



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0018332
(43) 공개일자 2011년02월23일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) Int. Cl.
H01L 21/027 (2006.01) G01B 11/00 (2006.01)
G01D 5/38 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2010-7026679</p> <p>(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년04월30일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2010년11월29일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2009/001949</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2009/133702
국제공개일자 2009년11월05일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2008-119233 2008년04월30일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
가부시킴가이사 니콘
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠초 1쵸메 12방 1고</p> <p>(72) 발명자
시바자키 유이치
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3쵸메 2방 3고
가부시킴가이사 니콘 나이</p> <p>(74) 대리인
특허법인코리아나</p> |
|---|--|

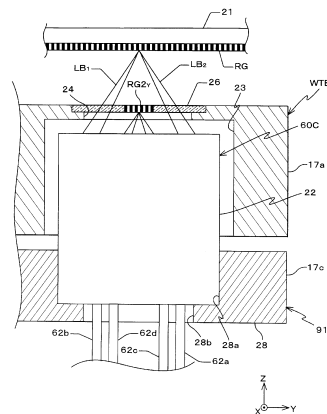
전체 청구항 수 : 총 43 항

(54) 스테이지 장치, 패턴 형성 장치, 노광 장치, 스테이지 구동 방법, 노광 방법, 그리고 디바이스 제조 방법

(57) 요약

스테이지 장치는, XY 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지 (91) 와, 그 조동 스테이지 상에서, 적어도 XY 평면에 평행한 방향으로 미동 가능한 테이블 (WTB) 을 갖는 웨이퍼 스테이지와, 인코더 시스템을 구비하고 있다. 조동 스테이지에는 복수의 인코더 헤드 (60C 등) 가 형성되어 있다. 각 헤드는, XY 평면에 평행하게 배치된 제 1 그레이팅부 (RG) 및 테이블에 형성된 제 2 그레이팅부 (RG₂) 에 각각 계측 빔 (LB₁, LB₂) 등을 조사하여, 제 1 및 제 2 그레이팅부 각각으로부터의 회절광을 수광한다. 인코더 시스템은, 제 1 및 제 2 그레이팅부에 대향하는 적어도 1 개의 인코더 헤드의 출력에 기초하여, XY 평면 내에 있어서의 테이블 (웨이퍼 스테이지) 의 위치 정보를 계측한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능한 미동 스테이지를 포함하는 조미동(粗微動) 스테이지와 ;

상기 조동 스테이지에 형성되는 인코더 헤드를 갖고, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치된 제 1 그레이팅부에 제 1 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하여 얻어지는 제 1 위치 정보와, 상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 상대적인 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보를 계측하는 계측 장치를 구비하는, 스테이지 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 상기 인코더 헤드와 상이한 센서를 포함하고, 상기 센서에 의하여 상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 제 2 위치 정보를 취득하는, 스테이지 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 상기 인코더 헤드에 의하여 상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 제 2 위치 정보를 취득하는, 스테이지 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 상기 인코더 헤드에 의하여, 상기 미동 스테이지에 형성되는 제 2 그레이팅부에 제 2 계측 빔을 조사하고, 상기 제 2 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하여 상기 제 2 위치 정보를 얻는, 스테이지 장치.

청구항 5

소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능한 미동 스테이지를 포함하는 조미동 스테이지와 ;

상기 조동 스테이지에 형성되는 인코더 헤드를 갖고, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치되는 제 1 그레이팅부와, 상기 미동 스테이지에 배치되는 제 2 그레이팅부에 각각 제 1, 제 2 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1, 제 2 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하고, 상기 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보를 계측하는 계측 장치를 구비하는, 스테이지 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 상기 미동 스테이지에 형성되는 광투과부를 개재하여 상기 제 1 계측 빔을 상기 제 1 그레이팅부에 조사하는, 스테이지 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 적어도 상기 소정 평면과 평행한 일 방향에 관한 상기 미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는, 스테이지 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 상기 조동 스테이지의 상이한 위치에 배치되는 복수의 상기 인코더 헤드를 갖고, 적어도 상기 소정 평면 내의 3 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는, 스테이지 장치.

청구항 9

소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능하고 또한 적어도 일부에 광투과부를 갖는 미동 스테이지를 포함하는 조미동 스테이지와 ;

상기 조동 스테이지에 고정된 1 또는 2 이상의 인코더 헤드를 갖고, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치된 제 1 그레이팅부에, 상기 광투과부를 개재하여 제 1 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 상기 광투과부를 개재하여 수광하는, 적어도 1 개의 상기 인코더 헤드의 출력에 기초하여 상기 소정 평면 내에 있어서의 상기 조미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는 계측 장치를 구비하는, 스테이지 장치.

청구항 10

제 6 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 조동 스테이지에는, 상기 인코더 헤드가 복수 상이한 위치에 고정되고, 상기 미동 스테이지는 상기 복수의 인코더 헤드 각각이 대향하는 영역에 상기 광투과부를 갖는, 스테이지 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 미동 스테이지에는, 상기 복수의 인코더 헤드 각각에 대향하는 위치에 제 2 그레이팅부가 형성되고,

상기 복수의 인코더 헤드 각각은, 대향하는 상기 제 2 그레이팅부에 제 2 계측 빔을 조사하고, 그 제 2 그레이팅부로부터의 회절광도 수광하고,

상기 계측 장치는, 적어도 1 개의 상기 인코더 헤드의 출력에 기초하여 상기 소정 평면 내에 있어서의 상기 미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는, 스테이지 장치.

청구항 12

제 5 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 제 1 계측 빔과 상기 제 2 계측 빔은, 동일한 광원으로부터 발생된 광 빔인, 스테이지 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 계측 빔 및 상기 제 2 계측 빔 중의 일방의 계측 빔은, 타방의 계측 빔이 대응하는 그레이팅부에서 회절된 회절 빔의 적어도 일부를 상기 인코더 헤드 내에서 취출하여 생성되는, 스테이지 장치.

청구항 14

제 11 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 인코더 헤드 각각은, 상기 제 1 그레이팅부에 수직인 소정의 중심축을 공통으로 하는 광로를 따라서, 상기 제 1, 제 2 그레이팅부에 각각 상기 제 1, 제 2 계측 빔을 조사하는, 스테이지 장치.

청구항 15

제 11 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 상기 복수의 인코더 헤드 각각으로부터의 출력에 기초하여, 상기 조동 스테이지와 상기 제 1 그레이팅부의 상기 소정 평면에 평행한 계측 방향에 관한 제 1 위치 관계와, 상기 조동 스테이지와 상기 제 2 그레이팅부의 상기 계측 방향에 관한 제 2 위치 관계를 산출함과 함께, 상기 제 1 및 제 2 위치 관계에 기초하여 상기 미동 스테이지와 상기 제 1 그레이팅부의 상기 계측 방향에 관한 위치 관계를 산출하는, 스테이지 장치.

청구항 16

제 8 항, 제 11 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미동 스테이지는, 상기 소정 평면에 대한 경사 방향으로 가동(可動) 이고,

상기 계측 장치는, 상기 미동 스테이지의 경사에서 기인하는, 상기 미동 스테이지의 위치 정보의 계측에 사용되는 상기 인코더 헤드의 계측 오차를 보정하는, 스테이지 장치.

청구항 17

제 8 항, 제 10 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미동 스테이지는 평면에서 보았을 때 직사각형 형상의 부재로 이루어지고, 상기 미동 스테이지의 4 코너부에 대응하는 상기 조동 스테이지의 위치에, 각각 상기 인코더 헤드가 배치되어 있는, 스테이지 장치.

청구항 18

제 10 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측 장치는, 상기 조동 스테이지의 상기 소정 평면에 대한 경사에서 기인하는, 상기 조미동 스테이지의 위치 정보의 계측에 사용되는 상기 인코더 헤드의 계측 오차를 보정하는, 스테이지 장치.

청구항 19

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 상기 소정 평면 내에 있어서의 위치 관계를 계측하는 센서를 추가로 구비하는, 스테이지 장치.

청구항 20

제 1 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 그레이팅부는, 상기 조미동 스테이지의 이동 범위를 커버하는 2 차원 격자를 포함하는, 스테이지 장치.

청구항 21

제 1 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 미동 스테이지는, 상기 조동 스테이지에 비접촉으로 지지되는, 스테이지 장치.

청구항 22

물체에 패턴을 형성하는 패턴 형성 장치로서,

상기 물체가 상기 미동 스테이지 상에 재치되는 제 1 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에 기재된 스테이지 장치와 ;

상기 미동 스테이지 상에 재치된 물체 상에 패턴을 생성하는 패턴닝 장치를 구비하는, 패턴 형성 장치.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 물체는 감응층을 갖고, 상기 패턴닝 장치는, 에너지 빔의 조사에 의한 상기 감응층의 노광에 의하여 상기 물체 상에 패턴을 생성하는, 패턴 형성 장치.

청구항 24

에너지 빔의 조사에 의하여 물체에 패턴을 형성하는 노광 장치로서,

상기 물체가 상기 미동 스테이지 상에 재치되는 제 1 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에 기재된 스테이지 장치

와 ;

상기 미동 스테이지 상에 재치된 물체에 상기 에너지 빔을 조사하는 패터닝 장치를 구비하는, 노광 장치.

청구항 25

제 24 항에 기재된 노광 장치를 사용하여 물체를 노광하는 것과 ;
상기 노광된 물체를 현상하는 것을 포함하는, 디바이스 제조 방법.

청구항 26

소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능한 미동 스테이지를 갖는 조미동 스테이지를 구동하는 스테이지 구동 방법으로서,

상기 조동 스테이지에 형성되고, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치된 제 1 그레이팅부에 제 1 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하는 인코더 헤드의 출력으로부터 얻어지는 제 1 위치 정보와, 상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 상대적인 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 계측하는 공정에서는, 상기 인코더 헤드와 상이한 센서에 의하여 상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 제 2 위치 정보가 취득되는, 스테이지 구동 방법.

청구항 28

제 26 항에 있어서,

상기 계측하는 공정에서는, 상기 인코더 헤드에 의하여 상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 제 2 위치 정보가 취득되는, 스테이지 구동 방법.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 인코더 헤드는, 상기 미동 스테이지에 형성되는 제 2 그레이팅부에 제 2 계측 빔을 조사하고, 상기 제 2 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하여 상기 제 2 위치 정보를 얻는, 스테이지 구동 방법.

청구항 30

소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능한 미동 스테이지를 갖는 조미동 스테이지를 구동하는 스테이지 구동 방법으로서,

상기 조동 스테이지에 형성되고, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치되는 제 1 그레이팅부와, 상기 미동 스테이지에 배치되는 제 2 그레이팅부에 각각 제 1, 제 2 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1, 제 2 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하는 인코더 헤드의 출력에 기초하여, 상기 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 31

제 26 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 인코더 헤드는, 상기 미동 스테이지에 형성되는 광투과부를 개재하여 상기 제 1 계측 빔을 상기 제 1 그레이팅부에 조사하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 32

제 26 항 내지 제 31 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측하는 공정에서는, 적어도 상기 소정 평면과 평행한 일 방향에 관한 상기 미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 33

제 26 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조동 스테이지에는, 상이한 위치에 복수의 상기 인코더 헤드가 배치되고,

상기 계측하는 공정에서는, 상기 미동 스테이지의 적어도 상기 소정 평면 내의 3 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 34

소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능한 미동 스테이지를 갖는 조미동 스테이지를 구동하는 스테이지 구동 방법으로서,

상기 조동 스테이지에 고정된 1 또는 2 이상의 인코더 헤드 중에서, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치된 제 1 그레이팅부에, 상기 미동 스테이지의 광투과부를 개재하여 제 1 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 상기 광투과부를 개재하여 수광하는, 적어도 1 개의 상기 인코더 헤드의 출력에 기초하여 상기 소정 평면 내에 있어서의 상기 조미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는 공정과 ;

계측된 상기 조미동 스테이지의 위치 정보에 기초하여, 상기 조미동 스테이지를 구동하는 공정을 포함하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 조동 스테이지에는, 상기 인코더 헤드가 복수 상이한 위치에 고정되고, 상기 미동 스테이지는 상기 복수의 인코더 헤드 각각이 대향하는 영역에 상기 광투과부를 갖고,

상기 계측하는 공정에서는, 상기 복수의 인코더 헤드에서 선택된 적어도 1 개의 인코더 헤드의 출력에 기초하여 상기 소정 평면 내에 있어서의 상기 조미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 미동 스테이지에는, 상기 복수의 인코더 헤드 각각에 대향하는 위치에 제 2 그레이팅부가 형성되고,

상기 계측하는 공정에서는, 대향하는 상기 제 2 그레이팅부에 제 2 계측 빔을 조사하고, 그 제 2 그레이팅부로부터의 회절광도 수광하는, 적어도 1 개의 상기 인코더 헤드의 출력에 기초하여 상기 소정 평면 내에 있어서의 상기 미동 스테이지의 위치 정보를 계측하고,

상기 구동하는 공정에서는, 계측된 상기 미동 스테이지의 위치 정보도 고려하여 상기 조미동 스테이지를 구동하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 37

제 30 항 또는 제 36 항에 있어서,

상기 제 1 계측 빔과 상기 제 2 계측 빔은, 동일한 광원으로부터 발생된 광 빔인, 스테이지 구동 방법.

