



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월28일
(11) 등록번호 10-1923356
(24) 등록일자 2018년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G01B 9/02 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01) H01L 21/68 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/70775 (2013.01)
G01B 9/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7007270(분할)
(22) 출원일자(국제) 2008년07월16일
심사청구일자 2018년03월13일
(85) 번역문제출일자 2018년03월13일
(65) 공개번호 10-2018-0030261
(43) 공개일자 2018년03월21일
(62) 원출원 특허 10-2017-7003435
원출원일자(국제) 2008년07월16일
심사청구일자 2017년02월07일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2008/062802
(87) 국제공개번호 WO 2009/011356
국제공개일자 2009년01월22일
(30) 우선권주장
JP-P-2007-187649 2007년07월18일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070030696 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
가부시키가이샤 니콘
일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고
(72) 발명자
아라이 다이
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3쵸메 2방 3고
가부시키가이샤 니콘 지테크자이산혼부 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 26 항

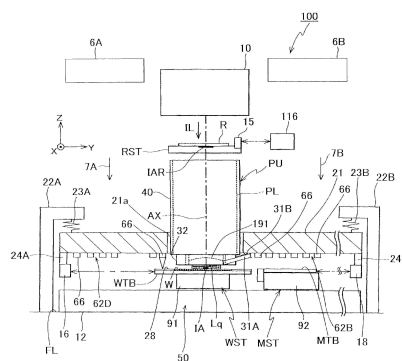
심사관 : 곽중환

(54) 발명의 명칭 계측 방법, 스테이지 장치, 및 노광 장치

(57) 요약

주위 기체의 굴절률 변동의 영향을 저감시켜, 스테이지의 위치 결정 정밀도 등을 향상시킬 수 있는 노광 장치이다. 투영 광학계(PL)를 개재하여 웨이퍼 스테이지(WST)상의 웨이퍼(W)에 노광용 조명광을 조사하고, 웨이퍼(W)에 소정 패턴을 형성하는 노광 장치로서, 웨이퍼 스테이지(WST)에 형성된 스케일과, 이 스케일의 위치 정보를 검출하는 복수의 X 헤드(66)와, 복수의 X 헤드(66)를 일체적으로 지지하고, 선 팽창률이 웨이퍼 스테이지(WST)의 본체부보다 작은 계측 프레임(21)과, 복수의 X 헤드(66)의 검출 결과로부터 웨이퍼 스테이지(WST)의 변위 정보를 구하는 제어 장치를 구비한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G03F 7/20 (2013.01)
G03F 7/7015 (2013.01)
G03F 7/70341 (2013.01)
G03F 7/70716 (2013.01)
G03F 7/70858 (2013.01)
H01L 21/0274 (2013.01)
H01L 21/68 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060045679 A
JP평성07270122 A
JP04265805 A
JP05129184 A
JP07270122 A

명세서

청구범위

청구항 1

투영 광학계를 통하여 조명광에 의해 기관을 노광하는 노광 장치로서,

상기 투영 광학계를 지지하는 프레임 부재와,

상기 투영 광학계로부터 떨어져 상기 프레임 부재에 형성되고, 상기 투영 광학계의 광축과 직교하는 소정 면 내의 제 1 방향에 관해서 서로 위치가 상이한 복수의 검출 영역에서 각각 상기 기관의 마크를 검출 가능한 검출계와,

상기 투영 광학계의 하방에 배치되고, 상기 기관을 유지하는 스테이지와,

상기 스테이지를 구동시키는 구동계와,

상기 스테이지에 형성되는 복수의 헤드를 갖고, 상기 스테이지의 상방에서 상기 프레임 부재에 형성되는 복수의 격자 부재의 반사형 격자에 대해 그 하방으로부터 계측빔을 조사하여, 상기 스테이지의 위치 정보를 계측하는 계측 시스템과,

상기 계측 시스템의 계측 정보에 기초하여 상기 구동계를 제어하는 제어 장치를 구비하고,

상기 복수의 격자 부재는, 상기 투영 광학계의 복수의 광학 소자 중 가장 이미지면측에 배치되는 렌즈를 둘러싸고, 또한 상기 소정 면과 거의 평행하게 배치되고, 상기 격자 부재가 그 표면을 따른 방향으로 변위 가능해지도록 상기 프레임 부재에 매달아 지지되고,

상기 기관의 노광 동작 및 상기 검출계에 의한 상기 마크의 검출 동작에서 각각, 상기 계측 시스템에 의해 상기 스테이지의 위치 정보가 계측되고,

상기 제어 장치는, 상기 노광 동작에 있어서, 상기 검출계의 검출 정보에 기초하여 상기 기관의 얼라이먼트가 실시되도록 상기 구동계를 제어하고, 상기 검출 동작에 있어서, 상기 소정 면 내에서 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향에 관해서 서로 위치가 상이한 상기 기관의 복수의 마크를 상기 복수의 검출 영역의 적어도 일부에서 검출하기 위해서, 상기 복수의 검출 영역에 대해 상기 기관이 상기 제 2 방향으로 상대 이동되도록 상기 구동계를 제어하는 노광 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 검출 동작에 있어서, 상기 제 2 방향에 관해서 서로 상이한 위치에서, 상기 마크의 검출에 사용되는 상기 검출 영역의 수와, 상기 검출계에 의해 검출되는 상기 마크의 수의 적어도 일방이 상이한 노광 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 검출계는, 적어도 상기 제 1 방향에 관해서 상기 복수의 검출 영역의 간격 또는 상대 위치가 가변인 노광 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 검출계는, 상기 제 2 방향에 관해서 상기 복수의 검출 영역의 간격 또는 상대 위치가 가변인 노광 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 검출계는, 상기 복수의 검출 영역의 일부가 이동 가능하고, 상기 복수의 검출 영역의 간격 또는 상대 위치가 변경되도록 상기 복수의 검출 영역 중 나머지의 검출 영역에 대해 상기 일부의 검출 영역이 상대 이동되는 노광 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 검출계는, 상기 복수의 검출 영역에 각각 검출광을 조사하는 복수의 광학계와, 상기 복수의 검출 영역의 간격 또는 상대 위치가 변경되도록 상기 복수의 광학계의 일부를 이동하는 구동부를 갖는 노광 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 검출계는, 상기 구동부에 의해 이동되는 상기 광학계의 위치 정보를 측정하는 센서를 갖는 노광 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 격자 부재는, 상기 반사형 격자를 덮는 보호 부재를 갖는 노광 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스테이지는 그 상면의 오목부 내에서 상기 기관을 유지하고,

상기 복수의 헤드는 각각, 상기 상면보다 외측에 위치하도록 상기 스테이지에 형성되는 노광 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 투영 광학계의 복수의 광학 소자 중 가장 이미지면측에 배치되는 렌즈를 둘러싸도록 형성되고, 상기 렌즈와 상기 기관의 일부 사이에 액체로 액침 영역을 형성하는 노즐 부재를 추가로 구비하고,

상기 격자 부재는, 상기 노즐 부재에 대해 그 외측에 배치되고,

상기 기관은, 상기 투영 광학계와 상기 액침 영역의 액체를 통하여 상기 조명광에 의해 노광되는 노광 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 노즐 부재는 그 하면측에 상기 조명광이 통과하는 개구를 갖고,

상기 개구의 주위에 배치되는 회수구를 통하여 상기 액침 영역의 액체가 회수되는 노광 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 노즐 부재는, 상기 프레임 부재에 지지된 상기 복수의 격자 부재에 의해 형성되는 개구 내에 위치하도록 형성되는 노광 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 노즐 부재는, 상기 프레임 부재, 혹은 상기 프레임 부재와 상이한 프레임 부재에 형성되는 노광 장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 스테이지는 그 상면의 오목부 내에 형성되는 홀더를 갖고, 상기 기관의 표면이 상기 상면과 실질적으로 동일면이 되도록 상기 오목부 내에서 상기 기관을 유지하는 노광 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 스테이지는, 상기 오목부와 상이한 상기 상면의 개구 내에 배치되고, 상기 검출계에 의해 검출 가능한 기준이 형성되는 계측 부재를 갖는 노광 장치.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 복수의 헤드는 각각, 상기 상면보다 외측에 위치하도록 상기 스테이지에 형성되는 노광 장치.

청구항 17

투영 광학계를 통하여 조명광에 의해 기관을 노광하는 노광 방법으로서,

상기 투영 광학계로부터 떨어져 상기 투영 광학계를 지지하는 프레임 부재에 형성되고, 상기 투영 광학계의 광축과 직교하는 소정 면 내의 제 1 방향에 관해서 서로 위치가 상이한 복수의 검출 영역에서 각각 상기 기관의 마크를 검출 가능한 검출계의 하방에서, 상기 소정 면 내에서 상기 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향에 관해서 서로 위치가 상이한 상기 기관의 복수의 마크가 상기 복수의 검출 영역의 적어도 일부에서 검출되도록, 상기 복수의 검출 영역에 대해 상기 기관을 상기 제 2 방향으로 상대 이동하는 것과,

상기 투영 광학계의 하방에 배치되고, 상기 기관을 유지하는 스테이지에 형성되는 복수의 헤드를 갖고, 상기 스테이지의 상방에서 상기 프레임 부재에 형성되는 격자 부재의 반사형 격자에 대해 그 하방으로부터 계측빔을 조사하는 계측 시스템에 의해, 상기 스테이지의 위치 정보를 계측하는 것과,

상기 계측 시스템의 계측 정보에 기초하여 상기 스테이지를 이동하는 것을 포함하고,

상기 복수의 격자 부재는, 상기 투영 광학계의 복수의 광학 소자 중 가장 이미지면측에 배치되는 렌즈를 둘러싸고, 또한 상기 소정 면과 거의 평행하게 배치되고, 상기 격자 부재가 그 표면을 따른 방향으로 변위 가능해지도록 상기 프레임 부재에 매달아 지지되고,

상기 기관의 노광 동작 및 상기 검출계에 의한 상기 마크의 검출 동작에서 각각, 상기 계측 시스템에 의해 상기 스테이지의 위치 정보가 계측되고,

상기 노광 동작에 있어서, 상기 검출계의 검출 정보에 기초하여 상기 기관의 얼라이먼트가 실시되도록 상기 스테이지가 이동되는 노광 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 검출 동작에 있어서, 상기 제 2 방향에 관해서 서로 상이한 위치에서, 상기 마크의 검출에 사용되는 상기 검출 영역의 수와, 상기 검출계에 의해 검출되는 상기 마크의 수의 적어도 일방이 상이한 노광 방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 기관의 마크의 배치에 따라, 적어도 상기 제 1 방향에 관해서 상기 복수의 검출 영역의 간격 또는 상대 위치가 조정되는 노광 방법.

청구항 20

제 17 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기관은, 상기 스테이지의 상면의 오목부 내에서 유지되고,

상기 복수의 헤드는 각각, 상기 상면보다 외측에 위치하도록 상기 스테이지에 형성되는 노광 방법.

청구항 21

제 17 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 투영 광학계의 복수의 광학 소자 중 가장 이미지면측에 배치되는 렌즈를 둘러싸도록 형성되는 노즐 부재에 의해, 상기 렌즈와 상기 기관의 일부 사이에 액체로 액침 영역이 형성되고,

상기 격자 부재는, 상기 노즐 부재에 대해 그 외측에 배치되고,

상기 기관은, 상기 투영 광학계와 상기 액침 영역의 액체를 통하여 상기 조명광에 의해 노광되는 노광 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 노즐 부재의 하면측에서 상기 조명광이 통과하는 개구의 주위에 배치되는 회수구를 통하여 상기 액침 영역의 액체가 회수되는 노광 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 기관은 그 표면이 상기 스테이지의 상면과 실질적으로 동일면이 되도록, 상기 상면의 오목부 내에서 유지되는 노광 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 검출계에 의해, 상기 오목부와 상이한 상기 스테이지의 상면의 개구 내에 배치되는 계측 부재의 기준이 검출되는 노광 방법.

청구항 25

제 23 항에 있어서,

상기 복수의 헤드는 각각, 상기 상면보다 외측에 위치하도록 상기 스테이지에 형성되는 노광 방법.

청구항 26

디바이스 제조 방법으로서,

제 17 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 방법을 이용하여 기관을 노광하는 것과,

상기 노광된 기관을 현상하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 물체를 이동시키기 위한 스테이지 등의 가동(可動) 부재의 위치 정보를 계측하는 계측 기술 및 스테이지 기술, 이 스테이지 기술을 이용하여 물체의 노광을 실시하는 노광 기술, 그리고 이 노광 기술을 이용하여 반도체 소자 및 액정 표시 소자 등의 디바이스를 제조하는 디바이스 제조 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 소자 또는 액정 표시 소자 등의 디바이스(전자 디바이스, 마이크로 디바이스 등)를 제조하기 위한 리소그래피 공정에서는, 레티클(또는 포토마스크 등)에 형성된 회로 패턴을 투영 광학계를 개재하여 포토레지스트가 도포된 웨이퍼(또는 유리 플레이트 등)상에 투영 노광하기 위해서, 스테퍼 등의 정지 노광형(일괄 노광형) 투영 노광 장치, 및 스캐닝 스테퍼 등의 주사형 투영 노광 장치(주사형 노광 장치) 등의 노광 장치가 사용되고 있다. 이와 같은 노광 장치에 있어서는, 제조되는 회로 패턴의 위치 변형이나 중첩 오차를 저감시키기

위해서, 웨이퍼 등을 위치 결정 또는 이동시키는 스테이지의 위치 계측용으로서, 종래부터 주파수 안정화 레이저를 광원으로 한 레이저 간섭계가 사용되어 왔다.

- [0003] 레이저 간섭계에 있어서, 레이저 광이 전파하는 광로 상의 기체의 굴절률은, 그 기체의 온도, 압력, 습도 등에 의존하여 변동되고, 굴절률의 변동은 간섭계의 계측값의 변동(간섭계의 흔들림)을 일으킨다. 그래서, 노광 장치에서는, 종래부터 간섭계의 계측빔의 광로에 대해 온도 제어된 기체를 송풍하는 송풍계를 사용하여, 그 광로의 기체 온도를 안정화시킴으로써, 간섭계의 흔들림을 저감시켜 왔다. 최근에는, 레이저 간섭계의 계측빔의 광로의 기체 온도 안정성을 더욱 높이기 위해서, 그 계측빔의 광로의 적어도 일부를 통 형상의 커버 등으로 덮도록 한 노광 장치도 제안되어 있다(예를 들어, 특허 문헌 1, 특허 문헌 2 참조).

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보평5-2883313호
(특허문헌 0002) 일본공개특허공보평8-261718호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 상기 서술한 바와 같이, 레이저 간섭계를 사용하는 경우에는, 흔들림의 대책이 필요하다. 그러나, 특히 주사형 노광 장치의 웨이퍼 스테이지와 같이 계측 대상의 스테이지가 고속으로 종횡으로 이동하는 경우에는, 스테이지의 이동에 의해 기체의 흐름이 불규칙하게 변동하기 때문에, 어느 정도는 간섭계의 흔들림이 잔존한다는 문제가 있었다.
- [0006] 본 발명은, 이와 같은 사정을 감안하여, 주위 기체의 굴절률 변동의 영향을 저감시킬 수 있는 계측 기술 및 스테이지 기술, 이 스테이지 기술을 이용하여 스테이지의 위치 결정 정밀도 등을 향상시킬 수 있는 노광 기술, 그리고 이 노광 기술을 이용하는 디바이스 제조 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명에 의한 제 1 계측 방법은, 소정 부재에 대한 가동 부재의 변위 정보를 계측하는 계측 방법으로서, 그 소정 부재와 그 가동 부재 중 일방에 스케일을 형성하고, 타방에 그 스케일을 검출할 수 있는 복수의 검출기를 형성하는 공정과, 그 소정 부재에 형성된 그 스케일 또는 그 복수의 검출기를, 선 팽창률이 그 가동 부재보다 작은 지지 부재로 지지하는 공정과, 그 복수의 검출기의 검출 결과로부터 그 가동 부재의 변위 정보를 계측하는 공정을 갖는 것이다.
- [0008] 본 발명에 의한 제 2 계측 방법은, 가동 부재에 형성된 스케일을 복수의 검출기로 검출하여, 그 가동 부재의 변위 정보를 계측하는 계측 방법으로서, 그 복수의 검출기를 지지 부재로 일체적으로 지지하는 공정과, 그 복수의 검출기의 검출 결과로부터 그 가동 부재의 변위 정보를 계측하는 공정을 갖고, 그 지지 부재는 그 지지 부재보다 선 팽창률이 큰 베이스 부재에, 그 베이스 부재에 대하여 선단부가 그 스케일의 표면을 따른 방향으로 변위할 수 있는 복수의 플렉서 부재를 개재하여 연결되는 것이다.
- [0009] 또, 본 발명에 의한 스테이지 장치는, 스테이지를 소정 부재에 대하여 위치 결정할 수 있는 스테이지 장치로서, 그 스테이지와 그 소정 부재의 일방에 형성된 스케일과, 그 스테이지와 그 소정 부재의 타방에 형성되고, 그 스케일의 위치에 관한 정보를 검출하는 복수의 검출기와, 그 소정 부재에 형성된 그 스케일 또는 그 복수의 검출기를 지지함과 함께, 선 팽창률이 그 스테이지보다 작은 지지 부재와, 그 복수의 검출기의 검출 결과로부터, 그 스테이지의 변위 정보를 구하는 제어 장치를 구비하는 것이다.
- [0010] 또, 본 발명에 의한 제 1 노광 장치는, 기관에 노광광을 조사하여 그 기관에 소정 패턴을 형성하는 노광 장치로서, 본 발명의 스테이지 장치를 갖고, 그 스테이지 장치에 의해 그 기관을 위치 결정하는 것이다.
- [0011] 본 발명에 의한 제 2 노광 장치는, 이동 가능한 스테이지에 유지된 기관에 노광광을 조사하여 그 기관에 소정 패턴을 형성하는 노광 장치로서, 그 스테이지에 형성된 스케일과, 그 스케일의 위치에 관한 정보를 검출하는 복

수의 검출기와, 그 복수의 검출기를 일체적으로 지지하는 지지 부재와, 그 지지 부재보다 선 팽창률이 큰 베이스 부재와, 그 지지 부재를 그 베이스 부재에, 그 스케일의 표면을 따른 방향으로 변위할 수 있는 상태에서 연결하는 연결 기구와, 그 복수의 검출기의 검출 결과로부터, 그 스테이지의 변위 정보를 구하는 제어 장치를 구비하고, 그 연결 기구는, 그 지지 부재와 그 베이스 부재를 연결함과 함께, 선단부가 그 스케일의 표면을 따른 방향으로 변위할 수 있는 복수의 플렉서 부재를 포함하는 것이다.

[0012] 또, 본 발명에 의한 디바이스 제조 방법은, 리소그래피 공정을 포함하는 디바이스 제조 방법에 있어서, 그 리소그래피 공정에서 본 발명의 노광 장치를 사용하는 것이다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 의하면, 가동 부재 (혹은 스테이지) 또는 소정 부재에 형성된 스케일을 검출기로 검출하는 방식이기 때문에, 레이저 간섭계와 같이 가동 부재의 이동 스트로크와 동일한 정도의 길이의 광로를 형성할 필요가 없어, 주위 기체의 굴절률 변동의 영향을 저감시킬 수 있다. 또, 가동 부재 또는 소정 부재의 스케일이 하나의 검출기의 검출 대상 영역으로부터 벗어나는 경우에는, 예를 들어 그 스케일을 검출할 수 있는 다른 검출기로 전환하여 계측이 속행된다. 이 때에, 지지 부재의 선 팽창률은 가동 부재 또는 베이스 부재보다 작기 때문에, 가령 주위의 온도가 변동되어도, 복수의 검출기 사이 또는 스케일 내의 위치 관계의 변동이 억제되어, 복수의 검출기를 전환할 때의 계측 오차를 작게 할 수 있다. 따라서, 노광 장치의 경우에는, 스테이지의 위치 결정 정밀도 등이 향상된다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1 은 제 1 실시형태에 관련된 노광 장치의 개략 구성을 도시하는 일부를 절취한 도면이다.
 도 2 는 도 1 의 스테이지 장치를 도시하는 평면도이다.
 도 3 은 도 1 의 계측 프레임 (21) 을 도시하는 단면도이다.
 도 4 는 도 1 의 얼라이먼트계 (AL_1 , $AL_{2_1} \sim AL_{2_4}$) 및 위치 계측용 인코더의 배치를 도시하는 도면이다.
 도 5(A) 는, 웨이퍼 스테이지를 도시하는 평면도, 도 5(B) 는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 도시하는 일부를 단면으로 한 측면도이다.
 도 6(A) 는, 계측 스테이지를 도시하는 평면도, 도 6(B) 는, 계측 스테이지를 도시하는 일부를 단면으로 한 측면도이다.
 도 7 은 제 1 실시형태에 관련된 노광 장치의 제어계의 주요한 구성을 도시하는 블록도이다.
 도 8(A) 및 도 8(B) 는, 어레이상으로 배치된 복수의 헤드를 각각 포함하는 복수의 인코더에 의한 웨이퍼 테이블의 XY 평면 내의 위치 계측 및 헤드 사이의 계측값의 인계에 대해서 설명하기 위한 도면이다.
 도 9(A) 는, 인코더의 구성의 일례를 도시하는 도면, 도 9(B) 는, 검출광으로서 격자 (RG) 의 주기 방향으로 길게 연장되는 단면 형상의 레이저 빔 (LB) 이 사용된 경우를 도시하는 도면이다.
 도 10(A) 는 퍼스트 얼라이먼트 쇼트 (AS) 의 계측을 실시하는 상태를 도시하는 도면, 도 10(B) 는 세컨드 얼라이먼트 쇼트 (AS) 의 계측을 실시하는 상태를 도시하는 도면, 도 10(C) 는, 웨이퍼의 얼라이먼트 쇼트 (AS) 의 배열의 일례를 도시하는 도면이다.
 도 11 은 제 1 실시형태의 계측 및 노광 동작의 일례를 도시하는 플로우 차트이다.
 도 12 는 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치의 개략 구성을 도시하는 일부를 절취한 도면이다.
 도 13 은 제 3 실시형태에 관련된 노광 장치의 개략 구성을 도시하는 일부를 절취한 도면이다.
 도 14 는 도 13 의 주요부의 확대 사시도이다.
 도 15 는 도 13 의 계측 프레임 (21M) 과 헤드 베이스 (26) 의 길이가 변한 경우의 동작의 설명도이다.
 도 16(A) 는 가는 막대 형상 부재를 도시하는 도면, 도 16(B) 는 슬롯부가 형성된 플렉서 부재를 도시하는 도면이다.
 도 17 은 도 13 의 변형예의 연결 방법을 도시하는 일부를 절취한 평면도이다.

도 18 은 마이크로 디바이스의 제조 공정의 일례를 도시하는 플로우 차트이다.

도 19 는 다른 실시형태에 관련된 노광 장치의 주요부를 도시하는 일부를 절취한 도면이다.

도 20 은 도 19 의 AA 선을 따른 저면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

[0016] [제 1 실시형태]

[0017] 이하, 본 발명의 바람직한 제 1 실시형태에 대해 도 1 ~ 도 11 을 참조하여 설명한다.

[0018] 도 1 에는, 본 실시 형태에 관련된 노광 장치 (100) 의 구성이 개략적으로 도시되어 있다. 이 노광 장치 (100) 는, 스텝·앤드·스캔 방식의 주사형 노광 장치, 즉 이른바 스캐너이다. 후술하는 바와 같이 본 실시 형태에서는, 투영 광학계 (PL) 가 형성되어 있고, 이하에 있어서는, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 과 평행하게 Z 축을 취하고, 이것에 직교하는 면내에서 레티클과 웨이퍼가 상대 주사되는 방향에 Y 축을, Z 축 및 Y 축과 직교하는 방향에 X 축을 취하고, X 축, Y 축, 및 Z 축 둘레의 회전 (경사) 방향을 각각 θ_x , θ_y , 및 θ_z 방향으로 하여 설명한다.

[0019] 노광 장치 (100) 는, 조명계 (10), 그 조명계 (10) 로부터의 노광용 조명광 (노광광 ; IL) 에 의해 조명되는 레티클 (R) 을 유지하는 레티클 스테이지 (RST), 레티클 (R) 로부터 사출된 조명광 (IL) 을 웨이퍼 (W) 상에 투사하는 투영 광학계 (PL) 를 포함하는 투영 유닛 (PU), 웨이퍼 스테이지 (WST) 및 계측 스테이지 (MST) 를 갖는 스테이지 장치 (50), 및 이들의 제어계 등을 구비하고 있다. 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에는, 웨이퍼 (W) 가 탑재되어 있다.

