



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0137809
(43) 공개일자 2017년12월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G03F 1/20 (2012.01)
H01L 21/027 (2006.01) H01L 21/677 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/20 (2013.01)
G03F 1/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7032247
(22) 출원일자(국제) 2016년04월15일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년11월07일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2016/062089
(87) 국제공개번호 WO 2016/167339
국제공개일자 2016년10월20일
(30) 우선권주장
JP-P-2015-085469 2015년04월17일 일본(JP)
JP-P-2015-171655 2015년09월01일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시킴가이사 닌콘
일본국 도쿄도 미나토구 고난 2초메 15반 3고
(72) 발명자
시바자키 유이치
일본국 도쿄도 미나토구 고난 2초메 15반 3고 가
부시킴가이사 닌콘 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

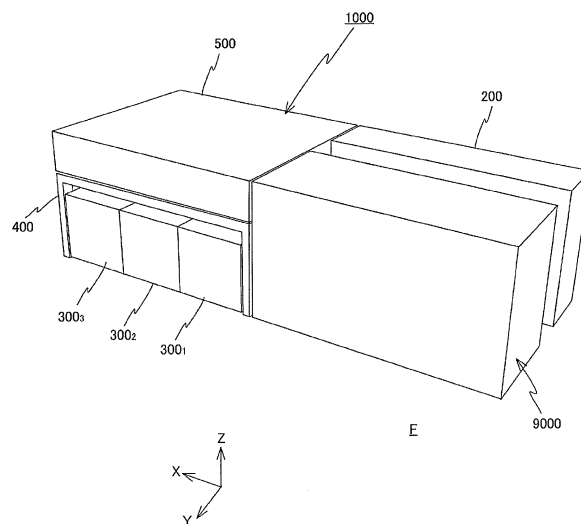
전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 발명의 명칭 노광 시스템

(57) 요약

노광 시스템 (1000) 은, 플로어면 (F) 상에 설치된 C/D (9000) 에 대해 +X 측에 인접하여 배치된 제 1 열의 챔버 (300₁ ~ 300₃) 와, 제 1 열의 챔버에 대향하여 -Y 측에 배치된 제 2 열의 챔버와, 제 2 열의 챔버에 대해 -X 측에 인접하고, 또한 C/D (9000) 에 대향하여 -Y 측에 배치된 제 1 제어 랙 (200) 을 구비하고 있다. 적어도 일부의 복수의 챔버의 내부에는, 노광이 실시되는 노광실이 각각 형성되고, 제 1 제어 랙 (200) 은, 플로어면 (F) 의 하방으로부터 공급된 유틸리티를 제 1 열 및 제 2 열의 챔버의 각각에 분배한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G03F 7/70716 (2013.01)

H01L 21/027 (2013.01)

H01L 21/67739 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

타깃을 하전 입자선으로 노광하는 노광 시스템으로서,

타깃에 감응제를 도포하는 기관 처리 장치에 인접하여 배치되는 제 1 챔버와,

상기 제 1 챔버에 대해, 상기 제 1 챔버와 상기 기관 처리 장치가 인접하는 제 1 방향에 교차하는 제 2 방향으로 이간하여 배치된 제 2 챔버와,

상기 제 2 챔버 및 상기 기관 처리 장치의 각각에 인접 또는 근접하여 배치되고, 외부의 유틸리티 공급원에 접속된 제 1 제어 랙을 구비하고,

상기 제 1 제어 랙은, 상기 유틸리티 공급원으로부터 공급되는 상기 유틸리티를 상기 제 1 챔버 및 상기 제 2 챔버의 각각에 분배하는, 노광 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 챔버의 상방에 배치되고, 상기 제 1 제어 랙으로부터 공급되는 상기 유틸리티를 상기 제 1 및 제 2 챔버에 공급하는 제 2 제어 랙을 추가로 구비하는, 노광 시스템.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 챔버 및 상기 제 1 제어 랙은, 상기 제 1 방향에 관해 인접하여 배치되어 있는, 노광 시스템.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기관 처리 장치와 상기 제 1 챔버는 인라인 접속되어 있고,

상기 기관 처리 장치 내의 공간, 상기 제 1 제어 랙의 공간, 상기 제 2 챔버의 공간은, 서로 독립되어 있는, 노광 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 기관 처리 장치, 상기 제 1 제어 랙, 상기 제 2 챔버는, 서로 이간되어 있는, 노광 시스템.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 방향에 관해, 상기 기관 처리 장치가 인접하는 상기 제 1 챔버의 일측과는 반대의 타측에 인접하여 배치되는 제 3 챔버를 구비하는, 노광 시스템.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 방향에 관해, 상기 제 1 제어 랙이 인접하는 상기 제 2 챔버의 일측과는 반대의 타측에 인접하여 배치되는 제 4 챔버를 구비하는, 노광 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 챔버와 상기 제 2 챔버 사이, 및 상기 제 3 챔버와 상기 제 4 챔버 사이에 배치되고, 상기 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 챔버의 각각에 접속된 반송 챔버를 구비하는, 노광 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 반송 챔버 내에는, 상기 제 1 챔버와, 상기 제 2, 제 3 및 제 4 챔버 사이에서 상기 타깃을 반송하기 위한 반송 공간이 형성되는, 노광 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 반송 공간 및 상기 제 1 챔버 내의 공간과, 상기 제 2, 제 3 및 제 4 챔버 내 공간은 서로 상이한 분위기인, 노광 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 2, 제 3 및 제 4 챔버 내의 공간은 진공 분위기인, 노광 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 반송 챔버의 내부 및 상기 제 1 챔버의 내부는, 상기 제 2, 제 3 및 제 4 챔버의 내부에 비해 진공도가 낮은 저진공 상태로 설정 가능한, 노광 시스템.

청구항 13

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 챔버의 각각과, 상기 반송 챔버 사이에 형성되는 로드 록실을 갖는, 노광 시스템.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 챔버 내에는, 상기 타깃에 대한 계측이 실시되는 계측실이 형성되고,

상기 제 2, 제 3 및 제 4 챔버 내에는, 상기 감응제가 도포된 상기 타깃을 하전 입자선으로 노광하는 노광실이 형성되어 있는, 노광 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 2, 제 3 및 제 4 챔버의 각각에는, 상기 감응제가 도포된 상기 타깃을 상기 하전 입자선으로 노광하는 노광 유닛의 적어도 일부가, 적어도 각 1 개 수용되어 있는, 노광 시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 2, 제 3 및 제 4 챔버의 각각에는, 상기 노광 유닛의 적어도 일부가 각 2 개 수용되어 있는, 노광 시스템.

청구항 17

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서,

상기 노광 유닛은, 상기 타깃을 유지하여 이동 가능한 스테이지를 포함하는 스테이지 장치와, 상기 타깃으로 하전 입자선을 조사하여 노광하는 하전 입자선 조사 장치를 갖고,

상기 챔버의 내부에, 상기 스테이지 및 상기 하전 입자선 조사 장치의 적어도 사출 단부가 수용되어 있는, 노광 시스템.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 챔버의 내부에, 상기 노광 유닛 전체가 수용되어 있는, 노광 시스템.

청구항 19

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 스테이지 장치는, 상기 스테이지 및 그 스테이지의 외부의 일방에 형성되고, 2 차원 격자가 형성된 격자부와, 상기 스테이지 및 그 스테이지의 외부의 타방에 상기 격자부와 대향 가능하게 형성되고, 상기 격자부에 복수의 빔을 조사하여, 격자부로부터의 복귀광을 수광하는 헤드부를 갖고, 상기 스테이지의 위치 정보를 계측하는 인코더 시스템을 포함하는, 노광 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 노광 유닛은, 상기 격자부와 상기 헤드부 중, 상기 스테이지의 외부에 형성되는 상기 인코더 시스템의 구성 부분이 형성되는 메트롤로지 프레임을 추가로 갖고,

상기 메트롤로지 프레임은, 상기 하전 입자선 조사 장치와 일체로, 상기 챔버의 천장부로부터 복수의 연구조의 매달 지지 기구를 개재하여 매달려 지지되어 있는, 노광 시스템.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 하전 입자선 조사 장치는, 상기 메트롤로지 프레임을 개재하여 상기 챔버의 천장부에 3 개의 상기 매달 지지 기구를 개재하여 3 점에서 매달려 지지되어 있는, 노광 시스템.

청구항 22

제 20 항 또는 제 21 항에 있어서,

상기 매달 지지 기구는, 상기 천장부에 고정된 방진 패드와, 그 방진 패드에 일단이 접속되고 상기 하전 입자선 조사 장치의 지지 부재에 타단이 접속된 와이어를 포함하는, 노광 시스템.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 하전 입자선 조사 장치와 상기 챔버의 상대 위치를 소정의 상태로 유지하기 위한 비접촉 방식의 위치 결정 장치를 추가로 구비하는, 노광 시스템.

청구항 24

제 1 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 챔버, 상기 제 1 제어 랙 및 상기 제 2 제어 랙은, 상기 기관 처리 장치와 함께, 전체적으로 직방체의 공간을 차지하고 있는, 노광 시스템.

청구항 25

제 1 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유틸리티 공급원은, 상기 기관 처리 장치, 상기 제 1 챔버, 상기 제 2 챔버, 상기 제 1 제어 랙이 배치되는 플로어면의 하방에 배치되고,

상기 제 1 제어 랙에는, 상기 플로어면을 개재하여 상기 유틸리티 공급원과 접속되는 제 1 공급 부재가 접속되어 있는, 노광 시스템.

청구항 26

감응제가 도포된 타깃을 하전 입자선으로 노광하는 노광 시스템으로서,

상기 타깃을 유지하여 이동 가능한 스테이지를 포함하는 스테이지 장치와, 상기 타깃에 하전 입자선을 조사하여 노광하는 하전 입자선 조사 장치를 갖는 노광 유닛과,

상기 노광 유닛의 적어도 일부를 수용하는 진공 챔버와,

상기 진공 챔버의 측벽 및 천장벽 중 적어도 일방에 형성되고, 상기 하전 입자선 조사 장치에 대해, 외부의 유틸리티 공급원으로부터 공급되는 유틸리티를 공급하기 위한 공급 부재가 장착되는 장착 부재를 구비하는, 노광 시스템.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 진공 챔버는, 상기 스테이지 및 상기 하전 입자선 조사 장치에 있어서의 상기 하전 입자선을 사출하는 사출 단부가 수용된 제 1 실과, 상기 사출 단부를 제외한 부분이 수용된 제 2 실을 갖고, 상기 제 2 실에 상기 장착 부재가 형성되는, 노광 시스템.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 하전 입자선 조사 장치는, 그 외주부에 형성된 플랜지부를 개재하여 상기 진공 챔버의 천장부로부터 복수의 연구조의 매달 지지 기구를 개재하여 매달려 지지되어 있는, 노광 시스템.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 매달 지지 기구는, 상기 천장부에 고정된 방진 패드와, 그 방진 패드에 일단이 접속되고 상기 하전 입자선 조사 장치의 지지 부재에 타단이 접속된 와이어를 포함하는, 노광 시스템.

청구항 30

제 28 항 또는 제 29 항에 있어서,

상기 진공 챔버의 내주부에는, 환상 볼록부가 형성되고,

상기 플랜지부와 상기 환상 볼록부 사이에, 양자를 접속하는 자유롭게 신축할 수 있는 환상 접속부가 형성되고,

상기 환상 볼록부와, 상기 플랜지부와, 상기 환상 접속부에 의해, 상기 제 1 실과, 제 2 실이 구획되어 있는, 노광 시스템.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 환상 접속부의 적어도 일부는, 금속제의 벨로스에 의해 구성되어 있는, 노광 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 노광 시스템에 관한 것으로, 특히 타깃에 감응제를 도포하는 기관 처리 장치에 일부가 접속되고, 하전 입자선으로 감응제가 도포된 타깃을 노광하는 노광 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 소자 등의 전자 디바이스 (마이크로 디바이스) 를 제조하기 위한 리소그래피 공정에서 사용되고, 노광 빔으로서 원자외역으로부터 진공 자외역에 걸친 자외광을 사용하는 노광 장치 (이하, 자외광 노광 장치라고 한다) 에 있어서는, 해상도를 높이기 위해, 노광 파장의 단파장화, 조명 조건의 최적화, 및 투영 광학계의 개구수를 더욱 증대시키기 위한 액침법의 적용 등이 실시되어 왔다.

[0003] 최근에는, 자외광 노광 장치의 해상 한계보다 미세한 피치의 회로 패턴을 형성하기 위해, 자외광 노광 장치의 해상 한계보다 작은 다수의 원형 스폿을 전자빔으로 형성하고, 이 전자빔의 원형 스폿과 웨이퍼를 상대적으로 주사하는 전자빔 노광 장치가 제안되어 있다 (예를 들어, 특허문헌 1 참조).

[0004] 전자빔 노광 장치는, 챔버의 내부를 진공으로 하기 위한 여러 가지 제어 유닛을 구비하고 있기 때문에, 자외광 노광 장치에 비해 풋 프린트가 크다. 또, 전자빔 노광 장치를, 반도체 공장의 클린 룸 내에 설치하는 경우에는, 자외광 노광 장치와 동일하게, 코터·디벨로퍼와 나열하여 배치하기 때문에, 클린 룸 내의 스페이스의 이용 효율을 고려할 필요성이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 미국 특허 제7,173,263호 명세서

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 제 1 양태에 의하면, 타깃을 하전 입자선으로 노광하는 노광 시스템으로서, 타깃에 감응제를 도포하는 기관 처리 장치에 인접하여 배치되는 제 1 챔버와, 상기 제 1 챔버에 대해, 그 제 1 챔버와 상기 기관 처리 장치가 인접하는 제 1 방향에 교차하는 제 2 방향으로 이간하여 배치된 제 2 챔버와, 상기 제 2 챔버 및 상기 기관 처리 장치의 각각에 인접 또는 근접하여 배치되고, 외부의 유틸리티 공급원에 접속된 제 1 제어 랙을 구비하고, 상기 제 1 제어 랙은, 상기 유틸리티 공급원으로부터 공급되는 상기 유틸리티를 상기 제 1 챔버 및 상기 제 2 챔버의 각각에 분배하는 제 1 노광 시스템이 제공된다.

[0007] 본 발명의 제 2 양태에 의하면, 감응제가 도포된 타깃을 하전 입자선으로 노광하는 노광 시스템으로서, 상기 타깃을 유지하여 이동 가능한 스테이지를 포함하는 스테이지 장치와, 상기 타깃에 하전 입자선을 조사하여 노광하는 하전 입자선 조사 장치를 갖는 노광 유닛과, 상기 노광 유닛의 적어도 일부를 수용하는 진공 챔버와, 상기 진공 챔버의 측벽 및 천장벽 중 적어도 일방에 형성되고, 상기 하전 입자선 조사 장치에 대해, 외부의 유틸리티 공급원으로부터 공급되는 유틸리티를 공급하기 위한 공급 부재가 장착되는 장착 부재를 구비하는 제 2 노광 시스템이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1 은, 일 실시형태에 관련된 노광 시스템을 레지스트 도포·현상 장치와 함께 나타내는 사시도이다.

도 2(A) 는, 도 1 과는 상이한 각도에서 보았을 때, 일 실시형태에 관련된 노광 시스템을, 레지스트 도포·현상 장치와 함께 나타내는 사시도, 도 2(B) 는, 도 1 및 도 2(A) 와는 상이한 각도에서 보았을 때, 일 실시형태에 관련된 노광 시스템을 레지스트 도포·현상 장치와 함께 나타내는 사시도이다.

도 3 은, 일 실시형태에 관련된 노광 시스템을 레지스트 도포·현상 장치와 함께 나타내는 평면도이다.

도 4 는, 노광 시스템 중, 제 1 제어 랙, 프레임 및 제 2 제어 랙을 제거한 부분을 나타내는 사시도이다.

도 5 는, 진공 챔버가 구비하는 로드 록 챔버를, 진공 챔버 내부의 노광실 내부에 수용된 노광 유닛과 함께 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 6 은, 노광 유닛을 나타내는 사시도이다.

도 7 은, 정반 (定盤) 상에 재치 (載置) 된 조미동 (粗微動) 스테이지에 웨이퍼 셔틀이 장착된 상태를 나타내는 사시도이다.

도 8 은, 미동 스테이지로부터 웨이퍼 셔틀이 떼어진 도 7 의 조미동 스테이지를 나타내는 사시도이다.

도 9 는, 정반 상에 재치된 조미동 스테이지를 확대하여 나타내는 도면이다.

도 10 은, 도 8 에 나타내는 조미동 스테이지로부터 미동 스테이지 및 자기 실드 부재를 제거한 상태를 나타내는 도면이다.

도 11 은, 자중 캔슬 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 12(A) 및 도 12(B) 는, 제 1 계측계의 구성을 설명하기 위한 도면 (그 1 및 그 2) 이다.

도 13(A) 는, 계측실 내의 각 부의 구성을 설명하기 위한 도면이고, 도 13(B) 는, 도 13(A) 의 계측 테이블의 상하 방향의 가동 범위를 설명하기 위한 도면이다.

도 14 는, 노광 시스템의 제어계의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 15 는, 도 14 의 제어계를 구성하는 계측 제어 장치의 입출력 관계를 나타내는 블록도이다.

도 16 은, 도 14 의 제어계를 구성하는 노광 제어 장치의 입출력 관계를 나타내는 블록도이다.

도 17(A) 는, 계측실 (60) 내에서 실시되는 사전 준비 작업의 일례를 설명하기 위한 플로우 차트, 도 17(B) 는, 계측실 (60) 내에 있어서의 노광이 끝난 웨이퍼의 언로드 작업을 설명하기 위한 플로우 차트이다.

도 18 은, 웨이퍼 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 설명하기 위한 도면 (그 1) 이다.

도 19 는, 웨이퍼 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 설명하기 위한 도면 (그 2) 이다.

도 20 은, 웨이퍼 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 설명하기 위한 도면 (그 3) 이다.

도 21 은, 웨이퍼 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 설명하기 위한 도면 (그 4) 이다.

도 22 는, 웨이퍼 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 설명하기 위한 도면 (그 5) 이다.

도 23 은, 웨이퍼 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 설명하기 위한 도면 (그 6) 이다.

도 24 는, 웨이퍼 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 설명하기 위한 도면 (그 7) 이다.

도 25 는, 웨이퍼 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 설명하기 위한 도면 (그 8) 이다.

도 26 은, 웨이퍼 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 설명하기 위한 도면 (그 9) 이다.

도 27 은, 웨이퍼 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 설명하기 위한 도면 (그 10) 이다.

도 28 은, 제 1 변형예에 관련된 노광 시스템에 대해 설명하기 위한 도면이다.

도 29 는, 제 2 변형예에 관련된 노광 시스템에 대해 설명하기 위한 도면이다.

도 30 은, 노광 유닛 중, 전자빔 조사 장치의 경통의 하단부 (사출단부) 를 제외한 부분을, 진공 챔버의 외부에 노출시킨 변형예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하, 일 실시형태에 대해, 도 1 ~ 도 27 에 기초하여 설명한다. 도 1 ~ 도 2(B) 에는, 일 실시형태에 관련된 노광 시스템 (1000) 이, 레지스트 도포·현상 장치 (코터·디벨로퍼 (이하, C/D 로 약기한다)) (9000) 와 함께, 상이한 방향에서 보았을 때 사시도로 각각 나타내고 있다. 또, 도 3 에는, 노광 시스템 (1000) 이, C/D (9000) 와 함께, 평면도로 나타나 있다.

[0010] 본 실시형태에서는, 하전 입자 빔의 일례로서, 전자빔을 사용한 구성에 대해 설명한다. 단, 하전 입자 빔은, 전자빔에 한정되는 것은 아니며, 이온 빔 등의 하전 입자를 사용한 빔이어도 상관없다.

[0011] 본 실시형태에서는, 후술하는 바와 같이 복수의 전자빔 광학계가 형성되어 있으므로, 이하, 각 전자빔 광학계의

광축에 평행하게 Z 축을 취하고, Z 축에 수직인 평면 (본 실시형태에서는 플로어면 (F) 과 평행한 면이다) 내에 서로 직교하는 Y 축 및 X 축을 취하여 설명한다.

- [0012] 노광 시스템 (1000) 은, 도 1 ~ 도 3 에 나타내는 바와 같이, 플로어면 (F) 상에 설치된 직방체상의 C/D (9000) 에 대향하여 -Y 축으로 소정 간격을 두고 배치된 직방체상의 제 1 제어 랙 (200) 과, C/D (9000) 및 제 1 제어 랙 (200) 의 +X 축에 배치된 복수, 예를 들어 6 개의 챔버 (300₁ ~ 300₆) 와, 6 개의 챔버 (300₁ ~ 300₆) 가 배치된 스페이스의 4 개의 코너에 위치하는 4 개의 각부 (脚部) 를 갖는 프레임 (400) 과, 프레임 (400) 상에 배치된 제 2 제어 랙 (500) 을 구비하고 있다.
- [0013] 6 개의 챔버 (300₁ ~ 300₆) 는, 3 개의 챔버 (300₁ ~ 300₃) 와, 3 개의 챔버 (300₄ ~ 300₆) 로 이루어지는 2 열로 나누어져 있다.
- [0014] 3 개의 챔버 (300₁ ~ 300₃) 는, 서로 X 축 방향 (후술하는 챔버 (300₁) 와 C/D (9000) 가 인접하는 방향) 으로 소정 간격을 두고 배치되고, 또, 도 2(A) 에 나타내는 3 개의 챔버 (300₄ ~ 300₆) 는, 서로 X 축 방향 (후술하는 챔버 (300₄) 와 제 1 제어 랙 (200) 이 인접하는 방향) 으로 소정 간격을 두고 배치된다.
- [0015] 도 1 에 나타내는 챔버 (300₁ ~ 300₃) 가 일방의 열에 포함되고, 도 2(A) 에 나타내는 챔버 (300₄ ~ 300₆) 가 타방의 열에 포함되어 있다. 도 3 의 평면도에 나타내는 바와 같이, 일방의 열의 챔버 (300₁ ~ 300₃) 는, C/D (9000) 의 +X 축에 인접하여 X 축 방향으로 나열되어 배치되어 있다. 타방의 열의 챔버 (300₄ ~ 300₆) 는, 제 1 제어 랙 (200) 의 +X 축에 인접하여 X 축 방향으로 나열되어 배치되어 있다. 본 실시형태에서는, 노광 시스템 (1000) 중, 제 1 제어 랙 (200), 프레임 (400) 및 제 2 제어 랙 (500) 을 제거한 부분을 나타내는 도 4 및 도 3 으로부터 알 수 있는 바와 같이, 챔버 (300₁ 와 300₄) 가 대향하고, 챔버 (300₂ 와 300₅) 가 대향하고, 챔버 (300₃) 와 챔버 (300₆) 가 대향하고 있다.
- [0016] 바꾸어 말하면, 6 개의 챔버 (300₁ ~ 300₆) 중, 챔버 (300₁) 는, C/D (9000) 에 대해, C/D (9000) 가 연장되는 방향으로 인접하여 배치된다.
- [0017] 또, 6 개의 챔버 (300₁ ~ 300₆) 중, 챔버 (300₄) 는, 챔버 (300₁) 와 C/D (9000) 가 인접하는 방향에 대해 교차하는 방향으로, 또한 챔버 (300₁) 에 대해 소정 간격을 두고 배치된다. 즉, 챔버 (300₄) 와 챔버 (300₁) 는 대향하여 배치된다.
- [0018] 그리고, 제 1 제어 랙 (200) 은, 챔버 (300₄) 와 C/D (9000) 에 각각 소정 간격을 두고 배치된다. 즉, 챔버 (300₄) 는, 제 1 제어 랙 (200) 에 대해, 제 1 제어 랙 (200) 이 연장되는 방향에 인접하여 배치되고, C/D (9000) 는, 제 1 제어 랙 (200) 에 대향하여 배치된다.
- [0019] 제 1 제어 랙 (200) 으로서, C/D (9000) 와 동일한 길이 또한 동일한 높이를 갖는 직방체상의 것이 사용되고 있다. 또, 6 개의 챔버 (300₁ ~ 300₆) 의 높이는, 제 1 제어 랙 (200) 및 C/D (9000) 의 높이보다 낮게 구성했기 때문에, 6 개의 챔버 (300₁ ~ 300₆) 의 상방에 빈 스페이스가 존재한다. 그래서, 본 실시형태에서는, 이 빈 스페이스를 유효 활용하기 위해, 제 2 제어 랙 (500) 이 프레임 (400) 을 개재하여 배치되어 있다. 즉, 프레임 (400) 은, 사각형의 천판부 (天板部) 와 이 천판부를, 그 4 개의 코너 부분에서 지지하는 4 개의 동일 길이의 각부를 갖고, 제 2 제어 랙 (500) 을 하방에서 지지하고 있다. 제 2 제어 랙 (500) 의 상면과, 제 1 제어 랙 (200) 및 C/D (9000) 의 상면은, 거의 동일면으로 되어 있다.
- [0020] 이와 같은 레이아웃에 의해, 본 실시형태에서는, 클린 룸 내에 직방체상의 스페이스를 만들 수 있어, 클린 룸 내에 사용하기 불편한 공간이 생기는 것을 회피하여, 공간의 이용 효율의 향상을 도모하는 것이 가능하다.
- [0021] 제 1 제어 랙 (200) 에는, 플로어면 (F) 의 아래에 있는, 생산 지원 기기나 유틸리티 설비가 수용된 클린 룸 서브랩의 유틸리티 공급원으로부터의 배선 및 배관이 플로어면 (F) 을 개재하여 하측에서 접속되어 있다 (도 2(A) 중의 상향의 3 개의 흑색 화살표 참조). 또, 제 1 제어 랙 (200) 은, 배선 및 배관을 개재하여 제 2 제어 랙 (500) 에 접속되어 있다. 배선 및 배관은, 전력 등의 유틸리티 (용역, 용력 (用力)) 를 공급하는 것으로, 유틸리티에는, 전력 외에, 공기, 냉각수, 진공 배기 등이 포함된다.