청구항 38

제 37 항에 있어서,

상기 제 1 계측 빔 및 상기 제 2 계측 빔 중의 일방의 계측 빔은, 타방의 계측 빔이 대응하는 그레이팅부에서 회절된 회절 빔의 적어도 일부를 상기 인코더 헤드 내에서 취출하여 생성되는, 스테이지 구동 방법.

청구항 39

제 36 항 내지 제 38 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측하는 공정에서는, 상기 복수의 인코더 헤드 각각으로부터의 출력에 기초하여, 상기 조동 스테이지와 상기 제 1 그레이팅부의 상기 소정 평면에 평행한 계측 방향에 관한 제 1 위치 관계와, 상기 조동 스테이지와, 상기 제 2 그레이팅부의 상기 계측 방향에 관한 제 2 위치 관계를 산출함과 함께, 상기 제 1 및 제 2 위치 관계에 기초하여 상기 미동 스테이지와 상기 제 1 그레이팅부의 상기 계측 방향에 관한 위치 관계를 산출하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 40

제 36 항 내지 제 39 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측하는 공정에서는, 상기 미동 스테이지의 경사에서 기인하는, 상기 미동 스테이지의 위치 정보의 계측에 사용되는 상기 인코더 헤드의 계측 오차를 보정하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 41

제 34 항 내지 제 40 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 계측하는 공정에서는, 상기 조동 스테이지의 상기 소정 평면에 대한 경사에서 기인하는, 상기 조미동 스테이지의 위치 정보의 계측에 사용되는 상기 인코더 헤드의 계측 오차를 보정하는, 스테이지 구동 방법.

청구항 42

에너지 빔의 조사에 의하여 물체에 패턴을 형성하는 노광 방법으로서,

제 26 항 내지 제 41 항 중 어느 한 항에 기재된 스테이지 구동 방법을 이용하여, 상기 물체가 상기 미동 스테이지 상에 재치된 조미동 스테이지의 구동을 실시하는, 노광 방법.

청구항 43

제 42 항에 기재된 노광 방법을 이용하여 물체를 노광하는 것과 ;

상기 노광된 물체를 현상하는 것을 포함하는, 디바이스 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 스테이지 장치, 패턴 형성 장치, 노광 장치, 스테이지 구동 방법, 노광 방법, 그리고 디바이스 제조 방법과 관련된 것으로서, 더욱 상세하게는 소정 평면을 따라 이동하는 조미동(粗微動) 스테이지를 구비하는 스테이지 장치, 그 스테이지 장치를 구비하는 패턴 형성 장치, 상기 스테이지 장치를 구비하는 노광 장치, 조미동 스테이지를 구동하는 스테이지 구동 방법, 그 스테이지 구동 방법을 이용하는 노광 방법, 그리고 상기 노광 장치 또는 노광 방법을 사용하는 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래에는 반도체 소자(집적 회로 등), 액정 표시 소자 등의 전자 디바이스(마이크로 디바이스)를 제조하는 리소그래피 공정에서는, 스텝·앤드·리프트 방식의 투영 노광 장치(이른바 스테퍼), 혹은 스텝·앤드·스캔 방식의 투영 노광 장치(이른바 스캐닝·스테퍼(스캐너라고도 한다)) 등이 주로 사용되고 있었다.

[0003] 그런데, 장래적으로 반도체 소자는 더욱 고집적화되고, 이에 수반하여 웨이퍼 상에 형성되어야 할 회로 패턴이 미세화될 것이 확실하여, 반도체 소자의 대량 생산 장치인 노광 장치에는 웨이퍼 등의 위치 검출 정밀도의 추가적인 향상이 요청된다.

[0004] 예를 들어, 특허문헌 1에는 기관 테이블 상에 인코더 타입의 센서(인코더 헤드)가 탑재된 노광 장치가 개시되어 있다. 그런데, 특히 조동 스테이지와 그 조동 스테이지 상에서 이동하는 미동 스테이지를 갖는 조미동 스테이지에, 특허문헌 1의 인코더 헤드를 탑재하는 경우에는 통상적으로 인코더 헤드를 미동 스테이지에 탑재

하는 것이 일반적이다. 그러나, 이 경우에 그 인코더 헤드에 대한 전원의 공급 등을 위하여, 조동 스테이지와 미동 스테이지 사이에 배선을 형성할 (경우에 따라서는 광파이버로 양 스테이지를 접속할) 필요가 있으나, 미동 스테이지는 조동 스테이지 상에서 이동하기 때문에, 그 배선 등에 작용하는 장력이 미동 스테이지의 원활한 동작을 방해할 우려가 있었다. 특히, 복수의 인코더 헤드를 미동 스테이지에 탑재하는 경우에는, 이 배선 등을 끌고 다니는 것이 큰 장애가 될 우려가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 미국 특허출원 공개 제2006/0227309호 명세서

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 제 1 양태에 의하면, 소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능한 미동 스테이지를 포함하는 조미동 스테이지와 ; 상기 조동 스테이지에 형성되는 인코더 헤드를 갖고, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치된 제 1 그레이팅부에 제 1 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하여 얻어지는 제 1 위치 정보와, 상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 상대적인 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보를 계측하는 계측 장치를 구비하는 제 1 스테이지 장치가 제공된다.

[0007] 이에 따르면, 인코더 헤드가 조동 스테이지에 형성되어 있기 때문에, 미동 스테이지가 조동 스테이지 상에서 이동해도, 배관 등의 장력 등에 의하여 미동 스테이지의 움직임이 방해받는 경우가 없다. 또, 계측 장치에 의하여, 인코더 헤드로부터 제 1 그레이팅부에, 제 1 계측 빔을 조사하고, 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하여 얻어지는 제 1 위치 정보와, 상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 상대적인 제 2 위치 정보에 기초하여, 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보가 양호한 정밀도로 계측된다. 따라서, 미동 스테이지 및/또는 조동 스테이지를 양호한 정밀도로 구동할 수 있게 된다.

[0008] 본 발명의 제 2 양태에 의하면, 소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능한 미동 스테이지를 포함하는 조미동 스테이지와 ; 상기 조동 스테이지에 형성되는 인코더 헤드를 갖고, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치되는 제 1 그레이팅부와, 상기 미동 스테이지에 배치되는 제 2 그레이팅부에 각각 제 1, 제 2 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1, 제 2 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하고, 상기 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보를 계측하는 계측 장치를 구비하는 제 2 스테이지 장치가 제공된다.

[0009] 이에 따르면, 인코더 헤드가 조동 스테이지에 형성되어 있기 때문에, 미동 스테이지가 조동 스테이지 상에서 이동해도, 배관 등의 장력 등에 의하여 미동 스테이지의 움직임이 방해받는 경우가 없다. 또, 계측 장치에 의하여, 인코더 헤드로부터 제 1 그레이팅부와 제 2 그레이팅부에 각각 제 1, 제 2 계측 빔을 조사하고, 제 1, 제 2 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하고, 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보가 양호한 정밀도로 계측된다. 따라서, 미동 스테이지 및/또는 조동 스테이지를 양호한 정밀도로 구동할 수 있게 된다.

[0010] 본 발명의 제 3 양태에 의하면, 소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능하고 또한 적어도 일부에 광투과부를 갖는 미동 스테이지를 포함하는 조미동 스테이지와 ; 상기 조동 스테이지에 고정된 1 또는 2 이상의 인코더 헤드를 갖고, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치된 제 1 그레이팅부에, 상기 광투과부를 개재하여 제 1 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 상기 광투과부를 개재하여 수광하는, 적어도 1 개의 상기 인코더 헤드의 출력에 기초하여 상기 소정 평면 내에 있어서의 상기 조미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는 계측 장치를 구비하는 제 3 스테이지 장치가 제공된다.

[0011] 이에 따르면, 1 또는 2 이상의 인코더 헤드가 조동 스테이지에 고정되어 있기 때문에, 미동 스테이지가 조동 스테이지 상에서 이동해도, 배관 등의 장력 등에 의하여 미동 스테이지의 움직임이 방해받는 경우가 없다. 또, 계측 장치에 의하여, 제 1 그레이팅부에 미동 스테이지의 광투과부를 개재하여 제 1 계측 빔을 조사하고,

제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 광투과부를 개재하여 수광하는, 적어도 1 개의 인코더 헤드의 출력에 기초하여 소정 평면 내에 있어서의 조미동 스테이지의 위치 정보가 양호한 정밀도로 계측된다. 따라서, 조미동 스테이지를 양호한 정밀도로 구동할 수 있게 된다.

- [0012] 본 발명의 제 4 양태에 의하면, 물체에 패턴을 형성하는 패턴 형성 장치로서, 상기 물체가 상기 미동 스테이지 상에 재치(載置) 되는, 본 발명의 제 1 내지 제 3 스테이지 장치의 어느 하나와 ; 상기 미동 스테이지 상에 재치된 물체 상에 패턴을 생성하는 패턴닝 장치를 구비하는 패턴 형성 장치가 제공된다.
- [0013] 이에 따르면, 양호한 정밀도로 구동 가능한 미동 스테이지 상에 재치된 물체 상에 패턴닝 장치에 의하여 패턴이 생성되므로, 물체 상에 패턴을 양호한 정밀도로 형성할 수 있게 된다.
- [0014] 본 발명의 제 5 양태에 의하면, 에너지 빔의 조사에 의하여 물체에 패턴을 형성하는 노광 장치로서, 상기 물체가 상기 미동 스테이지 상에 재치되는, 본 발명의 제 1 내지 제 3 스테이지 장치의 어느 하나와 ; 상기 미동 스테이지 상에 재치된 물체에 상기 에너지 빔을 조사하는 패턴닝 장치를 구비하는 노광 장치가 제공된다.
- [0015] 이에 따르면, 양호한 정밀도로 구동 가능한 미동 스테이지 상에 재치된 물체 상에 패턴닝 장치에 의하여 에너지 빔이 조사되므로, 그 물체를 에너지 빔으로 노광하여 그 물체 상에 패턴을 양호한 정밀도로 형성할 수 있게 된다.
- [0016] 본 발명의 제 6 양태에 의하면, 본 발명의 노광 장치를 사용하여 물체를 노광하는 것과 ; 상기 노광된 물체를 현상하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.
- [0017] 본 발명의 제 7 양태에 의하면, 소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능한 미동 스테이지를 갖는 조미동 스테이지를 구동하는 스테이지 구동 방법으로서, 상기 조동 스테이지에 형성되고, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치된 제 1 그레이팅부에 제 1 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하는 인코더 헤드의 출력으로부터 얻어지는 제 1 위치 정보와, 상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 상대적인 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는 제 1 스테이지 구동 방법이 제공된다.
- [0018] 이에 따르면, 인코더 헤드가 조동 스테이지에 형성되어 있기 때문에, 미동 스테이지가 조동 스테이지 상에서 이동해도, 배관 등의 장력 등에 의하여 미동 스테이지의 움직임이 방해받는 경우가 없다. 또, 조미동 스테이지가 소정 평면을 따라 이동했을 경우, 제 1 그레이팅부에 제 1 계측 빔을 조사하고, 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 광투과부를 개재하여 수광하는 인코더 헤드의 출력으로부터 얻어지는 제 1 위치 정보와, 상기 조동 스테이지와 상기 미동 스테이지의 상대적인 제 2 위치 정보에 기초하여, 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보가 양호한 정밀도로 계측된다. 따라서, 미동 스테이지 및/또는 조동 스테이지를 양호한 정밀도로 구동할 수 있게 된다.
- [0019] 본 발명의 제 8 양태에 의하면, 소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능한 미동 스테이지를 갖는 조미동 스테이지를 구동하는 스테이지 구동 방법으로서, 상기 조동 스테이지에 형성되고, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치되는 제 1 그레이팅부와, 상기 미동 스테이지에 배치되는 제 2 그레이팅부에 각각 제 1, 제 2 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1, 제 2 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하는 인코더 헤드의 출력에 기초하여, 상기 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는 제 2 스테이지 구동 방법이 제공된다.
- [0020] 이에 따르면, 인코더 헤드가 조동 스테이지에 형성되어 있기 때문에, 미동 스테이지가 조동 스테이지 상에서 이동해도, 배관 등의 장력 등에 의하여 미동 스테이지의 움직임이 방해받는 경우가 없다. 또, 조미동 스테이지가 소정 평면을 따라 이동했을 경우, 제 1 그레이팅부와 제 2 그레이팅부에 각각 제 1, 제 2 계측 빔을 조사하고, 제 1, 제 2 그레이팅부로부터의 회절광을 수광하는 인코더 헤드의 출력에 기초하여, 미동 스테이지의 소정 방향의 위치 정보가 양호한 정밀도로 계측된다. 따라서, 미동 스테이지 및/또는 조동 스테이지를 양호한 정밀도로 구동할 수 있게 된다.
- [0021] 본 발명의 제 9 양태에 의하면, 소정 평면을 따라 이동하는 조동 스테이지와, 그 조동 스테이지 상에서 미동 가능한 미동 스테이지를 갖는 조미동 스테이지를 구동하는 스테이지 구동 방법으로서, 상기 조동 스테이지에 고정된 1 또는 2 이상의 인코더 헤드 중에서, 상기 조미동 스테이지의 외부에 상기 소정 평면과 실질적으로 평행하게 배치된 제 1 그레이팅부에, 상기 미동 스테이지의 광투과부를 개재하여 제 1 계측 빔을 조사하고, 상기 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 상기 광투과부를 개재하여 수광하는, 적어도 1 개의 상기 인코더 헤드의 출력에 기초하여 상기 소정 평면 내에 있어서의 상기 조미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는 공정과 ; 계측된 상기