[0020] 조명계 (10) 는, 예를 들어 일본 공개특허공보 2001-313250호 (대응하는 미국 특허 출원 공개 제2003/0025890호 명세서) 등에 개시되는 바와 같이, 광원과 옵티컬 인터그레이터 (플라이 아이 렌즈, 로드 인터그레이터 (내면 반사형 인터그레이터), 회절 광학 소자 등) 등을 포함하는 조도 균일화 광학계, 레티클 블라인드 등 (모두 도시 생략) 을 갖는 조명 광학계를 포함하고 있다. 조명계 (10) 는, 레티클 블라인드로 규정된 레티클 (R) 상의 슬릿 형상의 조명 영역 (IAR) 을 조명광 (IL) 에 의해 거의 균일한 조도로 조명한다. 조명광 (IL) 으로는, 일례로서 ArF 엑시머 레이저 광 (파장 193 nm) 이 사용되고 있다. 또한, 조명광으로는, KrF 엑시머 레이저 광 (파장 248 nm), F₂ 레이저 광 (파장 157 nm), YAG 레이저의 고조파, 고체 레이저 (반도체 레이저 등) 의 고조파, 또는 수은 램프의 휘선 (i 선 등) 등도 사용할 수 있다.

[0021] 상기 레티클 스테이지 (RST) 상에는, 회로 패턴 등이 그 패턴면 (하면) 에 형성된 레티클 (R) 이, 예를 들어 진공 흡착에 의해 고정되어 있다. 레티클 스테이지 (RST) 는, 예를 들어 리니어 모터 등을 포함하는 도 7 의 레티클 스테이지 구동계 (11) 에 의해, XY 평면 내에서 미소 구동시킬 수 있음과 함께, 주사 방향 (Y 방향) 으로 지정된 주사 속도로 구동시킬 수 있게 되어 있다.

[0022] 도 1 의 레티클 스테이지 (RST) 의 이동면 내의 위치 정보 (θ_z 방향의 회전 정보를 포함한다) 는, 레이저 간섭계로 이루어지는 레티클 간섭계 (116) 에 의해, 이동경 (15, 스테이지의 단면 (端面) 을 경면 가공한 반사면이어도 된다) 을 개재하여 예를 들어 0.5 ~ 0.1 nm 정도의 분해능으로 상시 검출된다. 레티클 간섭계 (116) 의 계측값은, 도 7 의 주제어 장치 (20) 에 보내진다. 주제어 장치 (20) 는, 레티클 간섭계 (116) 의 계측값에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 적어도 X 방향, Y 방향, 및 θ_z 방향의 위치를 산출함과 함께, 이 산출 결과에 기초하여 레티클 스테이지 구동계 (11) 를 제어함으로써, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 및 속도를 제어한다. 또한, 레티클 간섭계 (116) 는 Z 방향, 및 θ_x , θ_y 방향 중 적어도 하나에 관한 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 정보도 계측할 수 있게 해도 된다.

[0023] 도 1 에 있어서, 레티클 스테이지 (RST) 의 하방에 배치된 투영 유닛 (PU) 은, 경통 (40) 과, 그 경통 (40) 내에 소정의 위치 관계로 유지된 복수의 광학 소자를 갖는 투영 광학계 (PL) 를 포함한다. 투영 광학계 (PL) 로는, 예를 들어 광축 (AX) 을 따라 배열되는 복수의 렌즈 엘리먼트를 포함하는 굴절 광학계가 사용되고 있다. 투영 광학계 (PL) 는, 예를 들어 양측 텔레센트릭하게 소정의 투영 배율 (β , 예를 들어 1/4 배, 1/5 배, 또는 1/8 배 등의 축소 배율) 을 갖는다. 조명계 (10) 로부터의 조명광 (IL) 에 의해 조명 영역 (IAR) 이 조명되면, 레티클 (R) 을 통과한 조명광 (IL) 에 의해, 투영 광학계 (PL) 를 개재하여 조명 영역 (IAR) 내의 레티클 (R) 의 회로 패턴 이미지가, 표면에 레지스트 (감광제) 가 도포된 웨이퍼 (W) 상의 노광 영역 (IA, 조명 영

역 (IAR) 에 공액인 영역) 에 형성된다.

- [0024] 또한, 노광 장치 (100) 에서는, 액침법을 적용한 노광이 이루어진다. 이 경우에, 투영 광학계의 대형화를 피하기 위하여, 투영 광학계 (PL) 로서 미러와 렌즈를 포함하는 반사 굴절계를 사용해도 된다. 또, 웨이퍼 (W) 에는 감광층뿐만 아니라, 예를 들어 웨이퍼 또는 감광층을 보호하는 보호막 (탑코트막) 등을 형성해도 된다.
- [0025] 또, 노광 장치 (100) 에서는, 액침법을 적용한 노광을 실시하기 때문에, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 가장 이면측 (웨이퍼 (W) 측) 에 가까운 광학 소자인 선단 (先端) 렌즈 (191) 를 유지하는 경통 (40) 의 하단부 주위를 둘러싸도록, 국소 액침 장치의 일부를 구성하는 노즐 유닛 (32) 이 형성되어 있다.
- [0026] 도 1 에 있어서, 노즐 유닛 (32) 은, 노광용 액체 (Lq) 를 공급할 수 있는 공급구와, 액체 (Lq) 를 회수할 수 있는 회수구를 갖는다. 그 회수구에는 다공 부재 (메시) 가 배치되어 있다. 웨이퍼 (W) 의 표면과 대향할 수 있는 노즐 유닛 (32) 의 하면은, 그 다공 부재의 하면, 및 조명광 (IL) 을 통과시키기 위한 개구를 둘러싸도록 배치된 평탄면의 각각을 포함한다. 또 그 공급구는, 노즐 유닛 (32) 의 내부에 형성된 공급 유로 및 공급관 (31A) 을 개재하여, 액체 (Lq) 를 송출할 수 있는 액체 공급 장치 (186, 도 7 참조) 에 접속되어 있다. 그 회수구는, 노즐 유닛 (32) 의 내부에 형성된 회수 유로 및 회수관 (31B) 을 개재하여, 적어도 액체 (Lq) 를 회수할 수 있는 액체 회수 장치 (189, 도 7 참조) 에 접속되어 있다.
- [0027] 액체 공급 장치 (186) 는 액체의 탱크, 가압 펌프, 온도 제어 장치, 및 공급관 (31A) 에 대한 액체의 공급·정지를 제어하기 위한 유량 제어 밸브 등을 포함하고 있으며, 청정하고 온도 조정된 노광용 액체 (Lq) 를 송출할 수 있다. 액체 회수 장치 (189) 는 액체의 탱크, 흡인 펌프, 및 회수관 (31B) 을 통한 액체의 회수·정지를 제어하기 위한 유량 제어 밸브 등을 포함하고 있어, 액체 (Lq) 를 회수할 수 있다. 또한, 액체의 탱크, 가압 (흡인) 펌프, 온도 제어 장치, 제어 밸브 등은, 그 전부를 노광 장치 (100) 에서 구비하고 있을 필요는 없으며, 적어도 일부를 노광 장치 (100) 가 설치되는 공장 등의 설비로 대체할 수도 있다.
- [0028] 도 7 의 액체 공급 장치 (186) 및 액체 회수 장치 (189) 의 동작은 주제어 장치 (20) 에 의해 제어된다. 도 7 의 액체 공급 장치 (186) 로부터 송출된 노광용 액체 (Lq) 는, 도 1 의 공급관 (31A), 및 노즐 유닛 (32) 의 공급 유로를 흐른 후, 그 공급구로부터 조명광 (IL) 의 광로 공간으로 공급된다. 또, 도 7 의 액체 회수 장치 (189) 를 구동시킴으로써 그 회수구로부터 회수된 액체 (Lq) 는, 도 1 의 노즐 유닛 (32) 의 회수 유로를 흐른 후, 회수관 (31B) 을 통해 액체 회수 장치 (189) 에 회수된다. 도 7 의 주제어 장치 (20) 는, 노즐 유닛 (32) 의 공급구로부터의 액체 공급 동작과 노즐 유닛 (32) 의 회수구에 의한 액체 회수 동작을 병행하여 실시함으로써, 도 1 의 선단 렌즈 (191) 와 웨이퍼 (W) 사이의 조명광 (IL) 의 광로 공간을 포함하는 액침 영역 (14, 도 3 참조) 을 액체 (Lq) 로 채우도록, 액체 (Lq) 의 액침 공간을 형성한다.
- [0029] 본 실시형태에 있어서는, 노광용 액체 (Lq) 로서 ArF 엑시머 레이저 광 (파장 193 nm 의 광) 이 투과하는 순수 (물) 를 사용하는 것으로 한다. 순수는, 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있음과 함께, 웨이퍼 상의 포토레지스트 및 광학 렌즈 등에 대한 악영향이 없다는 이점이 있다. ArF 엑시머 레이저 광에 대한 물의 굴절률 (n) 은 거의 1.44 이다. 이 물 속에서는, 조명광 (IL) 의 파장은, $193\text{ nm} \times 1/n =$ 약 134 nm 로 단파장화되기 때문에 해상도가 향상된다.
- [0030] 상기한 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 실시형태에서는, 노즐 유닛 (32), 액체 공급 장치 (186), 액체 회수 장치 (189), 액체의 공급관 (31A) 및 회수관 (31B) 등을 포함하여, 국소 액침 장치가 구성되어 있다. 또한, 국소 액침 장치의 일부, 예를 들어 적어도 노즐 유닛 (32) 은, 투영 유닛 (PU) 을 유지하는 메인 프레임 (전술한 경통 (40) 을 지지하는 정반을 포함한다) 에 매달아 지지해도 되고, 메인 프레임과는 다른 프레임 부재에 형성해도 된다. 본 실시형태에서는 투영 유닛 (PU) 과는 독립적으로 매달아 지지하는 계측 프레임 (21) 에 연결 부재 (도시 생략) 를 개재하여 노즐 유닛 (32) 을 형성하고 있다. 이 경우, 투영 유닛 (PU) 을 매달아 지지하지 않아도 된다.
- [0031] 또한, 도 1 의 투영 유닛 (PU) 하방에 계측 스테이지 (MST) 가 위치하는 경우에도, 상기와 동일하게 후술하는 계측 테이블 (MTB) 과 선단 렌즈 (191) 사이에 물을 채울 수 있다. 또한, 상기한 설명에서는, 일례로서 액체 공급관 (노즐) 과 액체 회수관 (노즐) 이 각각 1 개씩 형성되어 있는 것으로 하였는데, 이에 한정되지 않고, 주위 부재와의 관계를 고려해도 배치가 가능하다면, 예를 들어 국제 공개 제99/49504호 팜플렛에 개시되는 바와 같이, 노즐을 다수 갖는 구성을 채용하는 것으로 해도 된다. 요는, 투영 광학계 (PL) 를 구성하는 최하단의 광학 부재 (선단 렌즈, 191) 와 웨이퍼 (W) 사이에 액체를 공급할 수 있는 것이면, 그 구성은 어떠한 것이어도

된다. 예를 들어, 국제 공개 제2004/053955호 팜플렛에 개시되어 있는 액침 기구, 혹은 유럽 특허 출원 공개 제1420298호 명세서에 개시되어 있는 액침 기구 등도 본 실시형태의 노광 장치에 적용시킬 수 있다.

[0032] 도 1로 돌아와서, 스테이지 장치 (50)는, 베이스반 (12)의 상방에 배치된 웨이퍼 스테이지 (WST) 및 계측 스테이지 (MST), 이들 스테이지 (WST, MST)의 위치 정보를 계측하는 Y축 간섭계 (16, 18)를 포함하는 간섭계 시스템 (118, 도 7 참조), 및 노광시 등에 웨이퍼 스테이지 (WST)의 위치 정보를 계측하는 데 사용되는 후술하는 인코더 시스템, 그리고 스테이지 (WST, MST) 및 후술하는 Z·레벨링 기구를 구동시키는 스테이지 구동계 (124, 도 7 참조) 등을 구비하고 있다.

[0033] 웨이퍼 스테이지 (WST), 계측 스테이지 (MST) 각각의 바닥면에는, 도시 생략된 비접촉 베어링, 예를 들어 진공 예압형 공기 정압 베어링을 구성하는 에어 패드가 복수 지점에 형성되어 있고, 이들 에어 패드로부터 베이스반 (12)의 상면을 향하여 분출된 가압 공기의 정압에 의해, 베이스반 (12)의 상방에 웨이퍼 스테이지 (WST), 계측 스테이지 (MST)가 수 μm 정도의 클리어런스를 개재하여 비접촉으로 지지되어 있다. 또, 스테이지 (WST, MST)는, 도 7의 스테이지 구동계 (124)에 의해, Y방향 및 X방향으로 독립적으로 2차원 방향으로 구동가능하다.

[0034] 이것을 더욱 상세하게 서술하면, 플로어면 상에는, 도 2의 평면도에 도시된 바와 같이, 베이스반 (12)을 사이에 두고 X방향의 일측과 타측에, Y방향으로 연장되는 1쌍의 Y축 고정자 (86, 87)가 각각 배치되어 있다. Y축 고정자 (86, 87)는, 예를 들어 Y방향을 따라 소정 간격으로 또한 교대로 배치된 N극 자석과 S극 자석의 복수의 세트에 이루어지는 영구 자석군을 내장하는 자극 유닛에 의해 구성되어 있다. Y축 고정자 (86, 87)에는, 각 2개의 Y축 가동자 (82, 84 및 83, 85)가, 각각 비접촉으로 걸어맞춰진 상태로 형성되어 있다. 즉, 합계 4개의 Y축 가동자 (82, 84, 83, 85)는, XZ단면 U자형상의 Y축 고정자 (86 또는 87)의 내부 공간에 삽입된 상태로 되어 있으며, 대응하는 Y축 고정자 (86 또는 87)에 대하여 도시 생략된 에어 패드를 각각 개재하고, 예를 들어 수 μm 정도의 클리어런스를 개재하여 비접촉으로 지지되어 있다. Y축 가동자 (82, 84, 83, 85)의 각각은, 예를 들어 Y방향을 따라 소정 간격으로 배치된 전기자 코일을 내장하는 전기자 유닛에 의해 구성되어 있다. 즉, 본 실시형태에서는, 전기자 유닛으로 이루어지는 Y축 가동자 (82, 84)와 자극 유닛으로 이루어지는 Y축 고정자 (86)에 의해, 무빙 코일형의 Y축 리니어 모터가 각각 구성되어 있다. 동일하게 Y축 가동자 (83, 85)와 Y축 고정자 (87)에 의해, 무빙 코일형의 Y축 리니어 모터가 각각 구성되어 있다. 이하에 있어서는, 상기 4개의 Y축 리니어 모터의 각각을, 각각의 가동자 (82, 84, 83 및 85)와 동일한 부호를 사용하여, 적절히 Y축 리니어 모터 (82, 84, 83 및 85)라고 하기로 한다.

[0035] 상기 4개의 Y축 리니어 모터 중, 2개의 Y축 리니어 모터 (82, 83)의 가동자 (82, 83)는, X방향으로 연장되는 X축 고정자 (80)의 길이 방향의 일단과 타단에 각각 고정되어 있다. 또, 나머지 2개의 Y축 리니어 모터 (84, 85)의 가동자 (84, 85)는, X방향으로 연장되는 X축 고정자 (81)의 일단과 타단에 고정되어 있다. 따라서, X축 고정자 (80, 81)는, 각 1쌍의 Y축 리니어 모터 (82, 83, 84, 85)에 의해 Y축을 따라 각각 구동된다.

[0036] X축 고정자 (80, 81)의 각각은, 예를 들어 X방향을 따라 소정 간격으로 배치된 전기자 코일을 각각 내장하는 전기자 유닛에 의해 구성되어 있다.

[0037] 일방의 X축 고정자 (81)는, 웨이퍼 스테이지 (WST)의 일부를 구성하는 스테이지 본체 (91, 도 1 참조)에 형성된 도시 생략된 개구에 삽입 상태로 형성되어 있다. 이 스테이지 본체 (91)의 상기 개구의 내부에는, 예를 들어 X방향을 따라 소정 간격으로 또한 교대로 배치된 N극 자석과 S극 자석의 복수의 세트에 이루어지는 영구 자석군을 갖는 자극 유닛이 형성되어 있다. 이 자극 유닛과 X축 고정자 (81)에 의해, 스테이지 본체 (91)를 X방향으로 구동시키는 무빙 마그네틱형의 X축 리니어 모터가 구성되어 있다. 동일하게, 타방의 X축 고정자 (80)는, 계측 스테이지 (MST)를 구성하는 스테이지 본체 (92)에 형성된 개구에 삽입 상태로 형성되어 있다. 이 스테이지 본체 (92)의 상기 개구의 내부에는, 웨이퍼 스테이지 (WST)측 (스테이지 본체 (91)측)과 동일한 자극 유닛이 형성되어 있다. 이 자극 유닛과 X축 고정자 (80)에 의해, 계측 스테이지 (MST)를 X방향으로 구동시키는 무빙 마그네틱형의 X축 리니어 모터가 구성되어 있다.

[0038] 본 실시형태에서는, 스테이지 구동계 (124)를 구성하는 상기 각 리니어 모터가, 도 7에 도시하는 주 제어 장치 (20)에 의해 제어된다. 또한, 각 리니어 모터는 각각 무빙 마그네틱형, 무빙 코일형 중 어느 일방에 한정되는 것이 아니고, 필요에 따라 적절히 선택할 수 있다. 또한, 1쌍의 Y축 리니어 모터 (84, 85, 또는 82, 83)가 각각 발생시키는 추력 (推力)을 약간 다르게 함으로써, 웨이퍼 스테이지 (WST)(또는 계측 스테이지 (MST))의 요잉 (Θ_z 방향의 회전)을 제어할 수 있다.

- [0039] 웨이퍼 스테이지 (WST) 는, 전술한 스테이지 본체 (91) 와, 그 스테이지 본체 (91) 상에 도시 생략된 Z · 레벨링 기구 (예를 들어, 보이스 코일 모터 등) 를 개재하여 탑재되며, 스테이지 본체 (91) 에 대하여 Z 방향, Θ_x 방향, 및 Θ_y 방향으로 상대적으로 미소 구동되는 웨이퍼 테이블 (WTB) 을 포함하고 있다.
- [0040] 웨이퍼 테이블 (WTB) 상에는, 웨이퍼 (W) 를 진공 흡착 등에 의해 유지하는 웨이퍼 홀더 (도시 생략) 가 형성되어 있다. 웨이퍼 홀더는 웨이퍼 테이블 (WTB) 과 일체로 형성해도 되지만, 본 실시형태에서는 웨이퍼 홀더와 웨이퍼 테이블 (WTB) 을 따로 따로 구성하고, 예를 들어 진공 흡착 등에 의해 웨이퍼 홀더를 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 오목부 내에 고정시키고 있다. 또, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 상면에는, 웨이퍼 홀더 상에 탑재되는 웨이퍼 (W) 의 표면과 거의 면일 (面一) 해지는, 액체 (Lq) 에 대하여 발액화 처리된 표면 (발액면) 을 가지며, 또한 외형 (윤곽) 이 직사각형이고 그 중앙부에 웨이퍼 홀더 (웨이퍼의 탑재 영역) 보다 한 둘레 큰 원형의 개구가 형성된 플레이트 (발액판, 28) 가 형성되어 있다. 플레이트 (28) 는 저열팽창률의 재료, 예를 들어 유리, 유리 세라믹스, 또는 세라믹스 (쇼트사의 제로듀어 (상품명), Al_2O_3 혹은 TiC 등) 로 이루어지고, 그 표면에는, 예를 들어 불소 수지 재료, 폴리 4불화 에틸렌 (테프론 (등록 상표)) 등의 불소계 수지 재료, 아크릴계 수지 재료 혹은 실리콘계 수지 재료 등에 의해 발액막이 형성된다.
- [0041] 또한, 플레이트 (28) 는, 도 5(A) 의 웨이퍼 테이블 (WTB)(웨이퍼 스테이지 (WST)) 의 평면도에 도시된 바와 같이, 원형의 개구를 둘러싸는, 외형 (윤곽) 이 직사각형인 제 1 발액 영역 (28a) 과, 제 1 발액 영역 (28a) 의 주위에 배치되는 직사각형 프레임 형상 (고리 형상) 의 제 2 발액 영역 (28b) 을 갖는다. 제 1 발액 영역 (28a) 은, 예를 들어 노광 동작시, 웨이퍼 (W) 의 표면으로부터 비어져 나오는 액침 영역 (14, 도 3 참조) 중 적어도 일부가 형성되고, 제 2 발액 영역 (28b) 은, 후술하는 인코더 시스템을 위한 스케일이 형성된다. 또한, 플레이트 (28) 는 그 표면 중 적어도 일부가 웨이퍼 (W) 의 표면과 면일하지 않아도 된다, 즉 상이한 높이여도 된다. 또, 플레이트 (28) 는 단일한 플레이트여도 되는데, 본 실시형태에서는 복수의 플레이트, 예를 들어 제 1 및 제 2 발액 영역 (28a, 28b) 에 각각 대응하는 제 1 및 제 2 발액판을 조합하여 구성한다. 또한, 본 실시형태의 액체 (Lq) 는 순수이기 때문에, 발액 영역 (28a, 28b) 에는 일례로서 발수 코팅이 실시되어 있다.
- [0042] 이 경우, 내측의 제 1 발액 영역 (28a) 에는 조명광 (IL) 이 조사됨에 반해, 외측의 제 2 발액 영역 (28b) 에는 조명광 (IL) 이 거의 조사되지 않는다. 이것을 고려하여, 본 실시형태에서는, 제 1 발액 영역 (28a) 의 표면에는, 조명광 (IL, 이 경우, 진공 자외역의 광) 에 대한 내성이 충분히 있는 발수 코팅이 실시되고, 제 2 발액 영역 (28b) 에는, 그 표면에 제 1 발액 영역 (28a) 에 비해 조명광 (IL) 에 대한 내성이 열등한 발수 코팅이 실시되어 있다.
- [0043] 또, 도 5(A) 로부터 알 수 있는 바와 같이, 제 1 발액 영역 (28a) 의 +Y 방향측의 단부 (端部) 에는, 그 X 방향의 중앙부에 직사각형의 절결이 형성되고, 이 절결과 제 2 발액 영역 (28b) 으로 둘러싸이는 직사각형 공간의 내부 (절결의 내부) 에 계측 플레이트 (30) 가 매립되어 있다. 이 계측 플레이트 (30) 의 길이 방향의 중앙 (웨이퍼 테이블 (WTB) 의 센터 라인 (LL) 상) 에는, 기준 마크 (FM) 가 형성됨과 함께, 그 기준 마크의 X 방향의 일측과 타측에, 기준 마크의 중심에 관하여 대칭인 배치로 1 쌍의 공간 이미지 계측용 슬릿 패턴 (슬릿 형상의 계측용 패턴, SL) 이 형성되어 있다. 각 슬릿 패턴 (SL) 으로는, 일례로서 Y 방향과 X 방향을 따른 변을 갖는 L 자 형상의 슬릿 패턴, 혹은 X 축 및 Y 방향으로 각각 연장되는 2 개의 직선 형상의 슬릿 패턴 등을 사용할 수 있다.
- [0044] 그리고, 상기 각 슬릿 패턴 (SL) 하방의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 내부에는, 도 5(B) 에 도시하는 바와 같이, 대물 렌즈, 미러, 릴레이 렌즈 등을 포함하는 광학계로 이루어지는 송광계 (36) 가 수납된 L 자 형상의 케이스가, 웨이퍼 테이블 (WTB) 로부터 스테이지 본체 (91) 내부의 일부를 관통하는 상태로, 일부 매립 상태로 장착되어 있다. 송광계 (36) 는, 도시는 생략되어 있지만, 상기 1 쌍의 공간 이미지 계측용 슬릿 패턴 (SL) 에 대응하여 1 쌍 형성되어 있다. 송광계 (36) 는, 공간 이미지 계측용 슬릿 패턴 (SL) 을 투과한 조명광 (IL) 을, L 자 형상의 경로를 따라 유도하여 Y 방향을 향하여 사출한다.
- [0045] 또한, 제 2 발액 영역 (28b) 의 상면에는, 그 4 변의 각각을 따라 소정 피치로 다수의 격자선 (37, 38) 이 직접 형성되어 있다. 이를 더욱 상세하게 서술하면, 제 2 발액 영역 (28b) 의 X 방향의 양측 (도 5(A) 에 있어서의 좌우 양측) 의 영역에는, Y 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$) 이 각각 형성되어 있다. 이 Y 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$) 은 각각, 예를 들어 X 방향을 길이 방향으로 하는 격자선 (38) 을 소정 피치로 Y 축에 평행한 방향 (Y 방향) 을 따라 형성하여 이루어지는, Y 방향을 주기 방향으로 하는 반사형의 격자 (예를 들어 위상형의 회절 격자) 에 의해

구성되어 있다.

