주주사 방향측)으로 시프트된다. 이 지연 시간 Tdn은, 원칙적으로, 묘화 라인(SLn)의 중심점이 최대 주사 길이(예를 들면, 31mm)의 중앙(중점)에 오도록 설정된다. 따라서, 지연 시간 Tdn이 일정한 채로, 묘화 라인(SLn)의 주사 길이가 전체 배율 보정 정보 TMg 및 국소 배율 보정 정보 CMgn의 적어도 일방에 의해서 신축되면, 묘화 라인(SLn)의 중심점이 최대 주사 길이의 중앙에 위치하지 않게 된다. 따라서, 전체 배율 보정 정보 TMg 및 국소 배율 보정 정보 CMgn에 의해서 이 지연 시간 Tdn을 결정해도 된다. 이 지연 시간 Tdn(Td1~Td6)에 의해서, 각 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))을 주주사 방향을 따라서 개별로 시프트시킬 수 있다. 노광 제어부(116)는 전체 배율 보정 정보 TMg 및 국소 배율 보정 정보 CMgn에 기초하여 지연 시간 Tdn(Td1~Td6)을 나타내는 지연 정보를 생성하고, 생성한 지연 정보를 묘화 허가 신호 생

성부(OSMn(OSM1~OSM6))에 출력한다. 묘화 허가 신호 생성부(OSMn(OSM1~OSM6))는 입력된 지연 정보에 기초하여, 생성하는 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)의 지연 시간 Tdn(Td1~Td6)을 결정한다.

[0185] 도 16은 최대 주사 길이의 범위 내에서 신축된 묘화 라인(SLn)의 위치와 지연 시간 Td의 관계를 나타내는 도면이다. 부호 MSLn은 최대 주사 길이의 묘화 라인(SLn)을 나타내고 있다. 또, 부호 SLna는 신축되어 있지 않은 초기치의 묘화 라인(SLn)을 나타내고, 이 경우의 지연 시간 Tdn을 Tda로 나타내고 있다. 즉, 묘화 라인(SLna)의 중심점 pa가 최대 주사 길이의 중점 pm에 오도록, 이 지연 시간 Tda가 초기치로서 설정되어 있다. 또, 부호 SLnb는 초기치의 묘화 라인(SLna)을 전체 배율 보정 또는 국소 배율 보정에 의해서 축소했을 때의 묘화 라인(SLn)을 나타내는 것이며, 부호 SLnc은 초기치의 묘화 라인(SLna)을 전체 배율 보정 또는 국소 배율 보정에 의해서 신장했을 때의 묘화 라인(SLn)을 나타내는 것이다.

[0186] 묘화 라인(SLnb)의 지연 시간을 묘화 라인(SLna)일 때와 같은 지연 시간 Tda로 했을 경우는, 묘화 개시 타이밍은 묘화 라인(SLna)일 때와 동일하게 된다. 따라서, 묘화 라인(SLnb)의 묘화 개시점이, 묘화 라인(SLna)의 묘화 개시점에 대해서 주주사 방향을 따라서 시프트되는 일은 없다. 그렇지만, 이 경우라면, 묘화 라인(SLnb)은 묘화 라인(SLna)에 대해서 축소되어 있기 때문에, 묘화 라인(SLnb)의 묘화 종료점은, 묘화 라인(SLna)의 묘화 종료점으로부터 묘화 개시점측으로 어긋나 버린다. 그 때문에, 묘화 라인(SLnb)의 중심점 pb의 위치는, 최대 주사 길이의 묘화 라인 MSLn의 중점 pm의 위치로부터 묘화 개시점측으로 어긋나 버린다. 따라서, 묘화 라인(SLnb)의 경우는, 묘화 라인(SLnb)의 축소율에 기초하여, 묘화 라인(SLnb)의 중심점 pb가 묘화 라인 MSLn의 중점 pm과 일치하도록 지연 시간 Tdb를 결정해도 된다. 이 경우의 지연 시간 Tdb는, 지연 시간 Tda보다 길어지며, 묘화 라인(SLnb)의 묘화 개시점은, 묘화 라인(SLna)의 묘화 개시점으로부터 묘화 종료점측(주주사 방향측)으로 시프트된 상태가 된다.

[0187] 또, 묘화 라인(SLnc)의 지연 시간을 묘화 라인(SLna)일 때와 같은 지연 시간 Tda로 했을 경우는, 묘화 개시 타이밍은 묘화 라인(SLna)일 때와 동일하게 된다. 따라서, 묘화 라인(SLnc)의 묘화 개시점이, 묘화 라인(SLna)의 묘화 개시점에 대해서 주주사 방향을 따라서 시프트되는 일은 없다. 그렇지만, 이 경우라면, 묘화 라인(SLnb)은 묘화 라인(SLna)에 대해서 신장되어 있기 때문에, 묘화 라인(SLnc)의 묘화 종료점은, 묘화 라인(SLna)의 묘화 종료점으로부터 묘화 종료점측(주주사 방향측)으로 어긋나 버린다. 그 때문에, 묘화 라인(SLnc)의 중심점 pc의 위치는, 최대 주사 길이의 묘화 라인 MSLn의 중점 pm의 위치로부터 묘화 종료점측으로 어긋나 버린다. 따라서, 묘화 라인(SLnc)의 경우는, 묘화 라인(SLnc)의 신장율에 기초하여, 묘화 라인(SLnc)의 중심점 pc가 묘화 라인 MSLn의 중점 pm과 일치하도록 지연 시간 Tdc를 결정해도 된다. 이 경우의 지연 시간 Tdc는 지연 시간 Tda보다 짧아지며, 묘화 라인(SLnc)의 묘화 개시점은 묘화 라인(SLna)의 묘화 개시점으로부터 묘화 개시점측(주주사 방향과는 반대측)으로 시프트된 상태가 된다.

[0188] 도 14의 설명으로 돌아가, 각 묘화 허가 신호 생성부(OSMn(OSM1~OSM6))가 생성한 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)은, AND 게이트부(GTnb(GT1b~GT6b))의 일방의 입력 단자에 입력된다. 자세하게는, AND 게이트부(GT1b)의 일방의 입력 단자에는, 묘화 허가 신호 SQ1이 입력되고, 마찬가지로, AND 게이트부(GT2b~GT6b)의 일방의 입력 단자에는 묘화 허가 신호 SQ2~SQ6이 입력된다. AND 게이트부(GTnb(GT1b~GT6b))의 타방의 입력 단자에는, 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)가 입력된다. AND 게이트부(GT1b~GT3b)에는, 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)로부터의 화소 시프트 펄스 BSCa가 동시에 입력되고, AND 게이트부(GT4b~GT6b)에는, 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)로부터의 화소 시프트 펄스 BSCb가 동시에 입력된다. AND 게이트부(GTnb(GT1b~GT6b))는, 도 15에 나타내는 것처럼, 묘화 허가 신호 생성부(OSMn(OSM1~OSM6))로부터 입력되는 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)이 하이인 시간만, 입력된 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)를 출력한다. 또한, 도 9의 게이트 회로(GTa)에 의해서, 화소 시프트 펄스 BSCa(BSCb)는, 묘화 허가 신호 SQ1~SQ3(SQ4~SQ6)가 하이인 기간 중에 생성된다.

[0189] 3개의 AND 게이트부(GT1b~GT3b(GT4b~GT6b))에는, 3개의 묘화 허가 신호 SQ1~SQ3(SQ4~SQ6) 중, 하이로 되어 있는 묘화 허가 신호 SQn에 대응하는 주사 유닛(Un)의 시리얼 데이터 DLn의 화소를 시프트시키는 화소 시프트 펄스 BSCa(BSCb)가 입력된다. 자세하게 설명하면, 묘화 허가 신호 SQ1이 하이인 기간 중에, 묘화 허가 신호 SQ1에 대응하는 주사 유닛(U1)의 시리얼 데이터 DL1의 화소를 시프트시키는 화소 시프트 펄스 BSCa가 3개의 AND 게이트부(GT1b~GT3b)에 입력된다. 또, 묘화 허가 신호 SQ2, SQ3이 하이인 기간 중에, 묘화 허가 신호 SQ2, SQ3에 대응하는 주사 유닛(U2, U3)의 시리얼 데이터 DL2, DL3의 화소를 시프트시키는 화소 시프트 펄스 BSCa가 3개의 AND 게이트부(GT1b~GT3b)에 입력된다. 마찬가지로 하여, 묘화 허가 신호 SQ4~SQ6이 하이인 기간 중에, 묘화 허가 신호 SQ4~SQ6에 대응하는 주사 유닛(U4~U6)의 시리얼 데이터 DL4~DL6의 화소를 시프트시키는 화소 시프트 펄스 BSCb가 3개의 AND 게이트부(GT4b~GT6b)에 입력된다.

[0190] 각 메모리부(묘화 데이터 기억부)(BMn(BM1~BM6))는 대응하는 주사 유닛(Un(U1~U6))이 묘화 노광해야 할 패턴에 따른 패턴 데이터(비트 맵)를 기억하는 메모리이다. 카운터부(CONn(CON1~CON6))는 메모리부(BMn)(BM1~BM6)에 기억된 패턴 데이터 중, 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)의 각 화소의 논리 정보를, 행방향으로 1화소씩 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)에 동기하여 출력하기 위한 카운터이다. 이것에 의해, 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ6)이 하이(H)인 시간 중에, 그것에 대응하는 주사 유닛(Un(U1~U6))의 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)의 각 화소의 논리 정보가, 행방향으로 1화소씩 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)에 동기하여 출력되게 된다. 예를 들면, 묘화 허가 신호 SQ1(SQ2, SQ3)이 하이(H)인 기간 중에는, 시리얼 데이터 DL1(DL2, DL3)의 논리 정보가, 1화소씩 화소 시프트 펄스 BSCa에 동기하여 출력된다. 또, 묘화 허가 신호 SQ4(SQ5, SQ6)가 하이(H)인 기간 중에는, 시리얼 데이터 DL4(DL5, DL6)의 논리 정보가, 1화소씩 화소 시프트 펄스 BSCb에 동기하여 출력된다.

[0191] 또, 메모리부(BMn)(BM1~BM6)에 기억된 패턴 데이터의 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)은, 도시하지 않은 어드레스 카운터 등에 의해서 열방향으로 시프트된다. 즉, 도시하지 않은 어드레스 카운터에 의해서 판독하는 열이, 1열째, 2열째, 3열째, ···와 같이 시프트된다. 그 시프트는, 예를 들면, 주사 유닛(U1)에 대응하는 메모리부(BM1)이면 시리얼 데이터 DL1을 모두 출력한 후에, 다음에 주사를 행하는 주사 유닛(U2)에 대응한 입사 허가 신호 LP2가 하이(H)가 된 타이밍(원점 신호 SZ2가 발생한 타이밍)에서 행해진다. 메모리부(BM2)에 기억된 패턴 데이터의 시리얼 데이터 DL2의 시프트는 시리얼 데이터 DL2를 모두 출력한 후에, 다음에 주사를 행하는 주사 유닛(U3)에 대응한 입사 허가 신호 LP3이 하이(H)가 된 타이밍(원점 신호 SZ3가 발생한 타이밍)에서 행해진다. 또, 메모리부(BM3)에 기억된 패턴 데이터의 시리얼 데이터 DL3의 시프트는, 시리얼 데이터 DL3을 모두 출력한 후에, 다음에 주사를 행하는 주사 유닛(U1)에 대응한 입사 허가 신호 LP1이 하이(H)가 된 타이밍(원점 신호 SZ1이 발생한 타이밍)에서 행해진다. 또한, 제1 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U1~U3)은 U1→U2→U3의 순서로 스팟광 SP의 주사를 행하는 것으로 한다.

[0192] 마찬가지로 하여, 메모리부(BM4~BM6)에 기억된 패턴 데이터의 시리얼 데이터 DL4~DL6의 시프트는, 시리얼 데이터 DL4~DL6을 모두 출력한 후에, 다음에 주사를 행하는 주사 유닛(U5, U6, U4)에 대응한 입사 허가 신호 LP5, LP6, LP4가 하이(H)가 된 타이밍(원점 신호 SZ5, SZ6, SZ4가 발생한 타이밍)에서 행해진다. 또한, 제2 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U4~U6)은 U4→U5→U6의 순서로 스팟광 SP의 주사를 행하는 것으로 한다.

[0193] 메모리부(BMn)(BM1~BM6)로부터 출력되는 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)은, AND 게이트부(GTna(GT1a~GT6a))의 일방의 입력 단자에 입력된다. AND 게이트부(GTna(GT1a~GT6a))의 타방의 입력 단자에는, 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)이 입력된다. 따라서, AND 게이트부(GTna(GT1a~GT6a))는 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)이 하이(H)인 기간 중(시간 Ton중), 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)을 출력한다. 이것에 의해, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)의 시리얼 데이터 DLn이 출력되게 된다. 이것에 의해, 제1 데이터 출력부(114a)의 생성 회로(GE1~GE3)로부터, 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL3)이, DL1→DL2→DL3의 순서로 출력되어, 3입력의 OR 게이트부(GT1m)에 입력된다. 마찬가지로 하여, 제2 데이터 출력부(114b)의 생성 회로(GE4~GE6)로부터, 시리얼 데이터 DLn(DL4~DL6)이 DL4→DL5→DL6의 순서로 출력되어, 3입력의 OR 게이트부(GT2m)에 입력된다.

[0194] OR 게이트부(GT1m)는 DL1→DL2→DL3의 순서대로 반복하여 입력된 시리얼 데이터 DLn(DL1→DL2→DL3)을 묘화 비트열 데이터 SBa로서 광원 장치(LSa)의 구동 회로(36a)에 출력한다. 이것에 의해, 제1 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U1~U3)은, U1→U2→U3의 순번으로, 스팟광 SP의 주사를 행함과 아울러, 패턴 데이터에 따른 패턴을 묘화 노광할 수 있다. 마찬가지로 하여, OR 게이트부(GT2m)는 DL4→DL5→DL6의 순서대로 반복하여 입력된 시리얼 데이터 DLn을 묘화 비트열 데이터 SBb로서 광원 장치(LSb)의 구동 회로(36a)에 출력한다. 이것에 의해, 제2 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U4~U6)은 U4→U5→U6의 순번으로, 스팟광 SP의 주사를 행함과 아울러, 패턴 데이터에 따른 패턴을 묘화 노광할 수 있다.

[0195] 또한, 본 제1 실시 형태에서는, 주사 유닛(Un(U1~U6))마다, 패턴 데이터를 준비하고, 주사 모듈마다, 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))의 패턴 데이터 중으로부터, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)의 순번(U1→U2→U3, U4→U5→U6)에 따라서, 시리얼 데이터 DL1~DL3, DL4~DL6을 출력하도록 했다. 그렇지만, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)의 순번은 미리 정해져 있으므로, 주사 모듈마다, 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))의 패턴 데이터의 각 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL3, DL4~DL6)을 조합한 1개의 패턴 데이터를 준비해도 된다. 즉, 주사 모듈마다, 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6))의 패턴 데이터의 각 열의 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL3, DL4~DL6)을, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)의 순번에 따라 배열시킨 1개의 패턴 데이터를 구축하도록 해도 된다. 이 경우는, 주사 모듈마다 구축된 1개의 패턴 데이터의 시리얼 데이터 DLn을 묘화 허가 신호 SQn(SQ1~SQ3, SQ4~SQ6)에 따라서, 1열째에서부터 순번대로 출력하면 된다.

[0196] 그런데, 도 12에 나타낸 노광 제어부(116)는, 전체 배율 설정부(110), 국소 배율 설정부(112), 및 묘화 데이터 출력부(114)를 제어하는 것이다. 노광 제어부(116)에는, 마크 위치 검출부(106)가 검출한 설치 방위선 Lx1, Lx4 상에 있어서의 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))의 위치 정보와, 회전 위치 검출부(108)가 검출한 설치 방위선 Lx1~Lx4상에 있어서의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치 정보(카운터 회로(CN1a~CN4a, CN1b~CN4b)에 기초하는 카운트값)가 입력된다. 노광 제어부(116)는 설치 방위선 Lx1상에 있어서의 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))의 위치 정보와, 설치 방위선 Lx1상에 있어서의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치(카운터 회로(CN1a, CN1b)의 카운트값)에 기초하여, 기판(P)의 부주사 방향(X방향)에 있어서의 노광 영역 W의 묘화 노광의 개시 위치를 검출(결정)한다.

[0197] 그리고, 노광 제어부(116)는 묘화 노광의 개시 위치가 검출되었을 때의 설치 방위선 Lx1상에 있어서의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치와, 설치 방위선 Lx2상에 있어서의 회전 각도 위치(카운터 회로(CN2a, CN2b)에 기초하는 카운트값)에 기초하여, 기판(P)의 묘화 노광의 개시 위치가 설치 방위선 Lx2상에 있는 묘화 라인(SL1), SL3, SL5상까지 반송되었는지 여부를 판단한다. 노광 제어부(116)는 묘화 노광의 개시 위치가 묘화 라인(SL1), SL3, SL5상까지 반송되었다고 판단하면, 국소 배율 설정부(112) 및 묘화 데이터 출력부(114) 등을 제어하여, 주사 유닛(U1, U3, U5)에 스팟광 SP의 주사에 의한 묘화를 개시시킨다.

[0198] 이 경우는, 노광 제어부(116)는 주사 유닛(U1, U3)이 묘화 노광을 행하는 타이밍에서, 국소 배율 설정부(112)에 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U1, U3)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMg1, CMg3을 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)에 출력시킨다. 이것에 의해, 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)는, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U1, U3)의 시리얼 데이터 DL1, DL3의 화소를 시프트시키는 화소 시프트 펄스 BSCa를, 국소 배율 보정 정보 CMg1, CMg3에 따라 발생시킨다. 이 화소 시프트 펄스 BSCa에 따라서, 묘화 데이터 출력부(114)는 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U1, U3)에 대응하는 시리얼 데이터 DL1, DL3의 각 화소의 논리 정보를 1화소씩 시프트시켜 간다. 마찬가지로, 노광 제어부(116)는 주사 유닛(U5)이 묘화 노광을 행하는 타이밍에서, 국소 배율 설정부(112)에, 주사 유닛(U5)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMg5를 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)에 출력시킨다. 이것에 의해, 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)는, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U5)에 대응하는 시리얼 데이터 DL5의 화소를 시프트시키는 화소 시프트 펄스 BSCb를, 국소 배율 보정 정보 CMg5에 따라 발생시킨다. 이 화소 시프트 펄스 BSCb에 따라서, 묘화 데이터 출력부(114)는 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U5)의 시리얼 데이터 DL5의 각 화소의 논리 정보를 1화소씩 시프트시켜 간다.

[0199] 그 후, 노광 제어부(116)는 묘화 노광의 개시 위치가 검출되었을 때의 설치 방위선 Lx1상에 있어서의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치와, 설치 방위선 Lx3상에 있어서의 회전 각도 위치(카운터 회로(CN3a, CN3b)의 카운트값)에 기초하여, 기판(P)의 묘화 노광의 개시 위치가 설치 방위선 Lx3상에 있는 묘화 라인 SL2, SL4, SL6상까지 반송되었는지 여부를 판단한다. 노광 제어부(116)는 묘화 노광의 개시 위치가 묘화 라인 SL2, SL4, SL6상까지 반송되었다고 판단하면, 국소 배율 설정부(112) 및 묘화 데이터 출력부(114)를 제어하여, 추가로, 주사 유닛(U2, U4, U6)에 스팟광 SP의 주사를 개시시킨다.

[0200] 이 경우는, 노광 제어부(116)는 주사 유닛(U2)이 묘화 노광을 행하는 타이밍에서, 국소 배율 설정부(112)에, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U2)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMg2를 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)에 출력시킨다. 이것에 의해, 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)는, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U2)의 시리얼 데이터 DL2의 화소를 시프트시키는 화소 시프트 펄스 BSCa를, 국소 배율 보정 정보 CMg2에 따라 발생시킨다. 이 화소 시프트 펄스 BSCa에 따라서, 묘화 데이터 출력부(114)는 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U2)의 시리얼 데이터 DL2의 각 화소의 논리 정보를 1화소씩 시프트시켜 간다. 마찬가지로, 노광 제어부(116)는 주사 유닛(U4, U6)이 묘화 노광을 행하는 타이밍에서, 국소 배율 설정부(112)에, 주사 유닛(U4, U6)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMg4, CMg6를 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)에 출력시킨다. 이것에 의해, 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)는, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U4, U6)의 시리얼 데이터 DL4, DL6의 화소를 시프트시키는 화소 시프트 펄스 BSCb를, 국소 배율 보정 정보 CMg4, CMg6에 따라 발생시킨다. 이 화소 시프트 펄스 BSCb에 따라서, 묘화 데이터 출력부(114)는 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(U4, U6)의 시리얼 데이터 DL4, DL6의 각 화소의 논리 정보를 1화소씩 시프트시켜 간다.

[0201] 앞의 도 4로부터 알 수 있는 것처럼, 기판(P)은 +X방향으로 반송되므로, 묘화 라인(SL1), SL3, SL5의 각각에 있어서의 묘화 노광이 선행되고, 기판(P)이 소정 거리만큼 더 반송되고 나서, 묘화 라인 SL2, SL4, SL6의 각각에 있어서의 묘화 노광이 행해진다. 한편으로, 제1 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U1~U3)의 각 폴리곤 미러(PM), 제2 주사 모듈의 3개의 주사 유닛(U4~U6)의 각 폴리곤 미러(PM)는, 소정의 위상차를 가지고 회전 제어되고 있기 때문에, 원점 신호 SZ1~SZ3, SZ4~SZ6은, 도 13에 나타내는 것처럼, 시간 Ts만큼 위상차를 가지고 계속하여 발생

한다. 그 때문에, 도 13에 나타내는 것 같은 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)이 발생하여, 묘화 라인(SL1), SL3, SL5에 있어서의 묘화 노광의 개시 시점으로부터 묘화 라인 SL2, SL4, SL6에 있어서의 묘화 노광의 개시 직전까지의 동안도, 도 14 중의 AND 게이트부(GT2a, GT4a, GT6a)가 열려, 시리얼 데이터 DL2, DL4, DL6이 출력된다. 따라서, 노광 영역 W의 묘화 노광의 개시 위치가 묘화 라인 SL2, SL4, SL6상에 도달하기 전에, 주사 유닛(U2, U4, U6)에 의한 스팟광 SP의 주사에 의해서 패턴이 묘화되어 버린다.

[0202] 이에, 도 14의 구성에 있어서, 노광 제어부(116)의 제어에 의해서, 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)을, AND 게이트부(GTna(GT1a~GT6a)) 및 묘화 허가 신호 생성부(OSMn(OSM1~OSM6))에 보낼지 금지할지를 선택하는 선택 게이트 회로를, 생성 회로(GEn(GE1~GE6))마다 마련하는 것이 좋다. 이것에 의해, 각 생성 회로(GEn(GE1~GE6))의 선택 게이트 회로가 열려 있는 기간 중에만, AND 게이트부(GTna(GT1a~GT6a)) 및 묘화 허가 신호 생성부(OSMn(OSM1~OSM6))에 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)이 입력된다. 따라서, 노광 제어부(116)는 생성 회로(GE2, GE4, GE6)의 선택 게이트 회로를 닫고, 생성 회로(GE1, GE3, GE5)의 선택 게이트 회로를 염으로써, 시리얼 데이터 DL2, DL4, DL6의 출력을 금지할 수 있다. 또, 이 생성 회로(GE2, GE4, GE6)의 선택 게이트 회로를 닫음으로써, 묘화 허가 신호 SQ2, SQ4, SQ6이 생성되는 일도 없다. 따라서, 생성 회로(GE2, GE4, GE6)의 선택 게이트 회로를 닫고 있는 동안은, 게이트 회로(GTa)(도 9 참조)에 의해서, 시리얼 데이터 DL2, DL4, DL6의 화소를 시프트하는 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)의 생성도 금지된다.

[0203] 또한, 각 생성 회로(GEn(GE1~GE6))에 선택 게이트 회로를 마련하지 않은 경우는, 노광 제어부(116)는 광원 장치(LSa, LSb)의 구동 회로(36a)에 출력하는 묘화 비트열 데이터 SBa, SBb 중, 시리얼 데이터 DL2, DL4, DL6에 대응하는 부분의 화소의 논리 정보를 모두 「0」으로 캔슬함으로써, 실질적으로 주사 유닛(U2, U4, U6)에 의한 묘화 노광을 캔슬할 수 있다. 캔슬 기간 중은, 메모리부(BM2, BM4, BM6)로부터 출력되는 시리얼 데이터 DL2, DL4, DL6의 열은, 시프트되지 않고 1열째인 채이다. 그리고, 노광 영역 W의 묘화 노광의 개시 위치가 묘화 라인 SL2, SL4, SL6상에 도달하고 나서, 시리얼 데이터 DL2, DL4, DL6의 출력을 개시하여, 시리얼 데이터 DL2, DL4, DL6의 열방향으로의 시프트가 행해진다.

[0204] 마찬가지로, 노광 영역 W의 묘화 노광의 종료 위치는, 먼저 묘화 라인(SL1), SL3, SL5상에 도달하고, 그 후 일정한 시간을 두고, 묘화 라인 SL2, SL4, SL6상에 도달한다. 그 때문에, 묘화 노광의 종료 위치가 묘화 라인(SL1), SL3, SL5에 도달한 후, 묘화 라인 SL2, SL4, SL6에 도달할 때까지는, 주사 유닛(U2, U4, U6)만으로 패턴의 묘화 노광을 행하게 된다. 따라서, 노광 제어부(116)는 생성 회로(GE1, GE3, GE5)의 선택 게이트 회로를 닫고, 생성 회로(GE2, GE4, GE6)의 선택 게이트 회로를 염으로써, 시리얼 데이터 DL1, DL3, DL5의 출력을 금지할 수 있다. 또, 이 생성 회로(GE1, GE3, GE5)의 선택 게이트 회로를 닫음으로써, 도 9에 나타내는 게이트 회로(GTa)에 의해서, 시리얼 데이터 DL1, DL3, DL5의 화소를 시프트하는 화소 시프트 펄스 BSC(BSCa, BSCb)의 생성도 금지된다. 또한, 각 생성 회로(GEn(GE1~GE6))에 선택 게이트 회로를 마련하지 않은 경우는, 노광 제어부(116)는 광원 장치(LSa, LSb)의 구동 회로(36a)에 출력하는 묘화 비트열 데이터 SBa, SBb 중, 시리얼 데이터 DL1, DL3, DL5에 대응하는 부분의 화소의 논리 정보를 모두 「0」으로 캔슬함으로써, 실질적으로 주사 유닛(U1, U3, U5)에 의한 묘화 노광을 캔슬할 수 있다.

[0205] 또, 노광 제어부(116)는, 마크 위치 검출부(106)가 검출한 설치 방위선 Lx1, Lx4상에 있어서의 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))의 위치 정보와 회전 위치 검출부(108)가 검출한 설치 방위선 Lx1, Lx4상에 있어서의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치 정보에 기초하여, 기판(P) 또는 노광 영역 W의 왜곡(변형)을 순서대로 연산한다. 예를 들면, 기판(P)이 장척 방향으로 큰 텐션을 받거나, 열프로세스를 받거나 하여 변형되어 있는 경우는, 노광 영역 W의 형상도 왜곡(변형)되어, 얼라이먼트 마크(MKm(MK1~MK4))의 배열도, 도 4에 나타내는 것 같은 사각형 모양으로 되지 않고, 왜곡(변형)된 상태가 된다. 기판(P) 또는 노광 영역 W가 왜곡된 경우는, 그것에 따라서 각 묘화 라인(SLn)의 배율을 변경할 필요가 있으므로, 노광 제어부(116)는 연산한 기판(P) 또는 노광 영역 W의 왜곡에 기초하여, 전체 배율 보정 정보 TMg 및 국소 배율 보정 정보 CMgn의 적어도 일방을 생성한다. 그리고, 이 생성된 전체 배율 보정 정보 TMg 및 국소 배율 보정 정보 CMgn의 적어도 일방은, 전체 배율 설정부(110) 또는 국소 배율 설정부(112)에 출력된다. 이것에 의해, 서로 겹쳐진 노광의 정밀도를 향상시킬 수 있다. 또, 노광 제어부(116)는 기판(P) 또는 노광 영역 W의 왜곡에 따라서, 각 묘화 라인(SLn)마다 보정 경사각 정보를 생성해도 된다. 이 생성된 보정 경사각 정보에 기초하여, 상술한 상기 액츄에이터가, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))을 조사 중심축(Len(Le1~Le6)) 둘레로 회동시킨다. 이것에 의해, 서로 겹쳐진 노광의 정밀도가 보다 향상된다. 노광 제어부(116)는 각 주사 유닛(Un(U1~U6))에 의해서 스팟광 SP의 주사가 행해질 때마다, 혹은 스팟광 SP의 주사가 소정 횟수 행해질 때마다, 혹은 기판(P) 또는 노광 영역 W의 왜곡의 경향이 허용 범위를 초과하여 바뀌었을 때, 전체 배율 보정 정보 TMg 및 국소 배율 보정 정보 CMgn의 적어도 일방과, 보정 경사각 정보를 다시 생성해도 된

다.

[0206] 이상과 같이, 제1 실시 형태의 노광 장치(EX)는 펄스 광원부(35)로부터의 종광 S1, S2에 의해서 생성되는 빔(LB)(Lse, LBa, LBb, LBn)의 스팟광 SP를 패턴에 따라 강도 변조하면서, 기판(P)상의 묘화 라인(SLn)을 따라서 스팟광 SP를 상대적으로 주사함으로써, 기판(P)상에 패턴을 묘화한다. 그리고, 노광 장치(EX)는 메모리부(BMn), 클록 발생부(60), 광원 제어부, 보정 화소 지정부(62), 및 송출 타이밍 전환부(64)를 적어도 구비한다. 상술한 것처럼, 메모리부(BMn)는 주사 유닛(Un)의 스팟광 SP의 주사에 의해서 묘화되는 패턴 데이터를 기억한 것이다. 클록 발생부(60)는 Pxy/(N×Vs)로 정해지는 기준 주기 Ta를 가지고, 스팟광 SP의 주사중에 1화소의 치수 Pxy당 N개의 클록 펄스를 가지는 클록 신호 LTC를 생성한다. 광원 제어부는 적어도 제어 회로(22)와, 전기 광학 소자(36), 구동 회로(36a), 및 묘화 데이터 출력부(114)로 구성된다. 이 광원 제어부는 클록 신호 LTC의 클록 펄스에 응답하여 빔(LB)을 발생시키도록 펄스 광원부(35)를 제어함과 아울러, 메모리부(BMn)로부터 순서대로 송출되는 패턴 데이터를 구성하는 시리얼 데이터 DLn의 화소마다의 논리 정보에 기초하여 빔(LB)의 강도를 변조한다. 보정 화소 지정부(62)는 묘화 라인(SLn)상에 늘어서는 복수의 화소 중에서, 특정의 위치에 배치되는 적어도 1개의 화소를 보정 화소로서 지정한다. 송출 타이밍 전환부(64)는 스팟광 SP가 묘화 라인(SLn)상의 보정 화소 이외의 통상 화소를 주사하는 타이밍에서는, 클록 펄스의 N개가 1화소에 대응하고, 스팟광 SP가 묘화 라인(SLn)상의 보정 화소를 주사하는 타이밍에서는, 클록 펄스의 N±m개가 1화소에 대응하도록, 화소의 논리 정보의 메모리부(BMn)로부터의 송출 타이밍을 전환한다. 따라서, 묘화 라인(SLn)(묘화하는 패턴)의 배율을 섬세하게 보정할 수 있어, 미크론 오더에서의 정밀한 중첩 노광을 행할 수 있다.

[0207] 노광 장치(EX)는 빔(LB)을 1차원으로 편향하는 폴리곤 미러(PM)와, 폴리곤 미러(PM)에서 편향된 빔(LB)가 입사되어, 기판(P)상에 스팟광 SP로서 집광되는 광학 렌즈 부재(적어도, fθ 렌즈(FT) 및 실린드리칼 렌즈(CYb)를 포함함)를 가지는 주사 유닛(Un)을 복수 개 구비한다. 노광 장치(EX)는 복수의 주사 유닛(Un)의 각각으로부터 투사되는 스팟광 SP에 의해서, 기판(P)상에 패턴을 묘화한다. 이것에 의해, 노광 영역 W의 폭을 간단하게 넓힐 수 있다.

[0208] 노광 장치(EX)는 복수의 주사 유닛(Un)의 각각의 폴리곤 미러(PM)의 회전 각도 위치가 소정의 위상 관계가 되도록, 폴리곤 미러(PM)의 각각을 동기 회전시키는 폴리곤 구동 제어부(100)와, 광원 장치(LSa(또는 LSb))로부터의 빔을, 폴리곤 미러(PM)의 회전 각도 위치에 따라서, 복수의 주사 유닛(Un) 중 어느 하나로 순번대로 안내하도록 전환되는 빔 전환부(BDU)를 구비한다. 이것에 의해, 1개의 주사 유닛(Un)이 스팟광 SP의 주사를 개시하고 나서 다음 주사를 개시할 때까지의 동안에, 복수의 주사 유닛(Un)의 각각이 순번대로 스팟광 SP의 주사를 행할 수 있다. 그 결과, 빔(LB)을 유효하게 활용할 수 있다.

[0209] 노광 장치(EX)는 묘화 라인(SLn)상에 위치하는 복수의 화소 중, 보정 대상이 되는 보정 화소를 지정하기 위한 국소 배율 보정 정보(보정 정보) CMgn을, 복수의 주사 유닛(Un)마다 기억하는 국소 배율 설정부(보정 정보 기억부)(112)를 구비한다. 보정 화소 지정부(62)는 빔 전환부(BDU)에 의해서 빔(LB)가 안내되는 주사 유닛(Un)에 대응한 국소 배율 보정 정보 CMgn에 기초하여, 빔(LB)가 안내되는 주사 유닛(Un)의 묘화 라인(SLn)상에 위치하는 보정 화소를 지정한다. 이것에 의해, 묘화 라인(SLn)(주사 유닛(Un))마다, 묘화 라인(SLn)(묘화하는 패턴)의 배율을 섬세하게 보정할 수 있다. 따라서, 패턴 노광의 중첩 정밀도가 향상된다.

[0210] 국소 배율 보정 정보 CMgn은 묘화 라인(SLn)을 따라서 묘화되는 패턴의 묘화 배율에 따라 묘화 라인(SLn)상의 이산적인 복수의 위치의 각각에 보정 화소를 지정하기 위한 보정 위치 정보 Nv를 포함한다. 보정 화소 지정부(62)는 보정 위치 정보 Nv에 기초하여, 묘화 라인(SLn)상에 이산적으로 위치하는 복수의 보정 화소를 지정한다. 송출 타이밍 전환부(64)는 묘화 라인(SLn)상에 위치하는 복수의 보정 화소의 각각에서, 보정 화소에 대해서 N±m개의 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 대응하도록, 논리 정보의 메모리부(BMn)로부터의 송출 타이밍을 전환한다. 이것에 의해, 얼룩없이 묘화 라인(SLn)(묘화하는 패턴)을 배율 보정(신축)시킬 수 있다.

[0211] 국소 배율 보정 정보 CMgn은, 묘화 라인(SLn)을 따라서 묘화되는 패턴의 묘화 배율에 따라서, 상기한 「±m」의 값을 설정하기 위한 배율 정보 SCA를 포함한다. 이것에 의해, 묘화 배율에 따라서, 묘화 라인(SLn)(묘화하는 패턴)을 신축시킬 수 있다.

