



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월23일
(11) 등록번호 10-2293096
(24) 등록일자 2021년08월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/70641 (2013.01)
G03F 7/70258 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0094389
(22) 출원일자 2019년08월02일
심사청구일자 2019년08월02일
(65) 공개번호 10-2020-0033723
(43) 공개일자 2020년03월30일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-176375 2018년09월20일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2014197136 A*
KR1020110043333 A*
JP06282882 A*
KR101310782 B1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 스크린 홀딩스
일본국 교오토후 교오토시 가미쿄오쿠 호리카와도
오리테라노우치아가루 4 조메 텐진키타마치 1번치
노 1
(72) 발명자
히사노 마사시
일본국 교오토후 교오토시 가미쿄오쿠 호리카와도
오리테라노우치아가루 4 조메 텐진키타마치 1번치
노 1 가부시키가이샤 스크린 피이 솔루션즈 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 17 항

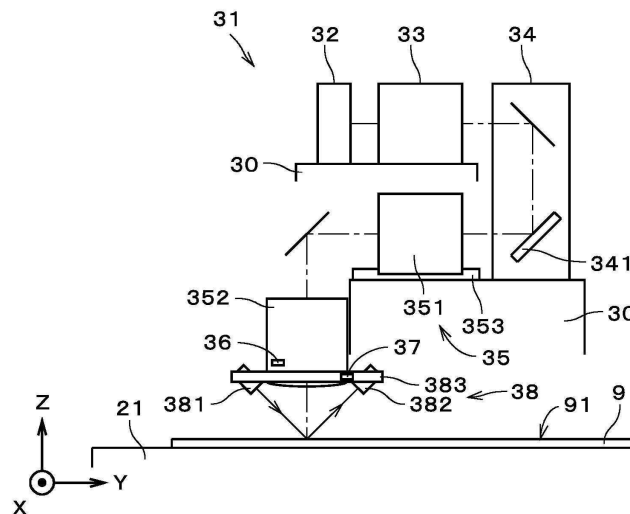
심사관 : 계원호

(54) 발명의 명칭 묘화 장치 및 묘화 방법

(57) 요약

묘화 장치의 묘화 헤드 (31) 는, 광원 (32) 과, 광변조 디바이스 (341) 와, 투영 광학계 (35) 를 구비한다. 광변조 디바이스 (341) 에는, 광원 (32) 으로부터의 광이 유도된다. 투영 광학계 (35) 는, 광변조 디바이스 (341) 에서 변조된 광을 스테이지 (21) 로 유도한다. 투영 광학계 (35) 는, 대물 렌즈군 (352) 과, 초점 렌즈군 (351) 과, 초점 조절 기구 (353) 를 구비한다. 초점 조절 기구 (353) 는, 초점 렌즈군 (351) 의 광축 상에 있어서의 위치를 변경함으로써, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치를 조절한다. 헤드 제어부는, 압력 센서에 의해 측정된 묘화 헤드 (31) 주위의 압력에 기초하여, 초점 조절 기구 (353) 를 제어한다. 이로써, 묘화 헤드 (31) 주위의 압력 변동에서 기인하는 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치의 어긋남을 보정할 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G03F 7/70275 (2013.01)

G03F 7/70716 (2013.01)

G03F 7/70891 (2013.01)

H01J 37/3177 (2013.01)

H01L 21/67069 (2013.01)

H01L 21/67248 (2013.01)

H01L 21/67259 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관에 광을 조사하여 패턴의 묘화를 실시하는 묘화 장치로서,
 기관을 유지하는 스테이지와,
 상기 기관에 변조된 광을 조사하는 묘화 헤드와,
 상기 기관의 상면에 평행한 방향으로, 상기 스테이지를 상기 묘화 헤드에 대해 상대적으로 이동시키는 스테이지 이동 기구와,
 상기 묘화 헤드 외측의 주위의 압력을 측정하는 압력 센서와,
 상기 묘화 헤드를 제어하는 헤드 제어부를 구비하고,
 상기 묘화 헤드는,
 광원과,
 상기 광원으로부터의 광이 유도되는 광변조 디바이스와,
 상기 광변조 디바이스에서 변조된 광을 상기 스테이지로 유도하는 투영 광학계를 구비하고,
 상기 투영 광학계는,
 대물 렌즈군과,
 초점 렌즈군과,
 상기 초점 렌즈군의 광축 상에 있어서의 위치를 변경함으로써 상기 묘화 헤드의 초점 위치를 조절하는 초점 조절 기구를 구비하고,
 상기 헤드 제어부는, 상기 압력 센서로부터의 출력에 기초하여 상기 초점 조절 기구를 제어하는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 묘화 헤드는, 상기 투영 광학계의 온도를 측정하는 제 1 온도 센서를 추가로 구비하고,
 상기 헤드 제어부에 의한 상기 초점 조절 기구의 제어는, 상기 제 1 온도 센서로부터의 출력에도 기초하여 실시되는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 묘화 헤드는, 상기 스테이지 상의 상기 기관까지의 거리를 측정하는 거리 센서를 추가로 구비하고,
 상기 스테이지 이동 기구에 의해 상기 스테이지를 상대 이동시켜 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을 상기 기관 상에서 주사함으로써 상기 기관에 대한 묘화가 실시되고 있는 동안에, 상기 거리 센서에 의한 상기 기관까지의 거리의 측정이 계속적으로 실시되고,
 상기 헤드 제어부에 의한 상기 초점 조절 기구의 제어는, 상기 거리 센서로부터의 출력에도 기초하여 실시되고,
 상기 기관에 대한 묘화가 실시되고 있는 동안에, 상기 헤드 제어부에 의한 상기 초점 조절 기구의 제어에 의해, 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치가 상기 기관의 상기 상면에 맞춰지는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 묘화 헤드는, 상기 거리 센서의 온도를 측정하는 제 2 온도 센서를 추가로 구비하고,

상기 헤드 제어부에 의한 상기 초점 조절 기구의 제어는, 상기 제 2 온도 센서로부터의 출력에도 기초하여 실시되는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 스테이지에 고정되는 지그와,

상기 지그 상에 있어서의 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을, 상기 지그 상에 미리 형성되어 있는 표식과 함께 촬상하는 촬상부와,

상기 촬상부에 의해 취득된 화상에 기초하여, 상기 묘화 헤드의 조사 위치의 설계 조사 위치로부터의 어긋남을 취득하는 화상 처리부를 추가로 구비하고,

상기 촬상부에 의한 상기 지그의 촬상이 실시될 때에, 상기 헤드 제어부에 의한 상기 초점 조절 기구의 제어에 의해, 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치가 상기 지그에 맞춰지는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 스테이지 이동 기구에 의해 상기 스테이지를 상대 이동시켜 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을 상기 기관 상에서 소정의 주사 방향으로 1 회만 주사함으로써, 상기 기관에 대한 묘화가 완료되는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 기관에 묘화되는 상기 패턴이 회로 패턴이고, 상기 회로 패턴의 L/S 의 라인은 7 μm ~ 9 μm 이고, 스페이스는 11 μm ~ 13 μm 인 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 초점 렌즈군은, 상기 초점 조절 기구에 의해 상기 대물 렌즈군으로부터 독립적으로 이동하는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

청구항 9

기관을 유지하는 스테이지와, 상기 기관에 변조된 광을 조사하는 묘화 헤드와, 상기 기관의 상면에 평행한 방향으로, 상기 스테이지를 상기 묘화 헤드에 대해 상대적으로 이동시키는 스테이지 이동 기구를 구비하는 묘화 장치에 의해, 기관에 광을 조사하여 패턴의 묘화를 실시하는 묘화 방법으로서,

상기 묘화 헤드는,

광원과,

상기 광원으로부터의 광이 유도되는 광변조 디바이스와,

상기 광변조 디바이스에서 변조된 광을 상기 스테이지로 유도하는 투영 광학계를 구비하고,

상기 투영 광학계는,

대물 렌즈군과,

초점 렌즈군을 구비하고,

- a) 상기 묘화 헤드 외측의 주위의 압력을 측정하는 공정과,
- b) 상기 a) 공정에서 측정된 압력에 기초하여, 상기 초점 렌즈군의 광축 상에 있어서의 위치를 변경함으로써, 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치를 조절하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 묘화 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

- c) 상기 투영 광학계의 온도를 측정하는 공정을 추가로 구비하고,
- 상기 b) 공정에 있어서의 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치의 조절은, 상기 c) 공정에서 측정된 온도에도 기초하여 실시되는 것을 특징으로 하는 묘화 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

- d) 상기 b) 공정에 있어서 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치가 상기 기관의 상기 상면에 맞춰진 후, 상기 스테이지 이동 기구에 의해 상기 스테이지를 상대 이동시켜 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을 상기 기관 상에서 주사함으로써 상기 기관에 대한 묘화를 실시하는 공정과,
- e) 상기 d) 공정과 병행하여, 상기 묘화 헤드로부터 상기 스테이지 상의 상기 기관까지의 거리를 계속적으로 측정하는 공정과,
- f) 상기 d) 공정과 병행하여, 상기 e) 공정에서 측정된 거리에 기초하여 상기 초점 렌즈군의 광축 상에 있어서의 위치를 변경함으로써, 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치를 상기 기관의 상기 상면에 계속적으로 맞추는 공정을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 묘화 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

- g) 상기 e) 공정에서 상기 기관까지의 거리의 측정에 이용되는 거리 센서의 온도를 측정하는 공정을 추가로 구비하고,
- 상기 b) 공정에 있어서의 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치의 조절은, 상기 g) 공정에서 측정된 온도에도 기초하여 실시되는 것을 특징으로 하는 묘화 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

- 상기 묘화 장치는,
- 상기 스테이지에 고정되는 지그와,
- 상기 지그를 촬상하는 촬상부를 추가로 구비하고,
- 상기 묘화 방법은,
- h) 상기 b) 공정에 있어서 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치가 상기 지그에 맞춰진 후, 상기 지그 상에 있어서의 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을, 상기 지그 상에 미리 형성되어 있는 표식과 함께 촬상하는 공정과,
- i) 상기 h) 공정에서 취득된 화상에 기초하여, 상기 묘화 헤드의 조사 위치의 설계 조사 위치로부터의 어긋남을 취득하는 공정을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 묘화 방법.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 스테이지 이동 기구에 의해 상기 스테이지를 상대 이동시켜 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을 상기 기관 상에서 소정의 주사 방향으로 1 회만 주사함으로써, 상기 기관에 대한 묘화가 완료되는 것을 특징으로 하는 묘화 방법.

청구항 15

제 9 항에 있어서,

상기 기관에 묘화되는 상기 패턴이 회로 패턴이고, 상기 회로 패턴의 L/S 의 라인은 7 μm ~ 9 μm 이고, 스페이스는 11 μm ~ 13 μm 인 것을 특징으로 하는 묘화 방법.

청구항 16

제 9 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서

상기 b) 공정에 있어서, 상기 초점 렌즈군은 상기 대물 렌즈군으로부터 독립적으로 이동하는 것을 특징으로 하는 묘화 방법.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 스테이지, 상기 묘화 헤드 및 상기 스테이지 이동 기구를 수용하는 하우징을 추가로 구비하고, 상기 압력 센서는, 상기 하우징의 내측면에 장착되는 것을 특징으로 하는 묘화 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 기관에 광을 조사하여 패턴의 묘화를 실시하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 변조된 광을 스테이지 상의 대상물에 조사하여, 당해 광의 조사 영역을 대상물 상에서 주사함으로써 패턴을 묘화하는 직접 묘화 장치가 알려져 있다 (예를 들어, 일본 공개특허공보 2014-197136호 (문헌 1)).

[0003] 문헌 1 의 직접 묘화 장치에서는, 묘화 헤드를 지지하는 가교 구조나 얼라인먼트용 카메라를 지지하는 가교 구조가 장치 자체의 열에 의해 변형되면, 묘화 헤드에 의한 기관 상의 묘화 위치와, 얼라인먼트용 카메라의 시야 위치의 위치 관계가 흐트러진다. 그래서, 묘화 위치·시야 위치 간의 온도 의존성의 위치 어긋남을, 온도차에 대응하는 위치 어긋남량에 기초하여 보정함으로써, 묘화 정밀도의 저하가 억제된다.

[0004] 한편, 일본 공개특허공보 2013-210440호 (문헌 2) 에서는, 마스크에 형성된 패턴을 투영 렌즈로 워크에 투영하여 노광하는 투영 노광 장치가 개시되어 있다. 당해 투영 노광 장치에서는, 마스크에 형성된 얼라인먼트 마크를 촬상함으로써, 온도의 차이에 의한 투영 렌즈의 묘화 위치의 변화를 측정하고, 당해 변화를 노광 패턴의 패턴닝 위치에 반영시켜 노광이 실시된다.