- [0046] 동일하게, 제 2 발액 영역 (28b) 의 Y 방향의 양측 (도 5(A) 에 있어서의 상하 양측) 의 영역에는, X 스케일 ($39X_1$, $39X_2$) 이 각각 형성되어 있다. 이 X 스케일 ($39X_1$, $39X_2$) 은 각각, 예를 들어 Y 방향을 길이 방향으로 하는 격자선 (37) 을 소정 피치로 X 축에 평행한 방향 (X 방향) 을 따라 형성하여 이루어지는, X 방향을 주 기 방향으로 하는 반사형의 격자 (예를 들어 위상형의 회절 격자) 에 의해 구성되어 있다.
- [0047] 상기 각 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$, $39X_1$, $39X_2$) 로는, 제 2 발액 영역 (28b) 의 표면에 예를 들어 홀로그램 등에 의해 반사형의 회절 격자가 제작된 것이 사용되고 있다. 이 경우, 각 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$, $39X_1$, $39X_2$) 에는 좁은 슬릿 또는 홈 등으로 이루어지는 격자가 눈금으로서 소정 간격 (피치) 으로 새겨져 있다. 각 스케일에 사용되는 회절 격자의 종류는 한정되는 것이 아니고, 기계적으로 홈 등이 형성된 것뿐만 아니라, 예를 들어 감광성 수지에 간섭 줄무늬를 노광하여 제작한 것이어도 된다. 단, 각 스케일은, 예를 들어 박판상의 유리에 상기 회절 격자의 눈금을, 예를 들어 138 nm ~ 4 μ m 사이의 피치, 예를 들어 1 μ m 피치로 새겨 제작되어 있다. 이들 스케일은 전술한 발액막 (발수막) 으로 덮여 있다. 또한, 도 5(A) 에서는, 도시 편의상 격자의 피치는, 실제의 피치에 비해 현격히 넓게 도시되어 있다. 그 밖의 도면에 있어서도 동일하다.
- [0048] 이와 같이, 본 실시형태에서는, 제 2 발액 영역 (28b) 그 자체가 스케일을 구성하므로, 제 2 발액 영역 (28b) 의 재료로서 저열팽창의 유리판을 사용하는 것으로 한 것이다. 그러나, 이에 한정되지 않고, 격자가 형성된 저열팽창의 유리판 등으로 이루어지는 스케일 부재를, 국소적인 신축이 발생되지 않도록, 예를 들어 판 스프링 (또는 진공 흡착) 등에 의해 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 상면에 고정시켜도 되며, 이 경우에는, 전체면에 동일한 발수 코팅이 실시된 발수판을 플레이트 (28) 대신에 사용해도 된다.
- [0049] 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 -Y 단면, -X 단면에는, 각각 경면 가공이 실시되어, 도 2 에 도시하는 반사면 (17a, 17b) 이 형성되어 있다. 간섭계 시스템 (118, 도 7 참조) 의 Y 축 간섭계 (16) 및 X 축 간섭계 (126, 도 2 참조) 는, 이들 반사면 (17a, 17b) 에 각각 간섭계 빔 (측장 빔) 을 투사하여, 각각의 반사광을 수광한다. 그리고, 간섭계 (16 및 126) 는, 각 반사면의 기준 위치 (예를 들어 투영 유닛 (PU) 측면에 배치된 참조경) 로부터의 변위, 즉 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내의 위치 정보를 계측하고, 이 계측값이 주 제어 장치 (20) 에 공급된다. 본 실시형태에서는, Y 축 간섭계 (16) 및 X 축 간섭계 (126) 로서, 모두 광축을 복수 갖는 다 축 간섭계가 사용되고 있으며, 이들 간섭계 (16 및 126) 의 계측값에 기초하여, 주 제어 장치 (20) 는, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 X, Y 방향의 위치뿐만 아니라 θ_x 방향의 회전 정보 (피칭), θ_y 방향의 회전 정보 (롤링), 및 θ_z 방향의 회전 정보 (요잉) 도 계측할 수 있다.
- [0050] 단, 본 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST) (웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 XY 평면 내의 위치 정보 (θ_z 방향의 회전 정보를 포함한다) 는, 주로 상기 서술한 Y 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$), X 스케일 ($39X_1$, $39X_2$) 등을 포함하는, 후술하는 인코더 시스템에 의해 계측되고, 간섭계 (16, 126) 의 계측값은, 그 인코더 시스템의 계측값의 장기적 변동 (예를 들어 스케일의 시간 경과에 따른 변형 등에 의한) 을 보정 (교정) 하는 경우 등에 보조적으로 사용된다. 또, Y 축 간섭계 (16) 는, 웨이퍼 교환을 위하여, 후술하는 언로딩 포지션, 및 로딩 포지션 부근에 있어서 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 Y 방향의 위치 등을 계측하는 데에 사용된다. 또, 예를 들어 로딩 동작과 언로딩 동작 사이, 및/또는 노광 동작과 언로딩 동작 사이에서의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동에 있어서도, 간섭계 시스템 (118) 의 계측 정보, 즉 5 자유도의 방향 (X 방향, Y 방향, θ_x , θ_y 및 θ_z 방향) 의 위치 정보 중 적어도 하나가 사용된다.
- [0051] 또한, 간섭계 시스템 (118) 의 Y 축 간섭계 (16), X 축 간섭계 (126), 및 후술하는 계측 스테이지 (MST) 용의 Y 축 간섭계 (18), X 축 간섭계 (130) 는, 도 1 중의 계측 프레임 (21) 의 평면도인 도 3 에 도시된 바와 같이, 계측 프레임 (21) 의 바닥면에 지지 부재 (24A, 24C, 24B, 24D) 를 개재하여 지지되어 있다. 그러나, Y 축 간섭계 (16, 18) 및 X 축 간섭계 (126, 130) 를 투영 유닛 (PU) 을 유지하는 메인 프레임에, 또는 전술한 바와 같이 매달려 지지되는 투영 유닛 (PU) 과 일체로 형성해도 된다. 이들 경우, 간섭계 (16, 18, 126, 130) 는, 스테이지를 향하는 측장 빔과 참조경을 향하는 참조 빔을 분리 및 합성하는 간섭 광학계의 부분만을 포함하고, 측장 빔과 참조 빔의 간섭광을 수광하는 리시버 (광전 검출기) 의 부분은, 도시 생략된 칼럼에서 지지하도록 해도 된다.
- [0052] 또한, 본 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 XY 평면 내에서 자유롭게 이동 가능한 스테이지 본체 (91) 와, 그 스테이지 본체 (91) 상에 탑재되어 스테이지 본체 (91) 에 대하여 Z 방향, θ_x 방향, 및 θ_y 방향으로 상대적으로 미소 구동시킬 수 있는 웨이퍼 테이블 (WTB) 을 포함하는 것으로 하였는데, 이에 한정되지 않고, 6

자유도로 이동 가능한 단일한 스테이지를 웨이퍼 스테이지 (WST)로서 채용해도 물론 된다. 또 반사면 (17a, 17b) 대신에, 웨이퍼 테이블 (WTB)에 평면 미러로 이루어지는 이동경을 형성해도 된다. 또한, 참조경 (기준면)을 배치하는 위치는 투영 유닛 (PU)에 한정되는 것이 아니고, 반드시 참조경을 사용하여 웨이퍼 스테이지 (WST)의 위치 정보를 계속하지 않아도 된다.

[0053] 또, 본 실시형태에서는, 간접계 시스템 (118)에 의해 계속되는 웨이퍼 스테이지 (WST)의 위치 정보가, 후술하는 노광 동작이나 얼라이먼트 동작 등에서는 사용되지 않으며, 주로 인코더 시스템의 캘리브레이션 동작 (즉, 계측값의 교정) 등에 사용되는 것으로 하였는데, 간접계 시스템 (118)의 계측 정보 (즉, 5 자유도 방향의 위치 정보 중 적어도 하나)를, 예를 들어 노광 동작 및/또는 얼라이먼트 동작 등에서 사용해도 된다. 본 실시형태에서는, 인코더 시스템은 웨이퍼 스테이지 (WST)의 3 자유도의 방향, 즉 X 축, Y 축 및 θ_z 방향의 위치 정보를 계속한다. 그래서, 노광 동작 등에 있어서, 간접계 시스템 (118)의 계측 정보 중, 인코더 시스템에 의한 웨이퍼 스테이지 (WST)의 위치 정보의 계측 방향 (X 방향, Y 방향, 및 θ_z 방향)과 상이한 방향, 예를 들어 θ_x 방향 및/또는 θ_y 방향에 관한 위치 정보만을 사용해도 되고, 그 상이한 방향의 위치 정보뿐만 아니라, 인코더 시스템의 계측 방향과 동일 방향 (즉, X 방향, Y 방향, 및 θ_z 방향 중 적어도 하나)에 관한 위치 정보를 사용해도 된다. 또, 간접계 시스템 (118)은 웨이퍼 스테이지 (WST)의 Z 방향의 위치 정보를 계속 가능한 것으로 해도 된다. 이 경우, 노광 동작 등에 있어서 Z 방향의 위치 정보를 사용해도 된다.

[0054] 도 1의 계측 스테이지 (MST)는, 스테이지 본체 (92)상에 평판 형상의 계측 테이블 (MTB)을 고정시켜 구성되어 있다. 계측 테이블 (MTB) 및 스테이지 본체 (92)에는, 각종 계측용 부재가 형성되어 있다. 이 계측용 부재로는, 예를 들어 도 2 및 도 6(A)에 도시된 바와 같이, 핀홀 형상의 수광부를 갖는 조도 불균일 센서 (94), 투영 광학계 (PL)에 의해 투영되는 패턴의 공간 이미지 (투영 이미지)를 계속하는 공간 이미지 계속기 (96), 및 파면 수차 계속기 (98) 등이 채용되어 있다.

[0055] 또한, 본 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL)와 액체 (물, Lq)를 사이에 두고 조명광 (IL)에 의해 웨이퍼 (W)를 노광하는 액침 노광이 실시되는 것에 대응하여, 조명광 (IL)을 사용하는 계측에 사용되는 상기한 조도 불균일 센서 (94, 및 조도 모니터), 공간 이미지 계속기 (96), 그리고 파면 수차 계속기 (98)에서는, 투영 광학계 (PL) 및 물을 사이에 두고 조명광 (IL)을 수광하게 된다.

[0056] 계측 스테이지 (MST)의 스테이지 본체 (92)에는, 도 6(B)에 도시된 바와 같이, 그 -Y 방향측의 단면에, 프레임 형상의 장착 부재 (42)가 고정되어 있다. 또, 스테이지 본체 (92)의 -Y 방향측의 단면에는, 장착 부재 (42)의 개구 내부의 X 방향의 중심 위치 근방에, 전술한 도 5(B)의 1 쌍의 송광계 (36)에 대향할 수 있는 배치로, 1 쌍의 수광계 (44)가 고정되어 있다. 각 수광계 (44)는, 릴레이 렌즈 등의 광학계와, 수광 소자, 예를 들어 포토 멀티 플레이어 튜브 등과, 이들을 수납하는 케이스에 의해 구성되어 있다. 도 5(B) 및 도 6(B), 그리고 지금까지의 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST)와 계측 스테이지 (MST)가, Y 방향에 관하여 소정 거리 이내에 근접한 상태 (접촉 상태를 포함한다)에서는, 계측 플레이트 (30)의 각 슬릿 패턴 (SL)을 투과한 조명광 (IL)이 전술한 각 송광계 (36)로 안내되어, 각 수광계 (44)의 수광 소자에서 수광된다. 즉, 계측 플레이트 (30), 송광계 (36), 및 수광계 (44)에 의해, 일본 공개특허공보 2002-14005호 (대응하는 미국 특허 출원 공개 제2002/0041377호 명세서) 등에 개시되는 것과 동일한, 공간 이미지 계속 장치 (45, 도 7 참조)가 구성된다.

[0057] 도 6(B)의 장착 부재 (42)상에는, 단면 직사각형의 막대 형상 부재로 이루어지는 기준 부재로서의 컨피던셜 바 (또는, 크리티컬 디멘전 바, 이하, 「CD 바」라고 약술한다, 46)가 X 방향으로 연장되어 있다. 이 CD 바 (46)는, 폴 키네마틱 마운트 구조에 의해, 계측 스테이지 (MST)상에 키네마틱하게 지지되어 있다.

[0058] CD 바 (46)는, 원기(原器, 계측 기준)가 되기 때문에, 저열팽창률의 유리 세라믹스, 예를 들어 쇼트사의 제로 듀어 (상품명) 등이 그 소재로서 채용되고 있다. 이 CD 바 (46)의 상면 (표면)은, 이른바 기준 평면판과 동일한 정도로 그 평탄도가 높게 설정되어 있다. 또, 이 CD 바 (46)의 길이 방향의 일측과 타측의 단부 근방에는, 도 6(A)에 도시된 바와 같이, Y 방향을 주기 방향으로 하는 기준 격자 (예를 들어 회절 격자, 52)가 각각 형성되어 있다. 이 1 쌍의 기준 격자 (52)는, 소정 거리 (L로 한다)를 사이에 두고 CD 바 (46)의 X 방향의 중심, 즉 전술한 센터 라인 (LL)에 관하여 대칭인 배치로 형성되어 있다.

[0059] 또, 이 CD 바 (46)의 상면에는, 도 6(A)에 도시된 바와 같은 배치로 복수의 기준 마크 (M)가 형성되어 있다. 이 복수의 기준 마크 (M)는, 동일 피치로 Y 방향에 관하여 3 행의 배열로 형성되며, 각 행의 배열이 X 방향에 관하여 서로 소정 거리만큼 어긋나 형성되어 있다. 각 기준 마크 (M)로는, 후술하는 프라이머리 얼라이먼트계, 세컨더리 얼라이먼트계에 의해 검출할 수 있는 치수의 2 차원 마크가 사용되고 있다. 기준 마크

(M) 는 그 형상 (구성) 이 전술한 도 5(A) 의 기준 마크 (FM) 와 상이해도 되는데, 본 실시형태에서는 기준 마크 (M) 와 기준 마크 (FM) 는 동일 구성이며, 또한 웨이퍼 (W) 의 얼라이먼트 마크와도 동일한 구성으로 되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는 CD 바 (46) 의 표면, 및 계측 테이블 (MTB, 전술한 계측용 부재를 포함해도 된다) 의 표면도 각각 발액막 (발수막) 으로 덮여 있다.

[0060] 도 2 에 도시된 바와 같이, 계측 테이블 (MTB) 의 +Y 단면, -X 단면에도 전술한 웨이퍼 테이블 (WTB) 과 동일한 반사면 (19a, 19b) 이 형성되어 있다. 간접계 시스템 (118, 도 7 참조) 의 Y 축 간접계 (18), X 축 간접계 (130) 는, 이들 반사면 (19a, 19b) 에, 간접계 빔 (측장 빔) 을 투사하여 각각의 반사광을 수광함으로써, 각 반사면의 기준 위치로부터의 변위, 즉 계측 스테이지 (MST) 의 위치 정보 (예를 들어, 적어도 X 방향, Y 방향의 위치 정보와 θ_z 방향의 회전 정보를 포함한다) 를 계측하고, 이 계측값이 주제어 장치 (20) 에 공급된다.

[0061] 그런데, X 축 고정자 (81 및 80) 의 X 방향의 양 단부에는, 도 2 에 도시된 바와 같이, 스톱퍼 기구 (48A, 48B) 가 형성되어 있다. 스톱퍼 기구 (48A, 48B) 는, X 축 고정자 (81) 에 형성된, 예를 들어 오일 댐퍼로 이루어지는 완충 장치로서의 쇼크 압소버 (47A, 47B) 와, X 축 고정자 (80) 의 쇼크 압소버 (47A, 47B) 에 대향하는 위치에 형성된 개구 (51A, 51B) 와, 이것을 개폐하는 셔터 (49A, 49B) 를 포함하고 있다. 셔터 (49A, 49B) 에 의한 개구 (51A, 51B) 의 개폐 상태는, 셔터 (49A, 49B) 근방에 형성된 개폐 센서 (도 7 참조, 101) 에 의해 검출되고, 그 검출 결과가 주제어 장치 (20) 에 보내진다.

[0062] 여기서, 상기 스톱퍼 기구 (48A, 48B) 의 작용에 대하여, 스톱퍼 기구 (48A) 를 대표적으로 들어 설명한다.

[0063] 도 2 에 있어서, 셔터 (49A) 가 개구 (51A) 를 폐색하는 상태에 있는 경우에는, X 축 고정자 (81) 와 X 축 고정자 (80) 가 접근한 경우에도, 쇼크 압소버 (47A) 와 셔터 (49A) 가 접촉함 (맞닿음) 으로써, 그 이상, X 축 고정자 (80, 81) 끼리가 접근할 수 없게 된다. 한편, 셔터 (49A) 가 열려 개구 (51A) 가 개방된 경우, X 축 고정자 (81, 80) 가 서로 접근하면, 쇼크 압소버 (47A) 의 선단부 중 적어도 일부를 개구 (51A) 내에 침입시킬 수 있고, X 축 고정자 (81, 80) 끼리를 접근시킬 수 있게 된다. 이 결과, 웨이퍼 테이블 (WTB) 과 계측 테이블 (MTB)(CD 바 (46)) 을 접촉시킬 (혹은, 300 μm 정도의 거리에 근접시킬) 수 있게 된다.

[0064] 도 2 에 있어서, X 축 고정자 (80) 의 양 단부의 -Y 측에는, 간격 검지 센서 (43A, 43C) 와 충돌 검지 센서 (43B, 43D) 가 형성되고, X 축 고정자 (81) 의 양 단부의 +Y 측에는, Y 방향으로 가늘고 긴 판 형상 부재 (41A, 41B) 가 돌출 형성되어 있다. 간격 검지 센서 (43A, 43C) 는, 예를 들어 투과형 포토 센서 (예를 들어 LED-포토 트랜지스터로 이루어지는 센서) 로 이루어지고, X 축 고정자 (80) 와 X 축 고정자 (81) 가 접근하여, 간격 검지 센서 (43A) 사이에 판 형상 부재 (41A) 가 들어가 수광량이 감소하므로, X 축 고정자 (80, 81) 의 간격이 소정 거리 이하로 된 것을 검지할 수 있다.

[0065] 충돌 검지 센서 (43B, 43D) 는, 간격 검지 센서 (43A, 43C) 와 동일한 광전 센서인데, 더욱 그 안쪽에 배치되어 있다. 충돌 검지 센서 (43B, 43D) 에 의하면, X 축 고정자 (81, 80) 가 더욱 접근하고, 웨이퍼 테이블 (WTB) 과 CD 바 (46)(계측 테이블 (MTB)) 가 접촉한 단계 (또는 300 μm 정도의 거리에 근접한 단계) 에서, 센서 사이에 판 형상 부재 (41A) 의 상반부가 위치 결정되기 때문에, 주제어 장치 (20) 는, 그 센서의 수광량이 제로가 되는 것을 검출함으로써, 양 테이블이 접촉한 (또는 300 μm 정도의 거리에 근접한) 것을 검지할 수 있다.

[0066] 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 도 1 에서는 도면의 착종 (錯綜) 을 피한다는 관점에서 도시가 생략되어 있는데, 실제로는 도 4 에 도시된 바와 같이, 투영 유닛 (PU) 의 중심 (투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX), 본 실시형태에서는 전술한 노광 영역 (IA) 의 중심과도 일치) 을 통과하고 또한 Y 축과 평행한 직선 (LV) 상에서, 그 광축 (AX) 으로부터 -Y 측으로 소정 거리 떨어진 위치에 검출 중심을 갖는 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1) 가 배치되어 있다. 이 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1) 는, 지지 부재 (54) 를 개재하여 계측 프레임 (21, 도 1 참조) 에 고정되어 있다. 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1) 를 사이에 두고, X 방향의 일측과 타측에는, 그 직선 (LV) 에 관하여 거의 대칭으로 검출 중심이 배치되는 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁, AL2₂) 와, 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₃, AL2₄) 가 각각 형성되어 있다. 즉, 5 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 는 그 검출 중심이 X 방향에 관하여 상이한 위치에 배치되어 있다, 즉 X 방향을 따라 배치되어 있다.

[0067] 각 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2_n, n = 1 ~ 4) 는, 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₄) 에 대하여 대표적으로 나타내는 바와 같이, 회전 중심 (O) 을 중심으로 하여 도 4 에 있어서의 시계 방향 및 반시계 방향으로 소정 각도 범위회전 운동 가능한 아암 (56_n, n = 1 ~ 4) 의 선단 (회전 운동단) 에 고정되어 있다. 본 실시형태에서는, 각 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2_n) 는 그 일부 (예를 들어, 얼라이먼트 광을 검출 영역에 조사하고, 또한

검출 영역 내의 대상 마크로부터 발생되는 광을 수광 소자에 유도하는 광학계를 적어도 포함한다) 가 아암 (56_n) 에 고정되고, 나머지의 일부는 계측 프레임 (21) 에 형성된다. 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁ ~ AL2₄) 는 각각, 회전 중심 (0) 을 중심으로 하여 회전 운동함으로써, X 위치가 조정된다. 즉, 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁ ~ AL2₄) 는 그 검출 영역 (또는 검출 중심) 이 독립적으로 X 방향으로 가동이다. 또한, 본 실시형태에서는, 아암의 회전 운동에 의해 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁ ~ AL2₄) 의 X 위치가 조정되는 것으로 하였는데, 이에 한정되지 않고, 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁ ~ AL2₄) 를 X 방향으로 왕복 구동시키는 구동 기구를 형성해도 된다. 또, 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁ ~ AL2₄) 중 적어도 1 개를 X 방향뿐만 아니라 Y 방향으로도 가동으로 해도 된다. 또한, 각 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2_n) 는 그 일부가 아암 (56_n) 에 의해 이동되므로, 도시 생략된 센서, 예를 들어 간섭계, 혹은 인코더 등에 의해, 아암 (56_n) 에 고정되는 그 일부의 위치 정보가 계측 가능하도록 되어 있다. 이 센서는, 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2_n) 의 X 방향의 위치 정보만 계측해도 되지만, 다른 방향, 예를 들어 Y 방향, 및/또는 회전 방향 (θ_x 및 θ_y 방향 중 적어도 일방을 포함한다) 의 위치 정보도 계측하게 해도 된다.

[0068] 상기 각 아암 (56_n) 의 상면에는, 차동 배기형 에어 베어링으로 이루어지는 버큘 패드 (58_n, $n = 1 \sim 4$) 가 형성되어 있다. 또, 아암 (56_n) 은, 예를 들어 모터 등을 포함하는 회전 구동 기구 (60_n, $n = 1 \sim 4$, 도 7 참조) 에 의해, 주 제어 장치 (20) 의 지시에 따라 회전 운동할 수 있다. 주 제어 장치 (20) 는, 아암 (56_n) 의 회전 조정 후에, 각 버큘 패드 (58_n) 를 작동시켜 각 아암 (56_n) 을 계측 프레임 (21, 도 1 참조) 에 흡착 고정시킨다. 이로써, 각 아암 (56_n) 의 회전 각도 조정 후의 상태, 즉, 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1) 및 4 개의 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁ ~ AL2₄) 의 원하는 위치 관계가 유지된다.

[0069] 또한, 계측 프레임 (21) 의 아암 (56_n) 에 대향하는 부분에 자성체를 고정시켜 두고, 버큘 패드 (58_n) 대신에 전 자석을 채용해도 된다.

[0070] 본 실시형태에서는, 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1) 및 4 개의 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁ ~ AL2₄) 의 각각으로, 예를 들어 화상 처리 방식의 FIA (Field Image Alignment) 계가 사용되고 있다. 이 FIA 계에서는, 웨이퍼 상의 레지스트를 감광시키지 않는 브로드밴드한 검출 광속을 대상 마크에 조사하고, 그 대상 마크로부터의 반사광에 의해 수광면에 결상된 대상 마크의 이미지와 도시하지 않은 지표 (각 얼라이먼트계 내에 형성된 지표판 상의 지표 패턴) 의 이미지를 촬상 소자 (CCD, CMOS 등) 를 사용하여 촬상하고, 그들의 촬상 신호를 출력한다. 얼라이먼트계 (AL1 및 AL2₁ ~ AL2₄) 의 각각으로부터의 촬상 신호는, 도 7 의 주 제어 장치 (20) 에 공급되도록 되어 있다.