[0212] 빔 전환부(BDU)는 광원 장치(LSa(또는 LSb))로부터의 빔(LB)의 진행 방향을 따라서 직렬로 배치되어, 빔(LB)의 광로를 전환하여 빔(LB)가 입사되는 주사 유닛(Un)을 1개 선택하는 복수의 선택용 광학 소자(AOMn)를 가진다. 따라서, 묘화 노광해야 할 1개의 주사 유닛(Un)에 대해서 광원 장치(LSa(또는 LSb))로부터의 빔(LB)을 효율적으로 집중시킬 수 있어, 높은 노광량이 얻어진다. 예를 들면, 광원 장치(LSa(또는 LSb))로부터의 하나의 빔(LB)을 복수의 빔 스플리터를 사용하여 3개로 진폭 분할하고, 분할한 3개의 빔(LB)의 각각을, 시리얼 데이터 DLn에 의

해서 변조시키는 묘화용의 음향 광학 변조 소자(강도 변조부)(AOM)를 통해서, 3개의 주사 유닛(Un)으로 안내한 경우, 묘화용의 음향 광학 변조 소자에서의 빔 강도의 감쇠를 20%, 각 주사 유닛(Un) 내에서의 빔 강도의 감쇠를 30%로 하면, 1개의 주사 유닛(Un)에 있어서의 스팟광 SP의 강도는, 원래의 빔(LB)의 강도를 100%이라고 했을 때, 약 18.67%가 된다. 또한, 제1 실시 형태와 같이, 광원 장치(LSa(또는 LSb))로부터의 빔(LB)을 3개의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM3, AOM4~AOM6))에 의해서 편향시키고, 3개의 주사 유닛(Un(U1~U3, U4~U6)) 중 어느 하나로 입사하도록 했을 경우, 선택용 광학 소자(AOMn)에서의 빔 강도의 감쇠를 20%로 했을 때, 1개의 주사 유닛(Un)에 있어서의 스팟광 SP의 강도는, 원래의 빔(LB)의 강도의 약 56%가 된다.

[0213] 복수의 선택용 광학 소자(AOMn)는, 복수의 주사 유닛(Un)에 대응해서 마련되어, 대응하는 주사 유닛(Un)에 빔(LB)을 입사시킬지 여부를 전환한다. 따라서, 복수의 주사 유닛(Un) 중, 빔(LBn)이 입사되어야 할 1개의 주사 유닛(Un)을 간단하게 선택할 수 있다.

[0214] 또한, 본 제1 실시 형태에서는, 폴리곤 미러(PM)의 주사 효율이 1/3, 빔(LBa), LBb가 배분되는 주사 유닛(Un)의 수를 3개로 했으므로, 6개의 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))를 2개의 광학 소자 모듈(2개 세트)로 나누고, 그것에 대응하여 6개의 주사 유닛(Un(U1~U6))을 2개의 주사 모듈(2개 세트)로 나누었다. 그렇지만, 폴리곤 미러(PM)의 주사 효율이 1/H, 주사 유닛(Un) 및 선택용 광학 소자(AOMn)의 수가 Q인 경우는, Q개의 선택용 광학 소자(AOMn)를 Q/H개의 광학 소자 모듈(Q/H 세트)로 나눈다. 그리고, Q개의 주사 유닛(Un)을 Q/H의 주사 모듈로 나누면 된다. 이 경우, Q/H개의 광학 소자 모듈(Q/H 세트)의 각각에 포함되는 선택용 광학 소자(AOMn)의 수는 동일하고, 또, Q/H개의 주사 모듈(Q/H의 세트)의 각각에 포함되는 주사 유닛(Un)의 수도 동일하게 하는 것이 바람직하다. 또한, 이 Q/H는 양수인 것이 바람직하다. 즉, Q는 H의 배수인 것이 바람직하다. 예를 들면, 폴리곤 미러(PM)의 주사 효율이 1/2, 주사 유닛(Un) 및 선택용 광학 소자(AOMn)의 수가 6개인 경우는, 6개의 선택용 광학 소자(AOMn)를 3개의 광학 소자 모듈(3개 세트)로 동일하게 나누고, 6개의 주사 유닛(Un)을 3개의 주사 모듈(3개 세트)로 동일하게 나누면 된다.

[0215] 또, 상기 제1 실시 형태에서는, 폴리곤 미러(PM)의 형상을, 8각형(반사면(RP)이 8개)으로 했지만, 6각형, 7각형여도 되고, 9각형 이상이어도 된다. 이것에 의해, 폴리곤 미러(PM)의 주사 효율도 바뀐다. 일반적으로, 다각형 형상의 폴리곤 미러(PM)의 반사면수 Np 이외의 조건(예를 들면, fΘ 렌즈(FT)의 구경이나 초점 거리 등의 조건)이 동일한 경우는, 반사면수 Np가 많아질수록, 폴리곤 미러(PM)의 1반사면(RP)에 있어서의 주사 효율은 커지고, 반사면수가 적게 될수록, 폴리곤 미러(PM)의 주사 효율은 작아진다. 또, 반사면수 Np가 많아질수록, 폴리곤 미러(PM)의 외형이 원형에 가까워지므로, 회전 중의 풍손(風損)이 줄어 들어, 폴리곤 미러(PM)를 보다 고속으로 회전시킬 수 있다. 예를 들면, 앞의 예와 같이, 8면의 폴리곤 미러(PM)를 주사 효율 1/3 미만으로 사용하는 경우, 24면(8면÷1/3)의 폴리곤 미러(PM)로 바꿀 수도 있다. 다만, 그 경우는, 1개의 광원 장치(LSa(LSb))로부터의 빔(LBa(LBb))을 3개의 주사 유닛(Un)의 각각에 시분할로 배분하기 위해서, 3개의 주사 유닛(Un)의 각각의 24면의 폴리곤 미러(PM)는, 같은 각도 위상이 되도록(원점 신호가 동일 타이밍에서 발생하도록) 동기 회전시켜, 폴리곤 미러(PM)의 2개의 반사면을 걸러 1회의 묘화가 행해지도록 제어하면 된다.

[0216] 또, 상기 제1 실시 형태에서는, 화소의 치수 Px와 치수 Py는 같은 길이(예를 들면, 3㎛)로 했지만, 치수 Px와 치수 Py의 길이를 상이하게 해도 된다. 요점은, 클록 발생부(60)는 Py/(N×Vs)로 정해지는 기준 주기 Ta를 가지고, 스팟광 SP의 주사중에 1화소의 치수 Py당 N개의 클록 펄스를 가지는 클록 신호 LTC를 생성하면 된다.

[0217] [제1 실시 형태의 변형예]

[0218] 상기 제1 실시 형태는, 이하와 같이 변형해도 된다.

[0219] 상기 제1 실시 형태에 있어서는, 통상 화소에 대해서 N(=8)개의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)가 대응하고, 보정 화소에 대해서 N±m(=8±1)개의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)가 대응하도록 했다. 또, 1화소의 치수 Pxy를, 스팟광 SP의 사이즈 φ와 같은 3㎛로 하고, 클록 신호 LTC의 발진 주파수 Fa를 400MHz로 하고 있으므로, 주주사 방향을 따라서 주사되는 스팟광 SP의 투사 간격은 0.375㎛가 된다. 따라서, 보정 화소는, 주주사 방향에 관해서, 치수 Pxy가 3㎛의 통상 화소에 대해서, 0.375㎛만큼 신축한 크기가 된다. 즉, 보정 화소가 신축하는 비율은 12.5(=0.375/3)%가 된다. 또, 배율 정보 SCA에 의해서 결정되는 「±m」의 값이 「±2」인 경우는, 치수 Pxy가 3㎛의 통상 화소에 대해서, 보정 화소는 0.75㎛만큼 신축되고, 그 비율은 25(=0.75/3)%가 된다.

[0220] 이것에 대해서, 1화소의 치수 Pxy를, 스팟광 SP의 사이즈 φ와 같은 3㎛로 하고, 클록 신호 LTC의 발진 주파수 Fa를 400MHz의 2배인 800MHz로 하면, 통상 화소에 대해서 16개의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)가 대응

하게 된다. 따라서, 배율 정보 SCA에 의해서 결정되는 「±m」의 값을 「±1」인 채로 하면, 보정 화소에 대해서 16±1개의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)가 대응한다. 이 경우는, 주주사 방향으로 주사되는 스팟광 SP의 투사 간격은, 0.1875(3×1/16)㎛가 된다. 따라서, 보정 화소는, 주주사 방향에 관해서, 치수 Pxy가 3㎛의 통상 화소에 대해서, 0.1875㎛만큼 신축되고, 그 비율은 6.25(=0.1875/3)%가 된다. 또, 배율 정보 SCA에 의해서 결정되는 「±m」의 값이, 「±2」인 경우는, 치수 Pxy가 3㎛ 통상 화소에 대해서, 보정 화소는 0.375㎛만큼 신축되고, 그 비율은 12.5%가 된다. 따라서, 클록 신호 LTC의 발진 주파수 Fa를 높게 하는 쪽이, 섬세한 배율 보정을 행할 수 있다.

[0221] 그렇지만, 발진 주파수 Fa를 400MHz보다 높게 했을 경우에도, 펄스광 발생부(20)의 DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)가 높게 한 발진 주파수 Fa(예를 들면, 800MHz)로 펄스 모양의 종광 S1, S2를 발생시킬 수 없는 경우가 있다. 또, 높게 한 발진 주파수 Fa로 응답할 수 있는 DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)를 이용했을 경우는, 코스트가 비싸진다고 하는 문제가 있다. 따라서, 본 변형예에서는, 400MHz의 발진 주파수 Fb로 발생한 빔(LB)을 합성함으로써, 스팟광 SP의 주파수를 800MHz로 한다고 하는 것이다.

[0222] 또한, 본 변형예에서는, 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))의 실효적인 길이를 30mm로 하고, 실효적인 사이즈 φ가 3㎛의 스팟광 SP를, 15/16씩, 즉, 2.8125(=3×15/16)㎛씩, 오버랩시키면서 스팟광 SP를 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))을 따라서 기판(P)상(기판(P)의 피조사면상)에 조사하는 것으로 한다. 따라서, 스팟광 SP의 투사 간격은, 0.1875㎛가 되고, 1회 주사로 조사되는 스팟광 SP의 수는 160000(=30〔mm〕/0.1875〔㎛〕)이 된다. 또, 스팟광 SP의 주파수(발진 주파수 Fa)를 800MHz로 하고, 1회 주사로, 스팟광 SP를 160000회 조사하므로, 묘화 라인(SLn)을 따른 스팟광 SP의 1회 주사에 필요한 시간 Tsp는, 200㎲ec(=160000〔회〕/800〔MHz〕)가 되고, 그 주사 속도 Vs는 150m/sec(=30〔mm〕/200〔㎲ec〕)가 된다. 또, 부주사 방향에 대해서도, 스팟광 SP의 주사가 0.1875μm의 간격으로 행해지는 것으로 하면, 시간 Tpx(=620㎲ec)당 0.1875㎛만큼 기판(P)이 진행될 필요가 있기 때문에, 반송 속도(전송 속도) Vt는, 약 0.3024mm/sec(=0.1875〔㎛〕/620〔㎲ec〕)가 된다. 또한, 본 변형예의 폴리곤 미러(PM)의 회전 속도 Vp는, 상기 제1 실시 형태와 같은, 약 12096.8rpm으로 한다.

[0223] 도 17은 본 변형예에 있어서의 광원 장치(LSa(LSb))의 구성을 나타내는 도면이다. 또한, 상기 제1 실시 형태와 동일한 구성에 대해서는 같은 부호를 부여하고, 상이한 지점만을 설명한다. 광원 장치(LSa(LSb))는 클록 신호 발생부(150), 2개의 제어 회로(152a, 152b), 2개의 펄스광 발생부(20(이하, 20a, 20b)), OR 게이트부(클록 발생부)(GX1), 및 합성 광학 부재(154)를 가진다.

[0224] 클록 신호 발생부(150)는 스팟광 SP의 주사 속도를 Vs, N을 2이상의 정수로 하고, 펄스광 발생부(20)(펄스 광원부(35))의 수를 M이라고 했을 때, (Pxy×M)/(N×Vs)로 정해지는 기준 주기 Tb를 가짐과 아울러, 기준 주기 Tb의 1/M의 보정 시간씩 위상을 준 복수 개(M개)의 클록 신호(제1 클록 신호) CK를 발생시킨다. 이 M은 2이상의 정수로서 N보다 작은 정수이다. 본 변형예에서는, 1화소당 클록 펄스(스팟광 SP)의 수 N은 16, M은 2, Pxy는 3㎛, Vs는 150m/sec이 되므로, 기준 주기 Tb=(3㎛×2)/(16×150m/sec)=0.0025㎲ec이 되고, 그 주파수 Fb(1/Tc)는 400MHz가 된다. 또, 클록 신호 발생부(150)는 기준 주기 Tb의 1/M의 보정 시간씩 위상을 준 복수(M개)의 클록 신호를 발생시키기 때문에, 기준 주기 Tb의 1/2 보정 시간씩 위상을 준 2개의 클록 신호 CK를 발생시킨다. 이 2개의 클록 신호 CK를 CKa, CKb로 나타낸다. 즉, 본 변형예의 클록 신호 발생부(150)는 서로 위상이 반주기 어긋난 400MHz의 클록 신호 CKa, CKb를 생성하게 된다. 클록 신호 발생부(150)가 발생시킨(생성한) 클록 신호 CKa는, 제어 회로(152a) 및 OR 게이트부(GX1)에 출력되고, 클록 신호 CKb는 제어 회로(152b) 및 OR 게이트부(GX1)에 출력된다.

[0225] 도 18은 클록 신호 발생부(150)의 구성을 나타내는 도면이다. 클록 신호 발생부(150)는 클록 발생부(60), 원샷 펄스 발생기(LC), 2입력의 AND 게이트부(GX2, GX3), 및 NOT 게이트부(GX4)를 가진다. 상기 제1 실시 형태에서도 설명한 것처럼, 클록 발생부(60)는 전체 배율 보정 정보 TMg에 따른 발진 주파수 Fc(주기 Tc=1/Fc)의 클록 신호 CKs를 발생시킨다(생성한다). 본 변형예에서는, 클록 발생부(60)는 전체 배율 보정 정보 TMg를 0으로 하고, 전체 배율 보정 정보 TMg가 0인 경우에, 발진 주파수(발광 주파수) Fc가 800MHz의 클록 신호 CKs를 생성하는 것으로 한다. 클록 발생부(60)가 발생시킨 클록 신호 CKs는, AND 게이트부(GX1, GX2)의 일방의 입력 단자 및 원샷 펄스 발생기(LC)에 각각 입력된다.

[0226] 원샷 펄스 발생기(LC)는 통상은 논리치 「0」의 신호 SDo를 출력하지만, 클록 신호 CKs의 클록 펄스가 발생하면, 클록 펄스의 하강에서부터 일정 시간 Tdp만큼 논리치 「1」의 신호 SDo를 출력한다. 즉, 원샷 펄스 발생기(LC)는 클록 신호 CKs의 클록 펄스의 하강에 따라 일정 시간 Tdp만큼 논리치를 반전시킨다. 시간 Tdp는 Tc＜Tdp＜2×Tc의 관계로 설정되고, 바람직하게는, Tdp≒1.5×Tc로 설정된다. AND 게이트부(GX3)의 타방의 입력

단자에는, 이 신호 SDo가 입력된다. AND 게이트부(GX2)의 타방의 입력 단자에는, NOT 게이트부(GX4)를 통해서 신호 SDo가 입력된다. 즉, AND 게이트부(GX2)에는 신호 SDo를 반전시킨 신호가 입력된다. AND 게이트부(GX2)는 입력된 클록 신호 CKs와 신호 SDo의 값을 반전한 신호에 기초하여, 클록 신호 CKa를 출력한다. AND 게이트부(GX3)는 입력된 클록 신호 CKs와 신호 SDo에 기초하여, 클록 신호 CKb를 출력한다. 따라서, AND 게이트부(GX2)는 신호 SDo의 논리치가 「0」일 때만, 입력된 클록 신호 CKs의 클록 펄스를 출력하고, AND 게이트부(GX3)는 신호 SDo의 논리치가 「1」일 때만, 입력된 클록 신호 CKs의 클록 펄스를 출력한다.

[0227] 도 19는 도 18의 클록 신호 발생부(150)의 동작을 설명하는 타이밍 차트이다. 신호 SDo의 논리치가 「0」(로우)인 상태에서, 클록 신호 CKs의 클록 펄스(이 클록 펄스를 1번째 클록 펄스라고 부름)가 발생하면, AND 게이트부(GX3)의 출력 신호(클록 신호 CKb)의 값은 「0」(로우)이 된다. 즉, AND 게이트부(GX3)는 입력된 1번째 클록 펄스를 출력하지 않는다. 한편으로, 신호 SDo의 논리치가 「0」인 경우는, NOT 게이트부(GX4)에 의해서 신호 SDo의 값을 반전시킨 값 「1」이 AND 게이트부(GX2)에 입력되므로, AND 게이트부(GX2)의 출력 신호(클록 신호 CKa)의 값은 「1」이 된다. 즉, AND 게이트부(GX2)는 입력된 1번째 클록 펄스를 출력한다.

[0228] 신호 SDo의 논리치 「0」의 상태에서, 클록 신호 CKs의 클록 펄스가 발생하면, 원샷 펄스 발생기(LC)는 그 클록 펄스의 하강에서부터 일정 시간 Tdp만큼 신호 SDo의 논리치를 「1」로 한다. 클록 신호 CKs의 클록 펄스는 시간 Tdp보다 짧은 주기 Tc로 발생하고 있으므로, 다음(2번째) 클록 펄스가 발생하는 타이밍에서는, 신호 SDo의 논리치는 「1」인 채가 된다. 따라서, AND 게이트부(GX3)는 입력된 2번째 클록 펄스를 출력하고, AND 게이트부(GX2)는 2번째 클록 펄스를 출력하지 않는다. 3번째 클록 펄스는 1번째 클록 펄스의 하강에서부터 일정 시간 Tdp가 경과한 후에 발생하므로, 3번째 클록 펄스가 발생하는 타이밍에서는, 신호 SDo의 논리는 「0」으로 되어 있다. 따라서, AND 게이트부(GX3)는 입력된 3번째 클록 펄스를 출력하지 않고, AND 게이트부(GX2)는 입력된 3번째 클록 펄스를 출력한다. 이러한 동작의 반복에 의해, AND 게이트부(GX2)는 발진 주파수 Fc가 800MHz의 클록 신호 CKs의 클록 펄스를 1개 간격으로 솎아낸 클록 신호 CKa를 생성하고, AND 게이트부(GX3)는 클록 신호 CKa에 대해서 위상이 반주기 어긋나도록, 발진 주파수 Fc가 800MHz의 클록 신호 CKs의 클록 펄스를 1개 간격으로 솎아낸 클록 신호 CKb를 생성한다. 즉, 클록 신호 발생부(150)는 발진 주파수 Fc가 800MHz의 클록 신호 CKs를 1/2로 분주하고, 또한 서로 위상이 반주기 어긋난 2개의 클록 신호 CKa, CKb를 생성하고 있다. 따라서, 이 클록 신호 CKa, CKb의 발진 주파수(발광 주파수) Fb는 400MHz가 된다.

[0229] 제어 회로(152a)는 클록 신호 CKa의 각 클록 펄스에 응답하여 종광 S1, S2를 발광하도록, 펄스광 발생부(20a)의 펄스 광원부(35)(구체적으로는, DFB 반도체 레이저 소자(30, 32))를 제어한다. 이것에 의해, 펄스광 발생부(20a)가 사출하는 빔(LBa1(LBb1))의 주파수는 400MHz가 된다. 제어 회로(152b)는 클록 신호 CKb의 각 클록 펄스에 응답하여 종광 S1, S2를 발광하도록, 펄스광 발생부(20b)의 펄스 광원부(35)(구체적으로는, DFB 반도체 레이저 소자(30, 32))를 제어한다. 이것에 의해, 펄스광 발생부(20b)가 사출하는 빔(LBa)2(LBb2)의 주파수는 400MHz가 되고, 또한 빔(LBa1(LBb1))에 대해서 사출 타이밍의 위상이 반주기 어긋나 있다.

[0230] 또한, 본 변형예에서는, 각 펄스광 발생부(20a, 20b)의 DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)가 발광하는 종광 S1, S2는, 서로 편광 방향이 직행한 직선 편광의 광이고, 또한 펄스광 발생부(20a, 20b)의 DFB 반도체 레이저 소자(30)끼리, 및 DFB 반도체 레이저 소자(32)끼리도, 서로 편광 방향이 직교한 직선 편광의 광이다. 이것에 의해, 펄스광 발생부(20a)로부터 사출되는 빔(LBa1(LBb1))과, 펄스광 발생부(20b)로부터 사출되는 빔(LBa)2(LBb2)는, 서로 직행하는 직선 편광의 광이 된다. 본 변형예에서는, 펄스광 발생부(20a)의 DFB 반도체 레이저 소자(30)가 발광하는 종광 S1, 및 펄스광 발생부(20b)의 DFB 반도체 레이저 소자(32)가 발광하는 종광 S2의 편광 상태는 모두 S편광이 된다. 또, 펄스광 발생부(20a)의 DFB 반도체 레이저 소자(32)가 발광하는 종광 S2, 및 펄스광 발생부(20b)의 DFB 반도체 레이저 소자(30)가 발광하는 종광 S1의 편광 상태는 모두 P편광이 된다. 따라서, 본 변형예에서는, 펄스광 발생부(20a)가 사출하는 빔(LBa1(LBb1))은 P편광의 광이 되고, 펄스광 발생부(20b)가 사출하는 빔(LBa)2(LBb2)는 S편광의 광이 된다. 또한, 펄스광 발생부(20a)의 편광 빔 스플리터(34)는, S편광의 광을 투과하고, P편광의 광을 반사하고, 펄스광 발생부(20b)의 편광 빔 스플리터(34)는, P편광의 광을 투과하고 S편광의 광을 반사하는 것을 전제로 한다. 또, 펄스광 발생부(20a)의 편광 빔 스플리터(38)는 P편광의 광을 투과하고 S편광의 광을 반사하며, 펄스광 발생부(20b)의 편광 빔 스플리터(38)는, S편광의 광을 투과하고 P편광의 광을 반사하는 것을 전제로 한다.

[0231] OR 게이트부(GX1)는 입력된 위상이 서로 반주기 어긋나 있는 2개의 클록 신호 CKa, CKb를 합성하여 1개의 클록 신호(기준 클록 신호) LTC를 생성한다(발생시킨다). 이것에 의해, 클록 신호 LTC의 각 클록 펄스(기준 클록 펄스)는 800MHz의 발진 주파수 Fa(주기 Ta=1/Fa)로 발생한다. 또한, 클록 신호 LTC는 클록 신호 발생부(150)의 클록 발생부(60)가 발생시킨 클록 신호 CKs의 주파수 및 위상과 동일하므로, OR 게이트부(GX1)를 마련하지 않아도

된다. 이 경우는, 클록 발생부(60)가 발생시킨 클록 신호 CKs를 클록 신호 LTC로서 이용하면 된다.

[0232] 또, 클록 신호 발생부(150)는 클록 발생부(60)와 가변 지연 회로(도시 생략)를 가지는 구성이어도 된다. 이 경우는, 클록 발생부(60)는 400MHz의 발진 주파수 Fc로 클록 신호 CKs를 생성함(발생시킴)과 아울러, 상기 가변 지연 회로는 클록 신호 CKs의 주기 Tc(=1/Fc)의 1/2만큼 클록 신호 CKs를 지연시킨다. 클록 신호 발생부(150)는 클록 발생부(60)가 발생시킨 클록 신호 CKs를 클록 신호 CKa로서 제어 회로(152a) 및 OR 게이트부(GX1)에 출력함과 아울러, 상기 가변 지연 회로가 1/2 주기 Tc만큼 지연시킨 클록 신호 CKs를 클록 신호 CKb로서 제어 회로(152b) 및 OR 게이트부(GX1)에 출력한다.

[0233] 이 클록 신호 LTC는, 도시하지 않았지만, 도 9에서 나타낸 것과 동일 구성의 보정 화소 지정부(62) 및 송출 타이밍 전환부(64)에 게이트 회로(GTa)를 통해서 입력된다. 본 변형예에서는, 이 800MHz의 클록 신호 LTC에 기초하여, 보정 화소가 지정되어, 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb) 혹은 시리얼 데이터 DL1~DL3(DL4~DL6)의 각 화소의 논리 정보의 송출 타이밍, 즉, 출력하는 논리 정보의 화소를 시프트하는 타이밍, 즉, 화소 시프트 펄스 SBCa(SBCb)의 출력 타이밍이 결정된다. 이 보정 화소 지정부(62) 및 송출 타이밍 전환부(64)는, 광원 장치(LSa(LSb))의 내부에 마련되어 있어도 되고, 광원 장치(LSa(LSb))의 외부에 마련되어 있어도 된다.

[0234] 그리고, 이 송출 타이밍 전환부(64)로부터 출력되는 화소 시프트 펄스 BSCa(BSCb)에 따라서 순서대로 출력되는 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb) 혹은 시리얼 데이터 DL1~DL3(DL4~DL6)의 각 화소의 논리 정보가, 광원 장치(LSa(LSb))의 펄스광 발생부(20a, 20b)의 구동 회로(36a)에 출력된다. 따라서, 펄스광 발생부(20a, 20b)로부터 사출되는 빔(LBa1(LBb1), LBa2(LBb2))는, 이 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb) 혹은 시리얼 데이터 DL1~DL3(DL4~DL6)에 기초하여 그 강도가 변조된다. 또, 사출된 빔(LBa1(LBb1), LBa2(LBb2))는, 합성 광학 부재(154)에 의해서 1개의 빔(LBa(LBb))으로 합성된다. 이 빔(LBa1(LBb1))과 빔(LBa2(LB2b))는, 발진 주파수 Fb가 400MHz로 동일하고, 위상이 반주기 어긋나 있기 때문에, 합성 광학 부재(154)에 의해서 800MHz의 빔(LBa(LBb))이 생성되게 된다. 따라서, 이 생성된 발진 주파수 Fa(=800MHz)의 빔(LBa(LBb))이 광원 장치(LSa(LSb))로부터 사출된다.

[0235] 합성 광학 부재(154)는 펄스광 발생부(20a)가 사출한 P편광의 빔(LBa1(LBb1))과, 펄스광 발생부(20b)가 사출한 S편광의 빔(LBa)2(LBb2)를 합성하는 편광 빔 스플리터(PBS)와, 펄스광 발생부(20a)가 사출한 빔(LBa1(LBb1))을 편광 빔 스플리터(PBS)로 안내하는 미러(M20, M21)와, 펄스광 발생부(20b)가 사출한 빔(LBa)2(LBb2)를 편광 빔 스플리터(PBS)로 안내하는 미러(M22)를 적어도 가진다. 편광 빔 스플리터(PBS)는 P편광의 광을 투과하고, S편광의 광을 반사하는 특성을 가지므로, 빔(LBa1(LBb1))을 투과하고, 빔(LBa)2(LBb2)를 반사한다. 이 때, 편광 빔 스플리터(PBS)의 편향 분리면은, 편광 빔 스플리터(PBS)에 입사되는 빔(LBa1(LBb1))의 광축과 직교하는 평면에 대해서 45도 기울고, 또한 편광 빔 스플리터(PBS)에 입사되는 빔(LBa)2(LBb2)의 광축과 직교하는 평면에 대해서 45도 기울도록 배치되어 있다. 이것에 의해, 편광 빔 스플리터(PBS)를 투과한 빔(LBa1(LBb1))과, 편광 빔 스플리터에서 반사된 빔(LBa)2(LBb2)가 같은 축이 되므로, 빔(LBa1(LBb1))과 빔(LBa)2(LBb2)가 합성된다.

[0236] 또한, 광원 장치(LSa(LSb))로부터 사출되는 빔(LBa(LBb))은, P편향의 빔(LB1)a(LB1b)와 S편광의 빔(LB2)a(LB2b)를 포함되는 것으로 되어 있으므로, 도 5에 나타내는 주사 유닛(Un) 내의 광학 렌즈계(G10), 광 검출기(DT), 및 λ/4 파장판(QW)을 생략해도 된다. 이 경우는, 묘화 라인(SLn)의 기울기를 검출할 수 없게 된다. 또, 묘화 라인(SLn)의 기울기를 검출하고 싶은 경우는, 빔(LB1)a(LB1b)와, 빔(LB2)a(LB2b)의 편향 상태를, 편광판 등에 의해서 모두 동일(예를 들면, 직선 P편향 또는 원편광)하게 한다. 그리고, 합성 광학 부재(154)는, 서로 동축이 되도록 이 2개의 빔(LB1)a(LB1b), 빔(LB2)a(LB2b)를 합성하면 된다.

[0237] 이와 같이, 본 변형예의 노광 장치(EX)에서는, 광원 장치(LSa(LSb))는 2개의 펄스광 발생부(20(20a, 20b))에서, 400MHz로 발광한 빔(LBa1(LBb1), LBa2(LBb2))를 강도 변조하고, 그 강도 변조된 빔(LBa1(LBb1), LBa2(LBb2))를 합성하여 빔(LBa(LBb))으로서 사출하므로, 상기 제1 실시 형태에 비해, 더욱 더, 묘화 라인(SLn)(묘화하는 패턴)의 배율을 섬세하게 보정할 수 있다.

[0238] 또한, 빔(LBa1(LBb1), LBa2(LBb2))의 단위 면적당 강도가 강하면, 그것에 따라서 편광 빔 스플리터(PBS) 등에 그을림이 생겨 버린다. 그 때문에, 단위 면적당 강도를 낮추기 위해서, 빔(LBa1(LBb1), LBa2(LBb2))의 지름을 확대시키는 확대 렌즈(G20a, G20b)와, 확대된 빔(LBa1(LBb1), LBa2(LBb2))를 평행광으로 하는 콜리메이터 렌즈(CL20a, CL20b)를 마련해도 된다. 또, 참조 부호 160은 합성된 빔(LBa(LBb))을 빔 프로파일러(162)로 안내하기 위한 반사경 등을 포함하는 광 도광 부재이다. 이 광 도광 부재(160)는 빔 프로파일러(162)의 계측면상에서 빔(LBa(LBb))이 스팟광이 되도록 빔(LBa(LBb))을 집광(수렴)한다. 빔 프로파일러(162)는 집광된 빔(LBa(LBb))의 스팟광의 2차원적인 광 강도 분포를 고정밀도로 계측한다. 이것에 의해, 합성된 빔(LBa(LBb))의 빔(LBa1(LBb

1))과 빔(LBa)2(LBb2)의 동축성(同軸性)을 정밀하게 계측할 수 있다. 이 광 도광 부재(160)는 반사경의 이동 등에 의해서 빔(LBa(LBb))의 광축 위치(광로)로부터 퇴피(退避) 가능하게 구성된다.

[0239] 또, 본 변형예에서는, 1화소에 대해서 16개의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)가 대응하도록 했지만, 1화소에 대해서 8개의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)가 대응하도록 해도 된다. 스팟광 SP의 투사 간격은, 본 변형예와 마찬가지로, 0.1875㎛로 하면, 8개의 스팟광 SP가 1화소에 대응하기 때문에, 1화소의 치수 Pxy는 1.5(=0.1875×8)㎛가 된다. 따라서, 이 경우는, 스팟광 SP의 사이즈 φ도 치수 Pxy와 같은 정도 이하의 크기, 즉, 1.5㎛ 이하로 한다. 이 경우에도, 본 변형예와 마찬가지의 효과를 얻을 수 있음과 아울러, 화소의 치수를 작게 할 수 있으므로, 패턴의 해상도, 분해능을 비약적으로 섬세하게 할 수 있어, 보다 고정밀하게 패턴을 묘화 노광할 수 있다.

[0240] 화소의 치수 Px와 치수 Py는 같은 길이(예를 들면, 3㎛)로 했지만, 치수 Px와 치수 Py의 길이를 상이하게 해도 된다. 요점은 클록 신호 발생부(150)는, (Py×M)/(N×Vs)로 정해지는 기준 주기 Tb를 가짐과 아울러, 기준 주기 Tb의 1/M의 보정 시간씩 위상을 준 복수(M개)의 클록 신호(제1 클록 신호) CK를 발생시키면 된다.

[0241] [제2 실시 형태]

[0242] 다음에, 제2 실시 형태에 대해서 설명한다. 상기 제1 실시 형태(변형예도 포함함)에서는, 주주사 방향에 있어서의 스팟광 SP의 투사 간격을 일정하게 하고, 국소적으로 보정 화소의 1화소당 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)의 수를 변경함으로써, 묘화 라인(SLn)의 주사 길이를 신축시켰다. 이것에 대해서, 본 제2 실시 형태에서는, 1화소당 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)의 수는 모두 같게 하고, 국소적으로 주주사 방향에 있어서의 스팟광 SP의 투사 간격을 변경시킴으로써, 묘화 라인(SLn)의 주사 길이를 신축시킨다.

[0243] 또한, 본 제2 실시 형태에 있어서는, 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))의 실효적인 길이를 30㎜, 스팟광 SP의 사이즈 φ를 3㎛로 하고, 원칙적으로 주주사 방향에 있어서의 스팟광 SP의 투사 간격을 스팟광 SP의 사이즈 φ의 1/2, 즉, 1.5㎛로 한다. 따라서, 1회 주사로 조사되는 스팟광 SP의 수는, 20000(=30〔㎜〕/1.5〔㎛〕)이 된다. 또, 기판(P)의 부주사 방향의 이송 속도(반송 속도) Vt를 2.419㎜/sec로 하고, 부주사 방향에 대해서도 스팟광 SP의 주사가 1.5㎛의 간격으로 행해지는 것으로 하면, 묘화 라인(SLn)을 따른 1회 주사 개시(묘화 개시) 시점과 다음의 주사 개시 시점의 시간차 Tpx는, 약 620㎲ec(=1.5〔㎛〕/2.419〔㎜/sec〕)이 된다. 이 시간차 Tpx는 8반사면(RP)의 폴리곤 미러(PM)가 1면분(45도=360도/8)만큼 회전하는 시간이다. 이 경우, 폴리곤 미러(PM)의 1회전의 시간이, 약 4.96msec(=8×620〔㎲ec〕)이 되도록 설정될 필요가 있으므로, 폴리곤 미러(PM)의 회전 속도 Vp는 매초 약 201.613 회전(=1/4.96〔msec〕), 즉, 약 12096.8rpm으로 설정된다.

[0244] 또, 폴리곤 미러(PM)의 반사면의 수 Np를 8로 하고, 그 주사 효율을 1/3로 한다. 그 때문에, 묘화 라인(SLn)의 최대 주사 길이(예를 들면, 31㎜)분만큼 스팟광 SP를 주사하는데 필요한 시간 Ts는, Ts=Tpx×주사 효율이 되고, 앞의 수치예의 경우는, 시간 Ts는 약 206.666···㎲ec(620〔㎲ec〕/3)이 된다. 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))이 신축되지 않는 경우(배율이 1배인 경우)의 실효적인 주사 길이를 30㎜로 하므로, 이 묘화 라인(SLn)을 따른 스팟광 SP의 1 주사의 주사 시간 Tsp는, 약 200μsec(=206.666···〔㎲ec〕×30〔㎜〕/31〔㎜〕)이 된다. 따라서, 묘화 라인(SLn)이 신축되지 않는 경우는, 이 시간 Tsp의 동안에, 20000의 스팟광 SP(펄스광)를 조사할 필요가 있으므로, 광원 장치(LS)로부터의 빔(LB)의 발광 주파수(발진 주파수) Fe는, Fe≒20000〔회〕/200〔㎲ec〕=100MHz가 된다. 또, 스팟광 SP의 주사 속도 Vs는, 30〔㎜〕/200〔㎲ec〕=150m/sec이 된다. 또한, 본 제2 실시 형태에서는, 1화소의 치수 Pxy를 스팟광 SP의 실효적인 사이즈 φ와 같은 3㎛로 하고, 1화소에 대해서 2개의 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)가 대응하고 있는 것으로 한다.

[0245] 도 20은 제2 실시 형태에 있어서의 광원 장치(LSa(LSb))의 내부에 마련되는 신호 발생부(22a)의 구성을 나타내는 도면이다. 또한, 상기 제1 실시 형태(변형예도 포함함)와 마찬가지의 구성에 대해서는 같은 부호를 부여하고, 상이한 부분만을 설명한다. 이 신호 발생부(22a)는, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, 제어 회로(22)의 내부에 마련되어 있지만, 제어 회로(22)의 외부에 마련되어 있어도 된다. 또, 광원 장치(LSa(LSb))의 외부에 이 신호 발생부(22a)를 마련해도 된다. 또, 본 제2 실시 형태에서는, 도 12에 나타내는 국소 배율 설정부(112)로부터 보정 위치 정보 Nv′와 신축 정보(극성 정보) POL′을 가지는 국소 배율 보정 정보 CMgn′이 신호 발생부(22a)에 보내지는 것으로 한다. 이 국소 배율 설정부(112)는 주사 유닛(Un(U1~U6)) 마다, 국소 배율 보정 정보 CMgn′(CMg1′~CMg6')을 기억한다. 국소 배율 설정부(112)는 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, 스팟광 SP의 주사를 행하는 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn′을 광원 장치(LS(LSa, LSb))의 신호 발생부(22a)에 출력한다. 또한, 국소 배율 보정 정보 CMgn′은 국소 배율 보정을 행하기 위한 정보이다.