[0005] 또, 일본 공개특허공보 2002-195913호 (문헌 3) 에는, 반도체 소자의 회로 패턴이 형성된 레티클을 사용하여, 스텝·앤드·리프트 방식에 의해, 회로 패턴의 이미지를 웨이퍼에 전사하는 노광 장치가 개시되어 있다. 당해 노광 장치에서는, 온도나 기압 등의 환경 변화에 의한 투영 광학계의 결상 특성의 변화를, 특정 패턴을 투영면에 조사했을 때의 이미지의 위치의 변화로부터 검출하고, 투영 광학계의 결상 특성을 변화시켜 최적의 상태로 제어한다. 이미지의 위치 변화의 검출은, 투영면을 관찰할 수 있는 카메라에 의해 취득된 화상을 해석함으로써 실시된다.

[0006] 그런데, 프린트 기관에 회로 패턴을 직접 묘화하는 장치에서는, 회로 패턴의 미세화에 따라, 묘화의 고정세화가 요구되고 있다. 이 때문에, 클린룸 내에서 발생할 정도의 비교적 작은 온도 변동 및 압력 변동에서 기인하는 초점 거리의 변화라 하더라도, 묘화 정밀도에 큰 영향을 미칠 우려가 있다. 장치 내에, 투영 광학계의 경통을 덮는 내측 커버를 장착하여 경통 주위의 공간을 외부와 차단하고, 온도 조절기에 의해 온도 변동을 저감시키는 방법이 알려져 있지만, 투영 광학계 전체의 온도를 균일한 상태로 유지하는 것은 용이하지는 않다.

또, 당해 방법으로는, 압력 변동에서 기인하는 초점 거리의 변화를 저감시킬 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 기관에 광을 조사하여 패턴의 묘화를 실시하는 묘화 장치에 관한 것으로, 압력 변동에 의한 초점 위치의 어긋남을 보정하는 것을 목적으로 하고 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 바람직한 일 형태에 관련된 묘화 장치는, 기관을 유지하는 스테이지와, 상기 기관에 변조된 광을 조사하는 묘화 헤드와, 상기 기관의 상면에 평행한 방향으로, 상기 스테이지를 상기 묘화 헤드에 대해 상대적으로 이동시키는 스테이지 이동 기구와, 상기 묘화 헤드 주위의 압력을 측정하는 압력 센서와, 상기 묘화 헤드를 제어하는 헤드 제어부를 구비한다. 상기 묘화 헤드는, 광원과, 상기 광원으로부터의 광이 유도되는 광변조 디바이스와, 상기 광변조 디바이스에서 변조된 광을 상기 스테이지로 유도하는 투영 광학계를 구비한다. 상기 투영 광학계는, 대물 렌즈군과, 초점 렌즈군과, 상기 초점 렌즈군의 광축 상에 있어서의 위치를 변경함으로써 상기 묘화 헤드의 초점 위치를 조절하는 초점 조절 기구를 구비한다. 상기 헤드 제어부는, 상기 압력 센서로부터의 출력에 기초하여 상기 초점 조절 기구를 제어한다. 본 발명에 의하면, 압력 변동에 의한 초점 위치의 어긋남을 보정할 수 있다.

[0009] 바람직하게는, 상기 묘화 헤드는, 상기 투영 광학계의 온도를 측정하는 제 1 온도 센서를 추가로 구비한다. 상기 헤드 제어부에 의한 상기 초점 조절 기구의 제어는, 상기 제 1 온도 센서로부터의 출력에도 기초하여 실시된다.

[0010] 바람직하게는, 상기 묘화 헤드는, 상기 스테이지 상의 상기 기관까지의 거리를 측정하는 거리 센서를 추가로 구비한다. 상기 스테이지 이동 기구에 의해 상기 스테이지를 상대 이동시켜 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을 상기 기관 상에서 주사함으로써 상기 기관에 대한 묘화가 실시되고 있는 동안에, 상기 거리 센서에 의한 상기 기관까지의 거리의 측정이 계속적으로 실시된다. 상기 헤드 제어부에 의한 상기 초점 조절 기구의 제어는, 상기 거리 센서로부터의 출력에도 기초하여 실시된다. 상기 기관에 대한 묘화가 실시되고 있는 동안에, 상기 헤드 제어부에 의한 상기 초점 조절 기구의 제어에 의해, 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치가 상기 기관의 상기 상면에 맞춰진다.

[0011] 바람직하게는, 상기 묘화 헤드는, 상기 거리 센서의 온도를 측정하는 제 2 온도 센서를 추가로 구비한다. 상기 헤드 제어부에 의한 상기 초점 조절 기구의 제어는, 상기 제 2 온도 센서로부터의 출력에도 기초하여 실시된다.

[0012] 바람직하게는, 상기 묘화 장치는, 상기 스테이지에 고정되는 지그와, 상기 지그 상에 있어서의 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을, 상기 지그 상에 미리 형성되어 있는 표식과 함께 활상하는 활상부와, 상기 활상부에 의해 취득된 화상에 기초하여, 상기 묘화 헤드의 조사 위치의 설계 조사 위치로부터의 어긋남을 취득하는 화상 처리부를 추가로 구비한다. 상기 활상부에 의한 상기 지그의 활상이 실시될 때에, 상기 헤드 제어부에 의한 상기 초점 조절 기구의 제어에 의해, 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치가 상기 지그에 맞춰진다.

[0013] 바람직하게는, 상기 스테이지 이동 기구에 의해 상기 스테이지를 상대 이동시켜 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을 상기 기관 상에서 소정의 주사 방향으로 1 회만 주사함으로써, 상기 기관에 대한 묘화가 완료된다.

[0014] 바람직하게는, 상기 기관에 묘화되는 상기 패턴이 회로 패턴이다. 상기 회로 패턴의 L/S 의 라인은 7 μm ~ 9 μm 이고, 스페이스는 11 μm ~ 13 μm 이다.

[0015] 바람직하게는, 상기 초점 렌즈군은, 상기 초점 조절 기구에 의해 상기 대물 렌즈군으로부터 독립적으로 이동한다.

[0016] 본 발명은, 기관을 유지하는 스테이지와, 상기 기관에 변조된 광을 조사하는 묘화 헤드와, 상기 기관의 상면에 평행한 방향으로, 상기 스테이지를 상기 묘화 헤드에 대해 상대적으로 이동시키는 스테이지 이동 기구를 구비하는 묘화 장치에 의해, 기관에 광을 조사하여 패턴의 묘화를 실시하는 묘화 방법에 관한 것이기도 하다. 상기 묘화 헤드는, 광원과, 상기 광원으로부터의 광이 유도되는 광변조 디바이스와, 상기 광변조 디바이스에서 변조된 광을 상기 스테이지로 유도하는 투영 광학계를 구비한다. 상기 투영 광학계는, 대물 렌즈군과, 초점

렌즈군을 구비한다. 상기 묘화 방법은, a) 상기 묘화 헤드 주위의 압력을 측정하는 공정과, b) 상기 a) 공정에서 측정된 압력에 기초하여, 상기 초점 렌즈군의 광축 상에 있어서의 위치를 변경함으로써, 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치를 조절하는 공정을 구비한다. 본 발명에 의하면, 압력 변동에 의한 초점 위치의 어긋남을 보정할 수 있다.

[0017] 바람직하게는, 상기 묘화 방법은, c) 상기 투영 광학계의 온도를 측정하는 공정을 추가로 구비한다. 상기 b) 공정에 있어서의 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치의 조절은, 상기 c) 공정에서 측정된 온도에도 기초하여 실시된다.

[0018] 바람직하게는, 상기 묘화 방법은, d) 상기 b) 공정에 있어서 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치가 상기 기관의 상기 상면에 맞춰진 후, 상기 스테이지 이동 기구에 의해 상기 스테이지를 상대 이동시켜 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을 상기 기관 상에서 주사함으로써 상기 기관에 대한 묘화를 실시하는 공정과, e) 상기 d) 공정과 병행하여, 상기 묘화 헤드로부터 상기 스테이지 상의 상기 기관까지의 거리를 계속적으로 측정하는 공정과, f) 상기 d) 공정과 병행하여, 상기 e) 공정에서 측정된 거리에 기초하여 상기 초점 렌즈군의 광축 상에 있어서의 위치를 변경함으로써, 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치를 상기 기관의 상기 상면에 계속적으로 맞추는 공정을 추가로 구비한다.

[0019] 바람직하게는, 상기 묘화 방법은, g) 상기 e) 공정에서 상기 기관까지의 거리의 측정에 이용되는 거리 센서의 온도를 측정하는 공정을 추가로 구비한다. 상기 b) 공정에 있어서의 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치의 조절은, 상기 g) 공정에서 측정된 온도에도 기초하여 실시된다.

[0020] 바람직하게는, 상기 묘화 장치는, 상기 스테이지에 고정되는 지그와, 상기 지그를 촬상하는 촬상부를 추가로 구비한다. 상기 묘화 방법은, h) 상기 b) 공정에 있어서 상기 묘화 헤드의 상기 초점 위치가 상기 지그에 맞춰진 후, 상기 지그 상에 있어서의 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을, 상기 지그 상에 미리 형성되어 있는 표식과 함께 촬상하는 공정과, i) 상기 h) 공정에서 취득된 화상에 기초하여, 상기 묘화 헤드의 조사 위치의 설계 조사 위치로부터의 어긋남을 취득하는 공정을 추가로 구비한다.

[0021] 바람직하게는, 상기 스테이지 이동 기구에 의해 상기 스테이지를 상대 이동시켜 상기 묘화 헤드로부터의 광의 조사 영역을 상기 기관 상에서 소정의 주사 방향으로 1 회만 주사함으로써, 상기 기관에 대한 묘화가 완료된다.

[0022] 바람직하게는, 상기 기관에 묘화되는 상기 패턴이 회로 패턴이고, 상기 회로 패턴의 L/S 의 라인은 7 μm ~ 9 μm 이고, 스페이스는 11 μm ~ 13 μm 이다.

[0023] 바람직하게는, 상기 b) 공정에 있어서, 상기 초점 렌즈군은 상기 대물 렌즈군으로부터 독립적으로 이동한다.

[0024] 상기 서술한 목적 및 다른 목적, 특징, 양태 및 이점은, 첨부한 도면을 참조하여 이하에 실시하는 이 발명의 상세한 설명에 의해 분명해진다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1 은 일 실시형태에 관련된 묘화 장치의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 2 는 제어부가 구비하는 컴퓨터의 구성을 나타내는 도면이다.

도 3 은 제어부의 기능을 나타내는 블록도이다.

도 4 는 묘화 헤드를 나타내는 측면도이다.

도 5 는 스테이지의 단부(端部) 근방을 나타내는 측면도이다.

도 6 은 오토포커스 기구의 조정의 흐름을 나타내는 도면이다.

도 7 은 기관에 대한 묘화의 흐름을 나타내는 도면이다.

도 8 은 캘리브레이션 패턴을 나타내는 도면이다.

도 9 는 헤드 캘리브레이션의 흐름을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 도 1 은, 본 발명의 일 실시형태에 관련된 묘화 장치 (1) 의 구성을 나타내는 사시도이다. 도 1 에서는, 서로 직교하는 3 개의 방향을 X 방향, Y 방향 및 Z 방향으로 하여 화살표로 나타내고 있다 (다른 도면에서도 마찬가지로)

가지). 도 1에 나타내는 예에서는, X 방향 및 Y 방향은 수평 방향이고, Z 방향은 연직 방향이다.