- [0022] 제 1 제어 랙 (200) 의 내부에는, 예를 들어 고전압 전원, 및 앰프 등의 전자빔 노광 장치에 직접 관계하는 제어계 유닛, 후술하는 스테이지의 제어계, 및 후술하는 계측계의 제어 기관 등의 여러 가지 유닛이 수납되어 있다. 제 1 제어 랙 (200) 은, 배선 및 배관을 일단 중계하여, 클린 룸 서브랩의 유틸리티 공급원으로부터 배선 및 배관 (공급 부재) 을 통하여 공급된 유틸리티를 6 개의 챔버 ($300_1 \sim 300_6$) 에 분배하기 위해 (도 2(A) 중의 백색 화살표 참조), 제 2 제어 랙 (500) 에 공급한다. 또한, 필요에 따라, 제 1 제어 랙 (200) 의 내부에, 냉각수의 온조기를 배치해도 된다.
- [0023] 제 2 제어 랙 (500) 의 내부에도, 제 1 제어 랙과 동일하게, 여러 가지 유닛이 수용되고, 배선 및 배관을 개재하여 6 개의 챔버 ($300_1 \sim 300_6$) 의 각각에 접속되어 있다. 제 2 제어 랙 (500) 은, 6 개의 챔버 ($300_1 \sim 300_6$) 의 각각에 대해, 제 1 제어 랙 (200) 으로부터 공급된 유틸리티를 상방에서 공급한다 (도 2(A) 중의 하향의 3 개의 흑색 화살표 참조). 즉, 제 2 제어 랙 (500) 은, 제 1 제어 랙 (200) 과 6 개의 챔버 ($300_1 \sim 300_6$) 의 인터페이스로서 기능한다. 또한, 6 개의 챔버 ($300_1 \sim 300_6$) 의 각각에 대해, 유틸리티를 상방에서 공급하는 장점에 대해서는 후술한다.
- [0024] 6 개의 챔버 ($300_1 \sim 300_6$) 중, C/D (9000) 에 인접하여 배치된 챔버 (300_1) 는 직방체 형상을 가지고 있다 (도 4 참조). 챔버 (300_1) 는, C/D (9000) 에 인라인으로 접속되어 있다. 챔버 (300_1) 의 내부 공간은, 타깃인 웨이퍼 (C/D (9000) 에 의해 전자선 레지스트가 도포된 웨이퍼) 에 대한 소정의 계측, 및 후술하는 웨이퍼 셔틀에 대한 노광 전의 웨이퍼의 로드 및 노광이 끝난 웨이퍼의 언로드가 실시되는, 계측실 (계측 셀) (60) (도 1 ~ 도 2(B) 등에서는 도시 생략, 도 13(A) 참조) 로 되어 있다.
- [0025] 나머지 5 개의 챔버 ($300_2 \sim 300_6$) 중, 챔버 ($300_4 \sim 300_6$) 는, +X 측에서 보았을 때 L 자 형상을 갖고, 챔버 (300_2 , 300_3) 는, 이들과 좌우 대칭인 형상을 가지고 있다. 5 개의 챔버 ($300_2 \sim 300_6$) 각각의 내부 공간은, 전자빔에 의한 웨이퍼에 대한 노광이 실시되는 노광실 (노광 셀) (301_i) ($i = 2 \sim 6$) (도 1 ~ 도 3 등에서는 도시 생략, 도 5 참조) 로 되어 있다. 노광실 (301_i) 내는, 고도의 진공 상태로 유지되어 있다. 즉, 내부에 노광실 (301_i) 이 형성되는 5 개의 챔버 (300_i) 로는, 대기압의 작용에 의해 찌그러지거나 변형되거나 하지 않는 충분한 내성을 구비한 구조의 진공 챔버가 사용되고 있다. 이하에서는, 챔버 ($300_2 \sim 300_6$) 를 진공 챔버 ($300_2 \sim 300_6$) 로도 표기한다.
- [0026] 또한, 챔버 (300_1) 의 내부 공간은, 상기 서술한 계측실로 되어 있기 때문에, 챔버 ($300_2 \sim 300_6$) 의 내부 공간과 같이 진공 분위기로 할 필요성이 없다. 그 때문에, 챔버 (300_1) 로는, 진공 챔버보다 강도가 약한 챔버를 사용할 수 있다. 또, 챔버 (300_1) 의 내부 공간 및 C/D (9000) 의 내부 공간의 압력을 클린 룸의 기압보다 높아지도록 제어함으로써, 클린 룸 내의 기체 (공기) 가 챔버 (300_1) 및 C/D (9000) 내에 침입하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 제 1 제어 랙 (200) 의 내부 공간 및 제 2 제어 랙 (500) 의 내부 공간의 각각은, 클린 룸과 동일 압력 (대기압 공간), 또는 클린 룸의 기압보다 높은 압력으로 설정해도 된다.
- [0027] 진공 챔버 (300_i) 에는, 도 5 에 나타내는 바와 같이, 전면에 1 쌍의 로드 록 챔버 (302) 가 장착되어 있다. 또한, 도 5 는, 진공 챔버 (300_3 , 300_2) 와 동일한 방향의 것이 나타나 있지만, 진공 챔버 (300_6 , 300_5 , 300_4) 는, 도 5 에 나타내는 것과는 좌우 대칭이지만 동일한 구성을 가지고 있다.
- [0028] 각 로드 록 챔버 (302) 는, 그 내부에 로드 록실 (304) (예를 들어 도 19 참조) 이 형성되는 본체부 (302a) 와, 본체부 (302a) 의 전면측 (대기측) 및 배면측 (진공측) 에 고정된 1 쌍의 게이트부 (302b, 302c) 를 포함한다. 1 쌍의 게이트부 (302b, 302c) 에는, 본체부 (302a) 의 전면측 및 배면측에 형성된 개구를 개폐하는 셔터와 그 셔터를 상하 방향으로 슬라이드 구동시키는 구동 기구로 이루어지는 게이트 밸브가 형성되어 있다. 이하에서는, 게이트부와 동일한 부호를 사용하여, 게이트 밸브 (302b, 302c) 로 표기한다. 게이트 밸브 (302b, 302c) 의 개폐 (즉 구동 기구에 의한 셔터의 개폐) 는, 노광 제어 장치 (380_i) (도 14, 도 16 참조) 에 의해 제어된다.
- [0029] 로드 록 챔버 (302) 에는, 진공 펌프 등의 진공원에 개폐 밸브 (305) (도 16 참조) 를 개재하여 접속된 진공 배관이 접속되어 있고, 개폐 밸브 (305) 를 개방함으로써, 로드 록실 (304) 의 내부는, 필요에 따라 진공화가 실

시된다. 개폐 밸브 (305) 의 개폐도 노광 제어 장치 (380_i) 에 의해 제어된다. 또한, 각 로드 록 챔버 (302) 에, 개별적으로 진공 펌프를 형성해도 된다.

[0030] 진공 챔버 (300_i) 내부의 노광실 (301_i) 내에는, 도 5 에 나타내는 1 쌍의 노광 유닛 (310) 과, 예를 들어 수평 다관절 로봇으로 이루어지는 노광실 내 반송계 (312) (도 5 에서는 도시 생략, 도 16 참조) 가 수용되어 있다. 또, 노광실 (301_i) 내에는, 도 5 에서는 도시 생략되어 있지만, 도 18 등에 나타내는 바와 같이, 예를 들어 제 1 거리 떨어진 상하 2 단의 수납 선반을 갖고, 상하동 가능한 셔틀 캐리어 (306) 가 형성되어 있다. 셔틀 캐리어 (306) 의 상하동은, 노광 제어 장치 (380_i) 에 의해 제어된다 (도 16 참조).

[0031] 노광 유닛 (310) 은, 도 5 에 간략화하여 나타내는 바와 같이, 스테이지 장치 (320) 와, 전자빔 조사 장치 (330) 를 포함한다. 전자빔 조사 장치 (330) 는, 도 6 에 나타내는 원통상의 경통 (331) 과, 경통 (331) 의 내부의 전자빔 광학계를 포함한다.

[0032] 스테이지 장치 (320) 는, 웨이퍼를 유지하여 이동 가능한 웨이퍼 셔틀이 자유롭게 착탈할 수 있게 장착되는 조미동 스테이지를 포함하는 구성이고, 전자빔 조사 장치 (330) 는, 조미동 스테이지에 장착된 웨이퍼 셔틀에 유지된 웨이퍼에 전자빔을 조사하여 노광하는 구성이다.

[0033] 여기서, 웨이퍼 셔틀은, 상세하게는 후술하지만, 웨이퍼를 정전 흡착하여 유지하는 유지 부재 (혹은 테이블) 이지만, 그 유지 부재가 웨이퍼를 유지한 상태에서, 유지 부재가 반송되고, 또한 이 유지 부재가 계측실 (60) 을 기점으로 하여, 각 노광실 (301₂ ~ 301₆) 각각과의 사이에서 셔틀 버스 (혹은 스페이스 셔틀) 와 같이 반복해서 왕복하므로, 웨이퍼 셔틀이라고 칭하고 있다.

[0034] 스테이지 장치 (320) 는, 도 6 에 나타내는 바와 같이, 정반 (321) 과, 정반 (321) 상에서 이동하는 조미동 스테이지 (322) 와, 조미동 스테이지 (322) 를 구동시키는 구동계와, 조미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는 위치 계측계를 구비하고 있다. 스테이지 장치 (320) 의 구성 등의 자세한 것은 후술한다.

[0035] 전자빔 조사 장치 (330) 의 경통 (331) 은, 도 6 에 나타내는 바와 같이, 외주부에 중심각 120 도의 간격으로 3 개의 블록부가 형성된 원환상의 관부재로 이루어지는 메트롤로지 프레임 (340) 에 의해 하방에서 지지되어 있다. 보다 구체적으로는, 경통 (331) 의 최하단부는, 그 위의 부분에 비해 직경이 작은 소경부로 되어 있고, 그 소경부와 그 위의 부분의 경계 부분은 단부 (段部) 로 되어 있다. 그리고, 그 소경부가, 메트롤로지 프레임 (340) 의 원형의 개구 내에 삽입되어, 단부의 저면이 메트롤로지 프레임 (340) 의 상면에 맞닿은 상태에서, 경통 (331) 이, 메트롤로지 프레임 (340) 에 의해 하방에서 지지되어 있다. 메트롤로지 프레임 (340) 은, 도 6 에 나타내는 바와 같이, 전술한 3 개의 블록부의 각각에 하단이 접속된 3 개의 매달 지지 기구 (350a, 350b, 350c) (연구조 (柔構造) 의 연결 부재) 를 개재하여, 노광실 (301_i) 을 구획하는 진공 챔버 (300_i) 의 천판 (천장벽) 으로부터 매달린 상태로 지지되어 있다. 즉, 이와 같이 하여, 전자빔 조사 장치 (330) 는, 진공 챔버 (300_i) 에 대해 3 점에서 매달려 지지되어 있다.

[0036] 3 개의 매달 지지 기구 (350a, 350b, 350c) 는, 도 6 중에서 매달 지지 기구 (350a) 에 대해 대표적으로 나타내는 바와 같이, 각각의 상단에 형성된 수동형의 방진 패드 (351) 와, 방진 패드 (방진부) (351) 의 하단에 각각의 일단이 접속되고, 타단이 메트롤로지 프레임 (340) 에 접속된 강재 (鋼材) 로 이루어지는 와이어 (352) 를 갖는다. 방진 패드 (351) 는, 진공 챔버 (300_i) 의 천판에 고정되고, 각각 에어 댐퍼 또는 코일 스프링을 포함한다.

[0037] 본 실시형태에서는, 외부로부터 진공 챔버 (300_i) 로 전달된 플로어 진동 등의 진동 중에서, 전자빔 광학계의 광축에 평행한 Z 축 방향의 진동 성분의 대부분은 방진 패드 (351) 에 의해 흡수되기 때문에, 전자빔 광학계의 광축에 평행한 방향에 있어서 높은 제진 성능이 얻어진다. 또, 매달 지지 기구의 고유 진동수는, 전자빔 광학계의 광축에 평행한 방향보다 광축에 수직인 방향에서 낮아져 있다. 3 개의 매달 지지 기구 (350a, 350b, 350c) 는 광축에 수직인 방향에는 진자와 같이 진동하기 때문에, 광축에 수직인 방향의 제진 성능 (진공 챔버 (300_i) 에 외부로부터 전달된 플로어 진동 등의 진동이 전자빔 조사 장치 (330) 에 전해지는 것을 방지하는 능력) 이 충분히 높아지도록 3 개의 매달 지지 기구 (350a, 350b, 350c) 의 길이 (와이어 (352) 의 길이) 를 충분히 길게 설정하고 있다. 이 구조에서는 높은 제진 성능이 얻어짐과 함께 기구부의 대폭적인 경량화가 가능하지만, 전자빔 조사 장치 (330) 와 진공 챔버 (300_i) 의 상대 위치가 비교적 낮은 주파수에서 변화할 우려가

있다. 그래서, 전자빔 조사 장치 (330) 와 진공 챔버 (300_i) 의 상대 위치를 소정의 상태로 유지하기 위해, 비접촉 방식의 위치 결정 장치 (353) (도 5 에서는 도시 생략, 도 16 참조) 가 형성되어 있다. 이 위치 결정 장치 (353) 는, 예를 들어 국제 공개 2007/077920 등에 개시된 바와 같이, 6 축의 가속도 센서와, 6 축의 액추에이터를 포함하여 구성할 수 있다. 위치 결정 장치 (353) 는, 노광 제어 장치 (380_i) 에 의해 제어된다 (도 16 참조). 이로써, 진공 챔버 (300_i) 에 대한 전자빔 조사 장치 (330) 의 X 축 방향, Y 축 방향, Z 축 방향의 상대 위치, 및 X 축, Y 축, Z 축 둘레의 상대 회전각은, 일정한 상태 (소정의 상태) 로 유지된다.

[0038] 본 실시형태에서는, 전자빔 조사 장치 (330) 는, 경통 (331) 내에 소정의 위치 관계로 배치된 m 개 (m 은 예를 들어 100) 의 광학계 칼럼으로 구성되는 전자빔 광학계를 구비하고 있다. 각 광학계 칼럼은, 개별적으로 온 오프 가능하고, 또한 편향 가능한 n 개 (n 은 예를 들어 4000) 의 빔을 조사 가능한 멀티빔 광학계로 이루어진다. 멀티빔 광학계로는, 예를 들어 일본 공개특허공보 2011-258842호, 국제 공개 제2007/017255호 등에 개시되는 광학계와 동일한 구성의 것을 사용할 수 있다. 4000 개의 멀티빔을 모두 온 상태 (전자빔이 웨이퍼에 조사되는 상태) 로 했을 때, 예를 들어 100 $\mu\text{m} \times 20 \text{ nm}$ 의 사각형 영역 (노광 영역) 내에 등간격으로 설정된 4000 점에 동시에 자외광 노광 장치의 해상 한계보다 작은 (예를 들어 직경 20 nm) 의 전자빔의 원형 스폿이 형성된다.

[0039] 100 개의 광학계 칼럼은, 예를 들어 300 mm 웨이퍼 상에 형성된 (혹은 쇼트 맵에 따라 지금부터 형성되는) 예를 들어 100 개의 쇼트 영역에 거의 1 : 1 로 대응하고 있다. 본 실시형태에서는, 100 개의 광학계 칼럼의 각각이, 각각 온/오프 가능하고, 또한 편향 가능한 다수 (n = 4000) 의 직경 20 nm 전자빔의 원형 스폿을 사각형 (예를 들어 100 $\mu\text{m} \times 20 \text{ nm}$) 의 노광 영역 내에 배치하고, 이 노광 영역에 대해 웨이퍼를 주사하면서, 그 다수의 전자빔의 원형 스폿을 편향시키면서 온/오프함으로써, 웨이퍼 상의 100 개의 쇼트 영역이 노광되어, 패턴이 형성된다. 따라서, 300 mm 웨이퍼의 경우, 노광시의 웨이퍼의 이동 스트로크는, 다소의 여유를 갖게 해도 수십 mm, 예를 들어 50 mm 이면 충분하다. 각 광학계 칼럼은, 통상적인 전자빔 광학계와 동일하게, 반사 전자를 검출하는 반사 전자 검출계 (도시 생략) 를 구비하고 있다. 전자빔 조사 장치 (330) 는, 노광 제어 장치 (380_i) 에 의해 제어된다 (도 16 참조).

[0040] 다음으로 스테이지 장치 (320) 의 구성 등에 대해 설명한다. 도 7 에는, 스테이지 장치 (320) 의 조미동 스테이지 (322) 에, 웨이퍼 셔틀 (이하, 셔틀로 약기한다) (10) 이 장착된 상태의 사시도가 나타나 있다. 도 8 에는, 셔틀 (10) 이 이탈된 (떼어진) 상태의 도 7 에 나타내는 조미동 스테이지 (322) 의 사시도가 나타나 있다.

[0041] 스테이지 장치 (320) 가 구비하는 정반 (321) 은, 실제로는, 노광실 (301_i) 을 구획하는 진공 챔버 (300_i) 의 저벽 상에 설치되어 있다. 조미동 스테이지 (322) 는, 도 7 및 도 8 에 나타내는 바와 같이, Y 축 방향으로 소정 간격을 두고 배치되고, X 축 방향으로 각각 연장되는 1 쌍의 사각주상의 부분을 포함하고, 정반 (321) 상에서 X 축 방향으로 소정 스트로크, 예를 들어 50 mm 로 이동 가능한 조동 스테이지 (322a) 와, 조동 스테이지 (322a) 에 대해 Y 축 방향으로 소정 스트로크, 예를 들어 50 mm 로 이동 가능하고, 또한 나머지 5 자유도 방향, 즉 X 축 방향, Z 축 방향, X 축 둘레의 회전 방향 (θ_x 방향), Y 축 둘레의 회전 방향 (θ_y 방향) 및 Z 축 둘레의 회전 방향 (θ_z 방향) 에 Y 축 방향에 비해 짧은 스트로크로 가동인 미동 스테이지 (322b) 를 구비하고 있다. 또한, 도시는 생략되어 있지만, 조동 스테이지 (322a) 의 한 쌍의 사각주상의 부분은, 실제로는, 미동 스테이지 (322b) 의 Y 축 방향의 이동을 방해하지 않는 상태에서 도시 생략된 연결 부재에 의해 연결되어, 일체화되어 있다.

[0042] 조동 스테이지 (322a) 는, 조동 스테이지 구동계 (323) (도 16 참조) 에 의해, X 축 방향으로 소정 스트로크 (예를 들어 50 mm) 로 구동된다 (도 10 의 X 축 방향의 긴 화살표 참조). 조동 스테이지 구동계 (323) 는, 본 실시형태에서는 자속 누설이 생기지 않는 1 축 구동 기구, 예를 들어 볼 사나를 사용한 이송 나사 기구에 의해 구성된다. 이 조동 스테이지 구동계 (323) 는, 조동 스테이지의 한 쌍의 사각주상의 부분 중, 일방의 사각주상의 부분과 정반 (321) 사이에 배치된다. 예를 들어, 정반 (321) 에 나사축이 장착되고, 일방의 사각주상의 부분에 볼 (너트) 이 장착되는 구성이다. 또한, 정반 (321) 에 볼을 장착하고, 일방의 사각주상의 부분에 나사축을 장착하는 구성이어도 된다.

[0043] 또, 조동 스테이지의 한 쌍의 사각주상의 부분 중, 타방의 사각주상의 부분은, 정반 (321) 에 형성된 도시 생략된 가이드면을 따라 이동하는 구성이다.

[0044] 볼 나사의 나사축은, 스테핑 모터에 의해 회전 구동된다. 혹은 조동 스테이지 구동계 (323) 를, 구동원으로

서 초음파 모터를 구비한 1 축 구동 기구에 의해 구성해도 된다. 어느 쪽이든 자속 누설에서 기인하는 자기장 변동이 전자빔의 위치 결정에 영향을 미치는 일은 없다. 조동 스테이지 구동계 (323) 는, 노광 제어 장치 (380_i) 에 의해 제어된다 (도 16 참조).

[0045] 미동 스테이지 (322b) 는, 도 9 의 사시도로 확대하여 나타내는 바와 같이, Y 축 방향으로 관통한 XZ 단면 사각형 프레임상의 부재로 이루어지고, 중량 캔슬 장치 (324) 에 의해, 정반 (321) 상에서 XY 평면 내에서 이동 가능하게 지지되어 있다. 미동 스테이지 (322b) 의 측면의 외면에는, 보강용의 리브가 복수 형성되어 있다.

또한, 중량 캔슬 장치 (324) 의 구성에 대해서는 후술한다.

[0046] 미동 스테이지 (322b) 의 중공부의 내부에는, XZ 단면이 사각형 프레임상이고 Y 축 방향으로 연장되는 요크 (325a) 와, 요크 (325a) 의 상하의 대향면에 고정된 1 쌍의 자석 유닛 (325b) 이 형성되고, 이들 요크 (325a) 와 1 쌍의 자석 유닛 (325b) 에 의해, 미동 스테이지 (322b) 를 구동시키는 모터의 가동자 (325) 가 구성되어 있다.

[0047] 이 가동자 (325) 에 대응하여, 조동 스테이지 (322a) 의 한 쌍의 사각주 부분의 상호간에는, 도 8 내지 미동 스테이지 (322b) 및 부호 328 로 나타내는 후술하는 자기 실드 부재를 제거한 상태를 나타내는 도 10 에 나타내는 바와 같이, 코일 유닛으로 이루어지는 고정자 (326) 가 가설되어 있다. 고정자 (326) 와 전술한 가동자 (325) 에 의해, 가동자 (325) 를 고정자 (326) 에 대해, 도 10 에 각 방향의 화살표로 나타내는 바와 같이, Y 축 방향으로 소정 스트로크, 예를 들어 50 mm 로 이동 가능하고, 또한 X 축 방향, Z 축 방향, θ_x 방향, θ_y 방향 및 θ_z 방향으로 미소 구동 가능한 폐자계형 (閉磁界型) 또한 무빙 마그넷형의 모터 (327) 가 구성되어 있다. 본 실시형태에서는, 모터 (327) 에 의해 미동 스테이지를 6 자유도 방향으로 구동시키는 미동 스테이지 구동계가 구성되어 있다. 이하, 미동 스테이지 구동계를 모터와 동일한 부호를 사용하여, 미동 스테이지 구동계 (327) 로 표기한다. 미동 스테이지 구동계 (327) 는, 노광 제어 장치 (380_i) 에 의해 제어된다 (도 16 참조).

[0048] 조동 스테이지 (322a) 의 한 쌍의 사각주 부분의 상호간에는, 예를 들어 도 7 및 도 8 등에 나타내는 바와 같이, 추가로 모터 (327) 의 상면 및 X 축 방향의 양측면을 덮는 상태에서 XZ 단면 역 U 자상의 자기 실드 부재 (328) 가 가설되어 있다. 즉, 자기 실드 부재 (328) 는, 사각주 부분이 연장되는 방향에 교차하는 방향 (Y 축 방향) 으로 연장되어 형성되어 있고, 모터 (327) 의 상면에 비접촉으로 대향하는 상면부와, 모터 (327) 의 측면에 비접촉으로 대향하는 측면부를 구비한다. 이 자기 실드 부재 (328) 는, 미동 스테이지 (322b) 의 중공부 내에 삽입된 상태에서, 측면부 중, 길이 방향 (Y 축 방향) 의 양단부의 하면이 조동 스테이지 (322a) 의 한 쌍의 사각주 부분의 상면에 고정되어 있다. 또, 자기 실드 부재 (328) 의 측면부 중, 상기 양단부의 하면 이외에는, 미동 스테이지 (322b) 의 내벽면 중, 저벽면 (하면) 에 대해 비접촉으로 대향한다. 즉, 자기 실드 부재 (328) 는, 가동자 (325) 의 고정자 (326) 에 대한 이동을 방해하지 않는 상태에서, 미동 스테이지 (322b) 의 중공부 내에 삽입되어 있다.

[0049] 자기 실드 부재 (328) 로는, 소정의 공극 (스페이스) 을 간격을 두고 적층된 복수층의 자성 재료의 필름에 의해 구성되는 라미네이트한 자기 실드 부재가 사용되고 있다. 이 밖에, 투자율 (透磁率) 이 상이한 2 종류의 재료의 필름이 교대로 적층된 구성의 자기 실드 부재를 사용해도 된다. 자기 실드 부재 (328) 는, 모터 (327) 의 상면 및 측면을, 가동자 (325) 의 이동 스트로크의 전체 길이에 걸쳐 덮고 있으며, 또한 조동 스테이지 (322a) 에 고정되어 있으므로, 미동 스테이지 (322b) 및 조동 스테이지 (322a) 의 이동 범위의 전역에서, 상방 (전자빔 광학계측) 으로의 자속의 누설을 거의 확실하게 방지할 수 있다.

[0050] 중량 캔슬 장치 (324) 는, 도 11 에 나타내는 바와 같이, 미동 스테이지 (322b) 의 하면에 상단이 접속된 금속제의 벨로스형 공기 스프링 (이하, 공기 스프링으로 약기한다) (382) 과, 공기 스프링 (382) 의 하단에 접속된 평판상의 판부재로 이루어지는 베이스 슬라이더 (386) 를 가지고 있다. 공기 스프링 (382) 과 베이스 슬라이더 (386) 는, 중앙에 개구가 형성된 판상의 접속 부재 (384) 를 개재하여 서로 접속되어 있다.

[0051] 베이스 슬라이더 (386) 에는, 공기 스프링 (382) 내부의 공기를, 정반 (321) 의 상면에 분출하는 베어링부 (386a) 가 공기 스프링 (382) 의 하방에 형성되고, 베어링부 (386a) 로부터 분출되는 가압 공기의 베어링면과 정반 (321) 상면 사이의 정압 (간극 내 압력) 에 의해, 베이스 슬라이더 (386), 중량 캔슬 장치 (324), 미동 스테이지 (322b) 및 가동자 (325) (후술하는 바와 같이, 셔틀이 조미동 스테이지 (322) 에 장착된 경우에는, 그 셔틀 (10) 등도 포함한다) 의 자중이 지지되어 있다. 또한, 공기 스프링 (382) 에는, 미동 스테이지 (322b) 에 접속된 도시 생략된 배관을 통하여 압축 공기가 공급되어 있다.