[0246] 신호 발생부(22a)는 클록 신호 발생부(200), 보정점 지정부(202), 및 클록 전환부(204)를 가진다. 이 클록 신호 발생부(200), 보정점 지정부(202), 및 클록 전환부(204) 등은, FPGA(Field Programmable Gate Array)에 의해 집약하여 구성할 수 있다. 클록 신호 발생부(200)는 φ/Vs로 결정되는 주기보다도 짧은 기준 주기 Te를 가짐과 아울러, 기준 주기 Te의 1/N의 보정 시간씩 위상차를 준 복수(N개)의 클록 신호 CK_p(p=0, 1, 2, · · ·, N-1)를 생성한다. φ는 스팟광 SP의 실효적인 사이즈이고, Vs는 기판(P)에 대한 스팟광 SP의 주주사 방향의 상대적인 속도이다. 또한, 기준 주기 Te가 φ/Vs로 결정되는 주기보다도 긴 경우는, 주주사 방향을 따라서 조사되는 스팟광 SP가 소정의 간격을 두고 이산적으로 기판(P)의 피조사면상에 조사되어 버린다. 반대로, 기준 주기 Te가 φ/Vs로 결정되는 주기보다도 짧은 경우는, 스팟광 SP가 주주사 방향에 관해서 서로 중첩되도록 기판(P)의 피조사면상에 조사된다. 본 제2 실시 형태에서는, 원칙적으로, 스팟광 SP가 사이즈 φ의 1/2씩 오버랩되도록 발진 주파수 Fe가 100MHz의 펄스 모양의 스팟광 SP를 조사하므로, 기준 주기 Te는 1/Fe=1/100〔MHz〕=10〔nsec〕가 되고, φ/Vs=3〔㎛〕/150〔mm/sec〕=20nsec 보다 작은 값이 된다. 또, N=50으로 하므로, 클록 신호 발생부(200)는 0.2nsec(=10〔nsec〕/50)의 위상차가 주어진 50개의 클록 신호 CK_0~CK_{49}를 생성한다.

[0247] 구체적으로는, 클록 신호 발생부(200)는 클록 발생부(발진기)(60)와, 복수(N-1개)의 지연 회로 De(De01~De49)를 가진다. 클록 발생부(60)는 전체 배율 보정 정보 TMg에 따른 발진 주파수 Fe(=1/Te)로 발진하는 클록 펄스로 이루어지는 클록 신호 CK_0을 발생시킨다. 본 제2 실시 형태에서는, 전체 배율 보정 정보 TMg를 0으로 하고, 클록 발생부(60)는 100MHz의 발진 주파수 Fe(기준 주기 Te=10nsec)로 클록 신호 CK_0을 발생시킨다.

[0248] 클록 발생부(60)로부터의 클록 신호(출력 신호) CK_0은 직렬로 접속된 복수의 지연 회로 De(De01~De49)의 초단(初段)(선두)의 지연 회로(De01)에 입력됨과 아울러, 클록 전환부(204)의 1번째 입력 단자에 입력된다. 이 지연 회로(De(De01~De049))는 입력 신호인 클록 신호 CK_p를 일정 시간(Te/N=0.2nsec)만큼 지연시켜 출력한다. 따라서, 초단의 지연 회로(De01)는 클록 발생부(60)가 발생시킨 클록 신호 CK_0와 동일한 기준 주기 Te(10nsec)이고, 또한 클록 신호 CK_0에 대해서 0.2nsec의 지연을 가진 클록 신호(출력 신호) CK_1을 출력한다. 마찬가지로, 2단째 지연 회로(De02)는 전단(前段)의 지연 회로(De01)로부터의 클록 신호(출력 신호) CK_1와 동일한 기준 주기 Te(10nsec)이고, 또한 클록 신호 CK_1에 대해서 0.2nsec의 지연을 가진 클록 신호(출력 신호) CK_2를 출력한다. 3단째 이후의 지연 회로(De03~De49)도 마찬가지로, 전단(前段)의 지연 회로((De02)~De48)로부터의 클록 신호(출력 신호)(CK_2~CK_{48})와 동일한 기준 주기 Te(10nsec)이고, 또한 클록 신호 CK_2~CK_{48}에 대해서 0.2nsec의 지연을 가진 클록 신호(출력 신호) CK_3~CK_{49}를 출력한다.

[0249] 클록 신호 CK_0~CK_{49}는 0.2nsec씩 위상차가 주어진 신호이기 때문에, 클록 신호 CK_0은 클록 신호 CK_{49}와 동일한 기준 주기 Te(10nsec)이고, 또한 클록 신호 CK_{49}에 대해서 추가로 0.2nsec의 지연을 가진 클록 신호와, 정확하게 1 주기만큼 어긋난 신호가 된다. 따라서, 클록 신호 CK_0은 실질적으로 클록 신호 CK_{49}의 각 클록 펄스에 대해서 0.2nsec의 지연된 클록 신호로 간주할 수 있다. 지연 회로(De01~De49)로부터의 클록 신호 CK_1~CK_{49}는, 클록 전환부(204)의 2번째~50번째 입력 단자에 입력된다.

[0250] 각 지연 회로 De(De01~De49)는, 예를 들면, 도 21a 또는 도 21b에 나타내는 것 같은 게이트 회로(논리 회로)가 사용된다. 도 21a에서는, 일방의 입력 단자(In1)에 입력 신호(클록 신호 CK_p)가 입력되고, 타방의 입력 단자(In2)에, 하이(논리치는 1)의 신호가 인가되는 AND 게이트 회로(GT10)에 의해서 구성된다. 이 AND 게이트 회로(GT10)에 의해서, 입력 신호(클록 신호 CK_p)에 대해서 0.2nsec만큼 지연을 가진 출력 신호(클록 신호 CK_{p+1})가 출력된다. 또, 도 21b에서는, 일방의 입력 단자(In1)에 입력 신호(클록 신호 CK_p)가 입력되고, 타방의 입력 단자(In2)에, 로우(논리치는 0)의 신호가 인가되는 OR 게이트 회로(GT11)에 의해서 구성된다. 이 OR 게이트 회로(GT11)에 의해서, 입력 신호(클록 신호 CKp)에 대해서 0.2nsec만큼 지연을 가진 출력 신호(클록 신호 CK_{p+1})가 출력된다. 이와 같이, 각 지연 회로 De(De01~De49)는 복수의 트랜지스터로 만들어진 게이트 회로(논리 회로)에 의해서 원하는 지연 시간을 얻도록 해도 되고, 1~2개의 트랜지스터를 접속한 간단한 것이어도 된다.

[0251] 클록 전환부(204)는 입력된 50개의 클록 신호 CK_p(CK_0~CK_{49}) 중, 어느 하나의 클록 신호 CK_p를 선택하고, 선택한 클록 신호 CK_p를 클록 신호(기준 클록 신호) LTC로서 출력하는 멀티플렉서(선택 회로)이다. 따라서, 클록 신호

LTC의 발진 주파수 Fa(=1/Ta)는, 원칙적으로 클록 신호 CK_0~CK_{49}의 발진 주파수 Fe(=1/Ta), 즉, 100MHz와 같게 된다. 제어 회로(22)는 클록 전환부(204)로부터 출력되는 클록 신호 LTC의 각 클록 펄스에 응답하여 종광 S1, S2가 발광하도록, DFB 반도체 레이저 소자(30, 32)를 제어한다. 따라서, 광원 장치(LSa(LSb))로부터 사출되는 펄스 모양의 빔(LBa(LBb))의 발진 주파수 Fa는, 원칙적으로 100MHz가 된다.

[0252] 클록 전환부(204)는 스팟광 SP가 주사선상에 위치하는 특정의 보정점 CPP를 통과하는 타이밍에서, 클록 신호 LTC로서 출력하는 클록 신호 CK_p, 즉, 빔(LBa(LBb))의 발생에 기인하는 클록 신호 CK_p를, 위상차가 상이한 다른 클록 신호 CK_p로 전환한다. 클록 전환부(204)는 스팟광 SP가 보정점 CPP를 통과하는 타이밍에서, 클록 신호 LTC로서 선택하는 클록 신호 CK_p를, 클록 신호 LTC로 하여 현재 선택하고 있는 클록 신호 CK_p에 대해서 0.2nsec만큼 위상차를 가지는 클록 신호 $CK_{p\pm 1}$로 전환한다. 이 전환하는 클록 신호 $CK_{p\pm 1}$의 위상차의 방향, 즉, 위상이 0.2nsec만큼 지연되는 방향이 위상이 0.2nsec만큼 진행하는 방향인지는, 국소 배율 보정 정보(보정 정보) CMgn′(CMg1′~CMg6')의 일부인 1비트의 신축 정보(극성 정보) POL′에 따라 결정된다.

[0253] 신축 정보 POL′이 하이 「1」(신장)인 경우는, 클록 전환부(204)는 현재 클록 신호 LTC로서 출력하고 있는 클록 신호 CK_p에 대해서 0.2nsec만큼 위상이 지연된 클록 신호 CK_{p+1}를 클록 신호 LTC로서 선택하여 출력한다. 또, 신축 정보 POL′이 로우 「0」(축소)인 경우는, 클록 전환부(204)는 현재 클록 신호 LTC로서 출력하고 있는 클록 신호 CK_p에 대해서 0.2nsec만큼 위상이 진행한 클록 신호 CK_{p-1}을 클록 신호 LTC로서 선택하여 출력한다. 예를 들면, 클록 전환부(204)는 현재 클록 신호 LTC로서 출력하고 있는 클록 신호 CK_p가 CK_{11}인 경우에 있어서, 신축 정보 POL′이 하이(H)인 경우는, 클록 신호 LTC로서 출력하는 클록 신호 CK_p를 클록 신호 CK_{12}로 전환하고, 신축 정보 POL′이 로우(L)인 경우는, 클록 신호 LTC로서 출력하는 클록 신호 CK_p를 클록 신호 CK_{10}으로 전환한다. 스팟광 SP의 1회 주사 기간 중은, 동일한 신축 정보 POL′이 입력된다.

[0254] 클록 전환부(204)는 빔 전환부(BDU)에 의해서 빔(LBn)이 입사되는 주사 유닛(Un)에 대응한 국소 배율 보정 정보 CMgn′의 신축 정보 POL′을 이용하여, 클록 신호 LTC로서 출력되는 클록 신호 CK_p의 위상이 어긋나는 방향(위상이 진행되는 방향인지 지연되는 방향인지)을 결정한다. 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)(LB1~LB3)은 주사 유닛(U1~U3)의 어느 하나로 안내된다. 따라서, 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)의 클록 전환부(204)는, 주사 유닛(U1~U3) 중, 빔(LBn)이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn′의 신축 정보 POL′에 기초하여, 클록 신호 LTC로서 출력되는 클록 신호 CK_p의 위상이 어긋나는 방향을 결정한다. 예를 들면, 주사 유닛(U2)에 빔(LB2)가 입사되는 경우는, 광원 장치(LSa)의 클록 전환부(204)는, 주사 유닛(U2)에 대응한 국소 배율 보정 정보 CMg2′의 신축 정보 POL′에 기초하여, 클록 신호 LTC로서 출력되는 클록 신호 CK_p의 위상이 어긋나는 방향을 결정한다.

[0255] 또, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)(LB4~LB6)는 주사 유닛(U4~U6)의 어느 하나로 안내된다. 따라서, 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)의 클록 전환부(204)는, 주사 유닛(U4~U6) 중, 빔(LBn)이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn′의 신축 정보 POL′에 기초하여, 클록 신호 LTC로서 출력되는 클록 신호 CK_p의 위상이 어긋나는 방향을 결정한다. 예를 들면, 주사 유닛(U6)에 빔(LB6)이 입사되는 경우는, 광원 장치(LSb)의 클록 전환부(204)는 주사 유닛(U6)에 대응한 국소 배율 보정 정보 CMg6′의 신축 정보 POL′에 기초하여, 클록 신호 LTC로서 출력되는 클록 신호 CK_p의 위상이 어긋나는 방향을 결정한다.

[0256] 보정점 지정부(202)는 각 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))상의 특정의 점을 보정점 CPP로서 지정한다. 보정점 지정부(202)는 국소 배율 보정 정보(보정 정보) CMgn′(CMg1′~CMg6')의 일부인 보정점 CPP를 지정하기 위한 보정 위치 정보(설정치) Nv′에 기초하여 보정점 CPP를 지정한다. 이 국소 배율 보정 정보 CMgn′의 보정 위치 정보 Nv′는 묘화 라인(SLn)을 따라서 묘화되는 패턴의 묘화 배율(또는 묘화 라인(SLn)의 주주사 방향에 있어서의 배율)에 따라서, 묘화 라인(SLn)상의 등간격으로 이산적인 복수의 위치의 각각에 보정점 CPP를 지정하기 위한 정보로서, 보정점 CPP와 보정점 CPP의 거리 간격(등간격)을 나타내는 정보이다. 이것에 의해, 보정점 지정부(202)는 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))상에 등간격으로 이산적으로 배치되는 위치를 보정점 CPP로서 지정할 수 있다. 이 보정점 CPP는 묘화 라인(SLn)을 따라서 투사되는 서로 이웃하는 2개의 스팟광 SP의 투사 위치(스팟광 SP의 중심 위치)의 사이로 설정된다.

[0257] 보정점 지정부(202)는 빔 전환부(BDU)에 의해서 빔(LBn)이 입사되는 주사 유닛(Un)에 대응한 국소 배율 보정 정

보 CMgn′ 의 보정 위치 정보 Nv ′ 을 이용하여 보정점 CPP를 지정한다. 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)(LB1~LB3)가 주사 유닛(U1~U3)의 어느 하나로 안내되므로, 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)의 보정점 지정부(202)는 주사 유닛(U1~U3) 중, 빔(LBn)이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn′ 의 보정 위치 정보 Nv ′ 에 기초하여 보정점 CPP를 지정한다. 예를 들면, 주사 유닛(U2)에 빔(LB2)가 입사되는 경우는, 광원 장치(LSa)의 보정점 지정부(202)는, 주사 유닛(U2)에 대응한 국소 배율 보정 정보 CMg2′ 의 보정 위치 정보 Nv ′ 에 기초하여, 묘화 라인(SLn2)상에 등간격으로 이산적으로 배치되는 복수의 위치를 보정점 CPP로서 지정한다.

[0258] 또, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)(LB4~LB6)가 주사 유닛(U4~U6)의 어느 하나로 안내되므로, 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)의 보정점 지정부(202)는, 주사 유닛(U4~U6) 중, 빔(LBn)이 입사되는 1개의 주사 유닛(Un)에 대응하는 국소 배율 보정 정보 CMgn′ 의 보정 위치 정보 Nv ′ 에 기초하여 보정점 CPP를 지정한다. 예를 들면, 주사 유닛(U6)에 빔(LB6)이 입사되는 경우는, 광원 장치(LSb)의 보정점 지정부(202)는 주사 유닛(U6)에 대응한 국소 배율 보정 정보 CMg6′ 의 보정 위치 정보 Nv ′ 에 기초하여, 묘화 라인(SLn6)상에 등간격으로 이산적으로 배치되는 복수의 위치를 보정점 CPP로서 지정한다.

[0259] 이 보정점 지정부(202)에 대해 구체적으로 설명하면, 보정점 지정부(202)는 분주 카운터 회로(212)와 시프트 펄스 출력부(214)를 가진다. 분주 카운터 회로(212)는 감산 카운터로서, 클록 전환부(204)로부터 출력되는 클록 신호 LTC의 클록 펄스(기준 클록 펄스)가 입력된다. 클록 전환부(204)로부터 출력된 클록 신호 LTC의 클록 펄스는, 게이트 회로(GTa)를 통해서 분주 카운터 회로(212)에 입력된다. 게이트 회로(GTa)는 상기 제1 실시 형태에서 설명한 묘화 허가 신호 SQn이 하이(H)의 기간에 열리는 게이트이다. 즉, 분주 카운터 회로(212)는 묘화 허가 신호 SQn이 하이인 기간 중에만, 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 카운트하게 된다. 광원 장치(LSa)의 신호 발생부(22a)의 게이트 회로(GTa)에는, 주사 유닛(U1~U3)에 대응하는 3개의 묘화 허가 신호 SQ1~SQ3이 인가된다. 따라서, 광원 장치(LSa)의 게이트 회로(GTa)는, 묘화 허가 신호 SQ1~SQ3 중 어느 것이 하이(H)의 기간에 입력된 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 분주 카운터 회로(212)에 출력한다. 마찬가지로, 광원 장치(LSb)의 신호 발생부(22a)의 게이트 회로(GTa)에는, 주사 유닛(U4~U6)에 대응하는 3개의 묘화 허가 신호 SQ4~SQ6이 인가된다. 따라서, 광원 장치(LSb)의 게이트 회로(GTa)는 묘화 허가 신호 SQ4~SQ6 중 어느 것이 하이(H)의 기간에 입력된 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 분주 카운터 회로(212)에 출력한다.

[0260] 분주 카운터 회로(212)는 카운트값 C3이 보정 위치 정보(설정치) Nv ′ 으로 프리 세트되어, 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 입력될 때마다 카운트값 C3을 감소시킨다. 분주 카운터 회로(212)는 카운트값 C3이 0이 되면 1 펄스의 일치 신호 Idc를 시프트 펄스 출력부(214)에 출력한다. 즉, 분주 카운터 회로(212)는 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 보정 위치 정보 Nv ′ 분만큼 카운트하면 일치 신호 Idc를 출력한다. 이 일치 신호 Idc는, 다음 클록 펄스가 발생하기 전에 보정점 CPP가 존재하는 것을 나타내는 정보이다. 또, 분주 카운터 회로(212)는 카운트값 C3이 0이 된 후, 다음 클록 펄스가 입력되면, 카운트값 C3을 보정 위치 정보 Nv ′ 으로 프리 세트한다. 이것에 의해, 묘화 라인(SLn)을 따라서 등간격으로 보정점 CPP를 복수 지정할 수 있다. 또한, 보정 위치 정보 Nv ′ 의 구체적인 값은, 다음에 예시한다.

[0261] 시프트 펄스 출력부(214)는 일치 신호 Idc가 입력되면 시프트 펄스 CS를 클록 전환부(204)에 출력한다. 이 시프트 펄스 CS가 발생하면, 클록 전환부(204)는 클록 신호 LTC로서 출력하는 클록 신호 CK_p를 전환한다. 이 시프트 펄스 CS는 보정점 CPP를 나타내는 정보로서, 분주 카운터 회로(212)의 카운트값 C3이 0이 된 후, 다음 클록 펄스가 입력되기 전에 발생한다. 따라서, 분주 카운터 회로(212)의 카운트값 C3을 0으로 한 클록 펄스에 따라 발생한 빔(LBa(LBb))의 스팟광 SP의 기판(P)상에 있어서의 위치와, 다음 클록 펄스에 따라 발생한 빔(LBa(LBb))의 스팟광 SP의 기판(P)상에 있어서의 위치의 사이에 보정점 CPP는 존재하게 된다.

[0262] 상술한 것처럼, 본 제2 실시 형태에서는, 1 묘화 라인(SLn)당 20000개의 스팟광 SP를 투사하여, 묘화 라인(SLn)상에 보정점 CPP를 등간격으로 이산적으로 40개 배치하면, 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)의 500개 간격으로 보정점 CPP가 배치되게 된다. 따라서, 보정 위치 정보 Nv ′ 는 500이 된다.

[0263] 도 22는 도 20에 나타내는 신호 발생부(22a)의 각 부로부터 출력되는 신호를 나타내는 타임 차트이다. 클록 신호 발생부(200)가 발생시키는 50개의 클록 신호 CK_0~CK_{49}는, 모두 클록 발생부(60)가 출력하는 클록 신호 CK_0와 같은 주기 Te이지만, 그 위상이 0.2nsec씩 지연된 것으로 되어 있다. 따라서, 예를 들면, 클록 신호 CK_3은 클록 신호 CK_0에 대해서 0.6nsec 위상이 지연된 것으로 되고, 클록 신호 CK_{49}는 클록 신호 CK_0에 대해서 9.8nsec 위상이 지연된 것으로 되어 있다.

[0264] 분주 카운터 회로(212)가 클록 전환부(204)로부터 출력되는 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 보정 위치 정보(설정치) Nv′ 분만큼 카운트하면 일치 신호 Idc(도시 생략)를 출력하고, 이것에 따라서, 시프트 펄스 출력부(214)가 시프트 펄스 CS를 출력한다. 시프트 펄스 출력부(214)는, 통상은, 하이(논리치가 1)의 신호를 출력하고 있지만, 일치 신호 Idc가 출력되면 로우(논리치는 0)로 하강하고, 클록 신호 CKp의 기준 주기 Te의 절반(반주기)의 시간이 경과하면 하이(논리치는 1)로 상승하는 시프트 펄스 CS를 출력한다. 이것에 의해, 이 시프트 펄스 CS는, 분주 카운터 회로(212)가 클록 신호 LTC의 클록 펄스를 보정 위치 정보(설정치) Nv′ 분만큼 카운트하고 나서, 다음 클록 펄스가 입력되기 전에 상승한다.

[0265] 클록 전환부(204)는 시프트 펄스 CS의 상승에 응답하여, 클록 신호 LTC로서 출력하는 클록 신호 CK_p를, 시프트 펄스 CS가 발생하기 직전까지 출력하고 있던 클록 신호 CK_p로부터, 신축 정보 POL′ 에 따른 방향으로 0.2nsec 위상이 어긋난 클록 신호 $CK_{p\pm1}$로 전환한다. 도 22의 예에서는, 시프트 펄스 CS가 발생하기 직전까지 클록 신호 LTC로서 출력하고 있던 클록 신호 CK_p를 CK_0, 신축 정보 POL′ 을 「0」(축소)으로 하고 있으므로, 시프트 펄스 CS의 상승에 응답하여, 클록 신호 CK_{49}로 전환되어 있다. 이와 같이, 신축 정보 POL′ 이 「0」인 경우는, 스팟광 SP가 보정점 CPP를 통과할 때마다(즉, 시프트 펄스 CS가 발생할 때마다), 클록 전환부(204)는 위상이 0.2nsec씩 진행하도록 클록 신호 LTC로서 출력하는 클록 신호 CK_p를 전환한다. 따라서, 클록 신호 LTC로서 출력(선택)되는 클록 신호 CK_p는 CK_0→CK_{49}→CK_{48}→CK_{47}→····의 순번으로 전환된다. 이 시프트 펄스 CS가 발생하는 보정점 CPP의 위치에서는, 클록 신호 LTC의 주기가 기준 주기 Te(=10nsec)에 대해서, 0.2nsec 짧은 시간(9.8nsec)이 되고, 그 이후는, 스팟광 SP가 다음 보정점 CPP를 통과할 때까지(다음 시프트 펄스 CS가 발생할 때까지), 클록 신호 LTC의 주기는 기준 주기 Te(=10nsec)가 된다.

[0266] 반대로, 신축 정보 POL′ 이 「1」인 경우는, 스팟광 SP가 보정점 CPP를 통과할 때마다(즉, 시프트 펄스 CS가 발생할 때마다), 클록 전환부(204)는 위상이 0.2nsec씩 지연되도록 클록 신호 LTC로서 출력(선택)하는 클록 신호 CK_p를 전환한다. 따라서, 클록 신호 LTC로서 출력(선택)되는 클록 신호 CK_p는, CK_0→CK_1→CK_2→CK_3→····의 순번으로 전환된다. 이 시프트 펄스 CS가 발생하는 보정점 CPP의 위치에서는, 클록 신호 LTC의 주기가 기준 주기 Te(=10nsec)에 대해서, 0.2nsec 긴 시간(10.2nsec)이 되고, 그 이후는, 스팟광 SP가 다음 보정점 CPP를 통과할 때까지(다음 시프트 펄스 CS가 발생할 때까지), 클록 신호 LTC의 주기는 기준 주기 Te(=10nsec)가 된다.

[0267] 본 제2 실시 형태에서는, 실효적인 사이즈 φ가 3㎛의 스팟광 SP가 1.5㎛씩 중첩되도록 주주사 방향을 따라서 투사되므로, 보정점 CPP에 있어서의 클록 신호 LTC의 주기의 보정 시간(±0.2nsec)은, 0.03㎛(=1.5〔㎛〕×(±0.2〔nsec〕/10〔nsec〕))에 상당하고, 1 화소당 ±0.03㎛ 신축하게 된다. 따라서, 상기 제1 실시 형태(변형예도 포함함)에 비해, 보다 섬세한 배율 보정이 가능해진다.

[0268] 도 23a는 국소 배율 보정이 행해지고 있지 않은 경우에 묘화되는 패턴 PP를 설명하는 도면이고, 도 23b는 도 22에 나타내는 타임 차트에 따라서 국소 배율 보정(축소)이 행해졌을 경우에 묘화되는 패턴 PP를 설명하는 도면이다. 또한, 강도가 고레벨인 스팟광 SP를 실선으로 나타내고, 강도가 저레벨 또는 제로인 스팟광 SP를 파선으로 나타내고 있다.

[0269] 도 23a, 도 23b에 나타내는 것처럼, 클록 신호 LTC의 각 클록 펄스에 응답하여 발생한 스팟광 SP에 의해서 패턴 PP가 묘화된다. 도 23a과 도 23b의 클록 신호 LTC와 패턴 PP를 구별하기 위해서, 도 23a(국소 배율 보정이 행해지고 있지 않은 경우)의 클록 신호 LTC, 패턴 PP를, LTC1, PP1로 나타내고, 도 23b(국소 배율 보정이 행해진 경우)의 클록 신호 LTC, 패턴 PP를, LTC2, PP2로 나타내고 있다.

[0270] 국소 배율 보정이 행해지고 있지 않은 경우는, 도 23a에 나타내는 것처럼, 묘화되는 각 화소의 치수 Pxy는 주주사 방향에 있어서 일정한 길이가 된다. 또한, 화소의 부주사 방향(X방향)의 길이를 Px로 나타내고, 주주사 방향(Y방향)의 길이를 Py로 나타내고 있다. 도 22에 나타내는 것 같은 타임 차트에 따라서 국소 배율 보정(축소)이 행해지면, 보정점 CPP를 포함하는 화소의 치수 Pxy는, 화소의 길이 Py가 ΔPy(=0.03㎛)만큼 줄어든 상태가 된다. 반대로, 신장의 국소 배율 보정이 행해지면, 보정점 CPP를 포함하는 화소의 치수 Pxy는, 화소의 길이 Py가 ΔPy(=0.03㎛)만큼 늘어난 상태가 된다.

[0271] 또한, 시리얼 데이터 DLn의 화소 시프트에 대해서는 특별히 언급하지 않았지만, 클록 전환부(204)로부터 클록 신호 LTC의 클록 펄스가 2개 출력될 때마다, 도 12에 나타내는 묘화 데이터 출력부(114)는, 광원 장치(LSa(LSb))의 구동 회로(36a)에 출력하는 시리얼 데이터 DLn의 화소의 논리 정보를 행방향으로 1개 시프트한다.

이것에 의해, 스팟광 SP(클록 신호 LTC의 클록 펄스)의 2개가 1화소에 대응하게 된다.

[0272] 이상과 같이, 제2 실시 형태의 노광 장치(EX)는, 펄스 광원부(35)로부터의 종광 S1, S2에 따라 생성되는 빔(LB)(Lse, LBa, LBb, LBn)의 스팟광 SP를 패턴 데이터에 따라 강도 변조하면서, 기판(P)상의 묘화 라인(SLn)을 따라서 스팟광 SP를 상대적으로 주사함으로써, 기판(P)상에 패턴을 묘화한다. 노광 장치(EX)는 클록 신호 발생부(200), 제어 회로(광원 제어부)(22), 및 클록 전환부(204)를 적어도 구비한다. 상술한 것처럼, 클록 신호 발생부(200)는 φ/Vs로 결정되는 주기보다도 짧은 기준 주기 Te(예를 들면, 10nsec)를 가짐과 아울러, 기준 주기 Te의 1/N의 보정 시간(예를 들면, 0.2nsec)씩 위상차를 준 복수(N=50개)의 클록 신호 CK_p(CK_0~CK_{49})를 생성한다. 제어 회로(광원 제어부)(22)는 복수의 클록 신호 CK_p 중 어느 하나의 클록 신호 CK_p(클록 신호 LTC)의 각 클록 펄스에 응답하여 빔(LB)가 발생하도록 펄스 광원부(35)를 제어한다. 클록 전환부(204)는 스팟광 SP가 묘화 라인(SLn)상에 지정되는 특정의 보정점 CPP를 통과하는 타이밍에서, 빔(LB)의 발생에 기인하는 클록 신호 CK_p, 즉, 클록 신호 LTC로서 출력되는 클록 신호 CK_p를, 위상차가 상이한 다른 클록 신호 CK_p로 전환한다. 따라서, 묘화 라인(SLn)(묘화하는 패턴)의 배율을 섬세하게 보정할 수 있어, 미크론 오더에서의 정밀한 중첩 노광을 행할 수 있다.

[0273] 클록 전환부(204)는 스팟광 SP가 묘화 라인(SLn)상의 보정점 CPP를 통과할 때, 제어 회로(22)에 현재 입력되고 있는 클록 신호 CK_p에 대해서, 보정 시간(±Te/N=0.2nsec)의 위상차를 가지는 클록 신호 CK_p로 전환한다. 이것에 의해, 묘화 라인(SLn)(묘화하는 패턴)의 배율을 보다 섬세하게 보정할 수 있다.

[0274] 노광 장치(EX)는 묘화 라인(SLn)상의 보정점 CPP를 지정하기 위한 국소 배율 보정 정보(보정 정보) CMgn´ 을, 복수의 주사 유닛(Un)마다 기억하는 국소 배율 설정부(보정 정보 기억부)(112)를 구비한다. 클록 전환부(204)는 빔 전환부(BDU)에 의해서 빔(LB)가 안내되는 주사 유닛(Un)에 대응한 국소 배율 보정 정보 CMgn´ 에 기초하여 클록 신호 CK_p를 전환한다. 이것에 의해, 묘화 라인(SLn)(주사 유닛(Un)) 마다, 묘화 라인(SLn)(묘화하는 패턴)의 배율을 섬세하게 보정할 수 있다. 따라서, 패턴 노광의 중첩 정밀도가 향상된다.

[0275] 국소 배율 보정 정보 CMgn´ 은 묘화 라인(SLn)을 따라서 묘화되는 패턴의 묘화 배율에 따라서, 묘화 라인(SLn)상의 이산적인 복수의 위치의 각각에 보정점 CPP를 지정하기 위한 보정 위치 정보 Nv´ 을 포함한다. 클록 전환부(204)는 보정 위치 정보 Nv´ 에 기초하여 묘화 라인(SLn)상의 복수의 보정점 CPP의 각각에서 클록 신호 CK_p를 전환한다. 이것에 의해, 얼룩없이 묘화 라인(SLn)(묘화하는 패턴)을 배율 보정(신축)시킬 수 있다.

[0276] 국소 배율 보정 정보 CMgn´ 은 묘화 라인(SLn)을 따라서 묘화되는 패턴의 묘화 배율에 따라서, 전환하는 클록 신호 CK_p가, 제어 회로(22)에 현재 입력되고 있는 클록 신호 CK_p에 대해서, 위상이 지연되는 방향인지 진행하는 방향인지에 대한 신축 정보(극성 정보) POL´ 을 포함한다. 이것에 의해, 신축 정보 POL´ 에 따라서, 묘화 라인(SLn)(묘화하는 패턴)을 신장 또는 축소시킬 수 있다.

[0277] 또한, 클록 전환부(204)는 클록 신호 LTC로서 출력하는 클록 신호 CK_p를, 현재 출력하고 있는 클록 신호 LTC로서 출력하고 있는 클록 신호 CK_p에 대해서, q×Te/N=q×0.2nsec만큼 위상차를 가지는 클록 신호 $CK_{p±q}$로 전환해도 된다. 다만, q는 q<N의 관계를 가지는 1이상의 정수로 한다. 따라서, 예를 들면, q가 2인 경우 로서, 현재 출력하고 있는 클록 신호 LTC로서 출력하고 있는 클록 신호 CK_p가 클록 신호 CK_{11}인 경우로서, 신축 정보 POL´ 이 「1」일 때는, 클록 전환부(204)는 클록 신호 CK_{11}에 대해서 위상이 0.4nsec만큼 지연된 클록 신호 CK_{13}으로 전환한다. 또, 신축 정보 POL´ 이 「1」인 경우는, 클록 전환부(204)는 클록 신호 CK_{11}에 대해서 위상이 0.4nsec만큼 진행한 클록 신호 CK_9로 전환한다. 이 「q」의 값을 나타내는 정보는 신축율 정보 REC´ 으로서, 국소 배율 설정부(112)(도 12 참조)로부터 클록 전환부(204)에 입력된다. 이 신축율 정보 REC´ 은 국소 배율 보정 정보 CMgn´ 의 일부에 포함된다. 스팟광 SP의 1회 주사 기간 중은, 동일한 신축율 정보 REC´ 이 입력된다.

[0278] 이 국소 배율 보정 정보 CMgn´ (CMg1´ ~CMg6')의 보정 위치 정보(설정치) Nv´ 은 임의로 변경할 수 있고, 묘화 라인(SLn)의 배율에 따라 적당히 설정된다. 예를 들면, 묘화 라인(SLn)상에 위치하는 보정점 CPP가 1개가 되도록, 보정 위치 정보 Nv´ 을 설정해도 된다. 또, 1 묘화 라인(SLn)에서는 보정 위치 정보 Nv´ 의 값을 일정하게 했지만, 1 묘화 라인(SLn)에서, 보정 위치 정보 Nv´ 을 변경시켜도 된다. 이 경우에도, 묘화 라인(SLn)상의 이산적인 위치에 복수의 보정점 CPP가 지정되는 것에는 변화는 없지만, 보정 위치 정보 Nv를 변경함으로써, 보정점 CPP의 간격을 불균일하게 할 수 있다. 또한, 묘화 라인(SLn)을 따른 빔(LBn)(스팟광 SP)의 1 주사마다, 혹

은 폴리곤 미러(PM)의 1회전마다, 묘화 라인(SLn)상의 보정 화소의 수는 바꾸지 않고, 보정 화소(보정점 CPP)의 위치를 상이하게 해도 된다.

[0279] [제1 및 제2 실시 형태의 변형예]

[0280] 상기 각 실시 형태(변형예도 포함함)는, 이하와 같은 변형도 가능하다. 또한, 상기 각 실시 형태(변형예도 포함함)와 동일한 구성에 대해서는 같은 부호를 부여하고, 다른 지점만을 설명한다.

[0281] (변형예 1) 상기 각 실시 형태(변형예도 포함함)에서는, 광원 장치(LSa, LSb)의 펄스광 발생부(20)에 마련된 묘화용 광 변조기로서의 전기 광학 소자(강도 변조부)(36)를 묘화 비트열 데이터 SBa(시리얼 데이터 DL1~DL3), SBb(시리얼 데이터 DL4~DL6)를 이용하여 스위칭하도록 했다. 그렇지만, 변형예 1에서는, 묘화용 광 변조기로서, 전기 광학 소자(36)를 대신하여 묘화용 광학 소자(AOM)를 이용한다. 이 묘화용 광학 소자(AOM)는 음향 광학 변조 소자(AOM : Acousto-Optic Modulator)이다.