- [0027] 묘화 장치 (1)는, 공간 변조된 대략 빔상의 광을 기관 (9) 상의 감광 재료에 조사하고, 당해 광의 조사 영역을 대상물 상에서 주사함으로써 패턴의 묘화를 실시하는 직접 묘화 장치 (이른바 직묘 장치)이다. 기관 (9)은, 예를 들어, 가요성을 갖는 프린트 배선 기관이다. 기관 (9)에서는, 구리층 상에 감광 재료에 의해 형성된 레지스트막이 형성된다. 묘화 장치 (1)에서는, 기관 (9)의 레지스트막에 회로 패턴이 묘화된다. 당해 회로 패턴에서는, 예를 들어, L/S의 라인 (즉, 패턴 폭)은 7 μm ~ 9 μm 이고, L/S의 스페이스 (즉, 패턴 사이의 간극 폭)는 11 μm ~ 13 μm 이다.
- [0028] 묘화 장치 (1)는, 도시가 생략된 클린룸 내에 배치된다. 클린룸의 내부 공간은, 소정의 온도가 되도록 온도 조절 설비에 의해 조절되고 있다. 묘화 장치 (1)는, 스테이지 (21)와, 스테이지 이동 기구 (22)와, 스테이지 승강 기구 (23)와, 묘화부 (3)와, 압력 센서 (41)와, 제어부 (6)를 구비한다. 스테이지 (21), 스테이지 이동 기구 (22), 스테이지 승강 기구 (23) 및 묘화부 (3)는, 도시가 생략된 하우징의 내부에 수용되어 있다. 압력 센서 (41)는, 예를 들어, 당해 하우징의 내측면에 장착되며, 하우징 내부의 압력 (즉, 기압)을 측정한다. 제어부 (6)는, 스테이지 이동 기구 (22), 스테이지 승강 기구 (23) 및 묘화부 (3)등을 제어한다.
- [0029] 도 2는, 제어부 (6)가 구비하는 컴퓨터 (8)의 구성을 나타내는 도면이다. 컴퓨터 (8)는, 프로세서 (81)와, 메모리 (82)와, 입출력부 (83)와, 버스 (84)를 구비하는 통상의 컴퓨터이다. 버스 (84)는, 프로세서 (81), 메모리 (82) 및 입출력부 (83)를 접속하는 신호 회로이다. 메모리 (82)는, 프로그램 및 각종 정보를 기억한다. 프로세서 (81)는, 메모리 (82)에 기억되는 프로그램 등에 따라, 메모리 (82)등을 이용하면서 여러 가지 처리 (예를 들어, 수치 계산이나 화상 처리)를 실행한다. 입출력부 (83)는, 조작자로부터의 입력을 받아들이는 키보드 (85) 및 마우스 (86), 그리고, 프로세서 (81)로부터의 출력 등을 표시하는 디스플레이 (87)를 구비한다. 또, 입출력부 (83)는, 프로세서 (81)로부터의 출력 등을 송신하는 송신부 (88), 및 후술하는 각 센서로부터의 출력을 수신하는 수신부 (89)를 구비한다. 또한, 제어부 (6)는, 프로그램블 로직 컨트롤러 (PLC : Programmable Logic Controller) 나 회로 기관 등이어도 되고, 이들과 1개 이상의 컴퓨터의 조합이어도 된다.
- [0030] 도 3은, 컴퓨터 (8)에 의해 실현되는 제어부 (6)의 기능을 나타내는 블록도이다. 도 3에서는, 제어부 (6) 이외의 구성도 아울러 나타낸다. 제어부 (6)는, 기억부 (61)와, 화상 처리부 (62)와, 헤드 제어부 (63)와, 이동 제어부 (64)를 구비한다. 기억부 (61)는, 주로 메모리 (82)에 의해 실현되며, 압력 센서 (41), 제 1 온도 센서 (36) 및 제 2 온도 센서 (37) (후술)로부터 보내어진 측정값 등의 각종 정보를 기억한다. 화상 처리부 (62)는, 주로 프로세서 (81)에 의해 실현되며, 후술하는 촬상부 (51)로부터 보내어진 화상으로부터 여러 가지 정보를 취득한다. 헤드 제어부 (63)는, 주로 프로세서 (81)에 의해 실현되며, 묘화부 (3)의 묘화 헤드 (31) (후술)를 제어한다. 이동 제어부 (64)는, 주로 프로세서 (81)에 의해 실현되며, 스테이지 (21)를 이동시키는 스테이지 이동 기구 (22)등을 제어한다.
- [0031] 도 1에 나타내는 바와 같이, 스테이지 (21)는, 묘화부 (3)의 하방 (즉, (-Z) 측)에 있어서, 수평 상태의 기관 (9)을 하측으로부터 유지하는 대략 평판상의 유지부이다. 스테이지 (21)에 의해 유지된 기관 (9)의 (+Z)측의 표면 (이하, 「상면 (91)」이라고 부른다.)은, Z 방향에 대해 대략 수직이고, X 방향 및 Y 방향에 대략 평행하다.
- [0032] 스테이지 승강 기구 (23)는, 스테이지 (21)를 Z 방향으로 이동시킨다. 스테이지 이동 기구 (22)는, 스테이지 (21)를 묘화부 (3)에 대해 상대적으로 이동시킨다. 도 1에 나타내는 예에서는, 스테이지 이동 기구 (22)는, 스테이지 (21)를 스테이지 승강 기구 (23)와 함께 X 방향 및 Y 방향으로 이동시킨다. 바꾸어 말하면, 스테이지 이동 기구 (22)는, 기관 (9)의 상면 (91)에 대략 평행한 방향으로, 스테이지 (21)를 묘화부 (3)에 대해 상대적으로 이동시킨다.
- [0033] 스테이지 이동 기구 (22)는, 예를 들어, 스테이지 (21)를 가이드 레일을 따라 직선상으로 이동시키는 기구이고, 구동원으로서, 예를 들어, 리니어 서보모터가 사용된다. 이로써, 스테이지 (21)는 고정밀도로 이동한다. 스테이지 이동 기구 (22)의 구동원으로는, 볼 스크루에 모터를 장착한 것이 사용되어도 된다. 묘화 장치 (1)에서는, 스테이지 승강 기구 (23)가 생략되어도 되고, Z 방향에 평행한 축을 중심으로 하여 스테이지 (21)를 회전시키는 회전 기구가 형성되어도 된다.
- [0034] 묘화부 (3)는, X 방향 및 Y 방향으로 배열되는 복수 (도 1에 나타내는 예에서는 5개)의 묘화 헤드 (31)를

구비한다. 복수의 묘화 헤드 (31) 는, 스테이지 (21) 에 걸쳐 형성되는 헤드 지지부 (11) 에 의해, 스테이지 (21) 의 상방에서 지지된다. 복수의 묘화 헤드 (31) 는, 거의 동일한 구조를 갖는다.

[0035] 묘화 장치 (1) 에서는, 묘화부 (3) 의 복수의 묘화 헤드 (31) 로부터 변조 (즉, 공간 변조) 된 광을 기관 (9) 의 상면 (91) 상에 조사하면서, 스테이지 이동 기구 (22) 에 의해 기관 (9) 을 Y 방향으로 이동시킨다. 이로써, 복수의 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 영역이 기관 (9) 상에서 Y 방향으로 주사되어, 기관 (9) 에 대한 회로 패턴의 묘화가 실시된다. 이하의 설명에서는, Y 방향을 「주사 방향」이라고도 부르고, X 방향을 「폭 방향」이라고도 부른다. 스테이지 이동 기구 (22) 는, 각 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 영역을 기관 (9) 상에서 주사 방향으로 이동시키는 주사 기구이다.

[0036] 묘화 장치 (1) 에서는, 기관 (9) 에 대한 묘화는, 이른바 싱글 패스 (원 패스) 방식으로 실시된다. 구체적으로는, 스테이지 이동 기구 (22) 에 의해, 스테이지 (21) 가 복수의 묘화 헤드 (31) 에 대해 Y 방향으로 상대 이동되고, 복수의 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 영역이, 기관 (9) 의 상면 (91) 상에서 Y 방향 (즉, 주사 방향) 으로 1 회만 주사된다. 이로써, 기관 (9) 에 대한 묘화가 완료된다.

[0037] 도 4 는, 1 개의 묘화 헤드 (31) 의 구성을 나타내는 측면도이다. 묘화 헤드 (31) 는, 광원 (32) 과, 조명 광학계 (33) 와, 광변조부 (34) 와, 투영 광학계 (35) 와, 제 1 온도 센서 (36) 와, 제 2 온도 센서 (37) 와, 거리 센서 (38) 를 구비한다. 광원 (32) 은, 예를 들어, LED (Light Emitting Diode) 광원 또는 LD (Laser Diode) 광원이다. 광변조부 (34) 는, 광변조 디바이스 (341) 를 구비한다. 광변조 디바이스 (341) 는, 예를 들어, 복수의 미소 미러가 2 차원으로 배열된 DMD (Digital Micromirror Device) 이다. 광원 (32) 및 조명 광학계 (33) 는, 프레임 (30) 의 상부에 고정된다.

[0038] 투영 광학계 (35) 는, 초점 렌즈군 (351) 과, 대물 렌즈군 (352) 과, 초점 조절 기구 (353) 를 구비한다. 도 4 에서는, 초점 렌즈군 (351) 에 포함되는 렌즈의 도시는 생략하고, 당해 렌즈가 수용되어 있는 경통에 부호 351 을 붙이고 있다. 대물 렌즈군 (352) 에 대해서도 마찬가지이다. 초점 렌즈군 (351) 은, 초점 조절 기구 (353) 를 개재하여, 프레임 (30) 의 상부에 장착된다. 초점 렌즈군 (351) 의 광축은, 수평 방향 (예를 들어, Y 방향) 에 대략 평행하게 연장된다. 초점 조절 기구 (353) 는, 초점 렌즈군 (351) 을 당해 광축에 평행한 방향 (예를 들어, Y 방향) 으로 직선상으로 이동시킨다. 초점 조절 기구 (353) 는, 예를 들어, 볼 스크루를 모터로 구동시키는 기구와, 초점 렌즈군 (351) 을 Y 방향으로 가이드하는 기구를 조합한 것이다. 초점 조절 기구 (353) 의 구동원으로서, 리니어 서보모터가 사용되어도 된다. 대물 렌즈군 (352) 은, 프레임 (30) 의 측부에 고정된다. 대물 렌즈군 (352) 의 광축은, Z 방향 (즉, 상하 방향) 에 대략 평행하게 연장된다. 초점 조절 기구 (353) 에 의한 초점 렌즈군 (351) 의 이동은, 대물 렌즈군 (352) 으로부터 독립적으로 실시된다.

[0039] 묘화 장치 (1) 에서는, 묘화 헤드 (31) 의 광원 (32) 으로부터 출사된 광은, 조명 광학계 (33) 에 의해 광변조부 (34) 로 유도되어, 광변조부 (34) 의 광변조 디바이스 (341) 에서 공간 변조된 후, 투영 광학계 (35) (즉, 초점 렌즈군 (351) 및 대물 렌즈군 (352)) 에 의해 스테이지 (21) 상의 기관 (9) 으로 유도된다. 투영 광학계 (35) 에서는, 초점 조절 기구 (353) 에 의해 초점 렌즈군 (351) 이 이동되어, 묘화 헤드 (31) 의 광축 상에 있어서의 초점 렌즈군 (351) 의 위치가 변경됨으로써, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치가, 대물 렌즈군 (352) 의 하방에 있어서 상하 방향으로 조절된다.

[0040] 거리 센서 (38) 는, 투영 광학계 (35) 의 대물 렌즈군 (352) 에 장착된다. 상세하게는, 거리 센서 (38) 는, 대물 렌즈군 (352) 의 경통의 하단부에 장착된다. 거리 센서 (38) 는, 대물 렌즈군 (352) 의 하단에서부터 스테이지 (21) 상의 기관 (9) 까지의 거리 (이하, 「조사 거리」라고 부른다.) 를 측정한다. 거리 센서 (38) 는, 발광부 (381) 와, 수광부 (382) 와, 센서 프레임 (383) 을 구비한다. 센서 프레임 (383) 은, 예를 들어, Y 방향으로 연장되는 대략 판상의 부재이며, 대물 렌즈군 (352) 의 경통의 하단부에 고정된다. 발광부 (381) 는 센서 프레임 (383) 의 (-Y) 측의 단부에 고정되고, 수광부 (382) 는 센서 프레임 (383) 의 (+Y) 측의 단부에 고정된다. 발광부 (381) 로부터 (+Y) 측이면서 (-Z) 측으로 출사된 광은, 기관 (9) 의 상면 (91) 에서 반사되어 수광부 (382) 에 의해 수광된다. 수광부 (382) 는, 예를 들어 라인 센서이다. 그리고, 기관 (9) 으로부터의 반사광의 수광부 (382) 에 있어서의 수광 위치에 기초하여, 상기 서술한 조사 거리가 구해진다.

[0041] 묘화 장치 (1) 에서는, 기관 (9) 에 대한 묘화가 실시되고 있는 동안에, 거리 센서 (38) 에 의한 상기 서술한 조사 거리의 측정이 계속적으로 실시된다. 거리 센서 (38) 에 의해 측정된 조사 거리 (이하, 「측정 조사 거리」라고 부른다.) 는, 제어부 (6) 의 헤드 제어부 (63) (도 3 참조) 에 출력된다. 헤드 제어부 (63) 는,

거리 센서 (38) 로부터의 출력에 기초하여 초점 조절 기구 (353) 를 제어한다. 이로써, 초점 렌즈군 (351) 의 위치가 조절되고, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치가 조절된다. 묘화 장치 (1) 에서는, 기관 (9) 에 대한 묘화가 실시되고 있는 동안에, 헤드 제어부 (63) 에 의해 초점 조절 기구 (353) 가 계속적으로 제어됨으로써, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치가 기관 (9) 의 상면 (91) 에 맞춰진다. 바꾸어 말하면, 묘화 장치 (1) 에 있어서의 묘화시에는, 거리 센서 (38), 초점 조절 기구 (353) 및 헤드 제어부 (63) 등에 의한 오토포커스가 실시된다. 그 결과, 기관 (9) 에 휘어짐 등의 변형이 발생한 경우라 하더라도, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치를 기관 (9) 의 상면 (91) 에 맞출 수 있기 때문에, 고정밀도의 묘화를 실현할 수 있다. 헤드 제어부 (63) 에 의한 초점 조절 기구 (353) 의 제어의 상세한 내용에 대해서는, 후술한다.