[0071] 또한, 상기 각 얼라이먼트계로서는, FIA 계에 한정되지 않고, 예를 들어 코히어런트 검출광을 대상 마크에 조사하고, 그 대상 마크로부터 발생되는 산란광 또는 회절광을 검출하거나, 혹은 그 대상 마크로부터 발생되는 2 개의 회절광 (예를 들어 같은 차수 (次數) 의 회절광, 혹은 같은 방향으로 회절하는 회절광) 을 간섭시켜 검출하는 얼라이먼트 센서를 단독으로 혹은 적절히 조합하여 사용하는 것은 물론 가능하다. 또, 본 실시형태에서는 5 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 를 형성하고 있기 때문에, 얼라이먼트를 효율적으로 실시할 수 있다. 그러나, 얼라이먼트계의 수는 5 개에 한정되지 않고, 2 개 이상 또한 4 개 이하, 혹은 6 개 이상이어도 되고, 홀수가 아니라 짝수여도 된다. 또, 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1) 만을 사용하는 것만이어도 된다.

또한, 본 실시형태에서는, 5 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 는, 지지 부재 (54) 를 통해 계측 프레임 (21) 에 고정되는 것으로 하였으나, 이에 한정되지 않고, 투영 유닛 (PU) 을 유지하는 메인 프레임의 하면 등에 고정시켜도 된다.

[0072] 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 도 4 에 도시된 바와 같이, 전술한 노즐 유닛 (32) 의 주위를 사방에서 둘러싸는 상태로, 인코더 시스템의 4 개의 헤드 유닛 (62A ~ 62D) 이 배치되어 있다. 이들 헤드 유닛 (62A ~ 62D) 을 구성하는 복수의 Y 헤드 (64) 및 X 헤드 (66) 는, 도 4 에서는 2 점 채선으로 나타내는 바와 같이, 고정 부재 (도시 생략) 를 통해, 평판 형상의 계측 프레임 (21, 도 1 참조) 의 바닥면에 고정되어 있다. 그 고정 부재는, 일례로서 계측 프레임 (21) 에 매립되어 접착 등에 의해 고정된 저팽창률의 금속 (예를 들어 인바 등) 제의 암나사가 형성된 복수의 부시와, 헤드 유닛 (62A ~ 62D) 의 각각의 헤드 (64, 66) 의 케이스에 대응

하는 부시에 고정시키는 볼트를 포함하여 구성된다.

[0073] 도 3 은, 계측 프레임 (21) 을 도시하는 평면도이다. 도 3 에 도시된 바와 같이, 계측 프레임 (21) 의 중앙 부에는 투영 유닛 (PU) 의 선단부를 통과하기 위한 개구 (21a) 가 형성되어 있다. 계측 프레임 (21) 은, 매우 작은 선 팽창률 (저팽창률) 의 재료로 형성되어 있다. 또한, 헤드 유닛 (62A ~ 62D) 은, 예를 들어 전술한 투영 유닛 (PU) 을 유지하는 메인 프레임에 고정된 매우 작은 선 팽창률의 부재에 매단 상태에서 고정해도 된다.

[0074] 계측 프레임 (21) 의 재료는, 일례로서 선 팽창률이 각각 $\pm 0.2 \times 10^{-7}/K$ (± 0.02 ppm/K) 정도 이내인 저팽창 유리 (예를 들어 (주)오하라의 CLEARCERAM-Z HS (상품명)) 또는 저팽창 유리 세라믹스 (예를 들어 쇼트사의 제로듀어 (ZERODUR) (상품명)) 이다. 또, 계측 프레임 (21) 의 재료로서, 선 팽창률이 $0.5 \times 10^{-6}/K$ (0.5 ppm/K) 정도 이내인 저팽창 세라믹스, 또는 인바보다 선 팽창률이 작은 슈퍼 인바 등도 사용할 수 있다.

[0075] 이에 관하여, 도 1 의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 플레이트 (28) 가 탑재되는 본체부, 및 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 스테이지 본체 (91) 의 재료는, 예를 들어 선 팽창률이 $0.1 \times 10^{-4}/K$ (10 ppm/K) 정도의 철 (강재) 또는 선 팽창률이 $1 \times 10^{-6}/K$ (1 ppm/K) 정도인 인바 등이다. 이 결과, 본 실시형태의 계측 프레임 (21) 의 선 팽창률은, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 스케일 (39Y₁, 39Y₂, 39X₁, 39X₂) 이 형성되는 도 5(A) 의 플레이트 (28) 이외의 부재 (웨이퍼 스테이지 (WST) 의 본체부) 의 선 팽창률에 대해, 예를 들어 1/2 ~ 1/50 정도로 작게 설정되어 있다.

[0076] 또한, 도 1 에 도시된 바와 같이, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 는, 도시하지 않은 챔버 내의 플로어 (FL) 상에 설치되어 있다. 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 안내하는 베이스반 (12) 은, 예를 들어 복수의 방진대 (도시 생략) 를 개재하여 플로어 (FL) 상에 배치되어 있다. 그리고, 플로어 (FL) 상에, 베이스반 (12) 을 둘러싸도록 3 지점에 L 자형의 매달림 부재 (22A, 22B, 22C, 도 3 참조) 가 고정되고, 매달림 부재 (22A, 22B, 22C) 의 선단부로부터 방진 부재 (23A, 23B, 23C) 를 개재하여 계측 프레임 (21) 이 매달려 지지되어 있다. 방진 부재 (23A ~ 23C) 는, 예를 들어 공기 스프링 방식, 유압 방식, 또는 기계 스프링 방식에 의해 진동을 차단하는 부재이다.

[0077] 도 3 에 있어서, 계측 프레임 (21) 을 Y 방향으로 사이에 끼우는 위치, 및 계측 프레임 (21) 의 -X 방향의 측면을 따른 위치로 이루어지는 3 지점의 플로어면 상에 칼럼 (105A, 105B, 105C) 이 설치되어 있다. 칼럼 (105A, 105B) 과 계측 프레임 (21) 사이에, 각각 계측 프레임 (21) 의 X 방향의 변위를 계측하는 X 축 센서 (106XA, 106XB) 와, 계측 프레임 (21) 의 Z 방향의 변위를 계측하는 Z 축 센서 (106ZA, 106ZB) 가 장착되어 있다. 또, 칼럼 (105C) 과 계측 프레임 (21) 사이에, 계측 프레임 (21) 의 Y 방향의 변위를 계측하는 Y 축 센서 (106Y) 와, 계측 프레임 (21) 의 Z 방향의 변위를 계측하는 Z 축 센서 (106ZC) 가 장착되어 있다. 6 축 센서 (106XA, 106XB, 106Y, 106ZA ~ 106ZC) 로는, 예를 들어 간섭계, 정전 용량형 변위 센서, 또는 와전류식 변위 센서 등을 사용할 수 있다. 이들 6 축 센서 (106XA ~ 106ZC) 에 의해, 플로어면을 기준으로 하는 계측 프레임 (21) 의 X 방향, Y 방향, Z 방향, Θ_x 방향, Θ_y 방향, Θ_z 방향의 6 자유도의 변위가 고정밀도로 소정의 샘플링 레이트에 의해 계측되고, 계측값이 제어부 (108) 에 공급된다.

[0078] 또, 칼럼 (105A, 105B) 과 계측 프레임 (21) 사이에, 각각 계측 프레임 (21) 을 X 방향으로 변위시키는 X 축 액추에이터 (107XA, 107XB) 와, 계측 프레임 (21) 을 Z 방향으로 변위시키는 Z 축 액추에이터 (107ZA, 107ZB) 가 장착되어 있다. 또한, 칼럼 (105C) 과 계측 프레임 (21) 사이에, 계측 프레임 (21) 을 Y 방향으로 변위시키는 Y 축 액추에이터 (107Y) 와, 계측 프레임 (21) 을 Z 방향으로 변위시키는 Z 축 액추에이터 (107ZC) 가 장착되어 있다. 6 축 비접촉 방식의 액추에이터 (107XA, 107XB, 107Y, 107ZA ~ 107ZC) 로는, 예를 들어 보이스 코일 모터를 사용할 수 있는데, 그 이외의 예를 들어 EI 코어 방식 등의 전자 액추에이터도 사용할 수 있다. 이들 6 축 액추에이터 (107XA ~ 107ZC) 에 의해, 플로어 면에 대한 계측 프레임 (21) 의 6 자유도의 변위를 제어할 수 있다. 도 7 의 주제어 장치 (20) 의 제어 하에 제어부 (108) 는, 주사 노광 중에, 6 축 센서 (106XA ~ 106ZC) 의 계측값에 기초하여, 플로어면에 대한 계측 프레임 (21) 의 6 자유도의 변위가 소정 허용 범위 내에 포함되도록 6 축 액추에이터 (107XA ~ 107ZC) 를 서보 방식으로 구동시킨다. 또한, 계측 프레임 (21) 의 변위 계측 및 변위 제어의 기준으로는, 투영 유닛 (PU) 을 지지하는 메인프레임 (도시 생략) 등을 사용해도 된다.

[0079] 도 1 에 있어서, 노광 장치 (100) 의 가동시에는, 노광 장치 (100) 가 수납된 챔버 (도시 생략) 의 천정의 송풍

구 (6A, 6B) 로부터 화살표 (7A, 7B) 로 나타내는 바와 같이, 고도로 청정화되어 온도가 안정화된 기체 (예를 들어 드라이 에어 등) 가 다운 플로우 방식에 의해 소정 유량으로 공급된다. 공급된 기체의 일부는, 플로어 (FL) 에 형성된 회수구 (도시 생략) 로부터 회수된 후, 방진 필터 및 온도 제어부를 거쳐 다시 송풍구 (6A, 6B) 로부터 챔버 내로 되돌아간다. 이 때, 그 챔버 내를 다운 플로우 방식에 의해 기체가 원활하게 흐르도록, 도 3 에 도시된 바와 같이, 계측 프레임 (21) 의 투영 유닛 (PU) 을 둘러싸는 영역의 거의 전체면에 X 방향, Y 방향으로 소정 피치로 다수의 개구 (25) 가 형성되어 있다. 이로써, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 (W) 의 온도 안정성 등이 향상된다.

[0080] 다음으로, 도 4 에 있어서, 헤드 유닛 (62A, 62C) 은, 투영 유닛 (PU) 의 +X 측, -X 측에 각각 X 방향을 따라 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 을 통과하고 또한 X 축과 평행한 직선 (LH) 상에 소정 간격으로 배치된 복수 (여기에서는 6 개) 의 Y 헤드 (64) 를 구비하고 있다. Y 헤드 (64) 는, 각각 전술한 도 5(A) 의 Y 스케일 ($39Y_1$ 또는 $39Y_2$) 을 사용하여, 웨이퍼 스테이지 (WST)(웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 Y 방향의 위치 (Y 위치) 를 계측한다. 또, 헤드 유닛 (62B, 62D) 은, 투영 유닛 (PU) 의 +Y 측, -Y 측에 각각 Y 방향을 따라 광축 (AX) 을 통과하고 또한 Y 축과 평행한 직선 (LV) 상에 거의 소정 간격으로 배치된 복수 (여기에서는 +Y 측에 7 개 및 -Y 측에 11 개 (단, 도 4 에서는 그 11 개 중 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1) 와 겹치는 3 개는 도시 생략)) 의 X 헤드 (66) 를 구비하고 있다. X 헤드 (66) 는, 각각 전술한 도 5(A) 의 X 스케일 ($39X_1$ 또는 $39X_2$) 을 사용하여, 웨이퍼 스테이지 (WST)(웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 X 방향의 위치 (X 위치) 를 계측한다.

[0081] 따라서, 도 4 의 헤드 유닛 (62A 및 62C) 은, 각각 도 5(A) 의 Y 스케일 ($39Y_1$ 및 $39Y_2$) 을 사용하여, 웨이퍼 스테이지 (WST)(웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 Y 위치를 계측하는 다안 (多眼, 여기서는 6 안) 의 Y 축의 리니어 인코더 (70A 및 70C, 이하, 적절히, Y 인코더라고 약술한다, 도 7 참조) 를 구성한다. Y 인코더 (70A, 70C) 는 각각 복수의 Y 헤드 (64) 의 계측값의 전환 (상세 내용은 후술) 을 실시하는 전환 제어부 (70Aa, 70Ca) 를 구비하고 있다. 여기에서, 헤드 유닛 (62A, 62C) 이 구비하는 인접하는 Y 헤드 (64, 즉, Y 헤드 (64) 로부터 조사되는 계측빔) 의 간격은, 전술한 Y 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$) 의 X 방향의 폭 (보다 정확하게는, 격자선 (38) 의 길이) 보다 좁게 설정되어 있다. 또, 헤드 유닛 (62A ~ 62D) 이 각각 구비하는 복수의 Y 헤드 (64), X 헤드 (66) 중, 가장 내측에 위치하는 Y 헤드 (64), X 헤드 (66) 는, 광축 (AX) 에 가능한 한 가깝게 배치하기 위하여, 투영 광학계 (PL) 의 경통 (40) 의 하단부 (보다 정확하게는 선단 렌즈 (191) 를 둘러싸는 노즐 유닛 (32) 의 횡측) 에서 계측 프레임 (21) 에 고정되어 있다.

[0082] 또, 헤드 유닛 (62B 및 62D) 은, 기본적으로 각각 전술한 X 스케일 ($39X_1$ 및 $39X_2$) 을 사용하여, 웨이퍼 스테이지 (WST)(웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 X 위치를 계측하는, 다안 (여기에서는, 7 안 및 11 안) 의 X 축의 리니어 인코더 (70B 및 70D, 이하, 적절히, X 인코더라고 약술한다, 도 7 참조) 를 구성한다. X 인코더 (70B, 70D) 는 각각 복수의 X 헤드 (66) 의 계측값의 전환 (상세 내용은 후술) 을 실시하는 전환 제어부 (70Ba, 70Da) 를 구비하고 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 예를 들어 후술하는 얼라이먼트시 등에 헤드 유닛 (62D) 이 구비하는 11 개의 X 헤드 (66) 중 2 개의 X 헤드 (66) 가, X 스케일 ($39X_1$ 및 $39X_2$) 에 동시에 대향하는 경우가 있다. 이 경우에는, X 스케일 ($39X_1$ 및 $39X_2$) 과 이에 대향하는 X 헤드 (66) 에 의해, X 리니어 인코더 (70B 및 70D) 가 구성된다.

[0083] 헤드 유닛 (62B, 62D) 이 각각 구비하는 인접하는 X 헤드 (66, 계측빔) 의 간격은, 전술한 X 스케일 ($39X_1$, $39X_2$) 의 Y 방향의 폭 (보다 정확하게는, 격자선 (37) 의 길이) 보다 좁게 설정되어 있다.

[0084] 또한 도 4 의 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁) 의 -X 측, 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₄) 의 +X 측에, 프라이머리 얼라이먼트 (AL1) 의 검출 중심을 통과하는 X 축에 평행한 직선 상 또한 그 검출 중심에 대해 거의 대칭으로 검출점이 배치되는 Y 헤드 ($64y_1$, $64y_2$) 가 각각 형성되어 있다. Y 헤드 ($64y_1$, $64y_2$) 의 간격은, 전술한 거리 (L, 도 6(A) 의 기준 격자 (52) 의 Y 방향의 간격) 와 거의 동일하게 설정되어 있다. Y 헤드 ($64y_1$, $64y_2$) 는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 (W) 의 중심이 상기 직선 (LV) 상에 있는 도 4 에 도시되는 상태에서는, Y 스케일 ($39Y_2$, $39Y_1$) 에 각각 대향하게 되어 있다. 후술하는 얼라이먼트 동작시 등에는, Y 헤드 ($64y_1$, $64y_2$) 에 대향하여 Y 스케일 ($39Y_2$, $39Y_1$) 이 각각 배치되고, 이 Y 헤드 ($64y_1$, $64y_2$, 즉, 이들 Y 헤드 ($64y_1$, $64y_2$) 를 포함하는 Y 인코더 (70C, 70A)) 에 의해 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 위치 (및 Θ_z 방향의

각도)가 계측된다.

- [0085] 또, 본 실시형태에서는, 세컨더리 얼라이먼트계의 후술하는 베이스라인 계측시 등에, 도 6(A)의 CD 바(46)의 한 쌍의 기준 격자(52)와 Y 헤드($64y_1$, $64y_2$)가 각각 대향하고, Y 헤드($64y_1$, $64y_2$)와 대향하는 기준 격자(52)에 의해, CD 바(46)의 Y 위치가, 각각의 기준 격자(52)의 위치에서 계측된다. 이하에서는, 기준 격자(52)에 각각 대향하는 Y 헤드($64y_1$, $64y_2$)에 의해 구성되는 리니어 인코더를 Y 인코더(70E, 70F, 도 7 참조)라고 한다.
- [0086] 상기 서술한 6개의 인코더(70A ~ 70F)의 계측값은, 주 제어 장치(20)에 공급되고, 주 제어 장치(20)는, 인코더(70A ~ 70D)의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 테이블(WTB)의 XY 평면 내의 위치를 제어함과 함께, Y 인코더(70E, 70F)의 계측값에 기초하여, CD 바(46)의 θ_z 방향의 회전을 제어한다.
- [0087] 본 실시형태의 노광 장치(100)에서는, 도 4에 도시된 바와 같이, 조사계(90a) 및 수광계(90b)로 이루어지는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평6-283403호(대응하는 미국특허 제5,448,332호 명세서) 등에 개시된 것과 동일한 구성의 사입사(斜入射)방식의 다점 초점 위치 검출계(이하, 다점 AF 계라고 약술한다)가 형성되어 있다. 본 실시형태에서는, 일례로서 전술한 헤드 유닛(62C)의 -X 단부의 -Y 측에 조사계(90a)가 배치되고, 이에 대향하는 상태에서, 전술한 헤드 유닛(62A)의 +X 단부의 -Y 측에 수광계(90b)가 배치되어 있다.
- [0088] 도 4의 다점 AF 계(90a, 90b)의 복수의 검출점은, 피검면 상에서 X 방향을 따라 소정 간격으로 배치된다. 본 실시형태에서는, 예를 들어 1행 M열(M은 검출점의 총 수) 또는 2행 N열(N은 검출점의 총 수의 1/2)의 행 매트릭스상으로 배치된다. 도 4 중에서는, 각각 검출빔이 조사되는 복수의 검출점을, 개별적으로 도시하지 않고, 조사계(90a) 및 수광계(90b) 사이에서 X 방향으로 연장되는 폭이 좁고 긴 검출 영역(AF)으로 나타내고 있다. 이 검출 영역(AF)은, X 방향의 길이가 웨이퍼(W)의 직경과 동일한 정도로 설정되어 있기 때문에, 웨이퍼(W)를 Y 방향으로 1회 스캔하는 것만으로, 웨이퍼(W)의 거의 전체면에서 Z 방향의 위치 정보(면위치 정보)를 계측할 수 있다. 또, 이 검출 영역(AF)은, Y 방향에 관하여, 전술한 액침 영역(14, 노광 영역(IA))과 얼라이먼트계(AL1, AL2₁ ~ AL2₄)의 검출 영역 사이에 배치되어 있기 때문에, 다점 AF 계와 얼라이먼트계에 의해 그 검출 동작을 병행하여 실시할 수 있도록 되어 있다. 다점 AF 계는, 투영 유닛(PU)을 유지하는 메인 프레임 등에 형성해도 되지만, 본 실시형태에서는 전술한 계측 프레임(21)에 형성하는 것으로 한다.
- [0089] 또한, 복수의 검출점은 1행 M열 또는 2행 N열로 배치되는 것으로 했지만, 행 수 및/또는 열 수는 이에 한정되지 않는다. 단, 행 수가 2 이상인 경우는, 상이한 행 사이에서도 검출점의 X 방향의 위치를 상이하게 하는 것이 바람직하다. 또, 복수의 검출점은 X 방향을 따라 배치되는 것으로 했지만, 이에 한정되지 않고, 복수의 검출점의 전부 또는 일부를 Y 방향에 관하여 상이한 위치에 배치해도 된다.
- [0090] 본 실시형태의 노광 장치(100)는, 다점 AF 계(90a, 90b)의 복수의 검출점 중 양 단에 위치하는 검출점의 근방, 즉 검출 영역(AF)의 양 단부 근방에, 전술한 직선(LV)에 관하여 대칭하는 배치로, 각 1쌍의 Z 위치 계측용 면위치 센서(이하, Z 센서라고 약술한다, 72a, 72b 및 72c, 72d)가 형성되어 있다. 이들 Z 센서(72a ~ 72d)는, 예를 들어 도 3의 계측 프레임(21)의 하면에 고정되어 있다. Z 센서(72a ~ 72d)로서는, 웨이퍼 테이블(WTB)에 대해 상방으로부터 광을 조사하고, 그 반사광을 수광하여 그 광의 조사점에서의 웨이퍼 테이블(WTB) 표면의 XY 평면에 직교하는 Z 방향의 위치 정보를 계측하는 센서, 일례로서 CD 드라이브 장치 등에 사용되는 광 픽업과 같은 구성의 광학식 변위 센서(CD 픽업 방식의 센서)가 사용되고 있다. 또한, Z 센서(72a ~ 72d)는 전술한 투영 유닛(PU)의 메인 프레임 등에 형성해도 된다.
- [0091] 또한, 전술한 헤드 유닛(62C)은, 복수의 Y 헤드(64)를 연결하는 X 방향의 직선(LH)을 사이에 두고 일측과 타측에 위치하는, 직선(LH)에 평행한 2개의 직선 상을 각각 따라 또한 소정 간격으로 배치된 복수(여기에서는 각 6개, 합계 12개)의 Z 센서($74_{i,j}$, $i=1, 2, j=1, 2, \dots, 6$)를 구비하고 있다. 이 경우, 쌍을 이루는 Z 센서($74_{1,j}$, $74_{2,j}$)는, 상기 직선(LH)에 관하여 대칭으로 배치되어 있다. 또, 복수 쌍(여기에서는 6쌍)의 Z 센서($74_{1,j}$, $74_{2,j}$)와 복수의 Y 헤드(64)는, X 방향에 관하여 교대로 배치되어 있다. 각 Z 센서($74_{i,j}$)로는, 예를 들어 전술한 Z 센서(72a ~ 72d)와 동일한 CD 픽업 방식의 센서가 사용되고 있다.
- [0092] 여기에서, 직선(LH)에 관하여 대칭 위치에 있는 각 쌍의 Z 센서($74_{1,j}$, $74_{2,j}$)의 간격은, 전술한 Z 센서(72c, 72d)의 간격과 동일 간격으로 설정되어 있다. 또, 1쌍의 Z 센서($74_{1,4}$, $74_{2,4}$)는, Z 센서(72a,

72b)와 동일한, Y 방향에 평행한 직선 상에 위치하고 있다.

[0093] 또, 전술한 헤드 유닛 (62A) 은, 전술한 직선 (LV) 에 관하여, 상기 서술한 복수의 Z 센서 ($74_{i,j}$) 와 대칭으로 배치된 복수, 여기에서는 12 개의 Z 센서 ($76_{p,q}$, $p = 1, 2, q = 1, 2, \dots, 6$) 를 구비하고 있다. 각 Z 센서 ($76_{p,q}$) 로는, 예를 들어 전술한 Z 센서 (72a ~ 72d) 와 동일한 CD 픽업 방식의 센서가 사용되고 있다.

또, 1 쌍의 Z 센서 ($76_{1,3}$, $76_{2,3}$) 는, Z 센서 (72c, 72d) 와 동일한 Y 방향의 직선 상에 위치하고 있다. Z 센서 ($74_{i,j}$ 및 $76_{p,q}$) 는 계측 프레임 (21) 의 바닥면에 고정되어 있다.

[0094] 또한, 도 4 에서는, 계측 스테이지 (MST) 의 도시가 생략됨과 함께, 그 계측 스테이지 (MST) 와 선단 렌즈 (191) 사이에 유지되는 물 (Lq) 로 형성되는 액침 영역 (14) 이 도시되어 있다. 또, 이 도 4 에 있어서, 부호 78 은, 다점 AF 계 (90a, 90b) 의 빔로 근방에 소정 온도로 온도 조정된 드라이 에어를, 도 4 중의 흰색 화살표로 도시되는 바와 같이, 예를 들어 다운 플로우에 의해 송풍하는 국소 공조 시스템을 나타낸다. 또, 부호 UP 는, 웨이퍼 테이블 (WTB) 상의 웨이퍼의 언로드가 실시되는 언로드 포지션을 나타내고, 부호 LP 는 웨이퍼 테이블 (WTB) 상으로의 웨이퍼의 로딩이 실시되는 로딩 포지션을 나타낸다. 본 실시형태에서는, 언로드 포지션 (UP) 과, 로딩 포지션 (LP) 은, 직선 (LV) 에 관하여 대칭으로 설정되어 있다. 또한, 언로드 포지션 (UP) 과 로딩 포지션 (LP) 을 동일한 위치로 해도 된다.