- [0052] 베이스 슬라이더 (386) 의 정반 (321) 에 대향하는 면 (하면) 에는, 베어링부 (386a) 의 주위에 환상 (環狀) 의 오목부 (386b) 가 형성되고, 이에 대응하여 정반 (321) 에는, 베어링부 (386a) 로부터 오목부 (386b) 와 정반 (321) 의 상면으로 구획되는 공간 내에 분출된 공기를, 외부로 진공 배기하기 위한 배기로 (321a) 가 형성되어 있다. 베이스 슬라이더 (386) 의 오목부 (386b) 는, 미동 스테이지 (322b) 가 정반 (321) 상에서 XY 평면 내의 이동 가능한 범위의 어디로 이동해도, 오목부 (386b) 에 배기로 (321a) 의 배기구가 대향하는 상태가 유지되는 치수를 가지고 있다. 즉, 베이스 슬라이더 (386) 의 하방에 일종의 차동 배기형의 공기 정압 베어링이 구성되고, 베어링부 (386a) 로부터 정반 (321) 을 향하여 분출된 공기가, 주위에 (노광실 내에) 새어나오는 것이 방지되어 있다.
- [0053] 미동 스테이지 (322b) 의 하면에는, 공기 스프링 (382) 을 사이에 두고 1 쌍의 지주 (필러) (388) 가 고정되어 있다. 1 쌍의 지주 (388) 는, 공기 스프링 (382) 의 X 축 방향의 양측에서, 또한 공기 스프링 (382) 을 중심으로 하여 좌우 대칭인 배치로, Z 축 방향의 길이가 공기 스프링 (382) 보다 약간 길다. 1 쌍의 지주 (388) 각각의 하단에는, 공기 스프링 (382) 의 하단면에 일단이 각각 접속된 평면에서 보았을 때 U 자상의 한 쌍의 판 스프링 (390) 의 타단이 각각 접속되어 있다. 이 경우, 1 쌍의 판 스프링 (390) 은, U 자의 선단부 (두 갈래로 갈라진 부분) 가 공기 스프링 (382) 에 접속되고, 반대측의 단부가 1 쌍의 지주 (388) 각각에 접속되어 있다. 1 쌍의 판 스프링 (390) 과 베이스 슬라이더 (386) 는 거의 평행이고, 양자간에는 소정의 간극이 형성되어 있다.
- [0054] 미동 스테이지 (322b) 의 XY 평면 내의 이동시에 베이스 슬라이더 (386) 에 작용하는 수평 방향의 힘을, 1 쌍의 판 스프링 (390) 이 받을 수 있으므로, 미동 스테이지 (322b) 의 XY 평면 내의 이동시에, 불필요한 힘이 공기 스프링 (382) 에 작용하는 것을 거의 확실하게 방지할 수 있다. 또, 1 쌍의 판 스프링 (390) 은, 미동 스테이지 (322b) 가 틸트 구동될 때에는, 그 틸트를 허용하도록 변형된다.
- [0055] 여기서, 셔틀 (10) 을 조미동 스테이지 (322), 보다 정확하게는 미동 스테이지 (322b) 에 자유롭게 착탈할 수 있게 장착하기 위한 구조에 대해 설명한다.
- [0056] 미동 스테이지 (322b) 의 상면에는, 도 8 에 나타내는 바와 같이, 3 개의 삼각추 홈 부재 (12) 가 형성되어 있다. 이 삼각추 홈 부재 (12) 는, 예를 들어, 평면에서 보았을 때 대략 정삼각형의 3 개의 정점의 위치에 형성되어 있다. 이 삼각추 홈 부재 (12) 에는, 후술하는 셔틀 (10) 에 형성된 구체 또는 반구체가 걸어맞춤 가능하고, 이 구체 또는 반구체와 함께 키네마틱 커플링을 구성한다. 또한, 도 8 에는, 3 개의 판부재에 의해 구성된 꽃잎과 같은 삼각추 홈 부재 (12) 가 나타나 있지만, 이 삼각추 홈 부재 (12) 는, 구체 또는 반구체에 각각 점접촉하는 삼각추 홈과 동일한 역할을 가지므로, 삼각추 홈 부재라고 칭하고 있다. 따라서, 삼각추 홈이 형성된 단일 부재를 삼각추 홈 부재 (12) 대신에 사용해도 된다.
- [0057] 본 실시형태에서는, 3 개의 삼각추 홈 부재 (12) 에 대응하여, 도 7 에 나타내는 바와 같이, 셔틀 (10) 에 3 개의 구체 또는 반구체 (본 실시형태에서는 볼) (14) 가 형성되어 있다. 셔틀 (10) 은, 평면에서 보았을 때 정삼각형의 각 정점을 잘라낸 것과 같은 육각 형상으로 형성되어 있다. 이것을 더욱 상세히 서술하면, 셔틀 (10) 에는, 평면에서 보았을 때 3 개의 사변 (斜邊) 각각의 중앙부에 절결부 (10a, 10b, 10c) 가 형성되고, 절결부 (10a, 10b, 10c) 를 각각 외측에서 덮는 상태에서, 판 스프링 (16) 이 각각 장착되어 있다. 각 판 스프링 (16) 의 길이 방향의 중앙부에 볼 (14) 이 각각 고정되어 있다. 삼각추 홈 부재 (12) 에 걸어맞춰지기 전의 상태에서는, 각 볼 (14) 은, 외력을 받았을 경우, 셔틀 (10) 의 중심 (도 7 에 나타내는 웨이퍼 (W) 의 중심에 거의 일치) 을 중심으로 하는 반경 방향으로만 미소 이동한다.
- [0058] 미동 스테이지 (322b) 의 상방에서 3 개의 삼각추 홈 부재 (12) 에 3 개의 볼 (14) 이 각각 거의 대향하는 위치에 셔틀 (10) 을 이동시킨 후, 셔틀 (10) 을 강하시킴으로써, 3 개의 볼 (14) 의 각각이, 3 개의 삼각추 홈 부재 (12) 에 개별적으로 걸어맞추어져, 셔틀 (10) 이 미동 스테이지 (322b) 에 장착된다. 이 장착시에, 셔틀 (10) 의 미동 스테이지 (322b) 에 대한 위치가 원하는 위치로부터 어긋나 있었다고 해도, 볼 (14) 이 삼각추 홈 부재 (12) 에 걸어맞춰질 때에 그 삼각추 홈 부재 (12) 로부터 외력을 받아 전술한 바와 같이 반경 방향으로 이동하는 결과, 3 개의 볼 (14) 이 대응하는 삼각추 홈 부재 (12) 에, 항상 동일한 상태로 걸어맞춘다. 한편, 셔틀 (10) 을 상방으로 이동시켜, 볼 (14) 과 삼각추 홈 부재 (12) 의 걸어맞춤을 해제하는 것만으로도, 셔틀 (10) 을 미동 스테이지 (322b) 로부터 간단하게 떼어낼 (이탈시킬) 수 있다. 즉, 본 실시형태에서는 3 세트의 볼 (14) 과 삼각추 홈 부재 (12) 의 세트에 의해, 키네마틱 커플링이 구성되고, 이 키네마틱 커플링에 의해, 셔틀 (10) 의 미동 스테이지 (322b) 에 대한 장착 상태를 항상 거의 동일 상태로 설정할 수 있게 되어 있다. 따라서, 몇번 떼어내도 다시 셔틀 (10) 을 키네마틱 커플링 (3 세트의 볼 (14) 과 삼각추 홈 부재 (12) 의 세

트)을 개재하여 미동 스테이지 (322b)에 장착하는 것만으로, 서틀 (10)과 미동 스테이지 (322b)의 일정한 위치 관계를 재현할 수 있다.

[0059] 서틀 (10)의 상면에는, 예를 들어 도 7에 나타내는 바와 같이, 중앙에 웨이퍼 (W)보다 약간 직경이 큰 원형의 오목부가 형성되고, 그 오목부 내에 도시 생략된 정전 척이 형성되고, 그 정전 척에 의해 웨이퍼 (W)가 정전 흡착되어 유지되어 있다. 이 웨이퍼 (W)의 유지 상태에서는, 웨이퍼 (W)의 표면은, 서틀 (10)의 상면과 거의 동일면으로 되어 있다. 서틀 (10)에는 웨이퍼 (W)의 재치면(흡착면)에 상하로 관통하는 원형 개구(도시 생략)가 복수, 소정의 위치 관계로 형성되어 있다.

[0060] 다음으로, 조미동 스테이지 (322)의 위치 정보를 계측하는 위치 계측계에 대해 설명한다. 이 위치 계측계는, 서틀 (10)이 미동 스테이지 (322b)에 전술한 키네마틱 커플링을 개재하여 장착된 상태에서, 서틀 (10)의 위치 정보를 계측한다. 이 위치 계측계는, 서틀 (10)이 장착된 미동 스테이지 (322b)의 위치 정보를 계측하는 제 1 계측계 (20)와, 미동 스테이지 (322b)의 위치 정보를 직접 계측하는 제 2 계측계 (25)를 포함한다(도 16 참조).

[0061] 먼저, 제 1 계측계 (20)에 대해 설명한다. 서틀 (10)의 전술한 3개의 사변을 제외한 3개의 변 각각의 근방에는, 도 7에 나타내는 바와 같이, 그레이팅 플레이트 (22a, 22b, 22c)가 각각 형성되어 있다. 그레이팅 플레이트 (22a, 22b, 22c)의 각각에는, 서틀 (10)의 중심(본 실시형태에서는 원형의 오목부의 중심에 일치)을 중심으로 하는 반경 방향과 이것에 직교하는 방향의 각각을 주기 방향으로 하는 2차원 격자가 각각 형성되어 있다. 예를 들어, 그레이팅 플레이트 (22a)에는, Y축 방향 및 X축 방향을 주기 방향으로 하는 2차원 격자가 형성되어 있다. 또, 그레이팅 플레이트 (22b)에는, 서틀 (10)의 중심에 관해 Y축에 대해 -120도를 이루는 방향(이하, α 방향이라고 칭한다) 및 이에 직교하는 방향을 주기 방향으로 하는 2차원 격자가 형성되고, 그레이팅 플레이트 (22c)에는, 서틀 (10)의 중심에 관해 Y축에 대해 +120도를 이루는 방향(이하, β 방향이라고 칭한다) 및 이에 직교하는 방향을 주기 방향으로 하는 2차원 격자가 형성되어 있다. 2차원 격자로는, 각각의 주기 방향에 대해, 피치가 예를 들어 1 μm 인 반사형의 회절 격자가 사용되고 있다.

[0062] 3개의 그레이팅 플레이트 (22a, 22b, 22c)에 대응하여, 도 12(A)에 나타내는 바와 같이, 메트롤로지 프레임 (340)의 하면(-Z측의 면)에는, 3개의 그레이팅 플레이트 (22a, 22b, 22c)의 각각에 개별적으로 대향 가능한 위치에, 3개의 헤드부 (24a, 24b, 24c)가 고정되어 있다. 3개의 헤드부 (24a, 24b, 24c)의 각각에는, 도 12(B)중에 각 4개의 화살표로 나타내는 계측축을 갖는 4축 인코더 헤드가 형성되어 있다.

[0063] 이것을 더욱 상세히 서술하면, 헤드부 (24a)는, 동일한 케이싱의 내부에 수용된, X축 방향 및 Z축 방향을 계측 방향으로 하는 제 1 헤드와, Y축 방향 및 Z축 방향을 계측 방향으로 하는 제 2 헤드를 포함한다. 제 1 헤드(보다 정확하게는, 제 1 헤드가 발하는 계측 빔의 그레이팅 플레이트 (22a)상의 조사점)와, 제 2 헤드(보다 정확하게는, 제 2 헤드가 발하는 계측 빔의 그레이팅 플레이트 (22a)상의 조사점)는, 동일한 X축에 평행한 직선 상에 배치되어 있다. 헤드부 (24a)의 제 1 헤드 및 제 2 헤드는, 각각 그레이팅 플레이트 (22a)를 사용하여, 서틀 (10)의 X축 방향 및 Z축 방향의 위치 정보를 계측하는 2축 리니어 인코더, 및 Y축 방향 및 Z축 방향의 위치 정보를 계측하는 2축 리니어 인코더를 구성한다.

[0064] 나머지 헤드부 (24b, 24c)는, 각각의 메트롤로지 프레임 (340)에 대한 방향이 상이하지만(XY 평면 내에 있어서의 계측 방향이 상이하다), 제 1 헤드와 제 2 헤드를 포함하여 헤드부 (24a)와 동일하게 구성되어 있다. 헤드부 (24b)의 제 1 헤드 및 제 2 헤드는, 각각 그레이팅 플레이트 (22b)를 사용하여, 서틀 (10)의 α 방향으로 XY 평면 내에서 직교하는 방향 및 Z축 방향의 위치 정보를 계측하는 2축 리니어 인코더, 및 α 방향 및 Z축 방향의 위치 정보를 계측하는 2축 리니어 인코더를 구성한다. 헤드부 (24c)의 제 1 헤드 및 제 2 헤드는, 각각 그레이팅 플레이트 (22c)를 사용하여, 서틀 (10)의 β 방향으로 XY 평면 내에서 직교하는 방향 및 Z축 방향의 위치 정보를 계측하는 2축 리니어 인코더, 및 β 방향 및 Z축 방향의 위치 정보를 계측하는 2축 리니어 인코더를 구성한다.

[0065] 헤드부 (24a, 24b, 24c) 각각이 갖는 제 1 헤드 및 제 2 헤드의 각각으로는, 예를 들어 미국 특허 제 7,561,280호 명세서에 개시되는 변위 계측 센서 헤드와 동일한 구성의 인코더 헤드를 사용할 수 있다.

[0066] 상기 서술한 3세트, 합계 6개의 2축 인코더, 즉 3개의 그레이팅 플레이트 (22a, 22b, 22c)를 각각 사용하여 서틀 (10)의 위치 정보를 계측하는 3개의 헤드부 (24a, 24b, 24c)에 의해 인코더 시스템이 구성되고, 이 인코더 시스템에 의해 제 1 계측계 (20)(도 16 참조)가 구성되어 있다. 제 1 계측계 (20)로 계측되는 위치 정보는, 노광 제어 장치 (380i)에 공급된다.

- [0067] 제 1 계측계 (20) 는, 3 개의 헤드부 (24a, 24b, 24c) 가 각각 4 개의 계측 자유도 (계측축) 를 가지고 있으므로, 합계 12 자유도의 계측이 가능하다. 즉, 3 차원 공간 내에서는, 자유도는 최대 6 이므로, 실제로는 6 자유도 방향의 각각에 대해, 용장 (冗長) 계측이 실시되어, 각 2 개의 위치 정보가 얻어지게 된다.
- [0068] 따라서, 노광 제어 장치 (380_i) 는, 제 1 계측계 (20) 로 계측된 위치 정보에 기초하여, 각각의 자유도에 대해 각 2 개의 위치 정보의 평균값을, 각각의 방향의 계측 결과로 한다. 이로써, 평균화 효과에 의해, 6 자유도의 모든 방향에 대해, 셔틀 (10) 및 미동 스테이지 (322b) 의 위치 정보를, 고정밀도로 구하는 것이 가능해진다.
- [0069] 다음으로, 제 2 계측계 (25) 에 대해 설명한다. 제 2 계측계 (25) 는, 셔틀 (10) 이 미동 스테이지 (332b) 에 장착되어 있는지의 여부에 상관없이, 미동 스테이지 (332b) 의 6 자유도 방향의 위치 정보의 계측이 가능하다. 제 2 계측계 (25) 는, 예를 들어 미동 스테이지 (332b) 의 측벽의 외면에 형성된 반사면에 빔을 조사하여, 그 반사광을 수광하여 미동 스테이지 (332b) 의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는 간접계 시스템에 의해 구성할 수 있다. 간접계 시스템의 각 간접계는, 메트롤로지 프레임 (340) 에 도시 생략된 지지 부재를 개재하여 매달아 지지해도 되고, 혹은 정반 (321) 에 고정시켜도 된다. 제 2 계측계는, 노광실 (301_i) 내 (진공 공간 내) 에 형성되므로, 공기 흔들림에서 기인하는 계측 정밀도의 저하의 우려가 없다. 또, 제 2 계측계 (25) 는, 본 실시형태에서는, 셔틀 (10) 이 미동 스테이지 (332b) 에 장착되어 있지 않을 때, 즉 웨이퍼의 노광이 실시되지 않을 때, 주로, 미동 스테이지 (332b) 의 위치, 자세를 원하는 상태로 유지하기 위해서 사용되므로, 제 1 계측계 (20) 에 비해 계측 정밀도는 낮아도 된다. 제 2 계측계 (25) 로 계측되는 위치 정보는, 노광 제어 장치 (380_i) 에 공급된다 (도 16 참조). 또한, 간접계 시스템에 한정되지 않고, 인코더 시스템에 의해, 혹은 인코더 시스템과 간접계 시스템의 조합에 의해, 제 2 계측계를 구성해도 된다. 후자의 경우, 미동 스테이지 (322b) 의 XY 평면 내의 3 자유도 방향의 위치 정보를 인코더 시스템으로 계측하고, 나머지 3 자유도 방향의 위치 정보를 간접계 시스템으로 계측해도 된다.
- [0070] 본 실시형태에서는, 진공 챔버 (300₂ ~ 300₆) 가 각각 구비하는 로드 록 챔버 (302) 도, 진공 챔버 (300₂ ~ 300₆) 와 동일하게, X 축 방향으로 나열되어 배치되므로, 일방의 열의 진공 챔버 (300₃, 300₂) 가 각각 구비하는 로드 록 챔버 (302), 및 챔버 (300₁) 와, 타방의 열의 진공 챔버 (300₆, 300₅, 300₄) 가 각각 구비하는 로드 록 챔버 (302) 는, 소정의 간격을 두고 대향하고 있다. 그리고, 도 2(B) 및 도 4 에 나타내는 바와 같이, 이 대향하는 양자간에, X 축 방향으로 연장되는 단면 사각형의 반송 공간 (SP) 을 구획하는 반송 챔버 (311) 가 형성되어 있다. 반송 공간 (SP) 내에 후술하는 셔틀 반송계의 이동 경로가 형성되어 있다. 또한, 도시는 생략되어 있지만, 반송 챔버 (311) 의 양측벽에는, 게이트부에 대향하는 위치에, 셔틀 (10) 의 통로가 되는 개구가 형성되어 있다. 또한 반송 공간 (SP) 은, 진공 챔버의 내부에 비해 진공도가 낮은 저진공 공간, 예를 들어, 대기압 공간에 설정할 수 있으므로, 반송 챔버 (311) 는 반드시 사용할 필요는 없다.
- [0071] 노광 제어 장치 (380₂, 380₃, 380₄, 380₅, 380₆) 는, 도 2(B) 및 도 4 에 나타내는 바와 같이, 각 로드 록 챔버 (302) 의 상방 또한 진공 챔버 (300₂, 300₃, 300₄, 300₅, 300₆) 의 내측의 공간에 배치된 제어 박스 (381₂, 381₃, 381₄, 381₅, 381₆) 내에 각각 수납되어 있다. 또한, 제어 박스 (381₂, 381₃, 381₄, 381₅, 381₆) 는, 도 2(B) 에 제어 박스 (381₃) 에 대해 대표적으로 나타내는 바와 같이, 실제로는, 진공 챔버와 반송 챔버 (311) 사이에 가설된 지지 프레임 (313) 상에 배치되어 있다. 지지 프레임 (313) 은, 실제로는, 플로어면 (F) 상에 지지되어 있다.
- [0072] 다음으로, 계측실 (60) 내부의 구성에 대해 간단하게 설명한다. 계측실 (60) 내에는, 도 13(A) 에 나타내는 바와 같이, XY 평면 내에서 2 차원 이동하는 계측 스테이지 (ST) 와 계측 스테이지 (ST) 상에 탑재된 계측 테이블 (TB) 을 갖는 계측 스테이지 장치 (30) 와, 계측 시스템 (40) 과, 웨이퍼 (W) 및 셔틀 (10) 을 반송하는 예를 들어 다관절 로봇으로 이루어지는 계측실 내 반송계 (62) (도 15 참조) 가 수납되어 있다. 계측 스테이지 장치 (30) 에는, 계측 테이블 (TB) 에 전술과 동일한 키네마틱 커플링을 개재하여 자유롭게 착탈할 수 있게 셔틀 (10) 이 장착된다. 그리고, 계측 시스템 (40) 은, 셔틀 (10) 에 유지된 웨이퍼 (W) 에 대해 소정의 계측을 실시한다.
- [0073] 이 밖에, 계측실 (60) 의 내부에는, 셔틀 (10) 을 수납 가능한 복수단의 선반을 갖고, 복수의 셔틀 (10) 을 동시 보관 가능한 셔틀 스토커 (도시 생략) 가 형성되어 있다. 본 실시형태에서는, 셔틀 스토커는, 수납되어

있는 셔틀 (10) 의 온조 기능도 가지고 있다. 이에 한정되지 않고, 셔틀의 온조 장치들, 셔틀 스토커와는 별개로 형성해도 된다. 또한, 웨이퍼를 반송하는 반송계와 셔틀을 반송하는 반송계가 따로따로 형성되어 있어도 되지만, 본 실시형태에서는, 설명을 간략화하기 위해, 동일한 반송계에 의해 웨이퍼 및 셔틀의 반송이 실시되는 것으로 한다.

[0074] 계측 테이블 (TB) 에는, 셔틀 (10) 에 형성된 전술한 복수의 원형 개구에 대응하는 배치로 복수의 원형 개구가 형성되어 있다. 계측 스테이지 (ST) 에는, 복수의 원형 개구에 대응하는 배치로, 복수의 핀 (32) 이 볼록 형성되어 있고, 복수의 핀 (32) 이 계측 테이블 (TB) 의 복수의 원형 개구 내에 개별적으로 삽입된 상태에서, 계측 테이블 (TB) 이 계측 스테이지 (ST) 상에 배치되어 있다. 계측 테이블 (TB) 은, 계측 스테이지 (ST) 에 형성된 구동계 (34) 에 의해 구동되고, 소정 스트로크로 상하동 (Z 축 방향으로 이동) 가능하다. 본 실시형태에서는, 계측 테이블 (TB) 은, 셔틀 (10) 이 키네마틱 커플링을 개재하여 장착된 상태에서, 셔틀 (10) 의 상면이 복수의 핀 (32) 의 상단면보다 소정 거리 높아지는 (복수의 핀의 상단면이 셔틀 (10) 의 상면으로부터 돌출되지 않는) 도 13(A) 에 나타내는 제 1 위치와, 셔틀 (10) 의 웨이퍼 재치면 (정전 척의 상면) 이 복수의 핀 (32) 의 상단면보다 소정 거리 낮아지는 (복수의 핀 (32) 의 상단면이 셔틀 (10) 의 웨이퍼 재치면으로부터 돌출되는) 도 13(B) 에 나타내는 제 2 위치 사이에서 상하동 가능하다.

[0075] 또한, 계측 스테이지 (ST) 상에 계측 테이블 (TB) 을 재치하고, 계측 테이블 (TB) 에 대해, 복수의 핀 (32) 을 상하동시켜도 된다.

[0076] 계측 스테이지 (ST) 는, 예를 들어 평면 모터로 이루어지는 계측 스테이지 구동계 (36) (도 15 참조) 에 의해 XY 평면 내에서 구동 (Θz 방향의 회전을 포함한다) 된다. 계측 스테이지 (ST) 의 XY 평면 내의 위치 정보는, 계측 스테이지 간섭계 (38) (도 15 참조) 에 의해 계측되어 있다. 또, 계측 테이블 (TB) 의 상하 방향의 위치는, 구동계 (34) 가 갖는 인코더에 의해 계측되어 있다. 계측 스테이지 장치 (30) 의 각 부의 동작은, 계측 제어 장치 (50) 에 의해 제어된다 (도 15 참조).

[0077] 계측 시스템 (40) 은, 도 13(A) 에 나타내는 바와 같이, 얼라인먼트 검출계 (ALG) 와, 조사계 (42a) 와 수광계 (42b) 를 갖는 면 위치 검출 장치 (AF) (도 15 참조) 를 포함한다.

[0078] 본 실시형태에서는, 셔틀 (10) 상에 유지되어 있는 웨이퍼 상면에는, 감응제 (전자선용 레지스트) 가 도포되어 있는 데에 대응하여, 얼라인먼트 검출계 (ALG) 의 검출광으로서, 전자선 레지스트를 감광시키지 않는 파장의 검출 빔이 사용된다. 얼라인먼트 검출계 (ALG) 로서, 예를 들어 웨이퍼 상에 도포되어 있는 레지스트를 감광시키지 않는 브로드 밴드한 검출 광속을 대상 마크에 조사하고, 그 대상 마크로부터의 반사광에 의해 수광면에 결상된 대상 마크의 이미지와 도시 생략된 지표 (내부에 형성된 지표판 상의 지표 패턴) 의 이미지를 촬상 소자 (CCD 등) 를 사용하여 촬상하고, 그들의 촬상 신호를 출력하는 화상 처리 방식의 FIA (Field Image Alignment) 계가 사용되고 있다. 얼라인먼트 검출계 (ALG) 로부터의 촬상 신호는, 신호 처리 장치 (도시 생략) 를 개재하여 계측 제어 장치 (50) 에 공급되게 되어 있다 (도 15 참조). 또한, 얼라인먼트 검출계 (ALG) 로서, FIA 계에 한정되지 않고, 예를 들어 코히런트한 검출광을 대상 마크에 조사하고, 그 대상 마크로부터 발생하는 2 개의 회절광 (예를 들어 동 차수의 회절광, 혹은 동 방향으로 회절하는 회절광) 을 간섭시켜 검출하는 회절광 간섭형의 얼라인먼트 검출계를 FIA 계 대신 사용해도 된다.