[0282] 예를 들면, 도 24에 나타내는 것처럼, 빔 전환부(BDU)의 선택용 광학 소자(AOM1~AOM3) 중, 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)이 처음에 입사되는 선택용 광학 소자(AOM1)와 광원 장치(LSa)의 사이에, 묘화용 광학 소자(강도 변조부)(AOMa)를 배치한다. 마찬가지로, 빔 전환부(BDU)의 선택용 광학 소자(AOM4~AOM6) 중, 광원 장치(LSb)로부터의 빔(LBb)이 처음에 입사되는 선택용 광학 소자(AOM4)와 광원 장치(LSb)의 사이에, 묘화용 광학 소자(강도 변조부)(AOMb)를 배치한다. 이 묘화용 광학 소자(AOMa)는, 도 14에 나타낸 묘화 데이터 출력부(114)의 제1 데이터 출력부(114a)로부터 출력되는 묘화 비트열 데이터 SBa(시리얼 데이터 DL1~DL3)에 따라 스위칭되고, 묘화용 광학 소자(AOMb)는 제2 데이터 출력부(114b)로부터 출력되는 묘화 비트열 데이터 SBb(시리얼 데이터 DL4~DL6)에 의해서 스위칭된다. 이 묘화용 광학 소자(AOMa(AOMb))는 화소의 논리 정보가 「0」인 경우는 입사된 빔(LBa(LBb))을 투과하여 도시하지 않은 흡수체로 안내하고, 화소의 논리 정보가 「1」인 경우는 입사된 빔(LBa(LBb))을 회절시킨 1차 회절광을 발생시킨다. 이 발생한 1차 회절광이 선택용 광학 소자(AOM1(AOM4))로 안내된다. 따라서, 화소의 논리 정보가 「0」인 경우는, 기판(P)의 피조사면상에 스팟광 SP가 투사되지 않으므로, 스팟광 SP의 강도는 저레벨(제로)이 되고, 화소의 논리 정보가 「1」인 경우는, 스팟광 SP의 강도는 고레벨이 된다. 이것에 의해, 주사 유닛(U1~U3(U4~U6))에 의해서 주사되는 스팟광 SP의 강도를 시리얼 데이터 DL1~DL3(DL4~DL6)에 따라 변조시킬 수 있다. 이 경우에도, 상기 각 실시 형태 등과 마찬가지의 효과를 얻을 수 있다.

[0283] 또, 묘화용 광학 소자(강도 변조부)(AOMcn(AOMc1~AOMc6))를 주사 유닛(Un(U1~U6))마다 마련해도 된다. 이 경우는, 묘화용 광학 소자(AOMcN)는 각 주사 유닛(Un)의 반사 미러(M14)(도 5 참조)의 바로 앞에 마련해도 된다. 이 각 주사 유닛(Un(U1~U6))의 묘화용 광학 소자(AOMcN(AOMc1~AOMc6))는, 각 시리얼 데이터 DLn(DL1~DL6)에 따라 스위칭된다. 주사 유닛(U1) 내에 마련된 묘화용 광학 소자(AOMc1)는, 시리얼 데이터 DL1에 따라 스위칭된다. 마찬가지로, 주사 유닛(U2~U6) 내에 마련된 묘화용 광학 소자(AOMc2~AOMc6)는, 시리얼 데이터 DL2~DL6에 따라 스위칭된다. 또, 각 주사 유닛(Un)의 묘화용 광학 소자(AOMcN)는 화소의 논리 정보가 「0」인 경우는, 입사된 빔(LBn)을 도시하지 않은 흡수체로 안내하고, 화소의 논리 정보가 「1」인 경우는 입사된 빔(LBn)을 회절시킨 1차 회절광을 발생시킨다. 이 발생한 1차 회절광(빔(LBn))은, 반사 미러(M14)로 안내되어 스팟광 SP로서 기판상에 투사된다.

[0284] 본 변형예 1에서는, 광원 장치(LSa(LSb)) 내에서, 빔(LB)의 강도 변조를 행할 필요가 없으므로, DFB 반도체 레이저 소자(32), 편광 빔 스플리터(34, 38), 전기 광학 소자(36), 및 흡수체(40)는 불필요해진다. 따라서, DFB 반도체 레이저 소자(30)가 발광한 종광 S1은, 직접 컴바이너(44)로 안내된다.

[0285] (변형예 2) 광원 장치(LS)로부터의 빔(LB)의 각각을, 복수의 빔 스플리터를 사용하여 3개 또는 6개로 분할하고, 분할한 3개 또는 6개의 빔(LB)의 각각을, 3개 또는 6개의 주사 유닛(Un)에 입사시키도록 해도 된다. 이 경우는, 주사 유닛(Un)에 입사되는 분할 후의 각각의 빔(LB)을 시리얼 데이터 DLn을 이용하여 강도 변조시킨다.

[0286] (변형예 3) 상기 각 실시 형태(변형예도 포함함)에서는, 시트 모양의 기판(P)을 회전 드럼(DR)의 외주면에 밀접(密接)시킨 상태로, 원통면 모양으로 만곡된 기판(P)의 표면에, 복수의 주사 유닛(Un)의 각각에 의한 묘화 라인(SLn)을 따른 패턴 묘화를 행하도록 했다. 그렇지만, 예를 들면, 국제 공개 제WO2013/150677호 팜플렛에 개시되어 있는 것처럼, 기판(P)을 평면 모양으로 지지하면서 장척 방향으로 보내면서 노광 처리하는 구성이어도 된다. 이 경우, 기판(P)의 표면이 XY평면과 평행하게 설정되는 것으로 하면, 예를 들면, 도 2, 도 3에 나타낸 홀수번째 주사 유닛(U1, U3, U5)의 각 조사 중심축(Le1, Le3, Le5)과 짝수번째 주사 유닛(U2, U4, U6)의 각 조사 중심축(Le2, Le4, Le6)이, XZ평면과 평행한 면 내에서 보면 서로 Z축과 평행하면서, 또한 X방향으로 일정한 간격

으로 위치하도록, 복수의 주사 유닛(U1~U6)을 배치하면 된다.

[0287] (변형예 4) 이상의 제1 실시 형태, 제2 실시 형태, 혹은 그것들의 각 변형예에 있어서, 각 주사 유닛(Un)은, 도 5에 나타낸 것처럼, 폴리곤 미러(PM)의 반사면을 향하는 빔(LBn)을 1차원 방향(도 5에서는 Zt방향)으로 수렴하는 제1 실린드리칼 렌즈(토릭 렌즈(toric lens))(CYa)와, 폴리곤 미러(PM)의 하나의 반사면에서 반사되어, fθ 렌즈(FT)를 통과한 빔(LBn)을 1차원 방향(도 5에서는 Xt방향)으로 수렴하는 제2 실린드리칼 렌즈(토릭 렌즈)(CYb)를 마련함으로써, 폴리곤 미러(PM)의 각 반사면의 근소한 쓰러짐에 의한 묘화 라인(SLn)(스팟광 SP)의 부주사 방향(Xt방향)으로의 흔들림을 억제하고 있다. 이 경우, 제1 실린드리칼 렌즈(CYa)의 모선과 직교하는 면 내에서 보았을 때, 제1 실린드리칼 렌즈(CYa)의 후측(後側) 초점이, 폴리곤 미러(PM)의 반사면의 위치가 되도록 설정된다. 또한, 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)의 모선과 직교한 면 내에서 보았을 때, fθ 렌즈(FT)와 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)의 합성계(合成系)는, 폴리곤 미러(PM)의 반사면과 기판(P)의 피조사면이 광학적으로 공역인 관계(결상 관계)가 되도록 설정되어 있다. 즉, fθ 렌즈(FT)의 전측(前側) 초점의 위치 또는 그 근방에 폴리곤 미러(PM)의 반사면이 소정의 공차(公差) 범위 내에서 위치하도록 설정되고, 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)의 후측 초점의 위치에 기판(P)의 피조사면이 소정의 초점 심도(Depth of Focus) 범위 내에서 위치하도록 설정된다.

[0288] 또한, 이러한 관계 하에서, 도 6 또는 도 24의 빔 전환부(BDU) 중에 마련되는 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))나 묘화용 광학 소자(AOMa, AOMb), 혹은 각 주사 유닛(Un) 내에 마련되는 묘화용 광학 소자(AOMcN(AOMc1~AOMc6))가, 입사 빔(0차광)을 묘화용 빔(1차 회절광)으로서 회절시키는 편향 위치를, 기판(P)상의 묘화 라인(SLn)과 교차하는 방향(X방향 또는 Xt방향)에 관해서, 기판(P)의 피조사면, 및 폴리곤 미러(PM)의 반사면의 각각과 광학적으로 공역으로 설정한다. 즉, 그러한 광학 소자(AOM)에 의한 묘화용 빔(1차 회절광)의 편향 방향이, 광학적으로, 실린드리칼 렌즈(CYb)(혹은 CYa)의 모선의 방향과 직교(또는 교차)한 굴절력을 나타내는 방향에 대응하도록 설정된다.

[0289] 이런 종류의 광학 소자(AOM)(음향 광학 변조 소자)는, 초음파 진동에 의해 내부에 회절 격자를 생성하는 광학 부재의 온도에 의해서, 편향각(회절각)이 변동한다고 하는 문제가 있다. 그렇지만, 상기와 같이, 광학 소자(AOM)에 의한 묘화용 빔(1차 회절광)의 편향 방향을, 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)(또는 제1 실린드리칼 렌즈(CYa))의 굴절력을 나타내는 방향에 맞추도록 설정함으로써, 광학 소자(AOM)의 온도 변화로 생기는 편향각(회절각)의 변동에 기인한 묘화 라인(SLn)(스팟광 SP)의 부주사 방향(Xt방향)으로의 변동을 억제할 수 있다.

[0290] 그것을, 도 25를 참조하여 설명한다. 도 25는 도 6 또는 도 24에 나타낸 빔 전환부(BDU) 중의 집광 렌즈(콘덴서 렌즈)(CD1), 선택용 광학 소자(AOM1), 콜리메이터 렌즈(CL1) 및 유닛측 입사 미러(IM1)의 배치와, 주사 유닛(U1) 내의 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)의 배치의 관계를, 도중의 광로를 생략하고 모식적으로 나타낸 도면이다. 집광 렌즈(CD1)에 입사되는 빔(LBa)은, 예를 들면 수mm 지름의 원형 단면을 가지는 평행 광속으로, 집광 렌즈(CD1)에 의해서 후측 초점의 위치에서 빔 웨이스트(최소 지름)가 되도록 수렴된다. 그 빔 웨이스트의 위치에, 선택용 광학 소자(AOM1)의 편향 위치 Pdf가 오도록 설정된다. 선택용 광학 소자(AOM1)가 온 상태(입사 허가 신호 LP1이 H상태)일 때, 편향 위치 Pdf에 있어서, 입사하는 빔(LBa)에 대해서 편향각(회절각) θdf만큼 방향을 바꾼 빔(1차 회절광) LB1이 생성된다. 선택용 광학 소자(AOM1)가 오프 상태(입사 허가 신호 LP1이 L상태)일 때, 편향 위치 Pdf에서의 빔(LBa)의 회절이 행해지지 않기 때문에, 빔(LBa)은 편향 위치 Pdf로부터 그대로 발산 광속이 되어 콜리메이터 렌즈(CL1)를 향한다. 콜리메이터 렌즈(CL1)의 전측 초점의 위치도, 선택용 광학 소자(AOM1)의 편향 위치 Pdf에 합쳐져 있기 때문에, 콜리메이터 렌즈(CL1)를 투과한 빔(LBa)은, 다시 평행 광속이 되어 다음 단의 집광 렌즈(CD2), 선택용 광학 소자(AOM2)를 향한다.

[0291] 선택용 광학 소자(AOM1)에서 편향(회절)된 빔(LB1)은, 유닛측 입사 미러(IM1)로 반사되고, 주사 유닛(U1)으로 향한다. 앞의 도 6, 도 24에서는 도시를 생략했지만, 미러(IM1)의 뒤에는, 콜리메이터 렌즈(CL1)와 같은 콜리메이터 렌즈(CL1')가 마련되어, 선택용 광학 소자(AOM1)로부터 발산 광속이 되어서 진행하는 빔(LB1)을 평행 광속으로 한다. 그 때문에, 콜리메이터 렌즈(CL1')의 전측 초점의 위치는 선택용 광학 소자(AOM1)의 편향 위치 Pdf로 설정된다. 콜리메이터 렌즈(CL1')를 통과한 빔(LB1)은, 도 5의 주사 유닛(U1)에 입사되어, 제1 실린드리칼 렌즈(CYa), 폴리곤 미러(PM), fθ 렌즈(FT), 및 반사 미러(M15) 등을 거쳐, 모선이 Yt방향으로 연장되는 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)에 입사된 후, 기판(P)상의 묘화 라인(SL1)상에 스팟광 SP로서 집광된다. 도 25에 있어서, 묘화 라인(SL1)은 Yt방향으로 직선적으로 연장되어 있고, 스팟광 SP는 Yt방향으로 주사된다. 여기서, 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)가 굴절력을 나타내는 방향은 Xt방향이다.

[0292] 선택용 광학 소자(AOM1)에서 편향되는 빔(LB1)의 편향각 θdf가, 선택용 광학 소자(AOM1)의 온도 변화에 의해, Δθdf만큼 변동하면, 콜리메이터 렌즈(CL1')로부터 사출하는 빔(LB1)은, 가로 방향으로 평행 이동(드리프트)

한 빔(LB1')이 된다. 드리프트된 빔(LB1')은, fθ 렌즈(FT)로부터 사출될 때, 본래의 사출 위치로부터 Xt방향으로 드리프트하여 사출되지만, 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)의 굴절력에 의해, 빔(LB1')이 스팟광 SP로서 집광되는 Xt방향의 위치는, 드리프트전의 위치와 거의 변화하지 않는다. 이와 같이, 선택용 광학 소자(AOM1)의 편향 위치 Pdf와 기판(P)의 피조사면을 광학적으로 공역인 관계로 설정하고, 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)(또는 제1 실린드리칼 렌즈(CYa))의 모선과 직교하는 면(즉, 도 25 중의 XtZt면과 평행한 면) 내에 있어서, 선택용 광학 소자(AOM1)의 편향 위치 Pdf와 폴리곤 미러(PM)의 반사면을 광학적으로 공역인 관계로 설정하고, 그리고 선택용 광학 소자(AOM1)에 의한 빔(LB1)의 편향 방향(회절 방향)이 XtZt면과 평행한 면 내에 있도록 설정함으로써, 선택용 광학 소자(AOM1)의 온도 변화에 의존하여 편향각 θdf에 변동이 생기더라도, 그것에 기인한 묘화 라인(SL1)(스팟광 SP)의 위치 변동은 무시할 수 있는 정도로 억제된다. 이상과 같은 관계는, 다른 주사 유닛(U2~U6)을 위한 선택용 광학 소자(AOM2~AOM6)나 묘화용 광학 소자(AOMa, AOMb), 혹은 각 주사 유닛(Un) 내에 마련되는 묘화용 광학 소자(AOMcn(AOMc1~AOMc6))에 있어서도, 마찬가지로 설정된다.

[0293] 그런데, 앞의 제1 실시 형태(변형예도 포함함)에서는, 광원 장치(LS(LSa, LSb))가 펄스 레이저 광원이기 때문에, 묘화 라인(SLn)상에 지정되는 1개의 보정 화소에 대응하는 클록 신호 LTC의 펄스 수(스팟광 SP의 펄스 수)와, 다른 비보정 화소에 대응하는 클록 신호 LTC의 펄스 수가 상이하도록 묘화 데이터(비트열)의 판독을 제어하고, 그 클록 신호 LTC의 펄스에 응답하여, 광원 장치(LS(LSa, LSb))로부터의 빔(LB)을 펄스 발광시켰다. 그렇지만, 광원 장치(LS(LSa, LSb))를, 연속 발광도 가능한 반도체 레이저 광원, 또는 발광 다이오드(LED) 등의 반도체 광원으로서, 복수의 주사 유닛(Un)의 각각에 마련하고, 그 반도체 광원으로부터의 빔으로 직접 스팟광 SP를 생성하는 경우는, 보정 화소와 다른 화소(비보정 화소)에서 반도체 광원의 발광 시간을 근소하게 상이해지도록 제어해도 된다. 그러한 제어시는, 앞의 도 8에서 나타낸 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)가 H레벨의 기간만 반도체 광원을 연속 점등시키도록 하면 된다. 물론, 도 8 중에서와 같은 클록 신호 LTC와 묘화 비트열 데이터 SBa(SBb)의 논리곱(AND)으로 얻어지는 클록 펄스에 응답하여, 반도체 광원을 펄스 점등시키도록 해도 된다.

[0294] (변형예 5) 이상의 각 실시 형태나 변형예에서는, 스팟광 SP의 주주사 방향의 주사를 폴리곤 미러(PM)로 행했지만, 폴리곤 미러(PM) 대신에, 도 26에 나타내는 것 같은 갈바노 미러(진동 미러)(GM)를 사용할 수도 있다. 도 26은 본 변형예 5의 주사 유닛(Ua1)의 갈바노 미러(GM)와 fθ 렌즈(FT)의 평면 배치를 나타낸다. fθ 렌즈(FT)의 광축(AXf)은 직교 좌표계 XYZ의 X축과 평행하게 배치되고, 갈바노 미러(GM)의 회전(진동) 중심축(Cg)은 Z축과 평행하게 배치된다. 갈바노 미러(GM)의 반사 평면은, Z축과 평행임과 아울러, 회전 중심축(Cg) 둘레의 진동의 중립 위치에서는 fθ 렌즈(FT)의 광축(AXf)에 대해서 XY면 내에서 45도의 각도가 되도록 설정되어 있다. 빔 송광계를 통과하여 갈바노 미러(GM)의 반사면에 입사된 광원 장치(LS)로부터의 빔(LB1)(묘화 데이터에 따라 강도 변조된 단면이 원형인 평행 광속)은, 그 반사면에서 +X방향으로 반사된다. 갈바노 미러(GM)에서 반사된 빔(LB1)은, 소정의 흔들림 각도 θg의 범위에서 fθ 렌즈(FT)에 입사되어, 기판(P)상의 묘화 라인(SL1)에 스팟광 SP로서 집광된다.

[0295] 갈바노 미러(GM)를 주주사용의 편향 부재로 하는 경우, 스팟광 SP의 주주사 방향의 주사 속도가 일정하게 되지 않고, 묘화 라인(SL1)의 중앙부와 주변부에서 근소하게 속도차가 생기는 경우가 있다. 이것은, 갈바노 미러(GM)의 왕복 진동에 의한 빔(LB1)의 흔들림 각도의 변화가 시간축에 대해 선형으로 되지 않는 부분이 생기기 때문이다. 그러한 스팟광 SP의 속도 불균일은, 주주사 방향에 따른 묘화 패턴의 부분적인 묘화 배율 오차, 특히 묘화 라인(SLn)의 중앙부와 주변부에서의 배율 오차로서 나타난다. 앞의 제1 실시 형태, 또는 제2 실시 형태에 의하면, 그러한 부분적인 배율 오차에 대해서도 용이하게 보정하는 것이 가능하다.

[0296] (변형예 6) 도 27은 폴리곤 미러(PM)나 갈바노 미러(GM)와 같이, 광원 장치(LS)로부터의 빔(LB1)을 반사하는 반사면의 각도를 바꾸고, 빔(LB1)을 주주사 방향으로 편향 주사하는 대신에, 기계적인 회전 기구에 의해서, 빔(LB1)의 스팟광 SP를 피조사체(기판(P)) 상에서 원호 모양으로 주사하는 방식의 주사 유닛(UR1)의 사시도이다. 도 27에 있어서, 기판(P)은 직교 좌표계 XYZ의 XY면과 평행하게 배치되어, 부주사를 위해서 X방향으로 소정 속도로 이동한다. 주사 유닛(UR1)에는, Z축과 평행하게 설정되는 빔 송광계의 광축(AXu)을 따라서 입사하는 빔(LB1)(단면이 원형인 평행 광속)을 90도로 꺾어 구부리는 미러(MR1), XY면과 평행한 광축(AXv)을 가지고, 미러(MR1)에서 반사된 빔(LB1)을 광축(AXv)을 따라서 동축에 입사하는 집광 렌즈(G30), 및 XY면과 평행한 광축(AXv)을 Z축과 평행한 광축(AXw)으로 꺾어 구부리는 미러(MR2)가 마련된다. 집광 렌즈(G30)는 입사된 빔(LB1)을 기판(P)의 표면(피조사면)에 스팟광 SP'으로서 집광한다. 주사 유닛(UR1)의 케이스는, 미러(MR1, MR2), 집광 렌즈(G30)를 일체로 유지하고, Z축과 평행한 광축(AXu)을 중심축으로 하여 XY면과 평행한 면 내에서 화살표 AR과 같은 일 방향으로 소정 속도로 고속 회전한다.

[0297] 피조사면상에서, 회전 중심축이 되는 광축(AXu)의 연장선과 교차하는 점을 회전 중심점 CR이라고 하면, 주사 유

닛(UR1)의 회전에 의해서, 스팟광 SP'은 회전 중심점 CR로부터 길이 Lam을 반경으로 하는 원을 따라서 주사된다. 이 주사 유닛(UR1)의 구성에서는, 스팟광 SP'은 반경 Lam의 원상의 360도에 걸쳐 피조사면에 투사 가능하다. 그렇지만, 실제로는 부주사 방향이나 반경 Lam의 원의 곡율을 고려하여, 주사 유닛(UR1)이 일정한 각도 범위 Θu에 있을 때만, 묘화 데이터에 따라 강도 변조된 스팟광 SP'을 피조사면에 투사하여, 각도 범위 Θu에 대응한 원호 모양의 묘화 라인(SL1')을 따라서 패턴을 묘화한다. 본 변형예의 경우, 스팟광 SP'에 의한 원호 모양의 묘화 라인(SL1')의 주사 개시점 Js와 주사 종료점 Je의 부주사 방향(X방향)의 각 위치는, 맞춰져 있는 것이 바람직하다.

[0298] 또, 본 변형예의 경우, 묘화 라인(SL1')이 Y축과 평행한 직선은 아니기 때문에, 묘화 데이터에 따른 스팟광 SP'의 강도 변조의 제어(타이밍)는, 묘화 데이터의 2차원적인 화소 맵상에, 원호 모양의 묘화 라인(SL1')을 중첩하여, 스팟광 SP'의 주사 위치(주사 유닛(UR1)의 회전 각도 위치)에 따른 화소 비트가, 묘화 상태(「1」)인지 비묘화 상태(「0」)인지에 따라서, 스팟광 SP'(빔(LB1))의 강도를 변조시키면 된다. 스팟광 SP'의 주사 위치를 리얼타임으로 정밀하게 계측하기 위해서, 주사 유닛(UR1)의 케이스에는, 반경 Lam 정도의 로터리 인코더용 스케일 원반을 광축(AXu)과 동축에 마련하는 것이 바람직하다. 도 27에서는, 주사 유닛(UR1)의 케이스를, 광축(AXu)(회전 중심점 CR)으로부터 지름 방향으로 연장되는 각주(角柱) 모양으로 나타냈지만, 회전시의 축흔들림 등을 저감시켜 안정된 회전 특성을 얻기 위해서, 미러(MR1, MR2), 집광 렌즈(G30)를 유지하는 Z방향의 두께를 가진 원반 모양으로 하는 것이 바람직하다.

[0299] [제3 실시 형태]

[0300] 다음에, 제3 실시 형태에 대해서 설명한다. 또한, 상기 각 실시 형태(변형예도 포함함)와 마찬가지의 구성에 대해서는 동일한 부호를 부여하고, 상이한 지점만을 설명한다. 상기 각 실시 형태의 변형예 4에서 설명한 도 25의 구성에서는, 집광 렌즈(CD)와 콜리메이터 렌즈(콜리메이터 렌즈)(LC)에 의한 다수의 릴레이계에 의해서, 광원 장치(LSa(LSb))로부터의 빔(LBa(LBb))에 복수의 빔 웨이스트(집광점)를 만들어, 그 빔 웨이스트의 위치의 각각에 선택용 광학 소자(음향 광학 변조 소자)(AOM1~AOM6)를 배치했다. 빔(LBa(LBb))의 빔 웨이스트 위치는, 최종적으로 기판(P)의 표면(빔(LB1~LB6)의 각 스팟광 SP)과 광학적으로 공역이 되도록 설정되어 있기 때문에, 선택용 광학 소자(음향 광학 변조 소자)(AOM1~AOM6)의 특성 변화 등에 의해서 편향각에 오차가 생기더라도, 기판(P)상의 스팟광 SP가 부주사 방향(Xt방향)으로 드리프트되는 것이 억제된다. 그 때문에, 주사 유닛(Un)마다, 스팟광 SP에 의한 묘화 라인(SLn)을 부주사 방향(Xt방향)으로 화소 치수(수㎛) 정도의 범위에서 미세 조정하는 경우는, 앞의 도 5에 나타낸 주사 유닛(Un) 내의 평행 평판(Sr2)을 기울이면 된다. 추가로 평행 평판(Sr2)의 경사를 자동화하려면, 소형의 피에조 모터나 경사량의 모니터계와 같은 기구를 마련하면 된다.

[0301] 그렇지만, 평행 평판(Sr2)의 경사를 자동화하더라도, 기계적인 구동이기 때문에, 예를 들면 폴리곤 미러(PM)의 1회전분의 시간에 대응한 높은 응답성을 가진 제어는 어렵다. 이에, 제3 실시 형태에서는, 앞의 각 실시 형태나 변형예에 의한 노광 장치(묘화 장치)(EX)에 마련되는 도 7과 같은 광원 장치(LS(LSa, LSb))로부터 각 주사 유닛(Un)까지의 빔 송광계(빔 전환부(BDU))의 광학적인 구성이나 배치를 조금 변경하여, 선택용 광학 소자(음향 광학 변조 소자)(AOM1~AOM6)에, 빔의 스위칭 기능과 함께, 스팟광 SP의 위치를 부주사 방향으로 미세 조정하는 시프트 기능을 겸용하여 갖게 하도록 한다. 이하, 본 제3 실시 형태의 구성을 도 28~도 32에 의해 설명한다.

[0302] 도 28은 앞의 도 7에 나타낸 광원 장치(LSa(LSb))의 펄스광 발생부(20) 내의 파장 변환부의 구성을 상세하게 나타내는 도면이고, 도 29는 광원 장치(LSa(LSb))로부터 처음의 선택용 광학 소자(AOM1)까지의 빔(LBa)(LBb는 생략)의 광로를 나타내는 도면이고, 도 30은 선택용 광학 소자(AOM1)로부터 다음 단의 선택용 광학 소자(AOM2)까지의 광로와 선택용 광학 소자(AOM1)의 드라이버 회로의 구성을 나타내는 도면이고, 도 31은 선택용 광학 소자(AOM1)의 뒤의 선택용 미러(분기(分岐) 반사경)(IM1)에서의 빔 선택과 빔 시프트의 모습을 설명하는 도면이고, 도 32는 폴리곤 미러(PM)로부터 기판(P)까지의 빔의 거동을 설명하는 도면이다.

[0303] 도 28에 나타내는 것처럼, 광원 장치(LSa) 내의 섬유 광 증폭기(46)의 사출단(46a)으로부터는, 증폭된 종광 Lse가 작은 발산각(NA : 개구수)으로 사출된다. 렌즈 소자(GL(GLa))는 종광 Lse가 제1 파장 변환 소자(48)중에서 빔 웨이스트가 되도록 집광한다. 따라서, 제1 파장 변환 소자(48)에서 파장 변환된 1차의 고조파 빔은 발산성을 가지며 렌즈 소자(GL(GLb))에 입사된다. 렌즈 소자(GLb)는 1차의 고조파 빔이 제2 파장 변환 소자(50)중에서 빔 웨이스트가 되도록 집광된다. 제2 파장 변환 소자(50)에서 파장 변환된 2차의 고조파 빔은 발산성을 가지며 렌즈 소자(GL(GLc))에 입사된다. 렌즈 소자(GLc)는 2차의 고조파 빔을 거의 평행한 가는 빔(LBa(LBb))으로 하고, 광원 장치(LSa)의 사출창(20H)으로부터 사출되도록 배치된다. 사출창(20H)으로부터 사출되는 빔(LBa)의 직경은 수mm 이하이며, 바람직하게는 1mm 정도이다. 이와 같이, 파장 변환 소자(48, 50)의 각각은, 렌즈 소자(GLa,

GLb)에 의해서 섬유 광 증폭기(46)의 사출단(46a)(발광점)과 광학적으로 공역이 되도록 설정된다. 따라서, 파장 변환 소자(48, 50)의 결정 특성의 변동에 의해서, 생성되는 고조파 빔의 진행 방향이 조금 기울었을 경우에도, 사출창(20H)으로부터 사출되는 빔(LBa)의 각도 방향(방위)에 관한 드리프트가 억제된다. 또한, 도 28에서는, 렌즈 소자(GLc)와 사출창(20H)을 떨어뜨려 나타내고 있지만, 렌즈 소자(GLc) 자체를 사출창(20H)의 위치에 배치해도 된다.

[0304] 사출창(20H)으로부터 사출된 빔(LBa)은, 도 29에 나타내는 것처럼, 2개의 집광 렌즈(CD0, CD1)에 의한 익스펜더계의 광축(AXj)을 따라서 진행하여, 빔 지름이 1/2 정도로 축소된 거의 평행 광속으로 변환되어 1단째의 선택용 광학 소자(AOM1)에 입사된다. 사출창(20H)으로부터의 빔(LBa)은 집광 렌즈(CD0)와 집광 렌즈(CD1) 사이의 집광 위치 Pep에서 빔 웨이스트가 된다. 집광 렌즈(CD1)는, 앞의 도 6(또는 도 24) 중의 집광 렌즈(CD1)로서 마련된다. 또한, 선택용 광학 소자(AOM1) 내의 빔의 편향 위치 Pdf(회절점)는, 집광 렌즈(CD0, CD1)에 의한 익스펜더계에 의해서, 사출창(20H)과 광학적으로 공역이 되도록 설정된다. 또한, 집광 위치 Pep는 도 28 중의 섬유 광 증폭기(46)의 사출단(46a), 파장 변환 소자(48, 50)의 각각과 광학적으로 공역이 되도록 설정된다. 또, 선택용 광학 소자(AOM1)의 빔의 편향 방향, 즉 스위칭시에, 입사된 빔(LBa)의 1차 회절광으로서 사출되는 빔(LB1)의 회절 방향은, Z방향(기판(P)상의 스팟광 SP를 부주사 방향으로 시프트시키는 방향)으로 설정된다. 선택용 광학 소자(AOM1)를 통과하는 빔(LBa)은, 예를 들면, 빔 지름이 약 0.5㎜ 정도의 평행 광속으로 되어 있고, 1차 회절광으로서 사출되는 빔(LB1)도, 빔 지름이 약 0.5㎜ 정도의 평행 광속이 된다. 즉, 상기 각 실시 형태(변형예도 포함함)에 있어서는, 선택용 광학 소자(AOM1) 내에서 빔 웨이스트가 되도록 빔(LBa(LBb))을 수렴했지만, 본 제3 실시 형태에서는, 선택용 광학 소자(AOM1)를 통과하는 빔(LBa(LBb))을, 미소한 지름을 가지는 평행 광속으로 한다.

[0305] 도 30에 나타내는 것처럼, 선택용 광학 소자(AOM1)를 투과한 빔(LBa)과 스위칭시에 1차 회절광으로서 편향되는 빔(LB1)은, 광축(AXj)과 동축에 배치된 콜리메이터 렌즈(CL1)(도 6, 또는 도 24 중의 렌즈(CL1)에 상당)에 모두 입사된다. 선택용 광학 소자(AOM1)의 편향 위치 Pdf는, 콜리메이터 렌즈(CL1)의 전측 초점의 위치로 설정된다. 따라서, 빔(LBa)과 빔(LB1)은, 콜리메이터 렌즈(집광 렌즈)(CL1)의 후측 초점의 면(Pip)에서 각각 빔 웨이스트가 되도록 수렴된다. 콜리메이터 렌즈(CL1)의 광축(AXj)을 따라서 진행하는 빔(LBa)은, 면(Pip)으로부터 발산된 상태로 도 6(또는 도 24)에 나타낸 집광 렌즈(콘덴서 렌즈)(CD2)에 입사되어, 다시 빔 지름이 0.5㎜ 정도의 평행 광속이 되어, 2단째의 선택용 광학 소자(AOM2)에 입사된다. 2단째의 선택용 광학 소자(AOM2)의 편광 위치 Pdf는, 콜리메이터 렌즈(CL1)와 집광 렌즈(CD2)에 의한 릴레이계에 의해서, 선택용 광학 소자(AOM1)의 편광 위치 Pdf와 공역 관계로 배치된다.

[0306] 도 6이나 도 24에 나타낸 선택용 미러(IM1)는, 본 제3 실시 형태에서는, 콜리메이터 렌즈(CL1)와 집광 렌즈(CD2)의 사이의 면(Pip)의 근방에 배치된다. 면(Pip)에서는, 빔(LBa, LB1)이 가장 가는 빔 웨이스트가 되어 Z방향으로 분리되므로, 미러(IM1)의 반사면(IM1a)의 배치가 용이하게 된다. 선택용 광학 소자(AOM1)의 편향 위치 Pdf와 면(Pip)은, 콜리메이터 렌즈(CL1)에 의해서 동공 위치와 상면(像面)의 관계로 되어 있고, 콜리메이터 렌즈(CL1)로부터 미러(IM1)의 반사면(IM1a)을 향하는 빔(LB1)의 중심축(주광선)은, 빔(LBa)의 주광선(광축(AXj))과 평행하게 된다. 미러(IM1)의 반사면(IM1a)에서 반사된 빔(LB1)은, 집광 렌즈(CD2)와 동등한 콜리메이터 렌즈(CL1a)에 의해서 평행 광속으로 변환되어, 도 5에 나타낸 주사 유닛(U1)의 미러(M10)를 향한다. 또한, 면(Pip)은 콜리메이터 렌즈(CL1)와 도 29 중의 집광 렌즈(CD1)에 의해서 집광 위치 Pep와 광학적으로 공역인 관계로 되어 있다. 따라서, 면(Pip)은, 도 28의 섬유 광 증폭기(46)의 사출단(46a), 파장 변환 소자(48, 50)의 각각과도 공역인 관계로 되어 있다. 즉, 면(Pip)은 렌즈 소자(GLa, GLb, GLc), 집광 렌즈(CD0, CD1), 및 콜리메이터 렌즈(CL1)로 구성되는 릴레이 렌즈계에 의해서, 섬유 광 증폭기(46)의 사출단(46a), 파장 변환 소자(48, 50)의 각각과 공역으로 설정되어 있다.

[0307] 콜리메이터 렌즈(CL1a)의 광축(AXm)은, 도 5 중의 조사 중심선 Le1과 동축으로 설정되고, 스위칭시의 선택용 광학 소자(AOM1)에 의한 빔(LB1)의 편향각이 규정 각도(기준의 설정각)일 때, 빔(LB1)의 중심선(주광선)이 광축(AXm)과 동축이 되도록 콜리메이터 렌즈(CL1a)에 입사된다. 또, 미러(IM1)의 반사면(IM1a)은, 도 30과 같이, 빔(LBa)의 광로를 차단하지 않도록 빔(LB1)만을 반사함과 아울러, 반사면(IM1a)에 이르는 빔(LB1)이 Z방향으로 근소하게 시프트했을 경우에도 빔(LB1)을 확실히 반사하는 크기로 설정된다. 다만, 선택 미러(IM1)의 반사면(IM1a)을 면(Pip)의 위치에 배치했을 경우, 반사면(IM1a)상에 빔(LB1)이 집광된 스팟광이 만들어지기 때문에, 반사면(IM1a)이 면(Pip)의 위치로부터 조금 어긋나도록 미러(IM1)를 X방향으로 시프트시켜 배치하는 것이 좋다. 또, 반사면(IM1a)에는 자외선 내성이 높은 반사막(유전체 다층막)이 형성되어 있다.