[0095] 도 7 에는, 노광 장치 (100) 의 제어계의 주요한 구성이 나타나 있다. 이 제어계는, 장치 전체를 통괄적으로 제어하는 마이크로 컴퓨터 (또는 워크스테이션) 로 이루어지는 주제어 장치 (20) 를 중심으로 하여 구성되어 있다. 또한, 도 7 에는, 전술한 조도 불균일 센서 (94), 공간 이미지 계측기 (96) 및 파면 수차 계측기 (98) 등의 계측 스테이지 (MST) 에 형성된 각종 센서가, 모두 센서군 (9) 으로 나타나 있다.

[0096] 상기 서술한 바와 같이 하여 구성된 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 전술한 웨이퍼 테이블 (WTB) 상의 X 스케일, Y 스케일의 배치 및 전술한 X 헤드, Y 헤드의 배치를 채용하였기 때문에, 도 8(A) 및 도 8(B) 등에 예시되는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 유효 스트로크 범위 (즉, 본 실시형태에서는, 얼라이먼트 및 노광 동작을 위해 이동하는 범위) 에서는, 반드시, X 스케일 ($39X_1$, $39X_2$) 과 헤드 유닛 (62B, 62D)(X 헤드 (66)) 가 각각 대향하고, 또한 Y 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$) 과 헤드 유닛 (62A, 62C)(Y 헤드 (64)) 또는 Y 헤드 ($64y_1$, $64y_2$) 가 각각 대향하도록 되어 있다. 또한, 도 8(A) 및 도 8(B) 중에는, 대응하는 X 스케일 또는 Y 스케일에 대향한 헤드가 원으로 둘러싸여 나타나 있다.

[0097] 이 때문에, 주제어 장치 (20) 는, 전술한 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 유효 스트로크 범위에서는, 인코더 (70A ~ 70D) 의 적어도 3 개의 계측값에 기초하여, 스테이지 구동계 (124) 를 구성하는 각 모터를 제어함으로써, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내의 위치 정보 (θ_z 방향의 회전 정보를 포함한다) 를 고정밀도로 제어할 수 있다. 인코더 (70A ~ 70D) 의 계측값이 받는 공기 흔들림의 영향은, 간섭계에 비해서는 무시할 수 있을 정도로 작기 때문에, 공기 흔들림에서 기인되는 계측값의 단기 안정성은, 간섭계에 비해 현저히 양호하다. 또한, 본 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 유효 스트로크 범위 및 스케일의 사이즈 (즉, 회절 격자의 형성 범위) 등에 따라, 헤드 유닛 (62B, 62D, 62A, 62C) 의 사이즈 (예를 들어, 헤드의 수 및/또는 간격 등) 를 설정하고 있다. 따라서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 유효 스트로크 범위에서는, 4 개의 스케일 ($39X_1$, $39X_2$, $39Y_1$, $39Y_2$) 이 모두 헤드 유닛 (62B, 62D, 62A, 62C) 과 각각 대향하지만, 4 개의 스케일이 모두 대응하는 헤드 유닛과 대향하지 않아도 된다. 예를 들어, X 스케일 ($39X_1$, $39X_2$) 의 일방, 및/또는 Y 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$) 의 일방이 헤드 유닛으로부터 벗어나도 된다. X 스케일 ($39X_1$, $39X_2$) 의 일방, 또는 Y 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$) 의 일방이 헤드 유닛으로부터 벗어나는 경우, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 유효 스트로크 범위에서는 3 개의 스케일이 헤드 유닛과 대향하기 때문에, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 축, Y 축 및 θ_z 방향의 위치 정보를 상시 계측할 수 있다. 또, X 스케일 ($39X_1$, $39X_2$) 의 일방, 및 Y 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$) 의 일방이 헤드 유닛으로부터 벗어나는 경우, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 유효 스트로크 범위에서는 2 개의 스케일이 헤드 유닛과 대향하기 때문에, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 θ_z 방향의 위치 정보는 상시 계측할 수 없지만, X 축 및 Y 방향의 위치 정보는 상시 계측할 수 있다. 이 경우, 간섭계 시스템 (118) 에 의해 계측되는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 θ_z 방향의 위치 정보를 병용하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어를 실시해도 된다.

[0098] 또, 도 8(A) 중에 흰색 화살표로 나타내는 바와 같이 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 X 방향으로 구동시킬 때, 그 웨

이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 방향의 위치를 계측하는 Y 헤드 (64) 가, 동일한 도면 중에 화살표 (e_1 , e_2) 로 나타나는 바와 같이, 인접하는 Y 헤드 (64) 로 순차적으로 전환된다. 예를 들어, 실선의 동그라미로 둘러싸이는 Y 헤드 (64) 로부터 점선의 동그라미로 둘러싸이는 Y 헤드 (64) 로 전환된다. 이 때문에, 그 전환 전후에, 도 7 의 Y 인코더 (70A, 70C) 내의 전환 제어부 (70Aa, 70Ca) 에 의해 계측값이 인계된다. 즉, 본 실시형태에서는, 이 Y 헤드 (64) 의 전환 및 계측값의 인계를 원활히 실시하기 위해, 전술한 바와 같이, 헤드 유닛 (62A, 62C) 이 구비하는 인접하는 Y 헤드 (64) 의 간격을, Y 스케일 (39Y₁, 39Y₂) 의 X 방향의 폭보다 좁게 설정한 것이다.

[0099] 또, 본 실시형태에서는, 전술한 바와 같이, 헤드 유닛 (62B, 62D) 이 구비하는 인접하는 X 헤드 (66) 의 간격은, 전술한 X 스케일 (39X₁, 39X₂) 의 Y 방향의 폭보다 좁게 설정되어 있다. 따라서, 상기 서술한 바와 같이, 도 8(B) 중에 흰색 화살표로 나타내는 바와 같이 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 Y 방향으로 구동시킬 때, 그 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 방향의 위치를 계측하는 X 헤드 (66) 가, 순차적으로 인접하는 X 헤드 (66) 로 전환되고 (예를 들어 실선의 동그라미로 둘러싸이는 X 헤드 (66) 로부터 점선의 동그라미로 둘러싸이는 X 헤드 (66) 로 전환된다), 그 전환 전후에 도 7 의 X 인코더 (70B, 70D) 내의 전환 제어부 (70Ba, 70Da) 에 의해 계측값이 인계된다.

[0100] 다음으로, 인코더 (70A ~ 70F) 의 Y 헤드 (64) 및 X 헤드 (66) 의 구성 등에 대하여, 도 9(A) 에 확대하여 도시된 Y 인코더 (70A) 를 대표적으로 들어 설명한다. 이 도 9(A) 에서는, Y 스케일 (39Y₁) 에 검출광 (계측빔) 을 조사하는 헤드 유닛 (62A) 중 하나인 Y 헤드 (64) 를 도시하고 있다.

[0101] Y 헤드 (64) 는, 크게 나누면, 조사계 (64a), 광학계 (64b), 및 수광계 (64c) 의 3 부분으로 구성되어 있다. 조사계 (64a) 는, 레이저 광 (LB) 을 Y 축 및 Z 축에 대해 45° 를 이루는 방향으로 사출하는 광원, 예를 들어 반도체 레이저 (LD) 와, 그 반도체 레이저 (LD) 로부터 사출되는 레이저빔 (LB) 의 광로 상에 배치된 렌즈 (L1) 를 포함한다. 광학계 (64b) 는, 그 분리면이 XZ 평면과 평행한 편광빔 스플리터 (PBS), 1 쌍의 반사 미러 (R1a, R1b), 렌즈 (L2a, L2b), 4 분의 1 파장판 (이하, $\lambda/4$ 판이라고 기술한다, WP1a, WP1b) 및 반사 미러 (R2a, R2b) 등을 구비하고 있다.

[0102] 상기 수광계 (64c) 는, 편광자 (검광자) 및 광검출기 등을 포함한다. 이 Y 인코더 (70A) 의 Y 헤드 (64) 에 있어서, 반도체 레이저 (LD) 로부터 사출된 레이저빔 (LB) 은 렌즈 (L1) 를 통해 편광빔 스플리터 (PBS) 에 입사되고, 편광 분리되어 2 개의 빔 (LB₁, LB₂) 으로 된다. 편광빔 스플리터 (PBS) 를 투과한 빔 (LB₁) 은 반사 미러 (R1a) 를 통해 Y 스케일 (39Y₁) 에 형성된 반사형 회절 격자 (RG) 에 도달하고, 편광빔 스플리터 (PBS) 에서 반사된 빔 (LB₂) 은 반사 미러 (R1b) 를 통해 반사형 회절 격자 (RG) 에 도달한다. 또한, 여기에서 편광 분리란, 입사빔을 P 편광 성분과 S 편광 성분으로 분리하는 것을 의미한다.

[0103] 빔 (LB₁, LB₂) 의 조사에 의해 회절 격자 (RG) 로부터 발생되는 소정 차수의 회절빔, 예를 들어 ± 1 차 회절빔은 각각, 렌즈 (L2b, L2a) 를 통해 $\lambda/4$ 판 (WP1b, WP1a) 에 의해 원편광으로 변환된 후, 반사 미러 (R2b, R2a) 에 의해 반사되어 다시 $\lambda/4$ 판 (WP1b, WP1a) 을 통과하여, 왕로와 동일한 광로를 역방향으로 찾아가 편광빔 스플리터 (PBS) 에 도달한다. 편광빔 스플리터 (PBS) 에 도달한 2 개의 빔 (LB₁, LB₂) 은, 각각 그 편광 방향이 원래의 방향에 대해 90 도 회전되어 있다. 이 때문에, 먼저 편광빔 스플리터 (PBS) 를 투과한 빔 (LB₁) 의 1 차 회절빔은, 편광빔 스플리터 (PBS) 에서 반사되어 수광계 (64c) 에 입사됨과 함께, 먼저 편광빔 스플리터 (PBS) 에서 반사된 빔 (LB₂) 의 1 차 회절빔은, 편광빔 스플리터 (PBS) 를 통과하여 빔 (LB₁) 의 -1 차 회절빔과 동축에 합성되어 수광계 (64c) 에 입사된다. 그리고, 상기 2 개의 ± 1 차 회절빔은, 수광계 (64c) 의 내부에서, 검광자에 의해 편광 방향이 일치하게 되어, 서로 간섭하여 간섭광이 되고, 이 간섭광이 광검출기에 의해 검출되어, 간섭광의 강도에 따른 전기 신호로 변환된다.

[0104] 또한, 예를 들어 빔 (LB₁, LB₂) 을 분기 및 합성하는 광학계 등을 부가하여, 그 간섭광과 위상이 90° 상이한 간섭광을 생성하고, 이 간섭광을 광전 변환하여 전기 신호를 생성해도 된다. 이 경우, 위상이 90° 상이한 2 상의 전기 신호를 사용함으로써, Y 스케일 (39Y₁) 의 주기 (피치) 의 1/2 을 나아가 예를 들어 수백분의 1 이상으로 내삽한 계측 펄스를 생성하여, 계측 분해능을 높일 수 있다.

[0105] 상기의 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, Y 인코더 (70A) 에서는, 간섭 시키는 2 개의 빔의 광로 길이가 매

우 짧고 또한 거의 동일하기 때문에, 공기 흔들림의 영향을 거의 무시할 수 있다. 그리고, Y 스케일 ($39Y_1$)(즉 웨이퍼 스테이지 (WST)) 이 계측 방향 (이 경우, Y 방향) 으로 이동되면, 2 개의 빔 각각의 위상이 변화되어 간섭광의 강도가 변화된다. 이 간섭광의 강도의 변화가, 수광계 (64c) 에 의해 검출되고, 그 강도 변화에 따른 위치 정보가 Y 인코더 (70A) 의 계측값으로서 출력된다. 그 밖의 인코더 (70B, 70C, 70D) 등도, 인코더 (70A) 와 동일하게 하여 구성되어 있다. 각 인코더 (70B, 70C, 70D) 로서는, 분해능이, 예를 들어 0.1 nm 정도인 것이 사용되고 있다. 또한, 본 실시형태의 인코더에서는, 도 9(B) 에 도시된 바와 같이, 검출광으로서 격자 (RG) 의 주기 방향으로 길게 연장되는 단면 형상의 레이저빔 (LB) 을 사용해도 된다. 도 9(B) 에서는, 격자 (RG) 와 비교하여 빔 (LB) 을 과장하여 크게 도시하고 있다.

[0106] 이하, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 있어서의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 계측 및 노광을 실시하기 위한 동작의 일례에 대하여 도 11 의 플로우 차트를 참조하여 설명한다. 먼저, 도 11 의 단계 201 에 있어서, 도 3 의 계측 프레임 (21) 에 X 축, Y 축의 헤드 유닛 (62A ~ 62D) 의 복수의 인코더 헤드 (X 헤드 (66), Y 헤드 (64)) 와 복수 축의 웨이퍼 간섭계의 간섭 광학계인 Y 축 간섭계 (16, 18) 및 X 축 간섭계 (126, 130) 를 장착한다. 다음의 단계 202 에 있어서, 계측 프레임 (21) 을 도 3 의 매달림 부재 (22A ~ 22C) 로부터 방진 부재 (23A ~ 23C) 를 개재하여 매단다. 그 후, 투영 유닛 (PU) 의 선단부를 계측 프레임 (21) 의 개구 (21a) 에 통과시켜, 노즐 유닛 (32) 을 포함하는 액침 기구를 장착한다.

[0107] 다음 단계 203 에 있어서, 도 5(A) 의 X 축, Y 축의 스케일 ($39X_1$, $39X_2$, $39Y_1$, $39Y_2$) 이 형성된 플레이트 (28) 를 웨이퍼 테이블 (WTB) 상에 설치하고, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 조립 조정을 실시함과 함께, 계측 프레임 (21) 에 도 3 에 도시하는 6 축 센서 (106XA ~ 106ZC, 변위 센서) 및 6 축 액추에이터 (107XA ~ 107ZC) 를 장착한다. 지금까지의 단계 201 ~ 203 의 동작은, 예를 들어 노광 장치 (100) 의 조립 조정시에 클린룸 내에서 실행된다. 조립 조정이 완료된 후에, 노광 장치 (100) 는 소정 챔버 내에 수납되어 있다.

[0108] 다음으로, 노광 장치 (100) 의 가동 개시시에, 도 11 의 단계 204 에 있어서, 노광 장치 (100) 가 수납된 챔버 내에서 청정한 기체의 다운 플로우를 개시한다. 다음의 단계 205 에 있어서, 도 3 의 센서 (106XA ~ 106ZC) 를 사용하여 칼럼 (105A ~ 105C, 플로어면) 에 대한 계측 프레임 (21) 의 6 자유도의 변위를 계측하고, 액추에이터 (107XA ~ 107ZC) 를 통해 그 변위를 허용 범위 내에 들어오게 한다. 다음의 단계 206 에 있어서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 저속으로 이동시켜, X 헤드 (66), Y 헤드 (64)(인코더 헤드) 와 웨이퍼 간섭계의 Y 축 간섭계 (16) 및 X 축 간섭계 (126) 로 계측 프레임 (21)(투영 광학계 (PL)) 에 대한 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동량을 계측하고, 이 계측 결과에 기초하여 X 헤드 (66), Y 헤드 (64)(헤드 유닛 (62A ~ 62D)) 의 계측값의 교정 (캘리브레이션) 을 실시한다. 이 캘리브레이션에 대하여 상세하게 설명한다.

[0109] 즉, 인코더의 스케일은, 사용 시간의 경과와 함께 열팽창 그 이외의 이유에 의해 회절 격자가 변형되거나 회절 격자의 피치가 부분적 또는 전체적으로 변화되는 등, 기계적인 장기 안정성이 결여된다. 이 때문에, 그 계측값에 포함되는 오차가 사용 시간의 경과와 함께 커지기 때문에 이것을 보정할 필요가 있다. 이 경우, 도 2 의 Y 축 간섭계 (16) 및 X 축 간섭계 (126) 에 의하면, 아베 오차 없이 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 Y 위치 및 X 위치를 계측할 수 있다.

[0110] 그래서, Y 축 간섭계 (16) 의 계측값의 간섭계 흔들림에서 기인되는 단기 변동을 무시할 수 있는 정도의 저속으로, 또한 X 축 간섭계 (126) 의 계측값을 소정값으로 고정시키면서, Y 축 간섭계 (16) 및 도 4 의 Z 센서 ($74_{1,4}$, $74_{2,4}$, $76_{1,3}$, $76_{2,3}$) 의 계측값에 기초하여, 피칭량, 롤링량 및 요잉량을 모두 0 으로 유지하면서, 예를 들어 Y 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$) 의 타단 (-Y 축의 일단) 이 각각 대응하는 헤드 유닛 (62A, 62C) 과 일치할 때까지 (전술한 유효 스트로크 범위에서) 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 +Y 방향으로 이동시킨다. 이 이동 중에, 주제어 장치 (20) 는, 도 7 의 Y 리니어 인코더 (70A, 70C) 의 계측값 및 Y 축 간섭계 (16) 의 계측값을, 소정 샘플링 간격으로 받아들이고, 그 받아들인 계측값에 기초하여 Y 리니어 인코더 (70A, 70C) 의 계측값과 Y 축 간섭계 (16) 의 계측값의 관계를 구한다. 이 관계로부터, Y 리니어 인코더 (70A, 70C)(헤드 유닛 (62A, 62C)) 계측값의 오차를 보정할 수 있다.

[0111] 동일하게, X 축 간섭계 (126) 를 사용하여, X 리니어 인코더 (70B, 70D)(헤드 유닛 (62B, 62D)) 의 계측값의 오차를 보정할 수 있다.

[0112] 다음으로 도 11 의 단계 207 에 있어서, 복수의 X 축, Y 축의 헤드 유닛 (62A ~ 62D) 의 Y 헤드 (64), X 헤드 (66)(인코더 헤드) 의 계측값을 전환하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 좌표 위치를 계측하면서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 및 속도를 제어하여, 얼라이트먼트 및 웨이퍼의 노광을 실시한다. 그 후, 단계 208 에서 래티

클 교환 등의 다음 공정의 동작이 실시된다.

- [0113] 구체적으로, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서 실시되는, 단계 207 의 웨이퍼 얼라이먼트에 대해, 도 10(A) ~ 도 10(C) 을 사용하여 간단하게 설명한다.
- [0114] 여기에서는, 도 10(C) 에 도시된 레이아웃 (쇼트 맵) 에서 복수의 쇼트 영역이 형성되어 있는 웨이퍼 (W) 상의 착색된 16 개의 쇼트 영역 (AS) 을, 얼라이먼트 쇼트로 하는 경우의 동작에 대해 설명한다. 또한, 도 10(A), 도 10(B) 에서는, 계측 스테이지 (MST) 의 도시는 생략되어 있다.
- [0115] 이 때에, 미리 도 4 의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 에서 도 6(A) 의 계측 스테이지 (MST) 측의 CD 바 (46) 상의 대응하는 기준 마크 (M) 의 좌표를 계측함으로써, 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 의 베이스 라인 량 (검출 중심의 좌표와, 도 1 의 레티클 (R) 의 패턴 이미지의 기준 위치의 위치 관계) 이 구해져 도 7 의 얼라이먼트 연산계 (20a) 에 기억되어 있다. 또, 전제로서, 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁ ~ AL2₄) 는, 얼라이먼트 쇼트 (AS) 의 배치에 맞추어, 그 X 방향의 위치 조정이 사전에 실시되어 있는 것으로 한다.
- [0116] 먼저, 주제어 장치 (20) 는, 로딩 포지션 (LP) 에 웨이퍼 (W) 중심이 위치 결정된 웨이퍼 스테이지 (WST) 를, 도 10(A) 중의 좌측 경사 상부를 향하여 이동시켜, 웨이퍼 (W) 의 중심이 직선 (LV) 상에 위치하는, 소정 위치 (후술하는 얼라이먼트 개시 위치) 에 위치 결정한다. 이 경우의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동은, 주제어 장치 (20) 에 의해, X 인코더 (70D) 의 계측값 및 Y 축 간섭계 (16) 의 계측값에 기초하여, 스테이지 구동계 (124) 의 각 모터를 구동시킴으로써 실시된다. 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 얼라이먼트 개시 위치에 위치 결정된 상태에서는, 웨이퍼 (W) 가 탑재된 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 XY 평면 내의 위치 (θz 회전을 포함한다) 의 제어는, 도 4 의 X 스케일 (39X₁, 39X₂) 에 각각 대향하는 헤드 유닛 (62D) 이 구비하는 2 개의 X 헤드 (66), 및 Y 스케일 (39Y₁, 39Y₂) 에 각각 대향하는 Y 헤드 (64y₂, 64y₁, 4 개의 인코더) 의 계측값에 기초하여 실시된다.
- [0117] 다음으로, 주제어 장치 (20) 는, 상기 4 개의 인코더의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 +Y 방향으로 소정 거리 이동시켜 도 10(A) 에 도시된 위치에 위치 결정하고, 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1), 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₂, AL2₃) 를 사용하여, 3 개의 퍼스트 얼라이먼트 쇼트 (AS) 에 부착 형성된 얼라이먼트 마크를 거의 동시에 또한 개별적으로 검출하고 (도 10(A) 중의 별 마크 참조), 상기 3 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₂, AL2₃) 의 검출 결과와 그 검출시의 상기 4 개의 인코더의 계측값을 관련지어 얼라이먼트 연산계 (20a) 에 공급한다. 또한, 이 때 얼라이먼트 마크를 검출하지 않은, 양 단의 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₁, AL2₄) 는, 웨이퍼 테이블 (WTB)(또는 웨이퍼) 에 검출광을 조사하지 않도록 해도 되고, 조사하도록 해도 된다. 또, 본 실시형태의 웨이퍼 얼라이먼트에서는, 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1) 가 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 센터 라인 상에 배치되도록, 웨이퍼 스테이지 (WST) 는 그 X 방향의 위치가 설정되고, 이 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1) 는 웨이퍼의 중심선 상에 위치하는 얼라이먼트 쇼트의 얼라이먼트 마크를 검출한다. 또한, 웨이퍼 (W) 상에서 각 쇼트 영역의 내부에 얼라이먼트 마크가 형성되는 것으로 해도 되지만, 본 실시형태에서는 각 쇼트 영역의 외부, 즉 웨이퍼 (W) 의 다수의 쇼트 영역을 구획하는 스트리트 라인 (스크라이브 라인) 상에 얼라이먼트 마크가 형성되어 있는 것으로 한다.
- [0118] 다음으로, 주제어 장치 (20) 는, 상기 4 개의 인코더의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 +Y 방향으로 소정 거리 이동시켜 5 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 가 웨이퍼 (W) 상의 5 개의 세컨드 얼라이먼트 쇼트 (AS) 에 부착 형성된 얼라이먼트 마크를 거의 동시에 또한 개별적으로 검출할 수 있게 되는 위치에 위치 결정하고, 5 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 를 사용하여, 5 개의 얼라이먼트 마크를 거의 동시에 또한 개별적으로 검출하고, 상기 5 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 의 검출 결과와 그 검출시의 상기 4 개의 인코더 계측값을 관련지어 얼라이먼트 연산계 (20a) 에 공급한다.
- [0119] 다음으로, 주제어 장치 (20) 는, 상기 4 개의 인코더의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 +Y 방향으로 소정 거리 이동시켜 5 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 가 웨이퍼 (W) 상의 5 개의 서드 얼라이먼트 쇼트 (AS) 에 부착 형성된 얼라이먼트 마크를 거의 동시에 또한 개별적으로 검출할 수 있게 되는 위치에 위치 결정하고, 5 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 를 사용하여, 5 개의 얼라이먼트 마크를 거의 동시에 또한 개별적으로 검출하고 (도 10(B) 중의 별 마크 참조), 상기 5 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 의 검

출 결과와 그 검출시의 상기 4 개의 인코더의 계측값을 관련지어 얼라이먼트 연산계 (20a) 에 공급한다.