[0042] 제 1 온도 센서 (36) 는, 투영 광학계 (35) 에 장착되거나, 혹은 투영 광학계 (35) 의 근방에 배치되어, 투영 광학계 (35) 의 온도를 측정한다. 도 4 에 나타내는 예에서는, 제 1 온도 센서 (36) 는, 투영 광학계 (35) 의 대물 렌즈군 (352) 에 장착된다. 제 1 온도 센서 (36) 는, 예를 들어, 대물 렌즈군 (352) 의 하단부에 있어서, 대물 렌즈군 (352) 의 경통의 외측면에 첩부되는 열전쌍이다. 제 1 온도 센서 (36) 에 의해 측정된 투영 광학계 (35) 의 온도 (이하, 「투영 광학계 (35) 의 측정 온도」라고 부른다.) 는, 제어부 (6) 의 헤드 제어부 (63) 에 출력된다. 헤드 제어부 (63) 에 의한 초점 조절 기구 (353) 의 제어는, 제 1 온도 센서 (36) 로부터의 출력에도 기초하여 실시된다.

[0043] 제 2 온도 센서 (37) 는, 거리 센서 (38) 에 장착되거나, 혹은 거리 센서 (38) 의 근방에 배치되어, 거리 센서 (38) 의 온도를 측정한다. 도 4 에 나타내는 예에서는, 제 2 온도 센서 (37) 는, 거리 센서 (38) 의 센서 프레임 (383) 에 장착된다. 제 2 온도 센서 (37) 는, 예를 들어, 센서 프레임 (383) 의 수광부 (382) 근방에 첩부되는 열전쌍이다. 제 2 온도 센서 (37) 에 의해 측정된 거리 센서 (38) 의 온도 (이하, 「거리 센서 (38) 의 측정 온도」라고 부른다.) 는, 제어부 (6) 의 헤드 제어부 (63) 에 출력된다. 헤드 제어부 (63) 에 의한 초점 조절 기구 (353) 의 제어는, 제 2 온도 센서 (37) 로부터의 출력에도 기초하여 실시된다.

[0044] 상기 서술한 바와 같이, 압력 센서 (41) 는, 묘화 장치 (1) 의하우징 내부의 압력 (즉, 기압) 을 측정한다. 당해 하우징 내부의 압력은, 하우징 내부에 있어서의 위치가 상이해도 거의 변화하지 않기 때문에, 압력 센서 (41) 에 의해 측정된 압력 (이하, 「측정 압력」이라고 부른다.) 은, 각 묘화 헤드 (31) 주위의 압력과 거의 동일하다. 바꾸어 말하면, 묘화 장치 (1) 에서는, 압력 센서 (41) 에 의해, 각 묘화 헤드 (31) 주위의 압력이 측정된다. 압력 센서 (41) 에 의한 측정 압력은, 제어부 (6) 의 헤드 제어부 (63) 에 출력된다. 헤드 제어부 (63) 에 의한 초점 조절 기구 (353) 의 제어는, 압력 센서 (41) 로부터의 출력에도 기초하여 실시된다. 압력 센서 (41) 는, 예를 들어 다이어프램 게이이지이다.

[0045] 도 5 는, 스테이지 (21) 의 (+Y) 측의 단부 근방의 구성을 나타내는 측면도이다. 도 5 에 나타내는 바와 같이, 묘화 장치 (1) 는, 활상부 (51) 와, 지그 (52) 를 추가로 구비한다. 지그 (52) 는, 스테이지 (21) 의 (+Y) 측의 측면에 고정되는 평판상의 유리 플레이트이다. 지그 (52) 는, 주면이 Z 방향에 수직이 되도록, 스테이지 (21) 의 상기 측면으로부터 (+Y) 방향으로 돌출된다. 지그 (52) 의 상면은, 스테이지 (21) 상에 재치 (載置) 된 휘어짐 등의 변형이 없는 기관 (9) 의 상면 (91) 과, 상하 방향에 있어서 동일한 위치에 위치한다. 지그 (52) 는, 평면에서 볼 때 X 방향으로 긴 대략 장방형이다. 지그 (52) 는, 투광성을 갖는 재료에 의해 형성되어 있으며, 바람직하게는 투명하다. 지그 (52) 의 상면에는, X 방향으로 배열된 다수의 표식이 형성된다. 지그 (52) 상의 당해 표식은, 예를 들어, 크로스 패턴 또는 다른 형상의 패턴이다.

[0046] 활상부 (51) 는, 지그 (52) 의 하방에서, 스테이지 (21) 의 (+Y) 측의 측면에 활상부 이동 기구 (53) 를 개재하여 장착된다. 활상부 (51) 는, 예를 들어, CCD (Charged Coupled Devices) 또는 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 를 활상 소자로서 갖는 디지털 카메라이다. 활상부 (51) 는, 활상부 이동 기구 (53) 에 의해 X 방향으로 이동 가능하다. 활상부 이동 기구 (53) 는, 예를 들어, 볼 스크루를 모터로 구동시키는 기구와, 활상부 (51) 를 X 방향으로 가이드하는 기구를 조합한 것이다. 활상부 이동 기구 (53) 의 구동원으로서, 리니어 서보모터가 사용되어도 된다.

[0047] 묘화 장치 (1) 에서는, 1 개의 묘화 헤드 (31) 로부터 미리 정해진 패턴의 광이 지그 (52) 를 향하여 출사되고 있는 상태에서, 활상부 (51) 가 지그 (52) 의 하방으로부터 화상을 취득한다. 활상부 (51) 는, 지그 (52) 상에 있어서의 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 영역을, 지그 (52) 상에 미리 형성되어 있는 상기 표식과 함께 활상한다. 활상부 (51) 에 의해 취득된 화상은, 제어부 (6) 에 보내지고, 당해 화상이 화상 처리부 (62) (도 3 참조) 에 의해 연산 처리됨으로써, 묘화 헤드 (31) 와 지그 (52) 의 위치 관계가 취득된다. 상기 서술한 바와 같이, 지그 (52) 는 스테이지 (21) 에 고정되어 있기 때문에, 상기 연산 처리에 의해, 묘화 헤드

(31) 와 스테이지 (21) 의 위치 관계도 취득된다.

- [0048] 다음으로, 헤드 제어부 (63) 에 의한 초점 조절 기구 (353) 의 제어에 대해서, 도 6 및 도 7 을 참조하면서 상세하게 설명한다. 묘화 장치 (1) 에서는, 기관 (9) 에 대한 묘화가 실시되기도 전에, 상기 서술한 오토포커스에 사용되는 오토포커스 기구 (즉, 거리 센서 (38) 및 초점 조절 기구 (353) 등) 의 조정이 실시된다 (도 6 참조). 그 후, 복수의 기관 (9) 에 대한 묘화가 연속적으로 실시된다. 도 7 에서는, 1 장의 기관 (9) 에 주목하여, 당해 기관 (9) 에 대한 묘화의 흐름을 나타낸다.
- [0049] 오토포커스 기구의 조정 (이른바 포커스 캘리브레이션) 에서는, 각 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치가, 상하 방향에 있어서 지그 (52) 의 상면과 동일한 위치 (즉, 휘어짐 등의 변형이 없는 기관 (9) 의 상면 (91) 상) 에 위치하도록, 초점 렌즈군 (351) 의 위치가 조절된다.
- [0050] 오토포커스 기구의 조정은, 묘화 장치 (1) 가 클린룸 내에 설치될 때에 실시되고 있는데, 설치시의 클린룸 내의 온도 및 압력 (즉, 기압) 과, 기관 (9) 에 대한 묘화시에 있어서의 클린룸 내의 온도 및 압력과는 상이할 가능성이 있다. 클린룸 내의 온도가 상이하면, 묘화 헤드 (31) 의 각 구성이 팽창 또는 수축하거나 해서, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치가 기관 (9) 의 상면 (91) 상에서부터 상하 방향으로 어긋날 가능성이 있다. 또, 거리 센서 (38) 에 의한 측정 조사 거리에도 어긋남이 발생할 가능성이 있다. 클린룸 내의 압력이 상이하면, 대기의 밀도 등의 변화에서 기인하여, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치가 기관 (9) 의 상면 (91) 상에서부터 상하 방향으로 어긋날 가능성이 있다. 예를 들어, 당해 압력이 높아지면, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치는 하측으로 어긋난다.
- [0051] 도 6 은, 오토포커스 기구의 조정의 흐름의 일례를 나타내는 도면이다. 도 6 에서는, 1 개의 묘화 헤드 (31) 에 대한 오토포커스 기구의 조정의 흐름을 나타낸다. 오토포커스 기구의 조정이 실시될 때에는, 스테이지 이동 기구 (22) (도 1 참조) 에 의해 스테이지 (21) 가 Y 방향으로 이동되어, 묘화 헤드 (31) 가 미리 지그 (52) 의 상방에 위치하고 있다. 또, 활상부 이동 기구 (53) 에 의해 활상부 (51) 가 X 방향으로 이동되어, 활상부 (51) 가 미리 당해 묘화 헤드 (31) 의 하방에 위치하고 있다. 또한, 묘화 장치 (1) 에서는, 복수의 묘화 헤드 (31) 에 대해서, 도 6 에 예시하는 오토포커스 기구의 조정이 순차적으로 실시된다.
- [0052] 오토포커스 기구의 조정에서는, 먼저, 압력 센서 (41) (도 1 참조) 에 의해, 묘화 헤드 (31) 주위의 압력이 측정된다. 압력 센서 (41) 에 의해 취득된 측정 압력은, 제어부 (6) 로 보내져, 「기준 압력」으로서 기억부 (61) (도 3 참조) 에 격납된다 (스텝 S11).
- [0053] 계속해서, 제 1 온도 센서 (36) 에 의해, 투영 광학계 (35) 의 온도가 측정된다. 제 1 온도 센서 (36) 에 의해 취득된 투영 광학계 (35) 의 측정 온도는, 제어부 (6) 로 보내져, 「투영 광학계 (35) 의 기준 온도」로서 기억부 (61) 에 격납된다. 또, 제 2 온도 센서 (37) 에 의해, 거리 센서 (38) 의 온도가 측정된다. 제 2 온도 센서 (37) 에 의해 취득된 거리 센서 (38) 의 측정 온도는, 제어부 (6) 로 보내져, 「거리 센서 (38) 의 기준 온도」로서 기억부 (61) 에 격납된다 (스텝 S12).
- [0054] 또, 거리 센서 (38) 에 의해, 상기 서술한 조사 거리가 측정된다. 거리 센서 (38) 에 의해 취득된 측정 조사 거리는, 제어부 (6) 로 보내져, 「기준 조사 거리」로서 기억부 (61) 에 격납된다. 또, 거리 센서 (38) 의 수광부 (382) 에 있어서의 수광 위치도, 제어부 (6) 로 보내져, 「기준 수광 위치」로서 기억부 (61) 에 격납된다 (스텝 S13). 또한, 스텝 S11 ~ S13 의 실행 순서는 적절히 변경되면 된다. 또, 스텝 S11 ~ S13 중, 2 개 이상의 스텝이 병행하여 실행되어도 된다.
- [0055] 다음으로, 초점 조절 기구 (353) 에 의해 초점 렌즈군 (351) 이 이동되어, 소정의 조정 개시 위치에 위치한다. 당해 조정 개시 위치는, 예를 들어, 초점 렌즈군 (351) 의 설계 위치 (즉, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치가 기관 (9) 의 상면 (91) 에 만날 예정인 설계상의 초점 렌즈군 (351) 의 위치) 이다. 그리고, 광원 (32) 및 광변조부 (34) 가 구동되어, 도 8 에 예시하는 소정의 캘리브레이션 패턴 (95) 이, 지그 (52) 에 조사된다. 도 8 에 나타내는 예에서는, 캘리브레이션 패턴 (95) 은, 격자상으로 배열된 4 개의 광점이다. 캘리브레이션 패턴 (95) 은, 도 8 의 형상에는 한정되지 않고, 여러 가지로 변경되면 된다.
- [0056] 활상부 (51) 는, 지그 (52) 를 투과한 캘리브레이션 패턴 (95) 을 활상하고, 취득된 화상을 제어부 (6) 로 보낸다. 활상부 (51) 에 의한 활상시에는, 지그 (52) 상의 상기 표식에 대해서는 조명광이 조사되고 있지 않기 때문에, 활상부 (51) 에 의해 취득되는 화상에는, 캘리브레이션 패턴 (95) 의 이미지는 포함되지만, 지그 (52) 상의 표식은 포함되지 않는다. 제어부 (6) 에서는, 활상부 (51) 에 의해 취득된 캘리브레이션 패턴 (95) 의 화상에 기초하여, 화상 처리부 (62) (도 3 참조) 에 의해 콘트라스트 평가값이 구해진다. 콘트라스트 평가

값은, 예를 들어, 캘리브레이션 패턴 (95) 의 광점의 가장자리부에 있어서의 콘트라스트의 미분값의 최대값이다.