[0308] 본 제3 실시 형태에서는, 앞의 도 12에 나타낸 선택 소자 구동 제어부(102)내에, 선택용 광학 소자(AOM1)에 빔

의 스위칭 기능과 시프트 기능의 양쪽을 갖게 하기 위한 드라이브 회로(102A)가 마련된다. 드라이브 회로(102A)는 선택용 광학 소자(AOM1)에 인가해야 할 구동 신호 HF1의 주파수를 기준 주파수로부터 바꾸기 위한 보정 신호 FSS를 받아, 기준 주파수에 대해서 보정해야 할 주파수에 따른 보정 고주파 신호를 생성하는 국부 발진 회로(102A1)와, 기준 발진기(102S)에서 만들어지는 안정된 주파수의 고주파 신호와, 국부 발진 회로(102A1)로부터의 보정 고주파 신호를 주파수가 가감산되도록 합성하는 혼합 회로(102A2)와, 혼합 회로(102A2)에서 주파수 합성된 고주파 신호를, 선택용 광학 소자(AOM1)의 초음파 진동자의 구동에 적합한 진폭까지 증폭한 구동 신호 HF1로 변환하는 증폭 회로(102A3)로 구성된다. 증폭 회로(102A3)는, 도 12의 선택 소자 구동 제어부(102)에서 생성되는 입사 허가 신호 LP1에 응답하여, 고주파의 구동 신호 HF1을 고레벨과 저레벨(또는 진폭 제로)로 전환하는 스위칭 기능을 구비하고 있다. 따라서, 구동 신호 HF1이 고레벨의 진폭의 동안(신호 LP1이 H레벨의 동안), 선택용 광학 소자(AOM1)는 빔(LBa)을 편향시켜 빔(LB1)을 생성한다. 이상의 도 30과 같은 미러(IM1)와 콜리메이터 렌즈(CL1a)의 광학계와 드라이브 회로(102A)는, 다른 선택용 광학 소자(AOM2~AOM6)의 각각에 대해서도 마찬가지로 마련된다. 이상의 구성에 있어서, 국부 발진 회로(102A1)와 혼합 회로(102A2)는, 보정 신호 FSS의 값에 따라 구동 신호 HF1의 주파수를 변화시키는 주파수 변조 회로로서 기능한다.

[0309] 이 드라이브 회로(102A)에 있어서, 보정 신호 FSS가 보정량 제로를 나타내는 경우, 증폭 회로(102A3)로부터 출력되는 구동 신호 HF1의 주파수는, 선택용 광학 소자(AOM1)에 의한 빔(LB1)의 편향각이 규정 각도(기준의 설정각)가 되는 규정 주파수로 설정된다. 보정 신호 FSS가 보정량 ＋ΔFs를 나타내는 경우는, 선택용 광학 소자(AOM1)에 의한 빔(LB1)의 편향각이 규정 각도에 대해서 ΔΘɤ만큼 증가하도록 구동 신호 HF1의 주파수가 보정된다. 보정 신호 FSS가 보정량 －ΔFs를 나타내는 경우는, 선택용 광학 소자(AOM1)에 의한 빔(LB1)의 편향각이 규정 각도에 대해서 ΔΘɤ만큼 감소하도록 구동 신호 HF1의 주파수가 보정된다. 빔(LB1)의 편향각이 규정 각도에 대해서 ±ΔΘɤ 변화되면, 미러(IM1)의 반사면(IM1a)에 입사하는 빔(LB1)의 위치가 근소하게 Z방향으로 시프트되고, 콜리메이터 렌즈(CL1a)로부터 사출되는 빔(LB1)(평행 광속)이 광축(AXm)에 대해서 근소하게 기운 것이 된다. 그 모습을 도 31에 의해 더 설명한다.

[0310] 도 31은 선택용 광학 소자(AOM1)에서 편향되는 빔(LB1)의 시프트의 모습을 과장하여 나타낸 광로도이다. 빔(LB1)이 선택용 광학 소자(AOM1)에 의해서 규정 각도로 편향되어 있는 경우, 빔(LB1)의 중심축은 콜리메이터 렌즈(CL1a)의 광축(AXm)과 동축이 되어 있다. 이 때, 콜리메이터 렌즈(CL1)로부터 사출된 빔(LB1)의 중심축은, 원래의 빔(LBa)의 중심축(광축(AXj))으로부터 -Z방향으로 ΔSF0만큼 떨어져 있다. 그 상태로부터, 선택용 광학 소자(AOM1)를 구동하는 구동 신호 HF1의 주파수를, 예를 들면 ΔFs만큼 높게 했다고 하면, 선택용 광학 소자(AOM1)에서의 빔(LB1)의 편향각이 규정 각도에 대해서 ΔΘɤ만큼 증가하고, 미러(IM1)에 도달하는 빔(LB1')의 중심축(AXm')은, 광축(AXj)으로부터 -Z방향으로 ΔSF1만큼 떨어져 위치한다. 이와 같이, 구동 신호 HF1의 주파수의 ΔFs의 변화에 의해서, 미러(IM1)를 향하는 빔(LB1')의 중심축(AXm')은, 규정 위치(광축(AXm)과 동축의 위치)로부터, ΔSF1－ΔSF0만큼 -Z방향으로 가로 시프트(평행 이동)된다.

[0311] 광축(AXm)상에는, 면(Pip)에 상당하는 면(Pip')이 존재하고, 그 면(Pip')에서 빔(LB1(LB1'))은 빔 웨이스트가 되도록 집광된다. 면(Pip')으로부터 콜리메이터 렌즈(CL1a)를 향하는 빔(LB1')의 중심축(AXm')은 광축(AXm)과 평행하고, 면(Pip')을 콜리메이터 렌즈(CL1a)의 전측 초점의 위치로 설정함으로써, 콜리메이터 렌즈(CL1a)로부터 사출되는 빔(LB1')은 광축(AXm)에 대해서 XZ면 내에서 근소하게 기운 평행 광속으로 변환된다. 본 제3 실시 형태에서는, 면(Pip')이 최종적으로 기판(P)의 표면(스팟광 SP)과 공역이 되도록, 주사 유닛(U1) 내의 렌즈계(도 5 중의 렌즈(Be1, Be2), 실린드리칼 렌즈(CYa, CYb), fΘ 렌즈(FT))가 배치된다.

[0312] 도 32는 주사 유닛(U1) 내의 폴리곤 미러(PM)의 하나의 반사면(RP(RPa))으로부터 기판(P)까지의 광로를 전개(展開)하여 Yt방향에서 본 도면이다. 선택용 광학 소자(AOM1)에 의해서 규정 각도로 편향된 빔(LB1)은, XtYt면과 평행한 면 내에서 폴리곤 미러(PM)의 반사면(RPa)에 입사하여 반사된다. 반사면(RPa)에 입사되는 빔(LB1)은, XtZt면 내에서는, 도 5에 나타낸 제1 실린드리칼 렌즈(CYa)에 의해 반사면(RPa)상에서 Zt방향으로 수렴된다. 반사면(RPa)에서 반사된 빔(LB1)은, fΘ 렌즈(FT)의 광축(AXf)을 포함하는 XtYt면과 평행한 면 내에서, 폴리곤 미러(PM)의 회전 속도에 따라 고속으로 편향되어, fΘ 렌즈(FT)와 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)를 통해서, 기판(P)상에 스팟광 SP로서 집광된다. 스팟광 SP는 도 31에서는 지면(紙面)과 수직인 방향으로 1차원 주사된다.

[0313] 한편, 도 31과 같이, 면(Pip')에서 빔(LB1)에 대해서 ΔSF1－ΔSF0만큼 가로 시프트된 빔(LB1')은, 폴리곤 미러(PM)의 반사면(RPa)상의 빔(LB)의 조사 위치에 대해서 근소하게 Zt방향으로 어긋난 위치에 입사한다. 그것에 따라서, 반사면(RPa)에서 반사된 빔(LB1')의 광로는, XtZt면 내에서는, 빔(LB1)의 광로와 근소하게 어긋난 상태로, fΘ 렌즈(FT)와 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)를 통과하여, 기판(P)상에 스팟광 SP'으로서 집광된다. 폴리곤 미러(PM)의 반사면(RPa)은, 광학적으로는 fΘ 렌즈(FT)의 동면(瞳面)에 배치되지만, 2개의 실린드리칼 렌즈

(CYa, CYb)에 의한 면쓰러짐 보정의 작용에 의해서, 도 32의 XtZt면 내에서는, 반사면(RPa)과 기판(P)의 표면은 공역 관계로 되어 있다. 따라서, 폴리곤 미러(PM)의 반사면(RPa)상에 조사되는 빔(LB1)이 빔(LB1')과 같이 Zt 방향으로 약간 시프트되면, 기판(P)상의 스팟광 SP는 스팟광 SP'과 같이, 부주사 방향으로 ΔSFp만큼 시프트된다.

[0314] 이상의 구성과 같이, 선택용 광학 소자(AOM1)의 구동 신호 HF1의 주파수를 규정 주파수로부터 ±ΔFs만큼 변화시킴으로써, 스팟광 SP를 부주사 방향으로 ±ΔSFp만큼 시프트시킬 수 있다. 그 시프트량(|ΔSFp|)은, 선택용 광학 소자(AOM1) 자체의 편향각의 최대 범위, 미러(IM1)의 반사면(IM1a)의 크기, 주사 유닛(U1) 내의 폴리곤 미러(PM)까지의 광학계(릴레이계)의 배율, 폴리곤 미러(PM)의 반사면의 Zt 방향의 폭, 폴리곤 미러(PM)로부터 기판(P)까지의 배율(fθ 렌즈(FT)의 배율) 등에 의한 제한을 받지만, 스팟광 SP의 기판(P)상의 실효적인 사이즈(지름) 정도, 혹은 묘화 데이터상에서 정의되는 화소 치수(Pxy) 정도의 범위로 설정된다. 물론, 그 이상의 시프트량으로 설정해도 된다. 또한, 선택용 광학 소자(AOM1) 및 주사 유닛(U1)에 관해서 설명했지만, 다른 선택용 광학 소자(AOM2~AOM6) 및 주사 유닛(U2~U6)에 관해서도 마찬가지이다.

[0315] 이와 같이, 본 제3 실시 형태에서는, 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))를 입사 허가 신호 LPn(LP1~LP6)에 응답한 빔의 스위칭 기능과, 보정 신호 FSS에 응답한 스팟광 SP의 시프트 기능을 위해 겸용할 수 있으므로, 각 주사 유닛(Un(U1~U6))에 빔을 공급하는 빔 송광계(빔 전환부(BDU))의 구성이 간단하게 된다. 또한, 주사 유닛(Un)마다 빔 선택용과 스팟광 SP의 시프트용의 음향 광학 변조 소자(AOM나 AOD)를 개별로 마련하는 경우에 비해, 발열원을 줄일 수 있어, 노광 장치(EX)의 온도 안정성을 높일 수 있다. 특히, 음향 광학 변조 소자를 구동하는 드라이브 회로(102A)는 큰 발열원이 되지만, 구동 신호 HF1이 50MHz 이상의 고주파이기 때문에, 음향 광학 변조 소자의 근처에 배치된다. 드라이브 회로(102A)를 냉각하는 기구를 마련하더라도, 그 수가 많으면 장치 내의 온도가 단시간에 상승하기 쉬워져, 광학계(렌즈나 미러)의 온도 변화에 의한 변동으로, 묘화 정밀도가 저하될 가능성이 있다. 그 때문에, 열원이 되는 드라이브 회로, 및 음향 광학 변조 소자는 적은 쪽이 바람직하다. 또, 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))의 각각이, 온도 변화의 영향을 받아, 입사 빔(LBa(LBb))의 1차 회절광으로서 편향되는 빔(LBn)의 편향각을 변동시키는 경우, 본 제3 실시 형태에서는, 도 30의 드라이브 회로(102A)에 주는 보정 신호 FSS의 값을, 온도 변화에 따라 조정하는 피드백 제어계를 마련함으로써, 편향각의 변동을 용이하게 상쇄할 수 있다.

[0316] 본 제3 실시 형태의 선택용 광학 소자(AOMn)에 의한 빔 시프트 기능은, 복수의 주사 유닛(Un)의 각각으로부터의 빔(LBn)의 스팟광 SPn에 의한 묘화 라인(SLn)의 위치를, 고속으로 부주사 방향으로 미세 조정할 수 있다. 예를 들면, 도 30에 나타낸 선택용 광학 소자(AOM1)를 입사 허가 신호 LP1이 H레벨이 될 때마다, 보정 신호 FSS에 의한 보정량을 바꾸도록 제어하면, 폴리곤 미러(PM)의 반사면마다, 즉, 스팟광 SP의 주사마다, 묘화 라인(SL1)을 부주사 방향으로 화소 사이즈(또는 스팟광의 사이즈) 정도의 범위로 시프트할 수 있다. 그 때문에, 인접하는 주사 유닛(Un)의 각각을, 조사 중심축(Le1~Le6)의 둘레로 미소 회전시켜 각 묘화 라인(SLn)의 기울기를 조정한 후, 앞의 제1 실시 형태나 제2 실시 형태와 같이 하여 묘화 배율을 보정하는 것에 더하여, 제3 실시 형태와 같이 묘화 라인(SLn)을 부주사 방향으로 시프트시킴으로써, 각 묘화 라인(SLn)의 단부에 있어서의 패턴 묘화시의 이음의 정밀도를 높이는 것이 가능해진다. 또, 기판(P)에 이미 형성된 기초 패턴에 대해서, 새로운 패턴을 중첩하여 묘화할 때도, 그 중첩의 정밀도를 높일 수 있다.

[0317] 이상의 제3 실시 형태에서는, 기판(P)의 표면(빔(LBn)이 스팟광 SP로서 집광되는 위치)과, 도 31 중의 면(Pip')은 서로 공역인 관계로 설정되고, 또한 면(Pip'(Pip))은 광원 장치(LSa(LSb)) 중의 파장 변환 소자(48, 50), 섬유 광 증폭기(46)의 사출단(46a)의 각각과도 서로 공역인 관계로 설정되어 있다. 그 때문에, 폴리곤 미러(PM)의 반사면의 하나를 일정한 방향으로 정지시킨 상태로 하고, 빔(LBn)을 fθ 렌즈(FT)와 실린드리칼 렌즈(CYb)를 통해서 기판(P)의 표면의 1점에 스팟광 SP로서 투사했을 경우, 파장 변환 소자(48, 50)의 결정 특성의 변화에 의해서 고조파 빔의 진행 방향이 각도적으로 드리프트하더라도, 그 영향을 받는 일 없이 기판(P)상의 스팟광 SP는 정지해 있다. 이것은, 스팟광 SP의 주주사 방향의 주사 개시 위치, 혹은 원점 신호 SD에 응답한 묘화 개시 위치가, 주주사 방향으로 드리프트하는 일 없이 안정되어 있는 것을 의미한다. 따라서, 장기적으로 안정된 정밀도로 패턴 묘화를 할 수 있다.

[0318] [제3 실시 형태의 변형예]

[0319] 상기 제 3의 실시 형태는, 이하와 같은 변형도 가능하다. 상기 각 실시 형태나 그 변형예에서는, 패턴 묘화 영역(노광 영역 W)의 Y방향의 폭을 커버하도록, 복수의 주사 유닛(Un(U1~U6))의 각각에 의한 묘화 라인(SLn(SL1~SL6))이, 주주사 방향(Y방향)으로 어긋나 단부에서 이어지도록 주사 유닛(Un)을 배치했다. 그렇지만,

예를 들면, 일본 특허공개 2014-160130호 공보에 개시되어 있는 것처럼, 복수의 묘화 라인(SLn)(복수의 주사 빔)이 부주사 방향으로 어긋나 배치되는 것 같은 텐덤 방식의 묘화 장치에서도, 광학계의 배치를 변경함으로써, 제3 실시 형태와 마찬가지로, 선택용 광학 소자(AOMn)를 스위칭 기능과 스팟광 SP(묘화 라인(SLn))의 시프트 기능에 겸용시킬 수 있다.

[0320] 도 33은 1개의 폴리곤 미러(PM)의 상이한 2개의 반사면(RPa, RPb)의 각각에, 묘화 패턴(묘화하는 패턴)에 따라 강도 변조된 빔(LB1, LB2)를 투사하여, 반사면(PRa)에서 반사된 빔(LB1)은, X축과 평행한 광축(AXf1)을 가지는 제1 fΘ 렌즈(FT)(이하, FT1)에 입사시키고, 반사면(PRb)에서 반사된 빔(LB2)은, X축과 평행한 광축(AXf2)을 가지는 제2 fΘ 렌즈(FT)(이하, FT2)에 입사시키는 텐덤 방식의 묘화 장치의 개략 구성의 일부를 나타내는 도면이다. 제1 fΘ 렌즈(FT1)와 제2 fΘ 렌즈(FT2)는, 도 33에서는 도시를 생략했지만, 앞의 도 5에 나타낸 fΘ 렌즈(FT)와 같이 배치되고, 제1, 제2 각 fΘ 렌즈(FT1, FT2)의 뒤에는, 미러(M15), 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)가 마찬가지로 마련된다. 또한, 설명을 간단하게 하기 위해서 일부의 구성의 도시를 생략하고, 그 설명을 생략하기도 한다.

[0321] 앞의 도 7에 나타낸 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)은, 도 28, 도 29에 나타낸 광학계를 통과하여, 빔 지름이 0.5mm 정도인 평행 광속이 되어 처음의 선택용 광학 소자(음향 광학 변조 소자)(AOM1)에 입사된다. 편향 상태로 스위치된 선택용 광학 소자(AOM1)에 의해서 1차 회절광으로서 편향된 빔(LB1)은, 도 30에서 설명한 것처럼 콜리메이터 렌즈(집광 렌즈)(CL1)에 의해서, 미러(IM1)의 부근에 빔 웨이스트가 되어 집광된다. 미러(IM1)에서 -Z방향으로 반사된 빔(LB1)은, 도 31과 같이 배치되는 콜리메이터 렌즈(CL1a)에 의해서 다시 평행 광속으로 변화되어, 미러(M13)(이하, M13a)에서 반사되어 제1 실린드리칼 렌즈(CYa)(이하, CYa1)에 입사된다. 제1 실린드리칼 렌즈(CYa1)에서 Z방향에만 수렴되는 빔(LB1)은, Z축과 평행한 회전 중심축(AXp)의 둘레로 회전하는 폴리곤 미러(PM)의 제1 반사면(RPa)에 조사된다. 반사면(RPa)은 광축(AXf1)을 가지는 도시하지 않은 제1 fΘ 렌즈(주사용 렌즈)(FT1)의 동면에 위치하도록 설정되고, 빔(LB1)은 기판(P)(피조사체)의 표면에 텔레센트릭한 상태를 유지하여 1차원 주사된다.

[0322] 또, 선택용 광학 소자(AOM1)가 비편향 상태로 스위치되어 있는 경우, 선택용 광학 소자(AOM1)에 입사되는 빔(LBa)은, 콜리메이터 렌즈(집광 렌즈)(CL1)의 광축(AXj)을 따라서 직진하여, 선택용 미러(IM1)의 상방 공간에서 빔 웨이스트가 되어 수렴된 후, 발산 광속이 되어 미러(M2)에서 반사된다. 미러(M2)에서 반사된 빔(LBa)은, 집광 렌즈(CD2)에 의해서 다시 평행 광속으로 변환되어, 미러(M3)에서 반사되어, 2단째의 선택용 광학 소자(AOM2)에 입사된다. 미러(M2, M3)와 집광 렌즈(CD2)는, 앞의 도 6 또는 도 24에 나타낸 것과 같으며, 선택용 광학 소자(AOM1)와 선택용 광학 소자(AOM2)의 각 편향 위치 Pdf는, 콜리메이터 렌즈(집광 렌즈)(CL1)와 집광 렌즈(CD2)에 의한 릴레이계에 의해서, 공역 관계로 설정되어 있다.

[0323] 편향 상태로 스위치된 선택용 광학 소자(AOM2)에 의해서 1차 회절광으로서 편향된 빔(LB2)은, 콜리메이터 렌즈(집광 렌즈)(CL2)에 의해서, 미러(IM2)의 부근에 빔 웨이스트가 되어 집광된다. 미러(IM2)에서 -Z방향으로 반사된 빔(LB2)은, 도 31과 같이 배치되는 콜리메이터 렌즈(CL2a)에 의해서 다시 평행 광속으로 변화되어, 미러(M13)(이하, M13b)에서 반사되어 제1 실린드리칼 렌즈(CYa)(이하, CYa2)에 입사된다. 제1 실린드리칼 렌즈(CYa2)에서 Z방향에만 수렴되는 빔(LB2)은, 폴리곤 미러(PM)의 제2 반사면(RPb)에 조사된다. 반사면(RPb)은 광축(AXf2)을 가지는 도시하지 않은 제2 fΘ 렌즈(주사용 렌즈)(FT2)의 동면에 위치하도록 설정되고, 빔(LB2)은 기판(P)(피조사체)의 표면에 텔레센트릭한 상태를 유지하여 1차원 주사된다. 선택용 광학 소자(AOM1, AOM2)의 양쪽이 비편향 상태인 경우, 선택용 광학 소자(AOM2)를 투과한 빔(LBa)은, 집광 렌즈(CD3)에 의해서 다시 평행 광속으로 변환되어, 2단째의 선택용 광학 소자(AOM2)와 공역 관계로 배치된 3단째의 선택용 광학 소자(AOM3)를 향한다.

[0324] 여기서, 제1 fΘ 렌즈(FT1)와, 그 뒤의 미러(M15)(이하, M15a)와 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)(이하, CYb1)를 포함하여 제1 주사용 광학계라고 하고, 제2 fΘ 렌즈(FT2)와, 그 뒤의 미러(M15)(이하, M15b)와 제2 실린드리칼 렌즈(CYb)(이하, CYb2)를 포함하여 제2 주사용 광학계라고 한다. 제1 주사용 광학계로부터의 빔(LB1)의 스팟광에 의한 주사 궤적(묘화 라인(SL1))과, 제2 주사용 광학계로부터의 빔(LB2)의 스팟광에 의한 주사 궤적(묘화 라인 SL2)은, 도 33 중에서 X방향(부주사 방향)으로 겹치지 않도록 배치된다.

[0325] 이러한, 텐덤형의 묘화 장치에서는, 제1 주사용 광학계에 의한 묘화 라인(SL1)에 의해서 묘화되는 패턴과, 제2 주사용 광학계에 의한 묘화 라인 SL2에 의해서 묘화되는 패턴을, 기판(P)(피조사체)상의 같은 노광 영역 W 내에서 중첩하여 노광하는 것(2중 노광), 혹은 기판(P)의 반송 방향(장척 방향)으로 떨어진 2개의 노광 영역 W의 각각에 노광하는 것이 가능해진다. 그 경우, 선택용 광학 소자(AOM1)에 인가하는 구동 신호 HF1, 선택용 광학 소

자(AOM2)에 인가하는 구동 신호 HF2의 어느 한쪽, 또는 쌍방에 주파수 변조를 줌으로써, 묘화 라인(SL1과 SL2)의 반송 방향(부주사 방향)의 간격 거리를 미세 조정할 수 있어, 2중 노광시의 중첩 정밀도를 높일 수 있다. 또, 도 33과 같은 구성의 빔 주사 장치를, 다색(多色)(RGB, CMY)의 레이저 빔 프린터 등에 적용하면, 인쇄된 화상의 색차이를 작게 억제하는 것도 가능하다.

[0326] 이상, 본 변형예에서는, 광원 장치(LSa)로부터의 빔(LBa)을, 2개(복수)의 선택용 광학 소자(음향 광학 변조 소자)(AOM1, AOM2)를 직렬로 통과시키고, 어느 하나의 선택용 광학 소자(AOMn)를 편향 상태로 스위칭함으로써, 상이한 각도 방향으로부터 폴리곤 미러(PM)의 반사면을 향하는 묘화용의 빔(LBn)을 선택적으로 전환할 수 있다. 선택용 광학 소자(AOM1, AOM2)의 각각의 편광 상태/비편향 상태로의 스위칭의 타이밍은 자유롭게 설정 가능하다. 예를 들면, 묘화 라인(SL1)(제1 주사용 광학계)에만 의해서 기판(P)상에 패턴을 묘화하는 경우는, 입사 허가 신호 LP1(도 12, 도 30)을 액티브한 상태(도 13과 같이 원점 신호 SZ1에 응답하여, 반복하여 H레벨을 생성하는 상태)로 하고, 입사 허가 신호 LP2는 L레벨을 유지하도록 제한하면 된다.

[0327] [제4 실시 형태]

[0328] 상기한 제1~제3 실시 형태, 및 그들의 각 변형예에서는, 광원 장치(LSa(LSb))로부터의 빔(LBa(LBb))을 주사 유닛(Un(U1~U6)) 중 어느 것에 선택적으로 공급하기 위한 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))를 음향 광학 변조 소자로 했다. 즉, 입사 빔에 대해서 소정의 회절각으로 편향되어 출력되는 1차 회절광을 묘화용의 빔(LBn)으로서 주사 유닛(Un)에 공급하고 있지만, 선택용 광학 소자(AOMn(AOM1~AOM6))는 회절 현상을 사용하지 않는 전기 광학 편향 부재여도 된다.

[0329] 도 34는 제4 실시 형태에 의한 빔 전환부(BDU) 내의 하나의 주사 유닛(Un)에 대응하여 마련된 빔 전환 부재의 구성을 나타내고, 본 실시 형태에서는, 광원 장치(LSa(LSb))로부터의 빔(LBa(LBb))을 입사하는 전기 광학 소자(OSn)와, 전기 광학 소자(OSn)를 투과한 빔의 편광 특성에 따라서, 빔을 투과 또는 반사하는 편광 빔 스플리터(BSn)가, 앞의 도 25에 나타낸 선택용 광학 소자(AOM1)와 유닛측 입사 미러(IM1)의 조합계, 혹은, 도 30에 나타낸 선택용 광학 소자(AOM1), 콜리메이터 렌즈(CL1), 유닛측 입사 미러(IM1)의 조합계 대신에 마련된다.

[0330] 도 34에 있어서, 광원 장치(LSa(LSb))로부터 평행 광속이 되어 사출되는 빔(LBa(LBb))의 진행 방향을 X축과 평행하게 설정했을 때, 전기 광학 소자(OSn)에 입사되는 빔(LBa(LBb))을 Y방향으로 편광시킨 직선 편광으로 하고, 전기 광학 소자(OSn)의 Y방향에 대향한 면에 형성된 전극(EJp, EJm)의 사이에 수 Kv의 전압을 인가하면, 전기 광학 소자(OSn)를 투과한 빔은, 입사시의 편광 상태로부터 90도 회전하여 Z방향으로 편광된 직선 편광이 되어, 편광 빔 스플리터(BSn)에 입사된다. 전극(EJp, EJm)간에 전압을 인가하지 않는 경우, 전기 광학 소자(OSn)를 투과한 빔은, 입사시의 편광 상태인 채 Y방향으로 편광된 직선 편광이 된다. 따라서, 전극(EJp, EJm)간의 전압이 영(零)인 오프 상태일 때, 전기 광학 소자(OSn)로부터의 빔은, 입방체 모양의 편광 빔 스플리터(BSn)의 편광 분할면(psp)(XY면과 YZ면의 각각에 대해서 45도 기운 면)을 그대로 투과한다. 전극(EJp, EJm)간에 전압이 인가되는 온 상태일 때, 전기 광학 소자(OSn)로부터의 빔은 편광 빔 스플리터(BSn)의 편광 분할면(psp)에서 반사되어, 묘화 데이터(예를 들면 도 14 중의 묘화 비트열 데이터 SBa, SBb)에 따라 강도 변조된 묘화용의 빔(LBn)이 되어 주사 유닛(Un)을 향한다. 전기 광학 소자(OSn)는 인가되는 전계 강도의 1승(乘)으로 굴절률이 변화하는 포켈스 효과(Pockels effect), 또는 인가되는 전계 강도의 2승으로 굴절률이 변화하는 커 효과(Kerr effect)를 나타내는 결정 매체 또는 비결정 매체로 구성된다. 또 전기 광학 소자(OSn)는 전계 대신에 자계에 의해서 굴절률이 변화하는 패러데이 효과를 나타내는 결정 매체여도 된다.

[0331] 도 35는 도 6(또는 도 24)에 나타낸 빔 전환부(BDU)를 구성하는 선택용 광학 소자(AOM1~AOM6)와 유닛측 입사 미러(IM1~IM6)를, 도 34의 구성으로 치환한 변형예를 나타낸다. 광원 장치(LSa)로부터 평행 광속(빔 지름은 1mm 이하)으로서 사출되는 직선 편광의 빔(LBa)은, 도 25, 도 30에 나타낸 것 같은 음향 광학 변조 소자, 또는 음향 광학 편향 소자(AOD)를 이용한 빔 시프터부(SFTa)를 통하여, 전기 광학 소자(OS1), 편광 빔 스플리터(BS1), 전기 광학 소자(OS2), 편광 빔 스플리터(BS2), 전기 광학 소자(OS3), 편광 빔 스플리터(BS3)의 순서로 통과한 후, 흡수체(TR1)에 입사된다. 편광 빔 스플리터(BS1)는, 전기 광학 소자(OS1)에 전계가 인가되었을 때, 빔(LBa)을 묘화용의 빔(LB1)으로서 주사 유닛(U1)을 향해서 반사한다. 마찬가지로, 편광 빔 스플리터(BS2)는 전기 광학 소자(OS2)에 전계가 인가되었을 때, 빔(LBa)을 묘화용의 빔(LB2)으로서 주사 유닛(U2)을 향해서 반사되고, 편광 빔 스플리터(BS3)는 전기 광학 소자(OS3)에 전계가 인가되었을 때, 빔(LBa)을 묘화용의 빔(LB3)으로서 주사 유닛(U3)을 향해서 반사한다. 도 35에서는, 전기 광학 소자(OS1~OS3) 중 전기 광학 소자(OS2)에만 전계가 인가되어, 빔 시프터부(SFTa)로부터 사출되는 빔(LBa)이 빔(LB2)으로서 주사 유닛(U2)에만 입사되고 있다.

[0332] 마찬가지로, 광원 장치(LSb)로부터 평행 광속(빔 지름은 1mm 이하)으로서 사출되는 직선 편광의 빔(LBb)은, 음

향 광학 편향 소자(AOD)를 이용한 빔 시프터부(SFTb)를 통하여, 전기 광학 소자(OS4), 편광 빔 스플리터(BS4), 전기 광학 소자(OS5), 편광 빔 스플리터(BS5), 전기 광학 소자(OS6), 편광 빔 스플리터(BS6)의 순서로 통과한 후, 흡수체(TR2)에 입사된다. 편광 빔 스플리터(BS4)는 전기 광학 소자(OS4)에 전계가 인가되었을 때, 빔(LBb)을 묘화용의 빔(LB4)으로서 주사 유닛(U4)을 향해서 반사하고, 편광 빔 스플리터(BS5)는 전기 광학 소자(OS5)에 전계가 인가되었을 때, 빔(LBb)을 묘화용의 빔(LB5)으로서 주사 유닛(U5)을 향해서 반사하고, 편광 빔 스플리터(BS6)는 전기 광학 소자(OS6)에 전계가 인가되었을 때, 빔(LBb)을 묘화용의 빔(LB6)으로서 주사 유닛(U6)을 향해서 반사한다. 도 35에서는, 전기 광학 소자(OS4~OS6) 중 전기 광학 소자(OS6)에만 전계가 인가되어, 빔 시프터부(SFTb)로부터 사출되는 빔(LBb)이 빔(LB6)으로서 주사 유닛(U6)에만 입사되고 있다.

[0333] 빔 시프터부(SFTa, SFTb)는, 일례로서, 음향 광학 편향 소자(AODs)를 이용하여 도 36과 같이 구성된다. 음향 광학 편향 소자(AODs)는, 도 30에 나타나고 있는 드라이브 회로(102A)와 마찬가지의 드라이브 회로로부터의 구동 신호 HFn에 의해서 구동된다. 광원 장치(LSa(LSb))로부터의 평행한 빔(LBa(LBb))은, 초점 거리 f1의 렌즈(CG1)에 광축과 동축이 되어 입사되어, 면(pu)에서 빔 웨이스트가 되도록 집광된다. 음향 광학 편향 소자(AODs)의 편향점은, 면(pu)의 위치에 배치된다. 구동 신호 HFn이 오프인 상태에서는, 면(pu)에서 빔 웨이스트가 된 빔(LBa(LBb))은 회절되는 일 없이, 면(pu)으로부터 초점 거리 f2의 렌즈(CG2)에 입사되고, 평행 광속이 되어 미러(OM)에서 반사되어 흡수체(TR3)에 입사된다. 구동 신호 HFn이 음향 광학 편향 소자(AODs)에 인가된 온 상태일 때, 음향 광학 편향 소자(AODs)는 구동 신호 HFn의 주파수에 따른 회절각으로 편향된 빔(LBa(LBb))의 1차 회절광이 생성된다. 그 1차 회절광은, 여기에서는 편향된 빔(LBa(LBb))이라고 부른다. 음향 광학 편향 소자(AODs)의 편향점은, 렌즈(CG2)의 초점 거리 f2의 위치인 면(pu)에 배치되므로, 렌즈(CG2)로부터 사출되는 편향된 빔(LBa(LBb))은, 렌즈(CG2)의 광축과 평행한 평행 광속으로 되어, 도 35의 전기 광학 소자(OS1 또는 OS4)에 입사된다.

[0334] 음향 광학 편향 소자(AODs)에 인가되는 구동 신호 HFn의 주파수를 바꿈으로써, 렌즈(CG2)로부터 사출되는 빔(LBa(LBb))은 렌즈(CG2)의 광축과 평행한 상태로, 광축과 수직인 방향으로 위치 시프트된다. 빔(LBa(LBb))의 위치 시프트의 방향은, 도 34에 나타낸 전기 광학 소자(OSn(OS1 또는 OS4))의 입사 단면상에서 Z방향에 대응하고, 시프트량은 구동 신호 HFn의 주파수의 변화량에 대응한다. 본 실시 형태의 경우, 빔 시프터부(SFTa)는 3개의 주사 유닛(U1, U2, U3)에 대해서 공통으로 마련되고, 빔 시프터부(SFTb)는 3개의 주사 유닛(U4, U5, U6)에 대해서 공통으로 마련되어 있다. 그 때문에, 음향 광학 편향 소자(AODs)에 인가되는 구동 신호 HFn의 주파수는, 도 35의 전기 광학 소자(OS1~OS3)의 어느 하나, 또는 전기 광학 소자(OS4~OS6) 중 어느 하나가 온 상태가 되는 타이밍에 동기하여, 온 상태가 되는 전기 광학 소자(OSn)에 대응한 주사 유닛(Un)으로부터 사출되는 빔(LBn)에 대해서 설정되는 스팟광 SP의 부주사 방향(X방향)으로의 시프트량 ΔSFp(도 32 참조)에 대응하도록 변조(FM변조)된다. 이것에 의해, 전기 광학 소자(OS1~OS3(OS4~OS6))를 통과하는 빔(LBa(LBb))이 도 34 중에서 Z방향으로 평행하게 시프트되어, 편광 빔 스플리터(BS1~BS3(BS4~BS6))에서 반사된 빔(LBn(LB1~LB6))은, 도 34 중에서 X방향으로 평행 시프트된다. 이것에 의해, 도 32에서 설명한 것처럼, 스팟광 SP가 부주사 방향으로 ΔSFp만큼 시프트된다. 또한, 도 36에서는, 빔(LBa(LBb))이 음향 광학 편향 소자(AODs)의 편향점에서 빔 웨이스트에 수렴되도록 구성했지만, 음향 광학 편향 소자(AODs)를 통과하는 빔(LBa(LBb))을 도 30과 같이 가는 평행 광속으로 하고, 도 31과 같은 상태로 각 주사 유닛(U1~U6)에 배분되는 빔(LBn)을 미소 시프트시키는 구성으로 해도 된다.

[0335] 이상, 본 실시 형태에서는, 광원 장치(LSa(LSb))로부터의 빔(LBa(LBb))을, 3개의 주사 유닛(U1~U3(U4~U6)) 중 어느 하나로 선택적으로 배분(스위칭)하기 위해, 편향 작용을 가지지 않는 전기 광학 소자((OS1~OS3(OS4~OS6)))를 이용했으므로, 스팟광 SP를 부주사 방향으로 시프트시키기 위해서, 편향 작용을 가지는 음향 광학 편향 소자(AODs)에 의한 빔 시프터부(SFTa(SFTb))가, 광로(光路)상의 전기 광학 소자(OS1~OS3(OS4~OS6))의 상류측에 마련된다. 이와 같이 구성하면, 3개의 주사 유닛(U1~U3(U4~U6))의 각각에 있어서의 스팟광 SP의 부주사 방향으로의 고속의 시프트 동작을, 1개의 음향 광학 편향 소자(AODs)에 의한 빔 시프터부(SFTa(SFTb))에서 행하기 때문에, 음향 광학 편향 소자나 그 구동 회로의 수를 저감시킬 수 있어, 열원을 줄일 수 있다.