조미동 스테이지의 위치 정보에 기초하여, 상기 조미동 스테이지를 구동하는 공정을 포함하는 제 3 스테이지 구동 방법이 제공된다.

[0022] 이에 따르면, 1 또는 2 이상의 인코더 헤드가 조동 스테이지에 고정되어 있기 때문에, 미동 스테이지가 조동 스테이지 상에서 이동해도, 배관 등의 장력 등에 의하여 미동 스테이지의 움직임이 방해받는 경우가 없다. 또, 조미동 스테이지가 소정 평면을 따라 이동했을 경우, 미동 스테이지의 광투과부를 개재하여 제 1 그레이팅부에 제 1 계측 빔을 조사하고, 제 1 그레이팅부로부터의 회절광을 광투과부를 개재하여 수광하는, 적어도 1 개의 인코더 헤드의 출력에 기초하여 소정 평면 내에 있어서의 조미동 스테이지의 위치 정보가 양호한 정밀도로 계측된다. 따라서, 조미동 스테이지를 양호한 정밀도로 구동할 수 있게 된다.

[0023] 본 발명의 제 10 양태에 의하면, 에너지 빔의 조사에 의하여 물체에 패턴을 형성하는 노광 방법으로서, 본 발명의 제 1 내지 제 3 스테이지 구동 방법의 어느 하나를 이용하고, 상기 물체가 상기 미동 스테이지 상에 재치된 조미동 스테이지의 구동을 실시하는 노광 방법이 제공된다.

[0024] 이에 따르면, 물체가 재치된 미동 스테이지가, 본 발명의 제 1 내지 제 3 스테이지 구동 방법의 어느 하나를 이용하여 고정밀도로 구동되므로, 그 물체를 에너지 빔으로 노광하여 그 물체 상에 패턴을 양호한 정밀도로 형성할 수 있게 된다.

[0025] 본 발명의 제 11 양태에 의하면, 본 발명의 노광 방법을 이용하여 물체를 노광하는 것과 ; 상기 노광된 물체를 현상하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1 은 일 실시형태의 노광 장치의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2 는 인코더 헤드 및 간섭계의 배치를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3 은 도 1 의 웨이퍼 스테이지의 일부 면을 절단하여 나타내는 도면이다.
- 도 4 는 인코더 헤드의 본체부 내의 광학계의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5 는 도 1 의 노광 장치에 있어서의 스테이지 제어에 관한 제어계의 주요 구성을 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 발명을 실시하기 위한 형태

[0028] 이하, 본 발명의 일 실시형태에 대하여, 도 1 ~ 도 5 에 기초하여 설명한다.

[0029] 도 1 에는, 일 실시형태의 노광 장치 (100) 의 개략 구성이 나타나 있다. 노광 장치 (100) 는, 스텝·앤드·스캔 방식의 투영 노광 장치, 즉 이른바 스캐너이다. 후술하는 바와 같이, 본 실시 형태에서는 투영 광학계 (PL) 가 형성되어 있고, 이하에 있어서는, 이 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 과 평행한 방향을 Z 축 방향, 이것에 직교하는 면내에서 레티클과 웨이퍼가 상대 주사되는 방향을 Y 축 방향, Z 축 및 Y 축에 직교하는 방향을 X 축 방향으로 하고, X 축, Y 축, 및 Z 축 둘레의 회전 (경사) 방향을 각각 θ_x , θ_y , 및 θ_z 방향으로 하여 설명을 행한다.

[0030] 노광 장치 (100) 는, 조명계 (10), 레티클 (R) 을 유지하는 레티클 스테이지 (RST), 투영 유닛 (PU), 웨이퍼 (W) 가 재치되는 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 포함하는 웨이퍼 스테이지 장치 (50), 및 이들 제어계 등을 구비하고 있다.

[0031] 조명계 (10) 는, 예를 들어 미국 특허출원 공개 제2003/0025890호 명세서 등에 개시된 바와 같이, 광원과, 옵티컬 인터그레이터 등을 포함하는 조도 균일화 광학계, 및 레티클 블라인드 등 (모두 도시 생략) 을 갖는 조명광학계를 포함한다. 조명계 (10) 는, 레티클 블라인드 (마스킹 시스템) 로 규정된 레티클 (R) 상의 슬릿 형상의 조명 영역 (IAR) 을 조명광 (노광광)(IL) 에 의하여 거의 균일한 조도로 조명한다. 여기에서, 조명광 (IL) 으로는 일례로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193 nm) 이 사용되고 있다.

[0032] 레티클 스테이지 (RST) 상에는, 회로 패턴 등이 그 패턴면 (도 1 에 있어서의 하면) 에 형성된 레티클 (R) 이, 예를 들어 진공 흡착에 의하여 고정되어 있다. 레티클 스테이지 (RST) 는, 예를 들어 리니어 모터 등을 포함하는 레티클 스테이지 구동계 (11)(도 1 에서는 도시 생략, 도 5 참조) 에 의하여, XY 평면 내에서 미소하게 구동할 수 있음과 함께, 주사 방향 (도 1 에 있어서의 지면 내 좌우 방향인 Y 축 방향) 으로 소정의 주사 속도

로 구동할 수 있도록 되어 있다.

- [0033] 레티클 스테이지 (RST) 의 XY 평면 (이동면) 내의 위치 정보 (θ_z 방향의 위치, 즉 θ_z 회전의 정보를 포함한다) 는, 도 1 에 나타나는 이동경 (15)(실제로는, Y 축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 Y 이동경 (혹은, 레트로 리플렉터) 과 X 축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 X 이동경이 형성되어 있다) 에 측정 (測長) 빔을 조사하는 레티클 레이저 간섭계 (이하, 「레티클 간섭계」라고 한다)(16) 에 의하여 예를 들어 0.25 nm 정도의 분해능으로 항상 검출된다.
- [0034] 투영 유닛 (PU) 은, 레티클 스테이지 (RST) 의 도 1 에 있어서의 하방 (-Z 축) 에 배치되고, 도시 생략된 보디의 일부에 유지되어 있다. 투영 유닛 (PU) 은, 경통 (40) 과, 그 경통 (40) 에 유지된 복수의 광학 소자로 이루어지는 투영 광학계 (PL) 를 갖고 있다. 투영 광학계 (PL) 로서는, 예를 들어 Z 축 방향과 평행한 광축 (AX) 을 따라 배열된 복수의 광학 소자 (렌즈 엘리먼트) 로 이루어지는 굴절 광학계가 사용되고 있다. 투영 광학계 (PL) 는, 예를 들어 양측 텔레센트릭으로 소정의 투영 배율 (예를 들어 1/4 배, 1/5 배 또는 1/8 배 등) 을 갖는다. 이 때문에, 조명계 (10) 로부터의 조명광 (IL) 에 의하여 조명 영역 (IAR) 이 조명되면, 투영 광학계 (PL) 의 제 1 면 (물체면) 과 패턴면이 거의 일치하여 배치되는 레티클 (R) 을 통과한 조명광 (IL) 에 의하여, 투영 광학계 (PL) 를 개재하여 그 조명 영역 (IAR) 내의 레티클 (R) 의 회로 패턴의 축소 이미지 (회로 패턴의 일부의 축소 이미지) 가, 투영 광학계 (PL) 의 제 2 면 (이미지면) 측에 배치되는, 표면에 레지스트 (감응제) 가 도포된 웨이퍼 (W) 상의 상기 조명 영역 (IAR) 에 공역인 영역 (노광 영역)(IA) 에 형성된다. 그리고, 레티클 스테이지 (RST) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 동기 구동에 의하여, 조명 영역 (IAR)(조명광 (IL)) 에 대하여 레티클 (R) 을 주사 방향 (Y 축 방향) 으로 상대 이동함과 함께, 노광 영역 (IA)(조명광 (IL)) 에 대하여 웨이퍼 (W) 를 주사 방향 (Y 축 방향) 으로 상대 이동시킴으로써, 웨이퍼 (W) 상의 하나의 쇼트 영역 (구획 영역) 을 주사 노광하고, 그 쇼트 영역에 레티클 (R) 의 패턴이 전사된다. 즉, 본 실시 형태에서는 조명계 (10), 및 투영 광학계 (PL) 에 의하여 웨이퍼 (W) 상에 레티클 (R) 의 패턴이 생성되고, 조명광 (IL) 에 의한 웨이퍼 (W) 상의 감응층 (레지스트층) 의 노광에 의하여 웨이퍼 (W) 상에 그 패턴이 형성된다.
- [0035] 경통 (40) 의 -Z 축 단부의 주위에는, 예를 들어 경통 (40) 의 하단면과 거의 동일 면이 되는 높이에서, 스케일 판 (21) 이 XY 평면에 평행하게 배치되어 있다. 이 스케일판 (21) 은, 본 실시 형태에서는, 그 일부에 경통 (40) 의 -Z 축 단부가 삽입되는 원형의 개구, 및 후술하는 얼라인먼트계의 -Z 축 단부가 삽입되는 원형의 개구를 갖는 직사각형 형상의 플레이트로 이루어지고, 도시 생략된 보디에 매달려 지지되어 있다. 본 실시 형태에서는, 투영 유닛 (PU) 을 지지하는 도시 생략된 메인 프레임 (메트랄로지 프레임) 에 스케일판 (21) 이 매달려 지지되어 있다. 스케일판 (21) 의 하면 (-Z 축의 면) 에는, 2 차원 그레이팅으로서 Y 축 방향을 주기 방향으로 하는 소정 피치, 예를 들어 1 μ m 의 격자와, X 축 방향을 주기 방향으로 하는 소정 피치, 예를 들어 1 μ m 의 격자로 이루어지는 반사형의 2 차원 회절 격자 (RG)(도 3 및 도 4 참조) 가 형성되어 있다. 이 회절 격자 (RG) 는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 범위를 커버하고 있다.
- [0036] 웨이퍼 스테이지 장치 (50) 는, 플로어면 상에 복수 (예를 들어 3 개 또는 4 개) 의 방진 (防振) 기구 (도시 생략) 에 의하여 거의 수평으로 지지된 스테이지 베이스 (12), 그 스테이지 베이스 (12) 상에 배치된 웨이퍼 스테이지 (WST), 그 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 구동하는 웨이퍼 스테이지 구동계 (27)(도 1 에서는 일부만 도시, 도 5 참조), 및 후술하는 인코더 시스템 및 웨이퍼 레이저 간섭계 시스템 등을 구비하고 있다.
- [0037] 스테이지 베이스 (12) 는, 평판 형상의 외형을 갖는 부재로 이루어지고, 그 상면은 매우 평탄도 높게 마무리되어, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동시의 가이드면으로 되어 있다. 스테이지 베이스 (12) 의 내부에는, XY 이차원 방향을 행방향, 열방향으로 하여 매트릭스 형상으로 배치된 복수의 코일 (14a) 을 포함하는 코일 유닛이 수용되어 있다.
- [0038] 웨이퍼 스테이지 (WST) 는, 도 1 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 조동 스테이지 (이하, 조동 스테이지로 약술한다)(91) 와, 예를 들어 보이스 코일 모터 등을 포함하는 도시 생략된 구동 기구에 의하여, 조동 스테이지 (91) 에 대하여 비접촉으로 지지된 웨이퍼 테이블 (WTB) 을 갖고 있다. 웨이퍼 테이블 (WTB) 은 웨이퍼 미동 스테이지라고도 한다. 웨이퍼 테이블 (WTB) 은, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 평면에서 보았을 때 (상방에서 보았을 때) 거의 정사각형의 판 형상 부재로 이루어지고, 도시 생략된 구동 기구에 의하여 X 축 방향, Y 축 방향, Z 축 방향, θ_x 방향, θ_y 방향, 및 θ_z 방향의 6 자유도 방향으로 미소 구동된다. 조동 스테이지 (91) 는, 그 외연 (外緣) 이 웨이퍼 테이블 (WTB) 과 거의 겹치는 정사각형 형상의 플랜지부 (28) 가 상단부의 외주 (外周) 에 형성된 직육면체 형상 (높이가 낮은 정사각 기둥 형상) 의 본체부와, 그 본체부의 바닥부에 일체적으로 형성된 슬라이더부 (91a) 를 구비하고 있다. 슬라이더부 (91a) 는, XY 평면 내에서 XY 이차원 배열된 복