[0079] 면 위치 검출 장치 (AF) 는, 조사계 (42a) 와 수광계 (42b) 를 갖고, 예를 들어 미국 특허 제5,448,332호 명세서 등에 개시되는 것과 동일한 구성의 사입사 (斜入射) 방식의 다점 초점 위치 검출계에 의해 구성된다. 면 위치 검출 장치 (AF) 의 복수의 검출점은, 피검면 상에서 X 축 방향을 따라 소정 간격으로 배치된다. 본 실시형태에서는, 예를 들어 1 행 M 열 (M 은 검출점의 총수) 또는 2 행 N 열 (N 은 검출점의 총수의 1/2) 의 행 매트릭스상으로 배치된다. 도 13(A) 중에서는, 도시가 생략되어 있지만, 복수의 검출점은, 웨이퍼 (W) 의 직경과 동일한 정도의 X 축 방향의 길이를 갖는 영역 내에 거의 균등하게 설정되어 있으므로, 웨이퍼 (W) 를 Y 축 방향으로 1 회 스캔하는 것만으로, 웨이퍼 (W) 의 거의 전체면에서 Z 축 방향의 위치 정보 (면 위치 정보) 를 계측할 수 있다. 본 실시형태에서는, 상기 서술한 계측실 (60) 내에 배치된 각 부, 즉 계측 스테이지 장치 (30), 계측 시스템 (40), 및 계측실 내 반송계 (62) 등과, 계측 제어 장치 (50) 에 의해, 셔틀 (10) 상에 유지된 노광 전의 웨이퍼에 대한 사전 계측을 실시하는 계측부 (65) 가 구성되어 있다 (도 15 참조).

[0080] 이 밖에, 본 실시형태에 관련된 노광 시스템 (1000) 은, 전술한 공간 (SP) 내를 이동하여, 노광 전의 웨이퍼를 유지하는 셔틀 (10) 을, 계측실 (60) 로부터 진공 챔버 (300_i) 가 각각 구비하는 로드 록 챔버 (302) 로 반송하고, 노광이 끝난 웨이퍼를 유지하는 셔틀 (10) 을 로드 록 챔버 (302) 로부터 계측실 (60) 로 반송하는, 셔틀의 반송 동작을 반복하여 실시하는 셔틀 반송계 (70) (도 14 참조) 를 추가로 구비하고 있다. 셔틀 반송계

(70) 는, 예를 들어 공간 (SP) 내를 이동 가능한 수평 다관절 로봇에 의해 구성된다. 서틀 반송계 (70) 는, 마이크로 컴퓨터 등을 포함하는 반송계 제어 장치 (72) (도 14 참조) 에 의해 제어된다.

- [0081] 도 14 에는, 노광 시스템 (1000) 의 제어계의 구성이 블록도로 나타나 있다. 노광 시스템 (1000) 의 제어계는, 노광 시스템 (1000) 의 전체를 통괄적으로 제어하는 워크 스테이션 등으로 이루어지는 주제어 장치 (100) 와, 주제어 장치 (100) 의 배하 (配下) 에 있는 계측 제어 장치 (50), 5 개의 노광 제어 장치 (380₂ ~ 380₆), 및 반송계 제어 장치 (72) 를 구비하고 있다.
- [0082] 도 15 에는, 도 14 의 제어계를 구성하는 계측 제어 장치 (50) 의 입출력 관계가 블록도로 나타나 있다. 계측 제어 장치 (50) 는, 마이크로 컴퓨터 등을 포함하여, 계측실 (60) 내에 형성된 도 15 에 나타내는 각 부를 제어한다.
- [0083] 도 16 에는, 도 14 의 제어계를 구성하는 5 개의 노광 제어 장치 (380_i) ($i = 2 \sim 6$) 의 입출력 관계가 블록도로 나타나 있다. 노광 제어 장치 (380_i) 는, 마이크로 컴퓨터 등을 포함하여, 노광실 (301_i) 내에 형성된 도 16 에 나타내는 각 부를 제어한다.
- [0084] 다음으로, 계측실 (60) 내에서 실시되는 사전 준비 작업의 일례에 대해, 도 17(A) 의 플로우 차트에 기초하여 설명한다. 이하에서 설명하는 각 스텝의 처리는, 계측 제어 장치 (50) 의 제어하에서 실시되지만, 이하에서는, 설명의 간략화를 위해, 계측 제어 장치 (50) 에 관한 설명은 특별히 필요한 경우를 제외하고 생략한다.
- [0085] 전제로서, 서틀 스토키 (도시 생략) 에는, 복수의 서틀 (10) 이 보관되어 있는 것으로 한다. 또, 노광 전의 웨이퍼는, 계측실 (60) 에 인라인으로 접속되어 있는 C/D (9000) 측의 웨이퍼 반송계에 의해 기관 수수부에 재치되어 있는 것으로 한다.
- [0086] 스텝 S102 에 있어서, 서틀 스토키 (도시 생략) 에 보관되어 있는 서틀 (10) 이, 계측 테이블 (TB) 에 장착된다. 구체적으로는, 서틀 스토키 (도시 생략) 에 보관되어 있는 서틀 (10) 이, 계측실 내 반송계 (62) 에 의해, 서틀 스토키로부터 웨이퍼 교환 위치에 있는 계측 스테이지 (ST) 상에서 전술한 제 2 위치에 위치하고 있는 계측 테이블 (TB) 의 상방으로 반송된 후, 하방으로 구동되어 계측 테이블 (TB) 에 키네마틱 커플링을 개재하여 장착된다.
- [0087] 다음의 스텝 S104 에서는, 계측실 내 반송계 (62) 에 의해 기관 수수부에 있는 노광 전의 웨이퍼 (편의상, 웨이퍼 (W₁) 로 한다) 가, 계측 스테이지 (ST) 의 복수의 핀 (32) 에 건네진다. 이 때, 계측 테이블 (TB) 은 제 2 위치에 있고, 이 상태에서, 웨이퍼 (W₁) 는, 회전 위치 어긋남 및 중심 위치 어긋남이 조정된 상태에서, 복수의 핀 (32) 상에 재치된다.
- [0088] 다음의 스텝 S106 에서는, 웨이퍼 (W₁) 를 서틀 (10) 에 유지시킨다. 구체적으로는, 계측 테이블 (TB) 을 제 1 위치까지 상방으로 구동시킴으로써, 웨이퍼 (W₁) 를 서틀 (10) 의 정전 척 상에 재치하고, 그 후, 정전 척에 의한 웨이퍼의 흡착을 개시한다. 또한, 서틀 (10) 에는, 정전 척에 접속된 접속 단자가 형성되고, 또, 계측 테이블 (TB) 에는, 도시 생략된 전력 공급원에 접속된 테이블측 단자가 형성되어 있고, 계측 테이블 (TB) 에 서틀 (10) 이 키네마틱 커플링을 개재하여 장착되었을 때, 접속 단자와 테이블측 단자가 접속되어, 전력 공급원으로부터 정전 척에 전력이 공급 가능해진다.
- [0089] 다음의 스텝 S108 에서는, 웨이퍼 (W₁) 의 서틀 (10) 에 대한 개략 (러프) 위치 계측을 실시한다. 구체적으로는, 최초로, 웨이퍼 (W₁) 의 서치 얼라인먼트를 실시한 후, 서틀 (10) 에 형성된 기준 마크 (도시 생략) 의 위치 정보를 계측하고, 서틀 (10) (기준 마크) 에 대한 웨이퍼 (W₁) 의 상대 위치 정보를 구한다.
- [0090] 서치 얼라인먼트시에, 예를 들어, 웨이퍼 (W₁) 의 중심에 관해 거의 대칭으로 주변부에 위치하는 적어도 2 개의 서치 얼라인먼트 마크 (이하, 서치 마크라고 칭한다) 가 검출 대상이 된다. 계측 제어 장치 (50) 는, 계측 스테이지 구동계 (36) 에 의한 계측 스테이지 (ST) 의 구동을 제어하여, 각각의 서치 마크를 얼라인먼트 검출계 (ALG) 의 검출 영역 (검출 시야) 내에 위치 결정하면서, 계측 스테이지 간섭계 (38) 에 의한 계측 정보를 취득하고, 얼라인먼트 검출계 (ALG) 를 사용하여 웨이퍼 (W₁) 에 형성된 서치 마크를 검출했을 때의 검출 신호와, 계측 스테이지 간섭계 (38) 에 의한 계측 정보에 기초하여, 각 서치 마크의 위치 정보를 구한다.
- [0091] 보다 구체적으로는, 계측 제어 장치 (50) 는, 신호 처리 장치 (도시 생략) 로부터 출력되는 얼라인먼트 검출계

(ALG)의 검출 결과(검출 신호로부터 구해지는 얼라인먼트 검출계(ALG)의 검출 중심(지표 중심)과 각 서치 마크의 상대 위치 관계)와, 각 서치 마크 검출시의 계측 스테이지 간섭계(38)의 계측값에 기초하여, 2개의 서치 마크의 기준 좌표계 상의 위치 좌표를 구한다. 여기서, 기준 좌표계는, 계측 스테이지 간섭계(38)의 측장축에 의해 규정되는 직교 좌표계이다.

[0092] 그러한 후, 계측 제어 장치(50)는, 서치 마크와 동일한 순서로, 셔틀(10)상에 형성된 복수의 기준 마크의 기준 좌표계 상의 위치 좌표를 구한다. 그리고, 2개의 서치 마크의 위치 좌표와 복수의 기준 마크의 위치 좌표에 기초하여, 웨이퍼(W_1)의 셔틀(10)에 대한 상대 위치를 구한다. 여기서, 개략 위치 계측이라고 관독하고 있는 것은, 얼라인먼트 검출계(ALG)에 의한 마크의 위치 좌표의 검출 정밀도가, 노광 직전에 실시되는, 반사 전자의 검출에 의한 얼라인먼트 마크의 위치 좌표의 검출 정밀도에 비해 낮기 때문이다. 이로써, 웨이퍼(W_1)의 셔틀(10)에 대한 개략 위치 계측이 종료한다. 또한, 웨이퍼(W_1)는, 실제로는 회전 위치 어긋남 및 중심 위치 어긋남이 조정된 상태에서 셔틀(10)상에 로드되므로, 웨이퍼(W_1)의 중심 위치 어긋남은 무시할 수 있을 만큼 작고, 잔류 회전 오차는 매우 작다.

[0093] 스텝 S108의 웨이퍼(W_1)의 셔틀(10)에 대한 개략 위치 계측이 종료하면, 스텝 S110으로 진행되어, 웨이퍼(W_1)의 플랫니스 계측(표면의 요철의 계측)이 실시된다. 이 플랫니스 계측은, 계측 스테이지(ST)를 Y축 방향으로 이동시키면서, 면 위치 검출 장치(AF)의 계측 정보와 계측 스테이지 간섭계(38)의 계측 정보를 소정의 샘플링 간격으로 도입함으로써 실시된다. 여기서, 웨이퍼의 플랫니스의 계측을 실시하는 것은, 전자빔 노광 장치에서는, 웨이퍼 표면의 요철에서 기인하여 웨이퍼의 XY평면 내의 위치 계측 오차(가로 어긋남)가 생기므로, 노광시에 이 위치 계측 오차를 보정할 필요가 있기 때문이다. 이 위치 계측 오차는, 웨이퍼의 플랫니스 정보(웨이퍼 좌표계 상의 XY좌표 위치(X, Y)에 따른 Z위치의 정보 Z(X, Y))에 기초하여 간단하게 연산으로 구할 수 있다. 또한, 서치 얼라인먼트에 의해, 웨이퍼의 회전 어긋남의 정보는 이미 알려졌으므로, 웨이퍼 좌표계와 전술한 기준 좌표계의 관계는 간단하게 구할 수 있다.

[0094] 스텝 S110의 플랫니스 계측이 종료하면, 스텝 S112에 있어서, 웨이퍼(W_1)를 유지한 셔틀(10)이, 계측실 내 반송계(62)에 의해, 상방으로 구동되어, 키네마틱 커플링을 해제하여 계측 테이블(TB)상으로부터 떨어진 후, 계측실(60)의 공간(SP)과의 경계부에 형성되어 있는 셔틀 수수부의 로드측 셔틀 재치부에 재치된다. 이로써, 계측실(60)내에 있어서의 사전 계측 동작(S108, S110)을 포함하는 사전 준비 작업이 종료한다. 또한, 계측 테이블(TB)로부터 셔틀(10)이 떨어진 후에도, 셔틀(10)의 정전 척은, 잔류 전하에 의해 웨이퍼(W_1)를 유지하는 것이 가능하다. 또, 셔틀(10)에 내부 전원을 형성하고, 계측 테이블(TB)로부터 셔틀(10)이 떨어진 후에는, 이 내부 전원으로부터 정전 척에 전력을 공급해도 된다.

[0095] 다음으로, 계측실(60)내에서 실시되는 노광이 끝난 웨이퍼의 언로드 작업에 대해, 도 17(B)의 플로우 차트에 기초하여 설명한다. 이하에서 설명하는 각 스텝의 처리는, 계측 제어 장치(50)의 제어하에서 실시되지만, 이하에서는, 설명의 간략화를 위해, 계측 제어 장치(50)에 관한 설명은 특별히 필요한 경우를 제외하고 생략한다. 전제로서, 노광이 끝난 웨이퍼를 유지하는 셔틀이, 셔틀 수수부의 언로드측 셔틀 재치부에 재치되어 있는 것으로 한다.

[0096] 스텝 S122에 있어서, 노광이 끝난 웨이퍼(편의상, 웨이퍼(W_0)로 한다)를 유지하는 셔틀(10)이, 계측 테이블(TB)에 장착된다. 구체적으로는, 웨이퍼(W_0)를 유지하는 셔틀(10)이, 계측실 내 반송계(62)에 의해, 셔틀 수수부의 언로드측 셔틀 재치부로부터 웨이퍼 교환 위치에 있는 계측 스테이지(ST)상에서 전술한 제 1 위치에 위치하고 있는 계측 테이블(TB)의 상방으로 반송된 후, 하방으로 구동되어, 계측 테이블(TB)에 키네마틱 커플링을 개재하여 장착된다.

[0097] 다음의 스텝 S124에서는, 셔틀(10)로부터 웨이퍼(W_0)를 이탈시킨다(떼어낸다). 구체적으로는, 셔틀(10)의 정전 척에 의한 웨이퍼(W_0)의 흡착을 해제하고, 계측 테이블(TB)을 제 2 위치까지 하방으로 구동시킨다. 이로써, 복수의 핀(32)에 의해 웨이퍼(W_0)가 하방으로부터 전체적으로 밀어올려져, 웨이퍼(W_0)를 셔틀(10)로부터 용이하게 이탈시킬 수 있다. 또한, 잔류 전하에서 기인하여 웨이퍼(W_0)를 셔틀(10)로부터 이탈시키기 어려운 경우에는, 웨이퍼(W_0)에 초음파를 인가시키거나, 또는 각종 제진 대책을 실시하면서 웨이퍼를 이탈시킬 수도 있다.

- [0098] 다음의 스텝 S126 에서는, 복수의 핀 (32) 에 의해 지지되어 있는 웨이퍼 (W_0) 가, 계측실 내 반송계 (62) 에 의해 계측 테이블 (TB) 상으로부터 반출되어 전술한 기관 수수부에 재치된다.
- [0099] 다음의 스텝 128 에서는, 셔틀 (10) 이, 계측실 내 반송계 (62) 에 의해, 상방으로 구동되어, 키네마틱 커플링을 해제하여 계측 테이블 (TB) 상으로부터 떼어진 후, 셔틀 스톱커의 비어 있는 수납 선반에 수납된다. 이로써, 계측실 (60) 내에 있어서의 노광이 끝난 웨이퍼의 언로드 작업이 종료한다. 셔틀 스톱커 내에 수납된 셔틀 (10) 은, 다음에 취출될 때까지, 셔틀 스톱커 내에 보관되지만, 이 보관 중에 소정의 온도로 조정 (냉각) 된다.
- [0100] 다음으로, 노광 시스템 (1000) 에 의한 웨이퍼에 대한 처리의 흐름에 대해 설명한다. 이하에서 설명하는 처리는, 계측 제어 장치 (50) 및 노광 제어 장치 ($380_2 \sim 380_6$), 그리고 반송계 제어 장치 (72) 에 의해, 이들 제어 장치를 통괄적으로 관리하는 주 제어 장치 (100) 의 관리하에서 실시되지만, 이하에서는, 이들 제어 장치에 관한 설명은 특별히 필요한 경우를 제외하고 생략한다. 또, 실제로는, 각 노광실 (301_i) 내에는, 노광 유닛 (310) 이 각 2 개 수용되고, 이에 대응하여 로드 록 챔버 (302) (로드 록실) 도 2 개 형성되어 있지만, 이하에서는, 설명의 편의상, 각 노광실 (301_i) 내에는, 노광 유닛 (310) 이 1 개 수용되고, 로드 록 챔버도 진공 챔버에 1 개만 형성되어 있는 것으로 한다. 즉, 진공 챔버 (노광실) 와, 노광 유닛과, 로드 록 챔버 (로드 록실) 가 서로 1 : 1 대응인 것으로 한다.
- [0101] 노광 시스템 (1000) 에 의한 처리가 개시되기에 앞서, C/D (9000) 내의 반송계 (예를 들어 다관절형의 로봇) 에 의해, 전자선 레지스트가 도포된 노광 전의 웨이퍼가 계측실 (60) 과 C/D (9000) 의 경계 부분에 형성된 기관 수수부 상에 재치된다. C/D (9000) 내에서는, 웨이퍼에 대한 전자선 레지스트 도포 처리를 포함하는 일련의 처리가 순차 반복해서 실시되어, 웨이퍼가 순차 기관 수수부 상에 재치된다.
- [0102] 먼저, 계측실 (60) 내에서, 전술한 스텝 S102 ~ 스텝 S112 의 처리가 실시된다. 이로써, 웨이퍼의 셔틀에 대한 개략 위치 계측 및 플랫폼 계측이 종료한 노광 전의 웨이퍼 (W_1) 를 유지하는 셔틀 (10) 이, 셔틀 수수부의 로드측 셔틀 재치부에 재치되게 된다.
- [0103] 이어서, 셔틀 반송계 (70) 에 의해, 셔틀 수수부의 로드측 셔틀 재치부로부터 노광 전의 웨이퍼 (W_1) 를 유지하는 셔틀 (10) 이, 주 제어 장치 (100) 에 의해 지정된 노광실 (301_i) 에 대응하는 로드 록 챔버 (302) 의 전방으로 반송된 후, 그 지정된 노광실 (301_i) 내의 노광이 끝난 웨이퍼 (W) 를 유지하는 셔틀 (10) 과 교환된다. 이 경우, 주 제어 장치 (100) 는, 그 시점에서 웨이퍼에 대한 노광 처리가 종료되어 있는 노광실 (301_i) 이 있으면, 그 노광실 (301_i) 을 지정하고, 노광 처리가 종료되어 있는 노광실이 없으면, 가장 빠른 타이밍에 노광 처리가 종료할 예정인 노광실 (301_i) 을 지정한다. 여기서는, 일례로서, 가장 빠른 타이밍에 노광 처리가 종료할 예정인 노광실 (301_i) 이 지정되는 것으로 한다.
- [0104] 이하, 셔틀 교환 동작, 즉 셔틀과 일체에서의 웨이퍼의 교환 동작에 대해 도면에 기초하여 구체적으로 설명한다. 먼저, 셔틀 수수부의 로드측 셔틀 재치부로부터 반출된 웨이퍼 (W_1) 를 유지하는 셔틀 (10) 은, 도 18 에 나타내는 바와 같이, 노광실 (301_i) 이 내부에 형성된 진공 챔버 (300_i) 의 로드 록 챔버 (302) 의 전방 (이 경우, -Y 측) 의 위치까지 셔틀 반송계 (70) 에 의해 반송된다. 이 때, 노광실 (301_i) 내에서는, 웨이퍼 (W_0) 의 노광이 실시되어 있다. 또한, 이하의 설명에서는, 「웨이퍼 (W_1) 를 유지하는 셔틀」 을, 편의상, 「셔틀 (10_1)」 로 표기하고, 「웨이퍼 (W_0) 를 유지하는 셔틀」 을, 「셔틀 (10_0)」 로 표기한다. 또, 이에 아울러, 이하의 설명에서 사용하는 도 19 ~ 도 27 에 있어서는, 웨이퍼의 도시가 생략되어 있다.
- [0105] 웨이퍼 (W_0) 의 노광이 종료하면, 도 18 중에 하향의 백색 화살표로 나타내는 바와 같이, 진공 챔버 (300_i) 의 로드 록 챔버 (302) 에 형성된 외측 (대기측) 게이트 밸브 ($302b$) 가 개방된 후, 도 19 중에 흑색 화살표로 나타내는 바와 같이, 셔틀 (10_1) 이 셔틀 반송계 (70) 에 의해 로드 록실 (304) 내에 반입된다. 다음으로, 도 19 중에 상향의 백색 화살표로 나타내는 바와 같이, 외측 (대기측) 게이트 밸브 ($302b$) 가 폐쇄된 후, 로드 록실 (304) 내의 진공화가 개시된다.
- [0106] 셔틀 반송계 (70) 는, 로드 록실 (304) 내에 셔틀 (10_1) 을 반입 후, 다음의 노광 전의 웨이퍼를 유지하는 셔틀

을 셔틀 수수부로부터 다른 로드 록실 내로 반입하는 동작, 또는 다른 노광이 끝난 웨이퍼를 유지하는 셔틀을 다른 로드 록실로부터 반출하여, 셔틀 수수부에 반송하는 동작 등 (이하, 다른 동작이라고 칭한다) 에 종사한다.

[0107] 그리고, 로드 록실 (304) 내가 노광실 (301_i) 과 동일한 정도의 고진공 상태에 이르면, 도 20 중에 하향의 백색 화살표로 나타내는 바와 같이, 로드 록 챔버 (302) 에 형성된 내측 (진공측) 게이트 밸브 (302c) 가 개방된 후, 노광실 (301_i) 내부의 노광실 내 반송계 (312) 에 의해, 셔틀 (10₁) 이 노광실 (301_i) 내의 셔틀 캐리어 (306) 의 하단의 수납 선반에 수납된다. 이 때 셔틀 캐리어 (306) 는, 도 20 에 나타내는 바와 같이, 하단의 수납 선반의 높이가, 로드 록실 (304) 의 개구에 일치하는 제 1 상태 (제 1 위치) 에 있다. 이 때의 셔틀 (10₁) 의 위치를, 편의상, 반출입 위치라고 칭한다. 이 때, 셔틀 (10₀) 상의 웨이퍼 (W₀) 에 대한 노광이 수행되어 있다. 또한, 도 18 ~ 도 27 에서는, 셔틀의 위치를 알기 쉽게 하기 위해, 셔틀 캐리어 (306) 는, 가상선 (2 점 쇄선) 으로 간략화하여 나타내고 있다.

[0108] 이어서, 도 21 중에 백색 화살표로 나타내는 바와 같이, 셔틀 캐리어 (306) 는, 제 1 위치로부터 제 1 거리 하방의 제 2 위치까지 하강한다. 이로써, 셔틀 캐리어 (306) 는, 상단의 수납 선반의 높이가, 로드 록실 (304) 의 개구에 일치하는 제 2 상태가 된다. 이 때, 셔틀 (10₀) 상의 웨이퍼 (W₀) 에 대한 노광이 수행되어 있으므로, 셔틀 캐리어 (306) 는, 노광이 종료할 때까지, 제 2 상태를 유지한다. 즉, 셔틀 (10₁) 은, 반출입 위치의 하방의 제 1 대기 위치에서 대기한다.

[0109] 그리고, 노광이 종료하면, 노광실 내 반송계 (312) 에 의해, 셔틀 (10₀) 이, 미동 스테이지 (322b) 로부터 떼어지고, 도 21 중에 흑색 화살표로 나타내는 바와 같이 로드 록 챔버 (302) 측 (-Y 측) 을 향하여 반송되어, 셔틀 캐리어 (306) 의 상단의 수납 선반에 수납된다. 이로써, 셔틀 캐리어 (306) 의 상하의 수납 선반에 각각 수납된, 셔틀 (10₀) 과 셔틀 (10₁) 이, 도 22 에 나타내는 바와 같이, 상하로 겹쳐진 상태가 된다. 또한, 미동 스테이지 (322b) 로부터 셔틀 (10₀) 이 떼어지기에 앞서, 제 2 계측계 (25) (도 16 참조) 의 계측 정보에 기초하는, 미동 스테이지 (322b) 의 6 자유도 방향의 위치, 자세의 피드백 제어가, 노광 제어 장치 (380_i) 에 의해 개시되고, 다음으로 제 1 계측계 (20) (도 16 참조) 의 계측 정보에 기초하는, 셔틀과 일체의 미동 스테이지 (322b) 의 위치 제어가 개시될 때까지의 동안, 미동 스테이지 (322b) 의 6 자유도 방향의 위치, 자세는 소정의 기준 상태로 유지된다.

[0110] 이어서, 도 22 중에 백색 화살표로 나타내는 바와 같이, 셔틀 캐리어 (306) 가 상방으로 제 1 거리 이동하여, 전술한 제 1 상태 (제 1 위치) 로 되돌아간다. 즉, 이 셔틀 캐리어 (306) 의 상승 동작에 의해, 셔틀 (10₁) 과 셔틀 (10₀) 을 상방으로 제 1 거리 이동시켜, 셔틀 (10₀) 을 반출입 위치의 상방의 제 2 대기 위치에 위치시키고 함께 셔틀 (10₁) 을 반출입 위치에 위치시킨다.