[0120] 다음으로, 주제어 장치 (20) 는, 상기 4 개의 인코더의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 +Y 방향으로 소정 거리 이동시켜 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1), 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2₂, AL2₃) 를 사용하여, 웨이퍼 (W) 상의 3 개의 포스 얼라이먼트 쇼트 (AS) 에 부착 형성된 얼라이먼트 마크를 거의 동시에 또한 개별적으로 검출할 수 있게 되는 위치에 위치 결정하고, 상기 3 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₂, AL2₃) 를 사용하여, 3 개의 얼라이먼트 마크를 거의 동시에 또한 개별적으로 검출하고, 상기 3 개의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₂, AL2₃) 의 검출 결과와 그 검출시의 상기 4 개의 인코더의 계측값을 관련지어 얼라이먼트 연산계 (20a) 에 공급한다.

[0121] 그리고, 얼라이먼트 연산계 (20a) 는, 이와 같이 하여 얻은 합계 16 개의 얼라이먼트 마크의 검출 결과와 대응하는 상기 4 개의 인코더의 계측값과 프라이머리 얼라이먼트계 (AL1), 세컨더리 얼라이먼트계 (AL2_n) 의 베이스 라인을 사용하여, 예를 들어 일본 공개특허공보 소61-44429호 (대응하는 미국 특허공보 제4,780,617호 명세서) 등에 개시되는 EGA 방식으로 통계 연산을 실시하고, 상기 4 개의 인코더 (4 개의 헤드 유닛) 의 계측 축으로 규정되는 스테이지 좌표계 (예를 들어, 투영 광학계 (PL) 의 광축을 원점으로 하는 XY 좌표계) 상에 있어서의 웨이퍼 (W) 상의 모든 쇼트 영역의 배열을 산출한다.

[0122] 이와 같이, 본 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 +Y 방향으로 이동시켜, 그 이동 경로 상에 있어서의 4 지점에 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 위치 결정함으로써, 합계 16 지점의 얼라이먼트 쇼트 (AS) 에 있어서의 얼라이먼트 마크의 위치 정보를, 16 지점의 얼라이먼트 마크를 단일의 얼라이먼트계로 순차적으로 검출하는 경우 등과 비교하여, 현격히 단시간에 얻을 수 있다. 이 경우에 있어서, 예를 들어 얼라이먼트계 (AL1, AL2₂, AL2₃) 에 대해 보면 특히 알기 쉬운데, 상기의 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 이동하는 동작과 연동하여, 이들 얼라이먼트계 (AL1, AL2₂, AL2₃) 는 각각, 검출 영역 (예를 들어, 검출광의 조사 영역에 상당) 내에 순차적으로 배치되는, Y 방향을 따라 배열된 복수의 얼라이먼트 마크를 검출한다. 이 때문에, 상기의 얼라이먼트 마크의 계측시에, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 X 방향으로 이동시킬 필요가 없기 때문에, 얼라이먼트를 효율적으로 실행할 수 있다.

[0123] 다음으로, 주제어 장치 (20) 의 제어 하에서, 얼라이먼트 연산계 (20a) 로부터 공급된 배열 좌표에 기초하여 헤드 유닛 (62A ~ 62D)(인코더 (70A ~ 70D)) 의 계측값을 사용하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 구동시킴으로써, 액침 방식으로, 또한 스텝·앤드·스캔 방식으로 웨이퍼 (W) 상의 전부의 쇼트 영역에 레티클 (R) 의 패턴 이미지가 노광된다.

[0124] 본 실시형태의 작용 효과는 이하와 같다.

[0125] (1) 도 1 의 노광 장치 (100) 에 의한 계측 방법은, 웨이퍼 스테이지 (WST, 가동 부재) 에 형성된 스케일 (39X₁, 39X₂ 및 39Y₁, 39Y₂) 을 복수의 X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 에서 검출하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 변위 정보를 계측하는 계측 방법으로서, 복수의 X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 를 선 팽창률이 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 스케일 (39X₁) 등이 형성된 플레이트 (28) 를 제외한 본체부의 선 팽창률보다 작은 계측 프레임 (21) 으로 지지하는 단계 201 과, 복수의 X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 의 검출 결과로부터 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 변위 정보를 계측하는 단계 207 을 갖는다.

[0126] 또, 노광 장치 (100) 는, 이동 가능한 웨이퍼 스테이지 (WST) 에 유지된 웨이퍼 (W) 에 조명광 (IL, 노광광) 을 조사하여 웨이퍼 (W) 에 소정 패턴을 형성하는 노광 장치로서, 그 스케일 (39X₁, 39Y₁) 등과, 그 스케일의 위치 정보를 검출하는 복수의 X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 와, 복수의 X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 를 일체적으로 지지하는 계측 프레임 (21) 과, 복수의 X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 의 검출 결과로부터, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 변위 정보를 구하는 인코더 (70A ~ 70D) 내의 전환 제어부 (70Aa ~ 70Da) 를 구비하고 있다.

[0127] 따라서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 에 형성된 스케일을 X 헤드 (66), Y 헤드 (64) 에서 검출하는 방식이기 때문에, 레이저 간섭계와 같이 가동 부재의 이동 스트로크와 동일한 정도의 길이의 광로를 형성할 필요가 없고, 주위 기체의 굴절률 변동의 영향을 저감시킬 수 있다. 또, 스케일 (39X₁) 이 하나의 X 헤드 (66) 의 검출 대상 영역으로부터 벗어나는 경우에는, 그 스케일 (39X₁) 을 검출할 수 있는 다른 X 헤드 (66) 로 전환하여 계측이 수행된다. 이 때, 계측 프레임 (21) 의 선 팽창률은 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 본체부보다 작고, 주위의 온도가 변동해도, 복수의 X 헤드 (66) 간의 위치 관계의 변동이 억제되어, 복수의 X 헤드 (66) 를 전환할 때의 계측

오차를 줄일 수 있다. 따라서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 결정 정밀도, 및 노광 장치로서의 중첩 정밀도 등이 향상된다.

[0128] (2) 또, 계측 프레임 (21) 은, 인바보다 선 팽창률이 작은 재료로 형성되어 있다. 따라서, 계측 프레임 (21) 에 어느 정도의 온도 변화가 발생해도, 계측 오차가 작게 유지된다. 또한, 계측 프레임 (21) 은, 복수의 블록을 나사 고정 등에 의해 연결하여 구성해도 된다.

[0129] (3) 또, 플로어면, 나아가서는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 안내면을 갖는 베이스반 (12) 에 대해 계측 프레임 (21) 을 방진 부재 (23A ~ 23C) 를 개재하여 진동적으로 분리하여 지지하는 단계 202 를 구비하고 있다. 따라서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 구동시킬 때의 진동의 영향으로 X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 의 계측 오차가 생기는 경우가 없다.

[0130] (4) 또, 도 3 의 센서 (106XA ~ 106ZC) 및 액추에이터 (107XA ~ 107ZC) 를 사용하여, 플로어면, 나아가서는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 안내면을 갖는 베이스반 (12) 에 대해 계측 프레임 (21) 의 변위를 억제하는 단계 205 를 구비하고 있다. 따라서, 계측 프레임 (21) 을 방진 부재 (23A ~ 23C) 를 개재하여 지지하고 있어도, X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 의 위치가 안정적으로 유지되어, 계측 정밀도가 향상된다.

[0131] (5) 또, 계측 프레임 (21) 에 웨이퍼 간섭계의 적어도 일부의 광학 부재인 Y 축 간섭계 (16), X 축 간섭계 (126) 를 형성하고, Y 축 간섭계 (16), X 축 간섭계 (126) 에 의해 계측 프레임 (21)(투영 광학계 (PL)) 에 대한 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 변위를 계측하는 단계 206 을 갖는다. 따라서, Y 축 간섭계 (16), X 축 간섭계 (126) 에 의한 계측값에 의해 Y 헤드 (64) 및 X 헤드 (66) 에 의한 계측값의 캘리브레이션 등을 실시할 수 있다.

[0132] (6) 또, 스케일 (39X₁, 39Y₁) 은 회절 격자 형상의 주기적 패턴이고, X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 는, 그 주기적 패턴에 검출광을 조사하여 그 주기적 패턴으로부터 발생하는 복수의 회절광 (1 차 회절광) 의 간섭광을 수광하고 있다. 따라서, X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 에 의해, 짧은 광로를 사용하여 흔들림의 영향을 작게 한 후에, 레이저 간섭계 수준의 분해능 (정밀도) 으로 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 변위를 계측할 수 있다.

[0133] 또한, 인코더 (70A ~ 70D) 로는, 극성이 반전하는 발자체 (發磁體) 를 미소 피치로 형성한 주기적인 자기 스케일과, 이 자기 스케일을 판독하는 자기 헤드를 포함하는 자기식 리니어 인코더 등을 사용할 수도 있다.

[제 2 실시형태]

[0135] 이하, 본 발명의 제 2 실시형태에 대해 도 12 를 참조하여 설명한다. 본 실시형태는, 도 1 의 X 헤드 (66) 등을 계측 프레임으로 직접 지지하는 것이 아니라, 계측 프레임에 걸어맞추어진 부재로 지지하는 것이다. 도 12 에 있어서, 도 1 에 대응하는 부분에는 동일 또는 유사한 부호를 붙여 그 상세한 설명을 생략 또는 간략화한다.

[0136] 도 12 는, 본 실시형태의 노광 장치 (100A) 를 도시한다. 도 12 에 있어서, 도 1 의 계측 프레임 (21) 대신에, 평판 형상의 계측 프레임 (21M) 이 방진 부재 (23A, 23B) 등을 개재하여 매달림 부재 (22A, 22B) 등에 매달려 지지되어 있다. 또, 계측 프레임 (21M) 의 바닥면에 평판 형상의 인코더 헤드용 베이스 (이하, 헤드 베이스라고 부른다, 26) 가 진공 흡착에 의해 유지되어 있다. 계측 프레임 (21M) 및 헤드 베이스 (26) 에는, XY 평면 내에서 거의 동일한 위치 관계가 되도록, 다운 플로우에 의해 공급되는 기체를 통과시키기 위한 다수의 개구 (도시 생략) 가 형성되어 있다. 또, 계측 프레임 (21M) 및 헤드 베이스 (26) 에는, 각각 투영 유닛 (PU) 의 하단부를 통과하기 위한 개구 (21Ma 및 26a) 가 형성되어 있다.

[0137] 또한, 헤드 베이스 (26) 의 바닥면에, 도 4 의 헤드 유닛 (62B, 62D) 을 구성하는 복수의 X 헤드 (66) 및 도 4 의 헤드 유닛 (62A, 62C) 을 구성하는 복수의 Y 헤드 (64, 도 12 에서는 도시 생략) 가 고정 부재 (도시 생략) 에 의해 고정되어 있다. 헤드 베이스 (26) 의 바닥면에는, Y 축 간섭계 (16, 18) 및 도 2 의 X 축 간섭계 (126, 130) 도 고정된다. 또한, 도 4 의 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 에 대해서는, 그 전부를 계측 프레임 (21M) 으로 지지하고, 헤드 베이스 (26) 에는, 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 의 선단부를 통과하는 개구를 형성해 두어도 된다. 또는, 얼라이먼트계 (AL1, AL2₁ ~ AL2₄) 의 적어도 선단부의 광학계를 헤드 베이스 (26) 로 지지해도 된다.

[0138] 또, 도 12 의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 플레이트 (28) 에도 도 5(A) 와 동일하게 X 스케일 (39X₁, 39X₂) 및 Y 스케일 (39Y₁, 39Y₂) 이 형성되어 있다. 도 12 의 헤드 베이스 (26) 의 바닥면의 X 헤드 (66) 및 Y 헤드

(64, 도시 생략) 도 각각 X 스케일 ($39X_1$, $39X_2$) 및 Y 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$)의 위치 정보, 나아가서는 웨이퍼 스테이지 (WST)(웨이퍼 테이블 (WTB))의 위치 정보를 검출한다.

[0139] 도 12에 있어서, 헤드 베이스 (26)는, 그 선 팽창률이 웨이퍼 스테이지 (WST)의 플레이트 (28)(도 5(A)의 스케일 ($39Y_1$, $39Y_2$, $39X_1$, $39X_2$)가 형성되어 있다) 이외의 부재 (웨이퍼 스테이지 (WST)의 본체부)의 선 팽창률보다 작은 재료, 즉 매우 작은 선 팽창률의 재료로 형성되어 있다. 헤드 베이스 (26)의 재료는, 도 1의 계측 프레임 (21)과 동일한 저팽창 유리 또는 저팽창 유리 세라믹스이다. 헤드 베이스 (26)는 계측 프레임 (21M)에 대해 두께가 몇 분의 1 정도로 작은 형상이기 때문에, 저팽창 유리 또는 저팽창 유리 세라믹스를 사용하여 용이하게 헤드 베이스 (26)를 형성할 수 있다.

[0140] 또한 도 12의 계측 프레임 (21M)은, 선 팽창률이 헤드 베이스 (26)보다 크고, 통상적인 철 등의 금속보다 작은 재료, 예를 들어 선 팽창률이 $1 \times 10^{-6}/K$ 정도인 인바로 형성되어 있다. 이와 같은 재료를 사용함으로써, 대형의 계측 프레임 (21M)을 일체적으로 용이하게 형성할 수 있다. 또, 계측 프레임 (21M)에는, 도 3의 계측 프레임 (21)과 동일하게 6축의 센서 ($106XA \sim 106ZC$) 및 6축의 액추에이터 ($107XA \sim 107ZC$)가 형성되어 있고, 이로써, 플로어면에 대한 변위가 허용 범위 내가 되도록 제어가 이루어지고 있다.

[0141] 또, 계측 프레임 (21M)의 바닥면에는, 복수 지점에 버큘 패드 (111A, 111B) 등이 형성되고, 버큘 패드 (111A, 111B) 등은 배관 (112A, 112B) 등을 개재하여 콤프레서 및 진공 펌프를 포함하는 흡착 장치 (110)에 접속되어 있다. 흡착 장치 (110)로부터의 가압 및 부압에 의해, 헤드 베이스 (26)는 계측 프레임 (21M)의 바닥면에, 두께 수 μm 정도의 공기층 (G)을 사이에 두고 진공 예압형 공기 정압 베어링 방식으로, XY 평면 (본 실시 형태에서는 거의 수평면이다) 내에서 원활히 이동 가능한 상태로 유지된다.

[0142] 단, 헤드 베이스 (26)의 위치가 점차 변화되는 것을 방지하기 위해서, 계측 프레임 (21M)에 대해 헤드 베이스 (26)는, 계측의 기준 위치에서 볼트 (109A)에 의해 회전할 수 있는 상태에서 연결되어 있다. 또한 계측 프레임 (21M)에 대해 헤드 베이스 (26)는, 그 기준 위치와 투영 광학계 (PL)에 관해서 거의 대칭인 위치에서, 헤드 베이스 (26)에 형성된 긴 구멍을 통해 볼트 (109B)에 의해, 볼트 (109A, 109B)를 연결하는 직선을 따른 방향으로 상대 이동 가능한 상태에서 연결되어 있다. 이 다른 구성은 도 1의 제 1 실시 형태와 동일하다.

[0143] 본 실시 형태에 의하면, 제 1 실시 형태의 작용 효과에 추가하여 이하의 작용 효과를 발휘한다.

[0144] (1) 본 실시 형태에 있어서는, 도 11의 단계 201에 대응하는 단계에서, 헤드 베이스 (26)의 바닥면에 복수의 X 헤드 (66) 등 및 Y 축 간섭계 (16, 18) 등이 장착된다. 그리고, 그 헤드 베이스 (26)가, 헤드 베이스 (26)보다 선 팽창률이 큰 계측 프레임 (21M)(베이스 부재)에, 버큘 패드 (111A, 111B) 등을 개재하여, 웨이퍼 스테이지 (WST)의 플레이트 (28)(X 스케일 ($39X_1$, $39X_2$) 등)의 표면을 따른 방향으로 변위할 수 있는 상태에서 연결된다.

[0145] 따라서, 계측 프레임 (21M) 및 헤드 베이스 (26)를 각각 저팽창률의 재료로 용이하게 형성할 수 있다. 또한, 계측 프레임 (21M) 및 헤드 베이스 (26)의 선 팽창률의 상이함에 의해, 약간의 온도 변화에 의해 양자의 길이에 상이함이 발생한 경우를 상정한다. 이 경우에도, 헤드 베이스 (26)는 볼트 (109A)를 중심으로 하여 플레이트 (28)(계측 프레임 (21M))를 따라 원활히 변위시킬 수 있기 때문에, 바이메탈 효과에 의해 헤드 베이스 (26)가 변형되는 경우가 없다. 따라서, 상시 고정밀도로 X 헤드 (66) 등에 의한 웨이퍼 스테이지 (WST)의 위치 계측을 실시할 수 있다.

[0146] (2) 또, 헤드 베이스 (26)는, 계측 프레임 (21M)에 대해 볼트 (109A)의 위치 (소정의 기준 위치)에 있어서는 상대 변위되지 않는 상태에서, 버큘 패드 (111A, 111B) 등 (기체 베어링)을 개재하여 연결된다. 따라서, 헤드 베이스 (26)의 위치가 점차 변화되는 경우가 없다.

[0147] (3) 또, 헤드 베이스 (26)는, 계측 프레임 (21M)에 대해 볼트 (109A, 109B)를 연결하는 방향으로 변위시킬 수 있도록 연결된다. 따라서, 헤드 베이스 (26)가 점차 회전하는 경우가 없다.

[0148] 또한, 헤드 베이스 (26)는, 계측 프레임 (21M)에 대해, 볼트 대신에 판 스프링 등을 사용하여 변위 가능한 상태에서 연결해도 된다.

[0149] [제 3 실시 형태]

[0150] 이하, 본 발명의 제 3 실시 형태에 대해 도 13 ~ 도 15를 참조하여 설명한다. 본 실시 형태는, 도 12의 실

시형태와 같이 계측 프레임 (21M) 에 대해 헤드 베이스 (26) 를 기체 베어링을 개재하여 연결하는 것이 아니라, 보다 간단한 플렉서 기구를 개재하여 연결하는 것이다. 도 13 ~ 도 15 에 있어서, 도 12 에 대응하는 부분에는 동일 부호를 붙여 그 상세한 설명을 생략한다.

[0151] 도 13 은, 본 실시형태의 노광 장치 (100B) 를 도시한다. 도 13 에 있어서, X 헤드 (66) 등이 고정된 헤드 베이스 (26) 가, 계측 프레임 (21M) 의 바닥면에 X 방향, Y 방향으로 거의 소정 간격으로 배치된 다수의 막대 형상의 플렉서 부재 (113) 를 개재하여, 플레이트 (28)(도 5(A) 의 X 스케일 (39X₁, 39X₂) 등이 형성되어 있다) 의 표면을 따른 방향으로 변위할 수 있는 상태에서 연결된다. 바꾸어 말하면, 다수의 플렉서 부재 (113) 의 선단부 (헤드 베이스 (26) 측의 단부) 는, X 스케일 (39X₁, 39X₂) 등을 따른 방향으로 탄성 변형의 범위 내에서 변위시킬 수 있다.

[0152] 도 14 는, 도 13 의 계측 프레임 (21M) 및 헤드 베이스 (26) 의 일부를 도시하는 확대 사시도이다. 도 14 에 도시된 바와 같이, 플렉서 부재 (113) 는, 양 단부에 원주 형상의 절결부 (슬롯부, 113a, 113b) 가 형성되고, 양 단부에서 변형이 용이한 막대 형상 부재이다. 또, 계측 프레임 (21M) 및 헤드 베이스 (26) 에는 다운 플로우에 의해 공급되는 기체를 통과시키기 위한 다수의 개구 (25M 및 25) 가 형성되어 있다. 이 다른 구성은 도 12 의 실시형태와 동일하다.

[0153] 본 실시형태에 있어서, 계측 프레임 (21M) 과 헤드 베이스 (26) 는, 진공 흡착 기구와 같은 복잡한 기구를 사용하지 않고, 간단한 기구인 플렉서 부재 (113) 를 사용하여 선 팽창물의 상이함에 의한 변형을 흡수할 수 있는 상태에서 연결되어 있다. 또, 헤드 베이스 (26) 의 선 팽창물은 계측 프레임 (21M) 보다 작다. 이 때, 양자의 선 팽창물의 상이함에 의해, 도 15(A) 에 도시하는 상태에서부터, 온도 변화에 의해 도 15(B) 에 도시된 바와 같이, 계측 프레임 (21M) 이 헤드 베이스 (26) 보다 연장된 경우를 상정한다. 이 경우에도, 다수의 플렉서 부재 (113) 가 탄성 변형됨으로써, 헤드 베이스 (26) 의 변형 (나아가서는 복수의 X 헤드 (66) 등의 위치 관계의 변화) 은 최소한으로 억제된다. 따라서, 도 13 의 X 헤드 (66) 등의 계측값을 전환한 경우에도, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 정보를 고정밀도로 계측할 수 있다.

[0154] 또, 계측 프레임 (21M) 은 헤드 베이스 (26) 보다 선 팽창물이 크므로, 예를 들어 인바와 같은 대형 부재를 용이하게 형성할 수 있는 재료를 사용할 수 있기 때문에, 제조가 용이하다. 또한, 이 제 3 실시형태에 있어서는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 본체부의 선 팽창물은, 헤드 베이스 (26) 의 선 팽창물과 동일한 정도이거나, 또는 그 이하여도 된다.

[0155] 또한, 본 실시형태에 있어서, 플렉서 부재 (113) 대신에, 도 16(A) 의 가느다란 막대 형상 부재 (간단한 구조의 플렉서 부재, 114), 또는 도 16(B) 에 도시된 양 단부에 도 13 의 X 방향을 따른 슬롯부 (115a) 및 Y 방향을 따른 슬롯부 (115b) 가 형성된 플렉서 부재 (115) 등을 사용할 수도 있다.

[0156] 또, 도 17 에 평면도로 도시된 바와 같이, 계측 프레임 (21M) 과 헤드 베이스 (26) 를, 투영 유닛 (PU) 을 X 방향으로 사이에 끼우도록 배치된 복수의 YZ 평면에 거의 평행한 판 스프링 (131) 과 투영 유닛 (PU) 을 Y 방향으로 사이에 끼우도록 배치된 복수의 XZ 평면에 거의 평행한 판 스프링 (132) 과, 그 이외의 부분에 거의 균등하게 배치된 플렉서 부재 (113) 로 연결해도 된다. 이로써, 계측 프레임 (21M) 에 대해 헤드 베이스 (26) 를 보다 안정적으로 연결할 수 있다.

[0157] 또한, 상기의 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 측에 스케일 (39X₁, 39Y₁) 이 고정되고, 계측 프레임 (21) 등에 인코더의 헤드 (64, 66) 가 고정되어 있다. 그러나, 도 19 의 다른 실시형태로 도시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST) 측에 인코더의 헤드 (64, 66) 를 고정시키고, 계측 프레임 (21S) 에 X 스케일 (39AX₁, 39AX₂) 등을 고정시켜도 된다.

[0158] 즉, 도 19 의 노광 장치 (100C) 에 있어서, 투영 유닛 (PU) (투영 광학계 (PL)) 의 경통의 플랜지부 (40F) 가 메인프레임 (도시 생략) 에 유지되고, 플랜지부 (40F) 의 바닥면에, 중앙에 투영 유닛 (PU) 을 통과하는 개구가 형성된 평판 형상의 계측 프레임 (21S) 이 고정되어 있다. 계측 프레임 (21S) 은, 상기 서술한 계측 프레임 (21) 과 동일한 선 팽창물이 작은 재료로 형성되어 있다. 계측 프레임 (21S) 의 바닥면에, 투영 유닛 (PU) 을 Y 방향으로 사이에 끼우도록, X 방향으로 소정 피치의 격자가 형성된 1 쌍의 직사각형의 평판 형상의 X 스케일 (39AX₁, 39AX₂) 이 배치되어 있다.

[0159] 또, 도 19 의 AA 선을 따른 저면도인 도 20 에 도시된 바와 같이, 계측 프레임 (21S) 의 바닥면에, 투영 유닛

(PU) 을 X 방향으로 사이에 끼우도록, Y 방향으로 소정 피치의 격자가 형성된 1 쌍의 Y 스케일 (39AY₁, 39AY₂) 이 배치되어 있다. X 스케일 (39AX₁, 39AX₂) 및 Y 스케일 (39AY₁, 39AY₂) 은 각각 거의 동일한 형상의 평판 형상의 보호 유리 (132A, 132B, 132C, 132D) 로 덮여 있다. 이들 보호 유리 (132A ~ 132D) 는 복수의 장착 부재 (133 및 134) 에 의해, 스케일 (39AX₁, 39AX₂, 39AY₁, 39AY₂) 이 열 변형 등에 의해 이동 가능한 정도의 탄성 지지력으로 계측 프레임 (21S) 에 유지되어 있다. 또한, 투영 유닛 (PU) 의 광축 (AX) (노광 중심) 를 통과하여 X 축 및 Y 축에 평행한 직선을 LH 및 LV 로 하고, 직선 (LH) 을 따라, Y 스케일 (39AY₁, 39AY₂) 상에 버큘 패드 (111G, 111H) 가 설치되고, 직선 (LV) 을 따라, X 스케일 (39AX₁, 39AX₂) 상에 버큘 패드 (111E, 111F) 가 설치되어 있다.