[0336] ［변형예］

[0337] 도 37은 상기의 각 실시 형태나 변형예에서 사용된 선택용 광학 소자(AOM1~AOM6, AOMa, AOMb)나 음향 광학 편향 소자(AODs) 대신에 마련되어, 회절 작용에 의존하지 않는 빔 편향 부재의 일례를 나타낸다. 도 37a는 소정의 두께로 프리즘 모양(삼각형)으로 형성된 투과성의 결정 매체의 대향하는 평행한 측면(도 37a에서는 상하면)에 전극(EJp, EJm)이 형성된 전기 광학 소자(ODn)를 나타낸다. 결정 매체는 화학 조성으로서, KDP(KH_2PO_4), ADP($NH_4H_2PO_4$), KD*P(KD_2PO_4), KDA(KH_2AsO_4), $BaTiO_3$, $SrTiO_3$, $LiNbO_3$, $LiTaO_3$ 등으로 나타내지는 재료이다. 전기

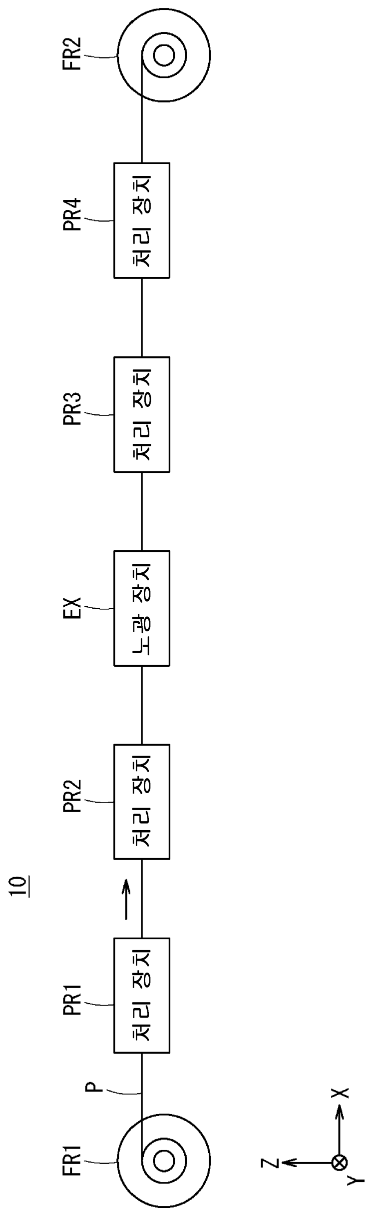
광학 소자(ODn)의 일방의 경사면으로부터 입사된 빔(LBa(LBb))은, 전극(EJp, EJm)간의 전계가 영일 때는, 결정 매체의 초기의 굴절률과 공기의 굴절률의 차에 따라 편향되어, 타방의 경사면으로부터 사출된다. 전극(EJp, EJm)간에 일정치 이상의 전계가 인가되면, 결정 매체의 굴절률이 초기치로부터 변화하기 때문에, 입사된 빔(LBa(LBb))은 타방의 경사면으로부터 초기의 각도와 상이한 각도로 사출되는 빔(LBn)이 된다. 이러한 전기 광학 소자(ODn)를 이용하더라도, 광원 장치(LSa(LSb))로부터의 빔(LBa(LBb))을, 주사 유닛(U1~U6)의 각각에 시분할로 스위칭하여 공급할 수 있다. 또, 전기 광학 소자(ODn)에 인가하는 전계 강도를 바꿈으로써, 사출되는 빔(LBn)의 편향각을 미소하게 고속으로 바꿀 수 있으므로, 전기 광학 소자(ODn)에 스위칭 기능과 함께, 기판(P)상의 스팟광 SP를 부주사 방향으로 미소량 시프트시키는 기능을 겸비하게 해도 된다. 또한, 도 36과 같은 단독의 빔 시프터부(SFTa(SFTb))의 음향 광학 편향 소자(AODs) 대신에 전기 광학 소자(ODn)를 이용해도 된다.

[0338] 도 37b는 예를 들면, 일본 특허공개 2014-081575호 공보, 국제 공개 공보 WO2005/124398호 팜플렛에 개시되어 있는 것과 같은 KTN($KTa_{1-X}Nb_XO_3$) 결정에 의한 전기 광학 소자(KDn)를 이용한 빔 편향 부재의 예를 나타낸다. 도 37b에 있어서, 전기 광학 소자(KDn)는 빔(LBa(LBb))의 진행 방향을 따라서 긴 각주 모양으로 형성된 결정 매체와, 그 결정 매체를 사이에 두고 대향 배치되는 전극(EJp, EJm)으로 구성된다. 전기 광학 소자(KDn)는 일정한 온도(예를 들면 40도대)로 유지되도록, 온조(溫調) 기능을 가지는 케이스 내에 수납된다. 전극(EJp, EJm)간의 전계 강도가 영일 때, 각주 모양의 KTN 결정 매체의 일방의 단면으로부터 입사된 빔(LBa(LBb))은, KTN 결정 매체 내를 직진하여, 타방의 단면으로부터 사출된다. 전극(EJp, EJm)간에 전계 강도를 인가하면, KTN 결정 매체 내를 통과하는 빔(LBa(LBb))이, 전계의 방향으로 편향되어, 타방의 단면으로부터 빔(LBn)으로서 사출된다. KTN 결정 매체도, 전계의 강도에 의해서 굴절률이 변화하는 재료이지만, 앞에 예로 든 각종의 결정 매체와 비교해서, 한 자리수 정도 낮은 전계 강도(수백 V)로 큰 굴절률 변화가 얻어진다. 그 때문에, 전극(EJp, EJm)간에 인가하는 전압을 바꾸면, 전기 광학 소자(KDn)로부터 사출되는 빔(LBn)의 원래의 빔(LBa(LBb))에 대한 편향각을 비교적으로 큰 범위(예를 들면, 0도~5도)로, 고속으로 조정할 수 있다.

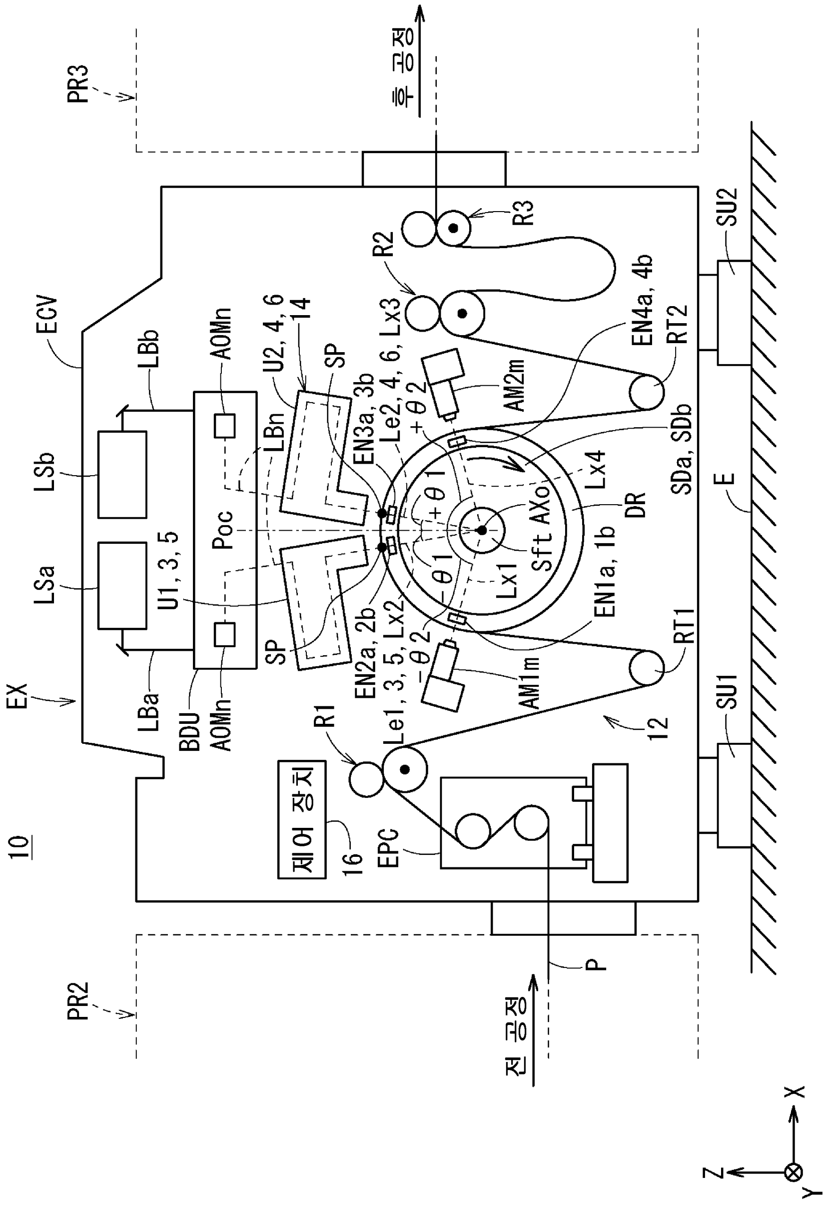
[0339] 이러한 전기 광학 소자(KDn)를 이용하더라도, 광원 장치(LSa(LSb))로부터의 빔(LBa(LBb))을, 주사 유닛(U1~U6)의 각각에 시분할로 스위칭하여 공급할 수 있다. 또, 전기 광학 소자(KDn)에 인가하는 전계 강도를 바꿈으로써, 사출되는 빔(LBn)의 편향각을 고속으로 바꿀 수 있으므로, 전기 광학 소자(KDn)에 스위칭 기능과 함께, 기판(P)상의 스팟광 SP를 부주사 방향으로 시프트시키는 기능을 겸비하게 해도 된다. 또한, 도 36과 같은 단독의 빔 시프터부(SFTa(SFTb))의 음향 광학 편향 소자(AODs) 대신에 전기 광학 소자(KDn)를 이용해도 된다.

도면

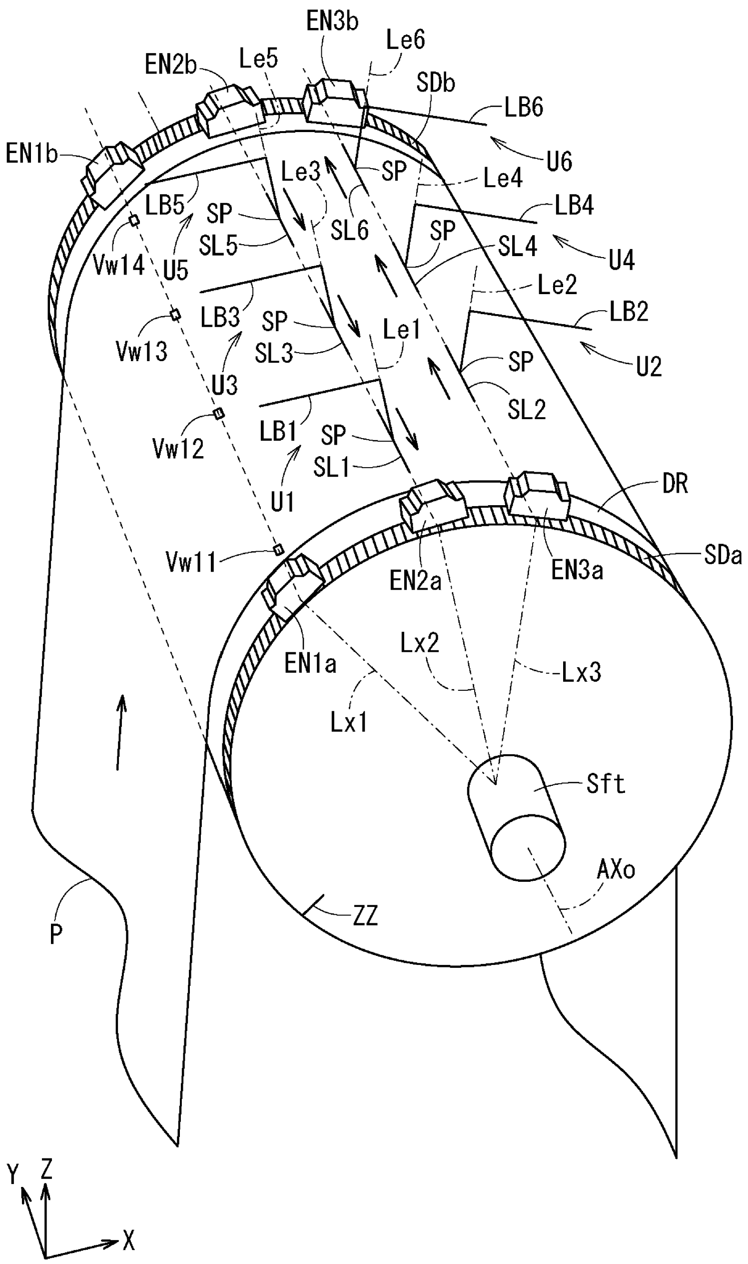
도면1



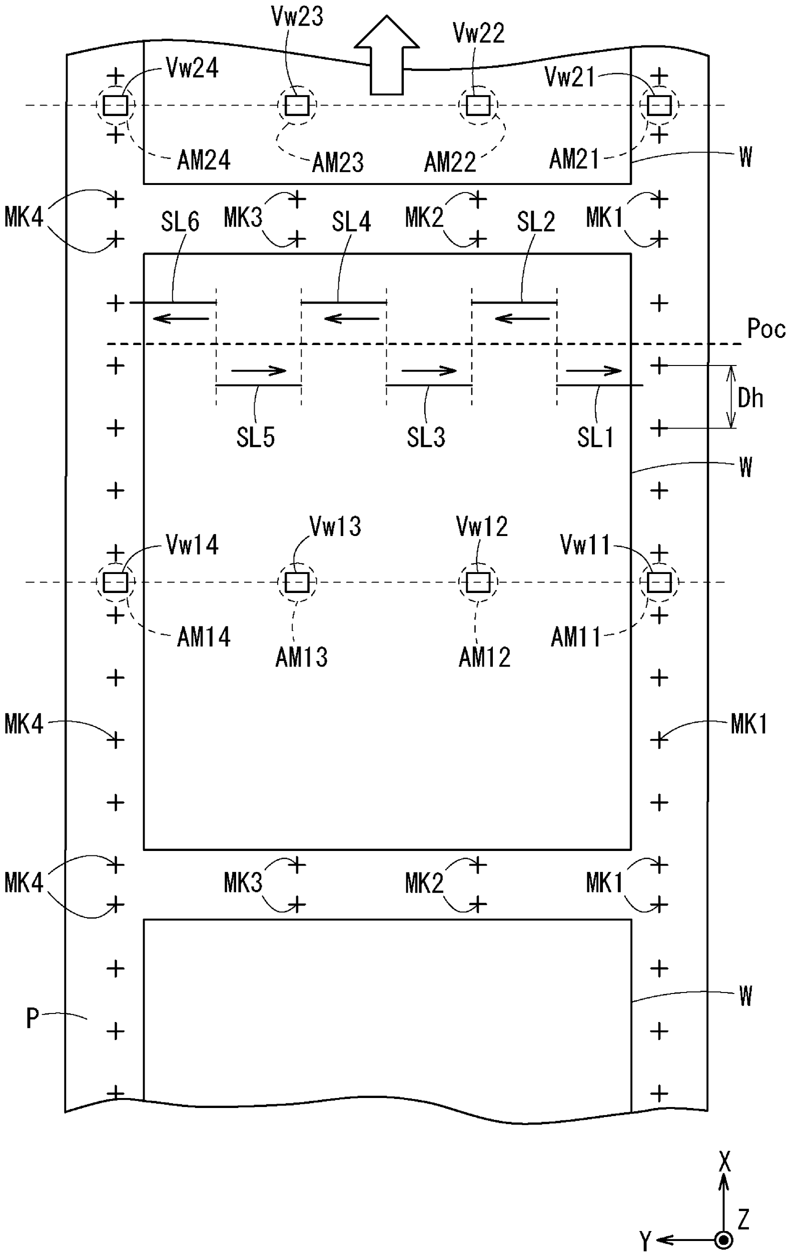
도면2


10
PR3
PR2
후 공정
전 공정
ECV
EX
LSa
LSb
LBa
LBb
BDU
AOMn
U1, 3, 5
Poc
LBn
U2, 4, 6
14
SP
EN3a, 3b
Le2, 4, 6, Lx3
+θ2
+θ1
−θ1
−θ2
EN2a, 2b
Le1, 3, 5, Lx2
AM2m
AM1m
Sft AXo
Lx1
Lx4
DR
EN1a, 1b
EN4a, 4b
SDa, SDb
RT1
RT2
R1
R2
R3
12
제어 장치
16
EPC
P
SU1
SU2
E
X
Y
Z

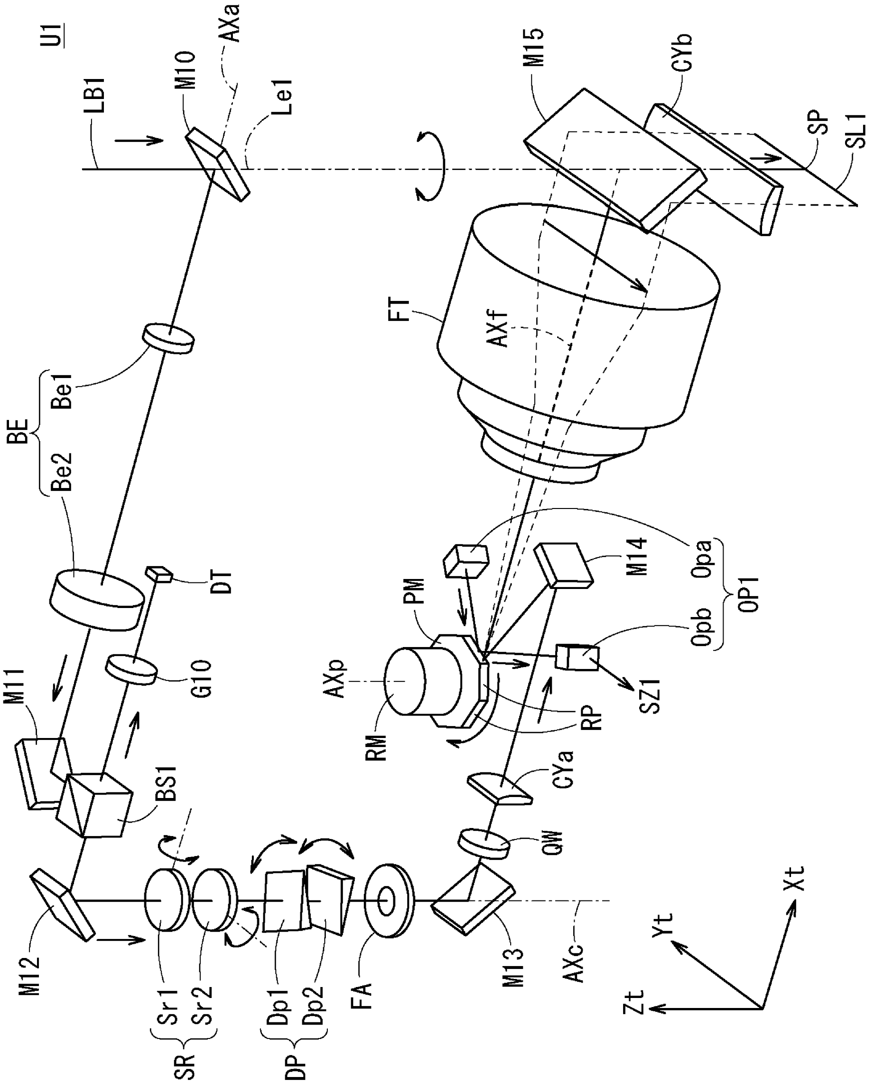
도면3


EN3b
Le6
EN2b
Le5
SDb
LB6
EN1b
U6
Le3
SP
Le4
LB5
SP
SL6
LB4
SP
SL5
SP
SL4
U4
Vw14
U5
Le2
LB3
SP
LB2
Vw13
SL3
Le1
U2
SP
U3
SL2
Vw12
LB1
SP
SL1
U1
DR
Vw11
SDa
EN2a
EN3a
EN1a
Lx2
Lx3
Lx1
Sft
AXo
P
ZZ
Y
Z
X

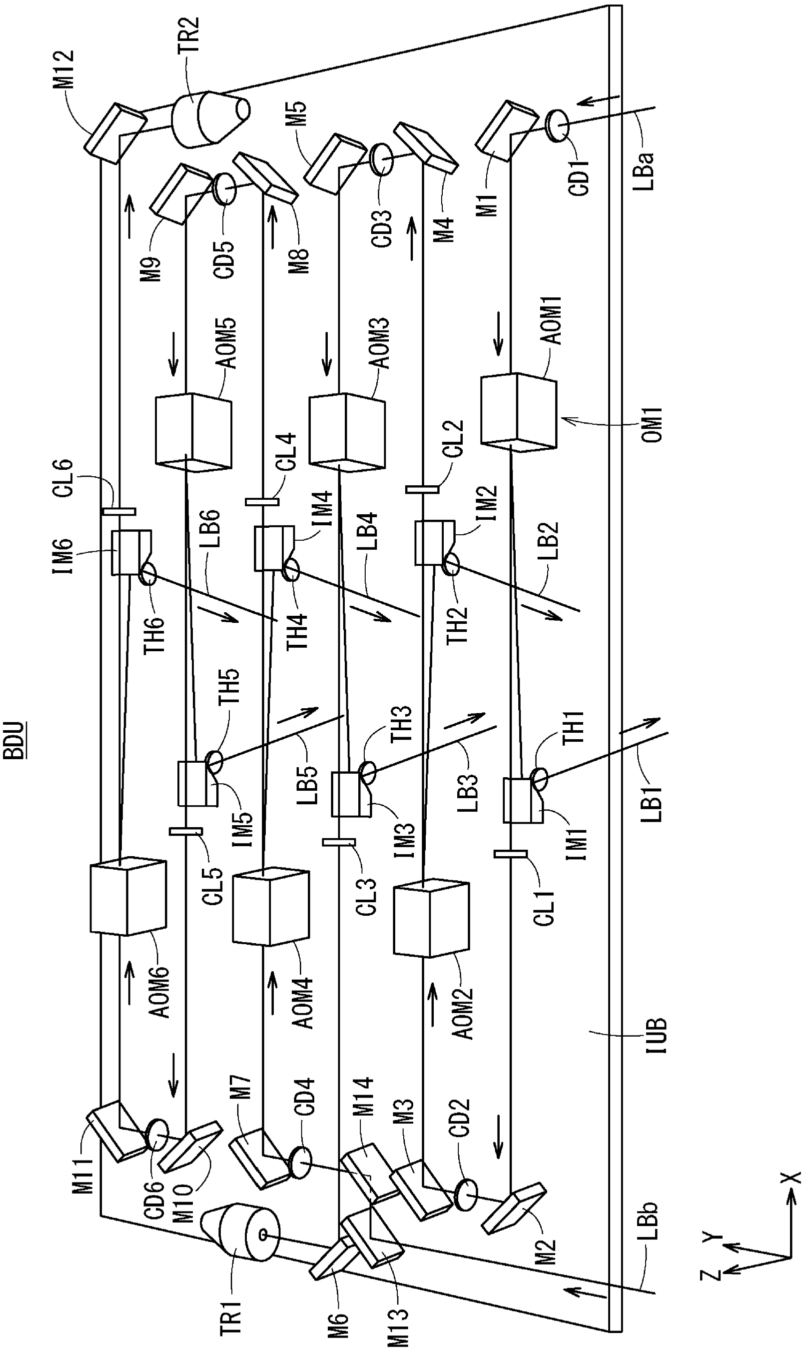
도면4


Vw23
Vw22
Vw24
Vw21
AM24
AM23
AM22
AM21
W
MK4
SL6
MK3
SL4
MK2
SL2
MK1
Poc
Dh
SL5
SL3
SL1
W
Vw14
Vw13
Vw12
Vw11
AM14
AM13
AM12
AM11
MK4
MK1
MK4
MK3
MK2
MK1
W
P
X
Z
Y

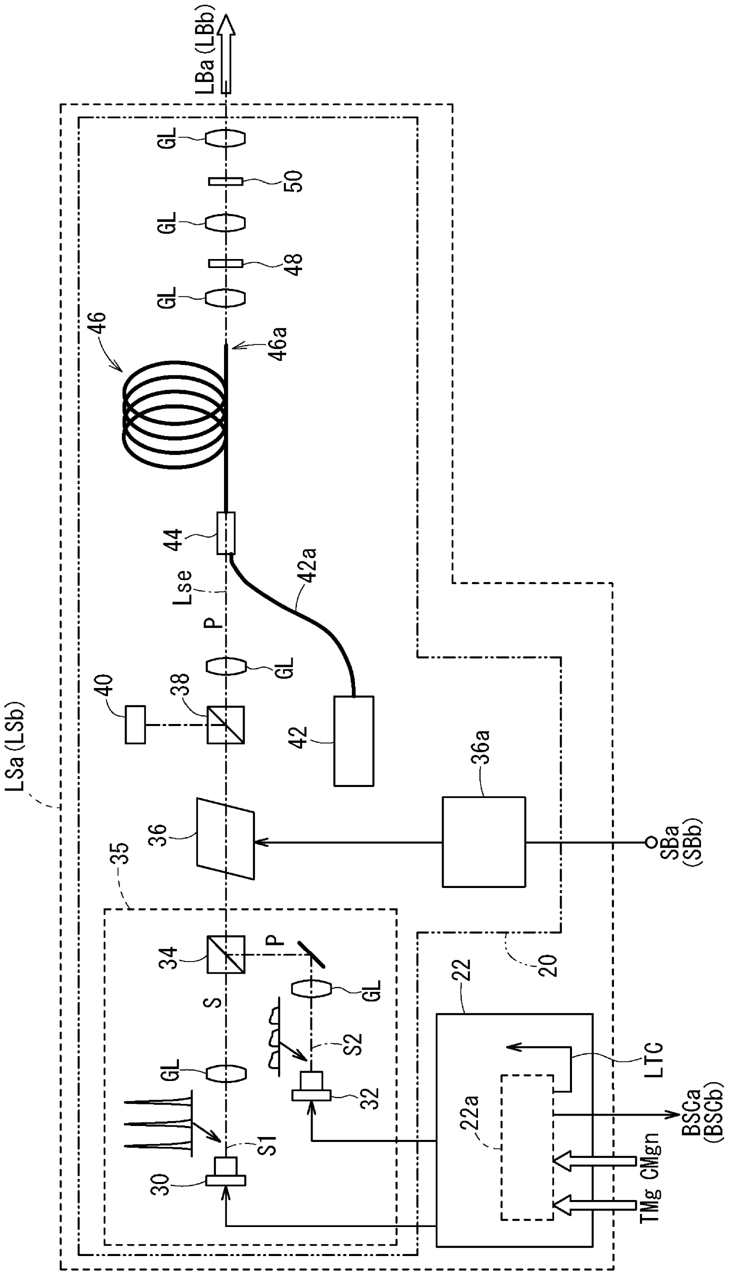
도면5


U1
AXa
M10
LB1
Le1
M15
CYb
SP
SL1
FT
AXf
BE
Be1
Be2
DT
M11
G10
BS1
PM
AXp
RM
RP
M14
Opa
Opb
OP1
SZ1
CYa
QW
M12
Sr1
Sr2
SR
Dp1
Dp2
DP
FA
M13
AXc
Zt
Yt
Xt

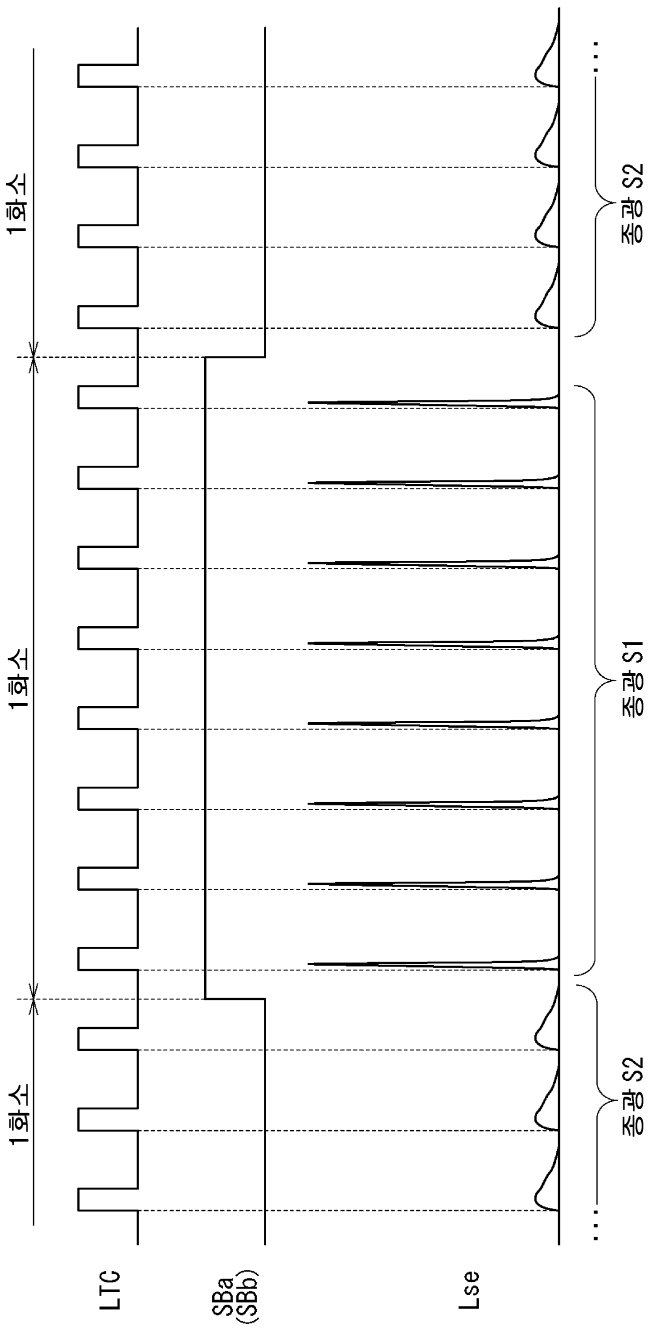
도면6


BDU
M12
TR2
M5
M9
CD5
M8
CD3
M4
M1
CD1
LBa
AOM5
AOM3
AOM1
OM1
CL6
CL4
CL2
IM6
LB6
IM4
LB4
IM2
LB2
TH6
TH4
TH2
TH5
TH3
TH1
LB5
LB3
LB1
IM5
IM3
IM1
CL5
CL3
CL1
AOM6
AOM4
AOM2
IUB
M11
CD6
M10
M7
CD4
M14
M3
CD2
M2
LBb
TR1
M6
M13
Z
Y
X

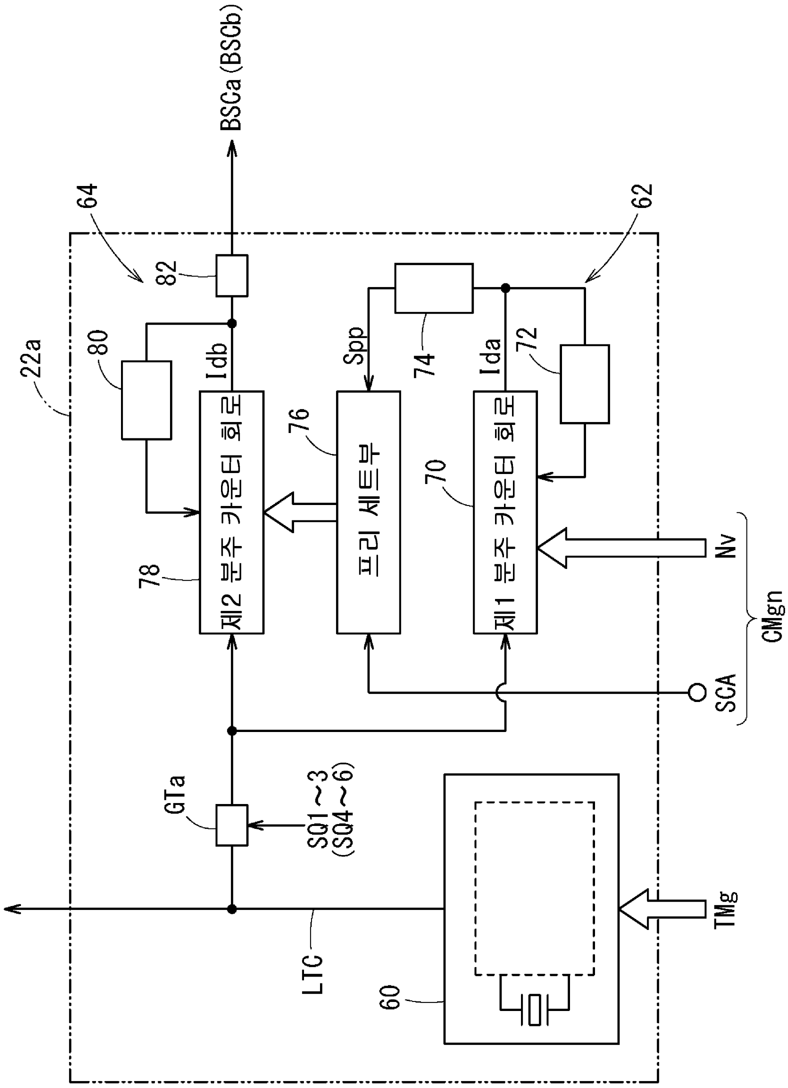
도면7


LBa(LBb)
GL
50
GL
48
GL
46
46a
44
Lse
42a
P
GL
40
38
42
LSa(LSb)
36a
36
35
SBa
(SBb)
34
P
S
GL
20
22
GL
S2
LTC
32
22a
S1
BSCa
(BSCb)
30
TMg
CMgn