수의 자석으로 이루어지는 자석 유닛과, 그 자석 유닛을 수용하는 케이싱과, 그 케이싱의 바닥면 주위에 형성된 복수의 에어 베어링을 갖고 있다. 자석 유닛은, 전술한 코일 유닛과 함께, 예를 들어 미국 특허 제 5,196,745호 명세서 등에 개시되는 로렌츠 전자력 구동에 의한 평면 모터 (30) 를 구성하고 있다. 또한, 평면 모터 (30) 로는 로렌츠 전자력 구동 방식에 한정되지 않고, 가변 자기저항 구동 방식의 평면 모터를 사용할 수도 있다.

[0039] 웨이퍼 스테이지 (WST)(조동 스테이지 (91)) 는, 상기 복수의 에어 베어링에 의하여 스테이지 베이스 (12) 상에 소정의 클리어런스, 예를 들어 수 μm 정도의 클리어런스를 개재하여 부상 지지되고, 상기한 평면 모터 (30) 에 의하여 X 축 방향, Y 축 방향 및 θ_z 방향으로 구동된다. 또한, 평면 모터 (30) 에 의하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 6 자유도 방향으로 구동시켜도 된다.

[0040] 본 실시 형태에서는, 코일 유닛을 구성하는 각 코일 (14a) 에 공급되는 전류의 크기 및 방향이, 도 5 의 주 제어 장치 (20) 에 의하여 제어된다. 평면 모터 (30) 와, 전술한 구동 기구를 포함하고, 도 5 의 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) 가 구성되어 있다. 또한, 평면 모터 (30) 는 무빙 마그넷 방식에 한정되지 않고 무빙 코일 방식이어도 된다. 또, 평면 모터 (30) 로서 자기 부상 방식의 평면 모터를 사용할 수도 있다. 이 경우, 전술한 에어 베어링을 형성하지 않아도 된다.

[0041] 웨이퍼 테이블 (WTB) 상에는, 그 상면의 원형 오목부 내에 도시 생략된 웨이퍼 홀더가 형성되고, 그 웨이퍼 홀더 상에 웨이퍼 (W) 가 재치된다. 웨이퍼 (W) 는, 도시 생략된 척 기구에 의하여 예를 들어 진공 흡착 (또는 정전 흡착) 되어 웨이퍼 홀더에 고정되어 있다. 본 실시 형태에서는, 웨이퍼 홀더 상에 흡착된 웨이퍼 (W) 의 표면과, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 표면 중에서, 적어도 웨이퍼 재치 영역 (원형 오목부에 거의 대응) 의 주위 영역의 표면과는 거의 동일한 높이로 설정되어 있다. 그러나, 반드시 이와 같이 설정할 필요는 없다.

[0042] 또, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내의 위치 정보는, 인코더 시스템 (70)(도 1 에서는 도시 생략, 도 5 참조) 에 의하여 측정할 수 있도록 구성되어 있다. 이하에서, 인코더 시스템 (70) 의 구성 등에 대하여 상세히 서술한다.

[0043] 웨이퍼 스테이지 (WST) 에는, 도 2 의 평면도에 나타내는 바와 같이, 그 4 코너에 각각 인코더 헤드 (이하, 적절히 헤드로 약술한다)(60A, 60B, 60C 및 60D) 가 형성되어 있다. 이 중, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 일방의 대각선 상에 위치하는 1 쌍의 헤드 (60A, 60C) 는, Y 축 방향을 측정 방향으로 하는 헤드이다. 또, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 다른 일방의 대각선 상에 위치하는 1 쌍의 헤드 (60B, 60D) 는, X 축 방향을 측정 방향으로 하는 헤드이다.

[0044] 여기에서, 헤드 (60A ~ 60D) 의 웨이퍼 스테이지 (WST) 에 대한 장착 상황에 대하여, 헤드 (60C) 를 대표적으로 채택하여 그 헤드 (60C) 근방의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 단면도인 도 3 에 기초하여 설명한다.

[0045] 헤드 (60C) 는, 도 3 에 나타내는 바와 같이, 그 내부에 후술하는 광학계를 수용하는 직육면체 형상 (또는 원통형) 의 본체부 (22) 를 갖고, 조동 스테이지 (91) 의 플랜지부 (28) 상면의, +X 단부 또한 +Y 단부의 코너부 (코너 근방의 영역) 에 고정되어 있다. 즉, 헤드 (60C) 는 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 +X 단부 또한 +Y 단부의 코너부에 대향하는 위치에 고정되어 있다. 상세히 서술하면, 헤드 (60C) 의 본체부 (22) 는, 플랜지부 (28) 의 상면에 형성된 소정 깊이의 평면에서 보았을 때 직사각형 형상 (또는 원형) 의 오목부 (28a) 내부에 상방으로부터 삽입 고정되어 있다. 또, 헤드 (60C) 는, 그 상부가, 웨이퍼 테이블 (WTB) 에 하면에 형성된 평면에서 보았을 때 직사각형 형상 (또는 원형) 으로 오목부 (28a) 보다 더욱 큰 오목부 (23) 의 내부에 하방으로부터 삽입되어 있다. (즉, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 하면에는, 4 코너 근방에 헤드 (60A, 60B, 60C, 60D) 의 각각에 대향하여 4 개의 오목부 (23) 가 형성되고, 각 오목부 (23) 의 내부에 헤드 (60A, 60B, 60C, 60D) 가 하단부의 일부를 제외하고 각각 수용되는 상태에서, 웨이퍼 테이블 (WTB) 이 도시 생략된 구동 기구를 개재하여 조동 스테이지 (91) 의 상방에 비접촉으로 지지되어 있다.)

[0046] 이 경우, 헤드 (60C) 의 본체부 (22) 의 상면 및 외주면과, 웨이퍼 테이블 (WTB) 사이에는, 웨이퍼 테이블 (WTB) 이 조동 스테이지 (91) 상에서 6 자유도 방향의 어느 방향으로 최대한 구동되어도, 오목부 (23) 의 내벽면에, 본체부 (22) 가 접촉하지 않을 정도의 간극이 형성되어 있다.

[0047] 플랜지부 (28) 의 오목부 (28a) 의 바닥벽에는 그 중앙부에 상하로 관통된 개구 (28b) 가 형성되고, 이 개구 (28b) 를 개재하여 본체부 (22) 의 내부에 각각의 일단이 도입된 4 개의 광파이버 (62a, 62b, 62c, 62d) 가 플랜지부 (28) 의 외부로 취출되어 있다. 4 개의 광파이버 (62a, 62b, 62c, 62d) 의 타단은 조동 스테이지 (91) 의 하단부 근방에 장착되어 있다. 이 중, 광파이버 (62b, 62d) 는 수광용 파이버로서, 각각의 타단은

제 1, 제 2 광 검출기를 각각 갖는 도시 생략된 제 1, 제 2 수광계에 광학적으로 접속되어 있다. 또, 광파이버 (62a, 62c) 는 송광용 파이버로서, 각각의 타단은 동일한 광원 (또는 동일 파장의 광을 사출하는 2 개의 광원) 에 각각 광학적으로 접속되어 있다. 또한, 광파이버 (62a, 62c) 는 동일한 광파이버가 도중에 분기된 것이어도 되고, 이 경우, 동일한 광원으로부터의 광을 2 분할하여 본체부 (22) 내에 각각 유도하도록 할 수 있다.

[0048] 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 오목부 (23) 의 상벽 부분에는, 상하 방향으로 관통하고, 단차부를 갖는 개구 (24) 가 형성되어 있다. 이 개구 (24) 의 내부에는, 예를 들어 유리 등의 투명 부재로 이루어지는, 그레이팅 플레이트 (26) 가 단부 (段部) 에 지지되는 상태로 고정되어 있다. 그레이팅 플레이트 (26) 의 Y 축 방향의 중앙부에는, Y 축 방향을 주기 방향으로 하는 반사형의 회절 격자 (RG2_i) 가 형성되어 있다. 이 경우, 그레이팅 플레이트 (26) 의 외주 가장자리와 개구 (24) 의 내벽면 사이에는 소정의 클리어런스가 형성되어 있다. 이것은 그레이팅 플레이트 (26) 가 열팽창되었을 경우에, 불필요한 열응력이 그레이팅 플레이트 (26) 에 작용하지 않도록 하기 위해서이다. 또, 그레이팅 플레이트 (26) 의 상면은, 웨이퍼 테이블 (WTB) 상면과 거의 동일면으로 되어 있다. 또한, 그레이팅 플레이트 (26) 의 설치면은 Z 축 방향에 관하여 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 상면과 반드시 동일하지 않아도 된다.

[0049] Y 축 방향을 계측 방향으로 하는 나머지의 헤드 (60A) 는, 상기 헤드 (60C) 와 동일하게 구성되고, 플랜지부 (28) 의, -X 단부 또한 -Y 단부의 코너부에 고정되어 있다. 또, 이 헤드 (60A) 근방의 각 구성 부재도 상기와 동일하게 구성되어 있다.

[0050] 또, X 축 방향을 계측 방향으로 하는 1 쌍의 헤드 (60B, 60D) 는, 상기 헤드 (60C) 와 동일하게 구성되고, 플랜지부 (28) 의, +X 단부 또한 -Y 단부의 코너부, -X 단부 또한 +Y 단부의 코너부에 각각 고정되어 있다. 또, 이들 헤드 근방의 각 구성 부재도 상기와 동일하게 구성되어 있다. 단, 헤드 (60B, 60D) 에 대향하는 그레이팅 플레이트 (26) 에 형성된 회절 격자의 주기 방향은 X 축 방향으로 되어 있다.

[0051] 여기에서, 헤드 (60C) 내부의 광학계의 개략 구성 등에 대하여, 도 4 에 기초하여 설명한다. 헤드 (60C) 의 본체부 (22) 내부에는, 예를 들어 그 분리면이 XZ 평면과 평행인 편광 빔 스플리터 (PBS), 1 쌍의 반사 미러 (R1a, R1b), 각 2 쌍의 렌즈 (L1a, L1b 및 L2a, L2b), 4 분의 1 파장판 (이하, $\lambda/4$ 판으로 기술한다)(WP1a, WP1b 및 WP2a, WP2b), 그리고 반사 미러 (R2a, R2b 및 R3a, R3b) 등을 포함하는 광학계 (64) 가 수용되어 있다.

[0052] 편광 빔 스플리터 (PBS) 의 입사면에 대향하여 광파이버 (62a, 62c) 의 일 단면이 각각 배치되고, 편광 빔 스플리터 (PBS) 의 사출면에 대향하여 광파이버 (62b, 62d) 의 일 단면이 각각 배치되어 있다.