[0160] 버큘 패드 (111E, 111F) 는, 각각 계측 프레임 (21S) 내의 환기통 및 도 19 의 배관 (112E, 112F) 등을 개재하여 진공 펌프를 포함하는 흡착 장치 (110A) 에 접속되어 있다. 노광시에는, 흡착 장치 (110A) 로부터 버큘 패드 (111E, 111F) 를 개재하여 스케일 (39AX₁, 39AX₂, 39AY₁, 39AY₂) 을 계측 프레임 (21S) 측에 흡착시킨다.

이로써, 스케일 (39AX₁, 39AX₂, 39AY₁, 39AY₂) 의 버큘 패드 (111E, 111F) 에 의해 고정되는 점은, 상시 노광 중심으로부터 벗어나는 경우가 없어, 투영 유닛 (PU) 을 기준으로 하여 고정밀도로 위치 계측을 실시할 수 있다.

[0161] 또한, 버큘 패드 (111E, 111F) 대신에, 계측 프레임 (21S) 과 스케일 (39AX₁, 39AX₂, 39AY₁, 39AY₂) 을 기계적으로 고정하는 장치 (예를 들어, 제 2 실시형태에 있어서의 볼트) 를 형성하는 구성으로 할 수도 있다.

[0162] 또, 예를 들어 제 3 실시형태로서, 도 14 ~ 도 16 에 도시된 예와 같이, 스케일 (39AX₁, 39AX₂, 39AY₁, 39AY₂) 을 플렉서 기구를 개재하여 연결하도록 구성할 수도 있다.

[0163] 또, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 스테이지 본체 (91) 를 Y 방향으로 사이에 끼우도록 1 쌍의 Y 방향으로 연장되는 검출 프레임 (135A, 135B) 이 고정되고, 본체부 (91) 를 X 방향으로 사이에 끼우도록 1 쌍의 X 방향으로 연장되는 검출 프레임 (135C, 135D, (135D 는 도시 생략)) 이 고정되며, 검출 프레임 (135A, 135B) 에는, X 스케일 (39AX₁, 39AX₂) 을 검출하는 복수의 X 헤드 (66) 가 소정 간격으로 고정되고, 검출 프레임 (135C, 135D) 에는, Y 스케일 (39AY₁, 39AY₂) 을 검출하는 복수의 Y 헤드 (64) 가 소정 간격으로 고정되어 있다. 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 X 방향, Y 방향으로 이동한 경우에도, 이들 복수의 X 헤드 (66) 및 Y 헤드 (64) 를 전환하여 스케일 (39AX₁, 39AX₂, 39AY₁, 39AY₂) 을 검출함으로써, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치를 고정밀도로 계측할 수 있다. 또한, 검출 프레임 (135A ~ 135D) 은, 슈퍼 인바 등의 매우 선 팽창률이 작은 재료로 형성하는 것이 바람직하다.

[0164] 또한, 상기의 실시형태의 노광 장치를 사용하여 반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스를 제조하는 경우, 마이크로 디바이스는, 도 18 에 도시된 바와 같이, 마이크로 디바이스의 기능·성능 설계를 실시하는 단계 221, 이 설계 단계에 기초한 마스크 (레티클) 를 제작하는 단계 222, 디바이스의 기재인 기판을 제조하는 단계 223, 진술한 실시형태의 노광 장치 (100, 투영 노광 장치) 에 의해 레티클의 패턴을 기판에 노광하는 공정, 노광한 기판을 현상하는 공정, 현상한 기판의 가열 (큐어) 및 에칭 공정 등을 포함하는 기판 처리 단계 224, 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정 등의 가공 프로세스를 포함한다) 225, 그리고 검사 단계 226 등을 거쳐 제조된다.

[0165] 바꾸어 말하면, 이 디바이스의 제조 방법은, 리소그래피 공정을 포함하는 디바이스 제조 방법에 있어서, 그 리소그래피 공정에서 상기 실시형태의 노광 장치를 사용하고 있다. 이 때에, 웨이퍼 스테이지를 고속으로 이동시켜도, 간섭계의 흔들림의 영향을 받지 않고, 또한 어느 정도의 온도 변동이 발생해도, 인코더에 의해 웨이퍼 스테이지의 위치를 고정밀도로 계측할 수 있기 때문에, 중첩 정밀도 등의 노광 정밀도가 향상되어, 디바이스를 고정밀도로, 높은 스루풋으로 양산할 수 있다.

[0166] 또한, 본 발명은, 상기 서술한 스텝·앤드·스캔 방식의 주사 노광형의 투영 노광 장치 (스캐너) 외에, 스텝·앤드·리피트 방식의 투영 노광 장치 (스텝퍼 등), 또는 공작 기계 등에도 적용할 수 있다. 또한 본 발명은, 액침형 노광 장치 이외의, 드라이 노광형의 노광 장치에도 동일하게 적용할 수 있다.

[0167] 또, 본 발명은, 반도체 디바이스 제조용 노광 장치에 한정하지 않고, 액정 표시 소자나 플라스마 디스플레이 등을 포함하는 디스플레이의 제조에 사용되는, 디바이스 패턴을 유리 플레이트 상에 전사하는 노광 장치, 박막 자

기 헤드의 제조에 사용되는 디바이스 패턴을 세라믹스 웨이퍼 상에 전사하는 노광 장치, 그리고 촬상 소자 (CCD 등), 유기 EL, 마이크로 머신, MEMS (Microelectromechanical Systems), 및 DNA 칩 등의 제조에 사용되는 노광 장치 등에도 적용할 수 있다. 또, 반도체 소자 등의 마이크로 디바이스뿐만 아니라, 광 노광 장치 및 EUV 노광 장치 등에서 사용되는 마스크를 제조하기 위해서, 유리 기판 또는 실리콘 웨이퍼 등에 회로 패턴을 전사하는 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.

[0168] 이와 같이, 본 발명은 상기 서술한 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 여러 가지 구성을 취할 수 있다.

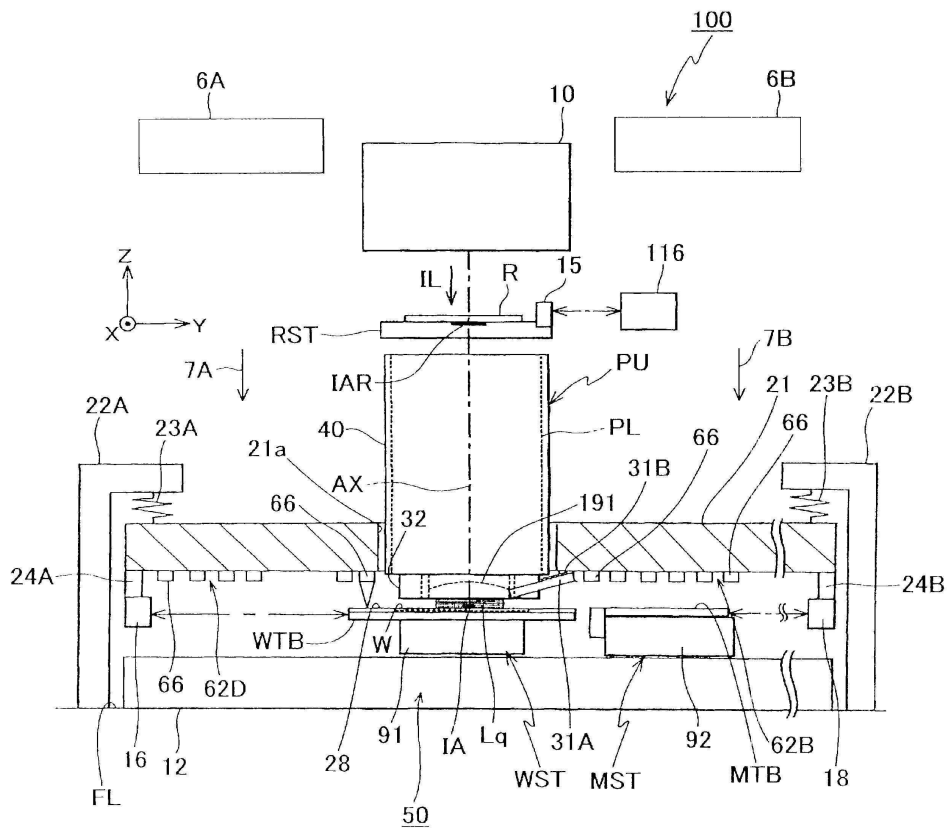
[0169] 또, 명세서, 특허 청구의 범위, 도면, 및 요약을 포함하는 2007년 7월 18일자로 제출된 일본 특허 출원 제2007-187649의 모든 개시 내용은, 전부 그대로 인용하여 본원에 도입되어 있다.

부호의 설명

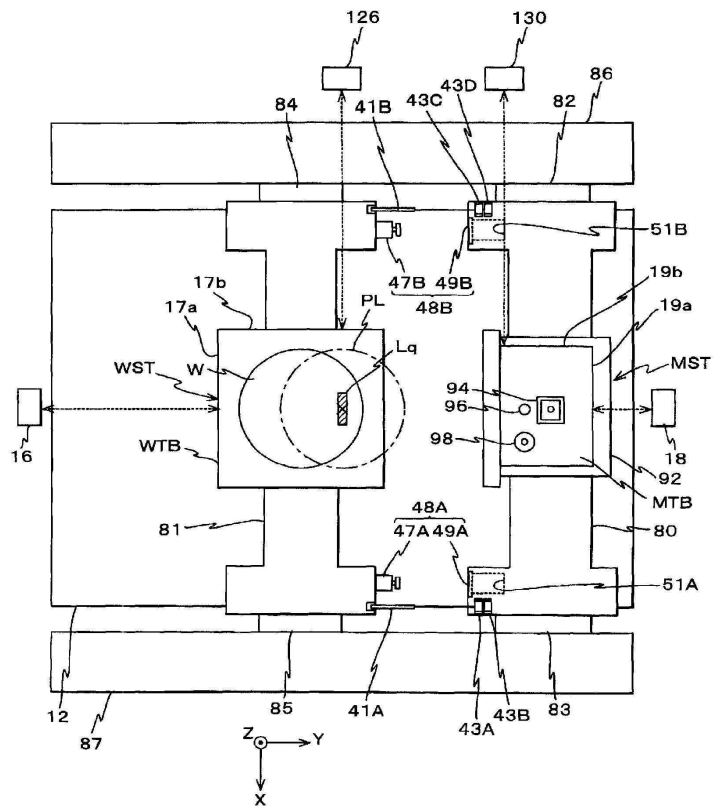
[0170] AL1 ... 프라이머리 얼라이먼트계
AL2₁ ~ AL2₄ ... 세컨더리 얼라이먼트계
R ... 레티클
W ... 웨이퍼
WTB ... 웨이퍼 테이블
WST ... 웨이퍼 스테이지
MTB ... 계측 테이블
MST ... 계측 스테이지
20 ... 주제어 장치
21 ... 계측 프레임
21M ... 계측 프레임
26 ... 헤드 베이스
32 ... 노즐 유닛
39X₁, 39X₂ ... X 스케일
39Y₁, 39Y₂ ... Y 스케일
62A ~ 62D ... 헤드 유닛
64 ... Y 헤드
66 ... X 헤드
70A, 70C ... Y 인코더
70B, 70D ... X 인코더
113 ... 플렉서 부재