[0111] 이어서, 노광실 내 반송계 (312) 에 의해, 셔틀 (10₁) 이 셔틀 캐리어 (306) 로부터 취출되고, 도 23 중에 흑색 화살표로 나타내는 바와 같이 조미동 스테이지 (322) 의 상방을 향하여 반송되어, 미동 스테이지 (322b) 에 장착된다 (도 24 참조). 이 때, 전술한 바와 같이, 미동 스테이지 (322b) 의 6 자유도 방향의 위치, 자세는 기준 상태로 유지되어 있으므로, 셔틀 (10₁) 을, 키네마틱 커플링을 개재하여 미동 스테이지 (322b) 에 장착하는 것만으로, 전자빔 조사 장치 (330) (전자빔 광학계) 와 셔틀 (10₁) 의 위치 관계가 원하는 위치 관계가 된다. 그리고, 앞서 설명한 개략 위치 계측의 결과를 고려하여, 미동 스테이지 (322b) 의 위치를 미조정함으로써, 미동 스테이지 (322b) 에 장착된 셔틀 (10₁) 상의 웨이퍼 (W₁) 에 형성된 복수 (예를 들어 100 개) 의 쇼트 영역의 각각에 대응하여 스크라이브 라인 (스트리트 라인) 에 형성된 적어도 각 1 개의 얼라인먼트 마크에 대해, 전자빔 광학계로부터 전자빔을 확실하게 조사하는 것이 가능해진다. 따라서, 적어도 각 1 개의 얼라인먼트 마크로부터의 반사 전자가 반사 전자 검출계로 검출되어, 웨이퍼 (W₁) 의 전점 얼라인먼트 계측이 실시되고, 이 전점 얼라인먼트 계측의 결과에 기초하여, 웨이퍼 (W₁) 상의 복수의 쇼트 영역에 대해, 전자빔 조사 장치 (330) 를 사용한 노광이 개시된다.

[0112] 상기의 전점 얼라인먼트 계측 및 노광과 병행하여, 셔틀 (10₀) 의 전술한 셔틀 수수부의 언로드측 셔틀 채치부로의 반송 동작 (셔틀의 회수 동작) 이, 이하의 순서로 실시된다.

- [0113] 즉, 먼저, 셔틀 캐리어 (306) 가, 도 24 에 백색 화살표로 나타내는 바와 같이, 제 1 거리 하방으로 이동하여, 다시 제 2 상태가 된다. 이로써, 도 25 에 나타내는 바와 같이, 셔틀 (10₀) 이 수납된 셔틀 캐리어 (306) 의 상단의 수납 선반이, 로드 록실 (304) 의 개구와 동일한 높이에 위치한다.
- [0114] 이어서, 노광실 내 반송계 (312) 에 의해, 셔틀 (10₀) 이 셔틀 캐리어 (306) 로부터 취출되어, 도 25 중에 흑색 화살표로 나타내는 바와 같이, 로드 록실 (304) 내를 향하여 반송되고, 셔틀 (10₀) 이 로드 록실 (304) 내에 반입된 시점에서, 진공측의 게이트 밸브 (302c) 가 폐쇄된다 (도 26 중의 백색 화살표 참조).
- [0115] 이 때, 셔틀 반송계 (70) 는, 전술한 다른 동작을 일단 종료하고 진공 챔버 (300_i) 가 구비하는 로드 록 챔버 (302) 의 앞으로 이동하고 있다. 또한, 셔틀 반송계 (70) 가, 다른 동작을 계속 중이었을 경우, 예를 들어 노광실 (301_i) 내에서의 웨이퍼 (W₀) 의 노광이 종료한 시점에서, 주제어 장치 (100) 는, 즉시 그 다른 동작을 일시적으로 중단시켜, 진공 챔버 (300_i) 가 구비하는 로드 록 챔버 (302) 의 앞으로 이동시켜도 된다.
- [0116] 이어서, 도 27 중에 하향의 백색 화살표로 나타내는 바와 같이, 대기측의 게이트 밸브 (302b) 가 개방된 후, 셔틀 반송계 (70) 에 의해 셔틀 (10₀) 이 로드 록실 (304) 로부터 취출되어, 회수된다. 노광 제어 장치 (380_i) 는, 게이트 밸브 (302b) 를 개방하는 것과 전후하여, 도 27 중에 상향의 백색 화살표로 나타내는 바와 같이, 제 2 상태에 있는 셔틀 캐리어 (306) 를, 제 1 거리 상향으로 구동시켜 제 1 상태로 되돌린다. 또한, 셔틀 (10₀) 이 취출된 후, 게이트 밸브 (302b) 는 폐쇄된다.
- [0117] 이어서, 회수된 셔틀 (10₀) 은, 셔틀 반송계 (70) 에 의해, 즉시 셔틀 수수부의 언로드측 셔틀 재치부로 되돌아간다. 이 되돌아간 셔틀 (10₀) 은, 계측실 내 반송계 (62) 에 의해, 웨이퍼 교환을 위해, 계측 테이블 (TB) 을 향하여 반송된다. 이후, 계측실 (60) 내에서는 전술한 처리가 반복해서 실시되어, 주제어 장치 (100) 에 의해 노광실의 지정이 이루어질 때마다, 셔틀 반송계 (70) 에 의한 셔틀의 반송, 및 지정된 노광실 (301_i) 에서의 셔틀의 교환 및 노광 처리 동작이 반복해서 실시된다.
- [0118] 또한, 셔틀 (10₀) 을 로드 록실 (304) 로부터 취출하기 위한 게이트 밸브 (302b) 의 개방과 전후하여, 셔틀 캐리어 (306) 를, 제 1 상태 (제 1 위치) 로 되돌리는 것으로 했지만, 이에 한정되지 않고, 제 2 상태에 있는 셔틀 캐리어 (306) 를 그대로 해도 된다. 이 경우에는, 노광실 (301_i) 내에서의 셔틀의 교환시에, 셔틀 캐리어 (306) 의 제 1 상태와 제 2 상태의 설정이 상기의 설명과 반대가 되도록 하면서, 상기 서술과 동일한 순서로 셔틀 교환을 실시하면 된다. 이 경우, 노광 전의 웨이퍼를 유지하는 셔틀에 대한 제 1 대기 위치가, 반출입 위치의 상방에 설정되고, 노광이 끝난 웨이퍼를 유지하는 셔틀에 대한 제 2 대기 위치가, 반출입 위치의 하방에 설정되게 된다.
- [0119] 또한, 실제로는, 상기 서술한 계측실 (60) 내에서의 사전 준비 작업, 및 셔틀 반송계 (70) 에 의한 일련의 동작 (노광 전의 웨이퍼를 유지하는 셔틀의, 셔틀 수수부로부터 로드 록실 내로의 반입, 및 노광이 끝난 웨이퍼를 유지하는 셔틀의 로드 록실로부터의 반출 및 셔틀 수수부로의 반송 등의 동작) 에 필요로 하는 합계의 소요 시간은, 1 개의 노광 유닛 (310) 에서 실시되는 노광 동작 (전점 얼라인먼트 동작을 포함한다) 의 소요 시간에 비해 현격히 짧기 때문에, 본 실시형태에 관련된 노광 시스템 (1000) 과 같이, 10 대의 노광 유닛 (310) 에 대해, 계측실 (60) 및 셔틀 반송계 (70) 가 각각 1 개만 형성되어 있는 것으로 충분하다. 즉, 계측실 (60) 내에서의 일련의 동작, 및 셔틀 반송계 (70) 에 의한 일련의 동작이 원인이 되어, 노광 시스템 (1000) 전체로서의 스루풋의 저하를 일으키게 하는 일은 없다. 반대로, 본 실시형태에 관련된 노광 시스템 (1000) 과 같은 복수대의 노광 유닛에 대해, 계측실, 셔틀 반송계를 각각 1 개만 형성함으로써, 전자빔 노광의 본질적인 결점인 스루풋이 현저하게 낮다는 결점을 보충하여, 실용상, 충분한 스루풋을 확보하는 것이 가능해진다. 또한, 진공 챔버 (300₃), 및 진공 챔버 (300₆) 중 적어도 일방에 인접하고, 진공 챔버 (노광실) 의 증설은 용이하므로, 계측실 (60) 및 셔틀 반송계 (70) 에, 여유 시간이 있는 경우에는, 노광실 (및 노광 유닛) 의 수를 더욱 늘림으로써, 추가적인 스루풋의 향상을 기대할 수 있다.
- [0120] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시형태에 관련된 노광 시스템 (1000) 에 의하면, 플로어면 (F) 의 하방으로부터 배선 및 배관을 통하여 공급된 유틸리티를 챔버 (300₁ ~ 300₆) 의 각각에 분배하는 제 1 제어 랙 (200) 이, -Y 측의 열의 챔버 (300₄ ~ 300₆) 에 대해 -X 측에 인접하고, 또한 C/D (9000) 에 대향하여 -Y 측에 배치되어 있

다. 이 때문에, 2 열의 챔버 ($300_1 \sim 300_3$ 및 $300_4 \sim 300_6$) 측과, C/D (9000) 측의 풋 프린트 (특히 폭 치수 (Y 축 방향의 치수)) 를 맞추는 레이아웃이 가능해져, 노광실용의 챔버를 2 열, C/D (9000) 의 길이 방향의 일측에 배치하고 있음에도 불구하고, C/D (9000) 의 길이 방향과 직교하는 방향의 일측에 사용하기 불편한 빈 스페이스를 발생시키는 일이 없다.

[0121] 또, 2 열의 챔버와, 제 1 제어 랙 (200) 과, 제 2 제어 랙 (500) 을 포함하는 노광 시스템 (1000) 의 구성 부분은, C/D (9000) 와 함께, 전체로서 직방체의 공간을 차지하고 있다. 따라서, 본 실시형태에서는, 클린 룸 내에 사용하기 불편한 공간이 생기는 것을 회피하여, 공간의 이용 효율의 향상을 도모하는 것이 가능하다.

[0122] 또, 제 2 제어 랙 (500) 에 의해, 상방으로부터 유틸리티를 챔버 ($300_1 \sim 300_6$) 의 각각에 공급하고 있으므로 다음과 같은 이점이 있다. 즉, 예를 들어 전자빔 조사 장치 (330) 의 경통 (331) 에는 많은 전선 (배선) 을 접속할 필요가 있지만, 이러한 전선의 접속을 예를 들어 하방에서 실시하고자 하면, 조미동 스테이지 (332) 등을 포함하는 스테이지 장치 (320) 가 존재하여, 방해가 되어, 접속 그 자체에 곤란이 따른다. 이에 대해, 상방으로부터 경통 (331) 에 대해 전선의 접속을 실시하는 경우에는, 방해되는 것이 없기 때문에, 전선의 개수가 많아도 용이하게 접속할 수 있다.

[0123] 또, 본 실시형태에 관련된 노광 시스템 (1000) 에서는, 진공 챔버 ($300_2 \sim 300_6$) 의 내부에 각 2 개 수용된 합계 10 기 (機) 의 노광 유닛 (310) 을 구비하고, 각 노광 유닛 (310) 이, 각각 온/오프 가능하고, 또한 편향 가능한 예를 들어 4000 개의 직경 20 nm 의 전자빔의 원형 스폿을 사각형 (예를 들어 $100 \mu\text{m} \times 20 \text{ nm}$) 의 노광 영역 내에 배치 가능한 멀티빔 광학계로 이루어지는 광학계 칼럼이, 예를 들어 100 개, 예를 들어 300 mm 웨이퍼 상의 예를 들어 100 개의 쇼트 영역에 거의 1 : 1 로 대응하는 위치 관계로 경통 (331) 내에 배치된 전자빔 조사 장치 (330) 를 구비하고 있다. 따라서, 합계 10 기의 노광 유닛 (310) 에 의해 병행하여 다른 웨이퍼의 노광을 실시함으로써, 종래의 전자빔 노광 장치에 비해 스루풋을 대폭 향상시킬 수 있다.

[0124] 또, 본 실시형태에 관련된 노광 시스템 (1000) 에서는, 노광실 (301_i) 과는 다른 계측실 (60) 내에서, 노광에 앞서, 웨이퍼를 셔틀 (10) 로 유지한 상태에서, 셔틀에 대한 웨이퍼의 위치 관계의 계측, 및 웨이퍼의 플랫니스 계측 등의 사전 계측을 실시하고, 그 후에 각 노광실 (301_i) 내에 그 사전 계측이 종료한 웨이퍼를 유지하는 셔틀 (10) 을 반입하여, 기준 위치에 있는, 미동 스테이지 (332b) 에, 키네마틱 커플링을 개재하여 장착하는 것만으로, 웨이퍼에 대한 얼라인먼트 계측 및 노광을 즉시 개시할 수 있다. 이 점에 있어서도, 종래에 비해 스루풋의 향상이 가능하다.

[0125] 또, 노광 시스템 (1000) 에서는, 셔틀 반송계 (70) 에 의해, 사전 계측이 종료한 웨이퍼 및 노광이 종료한 웨이퍼가, 셔틀 (10) 과 일체로, 계측실 (60) 과 진공 챔버 ($300_2 \sim 300_6$) 각각의 로드 록 챔버 (302) 사이에서 반송된다. 이 때문에, 진공 챔버 ($300_2 \sim 300_6$) 각각의 로드 록 챔버 (302) 내에 반입된 사전 계측이 종료한 웨이퍼를 유지하는 셔틀 (10) 을, 노광실 내 반송계 (312) 가 각 노광실 (301_i) 내에 반입하여 미동 스테이지 (332b) 에 장착한 후, 웨이퍼의 파인 얼라인먼트 및 이 결과에 기초하는 웨이퍼의 노광을 즉시 개시하는 것이 가능해진다.

[0126] 또, 본 실시형태에 의하면, 도 18 내지 도 27 에 기초하여 설명한 바와 같은 순서로, 노광실 (301_i) 내의 웨이퍼의 셔틀과 일체의 교환이 실시되고, 특히, 셔틀 캐리어 (306) 의 하단 및 상단의 수납 선반에, 노광 전의 웨이퍼 (W_1) 를 유지하는 셔틀 (10_i) 및 노광이 끝난 웨이퍼 (W_0) 를 유지하는 셔틀 (10_0) 을 각각 수납함으로써 양 셔틀 (10_0 , 10_i) 을 상하로 나열하여, 그 셔틀 캐리어 (306) 를 상방 (또는 하방) 으로 이동시킴으로써, 양 셔틀 (10_0 , 10_i) 을 동시에 상방으로 이동시키는 순서 (도 22, 도 23 참조) 가 채용되어 있다. 이 때문에, 노광실 (301_i) 의 공간을 효율적으로 이용하여 웨이퍼의 셔틀과 일체의 교환을 실시할 수 있어, 노광실 (301_i) 내부의 용적 (X 축 방향 및 Y 축 방향의 치수) 을 필요 이상으로 크게 할 필요가 없어진다. 이 점에 있어서, 풋 프린트를 작게 하는 것이 가능해진다. 또한, 본 실시형태에서는, 양 셔틀 (10_0 , 10_i) 을 상하로 나열한 상태에서, 동시에 상방 (또는 하방) 으로 이동시키기 위해, 셔틀 캐리어 (306) 를 사용했지만, 셔틀 캐리어 (306) 를 반드시 사용할 필요는 없고, 동일하게 할 수 있는 것이면, 그것을 위한 구성은 특별히 상관없다. 예를 들어 로봇에 의해 양 셔틀 (10_0 , 10_i) 을 상하로 나열한 상태에서, 동시에 상방 (또는 하방) 으로 이동시켜도 된다.

- [0127] 또, 본 실시형태에 관련된 노광 시스템 (1000) 의 복수의 노광 유닛 (310) 이 각각 구비하는 스테이지 장치 (320) 에 의하면, 조동 스테이지 (332a) 를 X 축 방향으로 구동시키는 조동 스테이지 구동계 (323) 가, 1 축 구동 기구, 일례로서 볼 나사를 사용한 이송 나사 기구에 의해 구성되어 있으므로, 그 이송 나사 기구로부터의 자속 누설이 생길 우려는 없다. 또, 셔틀 (10) 이 장착되는 미동 스테이지 (332b) 를 6 자유도 방향으로 구동시키는 미동 스테이지 구동계 (327) 로서, 전술한 폐자계형 또한 무빙 마그네틱형의 모터 (327) 가 사용되고, 또한 그 모터의 상면 및 양 측면이, 조동 스테이지 (332a) 에 양단이 고정된 자기 실드 부재 (328) 로 덮여 있으므로, 조동 스테이지 (332a) 및 미동 스테이지 (332b) 의 전체 이동 범위에서 상방으로의 자속 누설을 효과적으로 억제 내지는 방지하는 것이 가능하다. 따라서, 본 실시형태에서는 전자빔 조사 장치 (330) 의 빔원으로부터 사출되는 전자빔의 위치 결정에 대해 무시할 수 없을 정도의 악영향을 미치는 자기장 변동이 생길 우려는 없다. 또한, 본 실시형태에 관련된 스테이지 장치 (320) 는, 상기 서술한 바와 같이 상방으로의 자속 누설을 효과적으로 억제 내지는 방지할 수 있기 때문에, 전자빔 노광 장치, 그 밖의 하전 입자선 노광 장치, 혹은 SEM 등에 사용되는 스테이지 장치로서 바람직하다.
- [0128] 또한, 본 실시형태에서는, 조동 스테이지 구동계 (323) 로서, 볼 나사를 사용한 이송 나사 기구로 구성된 예를 나타냈지만, 이 구성에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 조동 스테이지 구동계를 미동 스테이지와 동일하게, 자속 누설 대책이 실시된 조동 스테이지 구동계를 사용하는 것도 가능하다.
- [0129] 또, 본 실시형태에 관련된 스테이지 장치 (320) 에서는, 미동 스테이지 (332b) (및 셔틀 (10)) 의 자중을, 정반 (321) 상에서 지지하는 중량 캔슬 장치 (324) 가 형성되어 있으므로, 미동 스테이지 (및 셔틀 (10)) 를 구동시키지 않을 때에 모터 (327) 에 의해 자중을 지지하기 위한 정상적인 힘을 발생시킬 필요가 없다. 이로써, 발열이 커지는 것에 의한 문제를 방지할 수 있음과 함께, 자력이 전자빔의 위치 결정에 악영향을 미치는 것을 더욱 억제 내지는 방지할 수 있다.
- [0130] 또, 본 실시형태에 관련된 노광 유닛 (310) 에서는, 셔틀 (10) 이 미동 스테이지 (332b) 에 장착된 상태에서는, 미동 스테이지 (332b) 의 6 자유도 방향의 위치 정보는, 셔틀 (10) 의 위치 정보를 계측하는 전술한 인코더 시스템으로 이루어지는 제 1 계측계 (20) 로 계측되어 있다. 인코더 시스템은, 간섭계와 비교하여 계측 빔의 광로 길이가 극단적으로 짧기 때문에, 필요한 스페이스가 작아, 제 1 계측계 (20) 의 소형화가 가능해진다. 또, 제 1 계측계 (20) 는, 전술한 바와 같이, 합계 12 자유도의 계측이 가능하고, 6 자유도 방향의 각각에 대해, 용장 계측이 실시되어, 각 2 개의 위치 정보가 얻어진다. 그리고, 노광 제어 장치 (380) 는, 제 1 계측계 (20) 로 계측된 위치 정보에 기초하여, 각각의 자유도에 대해 각 2 개의 위치 정보의 평균값을 각각의 방향의 계측 결과로 한다. 이로써, 평균화 효과에 의해, 6 자유도의 모든 방향에 대해, 셔틀 (10) 및 미동 스테이지 (332b) 의 위치 정보를 고정밀도로 구하는 것이 가능해진다. 따라서, 노광시의 웨이퍼의 위치 제어성의 향상이 가능해져, 고정밀도의 노광이 가능해진다.
- [0131] 또한, 본 실시형태에 관련된 노광 유닛 (310) 에서는, 노광시의 웨이퍼의 위치 제어성의 향상이 가능해지므로, 노광 유닛 (310) 은, 라인 패턴의 일부를 제거하여, 자외광 노광 장치의 해상 한계보다 미세한 비주기적인 부분을 포함하는 패턴의 형성에 바람직하게 사용할 수 있다. 여기서, 이와 같은 패턴 형성 방법으로는, 예를 들어 일본 공개특허공보 2011-258842호에 개시된 바와 같이, 제 1 단계로서, 예를 들어 더블 패턴닝법에 의해 웨이퍼 상의 각 쇼트 영역에 선폭 (d) (자외광 노광 장치의 해상 한계보다 미세한 선폭이다) 으로 피치 (2d) 의 라인·앤드·스페이스 패턴을 형성한다. 그리고, 제 2 단계로서, 그 각 쇼트 영역에 있어서, 라인·앤드·스페이스 패턴으로부터 전자빔 노광 장치에 의한 노광 및 에칭에 의해 부분적으로 라인 패턴을 제거하는 패턴의 형성 방법 등이 있다.
- [0132] 노광 시스템 (1000) 을 사용하여 상기 패턴의 형성을 실시하는 경우, 제 1 단계에서 예를 들어 더블 패턴닝법에 의해 웨이퍼 상의 각 쇼트 영역에 예를 들어 선폭 10 nm 로 피치 20 nm 의 라인·앤드·스페이스 패턴을 형성한 후, 제 2 단계에서 그 웨이퍼를 타깃으로 하여, 노광 시스템 (1000) 의 각 노광 유닛 (310) 을 사용하여 비주기적인 부분을 노광함으로써, 자외광 노광 장치의 해상 한계보다 미세한 비주기적인 부분 (이간부) 을 포함하는 회로 패턴을 효율적으로 형성할 수 있다.
- [0133] 또한, 제 1 단계에서 사용되는 더블 패턴닝법은, 피치 분할 (Pitch Splitting) 기술과, 스페이서·피치·더블링 (Spacer Pitch Doubling, Spacer transfer 또는 Sidewall transfer) 기술 중 어느 것이어도 된다. 또, 제 2 단계에서 사용되는 타깃은, 더블 패턴닝법에 한정되지 않고, 전자빔 노광 장치, 혹은 EUV 노광 장치 등을 사용하여, 각 쇼트 영역에 선폭 (d) (자외광 노광 장치의 해상 한계보다 미세한 선폭이다) 으로 피치 (2d) 의 라인·앤드·스페이스 패턴이 형성된 웨이퍼이어도 된다.

- [0134] 또, 본 실시형태에 관련된 노광 유닛 (310) 에서는, 미동 스테이지 (322b) 의 6 자유도 방향의 위치 정보를 항상 계측하는 제 2 계측계 (25) 가, 제 1 계측계 (20) 와는 별도로 형성되어 있다. 이 때문에, 서틀이 미동 스테이지 (322b) 에 장착되어 있지 않을 때에도, 노광 제어 장치 (380_i) (i = 2 ~ 6) 에서는, 미동 스테이지 (322b) 의 6 자유도 방향의 위치, 자세의 제어가 가능하다.
- [0135] 또, 본 실시형태에 관련된 노광 시스템 (1000) 에서는, 진공 챔버 (300_i) 의 내부에, 1 쌍의 노광 유닛 (310) 이 수용되어 있다. 즉, 진공 챔버 (300₂ ~ 300₆) 의 각각의 내부에 웨이퍼 (W) 를 유지하는 서틀 (10) 이 장착되는 이동 가능한 미동 스테이지 (322b) 를 포함하는 스테이지 장치 (320) 뿐만 아니라, 스테이지 장치 (320) 와 함께 노광 유닛 (310) 을 구성하는, 미동 스테이지 (322b) 상의 서틀 (10) 에 유지된 웨이퍼에 전자빔을 조사하여 노광하는 전자빔 광학계를 갖는 전자빔 조사 장치 (330) 의 전체가 수용되어 있다. 따라서, 대기압이 변동해도 진공 챔버 (300_i) 의 내부에 전체가 수용된 경통 (331) 이 변형되는 일은 없어, 경통 (331) 내의 전자빔 광학계가 악영향을 받는 등의 사태가 발생할 우려는 없다.
- [0136] 또한, 상기 실시형태에서는, 스테이지 장치 (320) 가, 자체 변동을 억제 내지 방지하기 위한 구성으로서, 조동 스테이지 (332a) 에 양단이 고정된 자기 실드 부재 (328) 및 중량 캔슬 장치 (324) 의 양자를 구비하고 있는 경우에 대해 설명했지만, 예를 들어, 자기 실드 부재 (328) 만을 구비하고 있어도 된다.
- [0137] 또한, 상기 실시형태에서는, 진공 챔버 (300_i) 의 내부에, 노광 유닛 (310) 이 1 쌍 수용된 경우에 대해 예시했지만, 이에 한정되지 않고, 1 개의 진공 챔버의 내부에, 노광 유닛 (310) 이 1 개, 혹은 3 개 이상 수용되어 있어도 된다. 또, 상기 실시형태에서는, 노광 시스템 (1000) 이, 5 개의 노광실 (301_i) 과 1 개의 계측실 (60) 을 구비하고 있는 경우에 대해 설명했지만, 노광실의 수는 적어도 1 개 있으면 충분하다. 또, 계측실 (60) 이 내부에 형성된 챔버 (300₁) 가, 각 3 개의 챔버로 이루어지는 2 열의 챔버의 일부인 것으로 했지만, 챔버 (300₁) 는, 반드시 2 열의 챔버의 일부를 구성하고 있지 않아도 되고, 그 설치 장소는 상관없다. 또, 2 열의 챔버 (300₁ ~ 300₃ 및 300₄ ~ 300₆) 모두를 형성할 필요는 없고, 예를 들어 C/D (9000) 에 인접하는 챔버 (300₁) 와 제 1 제어 랙 (200) 에 인접하는 챔버 (300₄) 의 2 개만이 형성되어 있어도 된다. 또, 상기 실시형태의 계측실 (60) 의 내부에 배치되어 있던 각 부는, 챔버 (300₁) 의 내부에 형성되지 않아도 되고, 요점은, 웨이퍼의 서틀에 대한 개략 위치 계측 및 플랫니스 계측 등의 사전 계측을 실행 가능한 전술한 계측부 (65) 가 노광 시스템의 일부에 있으면 된다.
- [0138] 또, 상기 실시형태에서 설명한 사전 계측의 내용은 일례에 지나지 않고, 그 밖의 계측 내용을 포함해도 된다. 또, 상기 실시형태에서는, 사전 계측을 위해 노광 전의 웨이퍼가 재치되는 계측 스테이지 장치 (30) 가, 계측실 내 반송계 (62) (반송 부재) 와 협동하여, 서틀 (10) 에 대한 웨이퍼의 로드 및 서틀 (10) 로부터의 웨이퍼의 언로드를 실시하는 로드·언로드 장치 (32, 34, TB) 를 가지고 있는 경우에 대해 설명했지만, 이에 한정되지 않고, 사전 계측에 사용되는 계측 스테이지 (ST) 와는 별도로, 계측부의 반송 부재와 협동하여 서틀 (10) 에 대한 웨이퍼의 로드 및 서틀 (10) 로부터의 웨이퍼의 언로드를 실시하는 로드·언로드 장치를 형성해도 된다. 또, 계측부 (상기 실시형태에 있어서의 계측실 (60)) 내에, 서틀 (10) 의 청소 장치를 형성해도 된다.
- [0139] 또한, 상기 실시형태에서는, 제 1 제어 랙 (200) 에 더하여, 제 2 제어 랙 (500) 이 형성된 경우에 대해 설명했지만, 제 2 제어 랙 (500) 은, 반드시 형성하지 않아도 된다. 제 2 제어 랙 (500) 이 형성되어 있지 않은 경우에는, 제 1 제어 랙 (200) 에 의해, 플로어면 (F) 의 하방으로부터 배선 및 배관을 통해서 공급된 유틸리티를 챔버 (300₁ ~ 300₆) 의 각각에, 상방에서 분배하는 것이 바람직하다.
- [0140] 또한, 챔버의 수는, 챔버 (300₁, 300₂) 의 2 개이어도 되고, 이 경우, 제 2 제어 랙 (500) 은, 챔버 (300₁, 300₂) 의 상방에 형성되어도 된다.
- [0141] 《제 1 변형예》
- [0142] 상기 실시형태에서는, 전술한 바와 같이, 제 2 제어 랙 (500) 이, 진공 챔버 (300_i) 에 대해, 유틸리티를 상방에서 공급하는 노광 시스템에 대해 설명하였다. 다음으로, 이 노광 시스템의 제 1 변형예에 대해 도 28 에 기초하여 설명한다. 도 28 에는, 변형예에 관련된 노광 시스템이 구비하는 진공 챔버 (300a) 및 그 내부에 수용된 노광 유닛 (310) 이 나타나 있다. 진공 챔버 (300a) 는, 전술한 진공 챔버 (300_i) (i = 2, 3, 4, 5,

6)에 상당하는 것이다. 도 28의 변형예에 관련된 노광 시스템에서는, 제 2 제어 랙(500)의 내부에 접속되어 있는 유틸리티 공급용의 공급 부재인 복수의 케이블(315)의 일부가, 진공 챔버(300a)의 측벽을 개재하여 전자빔 조사 장치(330)에 접속되어 있다.