도면8



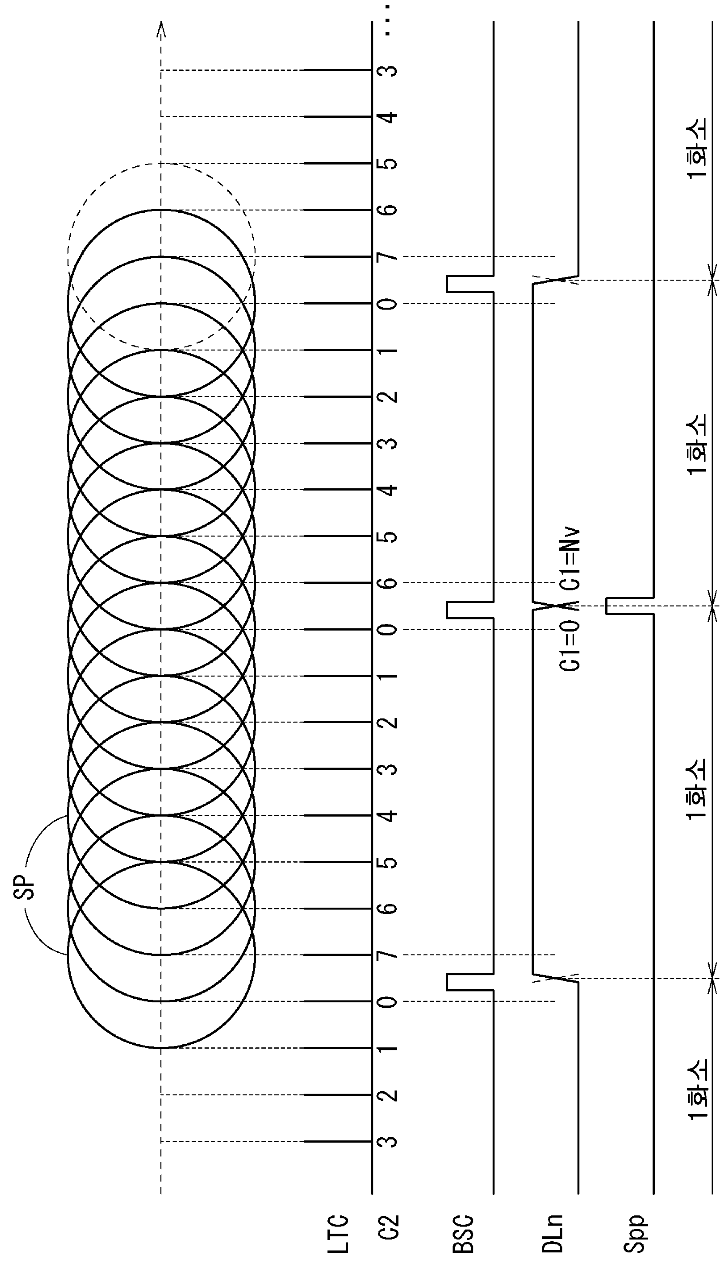
도면9



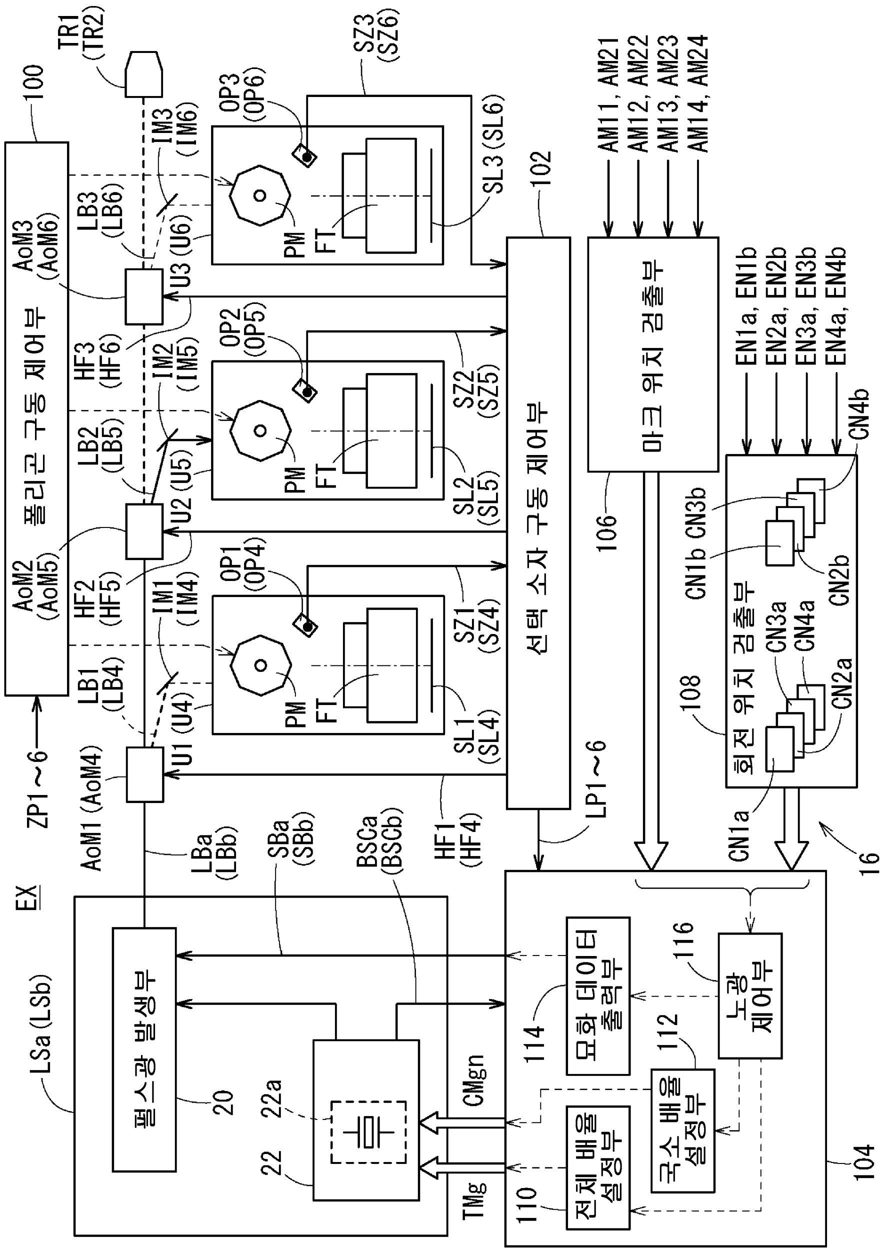
도면10

		Spp	
		0	1
POL	0	7	6
	1	7	8

도면11

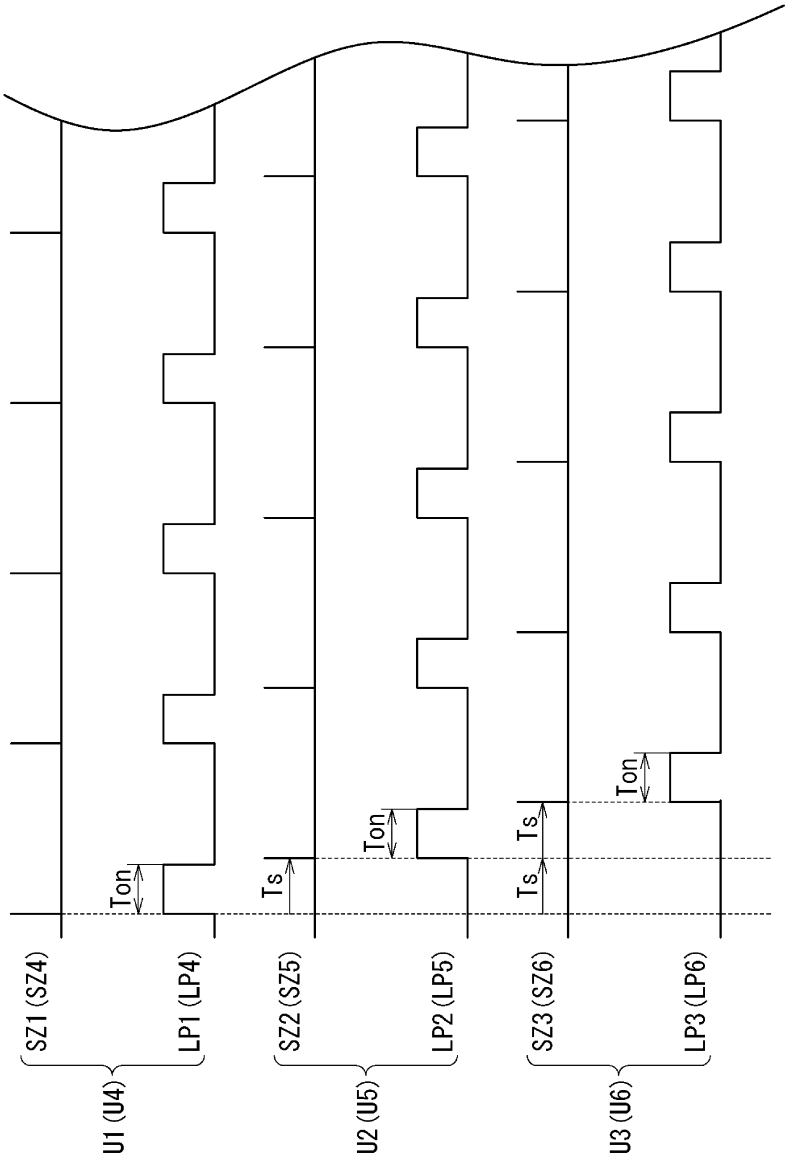


도면12

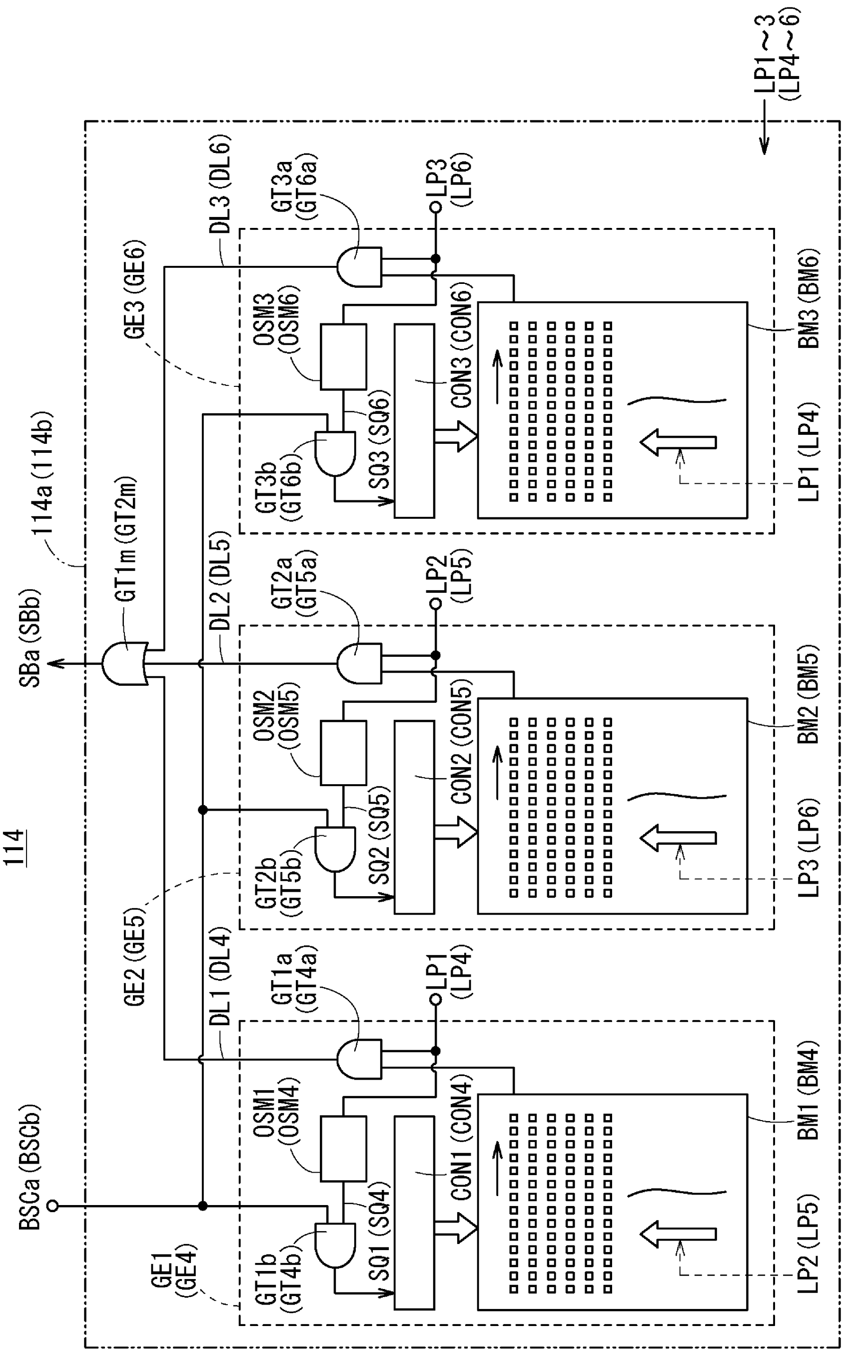


100
폴리곤 구동 제어부
TR1 (TR2)
SZ3 (SZ6)
OP3 (OP6)
IM3 (IM6)
LB3 (LB6)
AoM3 (AoM6)
U3 (U6)
HF3 (HF6)
PM
FT
SL3 (SL6)
102
AM11, AM21
AM12, AM22
AM13, AM23
AM14, AM24
OP2 (OP5)
IM2 (IM5)
LB2 (LB5)
U2 (U5)
SZ2 (SZ5)
SL2 (SL5)
마크 위치 검출부
EN1a, EN1b
EN2a, EN2b
EN3a, EN3b
EN4a, EN4b
CN4b
106
CN1b CN3b
CN2b
AoM2 (AoM5)
HF2 (HF5)
IM1 (IM4)
OP1 (OP4)
SZ1 (SZ4)
선택 소자 구동 제어부
108
회전 위치 검출부
CN3a
CN4a
CN2a
LB1 (LB4)
U1 (U4)
SL1 (SL4)
ZP1~6
AoM1 (AoM4)
LBa (LBb)
SBa (SBb)
BSCa (BSCb)
HF1 (HF4)
LP1~6
CN1a
16
EX
LSa (LSb)
펄스광 발생부
20
22a
22
CMgn
TMg
묘화 데이터 출력부
114
116
노광 제어부
112
국소 배율 설정부
110
전체 배율 설정부
104

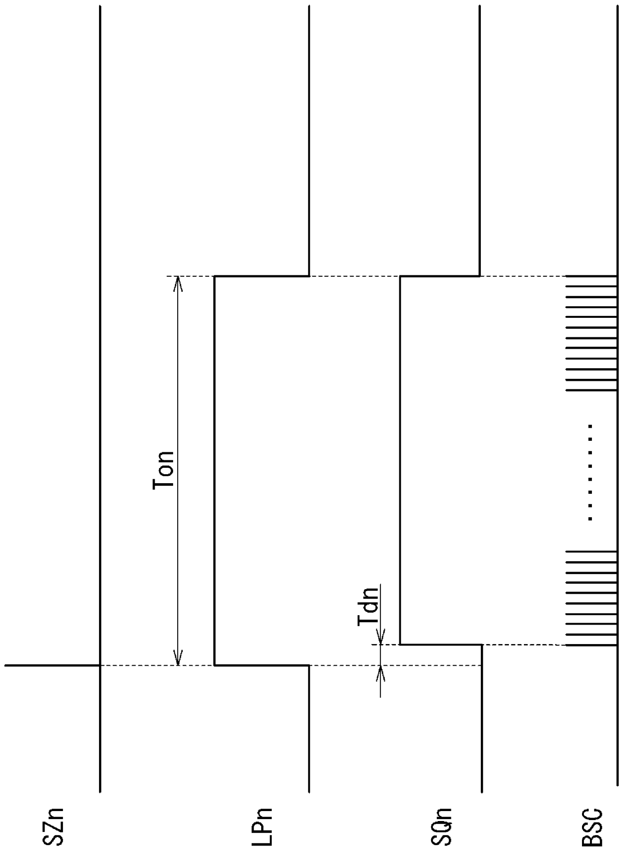
도면13


Ton
Ts
Ton
Ts
Ts
Ton
SZ1 (SZ4)
LP1 (LP4)
SZ2 (SZ5)
LP2 (LP5)
SZ3 (SZ6)
LP3 (LP6)
U1 (U4)
U2 (U5)
U3 (U6)

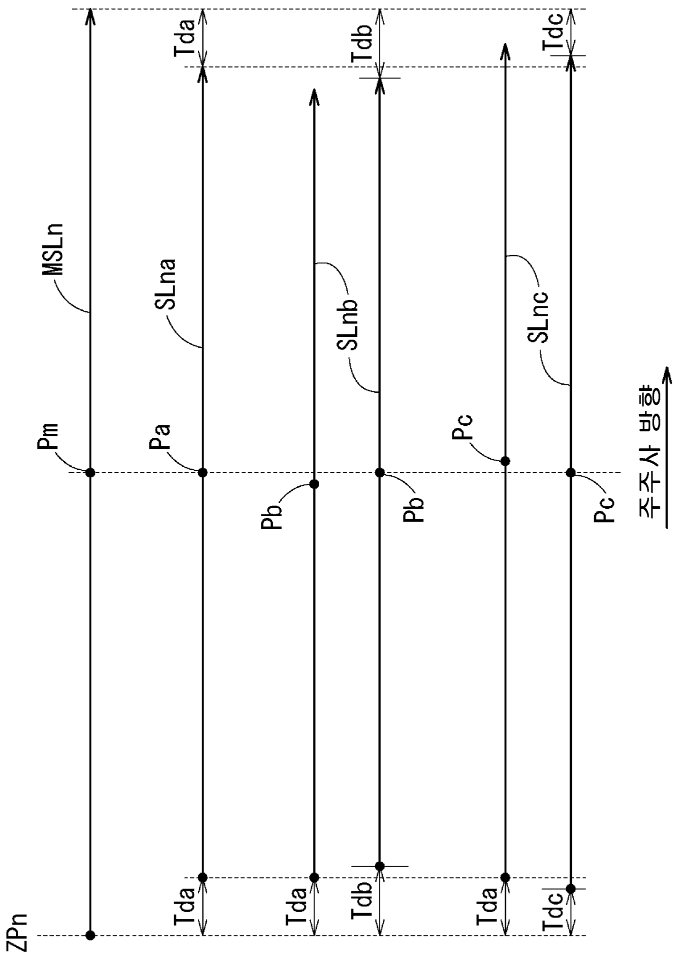
도면14


114
114a (114b)
BSCa (BSCb)
SBa (SBb)
GT1m (GT2m)
GE1 (GE4)
GE2 (GE5)
GE3 (GE6)
DL1 (DL4)
DL2 (DL5)
DL3 (DL6)
GT1a (GT4a)
GT1b (GT4b)
GT2a (GT5a)
GT2b (GT5b)
GT3a (GT6a)
GT3b (GT6b)
OSM1 (OSM4)
OSM2 (OSM5)
OSM3 (OSM6)
SQ1 (SQ4)
SQ2 (SQ5)
SQ3 (SQ6)
CON1 (CON4)
CON2 (CON5)
CON3 (CON6)
LP1 (LP4)
LP2 (LP5)
LP3 (LP6)
BM1 (BM4)
BM2 (BM5)
BM3 (BM6)
LP2 (LP5)
LP3 (LP6)
LP1 (LP4)
LP1~3 (LP4~6)

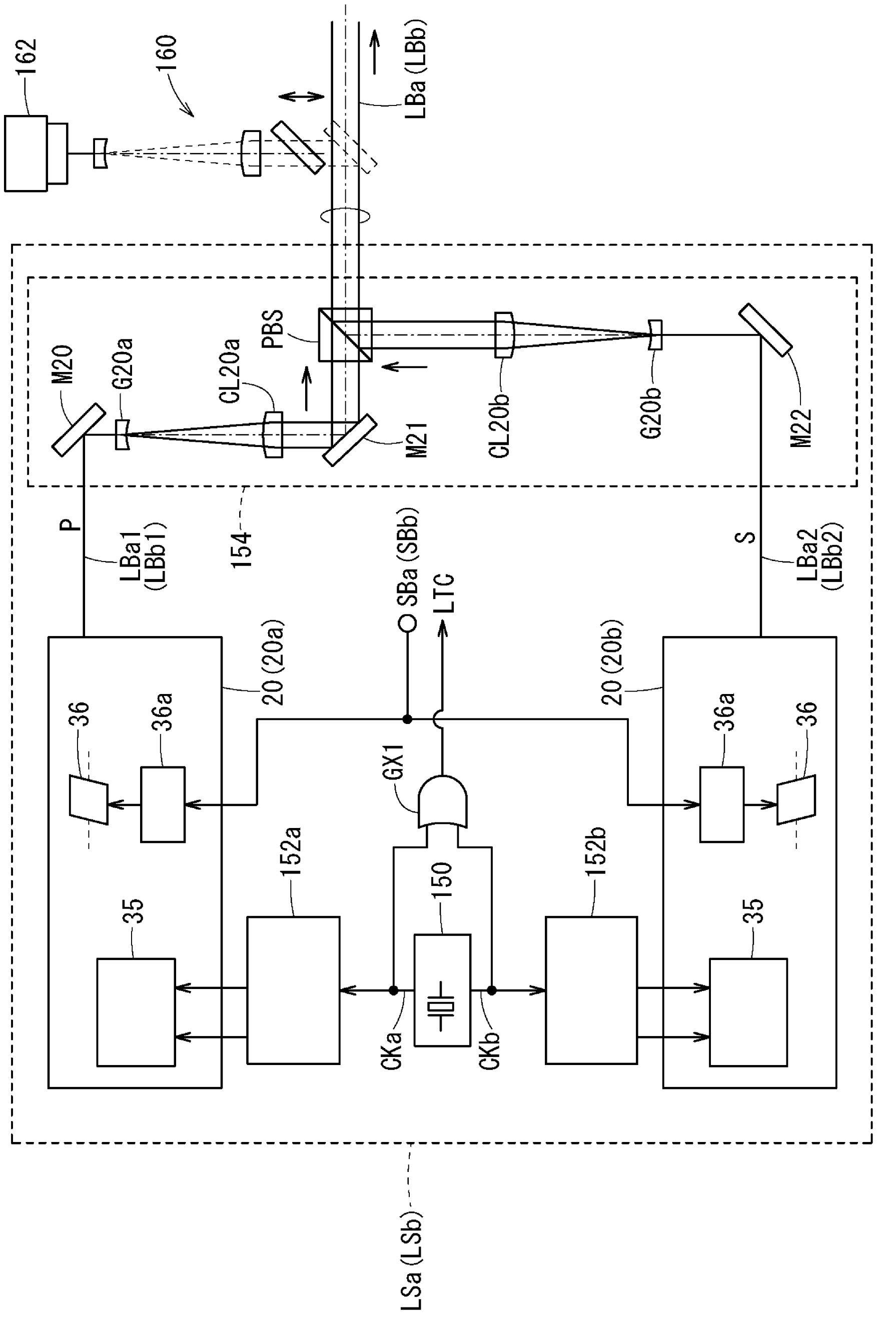
도면15



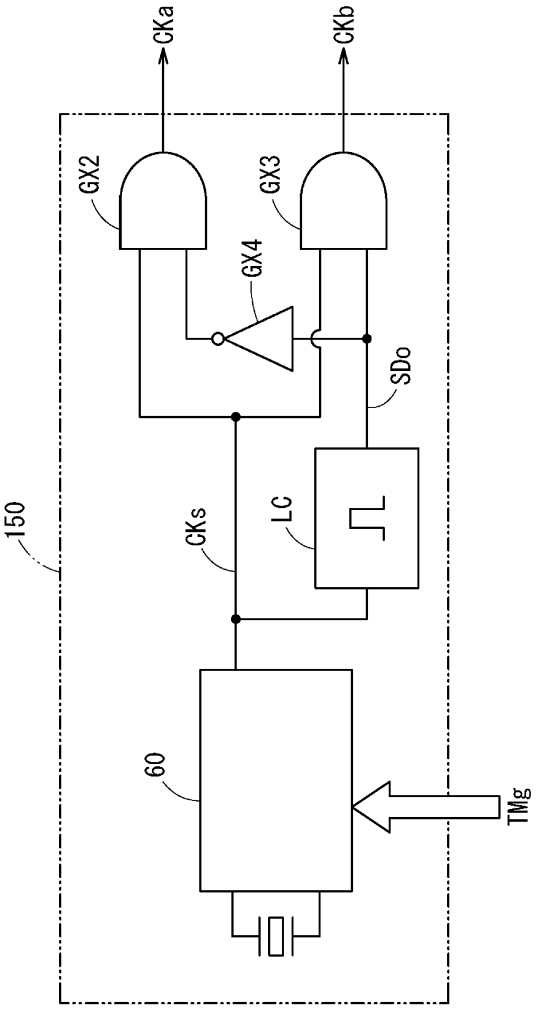
도면16


MSLn
SLna
SLnb
SLnc
Pm
Pa
Pb
Pb
Pc
Pc
Tda
Tdb
Tdc
Tda
Tda
Tdb
Tda
Tdc
ZPn
주주사 방향

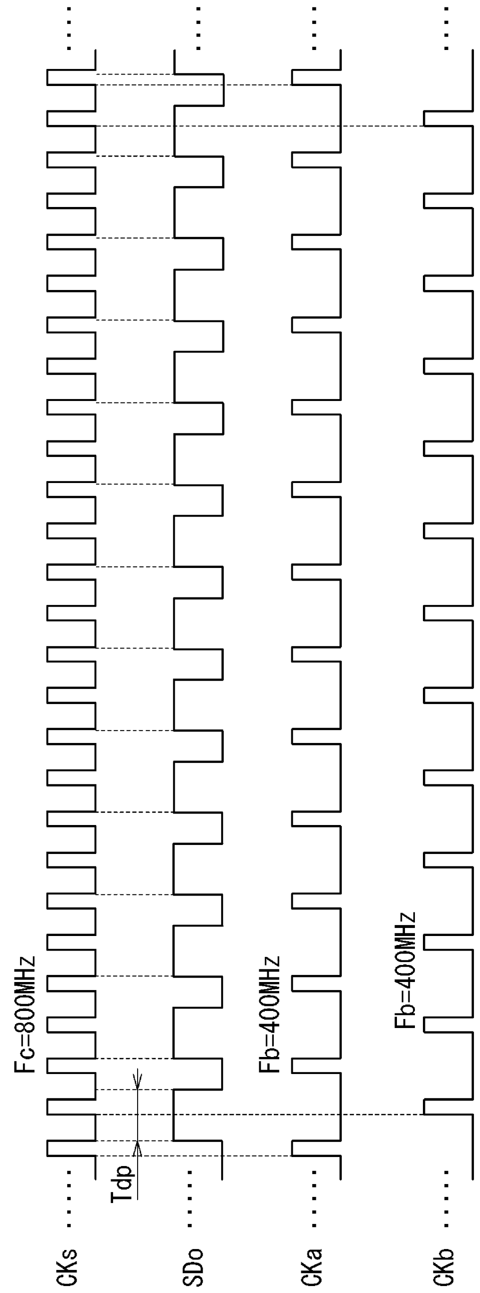
도면17


162
160
LBa (LBb)
PBS
M20
G20a
CL20a
M21
CL20b
G20b
M22
P
LBa1 (LBb1)
154
SBa (SBb)
LTC
S
LBa2 (LBb2)
20 (20a)
20 (20b)
36
36a
GX1
152a
150
152b
35
CKa
CKb
LSa (LSb)

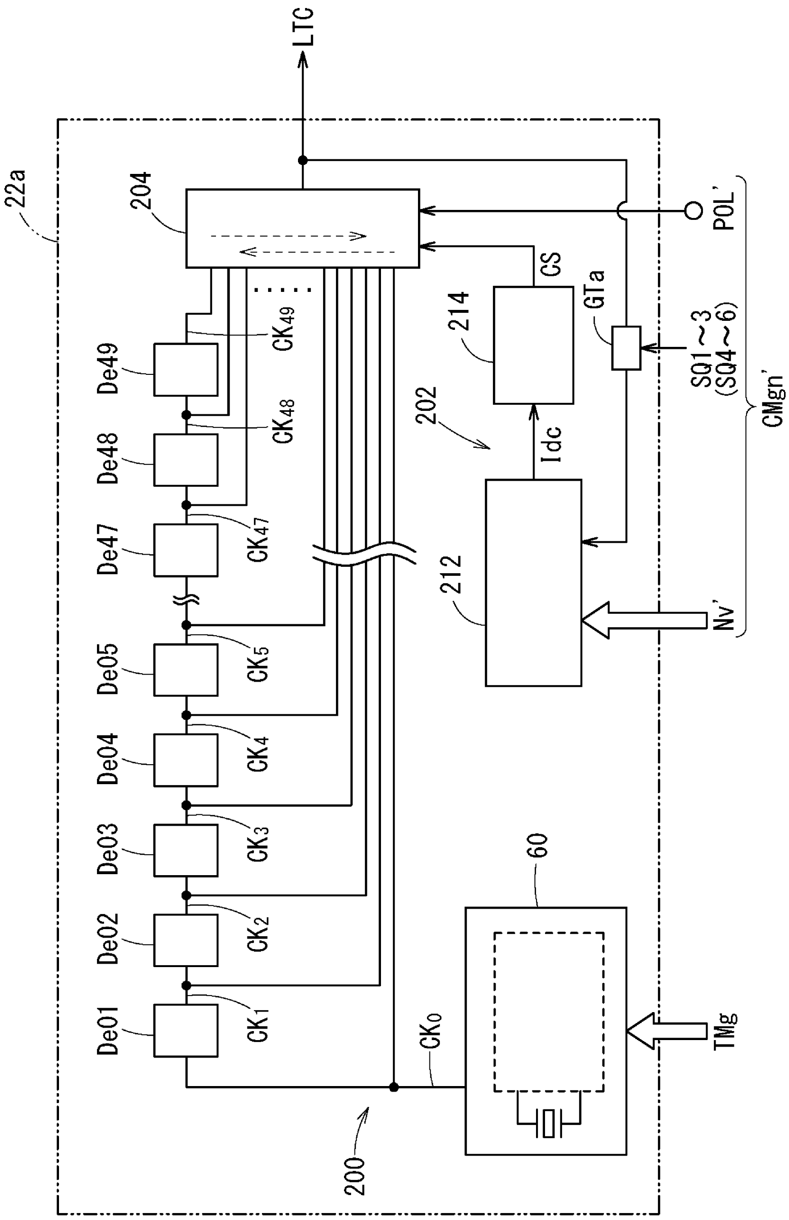
도면18



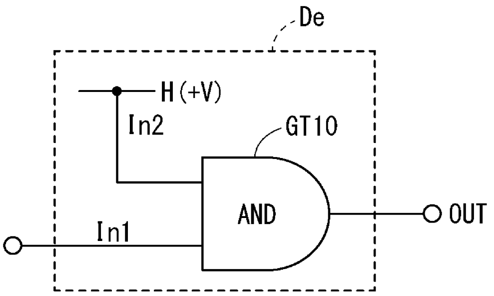
도면19



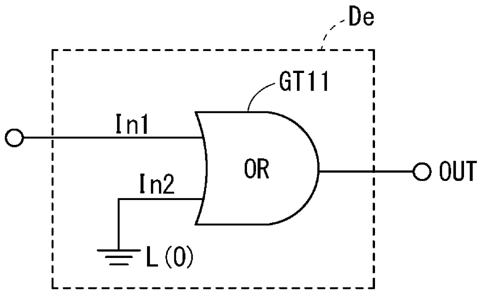
도면20


LTC
22a
204
De49
De48
De47
De05
De04
De03
De02
De01
CK49
CK48
CK47
CK5
CK4
CK3
CK2
CK1
CK0
214
202
212
CS
GTa
Idc
POL'
SQ1~3
(SQ4~6)
CMgn'
Nv'
60
TMg
200

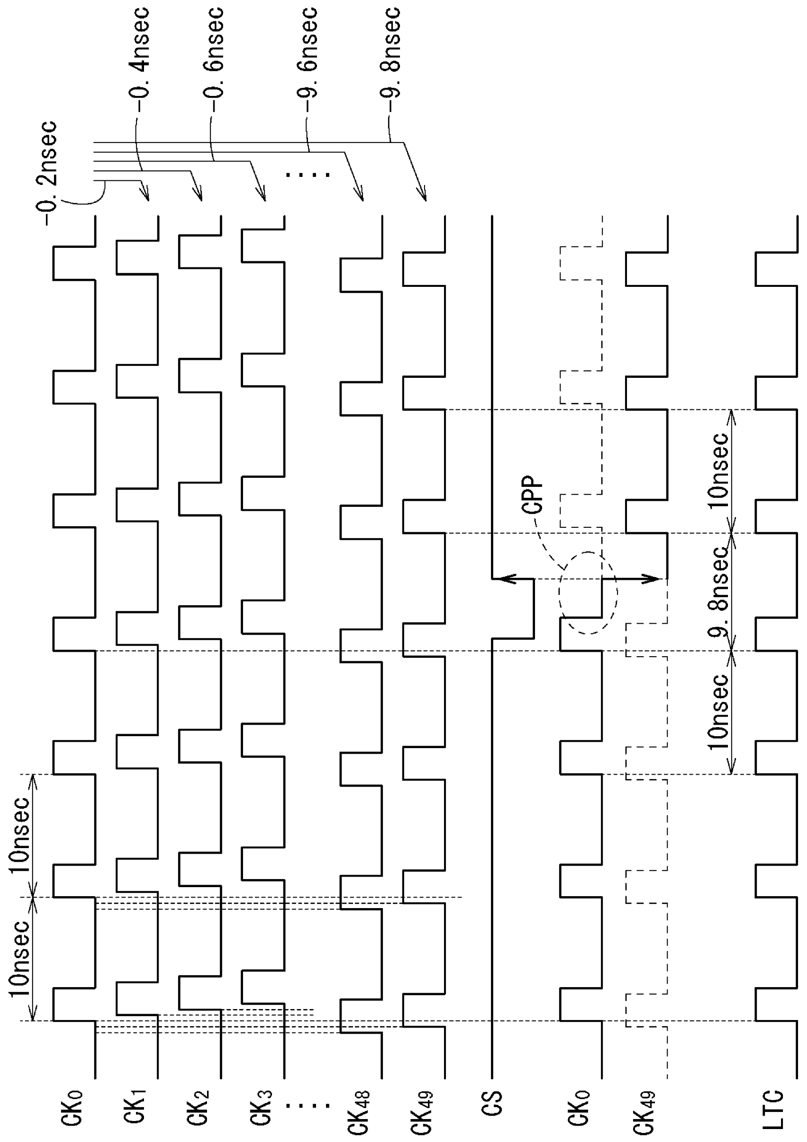
도면21a


De
H(+V)
In2
GT10
AND
In1
OUT

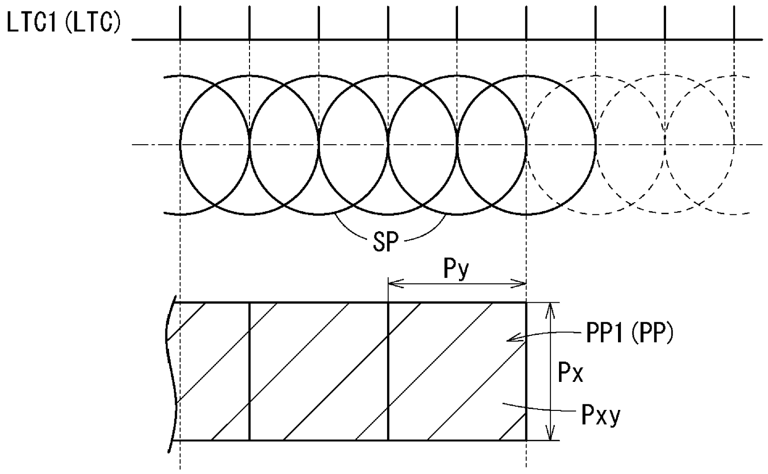
도면21b


De
GT11
In1
OR
In2
OUT
L(0)

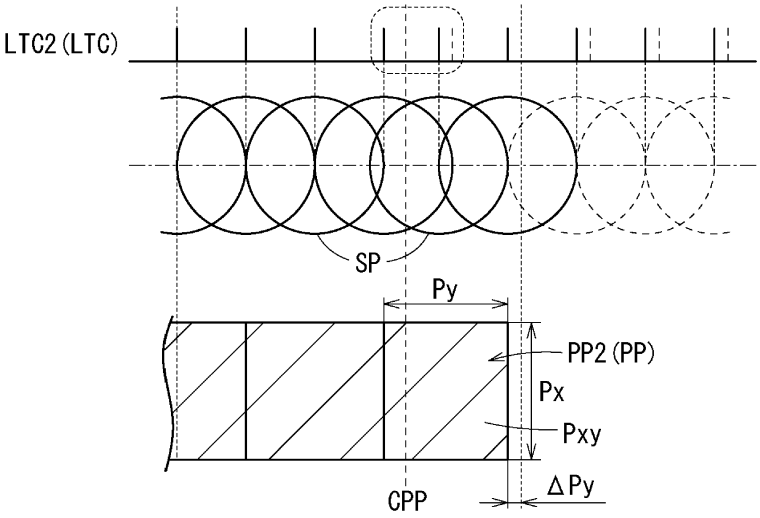
도면22


-0. 2nsec
-0. 4nsec
-0. 6nsec
-9. 6nsec
-9. 8nsec
10nsec
10nsec
CPP
10nsec
9. 8nsec
10nsec
CK0
CK1
CK2
CK3
CK48
CK49
CS
CK0
CK49
LTC