- [0057] 묘화 장치 (1) 에서는, 초점 조절 기구 (353) 에 의한 초점 렌즈군 (351) 의 위치의 변경, 촬상부 (51) 에 의한 캘리브레이션 패턴 (95) 의 촬상, 및 화상 처리부 (62) 에 의한 콘트라스트 평가값의 취득이 소정 횟수 (2 회 이상) 반복된다 (스텝 S14). 초점 렌즈군 (351) 의 상기 위치 변경은, 소정 거리씩 이동하는 스텝 이동에 의해 실시된다. 당해 소정 거리는, 묘화 헤드 (31) 의 초점 심도의 절반의 깊이에 대응하는 초점 렌즈군 (351) 의 이동 거리를 「초점 심도 펄스」라고 부르며, 예를 들어, 초점 심도 펄스의 4 배이다.
- [0058] 화상 처리부 (62) 에서는, 취득된 복수의 콘트라스트 평가값과, 당해 복수의 콘트라스트 평가값에 대응하는 초점 렌즈군 (351) 의 복수의 위치에 기초하여, 콘트라스트 평가값과 초점 렌즈군 (351) 의 위치의 관계를 나타내는 「렌즈 위치-콘트라스트 데이터」가 작성된다 (스텝 S15). 그리고, 렌즈 위치-콘트라스트 데이터에 기초하여, 콘트라스트 평가값의 피크 검출 처리가 화상 처리부 (62) 에 의해 실시된다 (스텝 S16). 스텝 S16 에 있어서의 피크 검출 처리는, 예를 들어, 렌즈 위치-콘트라스트 데이터 중 피크 근방의 데이터를 추출하고, 추출된 데이터를 2 차 근사하여 극값을 구함으로써 실시된다. 당해 피크 검출 처리는, 다른 여러 가지 방법에 의해 실시되어도 된다.
- [0059] 스텝 S16 에 있어서 콘트라스트 평가값의 피크가 검출되면 (스텝 S17), 당해 피크에 대응하는 초점 렌즈군 (351) 의 위치가, 「기준 위치」로서 기억부 (61) 에 격납되고 (스텝 S18), 오토포커스 기구의 조정이 정상적으로 종료된다.
- [0060] 한편, 스텝 S16 에 있어서 콘트라스트 평가값의 피크가 검출되지 않은 경우 (스텝 S17), 초점 렌즈군 (351) 의 이동 횟수가 상한에 이르지 않은 것이 확인되고 (스텝 S19), 초점 조절 기구 (353) 에 의한 초점 렌즈군 (351) 의 위치의 변경, 촬상부 (51) 에 의한 캘리브레이션 패턴 (95) 의 촬상, 및 화상 처리부 (62) 에 의한 콘트라스트 평가값의 취득이 1 회 실시된다 (스텝 S20). 스텝 S20 에 있어서의 초점 렌즈군 (351) 의 이동 거리는, 스텝 S14 에 있어서의 이동 거리보다 작으며, 예를 들어, 초점 심도 펄스와 동등한 거리가 된다.
- [0061] 그리고, 스텝 S15 로 되돌아가, 스텝 S20 에서 취득된 콘트라스트 평가값도 포함하여 렌즈 위치-콘트라스트 데이터가 새로 작성되고 (스텝 S15), 콘트라스트 평가값의 피크 검출 처리가 실시된다 (스텝 S16). 콘트라스트 평가값의 피크가 검출되면, 상기 서술한 바와 같이 초점 렌즈군 (351) 의 기준 위치가 기억부 (61) 에 격납되고, 오토포커스 기구의 조정이 정상적으로 종료된다 (스텝 S17, S18). 한편, 콘트라스트 평가값의 피크가 검출되지 않은 경우 (스텝 S17), 초점 렌즈군 (351) 의 이동 횟수가 상한에 이를 때까지, 스텝 S19, S20, S15 ~ S17 이 반복된다. 그리고, 초점 렌즈군 (351) 의 이동 횟수가 상한에 이르러도 콘트라스트 평가값의 피크가 검출되지 않은 경우, 묘화 장치 (1) 의 조작자 등에게 이상 종료의 예러 경고를 발하고, 오토포커스 기구의 조정이 종료된다.
- [0062] 오토포커스 기구의 조정이 정상적으로 종료되면, 기관 (9) 에 대한 묘화가 실시된다. 도 7 은, 1 장의 기관 (9) 에 대한 묘화의 흐름의 일례를 나타내는 도면이다. 묘화 장치 (1) 에서는, 먼저, 오토포커스 기구의 조정시부터의 압력 및 온도의 변화에 따라, 초점 렌즈군 (351) 의 기준 위치의 보정, 및 거리 센서 (38) 의 기준 수광 위치의 보정이 실시된 후, 기관 (9) 에 대한 묘화가 실시된다. 상기 서술한 바와 같이, 묘화 장치 (1) 에서는, 오토포커스 기구의 조정 후, 복수의 기관 (9) 에 대한 묘화가 연속해서 실시된다. 따라서, 오토포커스 기구의 조정 종료 직후에는, 초점 렌즈군 (351) 의 기준 위치 및 거리 센서 (38) 의 기준 수광 위치에 대한 보정량은 비교적 작지만, 오토포커스 기구의 조정 종료부터의 경과 시간이 커지면, 당해 보정량은 비교적 커지는 경우가 있다.
- [0063] 기관 (9) 에 대한 묘화가 실시될 때에는, 묘화 헤드 (31) 는, 도 4 에 나타내는 바와 같이 기관 (9) 의 상방에 위치한다. 그리고, 압력 센서 (41) 에 의한 압력 (즉, 기압) 의 측정이 실시되고, 압력 센서 (41) 에 의해 취득된 측정 압력이, 제어부 (6) 의 헤드 제어부 (63) 로 보내진다 (스텝 S31). 또, 제 1 온도 센서 (36) 및 제 2 온도 센서 (37) 에 의한 온도 측정이 실시되고, 제 1 온도 센서 (36) 및 제 2 온도 센서 (37) 에 의해 취득된 투영 광학계 (35) 의 측정 온도 및 거리 센서 (38) 의 측정 온도가, 헤드 제어부 (63) 로 보내진다 (스텝 S32). 또한, 스텝 S31, S32 의 실행 순서는 적절히 변경되면 된다. 또, 스텝 S31 및 스텝 S32 는, 병행하여 실행되어도 된다.
- [0064] 헤드 제어부 (63) 에서는, 스텝 S31, S32 에 있어서 취득된 측정 압력 및 투영 광학계 (35) 의 측정 온도에 기초하여, 초점 렌즈군 (351) 의 기준 위치의 보정이 실시된다 (스텝 S33). 그리고, 초점 조절 기구 (353) 에

의해, 보정 후의 기준 위치 (이하, 「보정 기준 위치」라고 부른다.) 로 초점 렌즈군 (351) 이 이동된다 (스텝 S34). 스텝 S33 에서는, 예를 들어, 수학적 식 1 에 나타내는 보정 거리 dF (nm) 만큼, 초점 렌즈군 (351) 이 기준 위치로부터 이동된다.

[0065] $dF = Kp \times dP + Kt1 \times dT1 \dots$ (수학적 식 1)

[0066] 수학적 식 1 에 있어서의 dP 는, 상기 기준 압력과 스텝 S31 에 있어서 취득된 측정 압력의 차인 압력차 (hPa) 이고, Kp 는, 단위 압력차당 초점 렌즈군 (351) 의 이동 거리를 나타내는 계수 (nm/hPa) 이다. 또, 수학적 식 1 에 있어서의 dT1 은, 투영 광학계 (35) 의 상기 기준 온도와, 스텝 S32 에 있어서 취득된 투영 광학계 (35) 의 측정 온도의 차인 투영 광학계 (35) 의 온도차 (deg) 이고, Kt1 은, 투영 광학계 (35) 의 단위 온도차당 초점 렌즈군 (351) 의 이동 거리를 나타내는 계수 (nm/deg) 이다.

[0067] 계수 Kp, Kt1 은, 미리 취득되어 기억부 (61) 에 기억되어 있다. 계수 Kp 는, 예를 들어, 압력 센서 (41) 에 의해 측정되는 묘화 장치 (1) 의 하우징 내의 압력이 상이한 복수의 상태에 있어서 상기 서술한 포커스 캘리브레이션을 실시하여, 당해 압력의 변화와 초점 렌즈군 (351) 의 위치의 변화의 관계를 직선 근사한 다음에, 근사 곡선의 기울기로서 구해진다. 계수 Kt1 은, 예를 들어, 제 1 온도 센서 (36) 에 의해 측정되는 투영 광학계 (35) 의 온도가 상이한 복수의 상태에 있어서 상기 서술한 포커스 캘리브레이션을 실시하여, 당해 온도의 변화와 초점 렌즈군 (351) 의 위치의 변화의 관계를 직선 근사한 다음에, 근사 곡선의 기울기로서 구해진다.

[0068] 또, 헤드 제어부 (63) 에서는, 스텝 S32 에 있어서 취득된 거리 센서 (38) 의 측정 온도에 기초하여, 거리 센서 (38) 의 수광부 (382) 에 있어서의 기준 수광 위치의 보정이 실시된다 (스텝 S35). 스텝 S35 에서는, 예를 들어, 수학적 식 2 에 나타내는 보정 거리 dD (pixel) 만큼 기준 수광 위치가 어긋난다. 이하의 설명에서는, 보정 후의 기준 수광 위치를 보정 기준 수광 위치라고 부른다.

[0069] $dD = Kt2 \times dT2 \dots$ (수학적 식 2)

[0070] 수학적 식 2 에 있어서의 dT2 는, 거리 센서 (38) 의 상기 기준 온도와, 스텝 S32 에 있어서 취득된 거리 센서 (38) 의 측정 온도의 차인 거리 센서 (38) 의 온도차 (deg) 이고, Kt2 는, 거리 센서 (38) 의 단위 온도차당 기준 수광 위치의 이동 거리를 나타내는 계수 (pixel/deg) 이다.

[0071] 계수 Kt2 는, 미리 취득되어 기억부 (61) 에 기억되어 있다. 계수 Kt2 는, 예를 들어, 이하와 같이 구해진다. 먼저, 제 2 온도 센서 (37) 에 의해 측정되는 거리 센서 (38) 의 온도가 상이한 복수의 상태에 있어서, 거리 센서 (38) 의 발광부 (381) 로부터 지그 (52) (도 5 참조) 를 향하여 광을 출사하고, 지그 (52) 의 상면으로부터의 반사광을 수광부 (382) 에 의해 수광하여 수광 위치를 구한다. 그리고, 당해 온도의 변화와 수광부 (382) 에 있어서의 수광 위치의 변화의 관계를 직선 근사하고, 근사 곡선의 기울기를 계수 Kt2 로서 구한다.

[0072] 초점 렌즈군 (351) 이 보정 기준 위치에 위치하는 상태에서는, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치는, 휘어짐 등의 변형이 없는 기관 (9) 의 상면 (91) 에 만난다 (즉, 기관 (9) 의 상면 (91) 과 상하 방향의 동일한 위치에 위치한다). 또, 거리 센서 (38) 에서는, 발광부 (381) 로부터 출사되고, 휘어짐 등의 변형이 없는 기관 (9) 의 상면 (91) 에서 반사된 광은, 수광부 (382) 의 보정 기준 수광 위치에서 수광된다. 또한, 스텝 S33 ~ S34 와 스텝 S35 의 실행 순서는 적절히 변경되면 된다. 또, 스텝 S33 ~ S34 와 스텝 S35 는 병행하여 실행되어도 된다.

[0073] 묘화 장치 (1) 에서는, 복수의 묘화 헤드 (31) 의 각각에 대하여, 스텝 S32 ~ S35 가 종료되면, 이동 제어부 (64) 에 의해 스테이지 이동 기구 (22) 가 제어되고, 기관 (9) 의 Y 방향으로의 이동이 개시된다. 또, 각 묘화 헤드 (31) 에 있어서, 기억부 (61) 에 미리 기억되어 있는 묘화 데이터에 기초하여 헤드 제어부 (63) 에 의해 광변조부 (34) 가 제어되고, 이동 중의 기관 (9) 의 상면 (91) 에 대해, 각 묘화 헤드 (31) 로부터 변조된 광이 조사되어 패턴의 묘화가 실시된다 (스텝 S36).