[0053] 이 헤드 (60C) 에 의하여 구성되는 인코더 (이하, Y 인코더 (70C) 로 기술한다 (도 5 참조)) 에 있어서, 조동 스테이지 (91) 에 형성된 광원, 예를 들어 반도체 레이저 등에서 사출된 레이저 빔 (B)(계측광) 은, 광파이버 (62a, 62c) 를 각각 개재하여 편광 빔 스플리터 (PBS) 에 입사되고, 편광 분리에 의하여 계측 빔 (LB₁, LB₂, 및 LB₃, LB₄) 이 된다.

[0054] 편광 빔 스플리터 (PBS) 를 투과한 계측 빔 (LB₁) 은 반사 미러 (R1a) 를 개재하여 스케일판 (21) 에 도달하고, 편광 빔 스플리터 (PBS) 에서 반사된 계측 빔 (LB₂) 은 반사 미러 (R1b) 를 개재하여 스케일판 (21) 에 도달한다. 또한, 여기에서 「편광 분리」란, 입사 빔을 P 편광 성분과 S 편광 성분으로 분리하는 것을 의미한다.

[0055] 계측 빔 (LB₁, LB₂) 의 조사에 의하여 회절 격자 (RG) 로부터 발생하는 소정 차수의 회절 빔, 예를 들어 1 차 회절 빔은 각각 렌즈 (L1b, L1a) 를 개재하여 $\lambda/4$ 판 (WP1b, WP1a) 에 의하여 원편광으로 변환된 후, 반사 미러 (R2b, R2a) 에 의하여 반사되고, 다시 $\lambda/4$ 판 (WP1b, WP1a) 을 통과하여 왕로와 동일한 광로를 역방향으로 거슬러 가서 편광 빔 스플리터 (PBS) 에 도달한다.

[0056] 편광 빔 스플리터 (PBS) 에 도달한 2 개의 빔은, 각각 그 편광 방향이 원래의 방향에 대하여 90 도 회전되어 있다. 이 때문에, 먼저 편광 빔 스플리터 (PBS) 를 투과한 계측 빔 (LB₁) 의 1 차 회절 빔은, 편광 빔 스플리터 (PBS) 에서 반사되고, 광파이버 (62b) 를 개재하여 제 1 수광계 (도시 생략) 에 입사됨과 함께, 먼저 편광 빔 스플리터 (PBS) 에서 반사된 계측 빔 (LB₂) 의 1 차 회절 빔은, 편광 빔 스플리터 (PBS) 를 투과하여 계측 빔 (LB₁) 의 1 차 회절 빔과 동축에 합성되고, 광파이버 (62b) 를 개재하여 제 1 수광계에 입사된다.

- [0057] 그리고, 상기 2 개의 1 차 회절 빔은, 제 1 수광계의 내부에서, 예를 들어 검광자에 의하여 편광 방향이 정렬되고, 서로 간섭하여 간섭광이 되고, 이 간섭광이 제 1 광 검출기, 예를 들어 포토멀티플라이어·튜브 등에 의하여 검출되어 간섭광의 강도에 따른 전기 신호로 변환된다.
- [0058] 동일하게, 편광 빔 스플리터 (PBS) 를 투과한 계측 빔 (LB₃) 은 반사 미러 (R1a) 를 개재하여 그레이팅 플레이트 (26) 에 도달하고, 편광 빔 스플리터 (PBS) 에서 반사된 계측 빔 (LB₄) 은 반사 미러 (R1b) 를 개재하여 그레이팅 플레이트 (26) 에 도달한다.
- [0059] 계측 빔 (LB₃, LB₄) 의 조사에 의하여 회절 격자 (RG_{2γ}) 로부터 발생하는 소정 차수의 회절 빔, 예를 들어 1 차 회절 빔은 각각 렌즈 (L2b, L2a) 를 개재하여 λ/4 판 (WP2b, WP2a) 에 의하여 원편광으로 변환된 후, 반사 미러 (R3b, R3a) 에 의하여 반사되고, 다시 λ/4 판 (WP2b, WP2a) 을 통과하여 왕로와 동일한 광로를 역방향으로 거슬러 가서 편광 빔 스플리터 (PBS) 에 도달한다.
- [0060] 편광 빔 스플리터 (PBS) 에 도달한 2 개의 빔은, 각각 그 편광 방향이 원래의 방향에 대하여 90 도 회전되어 있다. 이 때문에, 먼저 편광 빔 스플리터 (PBS) 를 투과한 계측 빔 (LB₃) 의 1 차 회절 빔은, 편광 빔 스플리터 (PBS) 에서 반사되고, 광파이버 (62d) 를 개재하여 제 2 수광계 (도시 생략) 에 입사됨과 함께, 먼저 편광 빔 스플리터 (PBS) 에서 반사된 계측 빔 (LB₄) 의 1 차 회절 빔은, 편광 빔 스플리터 (PBS) 를 투과하여 계측 빔 (LB₃) 의 1 차 회절 빔과 동축에 합성되고, 광파이버 (62d) 를 개재하여 제 2 수광계에 입사된다.
- [0061] 그리고, 상기 2 개의 1 차 회절 빔은, 제 2 수광계의 내부에서, 예를 들어 검광자에 의하여 편광 방향이 정렬되고, 서로 간섭하여 간섭광이 되고, 이 간섭광이 제 2 광 검출기에 의하여 검출되어 간섭광의 강도에 따른 전기 신호로 변환된다.
- [0062] 상기의 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, Y 인코더 (70C)(인코더 헤드 (60C)) 에서는, 계측 빔 (LB₁, LB₂, 및 LB₃, LB₄) 의 공기 중에서의 광로 길이가 간섭계 등에 비해 짧기 때문에, 공기 요동의 영향을 거의 무시할 수 있다. 그리고, 계측 방향 (이 경우, Y 축 방향) 에 관한, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동에 의한 헤드 (60C) 와 스케일판 (21) 의 상대 이동, 및/또는 웨이퍼 테이블 (WTB) 과 조동 스테이지 (91)(즉, 그레이팅 플레이트 (26) 와 헤드 (60C)) 의 상대 이동에 의하여 계측 빔 (LB₁, LB₂, 및/또는 LB₃, LB₄) 에 의하여 위상이 변화되어 간섭광의 강도가 변화된다. 이 간섭광의 강도 변화가 제 1, 제 2 수광계에 의하여 각각 검출되고, 그 강도 변화에 따른 제 1 위치 정보 및 제 2 위치 정보가, Y 인코더 (70C) 로부터 주 제어 장치 (20)(도 5 참조) 에 출력된다. 이 경우, 제 1 위치 정보는 조동 스테이지 (91) 와 스케일판 (21) 의 Y 축 방향에 관한 상대 위치 (제 1 위치 관계) 를 나타내는 정보이고, 제 2 위치 정보는 조동 스테이지 (91) 와 그레이팅 플레이트 (26)(웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 Y 축 방향에 관한 상대 위치 (제 2 위치 관계) 를 나타내는 정보이다.
- [0063] 그런데, 도 4 로부터 분명한 바와 같이, 본 실시 형태에서는, 계측 빔 (LB₁, LB₂), 및 계측 빔 (LB₃, LB₄) 은 각각 스케일판 (21) 의 하면 (격자 형성면) 에 수직, 즉 Z 축에 평행한 소정의 중심축 (AX_E) 에 관하여 대칭인 광로를 따라서 회절 격자 (RG, RG_{2γ}) 에 조사된다. 헤드 (60C) 등에서는, 계측 빔 (LB₁ 과 LB₂) 의 광로가 좌우 대칭인 것, 및 계측 빔 (LB₃ 과 LB₄) 의 광로가 좌우 대칭인 것이 중요하다. 이것은 대칭성이 붕괴되면, 그 대칭성의 붕괴에 기인하여 계측 오차가 발생되기 때문이다. 이 점에 대해서는, 예를 들어 국제공개 제 2008/026732호 (대응 미국 특허출원 공개 제2008/0106722호 명세서) 등에 상세히 서술되어 있다. 본 실시 형태에서는, 상기 서술한 중심축 (AX_E) 을 공통으로 하는 대칭인 광로를 따라, 회절 격자 (RG, RG_{2γ}) 에 각각 계측 빔 (LB₁, LB₂), 및 계측 빔 (LB₃, LB₄) 이, 헤드 (60C) 에서 조사되도록 되어 있기 때문에, 상기 서술한 대칭성을 유지하면서, 일부의 광학 소자, 예를 들어 도 4 중의 반사 미러 (R1a, R1b) 등을, 계측 빔 (LB₁, LB₂) 및 이것들에서 유래하는 회절 빔과, 계측 빔 (LB₃, LB₄) 및 이것들에서 유래하는 회절 빔에서 공용할 수 있도록 되어 있다.
- [0064] 헤드 (60A) 는, 헤드 (60C) 와 동일하게 구성된 광학계 (64) 를 갖고, 스케일판 (21) 및 그레이팅 플레이트 (26) 에 각 1 쌍의 계측 빔을 각각 조사하고, 상기와 동일한 계측 원리에 기초하여, 조동 스테이지 (91) 와 스케일판 (21) 의 Y 축 방향에 관한 상대 위치를 나타내는 제 1 위치 정보, 조동 스테이지 (91) 와 그레이팅 플레이트 (26)(웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 Y 축 방향에 관한 상대 위치를 나타내는 제 2 위치 정보를 주 제어 장치

(20)에 대하여 출력한다. 헤드 (60A)에 의하여 구성되는 인코더를 이하에서는 Y 인코더 (70A)(도 5 참조)로 칭한다.