도면

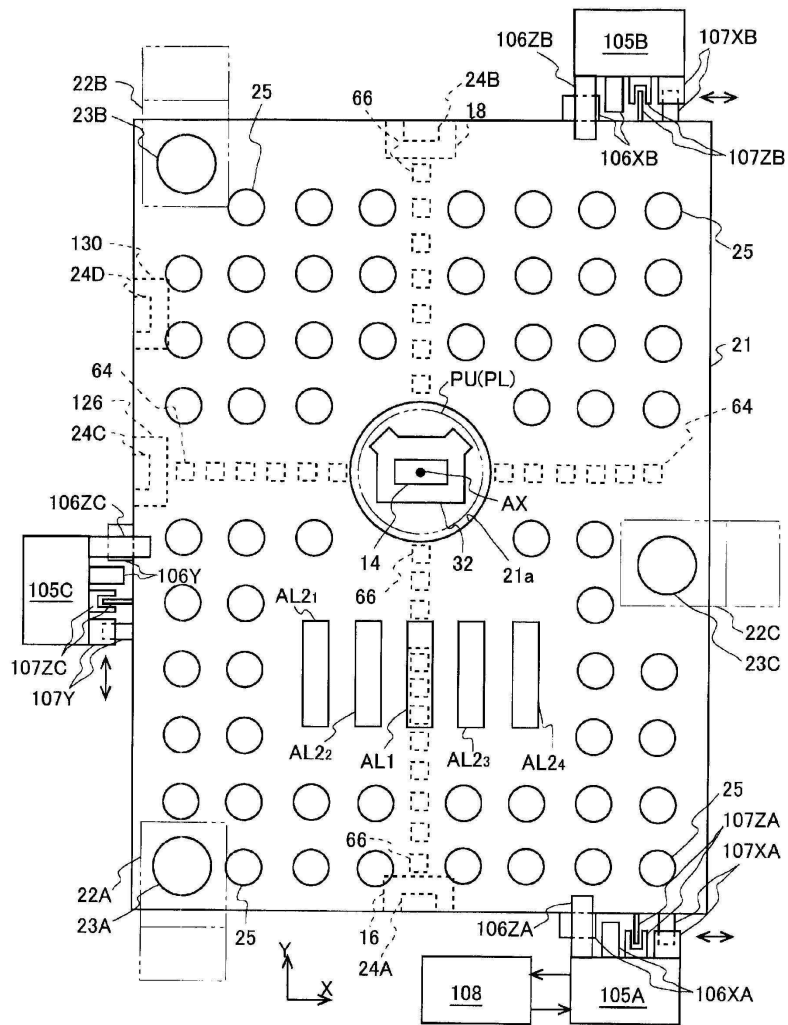
도면1



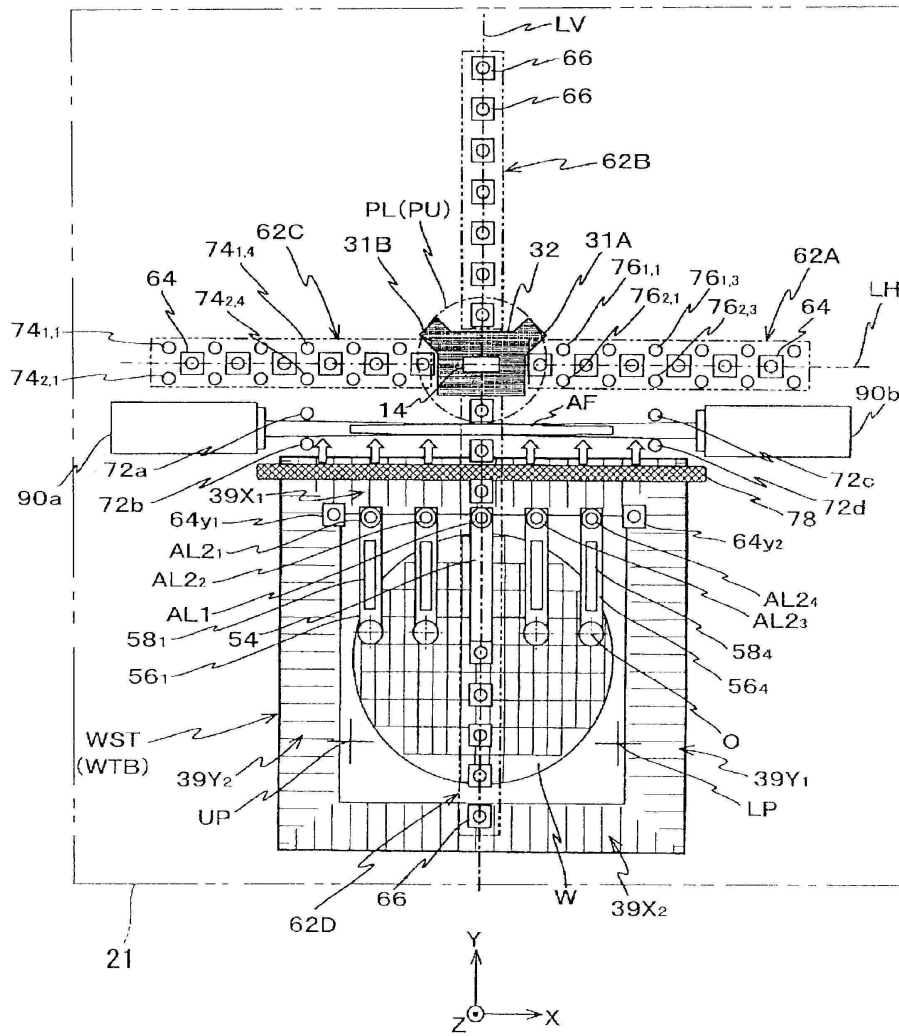
도면2



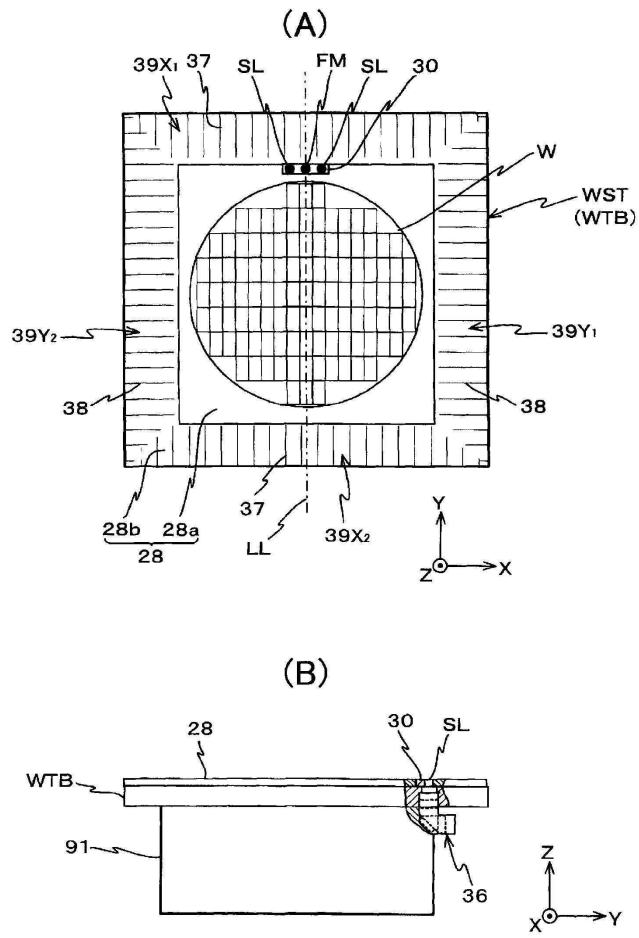
도면3



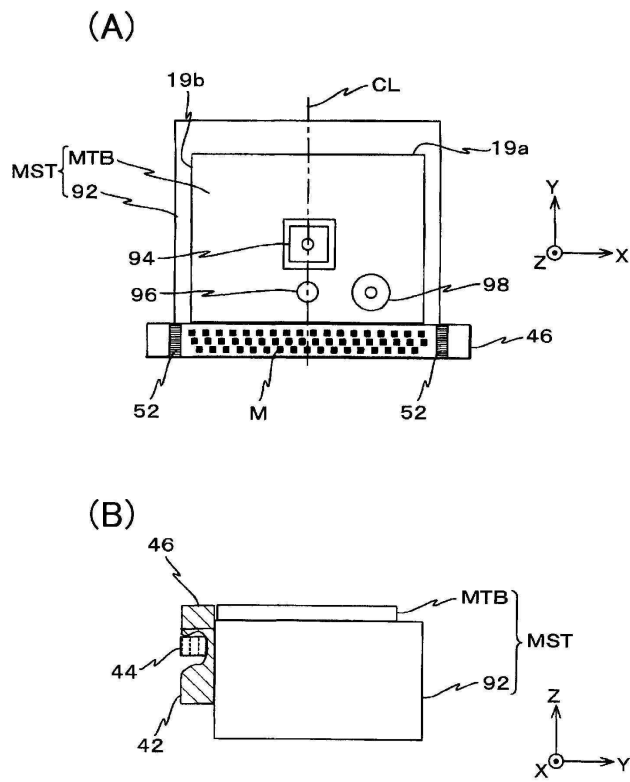
도면4



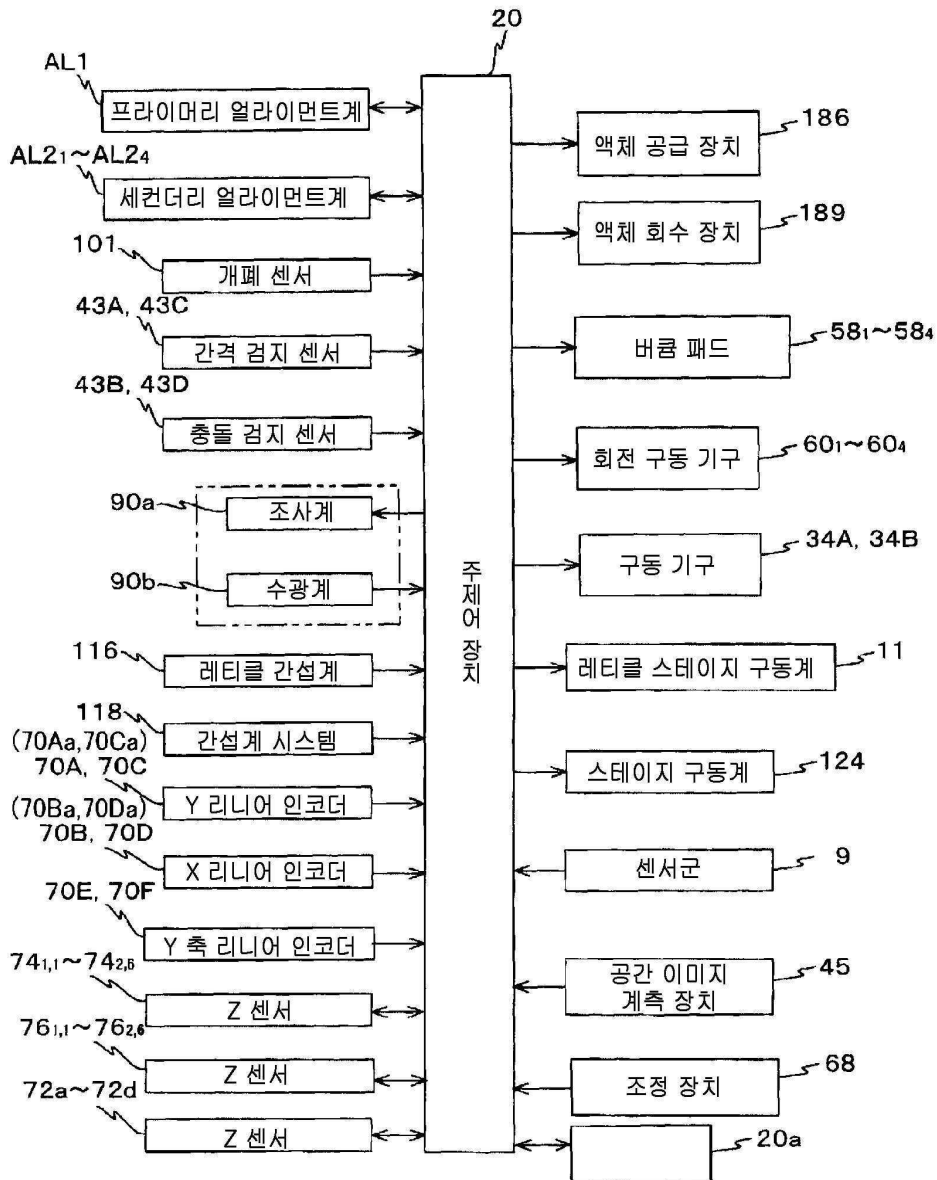
도면5



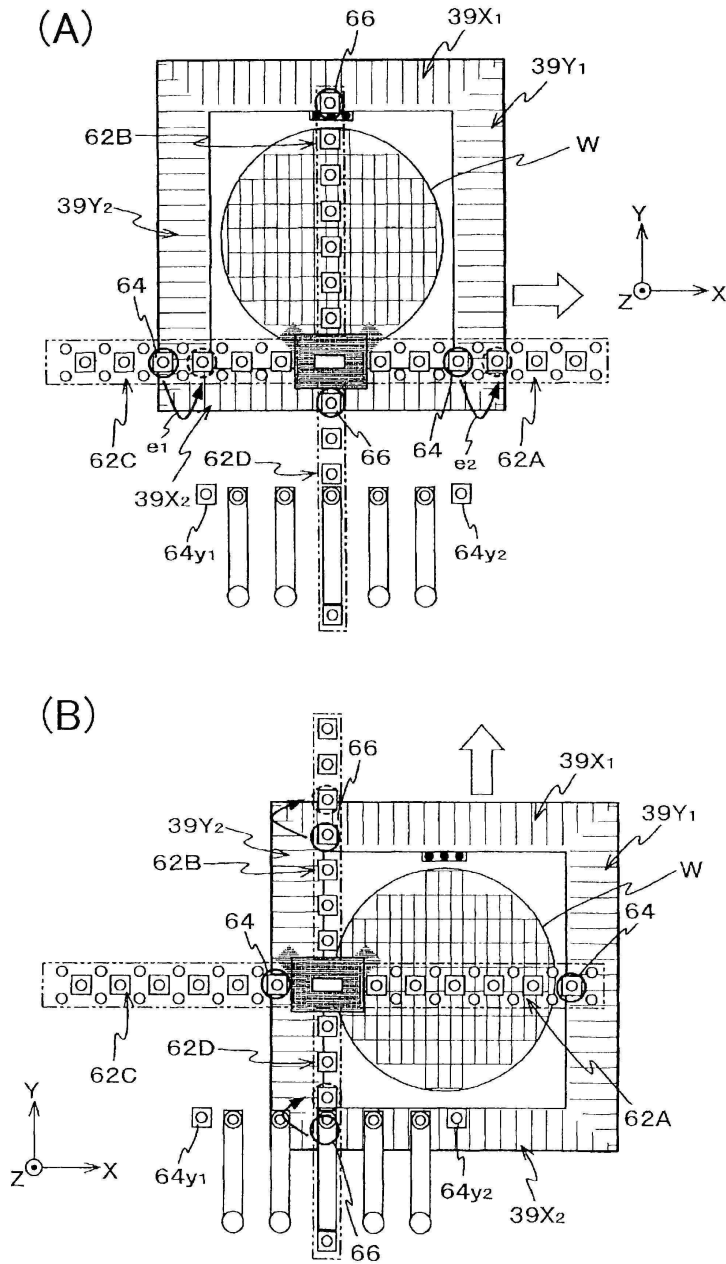
도면6



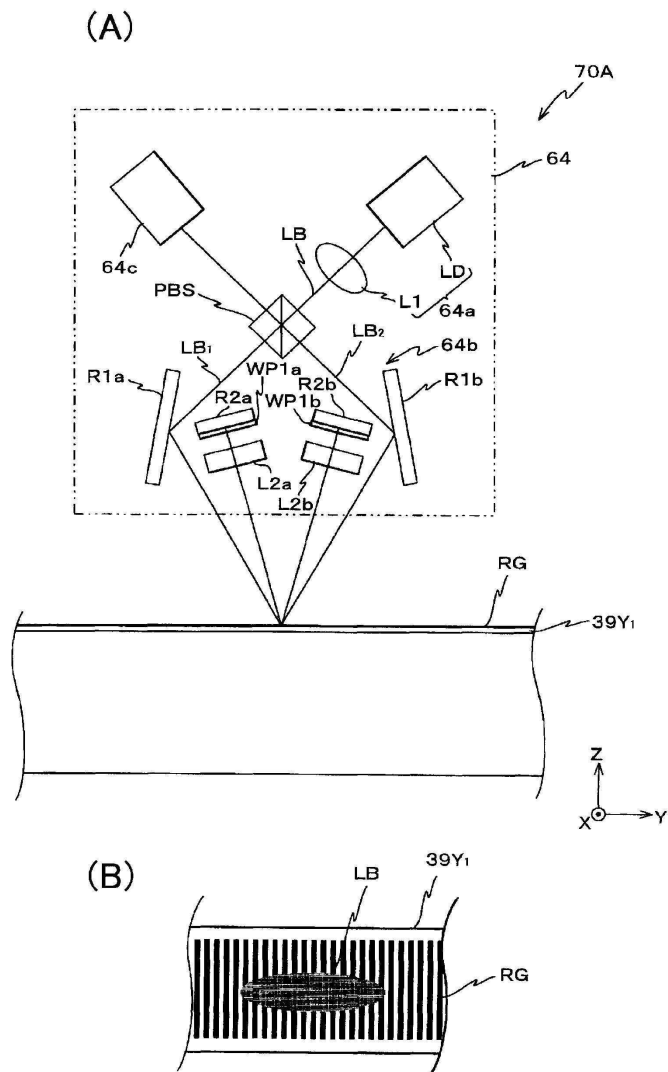
도면7



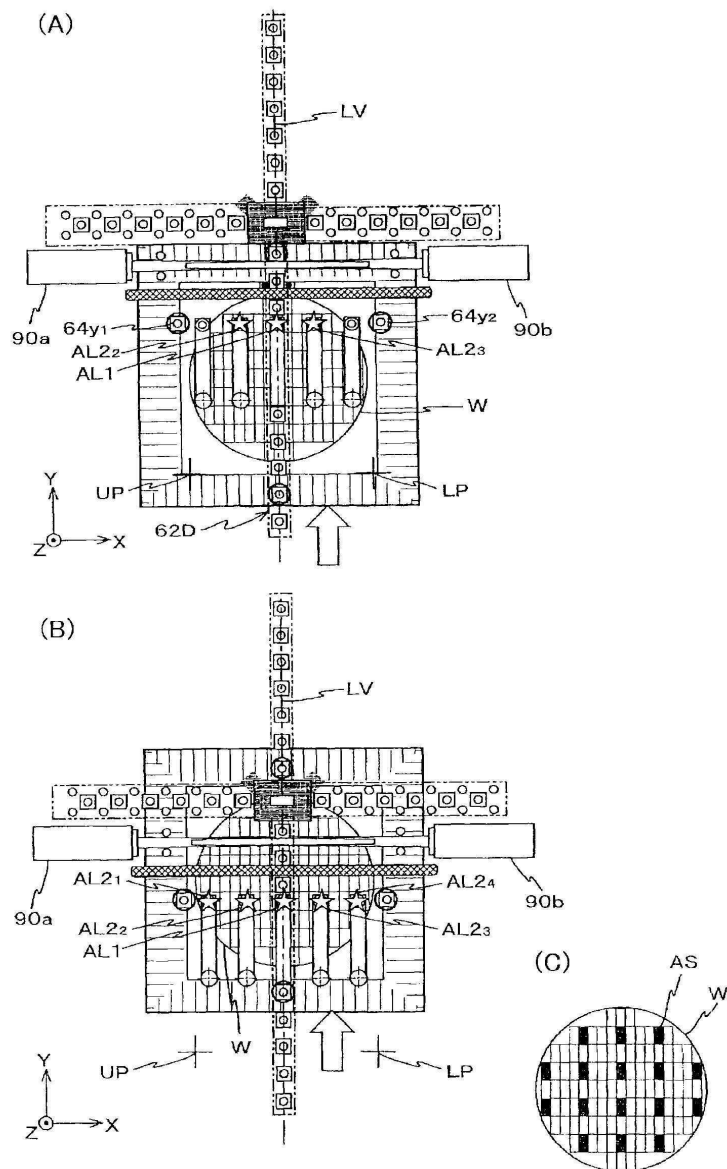
도면8



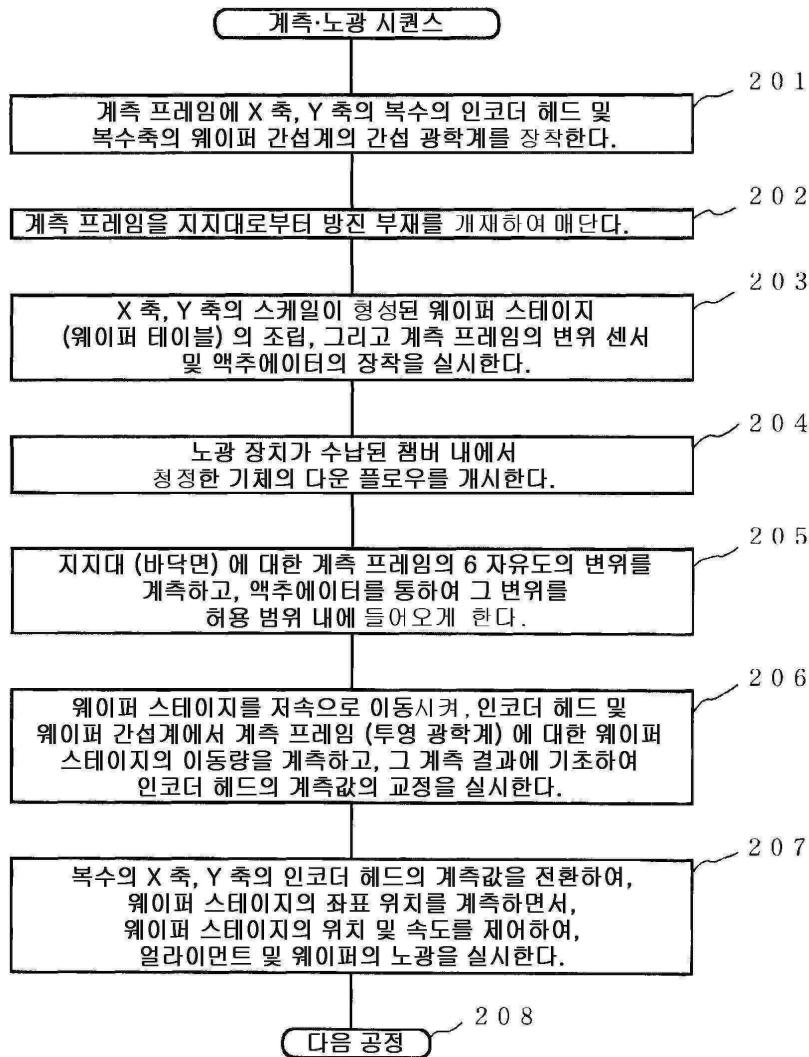
도면9



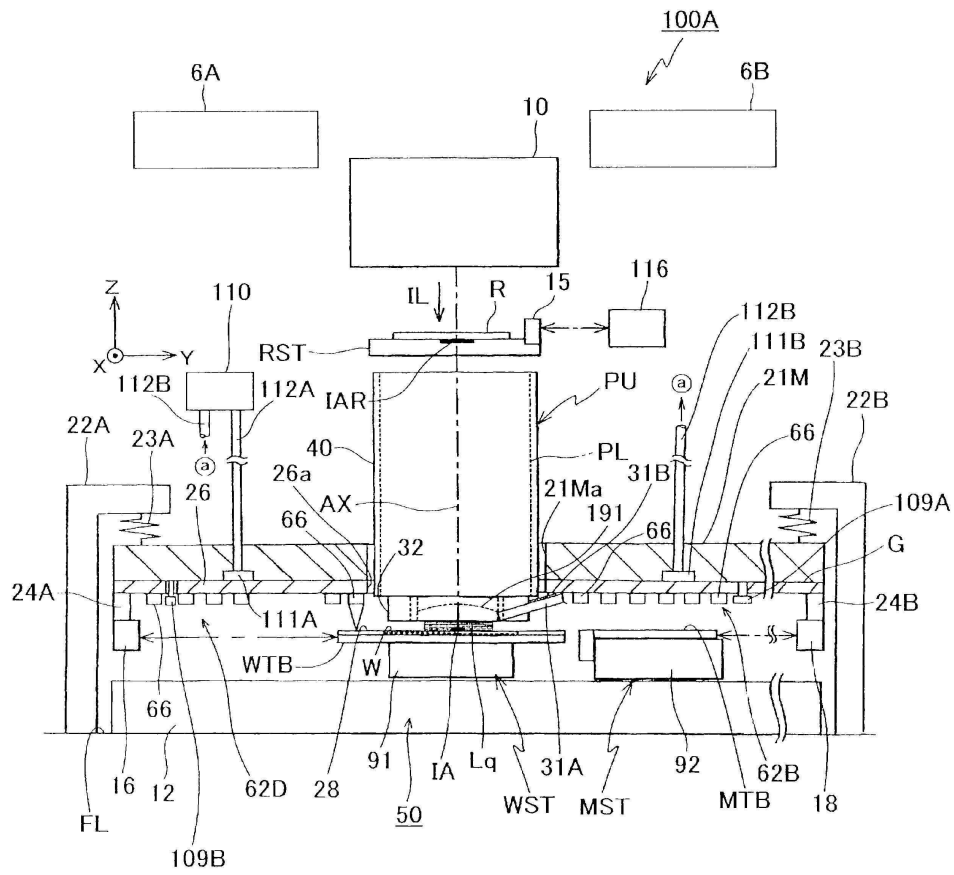
도면10



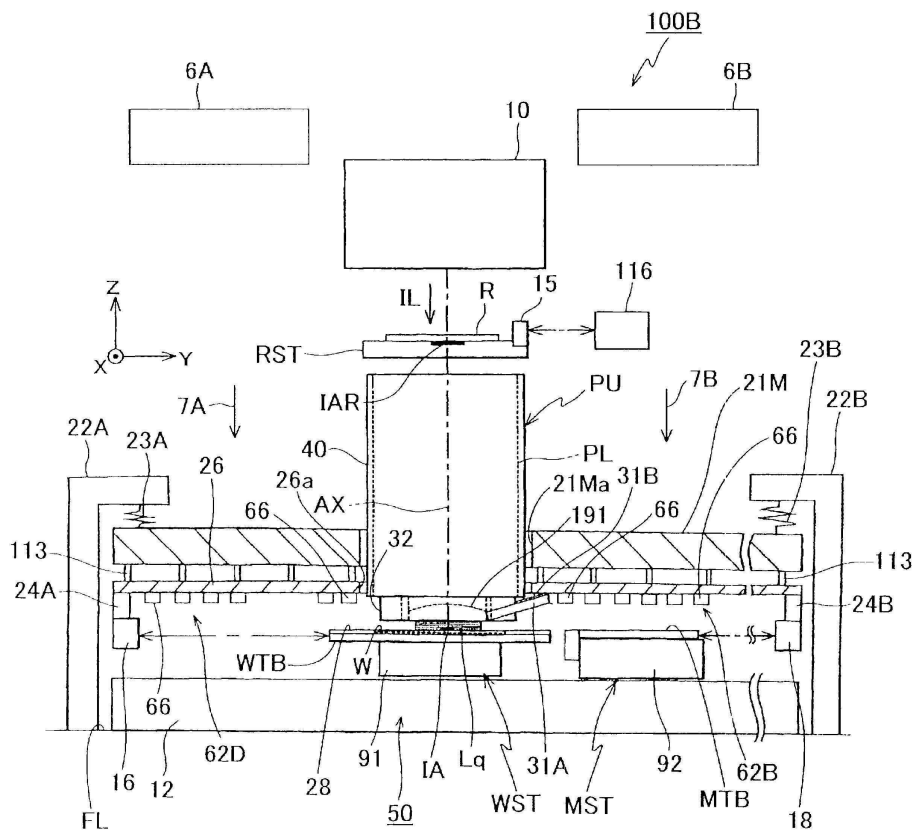
도면11



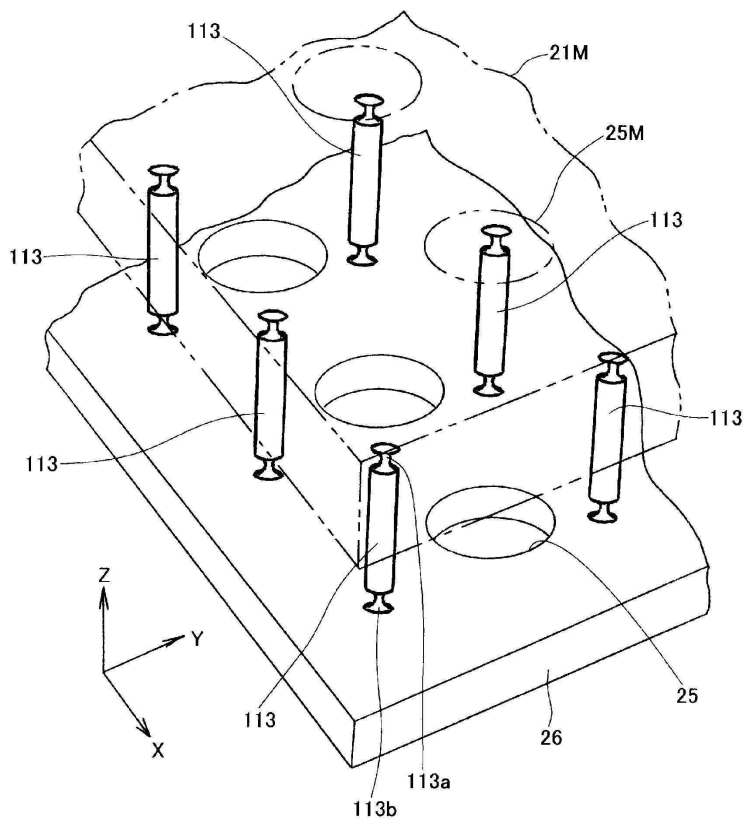
도면12



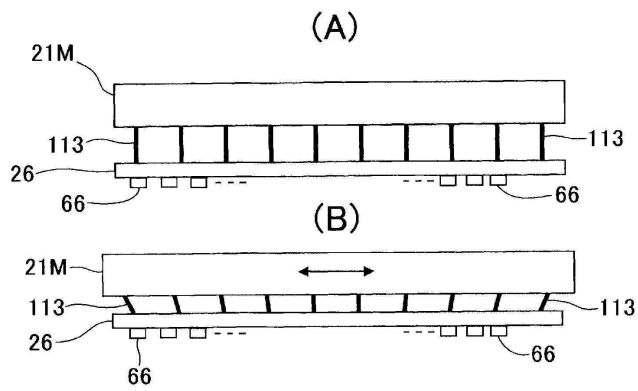
도면13



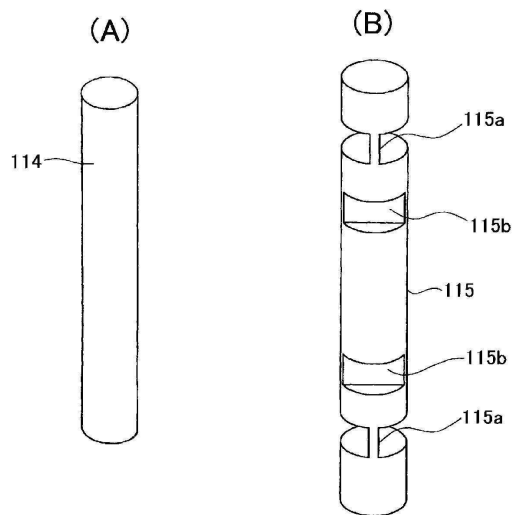
도면14



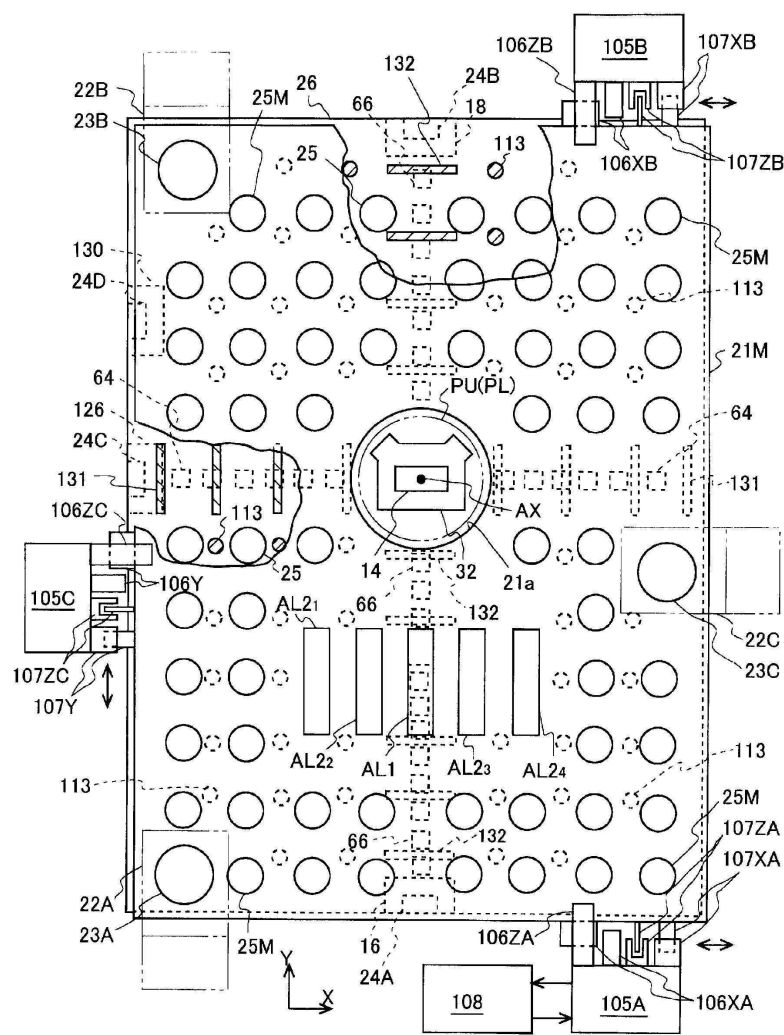
도면15



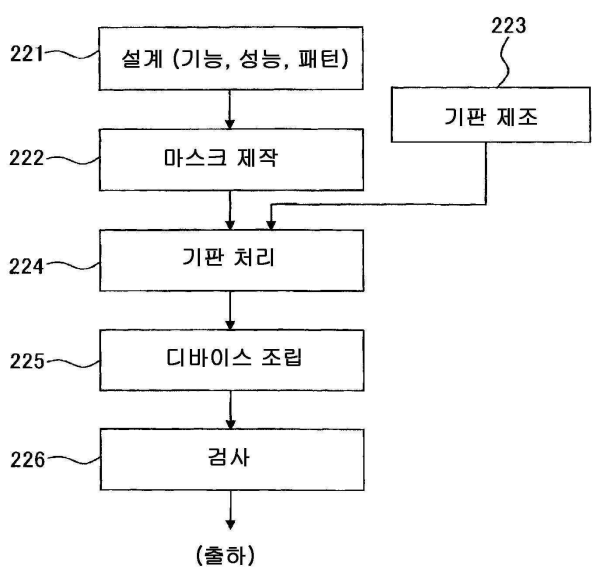
도면16



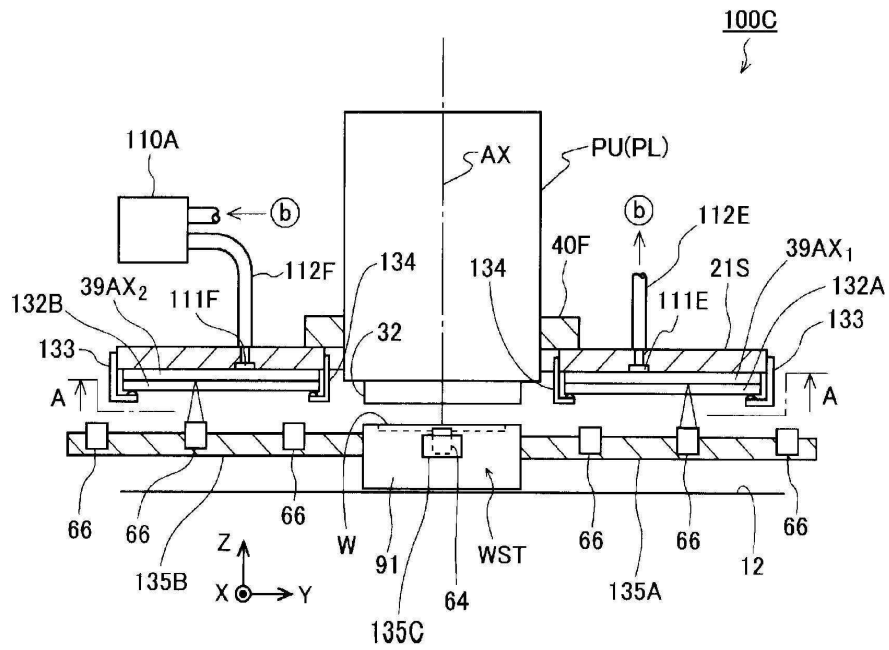
도면17



도면18



도면19



도면20