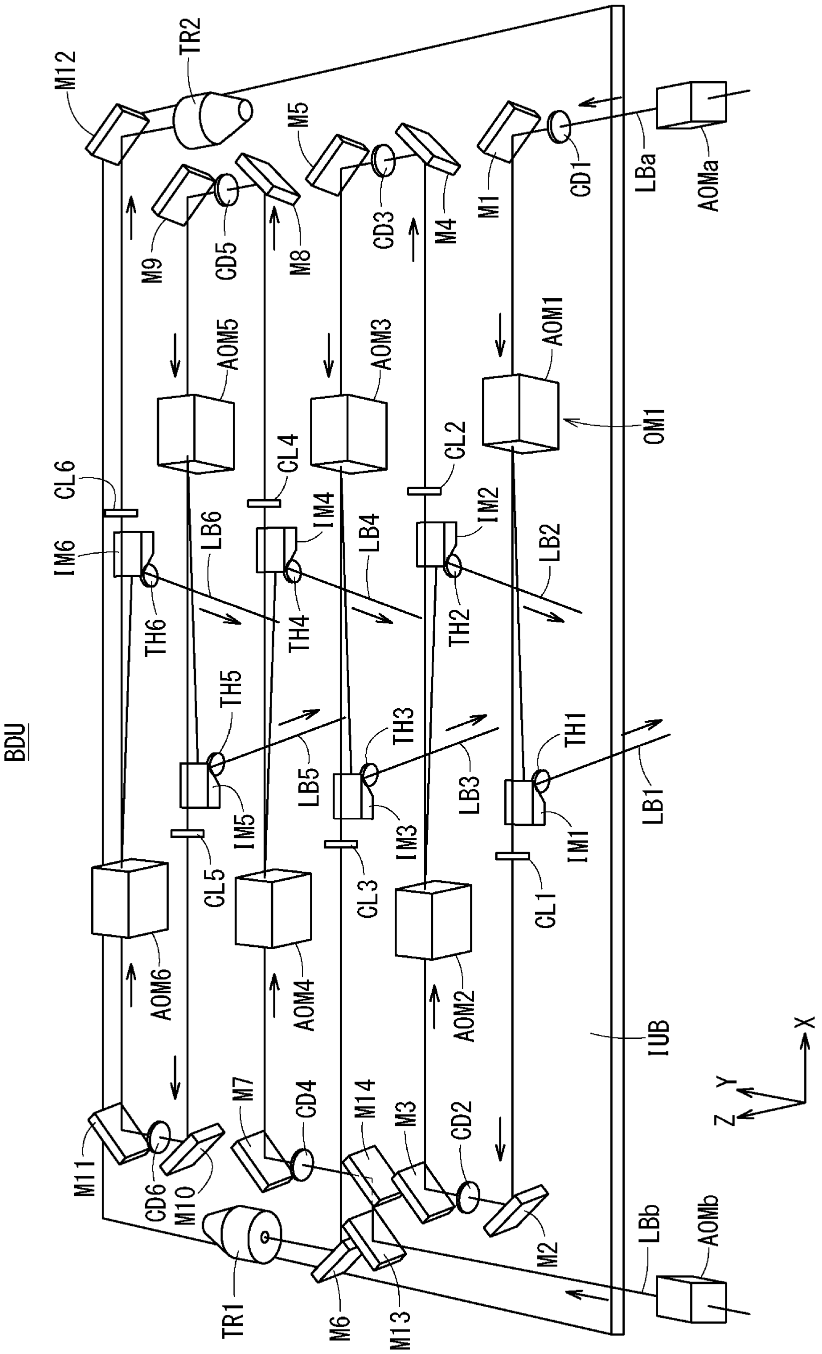
도면23a



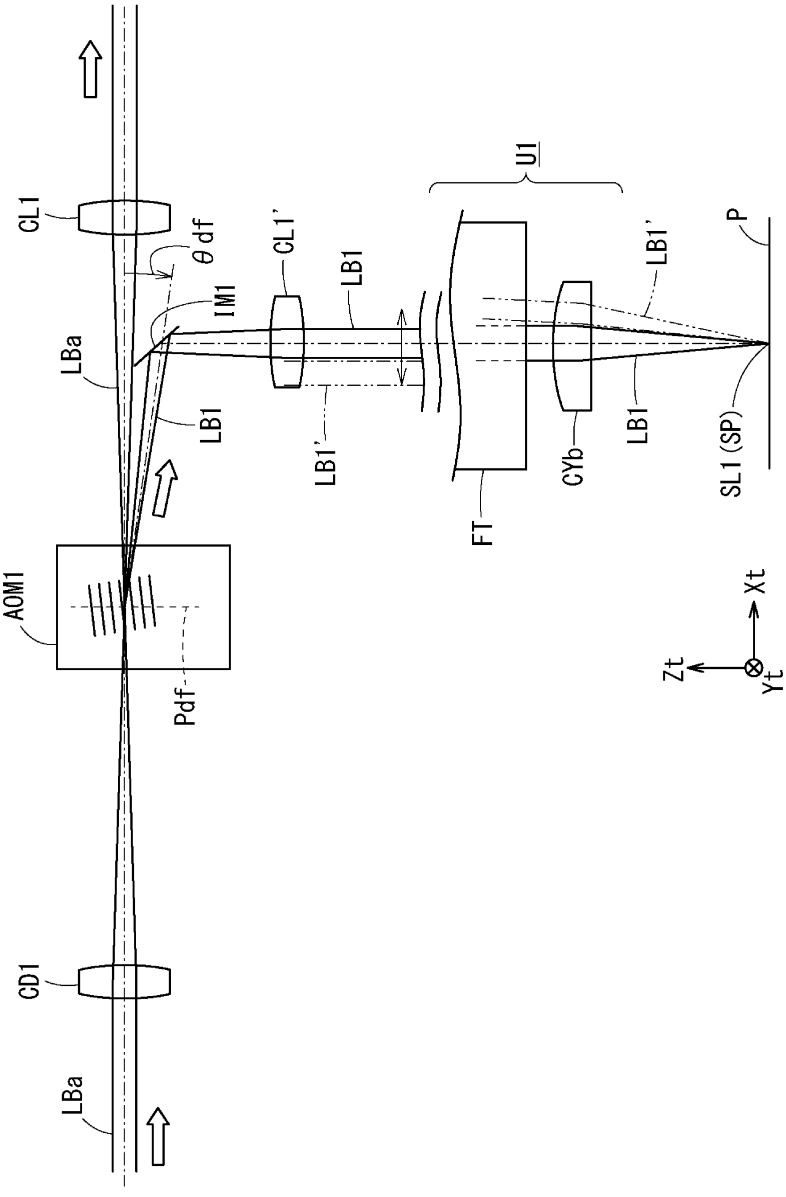
도면23b



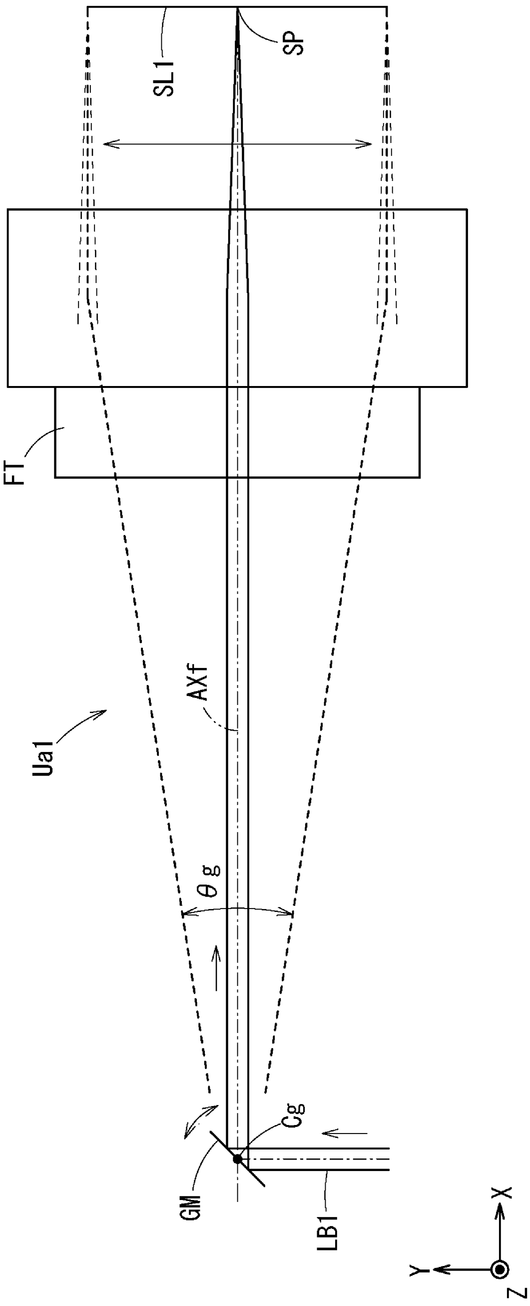
도면24


BDU
M12
TR2
M5
M1
CD1
LBa
AOMa
M9
CD5
M8
CD3
M4
AOM5
AOM3
AOM1
OM1
CL6
CL4
CL2
IM6
LB6
IM4
LB4
IM2
LB2
TH6
TH4
TH2
TH5
TH3
TH1
LB5
LB3
LB1
IM5
IM3
IM1
CL5
CL3
CL1
AOM6
AOM4
AOM2
IUB
M11
CD6
M10
M7
CD4
M14
M3
CD2
M2
LBb
AOMb
TR1
M6
M13
Z
Y
X

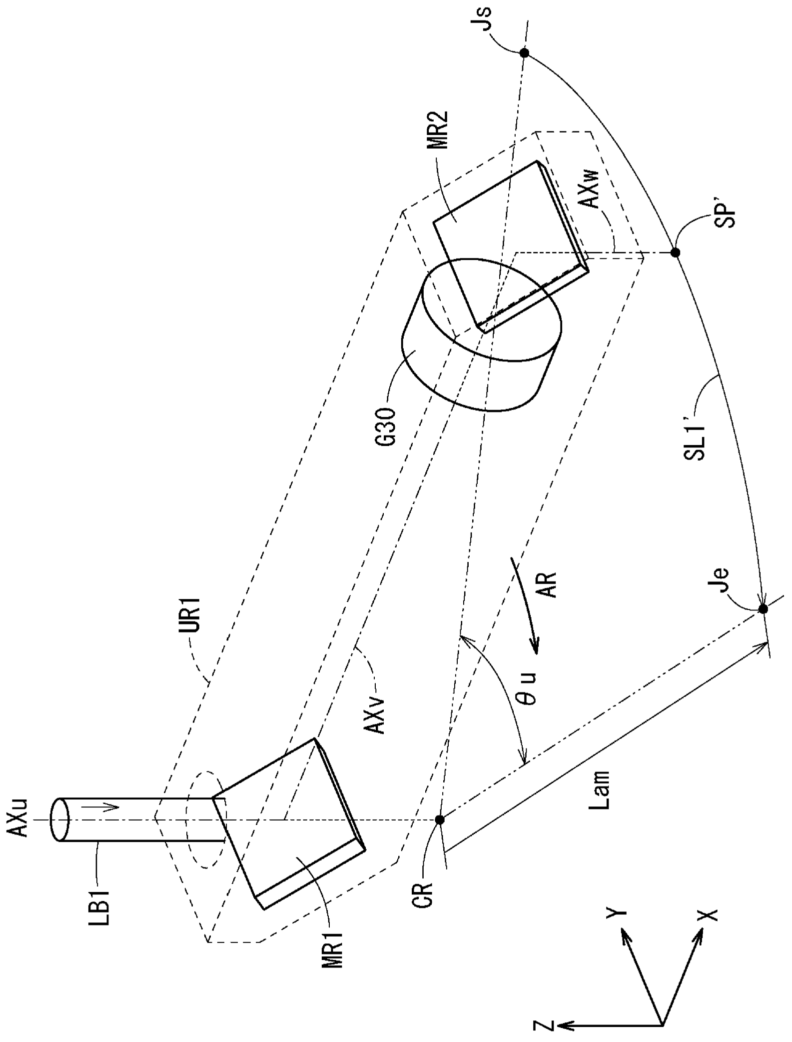
도면25


CL1
LBa
θdf
IM1
CL1'
LB1
U1
LB1'
P
AOM1
LB1
LB1'
FT
CYb
LB1
SL1(SP)
Pdf
Zt
Xt
Yt
CD1
LBa

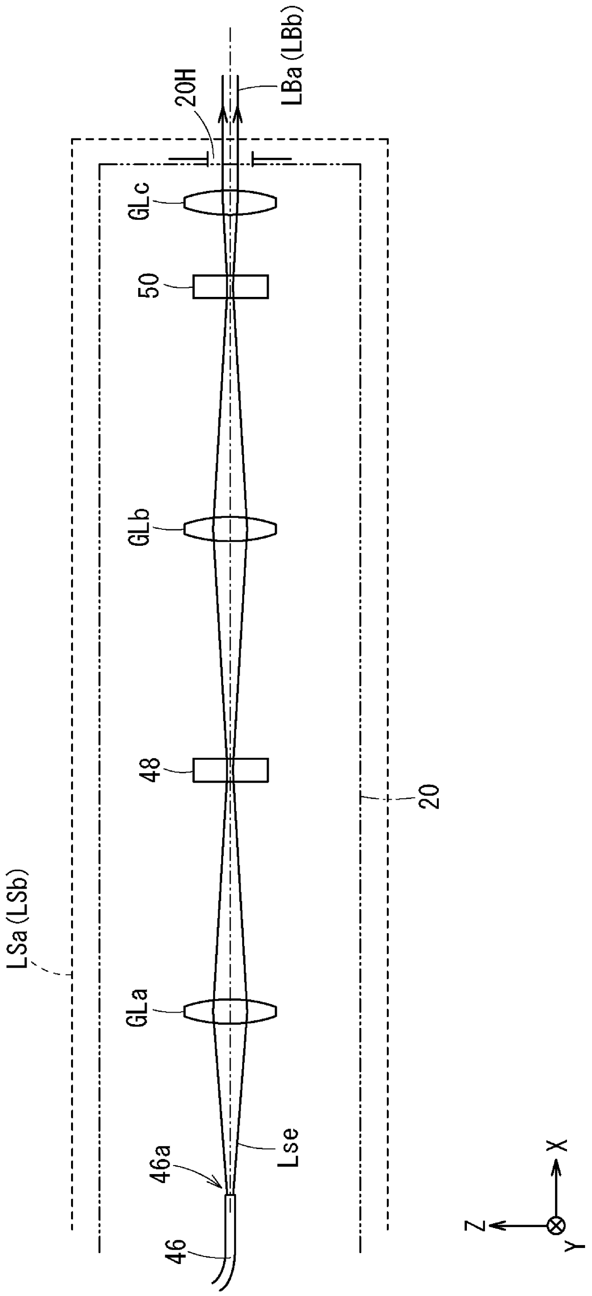
도면26



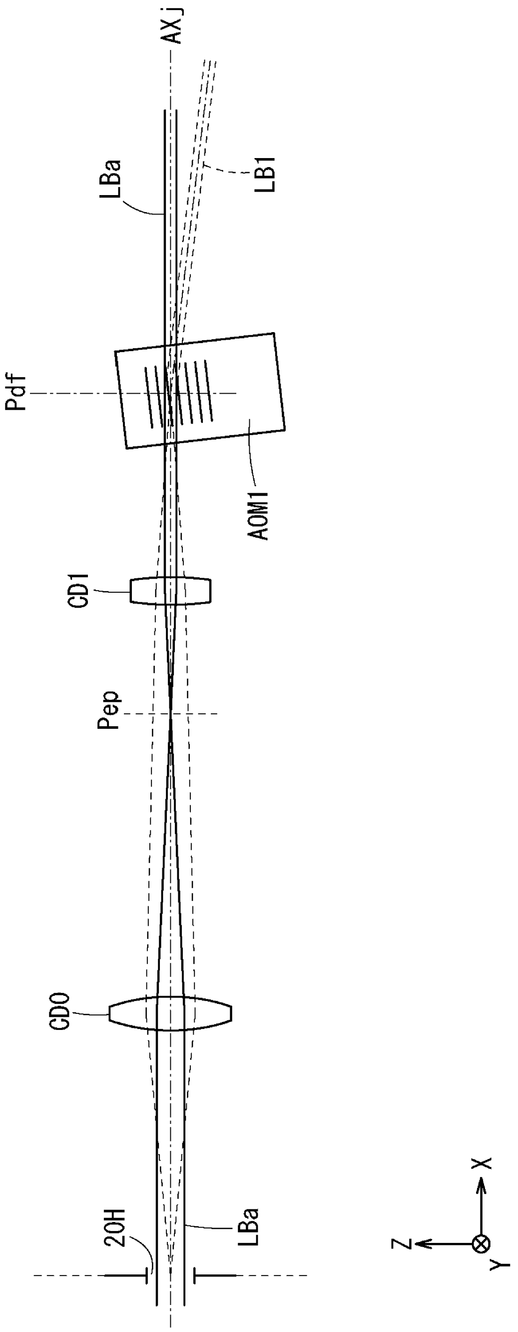
도면27



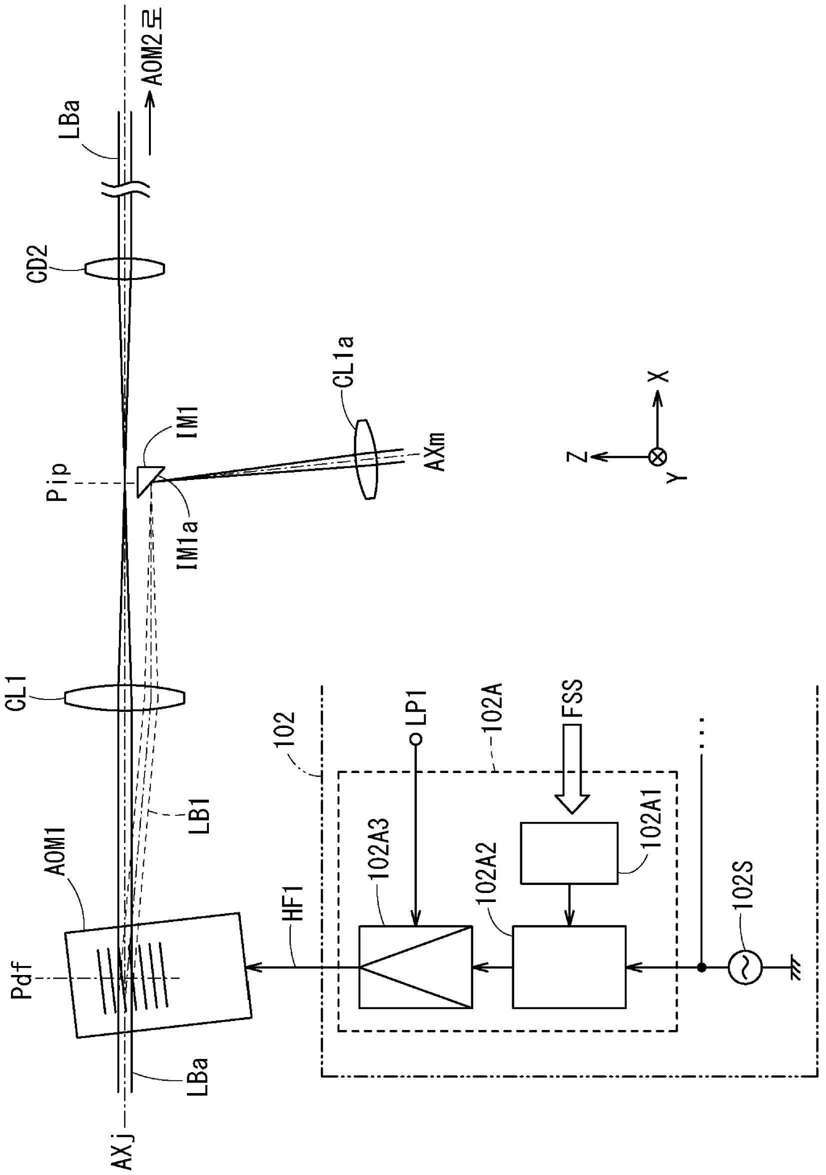
도면28



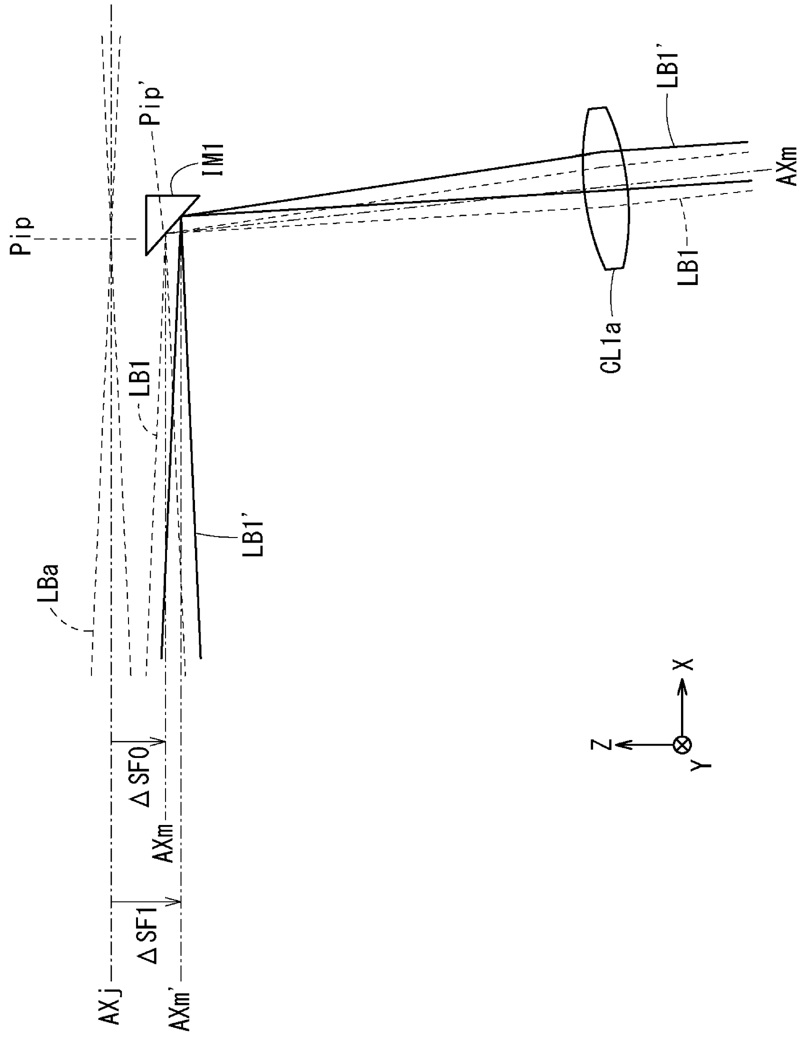
도면29



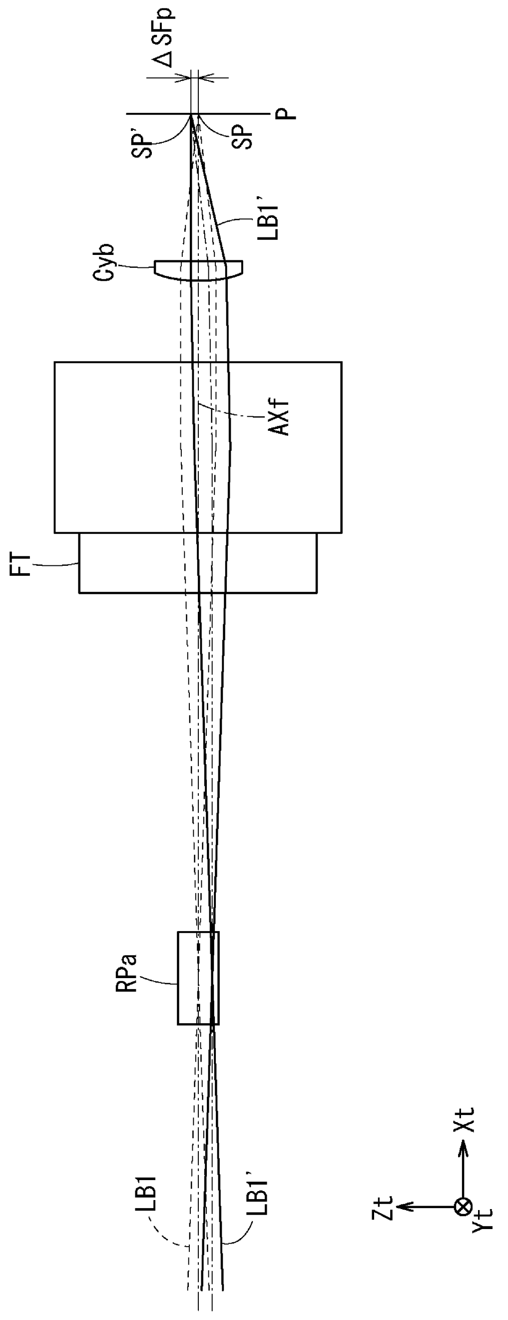
도면30


LBa
AOM2로
CD2
CL1a
IM1
Pip
AXm
IM1a
X
Z
Y
CL1
102
LP1
102A
FSS
LB1
AOM1
102A1
102A3
102A2
HF1
102S
Pdf
LBa
AXj

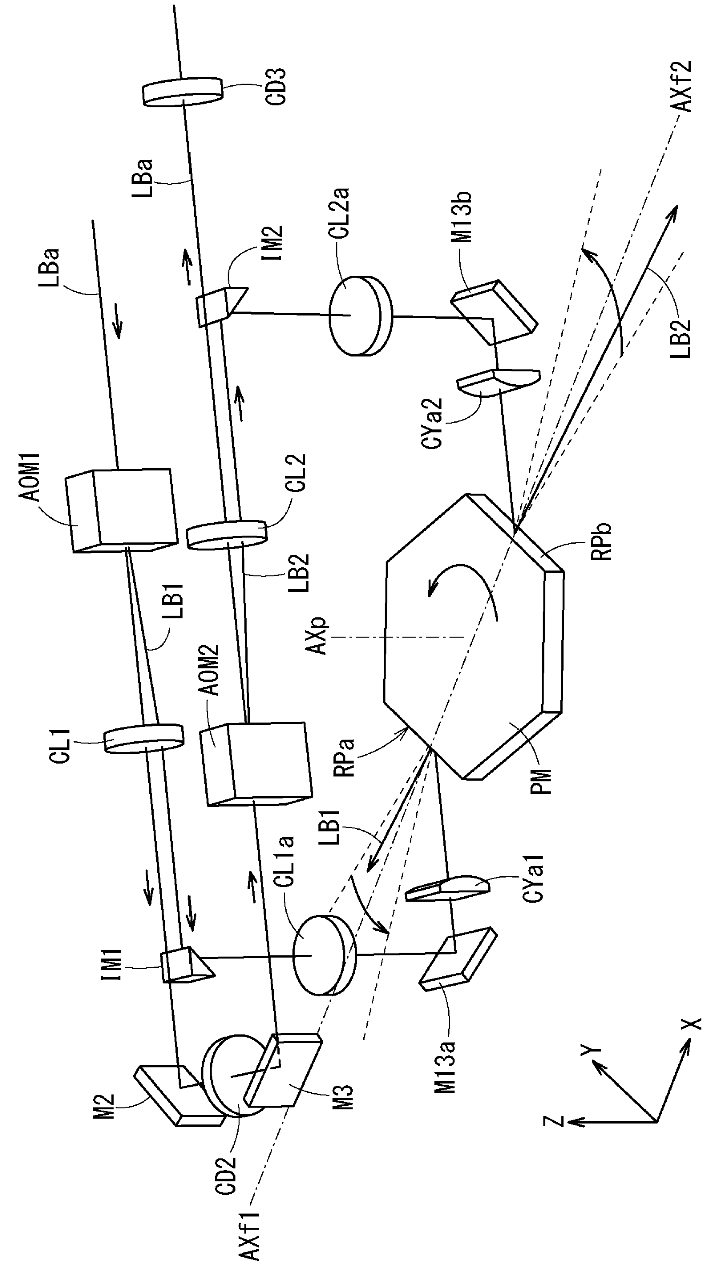
도면31


Pip
Pip'
IM1
LB1'
AXm
LB1
CL1a
LB1
LBa
LB1'
X
Z
Y
ΔSF0
AXm
ΔSF1
AXj
AXm'

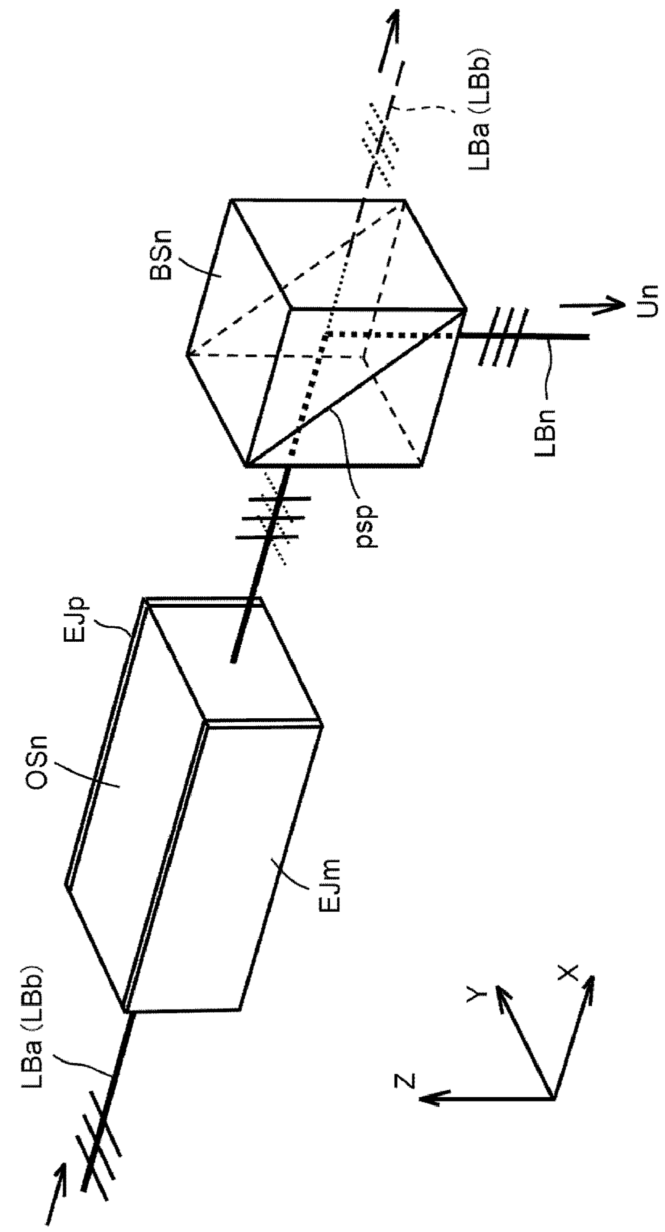
도면32



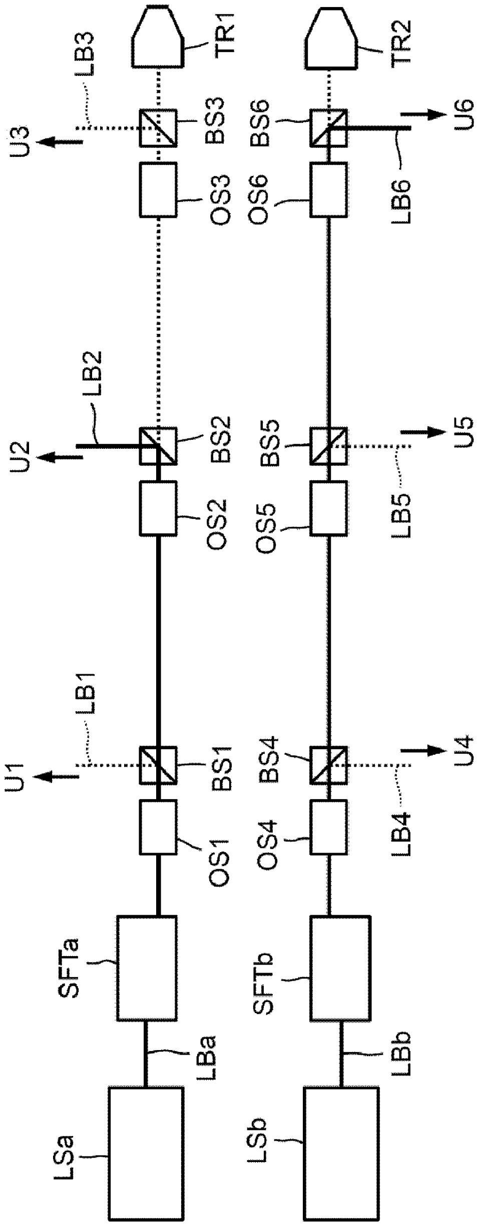
도면33


LBa
CD3
LBa
AXf2
IM2
CL2a
M13b
LB2
CYa2
AOM1
CL2
LB2
RPb
LB1
AXp
AOM2
CL1
RPa
PM
LB1
CL1a
CYa1
IM1
M2
CD2
M3
M13a
AXf1
Z
Y
X

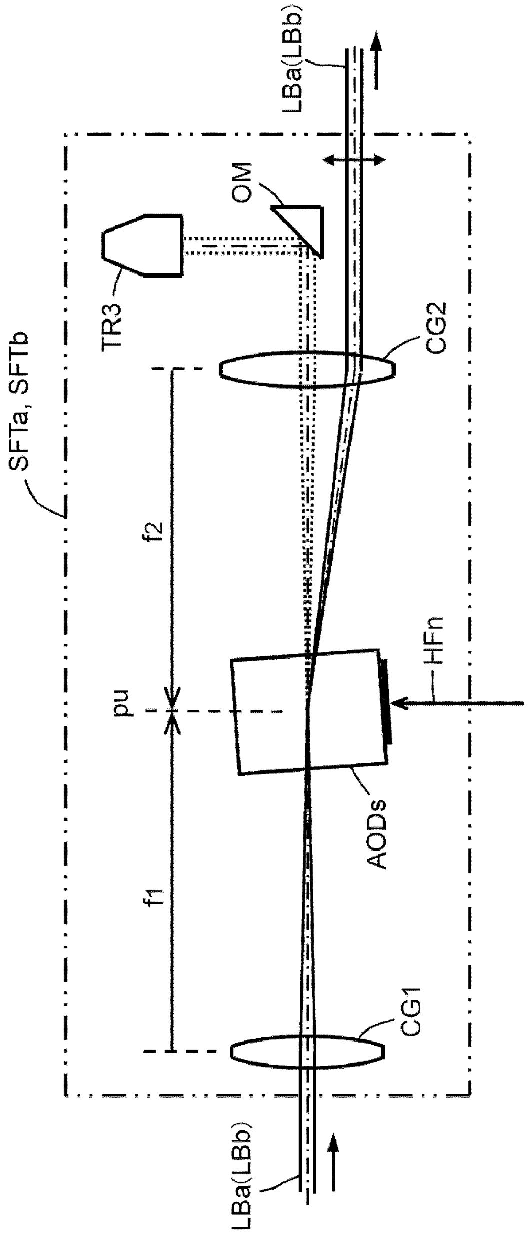
도면34



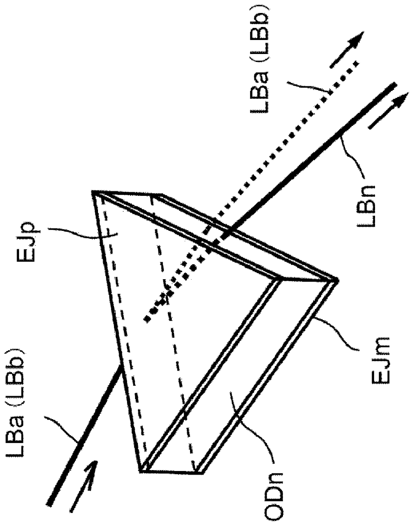
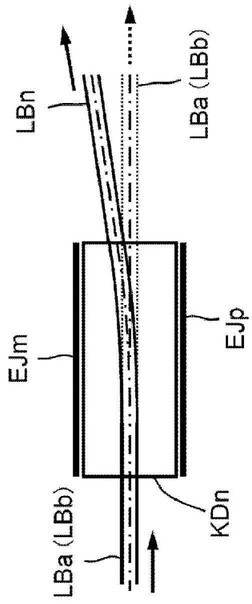
도면35


LB3
TR1
TR2
U3
BS3
BS6
U6
OS3
OS6
LB6
LB2
U2
BS2
BS5
U5
OS2
OS5
LB5
LB1
U1
BS1
BS4
U4
OS1
OS4
LB4
SFTa
SFTb
LBa
LBb
LSa
LSb

도면36



도면37a



도면37b