[0143] 도 28에 나타내는 진공 챔버(300a)의 측벽에는, 배선 및 배관 등의 공급 부재가 장착되는 복수(도 28에서는 4개)의 장착 부재(316a)가 형성되고, 또 진공 챔버(300a)의 천장벽에도, 적어도 하나의 장착 부재(316b)가 형성되어 있다.

[0144] 그리고, 전자빔 조사 장치(330)의 경통(331)의 외주부 및 상면부에, 장착 부재(316a 또는 316b)를 개재하여, 복수의 케이블(315)의 일단부가 각각 접속되어 있다. 복수의 케이블(315)의 각각은, 배선 및 배관 중 적어도 일방을 포함한다. 복수의 케이블(315) 각각의 타단부는, 전술한 제 2 제어 랙(500)에 접속되어 있다. 이들 케이블(315)을 통하여, 진공 챔버(300)의 상방에 위치하는 제 2 제어 랙(500)으로부터 유틸리티가 전자빔 조사 장치(330)에 공급되고 있다.

[0145] 또한, 장착 부재(316a, 316b)는, 진공 챔버(300a)내부의 기밀성을 유지하기 위한 시일 부재를 개재하여, 복수의 케이블(315) 각각의 중간부 또는 일단부를 지지하고 있다.

[0146] 장착 부재(316a, 316b)는, 케이블(315)이 관통하는 관통공이 형성된 일종의 시일 부재로 구성되어도 되고, 진공 챔버(300a)의 내면측에 배치된 제 1 부재와, 진공 챔버(300a)의 외면측에 배치된 제 2 부재를 갖고, 각각의 케이블(315)의 챔버 내 부분(진공 챔버(300a)의 내부에 위치하는 부분)과 챔버 외 부분(진공 챔버(300a)의 외부에 위치하는 부분)을 접속함과 함께, 진공 챔버(300a)내부의 기밀성을 유지하기 위한 진공용 커넥터이어도 된다.

[0147] 《제 2 변형예》

[0148] 다음으로, 제 2 변형예에 관련된 노광 시스템에 대해 도 29에 기초하여 설명한다. 도 29에는, 제 2 변형예에 관련된 노광 시스템이 구비하는 진공 챔버(300b) 및 그 내부에 수용된 노광 유닛(310)이 나타나 있다.

진공 챔버(300b)는, 전술한 진공 챔버(300_i)(*i* = 2, 3, 4, 5, 6)에 상당하는 것이다. 진공 챔버(300b)의 내부 공간은, 스테이지 장치(320) 및 전자빔 조사 장치(330)의 사출 단부(하단부)가 수용된 제 1 실(301a)과, 전자빔 조사 장치(330)의 하단부를 제외한 부분(상단부)이 수용된 제 2 실(301b)로 구획되어 있다. 본 변형예에 관련된 노광 시스템은, 진공 챔버(300_i)대신에, 진공 챔버(300b)가 사용되고, 진공 챔버(300b)의 내부 공간을 제 1 실(301a)과 제 2 실(301b)로 구획하기 위해, 다음에 설명하는 바와 같은 구성이 채용되어 있는 점이 전술한 실시형태와 상이하다. 또한, 도 29에서는, 셔틀 캐리어 및 노광실 내 반송계는 도시가 생략되어 있다.

[0149] 진공 챔버(300b)의 제 1 실(301a)부분의 측벽(측판) 및 천장벽(천판)에, 전술한 유틸리티 공급용의 공급 부재인 복수의 케이블(315)이 장착 부재(316a 또는 316b)를 개재하여 장착되어 있다(고정되어 있다).

[0150] 본 변형예에서는, 전자빔 조사 장치(330)의 경통(331)의 외주부에는, 전술한 메트롤로지 프레임(340)보다 상방의 위치에 플랜지부(FLG)가 형성되고, 이 플랜지부(FLG)를 개재하여, 전자빔 조사 장치(330)가, 전술한 3개의 매달 지지 기구(350a, 350b, 350c)(연구조의 연결 부재)를 개재하여, 진공 챔버(300b)의 천판(천장벽)으로부터 매달린 상태로 지지되어 있다. 플랜지부(FLG)는, 경통(331)의 외주부로부터 돌출되도록 링상으로 형성되어 있다. 또, 전자빔 조사 장치(330)와 진공 챔버(300b)의 상대 위치를 소정의 상태로 유지하기 위해, 플랜지부(FLG)에는, 전술한 위치 결정 장치(353)(도 16 참조)와 동일한 비접촉 방식의 위치 결정 장치(도시 생략)가 형성되어 있다.

[0151] 진공 챔버(300b)의 제 1 실(301a)과 제 2 실(301b)의 경계 부분에 있어서의 내벽면에는, 환상의 돌출부(317)가 형성되어 있다. 그리고, 플랜지부(FLG)와 돌출부(317)사이에, 양자를 접속하는 환상 접속부(319)가 형성되어 있다.

[0152] 환상 접속부(319)는, 돌출부(317)상에 배치된 환상 플레이트(314)와, 환상 플레이트(314)와 플랜지부(FLG)사이에, 경통(331)을 둘러싸고 배치된 링상의 금속제의 벨로스(329)를 포함한다. 환상 플레이트(314)는, 그 하면의 외주측 반부가 전체 둘레에 걸쳐 돌출부(317)의 상면에 재치되어 있다. 벨로스(329)는, 상단부가 환상 플레이트(314)의 하면에 접속되고, 하단부가 플랜지부(FLG)의 상면에 접속되어 있다. 이 때문에, 벨로스(329)는, Z축 방향에 관해 자유롭게 신축할 수 있는 구조로 되어 있다.

[0153] 본 변형예에서는, 돌출부(317)와, 플랜지부(FLG)와, 환상 접속부(319)에 의해, 제 1 실(301a)과 제 2

실 (301b) 이 양호한 기밀성으로 구획되어 있다.

- [0154] 또한, 3 개의 매달 지지 기구 (350a, 350b, 350c) 각각의 하단은, 환상 플레이트 (314) 의 중앙부의 개구를 개재하여 플랜지부 (FLG) 에 접속되어 있다.
- [0155] 본 변형예에서는, 상기 실시형태와 동일하게, 진공 챔버 (300b) 의 내부에 노광 유닛 (310) 이 수용되어 있으므로, 대기압이 변동해도 진공 챔버 (300a) 의 내부에 전체가 수용된 경통 (331) 이 변형되는 일은 없어, 경통 (331) 내의 전자빔 광학계가 악영향을 받는 등의 사태가 발생할 우려는 없다. 이에 더하여, 본 변형예에서는, 제 1 실 (301a) 에는, 케이블이 배치되어 있지 않고, 제 1 실 (301a) 과 제 2 실 (301b) 은, 양호한 기밀성으로 구획되어 있으며, 또한 환상 접속부 (319) 에는, 탈가스가 거의 없는 금속제의 벨로스 (329) 가 사용되고 있으므로, 제 1 실 (301a) 내에 배치된 각 부가 탈가스에 의한 영향을 거의 받는 일이 없다.
- [0156] 또, 전자빔 조사 장치 (330) 는, 플랜지부 (FLG) 를 개재하여 3 개의 매달 지지 기구 (350a, 350b, 350c) 에 의해 진공 챔버 (300b) 의 천장으로부터 매달려 지지되어 있다. 또, 플랜지부 (FLG) 는, 자유롭게 신축할 수 있는 금속제의 벨로스 (329) 를 개재하여 환상 플레이트 (314) 에 접속되어 있다. 이 때문에, 3 개의 매달 지지 기구 (350a, 350b, 350c) 의 기능에 의해, 높은 체진 성능이 얻어짐과 함께 기구부의 대폭적인 경량화가 가능하다. 또, 도시 생략된 위치 결정 장치에 의해, 진공 챔버 (300a) 에 대한 전자빔 조사 장치 (330) 의 X 축 방향, Y 축 방향, Z 축 방향의 상대 위치, 및 X 축, Y 축, Z 축 둘레의 상대 회전각은, 일정한 상태 (소정의 상태) 로 유지된다. 또, 환상 접속부 (319) (벨로스 (329)) 는, 플랜지부 (FLG) (전자빔 조사 장치 (330) 및 메트롤로지 프레임 (340)) 의 진공 챔버 (300b) 에 대한 상대 변위를 허용함과 함께, 진공 챔버 (300b) 로부터의 플랜지부 (FLG) (전자빔 조사 장치 (330) 및 메트롤로지 프레임 (340)) 에 대한 진동의 전달도 방지 내지는 효과적으로 억제한다. 또한, 본 변형예에서는, 플랜지부 (FLG) 와는 별도로 메트롤로지 프레임 (340) 을 형성하지 않고, 플랜지부 (FLG) 에 메트롤로지 프레임 (340) 의 기능을 갖게 해도 된다.
- [0157] 또한, 상기 실시형태 및 변형예에서는, 진공 챔버 (300₂ ~ 300₆, 300a, 300b) 각각의 내부에, 노광 유닛 (310) 의 전체가 수용되었을 경우에 대해 설명했지만, 이에 한정되지 않고, 예를 들어 도 30 에 나타내는 바와 같이, 노광 유닛 (310) 중, 전자빔 조사 장치 (330) 의 경통 (331) 의 하단부를 제외한 부분, 즉, 경통 (331) 의 상단부를, 진공 챔버 (300c) 의 외부에 노출시켜도 된다. 도 30 에 나타내는 진공 챔버 (300c) 는, 전술한 제 2 변형예의 진공 챔버 (300b) 의 제 1 실 (301a) 을 구획하는 부분에 상당하는 부분만으로 이루어진다. 이 진공 챔버 (300c) 의 내부의 외부에 대한 기밀 상태를 확보하기 위해, 전술한 변형예와 동일하게, 플랜지부 (FLG) 와 이에 접속된 환상 접속부 (319) 에 의해, 진공 챔버 (300c) 의 내부와 외부가 구획되어 있다. 또한, 도 30 의 예에서는, 전자빔 조사 장치 (330) 는, 플랜지부 (FLG) 를 개재하여, 3 개의 매달 지지 기구 (350a, 350b, 350c) 에 의해, 전술한 프레임 (400) 으로부터 매달려 지지되어 있다. 이 도 30 의 예에서는, 공기를 통한 전자빔 조사 장치 (330) 로부터의 방열이 가능하게 되어 있다. 또한, 이 도 30 의 변형예에서도, 플랜지부 (FLG) 와는 별도로 메트롤로지 프레임 (340) 을 형성하지 않고, 플랜지부 (FLG) 에 메트롤로지 프레임 (340) 의 기능을 갖게 해도 된다.
- [0158] 또한, 상기 실시형태 및 각 변형예에서는, 전자빔 조사 장치 (330) 가 메트롤로지 프레임 (340) 과 일체로, 3 개의 매달 지지 기구 (350a, 350b, 350c) 를 개재하여 진공 챔버의 천판 (천장벽) 또는 프레임 (400) 으로부터 매달려 지지되는 것으로 했지만, 이에 한정되지 않고, 전자빔 조사 장치 (330) 는, 플로어 타입의 보디에 의해 지지되어도 된다.
- [0159] 또한, 상기 실시형태에서는, 노광 전의 웨이퍼 및 노광이 끝난 웨이퍼를, 모두 셔틀 (10) 과 일체로, 모든 진공 챔버 (300₂ ~ 300₆) 와 계측실 (60) 사이에서 반송하는 것으로 했지만, 이에 한정되지 않고, 노광 전의 웨이퍼 및 노광이 끝난 웨이퍼를 단독으로, 전술한 공간 (SP) 내의 이동 경로를 따라 이동하는 수평 다관절 로봇 등으로 이루어지는 웨이퍼 반송계에 의해, 모든 진공 챔버 (300₂ ~ 300₆) 와 계측실 (60) 사이에서 반송하는 것으로 해도 된다. 이 경우에는, 웨이퍼에 대한 1 층째의 노광뿐만 아니라, 제 2 층째 이후의 노광도 가능하게 하기 위해서는, 노광실 (301_i) 의 내부에 전자빔 조사 장치 (330) 에 의한 얼라인먼트 마크의 검출을 가능하게 하기 위한 웨이퍼에 대한 사전 계측을 실시하기 위한 장치를 배치할 필요가 있다. 셔틀과 일체로 웨이퍼를 반송하는 경우, 및 웨이퍼를 단독으로 반송하는 경우 중 어느 것에 있어서도, 웨이퍼가 반송되는 전술한 공간 (SP) 과 그 공간 (SP) 에 연통하는 계측실 (60) 의 일부는, 진공 챔버의 내부에 비해 진공도가 낮은 저진공 상태로 설정 가능하게 구성해도 된다. 대기 중에서 로드 록실 내에 웨이퍼 (및 셔틀) 를 반입하는 경우, 가능한 한 단시간에 로드 록실 내를 진공 챔버의 내부와 동일한 정도의 고진공 상태가 될 때까지 진공화할 필요가

있으며, 이 경우, 웨이퍼 (및 셔틀) 가 놓이는 환경은, 대기압에서 고진공으로 변화하고, 온도 저하에 의해 웨이퍼가 수축된다. 한편, 저진공 공간으로부터 로드 록실 내로 웨이퍼 (및 셔틀) 를 반입했을 경우, 그 온도의 저하 비율이 낮아져, 온도 저하에서 기인하는 웨이퍼의 수축이 작아진다.

[0160] 또한, 상기 실시형태에서는, 셔틀 (10) 과 일체로 웨이퍼가, 계측실 (60) 과 각 노광실 (301_i) 사이에서 반송되는 경우에 대해 설명했지만, 이에 한정되지 않고, 셔틀 (10) 과 동일하게 정전 척을 갖는 유지 부재를, 미동 스테이지 (332b) 상에 메커니컬 고정시켜 두고, 웨이퍼를 단독으로 반송하는 노광 장치에서도, 상기 실시형태와 동일하게 인코더 시스템에 의해, 그 유지 부재의 예를 들어 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는 것으로 해도 된다. 이 경우에 있어서, 인코더 시스템으로서 상기 실시형태의 제 1 계측계 (20) 와 동일한 구성의 것을 사용해도 된다. 이 경우, 유지 부재는 반송되지 않기 때문에, 유지 부재측에 헤드부를 형성하고, 유지 부재의 외부에 헤드부가 대향할 수 있도록 그레이팅 플레이트를 형성해도 된다.

[0161] 또한, 노광이 끝난 웨이퍼를 유지하는 셔틀을 계측실 (60) 로 반드시 되돌릴 필요는 없다. 예를 들어, 계측실 (60) 과는 별도로, 웨이퍼 반출부를 형성하여, 이 웨이퍼 반출부에서 셔틀로부터 웨이퍼를 떼어내도 된다.

[0162] 또, 상기 실시형태에서는, 미동 스테이지 (332b) 가, 조동 스테이지 (332a) 에 대해 6 자유도 방향으로 이동 가능한 경우에 대해 설명했지만, 이에 한정되지 않고, 미동 스테이지는 XY 평면 내에서만 이동 가능해도 된다. 이 경우, 미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는 제 1 계측계 (20) 및 제 2 계측계 (25) 도, XY 평면 내의 3 자유도 방향에 관한 위치 정보를 계측 가능해도 된다.

[0163] 또, 상기 실시형태에서는, 제 1 계측계 (20) 에 의해 6 자유도 방향의 각 방향에 대해, 용장 계측을 실시하고, 각각의 방향에 대해 얻어진 2 개의 위치 정보의 평균에 기초하여, 각각의 방향의 미동 스테이지의 위치를 구하는 것으로 했지만, 이에 한정되지 않고, 6 자유도 방향의 각 방향에 대해, 추가적인 용장 계측을 실시하고, 3 개 이상의 위치 정보의 평균에 기초하여, 각각의 방향의 미동 스테이지의 위치를 구하는 것으로 해도 된다. 혹은 6 자유도 방향의 일부의 방향, 예를 들어 XY 평면 내의 3 자유도 방향에 대해서만, 용장 계측을 실시하도록 해도 되고, 어느 방향에 대해서도 용장 계측을 실시하지 않아도 된다.

[0164] 또한, 다른 관점에서 보면, 상기 실시형태에 의해, 감응체가 도포된 타깃을 하전 입자선으로 노광하는 노광 시스템으로서, 제 1 유지 부재에 유지된 노광 전의 상기 타깃을 사전 계측하는 계측실이 형성되는 제 1 챔버와, 상기 제 1 유지 부재와는 상이한 제 2 유지 부재에 유지된 상기 타깃을 상기 하전 입자선으로 노광하는 노광실이 형성되는 제 2 챔버와, 상기 사전 계측이 종료한 상기 타깃을 유지하는 상기 제 1 유지 부재를, 로드 록 챔버를 개재하여 상기 제 1 챔버로부터 상기 제 2 챔버 내로 반송한 후, 상기 진공 챔버로부터 상기 노광이 종료한 상기 타깃을 유지하는 상기 제 2 유지 부재를 상기 로드 록 챔버를 개재하여 반송하는 반송 시스템을 구비하는 노광 시스템이 제공된다. 이 경우, 반송 시스템은, 진공 챔버 및 로드 록 챔버의 외부에 배치된 반송계와 진공 챔버 내에 배치된 반송계의 양자를 포함한다.

[0165] 또, 또 다른 관점에서 보면, 상기 실시형태에 의해, 로드 록실이 병설된 진공 챔버 내의 테이블에 탑재되는 타깃을 교환하는 교환 방법으로서, 노광 전의 상기 타깃을 유지한 제 1 유지 부재를 상기 로드 록실 내에 반입하는 것과, 상기 로드 록실의 대기측 게이트 밸브를 폐쇄하고, 상기 로드 록실 내를 진공화하는 것과, 상기 로드 록실 내가 소정의 진공 상태가 된 후, 상기 로드 록실의 진공측 게이트 밸브를 개방하고, 상기 타깃을 유지한 상기 제 1 유지 부재를 상기 진공 챔버 내의 소정 위치에 반입하는 것과, 상기 소정 위치에 반입 후, 상기 타깃을 유지한 상기 제 1 유지 부재를 소정 거리 하방 또는 상방으로 이동시켜 제 1 대기 위치에서 대기시킴과 함께, 노광이 끝난 타깃을 유지하는 제 2 유지 부재를 상기 테이블로부터 상기 소정 위치까지 반송하는 것과, 상기 제 1 유지 부재와 상기 제 2 유지 부재를 소정 거리 상방 또는 하방으로 이동시켜, 상기 제 2 유지 부재를 제 2 대기 위치에 위치시킴과 함께 상기 제 1 유지 부재를 상기 소정 위치에 위치시키는 것과, 상기 소정 위치에 있는 상기 제 1 유지 부재를 상기 테이블 상에 반입하고, 상기 제 1 유지 부재의 타깃에 대한 노광을 개시하는 것과, 상기 노광 개시와 전후하여 상기 제 2 대기 위치에서 대기하고 있는 상기 제 2 유지 부재를 상기 소정 위치에 위치시키는 것과, 상기 소정 위치에 있는 상기 제 2 유지 부재를 상기 로드 록실 내에 반입하고, 상기 로드 록실의 진공측의 게이트 밸브를 폐쇄하는 것과, 상기 로드 록실의 대기측의 게이트 밸브를 개방하고, 상기 제 2 유지 부재를 상기 로드 록실로부터 외부로 반출하는 것을 포함하는 교환 방법이 제공된다.

[0166] 또, 또 다른 관점에서 보면, 상기 실시형태에 의해, 베이스 부재와, 상기 베이스 부재에 대해 제 1 방향으로 이동 가능한 제 1 스테이지와, 상기 제 1 스테이지에 대해, 상기 제 1 방향과 교차하는 제 2 방향으로 이동 가능한 제 2 스테이지와, 상기 제 2 스테이지를 구동시키는 구동용 모터와, 상기 제 1 스테이지에 형성되고, 상기

모터의 적어도 상면 및 측면을 덮는 자기 실드 부재를 구비하는 제 1 스테이지 장치가 제공된다.

[0167] 또, 또 다른 관점에서 보면, 상기 실시형태에 의해, 베이스 부재와, 상기 베이스 부재에 대해 제 1 방향으로 이동 가능한 제 1 스테이지와, 상기 제 1 스테이지에 대해, 상기 제 1 방향과 교차하는 제 2 방향으로 이동 가능한 제 2 스테이지와, 상기 제 2 스테이지를 구동시키는 구동용 모터와, 상기 구동용 모터의 적어도 상면 및 측면을 덮는 자기 실드 부재와, 상기 제 2 스테이지의 자중을, 상기 베이스 부재 상에서 지지하는 중량 캔슬 장치를 구비하는 제 2 스테이지 장치가 제공된다.

[0168] 또, 또 다른 관점에서 보면, 상기 실시형태에 의해, 상기 제 2 스테이지에 타깃이 유지된 상기 제 1 및 제 2 스테이지 장치 중 어느 것과, 하전 입자선 광학계를 갖고, 상기 타깃으로 하전 입자선을 조사하는 하전 입자선 조사 장치를 구비하는 제 1 노광 장치가 제공된다.

[0169] 또, 또 다른 관점에서 보면, 상기 실시형태에 의해, 하전 입자선 광학계를 갖고, 하전 입자선을 타깃에 조사하는 하전 입자선 조사 장치와, 상기 타깃을 유지하고 적어도 상기 하전 입자선 광학계의 광축에 직교하는 소정 평면 내에서 이동 가능한 테이블과, 상기 테이블을 구동시키는 구동계와, 상기 테이블의 위치 정보를 계측 가능한 인코더 시스템과, 상기 인코더 시스템으로 계측된 상기 위치 정보에 기초하여, 상기 구동계에 의한 상기 테이블의 구동을 제어하는 제어 장치를 구비하는 제 2 노광 장치가 제공된다.

[0170] 또한, 상기 실시형태에서는, 타깃이 반도체 소자 제조용의 웨이퍼인 경우에 대해 설명했지만, 본 실시형태에 관련된 노광 시스템 (1000) 은, 유리 기판 상에 미세한 패턴을 형성하여 마스크를 제조할 때에도 바람직하게 적용할 수 있다. 또, 상기 실시형태에서는, 하전 입자선으로서 전자빔을 사용하는 전자빔 노광 시스템 (1000) 에 대해 설명했지만, 노광용의 하전 입자선으로서 이온 빔 등을 사용하는 노광 시스템에도 상기 실시형태를 적용할 수 있다.

[0171] 산업상 이용가능성

[0172] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 관련된 노광 시스템은, 반도체 소자 등의 전자 디바이스의 제조에 있어서의 리소그래피 공정에서의 사용에 적합하다.