[0074] 기관 (9) 에 대한 패턴의 묘화 중에는, 상기 서술한 바와 같이, 거리 센서 (38), 초점 조절 기구 (353) 및 헤드 제어부 (63) 등에 의한 오토포커스가, 기관 (9) 에 대한 묘화와 병행하여 계속적으로 실시된다. 구체적으로는, 기관 (9) 에 대한 묘화가 실시되고 있는 동안에, 거리 센서 (38) 에 의한 조사 거리의 측정이 계속적으로 실시된다. 조사 거리의 측정에서는, 수광부 (382) 에 있어서의 수광 위치의 보정 기준 수광 위치로부터의 어긋남량이 구해지고, 당해 어긋남량에 기초하여, 측정 조사 거리의 기준 조사 거리로부터의 어긋남량 (즉, 기관 (9) 의 상면 (91) 의 상하 방향에 있어서의 변형량) 이 구해진다.

[0075] 그리고, 측정 조사 거리의 기준 조사 거리로부터의 어긋남량에 기초하여, 헤드 제어부 (63) 에 의해 초점 조절

기구 (353) 가 제어되어, 초점 렌즈군 (351) 이, 당해 어긋남량에 대응하는 이동 거리만큼 보정 기준 위치로부터 이동된다. 초점 렌즈군 (351) 의 위치 변경도, 기관 (9) 에 대한 묘화와 병행하여 계속적으로 실시된다.

이로써, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치가 상하 방향으로 이동되어, 기관 (9) 의 상면 (91) 에 맞춰진다. 그 결과, 기관 (9) 에 휘어짐 등의 변형이 발생한 경우라 하더라도, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치를 기관 (9) 의 상면 (91) 에 계속적으로 맞출 수 있기 때문에, 기관 (9) 에 대한 고정밀도의 묘화가 실현된다.

[0076] 묘화 장치 (1) 에서는, 상기 서술한 바와 같이, 복수의 기관 (9) 에 대한 묘화가 연속적으로 실시되어, 각 기관 (9) 의 묘화 개시시에, 상기 서술한 스텝 S31 ~ S35 가 실시된다. 이로써, 복수의 기관 (9) 에 대한 연속 묘화 중에, 묘화 헤드 (31) 주위의 압력 (즉, 클린룸 내의 압력), 투영 광학계 (35) 의 온도, 및 거리 센서 (38) 의 온도 중, 적어도 1 개 이상에 변화가 생긴 경우라 하더라도, 각 기관 (9) 에 대한 고정밀도의 묘화가 실현된다.

[0077] 또한, 묘화 장치 (1) 에서는, 스텝 S31 ~ S35 는, 반드시 각 기관 (9) 의 묘화 개시시에 실시될 필요는 없다. 스텝 S31 ~ S35 는, 예를 들어, 1 장의 기관 (9) 의 묘화 개시시에 실시된 후에는 소정 장수의 기관 (9) 에 대한 묘화가 종료될 때까지 실시되지 않고, 소정 장수의 기관 (9) 에 대한 묘화 종료 후, 다음 기관 (9) 에 대한 묘화의 개시시에 실시되어도 된다. 또, 스텝 S11 ~ S20 의 오토포커스 기구의 조정은, 예를 들어, 묘화 장치 (1) 의 기동시, 및 소정수의 로트의 기관 (9) 에 대한 묘화의 종료마다 실시되는 것이 바람직하다.

[0078] 이상으로 설명한 바와 같이, 묘화 장치 (1) 는, 스테이지 (21) 와, 묘화 헤드 (31) 와, 스테이지 이동 기구 (22) 와, 압력 센서 (41) 와, 헤드 제어부 (63) 를 구비한다. 스테이지 (21) 는, 기관 (9) 을 유지한다. 묘화 헤드 (31) 는, 기관 (9) 에 변조된 광을 조사한다. 스테이지 이동 기구 (22) 는, 기관 (9) 의 상면 (91) 에 평행한 방향으로, 스테이지 (21) 를 묘화 헤드 (31) 에 대해 상대적으로 이동시킨다. 압력 센서 (41) 는, 묘화 헤드 (31) 주위의 압력을 측정한다. 헤드 제어부 (63) 는, 묘화 헤드 (31) 를 제어한다. 묘화 헤드 (31) 는, 광원 (32) 과, 광변조 디바이스 (341) 와, 투영 광학계 (35) 를 구비한다. 광변조 디바이스 (341) 에는, 광원 (32) 으로부터의 광이 유도된다. 투영 광학계 (35) 는, 광변조 디바이스 (341) 에서 변조된 광을 스테이지 (21) 로 유도한다. 투영 광학계 (35) 는, 대물 렌즈군 (352) 과, 초점 렌즈군 (351) 과, 초점 조절 기구 (353) 를 구비한다. 초점 조절 기구 (353) 는, 초점 렌즈군 (351) 의 광축 상에 있어서의 위치를 변경함으로써, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치를 조절한다. 헤드 제어부 (63) 는, 압력 센서 (41) 로부터의 출력에 기초하여, 초점 조절 기구 (353) 를 제어한다.

[0079] 이로써, 묘화 헤드 (31) 주위의 압력 변동에서 기인하는 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치의 어긋남을 보정할 수 있다. 그 결과, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치를 기관 (9) 의 상면 (91) 에 양호한 정밀도로 맞출 수 있어, 기관 (9) 에 대한 고정밀도의 묘화를 실현할 수 있다. 또, 묘화 장치 (1) 에서는, 상기 서술한 스텝 S11 ~ S20 에 나타내는 오토포커스 기구의 조정 (이른바 포커스 캘리브레이션) 을 1 회 실시한 후에는, 포커스 캘리브레이션 대신에, 헤드 제어부 (63) 에 의한 연산 처리에 의해 초점 위치의 어긋남을 보정할 수 있기 때문에, 초점 위치의 어긋남의 보정에 필요로 하는 시간을 단축시킬 수 있다. 그 결과, 묘화 장치 (1) 의 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0080] 상기 서술한 바와 같이, 묘화 헤드 (31) 는, 투영 광학계 (35) 의 온도를 측정하는 제 1 온도 센서 (36) 를 추가로 구비하는 것이 바람직하다. 또, 헤드 제어부 (63) 에 의한 초점 조절 기구 (353) 의 제어는, 제 1 온도 센서 (36) 로부터의 출력에도 기초하여 실시되는 것이 바람직하다. 이로써, 투영 광학계 (35) 의 온도 변동에서 기인하는 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치의 어긋남을 보정할 수 있다. 그 결과, 기관 (9) 에 대한 묘화의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0081] 상기 서술한 바와 같이, 묘화 헤드 (31) 는, 스테이지 (21) 상의 기관 (9) 까지의 거리를 측정하는 거리 센서 (38) 를 추가로 구비하는 것이 바람직하다. 또, 스테이지 이동 기구 (22) 에 의해 스테이지 (21) 를 상대 이동시켜 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 영역을 기관 (9) 상에서 주사함으로써 기관 (9) 에 대한 묘화가 실시되고 있는 동안에, 거리 센서 (38) 에 의한 기관 (9) 까지의 거리의 측정이 계속적으로 실시되고, 헤드 제어부 (63) 에 의한 초점 조절 기구 (353) 의 제어는, 거리 센서 (38) 로부터의 출력에도 기초하여 실시되는 것이 바람직하다. 또한, 기관 (9) 에 대한 묘화가 실시되고 있는 동안에, 헤드 제어부 (63) 에 의한 초점 조절 기구 (353) 의 제어에 의해, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치는, 기관 (9) 의 상면 (91) 에 맞춰지는 것이 바람직하다. 이와 같이, 기관 (9) 에 대한 묘화시에 오토포커스가 실시됨으로써, 휘어짐 등의 변형이 발생한 기관 (9) 에 대해서도, 고정밀도의 묘화를 실현할 수 있다.

[0082] 더욱 바람직하게는, 묘화 헤드 (31) 는, 거리 센서 (38) 의 온도를 측정하는 제 2 온도 센서 (37) 를 추가로 구

비하여, 헤드 제어부 (63) 에 의한 초점 조절 기구 (353) 의 제어는, 제 2 온도 센서 (37) 로부터의 출력에도 기초하여 실시된다. 이로써, 거리 센서 (38) 의 온도 변동에서 기인하는 수광부 (382) 에 있어서의 수광 위치의 어긋남 (즉, 거리 센서 (38) 에 의해 취득되는 측정 조사 거리의 어긋남) 을 보정할 수 있다. 그 결과, 기관 (9) 에 대한 묘화의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0083] 상기 서술한 바와 같이, 묘화 장치 (1) 에서는, 스테이지 이동 기구 (22) 에 의해 스테이지 (21) 를 상대 이동시켜 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 영역을 기관 (9) 상에서 소정의 주사 방향으로 1 회만 주사함으로써, 기관 (9) 에 대한 묘화가 완료되는 것이 바람직하다. 이와 같은 싱글 패스 방식의 묘화를 실현하기 위해서는, 투영 광학계 (35) 가 비교적 대형의 렌즈를 구비할 필요가 있다. 대형 렌즈에서는, 일반적으로 초점 심도가 알아지기 때문에, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치는 기관 (9) 의 상면 (91) 으로부터 어긋나기 쉬워진다. 상기 서술한 바와 같이, 묘화 장치 (1) 에서는, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치를 기관 (9) 의 상면 (91) 에 양호한 정밀도로 맞출 수 있기 때문에, 묘화 장치 (1) 의 구조는, 싱글 패스 방식의 묘화가 실시되는 묘화 장치에 특히 적합하다.

[0084] 상기 서술한 바와 같이, 바람직하게는, 기관 (9) 에 묘화되는 패턴은 회로 패턴이며, 당해 회로 패턴의 L/S 의 라인은 7 μm ~ 9 μm 이고, 스페이스는 11 μm ~ 13 μm 이다. 이와 같은 고정세의 묘화를 실현하기 위해서는, 투영 광학계 (35) 가 비교적 대형의 렌즈를 구비할 필요가 있다. 대형 렌즈에서는, 일반적으로 초점 심도가 알아지기 때문에, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치는 기관 (9) 의 상면 (91) 으로부터 어긋나기 쉬워진다. 상기 서술한 바와 같이, 묘화 장치 (1) 에서는, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치를 기관 (9) 의 상면 (91) 에 양호한 정밀도로 맞출 수 있기 때문에, 묘화 장치 (1) 의 구조는, 고정세의 묘화가 실시되는 묘화 장치에 특히 적합하다.

[0085] 상기 서술한 바와 같이, 초점 렌즈군 (351) 은, 초점 조절 기구 (353) 에 의해 대물 렌즈군 (352) 으로부터 독립적으로 이동시키는 것이 바람직하다. 이로써, 초점 조절 기구 (353) 를 소형화할 수 있다. 초점 렌즈군 (351) 을 대물 렌즈군 (352) 으로부터 독립적으로 이동시키는 구조는, 초점 렌즈군 (351) 이 비교적 대형의 렌즈를 갖는 묘화 장치에 특히 적합하다.

[0086] 또, 초점 조절 기구 (353) 에 의한 초점 렌즈군 (351) 의 이동 방향은, 수평 방향인 것이 더욱 바람직하다. 이로써, 초점 렌즈군 (351) 이 대형화되어 중량이 큰 경우라 하더라도, 당해 이동 방향이 상하 방향인 경우에 비해, 초점 조절 기구 (353) 에 의한 초점 렌즈군 (351) 의 이동을 용이하게 할 수 있다.

[0087] 묘화 장치 (1) 에 의해 기관 (9) 에 광을 조사하여 패턴의 묘화를 실시하는 묘화 방법은, 묘화 헤드 (31) 주위의 압력을 측정하는 공정 (스텝 S31) 과, 스텝 S31 에서 측정된 압력에 기초하여, 초점 렌즈군 (351) 의 광축 상에 있어서의 위치를 변경함으로써, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치를 조절하는 공정 (스텝 S33) 을 구비한다. 이로써, 상기 서술한 바와 같이, 묘화 헤드 (31) 주위의 압력 변동에서 기인하는 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치의 어긋남을 보정할 수 있다. 그 결과, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치를 기관 (9) 의 상면 (91) 에 양호한 정밀도로 맞출 수 있어, 기관 (9) 에 대한 고정밀도의 묘화를 실현할 수 있다.

[0088] 묘화 장치 (1) 에서는, 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 위치와, 설계상의 당해 조사 위치의 수평 방향에 있어서의 어긋남을 조정하는 처리 (이른바 헤드 캘리브레이션) 에 있어서도, 상기 서술한 압력 및 온도에 기초하는 보정이 실시되는 것이 바람직하다. 당해 헤드 캘리브레이션은, 예를 들어, 묘화 장치 (1) 의 메인턴스 시에 실시된다. 헤드 캘리브레이션이 실시될 때에는, 조정 대상인 묘화 헤드 (31) 는 지그 (52) 의 상방으로 이동되고, 촬상부 (51) 는, 당해 묘화 헤드 (31) 의 하방에 위치한다.