- [0065] 나머지의 헤드 (60B, 60D)는, 계측 방향이 X 축 방향이지만, 상기 서술한 헤드 (60C)와 동일하게 구성되고, 동일한 계측 원리에 따라서 조동 스테이지 (91)와 스케일판 (21)의 X 축 방향에 관한 상대 위치를 나타내는 제 1 위치 정보, 조동 스테이지 (91)와 그레이팅 플레이트 (26)(웨이퍼 테이블 (WTB))의 X 축 방향에 관한 상대 위치를 나타내는 제 2 위치 정보를 주제어 장치 (20)에 대하여 출력한다. 헤드 (60B, 60D)에 의하여 구성되는 인코더를, 이하에서는 X 인코더 (70B, 70D)(도 5 참조)로 칭한다.
- [0066] 주제어 장치 (20)는, Y 인코더 (70C)로부터의 제 1 위치 정보 및 제 2 위치 정보에 기초하여, 조동 스테이지 (91)와 스케일판 (21)(회절 격자 (RG))의 Y 축 방향에 관한 제 1 위치 관계와, 조동 스테이지 (91)와 그레이팅 플레이트 (26)(회절 격자 (RG_v), 즉 웨이퍼 테이블 (WTB))의 Y 축 방향에 관한 제 2 위치 관계를 산출함과 함께, 제 1 및 제 2 위치 관계에 기초하여 웨이퍼 테이블 (WTB)(웨이퍼 (W))과 스케일판 (21)(회절 격자 (RG))의 Y 축 방향에 관한 위치 관계, 즉 웨이퍼 테이블 (WTB)(웨이퍼 (W))의 Y 축 방향에 관한 위치 (Y 위치)(Y_c)를 산출할 수 있다.
- [0067] 주제어 장치 (20)는, 상기와 동일하게 Y 인코더 (70A)로부터의 제 1 위치 정보 및 제 2 위치 정보에 기초하여, 상기 제 1 위치 관계와 제 2 위치 관계를 산출함과 함께, 제 1 및 제 2 위치 관계에 기초하여 웨이퍼 테이블 (WTB)(웨이퍼 (W))과 스케일판 (21)(회절 격자 (RG))의 Y 축 방향에 관한 위치 관계, 즉 웨이퍼 테이블 (WTB)(웨이퍼 (W))의 Y 축 방향에 관한 위치 (Y 위치)(Y_a)를 산출할 수 있다.
- [0068] 주제어 장치 (20)는, 상기와 동일하게 하여 X 인코더 (70B, 70D) 각각으로부터의 제 1 위치 정보 및 제 2 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 테이블 (WTB)(웨이퍼 (W))과 스케일판 (21)(회절 격자 (RG))의 X 축 방향에 관한 위치 관계, 즉 웨이퍼 테이블 (WTB)(웨이퍼 (W))의 X 축 방향에 관한 위치 (X 위치)(X_b, X_d)를 산출할 수 있다.
- [0069] 그리고, 주제어 장치 (20)는, 노광시 등에는 상기의 Y 위치 (Y_c, Y_a) 및 X 위치 (X_b, X_d) 중 적어도 3 개를 사용하고, 웨이퍼 테이블 (WTB)의 XY 평면 내의 위치 (즉, X 축 방향, Y 축 방향, 및 θ_z 방향의 3 자유도 방향의 위치)를 산출하면서, 웨이퍼 테이블 (WTB)의 XY 평면 내의 위치 제어를 실시한다.
- [0070] 또, 본 실시 형태의 인코더 시스템 (70)의 각 인코더는, 예를 들어 웨이퍼 테이블 (WTB)이 XY 평면에 대하여 경사지면, 전술한 계측 빔 (LB₃ 과 LB₄) 광로의 대칭성이 붕괴되어 전술한 제 2 위치 정보에 계측 오차가 발생한다. 또, 예를 들어 조동 스테이지 (91)가 XY 평면에 대하여 경사지면, 계측 빔 (LB₃ 과 LB₄)의 광로의 대칭성 및 계측 빔 (LB₁ 과 LB₂)의 광로의 대칭성이 붕괴되어 전술한 제 1 위치 정보 및 제 2 위치 정보에 계측 오차가 발생한다.
- [0071] 그래서, 미리, 웨이퍼 테이블 (WTB)의 XY 평면에 대한 경사 (θ_x 회전, θ_y 회전)와 각 인코더의 제 2 위치 정보에 포함되는 계측 오차의 관계, 및 조동 스테이지 (91)의 XY 평면에 대한 경사와 각 인코더의 제 1 및 제 2 위치 정보에 포함되는 계측 오차의 관계가 구해지고, 그 구해진 관계가, 예를 들어 보정 함수 또는 보정 맵의 형식으로 주제어 장치 (20)의 내부 메모리에 저장되어 있다. 또한, 상기 각 관계는, 예를 들어 전술한 국제공개 제2008/026732호 (대응 미국 특허출원 공개 제2008/0106722호 명세서) 등에 개시되는, 비계측 방향으로의 헤드와 스케일의 상대 운동에서 기인하는 각 인코더의 계측 오차를 보정하는 보정 정보의 취득 방법과 동일한 방법을 이용함으로써 취득할 수 있다.
- [0072] 또, 본 실시 형태에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST)의 위치는, 웨이퍼 레이저 간섭계 시스템 (이하, 「웨이퍼 간섭계 시스템」이라고 한다)(18)(도 5 참조)에 의하여, 인코더 시스템 (70)과는 독립적으로 계측할 수 있도록 구성되어 있다. 웨이퍼 스테이지 (WST)는 X 축 방향 및 Y 축 방향 각각의 일측의 단면 (측면)에 X 반사면 및 Y 반사면이 형성되고, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18)은 X 반사면과 Y 반사면에 각각 복수의 레이저 빔 (측장 빔)을 조사하여, 웨이퍼 스테이지 (WST)의 5 자유도 방향 (X 축 방향, Y 축 방향, θ_x 방향, θ_y 방향, 및 θ_z 방향)의 위치를 계측할 수 있다.
- [0073] 웨이퍼 테이블 (WTB)의 +Y 측의 면 (+Y 단면) 및 -X 측의 면 (-X 단면)에는 각각 경면 가공이 실시되어 반사면 (17a, 17b)이 형성되어 있다 (도 2 참조). 또, 조동 스테이지 (91)의 플랜지부 (28)에는, +Y 단면 및 -X 단면에 각각 경면 가공이 실시되어 반사면 (17c, 17d)이 형성되어 있다 (도 2 및 도 3 참조).
- [0074] 웨이퍼 간섭계 시스템 (18)은, 반사면 (17a 및 17c) 각각에, Y 축 방향과 평행한 복수의 측장 빔을 조사하는 Y

간섭계 (18Y) 와, 반사면 (17b 및 17d) 각각에, X 축 방향과 평행한 복수의 측장 빔을 조사하는 X 간섭계를 구비하고, 이 X 간섭계는 복수, 본 실시 형태에서는 2 개의 X 간섭계 (18X₁, 18X₂) 를 포함한다 (도 2 및 도 5 참조).

[0075] Y 간섭계 (18Y) 의 Y 축 방향에 관한 실질적인 측장측은, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 과, 후술하는 얼라이먼트계 (ALG) 의 검출 중심을 통과하는 Y 축 방향의 직선이다. Y 간섭계 (18Y) 는, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 Y 축 방향, θ_z 방향 및 θ_x 방향의 위치 정보, 그리고 조동 스테이지 (91) 의 θ_x 방향 (및 Y 축 방향) 의 위치 정보를 계측한다.

[0076] 또, X 간섭계 (18X₁) 의 X 축 방향에 관한 실질적인 측장측은, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 를 통과하는 X 축 방향의 직선이다. X 간섭계 (18X₂) 는 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 X 축 방향, θ_y 방향 (및 θ_z 방향) 의 위치 정보, 그리고 조동 스테이지 (91) 의 θ_y 방향 (및 X 축 방향) 의 위치 정보를 계측한다.

[0077] 또, X 간섭계 (18X₂) 의 측장측은, 얼라이먼트계 (ALG) 의 검출 중심을 통과하는 X 축 방향의 직선이다. X 간섭계 (18X₁) 는, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 X 축 방향 및 θ_y 방향의 위치 정보, 그리고 조동 스테이지 (91) 의 θ_y 방향 (및 X 축 방향) 의 위치 정보를 계측한다.

[0078] 또한, 예를 들어 상기 반사면 (17a, 17b) 대신에, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 단부에 평면 미러로 이루어지는 이동경을 장착해도 된다. 또, 웨이퍼 테이블 (WTB) 에 XY 평면에 대하여 45° 경사진 반사면을 형성하고, 그 반사면을 개재하여 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 Z 축 방향의 위치를 계측하도록 해도 된다.

[0079] 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 각 간섭계의 계측치는, 주제어 장치 (20) 에 공급되고 있다. 단, 본 실시 형태에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST)(웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 XY 평면 내의 위치 (θ_z 회전을 포함한다) 를 제어할 때에는, 주로 상기 서술한 인코더 시스템 (70) 에 의하여 계측되는 위치 정보가 사용되고, 간섭계 (18Y, 18X₁, 18X₂) 의 계측치는, 그 인코더 시스템 (70) 의 계측치의 장기적 변동 (예를 들어 스케일의 시간 경과적 변형 등에 의한) 을 보정 (교정) 하는 경우, 혹은 인코더 시스템의 출력 이상시의 백업용 등으로서 보조적으로 사용된다. 단, X 축 방향, Y 축 방향, 및 θ_z 방향 이외의 θ_x 방향 및 θ_y 방향에 대한 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 위치는, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 각 간섭계에 의하여 계측된다. 또, 조동 스테이지 (91) 의 θ_x 회전, 및 θ_y 회전은 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 각 간섭계에 의하여 계측된다.

[0080] 얼라이먼트계 (ALG) 는, 도 1 및 도 2 에 나타내는 바와 같이, 투영 광학계 (PL) 의 -Y 측에 소정 간격을 두고 배치되어 있다. 본 실시 형태에서는, 얼라이먼트계 (ALG) 로서, 일레로 할로젠 램프 등의 브로드 밴드 (광대역) 광으로 마크를 조명하고, 이 마크 화상을 화상 처리함으로써 마크 위치를 계측하는 화상 처리 방식의 얼라이먼트 센서의 일종인 FIA (Field Image Alignment) 계가 사용되고 있다. 얼라이먼트계 (ALG) 로부터의 촬상 신호는, 도시 생략된 얼라이먼트 신호 처리계를 개재하여 주제어 장치 (20) 에 공급된다 (도 5 참조).

[0081] 또한, 얼라이먼트계 (ALG) 로는, FIA 계에 한정되지 않고, 예를 들어 코히런트한 검출광을 대상 마크에 조사하고, 그 대상 마크로부터 발생하는 산란광 또는 회절광을 검출하거나, 혹은 그 대상 마크로부터 발생하는 2 개의 회절광 (예를 들어 같은 차수의 회절광, 혹은 같은 방향으로 회절하는 회절광) 을 간섭시켜 검출하는 얼라이먼트 센서를 단독으로 혹은 적절히 조합하여 사용할 수 있는 것은 물론 가능하다.

[0082] 이 밖에, 본 실시 형태의 노광 장치 (100) 에는, 투영 유닛 (PU) 근방에, 예를 들어 미국 특허 제5,448,332호 명세서 등에 개시된 것과 동일한 구성의 경사 입사 방식의 다점 초점 위치 검출계 (이하, 다점 AF 계로 약술한다)(AF)(도 1 에서는 도시 생략, 도 5 참조) 가 형성되어 있다. 다점 AF 계 (AF) 의 검출 신호는, 도시 생략된 AF 신호 처리계를 통해 주제어 장치 (20) 에 공급된다 (도 5 참조). 주제어 장치 (20) 는, 다점 AF 계 (AF) 의 검출 신호에 기초하여, 각 검출점에 있어서의 웨이퍼 (W) 표면의 Z 축 방향의 위치 정보를 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여 주사 노광 중의 웨이퍼 (W) 의, 이른바 포커스·레벨링 제어를 실행한다. 또한, 얼라이먼트계 (ALG) 의 근방에 다점 AF 계를 형성하여, 웨이퍼 얼라이먼트시에 웨이퍼 표면의 면위치 정보 (요철 정보) 를 사전에 취득하고, 노광시에는 그 면위치 정보와 웨이퍼 테이블 상면의 Z 축 방향의 위치를 검출하는 다른 센서의 계측치를 사용하여, 웨이퍼 (W) 의 이른바 포커스·레벨링 제어를 실행하는 것으로 해도 된다.

[0083] 노광 장치 (100) 에서는, 추가로 레티클 (R) 의 상방에, 노광 파장의 광을 사용한 TTR (Through The Reticle) 방식의 1 쌍의 레티클 얼라이먼트 검출계 (13A, 13B) (도 1 에서는 도시 생략, 도 5 참조) 가 형성되어 있다. 레티클 얼라이먼트 검출계 (13A, 13B) 의 검출 신호는, 도시 생략된 얼라이먼트 신호 처리계를 통해 주제어

장치 (20) 에 공급된다.