부호의 설명

[0173] 60...계측실
200...제 1 제어 랙
300₁, 300₂, 300₃...챔버
300₄, 300₅, 300₆...챔버
301_i...노광실
302...로드 록 챔버
310...노광 유닛
322...조미동 스테이지
330...전자빔 조사 장치
350a, 350b, 350c...매달 지지 기구
351...방진 패드
352...와이어
353...위치 결정 장치
400...프레임
500...제 2 제어 랙
1000...노광 시스템

9000...C/D

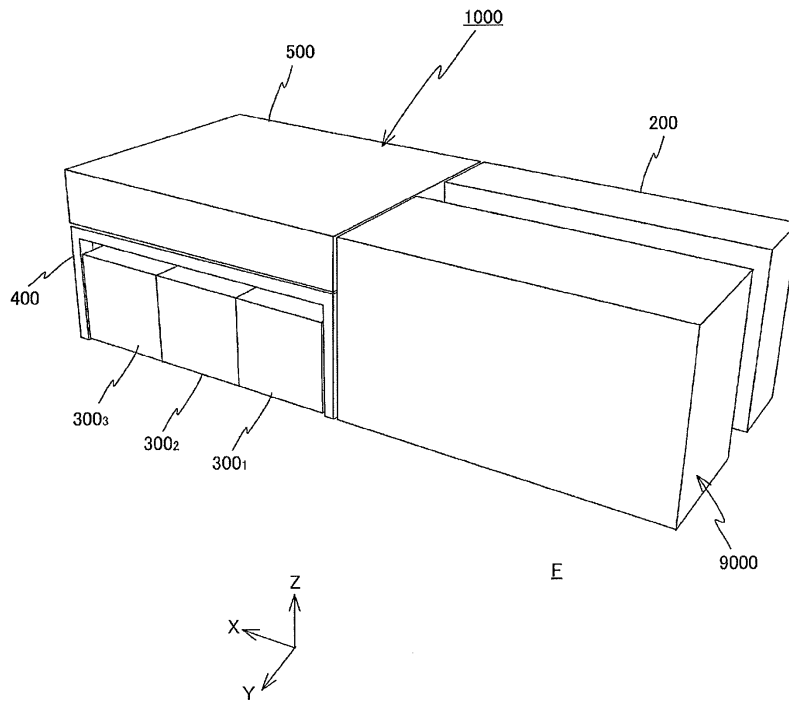
F...플로어면

SP...공간

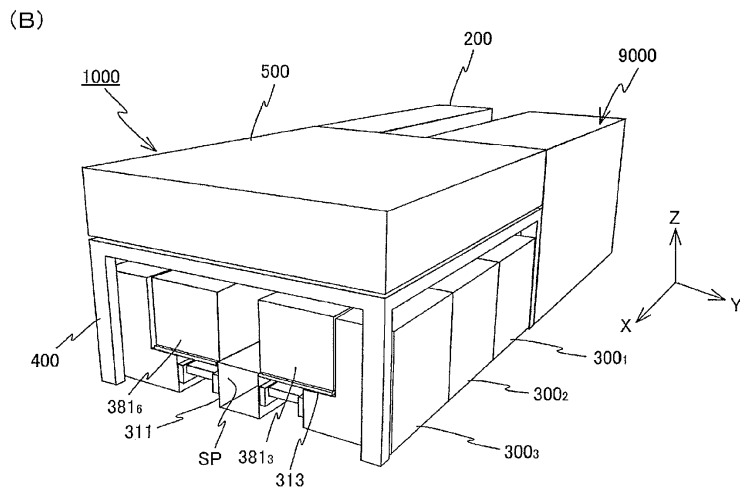
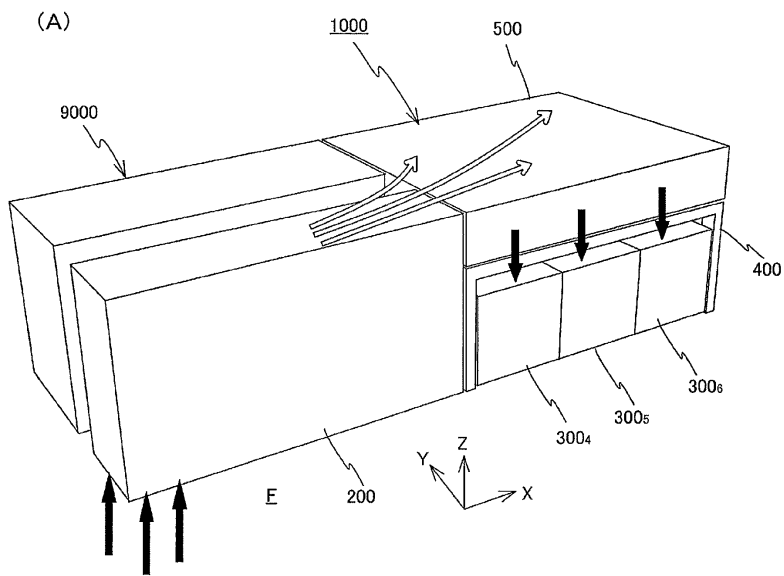
W, W₀, W₁...웨이퍼

도면

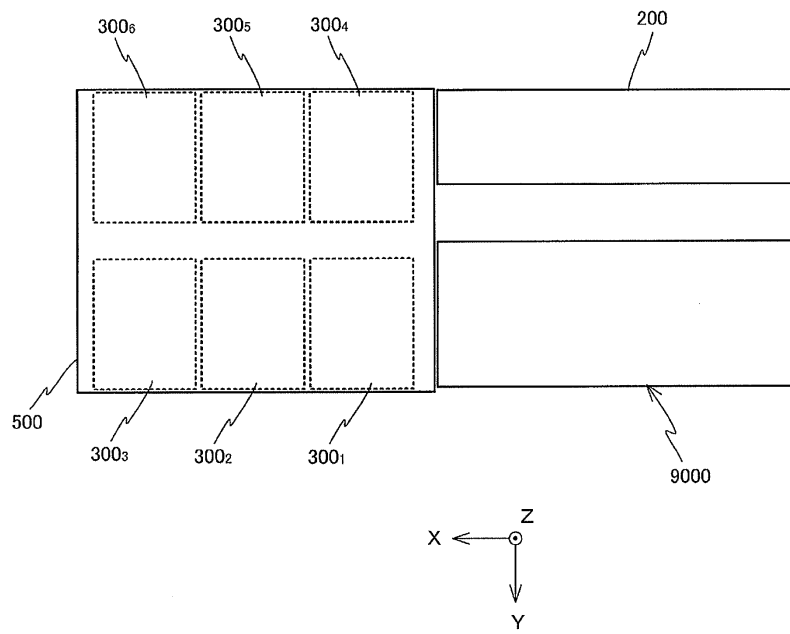
도면1



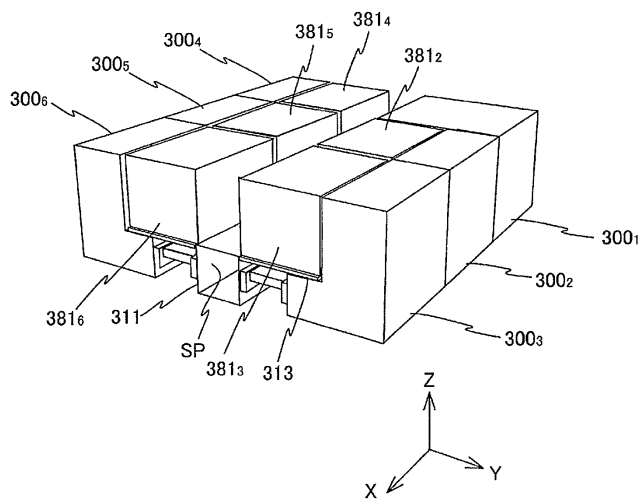
도면2



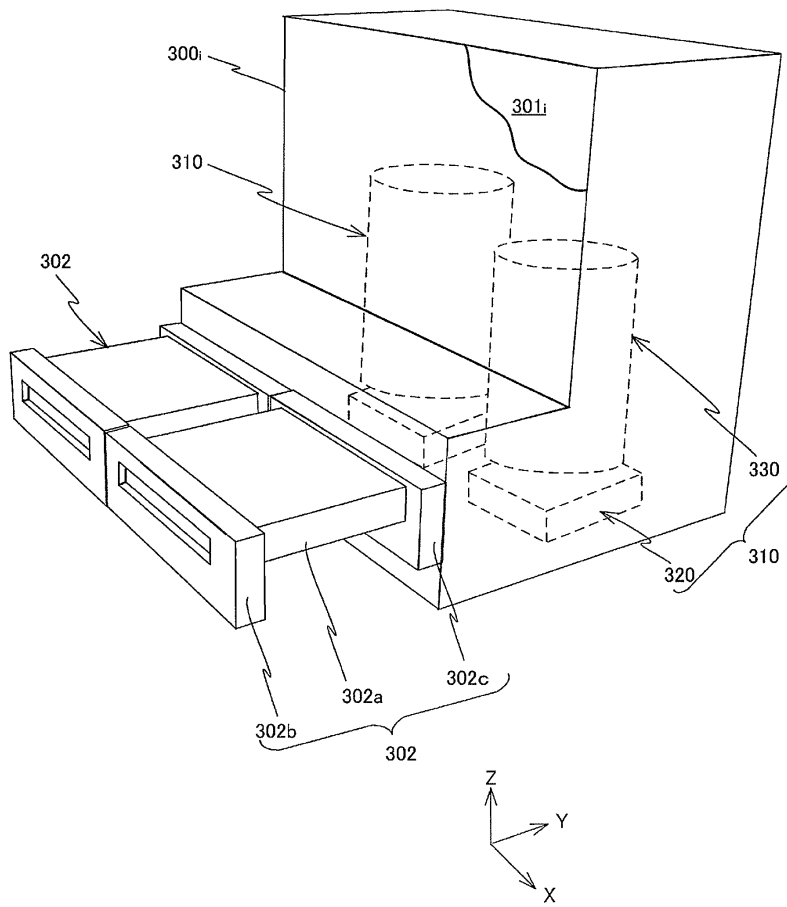
도면3



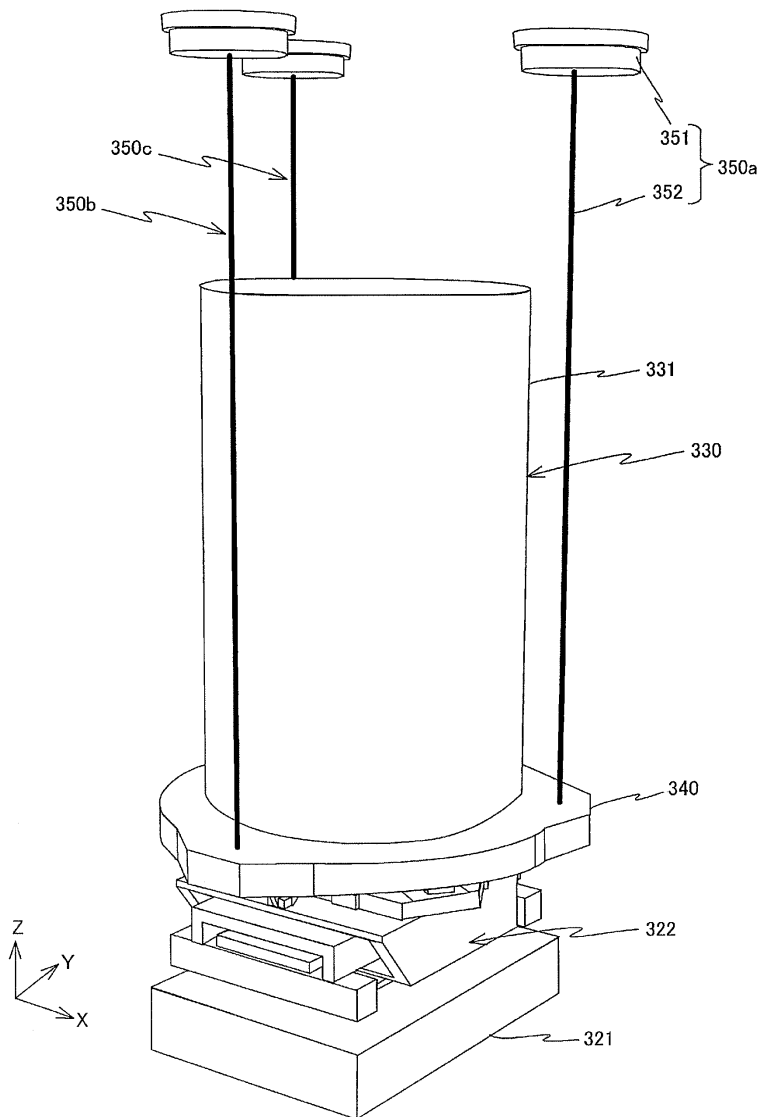
도면4



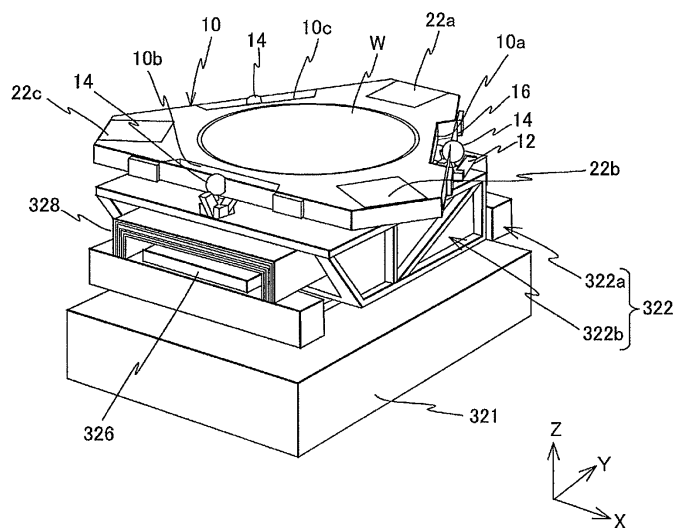
도면5



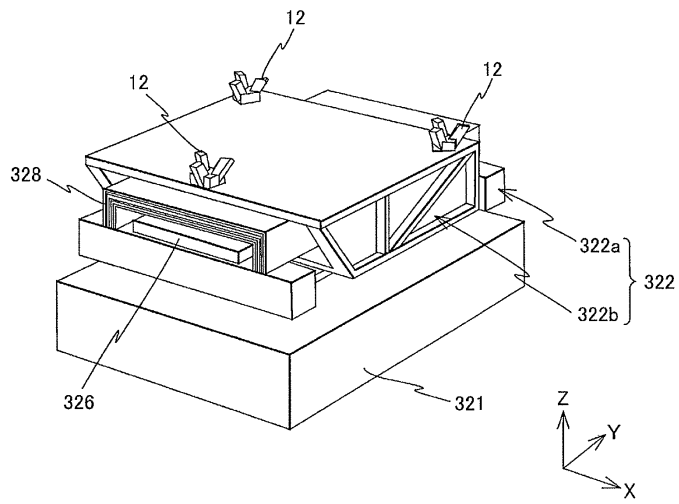
도면6



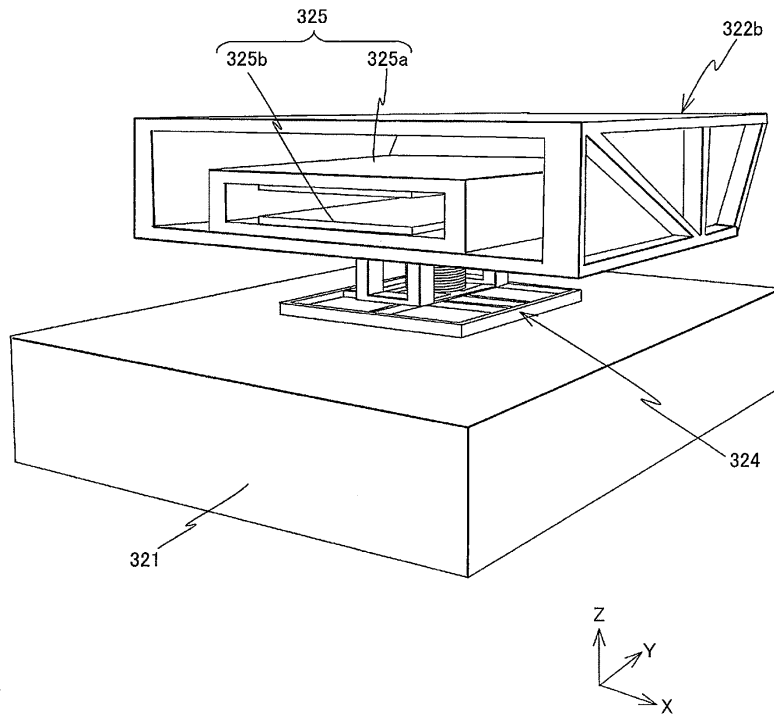
도면7



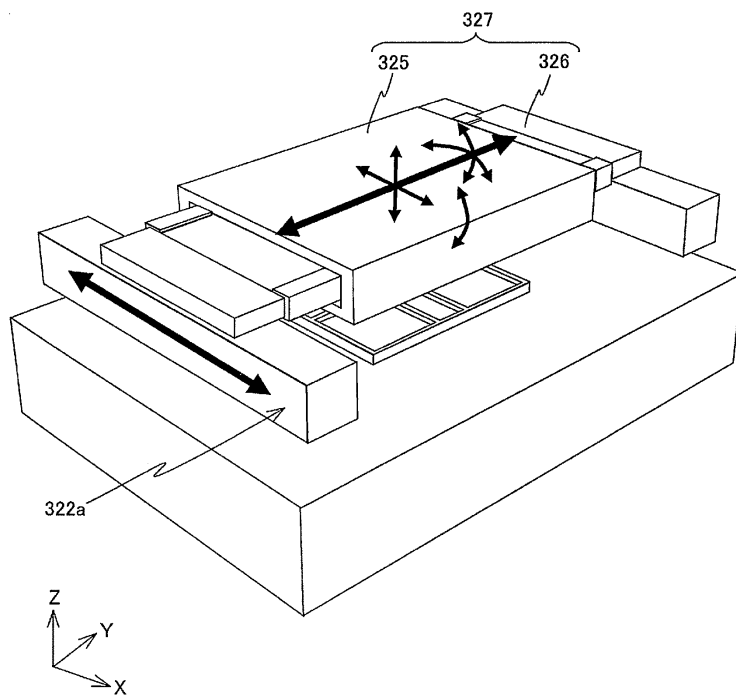
도면8



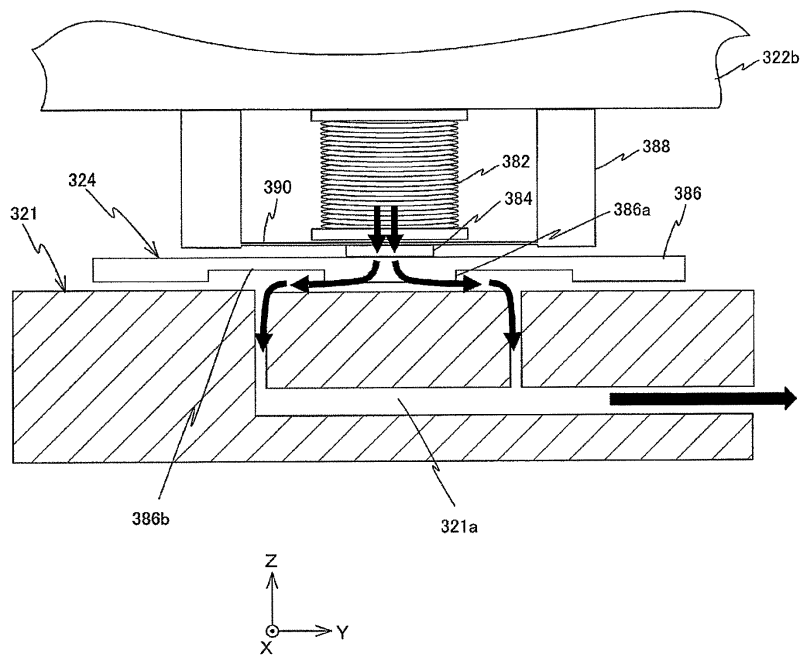
도면9



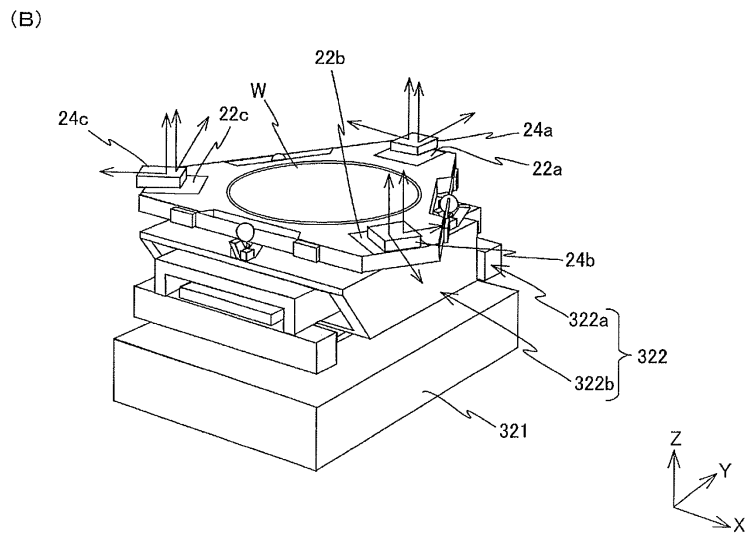
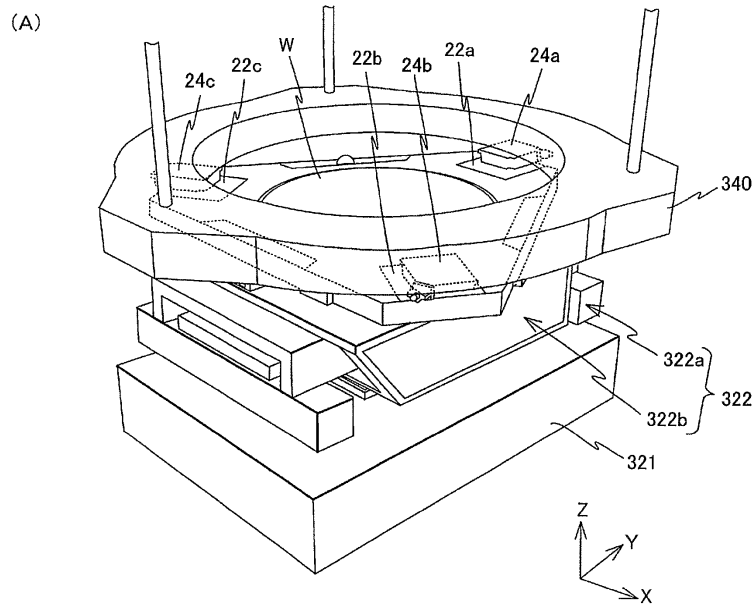
도면10



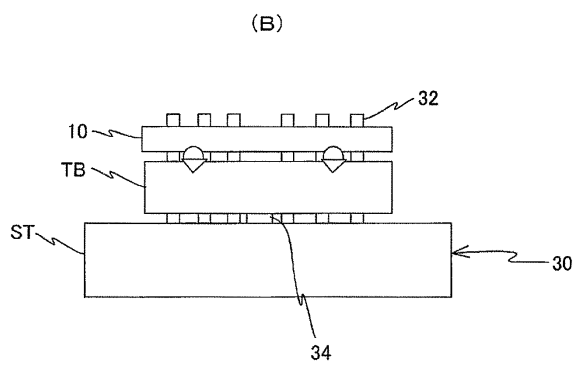
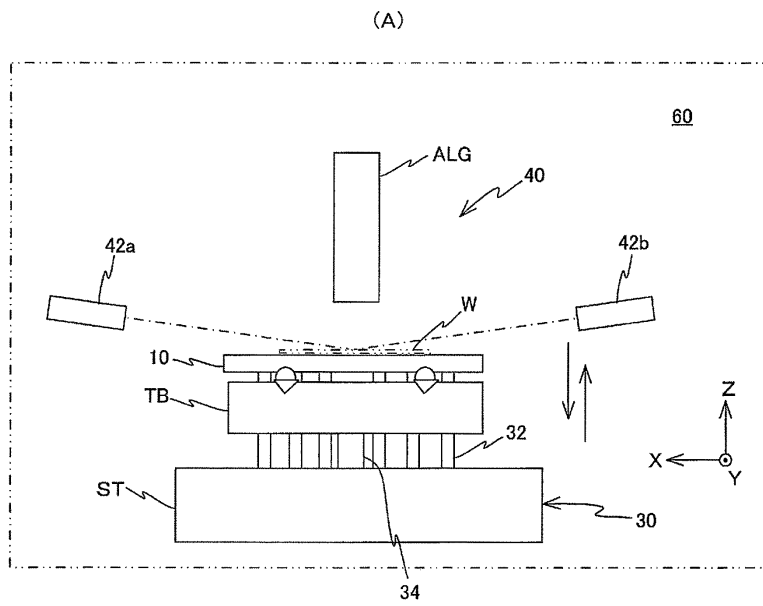
도면11