[0089] 도 9 는, 헤드 캘리브레이션의 흐름의 일례를 나타내는 도면이다. 먼저, 압력 센서 (41) 에 의한 압력 (즉, 기압) 의 측정이 실시되고, 압력 센서 (41) 에 의해 취득된 측정 압력이, 제어부 (6) 의 헤드 제어부 (63) 로 보내진다 (스텝 S41). 또, 제 1 온도 센서 (36) 에 의한 온도 측정이 실시되고, 제 1 온도 센서 (36) 에 의해 취득된 투영 광학계 (35) 의 측정 온도가, 헤드 제어부 (63) 로 보내진다 (스텝 S42). 또한, 스텝 S41, S42 의 실행 순서는 적절히 변경되면 된다. 또, 스텝 S41 및 스텝 S42 는, 병행하여 실행되어도 된다.

[0090] 헤드 제어부 (63) 에서는, 스텝 S41, S42 에 있어서 취득된 측정 압력 및 투영 광학계 (35) 의 측정 온도에 기초하여, 초점 렌즈군 (351) 의 기준 위치의 보정이 실시된다 (스텝 S43). 그리고, 초점 조절 기구 (353) 에 의해, 보정 기준 위치로 초점 렌즈군 (351) 이 이동된다 (스텝 S44). 스텝 S43 에서는, 상기 서술한 스텝 S33 과 마찬가지로, 수학적 1 에 나타내는 보정 거리 dF (nm) 만큼, 초점 렌즈군 (351) 이 기준 위치로부터 이동된다. 이로써, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치가, 지그 (52) 의 상면에 맞춰진다.

- [0091] 초점 렌즈군 (351) 이 보정 기준 위치에 위치하면, 묘화 헤드 (31) 로부터 지그 (52) 로 광이 조사되어, 소정의 캘리브레이션 패턴 (도시 생략) 이, 지그 (52) 에 조사된다. 그리고, 촬상부 (51) 에 의해, 지그 (52) 상에 있어서의 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 영역이, 지그 (52) 상에 미리 형성되어 있는 상기 표식과 함께 촬상된다 (스텝 S45). 표식에는, 예를 들어, 거리 센서 (38) 에 고정되어 있는 광원으로부터 조명광이 조사된다.
- [0092] 촬상부 (51) 에 의해 취득된 화상은, 제어부 (6) 의 화상 처리부 (62) 로 보내진다. 화상 처리부 (62) 는, 촬상부 (51) 에 의해 취득된 화상에 기초하여, 실제의 묘화 헤드 (31) 의 조사 위치와, 설계상의 묘화 헤드 (31) 의 조사 위치 (이하, 「설계 조사 위치」라고 부른다.) 의 수평 방향의 어긋남을 취득한다. 바꾸어 말하면, 화상 처리부 (62) 는, 스텝 S45 에서 취득된 화상에 기초하여, 묘화 헤드 (31) 의 조사 위치의 설계 조사 위치로부터의 수평 방향에 있어서의 어긋남을 취득한다 (스텝 S46).
- [0093] 그 후, 당해 어긋남에 기초하여, 묘화 헤드 (31) 의 조사 위치가 설계 조사 위치와 일치하도록, 묘화 헤드 (31) 가 헤드 이동 기구 (도시 생략) 에 의해 수평 방향으로 이동된다 (스텝 S47). 묘화 장치 (1) 에서는, 복수의 묘화 헤드 (31) 의 각각에 대하여, 상기 서술한 스텝 S41 ~ S47 이 실시됨으로써, 복수의 묘화 헤드 (31) 의 수평 방향에 있어서의 위치 조절 (즉, 헤드 캘리브레이션) 이 종료된다.
- [0094] 이상으로 설명한 바와 같이, 묘화 장치 (1) 는, 지그 (52) 와, 촬상부 (51) 와, 화상 처리부 (62) 를 추가로 구비하는 것이 바람직하다. 지그 (52) 는, 스테이지 (21) 에 고정된다. 촬상부 (51) 는, 지그 (52) 상에 있어서의 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 영역을, 지그 (52) 상에 미리 형성되어 있는 표식과 함께 촬상한다. 화상 처리부 (62) 는, 촬상부 (51) 에 의해 취득된 화상에 기초하여, 묘화 헤드 (31) 의 조사 위치의 설계 조사 위치로부터의 어긋남을 취득한다. 묘화 장치 (1) 에서는, 촬상부 (51) 에 의한 지그 (52) 의 촬상이 실시될 때, 헤드 제어부 (63) 에 의한 초점 조절 기구 (353) 의 제어에 의해, 묘화 헤드 (31) 의 초점 위치가 지그 (52) 에 맞춰지는 것이 바람직하다. 이로써, 묘화 헤드 (31) 의 조사 위치의 설계 조사 위치로부터의 어긋남을 고정밀도로 취득할 수 있기 때문에, 고정밀도의 헤드 캘리브레이션을 실현할 수 있다. 그 결과, 기관 (9) 에 대한 묘화의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0095] 상기 서술한 묘화 장치 (1) 및 묘화 방법에서는, 여러 가지 변경이 가능하다.
- [0096] 제 1 온도 센서 (36) 는, 도 4 에 예시하는 위치에 첨부될 필요는 없으며, 예를 들어, 대물 렌즈군 (352) 의 다른 부위, 또는 초점 렌즈군 (351) 에 첨부되어도 된다. 제 2 온도 센서 (37) 도 마찬가지로, 도 4 에 예시하는 위치에 첨부될 필요는 없으며, 예를 들어, 발광부 (381) 또는 수광부 (382) 에 첨부되어도 된다. 제 1 온도 센서 (36) 및 제 2 온도 센서 (37) 는, 열전쌍 이외의 센서여도 된다. 압력 센서 (41) 의 위치 및 종류에 대해서도 적절히 변경되면 된다.
- [0097] 묘화 헤드 (31) 에서는, DMD 대신에, 예를 들어 GLV (그레이팅·라이트·밸브) (등록 상표) 등의 다른 장치가, 광변조 디바이스 (341) 로서 형성되어도 된다.
- [0098] 또, 묘화 헤드 (31) 에서는, 초점 렌즈군 (351) 은, 반드시 대물 렌즈군 (352) 으로부터 독립적으로 이동시킬 필요는 없으며, 초점 조절 기구 (353) 에 의해 대물 렌즈군 (352) 과 함께 이동되어도 된다.
- [0099] 상기 서술한 오토포커스 기구의 조정에서는, 스텝 S14 에 있어서, 촬상부 (51) 에 의해 취득된 화상으로부터 콘트라스트 평가값 이외의 파라미터가 구해지고, 당해 파라미터를 이용하여, 스텝 S16 에 있어서의 피크 검출 처리가 실시되어도 된다. 또, 스텝 S11 ~ S13 에 있어서의 기준 압력, 기준 온도 및 기준 수광 위치의 취득은, 스텝 S18 에 있어서 초점 렌즈군 (351) 의 기준 위치가 취득된 후에 실시되어도 된다.
- [0100] 스텝 S33 에 있어서의 초점 렌즈군 (351) 의 기준 위치의 보정은, 수학식 1 이외의 수식을 이용하여 실시되어도 된다. 혹은, 묘화 헤드 (31) 주위의 압력 및 투영 광학계 (35) 의 온도와, 초점 렌즈군 (351) 의 위치의 관계를 나타내는 테이블이 미리 기억부 (61) 에 격납되어 있어, 당해 테이블을 이용하여 초점 렌즈군 (351) 의 기준 위치의 보정이 실시되어도 된다. 초점 렌즈군 (351) 의 기준 위치의 보정에서는, 투영 광학계 (35) 의 온도는 반드시 이용될 필요는 없으며, 예를 들어, 묘화 헤드 (31) 주위의 압력에만 기초하여 당해 보정이 실시되어도 된다. 스텝 S43 에 있어서의 초점 렌즈군 (351) 의 기준 위치의 보정에 대해서도 마찬가지로이다.
- [0101] 스텝 S35 에 있어서의 기준 수광 위치의 보정은, 수학식 2 이외의 수식을 이용하여 실시되어도 된다. 혹은 거리 센서 (38) 의 온도와 기준 수광 위치의 관계를 나타내는 테이블이 미리 기억부 (61) 에 격납되어 있어, 당해 테이블을 이용하여 기준 수광 위치의 보정이 실시되어도 된다. 또한, 거리 센서 (38) 의 기준 수광 위치

의 보정은 생략되어도 된다.

- [0102] 묘화 장치 (1) 에 있어서의 기관 (9) 에 대한 묘화는, 반드시 싱글 패스 방식으로 실시될 필요는 없으며, 이른바 멀티 패스 방식으로 실시되어도 된다. 이 경우, 먼저, 스테이지 이동 기구 (22) 에 의해 기관 (9) 이 Y 방향으로 이동되어, 복수의 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 영역이, 기관 (9) 의 상면 (91) 상에서 Y 방향으로 주사된다. 계속해서, 스테이지 이동 기구 (22) 에 의해, 기관 (9) 이 X 방향으로 소정 거리 (예를 들어, 1 개의 묘화 헤드 (31) 에 의한 묘화폭과 거의 동등한 거리) 만큼 이동된다. 다음으로, 기관 (9) 이 다시 Y 방향으로 이동되어, 복수의 묘화 헤드 (31) 로부터의 광의 조사 영역이, 기관 (9) 의 상면 (91) 상에서 Y 방향으로 주사된다. 그리고, 기관 (9) 의 Y 방향 (즉, 주사 방향) 으로의 이동에 의한 광의 주사, 및 기관 (9) 의 X 방향 (즉, 폭 방향) 으로의 스텝 이동이 반복됨으로써, 기관 (9) 에 대한 회로 패턴의 묘화가 실시된다.
- [0103] 스테이지 이동 기구 (22) 는, 반드시 스테이지 (21) 를 이동시킬 필요는 없으며, 예를 들어, 고정된 스테이지 (21) 의 상방에 있어서, 복수의 묘화 헤드 (31) 를, 기관 (9) 의 상면 (91) 에 평행한 방향으로 이동시켜도 된다.
- [0104] 묘화부 (3) 에 형성되는 묘화 헤드 (31) 의 수는, 적절히 변경되면 된다. 묘화 헤드 (31) 의 수는, 1 개여도 되고, 2 개 이상이어도 된다.
- [0105] 묘화 장치 (1) 에서는, 기관 (9) 에 묘화되는 회로 패턴의 L/S 는 적절히 변경되면 된다. 또, 회로 패턴 이외의 패턴이 기관 (9) 에 묘화되어도 된다.
- [0106] 묘화 장치 (1) 에 있어서 묘화가 실시되는 기관 (9) 은, 반드시 프린트 배선 기관에는 한정되지 않는다. 묘화 장치 (1) 에서는, 예를 들어, 반도체 기관, 액정 표시 장치나 플라즈마 표시 장치 등의 플랫폼 패널 표시 장치용의 유리 기관, 포토마스크용의 유리 기관, 태양 전지 패널용의 기관 등에 대한 회로 패턴의 묘화가 실시되어도 된다.
- [0107] 상기 실시형태 및 각 변형예에 있어서의 구성은, 서로 모순되지 않는 한 적절히 조합되면 된다.
- [0108] 발명을 상세하게 묘사하여 설명하였지만, 이미 서술한 설명은 예시적인 것으로서 한정적인 것은 아니다. 따라서, 본 발명의 범위를 일탈하지 않는 한 다수의 변형이나 양태가 가능하다고 할 수 있다.