- [0084] 도 5 에는 노광 장치 (100) 의 스테이지 제어에 관련하는 제어계가 일부 생략되어 블록도로 나타내어져 있다. 이 제어계는, 주제어 장치 (20) 을 중심으로 하여 구성되어 있다. 주제어 장치 (20) 는, CPU (중앙 연산 처리 장치), ROM (리드·온리·메모리), RAM (랜덤·액세스·메모리) 등으로 이루어지는, 이른바 마이크로 컴퓨터 (또는 워크스테이션) 를 포함하고, 장치 전체를 통괄하여 제어한다.
- [0085] 상기 서술한 바와 같이 하여 구성된 노광 장치 (100) 에서는, 디바이스의 제조시에 전술한 레티클 얼라이먼트 검출계 (13A, 13B), 웨이퍼 테이블 (WTB) 상의 도시 생략된 기준판 등을 사용하고, 통상적인 스캐닝·스테퍼와 동일한 순서 (예를 들어, 미국 특허 제5,646,413호 명세서 등에 개시된 순서) 로, 레티클 얼라이먼트 및 얼라이먼트계 (ALG) 의 베이스 라인이 계측되고, 이것과 전후하여 웨이퍼 얼라이먼트 (예를 들어 미국 특허 제 4,780,617호 명세서 등에 개시되는 인헨스드·글로벌·얼라이먼트 (EGA) 등) 등이 행해진다.
- [0086] 그리고, 주제어 장치 (20) 에 의하여 베이스 라인의 계측 결과 및 웨이퍼 얼라이먼트의 결과에 기초하여, 스텝·앤드·스캔 방식의 노광 동작을 실시하고, 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트 영역에 레티클 (R) 의 패턴이 각각 전사된다. 이 노광 동작은, 전술한 레티클 스테이지 (RST) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 동기 이동을 실시하는 주사 노광 동작과, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 쇼트 영역의 노광을 위한 가속 개시 위치로 이동하는 쇼트간 이동 (스텝) 동작을 교대로 반복함으로써 행해진다.
- [0087] 상기의 주사 노광 중, 주제어 장치 (20) 는, 웨이퍼 테이블 (WTB)(웨이퍼 스테이지 (WST)) 의 XY 평면 내에 있어서의 위치 정보 (θ_z 방향의 회전 정보를 포함한다) 를, 인코더 시스템 (70) 을 이용하여 계측함과 함께, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 θ_x 회전 및 θ_y 회전, 그리고 조동 스테이지 (91) 의 θ_x 회전 및 θ_y 회전을 X 간섭계 (18X₁) 및 Y 간섭계 (18Y) 를 사용하여 계측하고, 인코더 시스템 (70) 의 적어도 3 개의 인코더의 각 계측치를, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 θ_x 회전 및 θ_y 회전, 그리고 조동 스테이지 (91) 의 θ_x 회전 및 θ_y 회전과, 전술한 보정 함수 또는 보정 맵에 기초하여 보정하고, 그 보정 후의 적어도 3 개의 인코더의 각 계측치에 기초하여, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 XY 평면 내의 위치를 제어한다. 또, 상기의 주사 노광 중, 주제어 장치 (20) 는 다점 AF 계 (AF) 의 계측치에 기초하여 도시 생략된 구동 기구를 구동함으로써, 웨이퍼 (W) 의 노광 대상의 쇼트 영역의 일부 (노광 영역 (IA) 에 대응하는 영역) 를 투영 광학계 (PL) 의 초점 심도 내에 합치시키는, 웨이퍼 (W) 의 이른바 포커스·레벨링 제어를 실행한다. 이를 위해, 포커스·레벨링시에 웨이퍼 테이블 (WTB) 이, Z 축 방향, θ_x 방향, 및 θ_z 방향의 적어도 하나의 방향으로 구동된다.
- [0088] 따라서, 본 실시 형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 웨이퍼 (W) 의 이른바 포커스·레벨링 제어를 실행하면서, 인코더 시스템 (70) 의 각 인코더의 계측 정보에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내의 위치 (θ_z 방향의 회전을 포함한다) 를 고정밀도로 제어할 수 있다.
- [0089] 그런데, 스테이지 베이스 (12) 의 상면의 가공 정밀도와, 슬라이더부 (91a) 의 복수의 에어 베어링의 성능을 어느 정도 높이면, 조동 스테이지 (91) 의 Z 축 방향, θ_x 방향 및 θ_y 방향의 이동은 매우 작아지는 것으로 생각할 수 있다. 이 경우, 조동 스테이지 (91) 의 XY 평면에 대한 경사에 의한, 각 인코더의 제 1, 제 2 위치 정보에 포함되는 계측 오차는 거의 무시할 수 있다. 이 경우, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 에 의하여, 조동 스테이지 (91) 의 경사를 계측할 필요도 없다. 또, 이 경우, 웨이퍼 테이블 (WTB) 이 XY 평면에 대하여 경사져도 각 인코더의, 계측 빔 (LB₁, LB₂) 의 광로의 대칭성 붕괴는 발생되지 않고, 계측 빔 (LB₁, LB₂) 에 비하여 광로 길이가 짧고, 헤드에 대한 회절 격자의 경사의 영향이 보다 작은 계측 빔 (LB₃, LB₄) 의 광로의 대칭성 붕괴가 발생할 뿐이다. 따라서, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 XY 평면에 대한 경사에서 기인되는 각 인코더의 계측 오차를 작게 할 수 있다.
- [0090] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 관련된 웨이퍼 스테이지 장치 (50) 에 의하면, 인코더 시스템 (70) 을 구성하는 복수의 헤드 (60A ~ 60D) 가, 조동 스테이지 (91) 에 형성되어 있음으로써, 이들 헤드 (60A ~ 60D) 에 대한 전력 공급용 등의 배선 등은, 조동 스테이지 (91) 와 웨이퍼 테이블 (WTB) 사이에는 존재하지 않는다. 따라서, 웨이퍼 테이블 (WTB) 이 조동 스테이지 (91) 상에서 X 축 방향, Y 축 방향, Z 축 방향, θ_x 방향, θ_x 방향 및 θ_z 방향의 6 자유도 방향 중 어느 방향으로 구동 기구에 의하여 구동되어도, 상기의 배선 등의 장력 등에 의하여 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 움직임이 방해받는 경우가 없다. 또, 웨이퍼 테이블 (WTB) 이, 조동 스테이지 (91) 상에서 XY 평면에 평행한 방향으로 이동했을 경우, 인코더 시스템 (70) 에 의하여, 복수의 헤드 (60A ~ 60D) 중에서 스케일판 (21)(회절 격자 (RG)) 및 그레이팅 플레이트 (26)(회절 격자 (RG₂)) 등) 에 대향하는 1 또는 2 이상의 헤드의 출력에 기초하여, XY 평면 내에 있어서의 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 위치 정보가

양호한 정밀도로 측정된다. 따라서, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 미동 영향을 받지 않고, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 XY 평면 내의 위치 정보를 양호한 정밀도로 측정할 수 있다.

[0091] 또, 웨이퍼 스테이지 장치 (50) 에서는, 조동 스테이지 (91) 에 대하여 웨이퍼 테이블 (WTB) 이 이동 가능한 범위 내에서 이동해도, 각 헤드에 의한 측정에는 특별한 지장이 발생되지 않는다. 따라서, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 레벨링, 및 가감 속도에서 기인되는 조동 스테이지 (91) 와 웨이퍼 테이블 (WTB) 사이의 상대 변위 등의 영향으로, 인코더 시스템 (70) 에 의한 웨이퍼 테이블 (WTB) 등의 위치 측정이 악영향을 받는, 예를 들어 측정 오차가 발생되거나 혹은 측정 불능이 되는 등의 사태가 발생할 우려는 없다.

[0092] 또, 본 실시 형태에 의하면, 전술한 바와 같이, 배선 등의 장력 등에 의하여 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 움직임이 방해받는 경우가 없기 때문에, 웨이퍼 스테이지 (WST) 에 인코더 헤드를 복수 장착해도 특별한 지장이 발생되지 않는다. 따라서, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 미동의 영향을 받지 않고, 웨이퍼 테이블 (WTB)(웨이퍼 스테이지 (WST)) 의 XY 평면 내의 위치 정보를 양호한 정밀도로 구할 수 있고, 나아가서는 노광시의 웨이퍼 테이블 (WTB)(웨이퍼 스테이지 (WST)) 의 XY 평면 내의 위치를 고정밀도로 제어하여, 웨이퍼 테이블 (WTB) 에 유지된 웨이퍼 (W) 에 대한 고정밀한 노광이 가능하게 된다. 또, 열원이 되는 광원 및 광 검출기가 헤드 내에 존재하지 않기 때문에, 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 열에 의한 영향을 경감할 수 있다.

[0093] 또한, 상기 실시형태에서는, 각 헤드로부터 스케일판 (21)(회절 격자 (RG)), 그레이팅 플레이트 (26)(예를 들어 회절 격자 (RG_{2r})) 에 1 쌍의 측정 빔 (LB₁, LB₂) 과, 1 쌍의 측정 빔 (LB₃, LB₄) 이 따로따로 조사된다. 그리고, 주제어 장치 (20) 는, 측정 빔 (LB₁, LB₂) 에서 각각 유래하는 회절광 (회절 격자 (RG) 로부터의 복귀광) 끼리의 간섭광의 광전 변환 신호에 기초하여, 조동 스테이지 (91) 와 스케일판 (21) 의 측정 방향에 관한 제 1 위치 관계를 구하고, 측정 빔 (LB₃, LB₄) 에서 각각 유래하는 회절광 (예를 들어 회절 격자 (RG_{2r}) 로부터의 복귀광) 끼리의 간섭광의 광전 변환 신호에 기초하여, 조동 스테이지 (91) 와 그레이팅 플레이트 (26)(웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 상기 측정 방향에 관한 제 2 위치 관계를 구하고, 추가로 제 1 및 제 2 위치 관계에 기초하여, 웨이퍼 테이블 (WTB) 과 스케일판 (21) 의 상기 측정 방향에 관한 위치 관계를 산출한다. 그러나, 본 발명이 이것에 한정되는 것은 아니다.

[0094] 즉, 예를 들어 웨이퍼 테이블 (WTB)(미동 스테이지) 에는, 조동 스테이지 (91) 에 고정된 1 또는 2 이상의 인코더 헤드 (그 인코더 헤드를 포함하여 인코더 시스템 (측정 장치) 이 구성된다) 에 대향하고, 각 인코더 헤드로부터의 측정 빔이 투과할 수 있는 광투과부, 예를 들어 개구부, 투명부 (예를 들어 그레이팅 플레이트 (26) 는 이에 상당) 등이, 적어도 일부에 있으면 되어, 반드시 그레이팅 (회절 격자) 은 설치되어 있지 않아도 된다. 이러한 경우에도, 웨이퍼 스테이지 (WST)(조미동 스테이지) 의 외부에 XY 평면과 실질적으로 평행하게 배치된 스케일판 (21)(회절 격자 (RG)) 에, 상기 광투과부를 개재하여 측정 빔 (LB₁, LB₂) 을 조사하고, 스케일판 (21) (회절 격자 (RG)) 으로부터의 회절광을 상기 광투과부를 개재하여 수광하는, 적어도 1 개의 인코더 헤드의 출력에 기초하여, XY 평면 내에 있어서의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 정보를 양호한 정밀도로 (예를 들어, 공기요동의 영향을 거의 받지 않고) 측정할 수 있다. 이 경우, 1 또는 2 이상의 인코더 헤드가 조동 스테이지 (91) 에 고정되어 있기 때문에, 미동 스테이지 (웨이퍼 테이블 (WTB)) 가 조동 스테이지 상에서 어느 방향으로 구동되어도, 배선 등의 장력 등에 의하여 미동 스테이지의 움직임이 방해받는 경우가 없다.

[0095] 또, 상기의 경우, 조동 스테이지 (91) 와 미동 스테이지 (웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 XY 평면 내에 있어서의 위치 관계를 측정하는 센서를 추가로 구비하고 있어도 된다. 이 경우, 센서로는, 일례로서 미동 스테이지에 배치된 회절 격자에 측정 빔을 조사하는 인코더 헤드를 포함하는 인코더를 사용할 수 있다. 이러한 경우에는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 정보, 즉 스케일판 (21) 과 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내에 있어서의 위치 관계의 정보와, 상기 센서의 측정 정보에 기초하여, 상기 실시형태와 동일하게 미동 스테이지 (웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 미동의 영향을 받지 않고, 미동 스테이지의 XY 평면 내의 위치 정보를 양호한 정밀도로 구할 수 있고, 나아가서는 미동 스테이지 (조미동 스테이지) 의 XY 평면 내의 위치를 고정밀도로 제어할 수 있게 된다. 또한, 상기 센서에서는 인코더 헤드를 미동 스테이지에 형성해도 되지만, 미동 스테이지에는 회절 격자를 형성하는 것이 바람직하다. 이 경우, 회절 격자를 형성하는 위치는 상기 실시형태에 한정되지 않고 임의적이어도 되고, 상기 센서는 상기 실시형태의 인코더와 별도로 형성되어도 되고, 혹은 그 적어도 일부를 상기 실시형태의 인코더에서 겸용해도 된다. 또, 상기 센서는 인코더 이외에, 예를 들어 간섭계 등이어도 되고, 이 경우에는 미동 스테이지에 회절 격자를 형성할 필요는 없다.