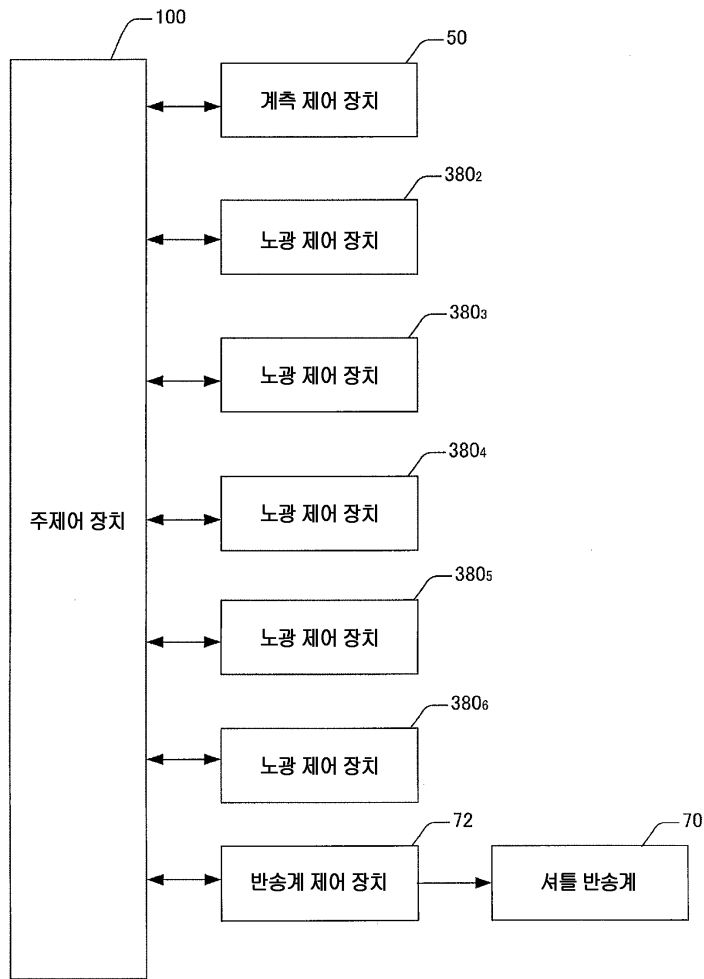
도면12



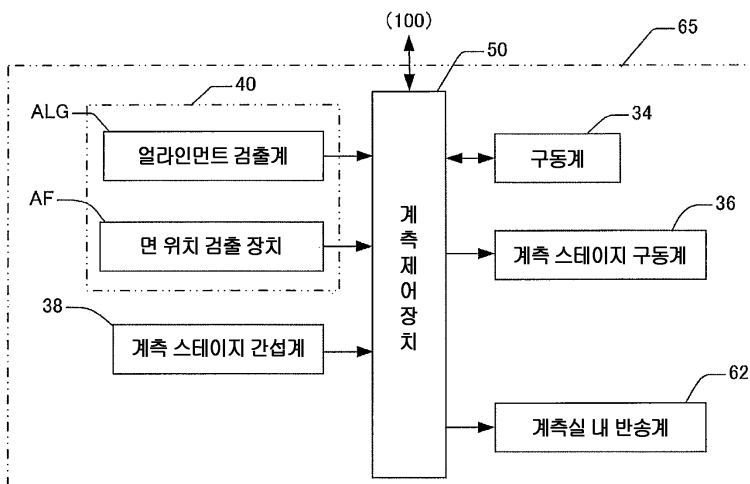
도면13



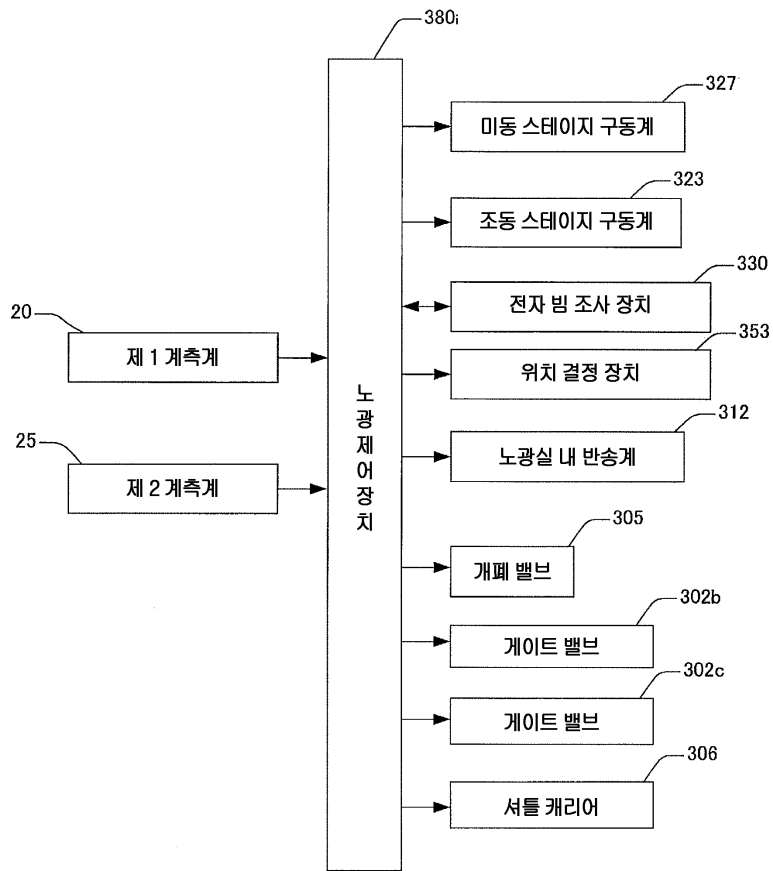
도면14



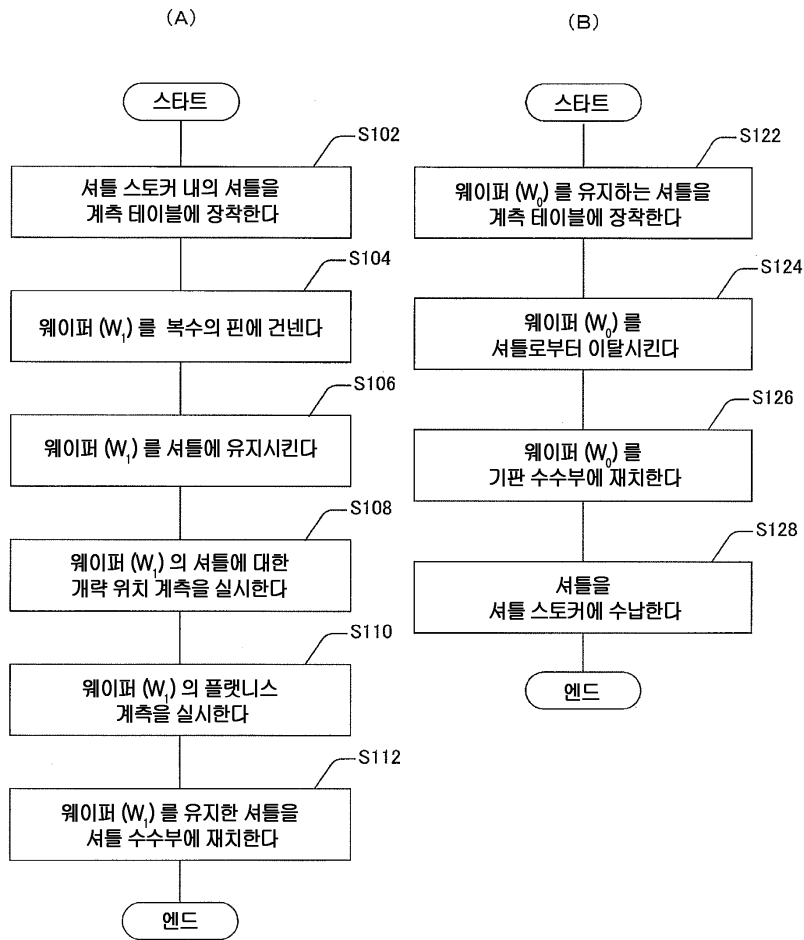
도면15



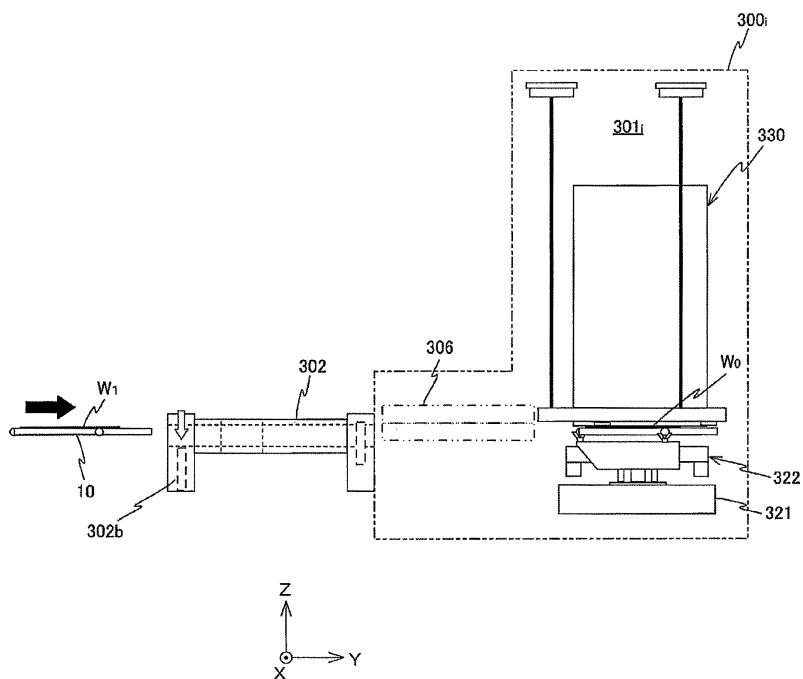
도면16



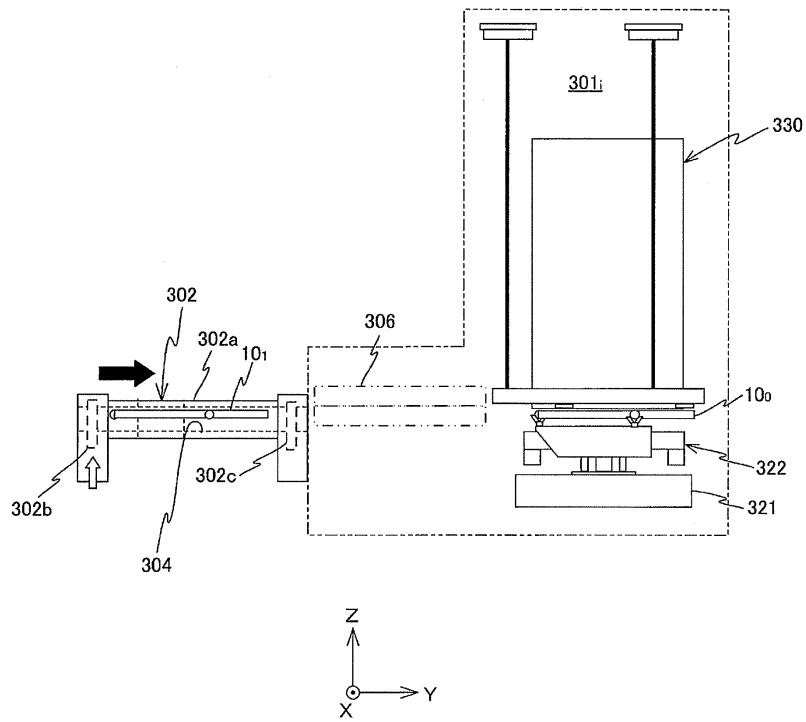
도면17



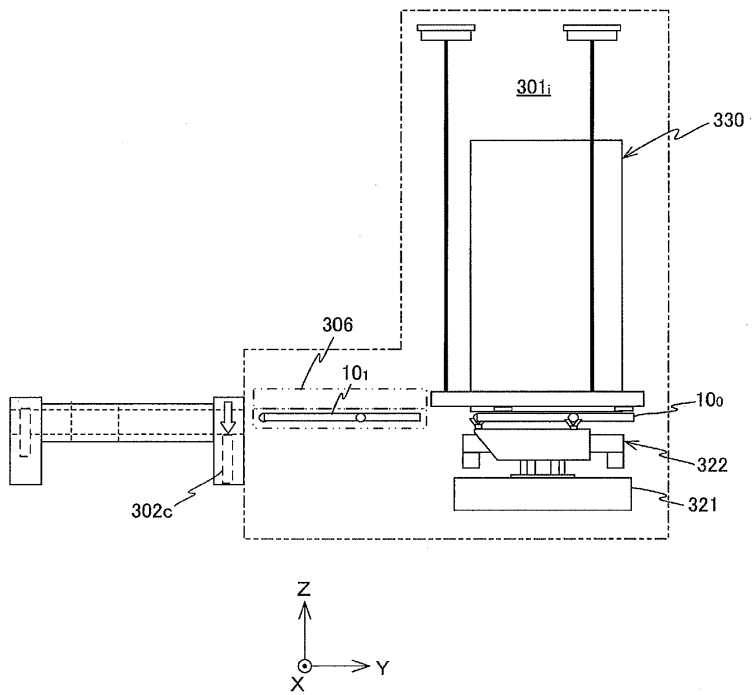
도면18



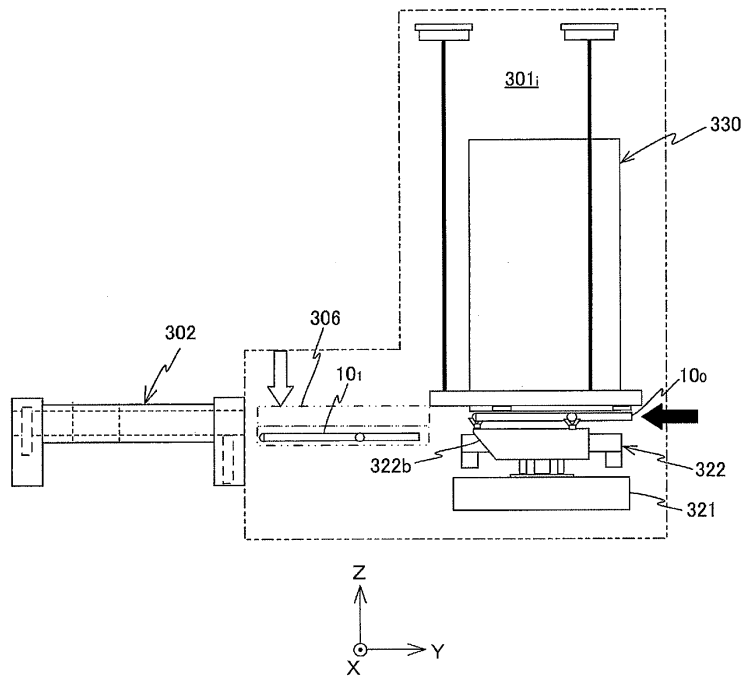
도면19



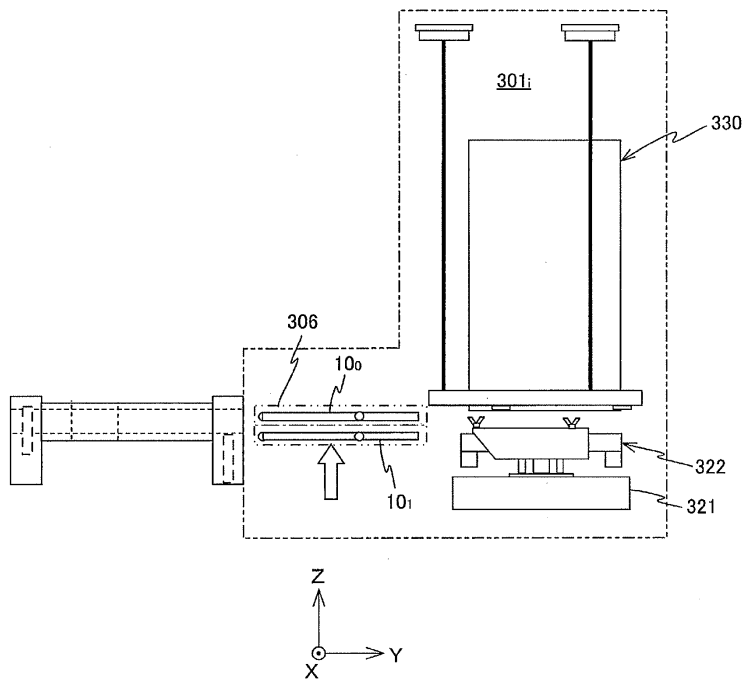
도면20



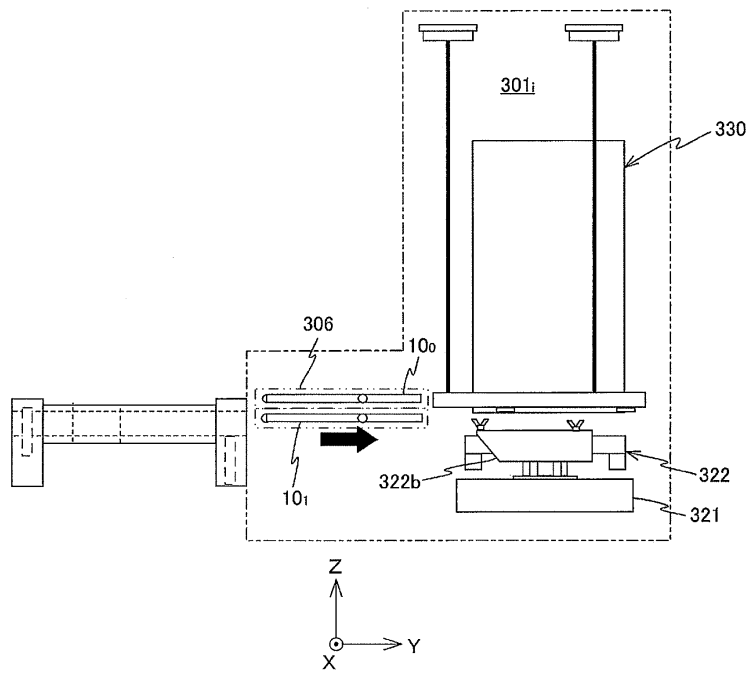
도면21



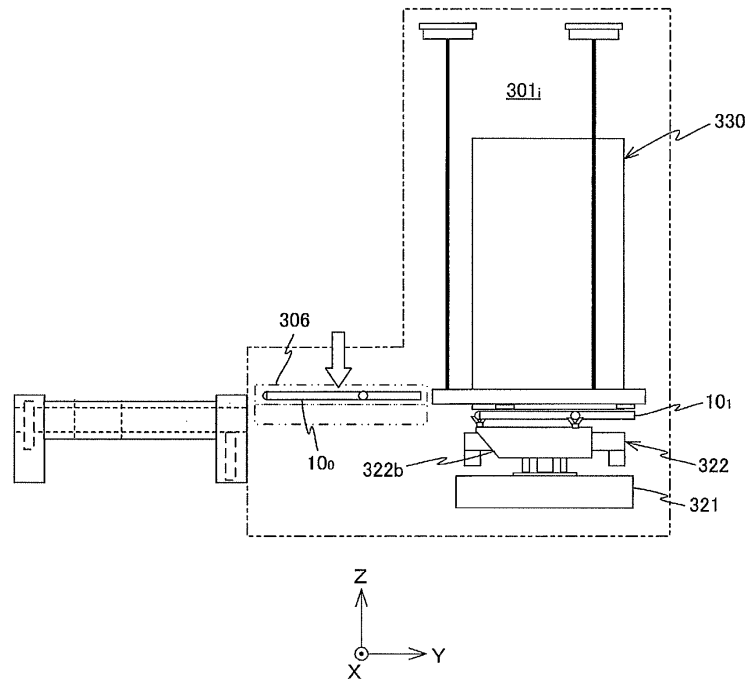
도면22



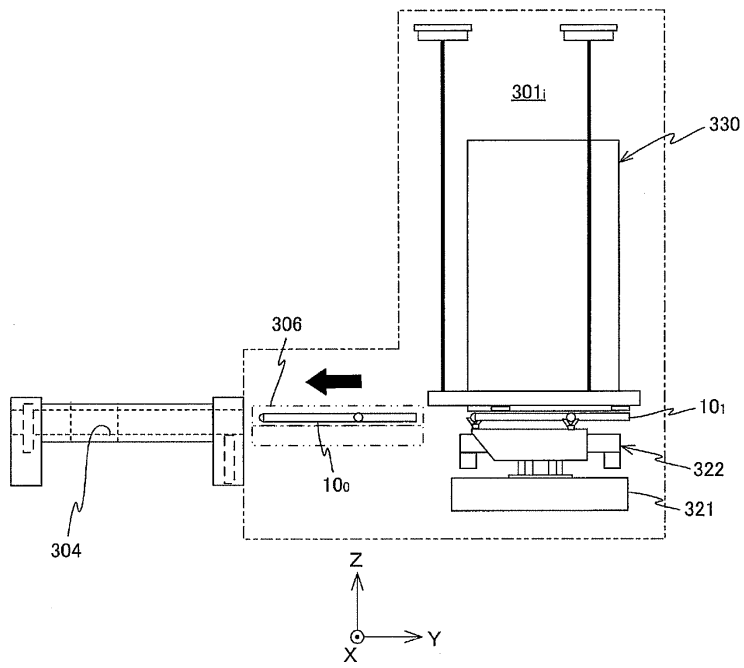
도면23



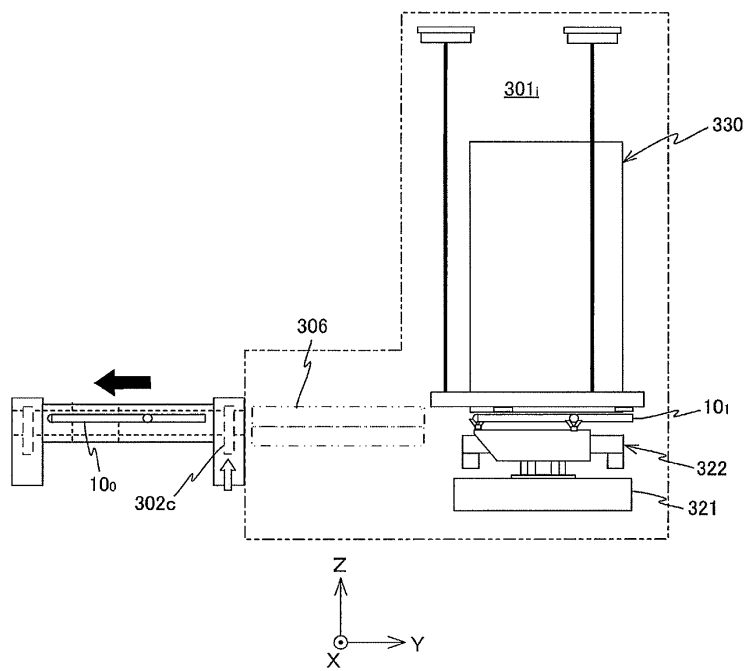
도면24



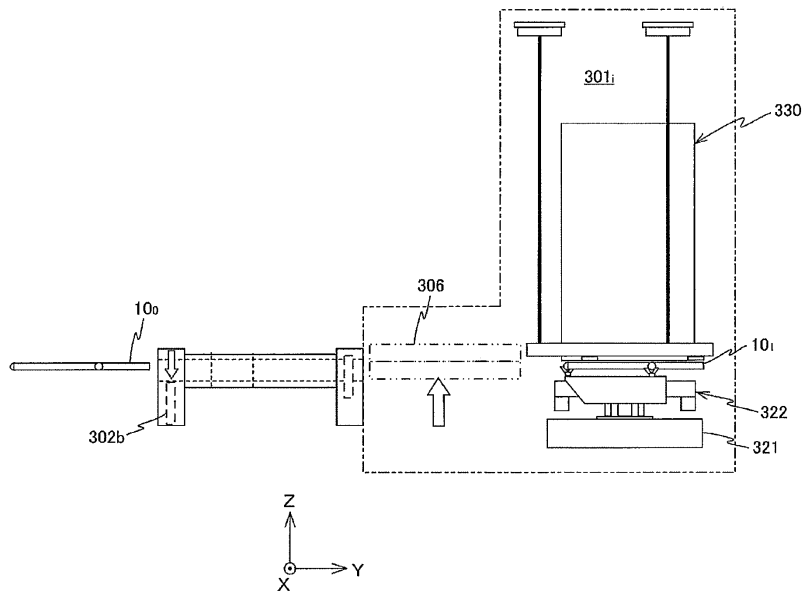
도면25



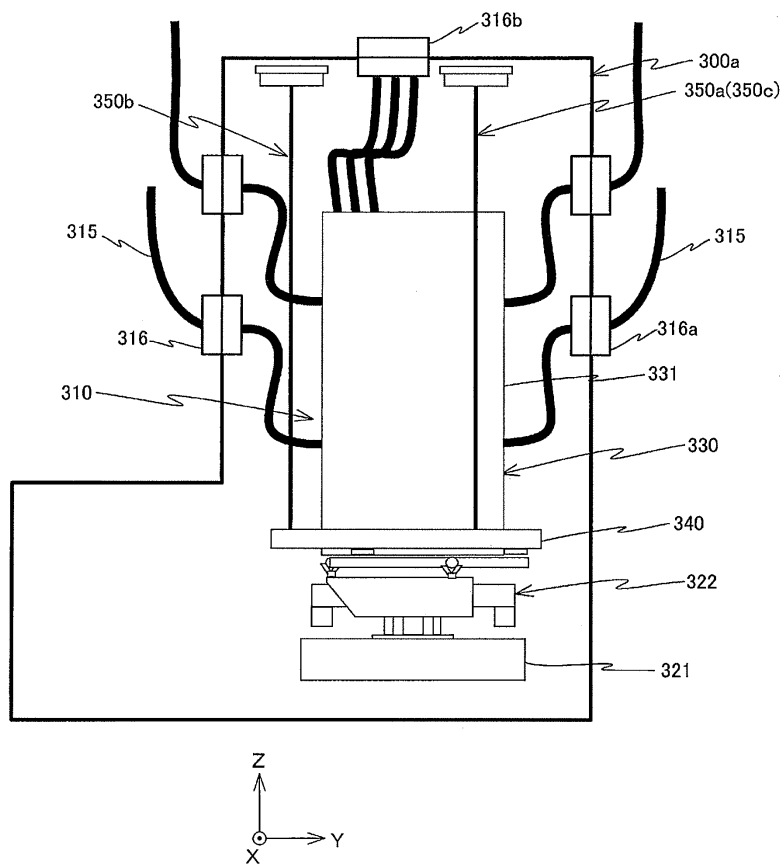
도면26



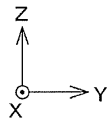
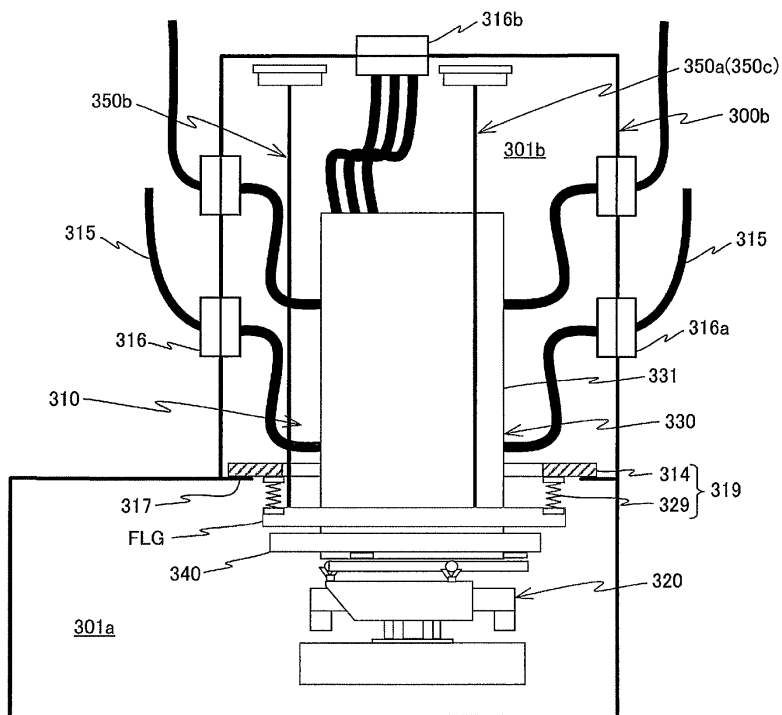
도면27



도면28



도면29



도면30