부호의 설명

- [0109] 1 : 묘화 장치
- 9 : 기관
- 21 : 스테이지
- 22 : 스테이지 이동 기구
- 31 : 묘화 헤드
- 32 : 광원
- 35 : 투영 광학계
- 36 : 제 1 온도 센서
- 37 : 제 2 온도 센서
- 38 : 거리 센서
- 41 : 압력 센서
- 51 : 촬상부
- 52 : 지그
- 62 : 화상 처리부
- 63 : 헤드 제어부

91 : (기판의) 상면

341 : 광변조 디바이스

351 : 초점 렌즈군

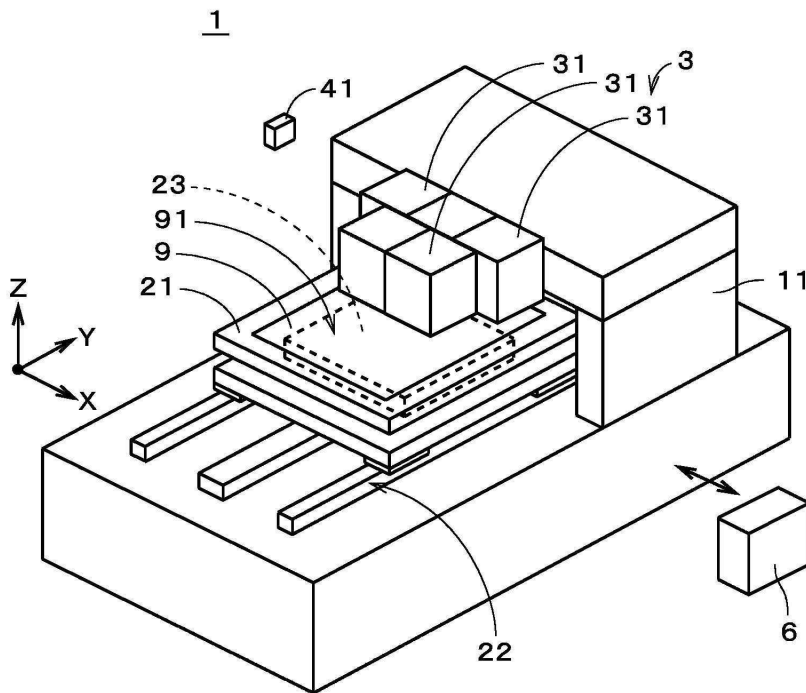
352 : 대물 렌즈군

353 : 초점 조절 기구

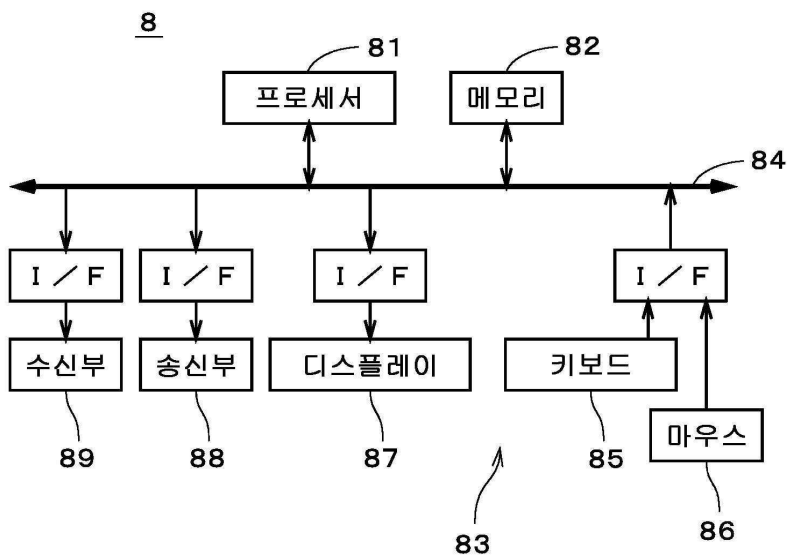
S11 ~ S20, S31 ~ S36, S41 ~ S47 : 스텝

도면

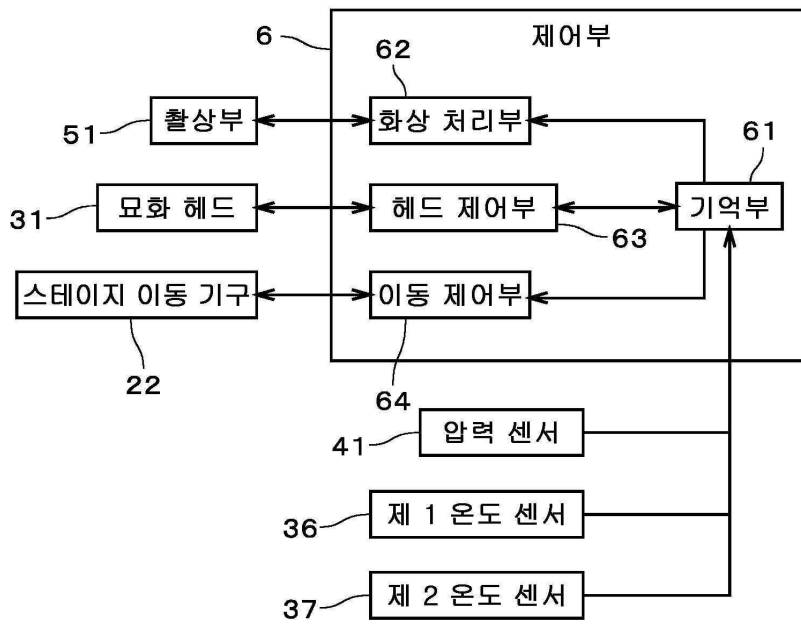
도면1



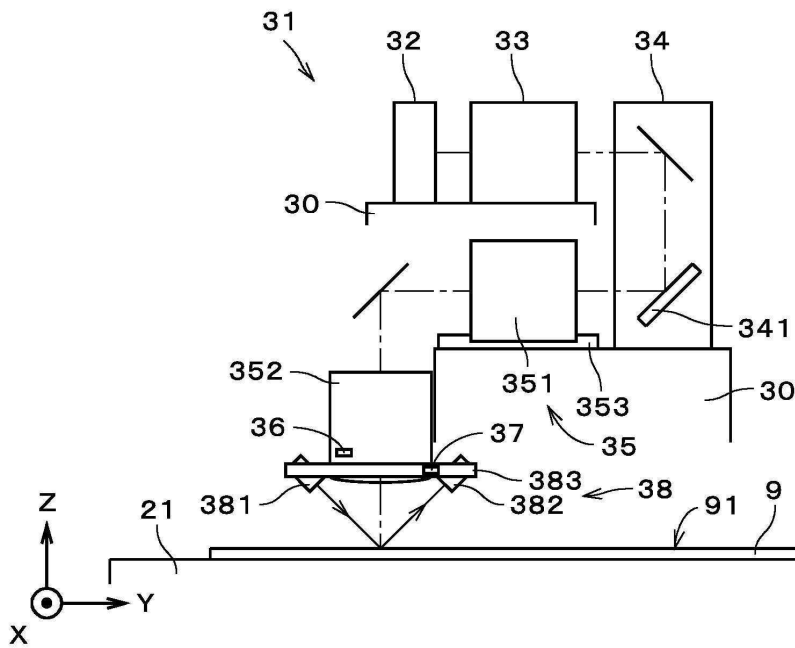
도면2



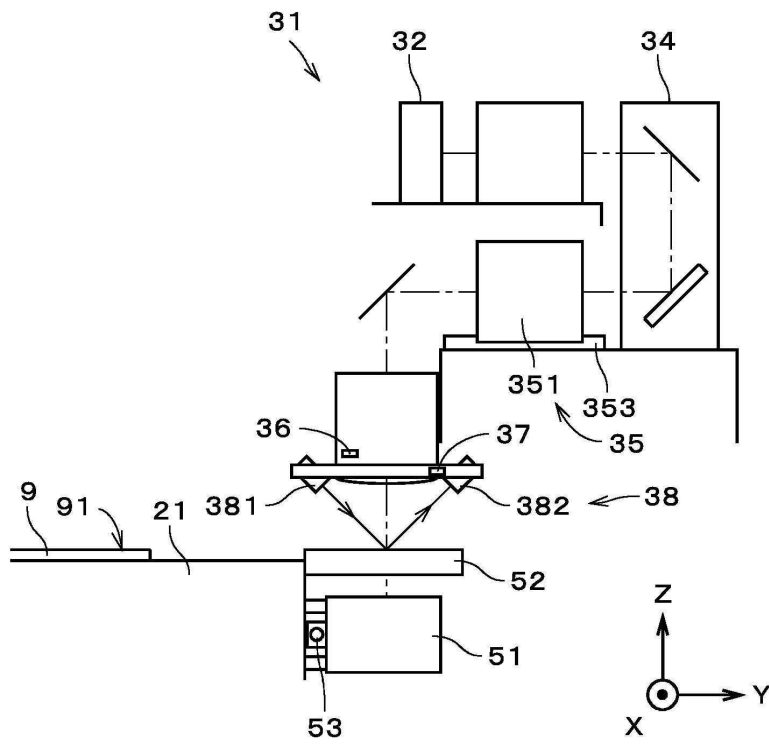
도면3



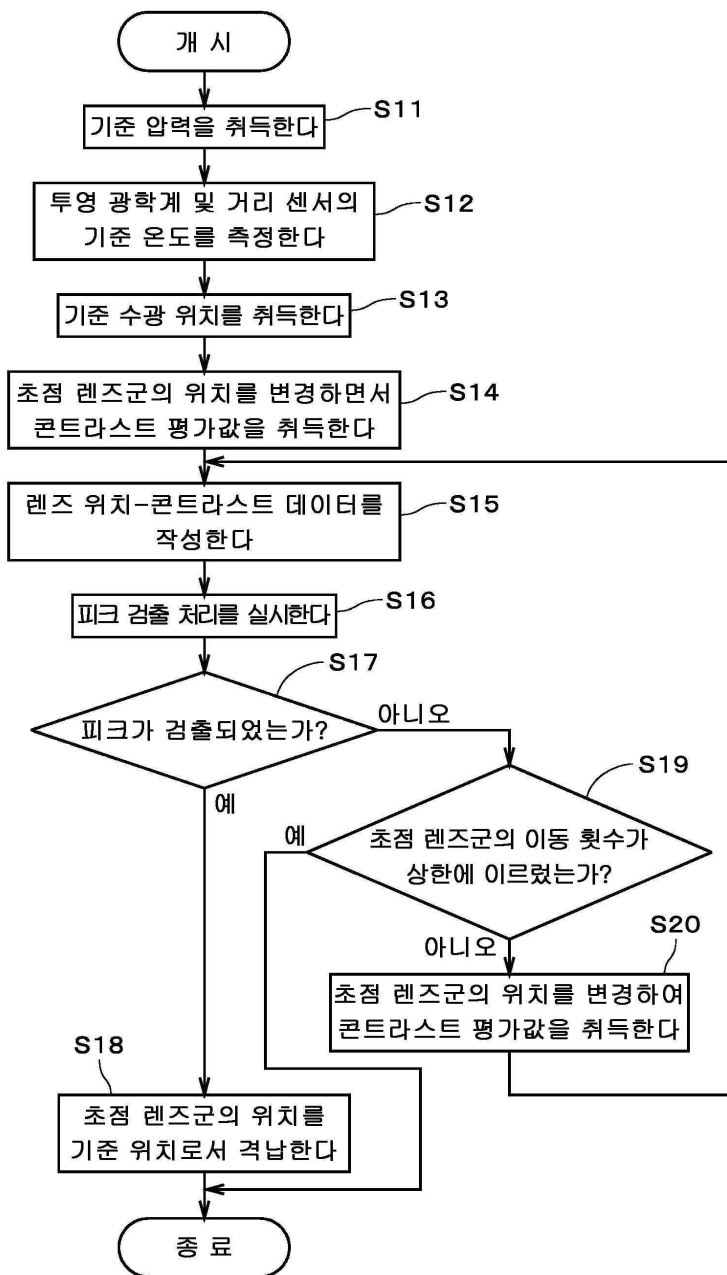
도면4



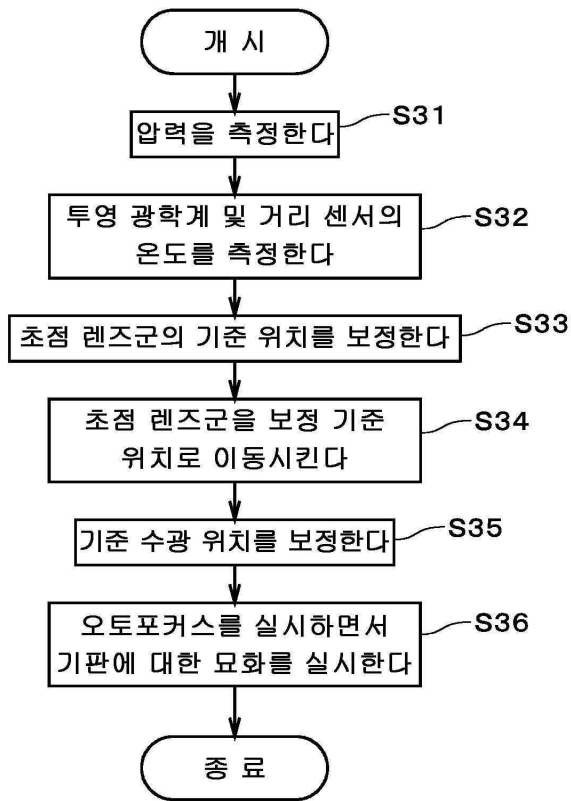
도면5



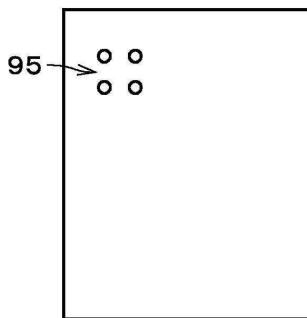
도면6



도면7



도면8



도면9