[0096] 또, 상기 실시형태와 동일하게, 웨이퍼 테이블 (WTB) 에 광투과부 (그레이팅 플레이트 (26)) 및 회절 격자

(RG_{2y}) 를 형성하는 경우에 있어서도, 예를 들어 본체부 (22) 내부의 광학계의 구성을 연구하여, 스케일판 (21) 에 1 쌍의 제 1 계측 빔을 조사하고, 각각의 제 1 계측 빔에서 유래하는 회절 격자 (RG) 로부터의 1 쌍의 회절 빔, 또는 그 1 쌍의 회절 빔에서 각각 유래하는 1 쌍의 회절 빔을, 1 쌍의 제 2 계측 빔으로서 그레이팅 플레이트 (26)(예를 들어 회절 격자 (RG_{2y})) 에 조사하고, 각각의 제 2 계측 빔에서 유래하는 회절 격자 (RG_{2y}) 로부터의 1 쌍의 회절 빔을 수광계에서 수광하고, 그 수광계의 출력 신호로서 상기 서술한 제 1 위치 관계와 제 2 위치 관계의 차에 상당하는 정보를 출력하는 구성을 채용해도 된다. 혹은, 그레이팅 플레이트 (26)(예를 들어 회절 격자 (RG_{2y})) 에 1 쌍의 제 1 계측 빔을 조사하고, 각각의 제 1 계측 빔에서 유래하는 회절 격자 (RG) 로부터의 1 쌍의 회절 빔, 또는 그 1 쌍의 회절 빔에서 각각 유래하는 1 쌍의 회절 빔을, 1 쌍의 제 2 계측 빔으로서 스케일판 (21) 에 조사하고, 각각의 제 2 계측 빔에서 유래하는 회절 격자 (RG) 로부터의 1 쌍의 회절 빔을 수광계에서 수광하고, 그 수광계의 출력 신호로서 상기 서술한 제 1 위치 관계와 제 2 위치 관계의 차에 상당하는 정보를 출력하는 구성을 채용해도 된다. 요점은, 헤드 내부의 광학계의 구성에 관계없이, 소정 평면 (XY 평면) 과 실질적으로 평행하게 배치된 제 1 그레이팅부 및 미동 스테이지에 형성된 제 2 그레이팅부에 각각 제 1, 제 2 계측 빔을 조사하고, 제 1 및 제 2 그레이팅부 각각으로부터의 회절광을 수광하는 인코더 헤드가 1 또는 2 이상, 조동 스테이지에 고정되어 제 1 및 제 2 그레이팅부에 대항하는 적어도 1 개의 인코더 헤드의 출력에 기초하여 소정 평면 내에 있어서의 미동 스테이지의 위치 정보를 계측하는 계측 장치를, 스테이지 장치 및 노광 장치는 구비하고 있으면 된다.

[0097] 또한, 스케일판 (21) 과 그레이팅 플레이트 (26) 에서, 계측 방향에 관한 계측 빔의 조사 위치가 동일하지 않아도 된다. 즉, 스케일판 (21) 과 그레이팅 플레이트 (26) 에서 계측 빔의 광축이 동축이 아니어도 된다.

[0098] 또, 상기 실시형태에서는, 인코더 시스템 (70) 이 1 쌍의 X 헤드와 1 쌍의 Y 헤드를 구비한 경우에 대하여 설명했으나, 본 발명이 이것에 한정되는 것은 아니다. 즉, 인코더 헤드의 수는 특별히 관계없으나, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내의 위치 정보 (θ_z 회전을 포함한다) 를 계측하기 위해서는, X 헤드와 Y 헤드를 적어도 각 1 개 포함하고, 합계로 3 개 갖고 있으면 된다. 또, 상기 서술한 1 쌍의 X 헤드와, 1 쌍의 Y 헤드 대신에, 직교 2 축 방향을 계측 방향으로 하는 2 차원 헤드를 사용할 수도 있다. 이 경우, 적어도 2 개의 2 차원 헤드가 있으면, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내의 위치 정보 (θ_z 회전을 포함한다) 를 계측할 수 있다. 혹은, Z 축 방향의 위치 정보를 계측할 수 있는 센서 (또는 헤드) 를 병용해도 되고, X 축 방향 및 Y 축 방향의 위치 정보를 계측할 수 있는 센서 (또는 헤드) 혹은 X 축 방향을 계측 방향으로 하는 센서 (X센서) 와 Y 축 방향을 계측 방향으로 하는 센서 (Y센서) 를 조합해도 된다. 또, 메인 센서에 부가하여, 그 메인 센서의 출력 이상시 등에 그 백업에 사용되는 백업 센서도 형성해도 되고, 메인 센서와 백업 센서를 복수 그룹 형성하는 경우, 그룹마다 미동 스테이지의 그레이팅을 겸용시켜도 된다.

[0099] 이 밖에, X 축 방향 및 Y 축 방향의 적어도 일방과 Z 축 방향에 관한 위치 정보를 계측할 수 있는 인코더를 사용할 수도 있다. 이 경우, 전술한 바와 같이, Z 축 방향에 관한, 조동 스테이지 (91) 와 스케일판 (21) 의 제 1 위치 정보와, 다른 센서에 의한 조동 스테이지 (91) 와 미동 스테이지 (웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 제 2 위치 정보에 기초하여, 미동 스테이지의 Z 축 방향에 관한 위치 정보를 구하도록 해도 된다.

[0100] 또, 상기 실시형태에서는, 인코더는 X 축 방향 및 Y 축 방향의 적어도 일방의 위치 정보를 계측할 수 있도록 하였으나, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 Z 축 방향만 계측할 수 있도록 해도 된다.

[0101] 또, 상기 실시형태에서는, 스케일판 (21) 의 하면에 2 차원 회절 격자가 형성되어 있는 것으로 하였으나, 이것에 한정되지 않고, 웨이퍼 스테이지의 이동 경로 (각 헤드의 이동 경로) 에 따른 배치가 되어 있으면, 스케일판 (21) 의 하면에, X 축 방향을 주기 방향으로 하는 X 그레이팅과, Y 축 방향을 주기 방향으로 하는 Y 그레이팅을 조합하여 형성해도 된다. 또, 스케일판 (21) 을 복수의 스케일판을 조합하여 구성해도 된다. 혹은, 적어도 노광 동작과 얼라이먼트 동작에 의하여 인코더에 의한 계측이 가능해지도록 스케일을 배치하는 것만으로도 된다.

[0102] 또, 예를 들어 투영 광학계와 얼라이먼트계가 떨어져 있는 노광 장치 등에서는, 투영 광학계의 근방 (주위) 과, 얼라이먼트계의 근방 (주위) 에서 각각의 스케일판을 배치해도 된다. 이 경우, 웨이퍼 (W) 의 노광 동작을 실시하기 위해서는, 투영 광학계의 근방에 배치된 스케일판을 사용하여, 인코더 시스템에 의하여 웨이퍼 스테이지의 위치가 계측되고, 웨이퍼 얼라이먼트시 등에는 얼라이먼트계의 근방에 배치된 스케일판을 사용하여, 인코더 시스템에 의해 웨이퍼 스테이지의 위치가 계측되게 된다.

[0103] 또, 상기 실시형태에서는, 인코더 시스템에 부가하여, 웨이퍼 간섭계 시스템이 설치되어 있는 경우를 예시했으

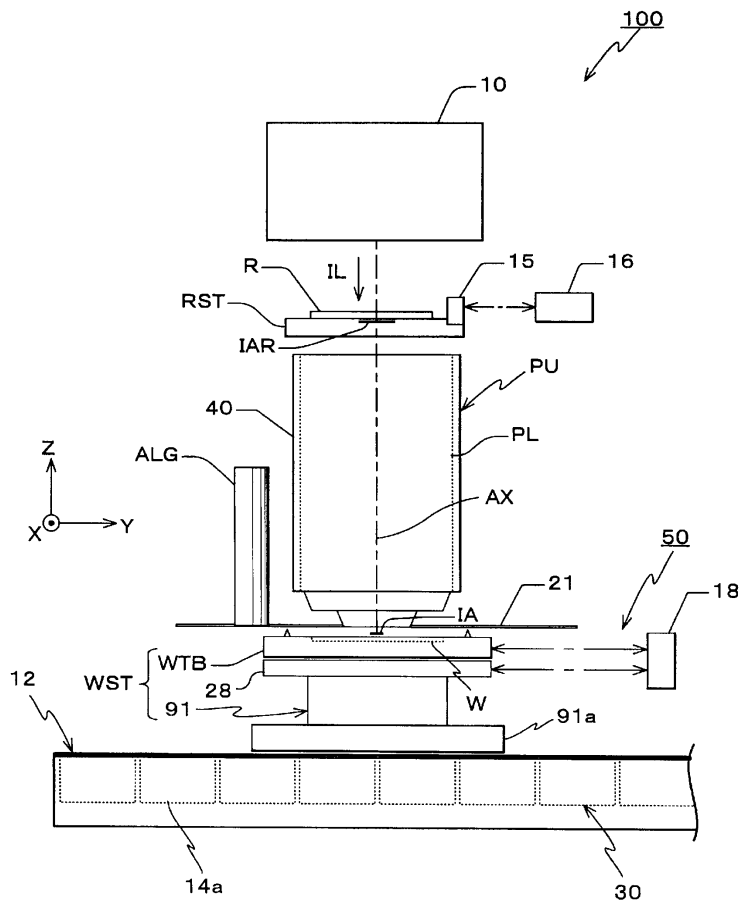
나, 웨이퍼 간섭계 시스템은 반드시 설치하지 않아도 된다.

- [0104] 또, 상기 실시형태에서는, 헤드 (60A ~ 60D) 의 외부 (조동 스테이지 (91)) 에 광원 및 수광계 (광 검출기를 포함한다) 를 배치하고, 이들 광원 및 수광계와 헤드 (60A ~ 60D) 각각과의 사이에서, 광파이버 (26a ~ 26d) 를 사용하여, 광원으로부터 인코더 헤드에 입사되는 광 (계측광) 및 인코더 헤드로부터 수광계로 복귀하는 광의 양자를 도광 (導光) 하는 경우에 대하여 설명했으나, 본 발명이 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어 인코더 헤드 내에 반도체 레이저 등의 광원을 갖고 있는 경우에는, 각 인코더 헤드와 수광계 (광 검출기를 포함한다) 사이를 광파이버로 광학적으로 접속하기만 하면 된다. 혹은, 인코더 헤드 내에 수광계 (광 검출기를 포함한다) 를 갖고 있어도 된다. 이 경우에 있어서, 헤드의 외부에 광원이 있는 경우에는, 광원과 헤드 사이에서 광원으로부터의 계측광의 광파이버를 개입시킨 송광을 상기 실시형태와 동일하게 실시한다.
- [0105] 또, 상기 실시형태에서는, 전술한 각 광파이버 대신에 릴레이 광학계 그 밖의 송광 광학계를 사용할 수도 있다. 또, 상기 실시형태에서는, 헤드 (60A ~ 60D) 각각과 광파이버 (26a ~ 26d) 를 개재하여 광학적으로 접속되는 광원 및 수광계 (광 검출기를 포함한다) 가, 조동 스테이지 (91) 에 배치되어 있는 경우를 예시했으나, 반드시 광원 및 수광계 (광 검출기를 포함한다) 등의 모두가 조동 스테이지 (91) 에 배치되어 있을 필요는 없다.
- [0106] 또한, 상기 실시형태에서는, 스캐닝·스테퍼에 본 발명이 적용했을 경우에 대하여 설명했으나 이것에 한정되지 않고, 스테퍼 등의 정지형 노광 장치에 본 발명을 적용해도 된다. 스테퍼 등으로서도, 노광 대상의 물체가 탑재된 스테이지의 위치를 인코더로 계측함으로써, 간섭계를 사용하여 그 스테이지의 위치를 계측하는 경우와 달리, 공기 요동에서 기인하는 위치 계측 오차의 발생을 거의 영으로 할 수가 있고, 인코더의 계측치에 기초하여, 스테이지를 고정밀도로 위치 결정할 수 있게 되어 결과적으로 고정밀한 레티클 패턴을 물체 상에 전사시킬 수 있게 된다. 또, 쇼트 영역과 쇼트 영역을 합성하는 스텝·앤드·스티치 방식의 축소 투영 노광 장치에도 본 발명은 적용할 수 있다.
- [0107] 또, 상기 실시형태의 노광 장치에 있어서의 투영 광학계는 축소계뿐만 아니라 등배 및 확대계의 어느 것이어도 되고, 투영 광학계 (PL) 는 굴절계뿐만 아니라, 반사계 및 반사 굴절계의 어느 것이어도 되며, 그 투영 이미지는 도립상 및 정립상의 어느 것이어도 된다.
- [0108] 또, 조명광 (IL) 은, ArF 엑시머 레이저광 (파장 193 nm) 에 한정되지 않고, KrF 엑시머 레이저광 (파장 248 nm) 등의 자외광이나, F₂ 레이저광 (파장 157 nm) 등의 진공 자외광이어도 된다. 예를 들어 미국 특허 제 7,023,610호 명세서에 개시되어 있는 바와 같이, 진공 자외광으로서 DFB 반도체 레이저 또는 파이버 레이저로부터 발진 (發振) 되는 적외역, 또는 가시역의 단일 파장 레이저광을, 예를 들어 에르븀 (또는 에르븀과 이테르븀의 양방) 이 도핑된 파이버 앰프로 증폭하고, 비선형 광학 결정을 사용하여 자외광으로 파장 변환된 고조파를 사용할 수도 있다.
- [0109] 또, 상기 실시형태에서는, 노광 장치의 조명광 (IL) 으로는 파장 100 nm 이상의 광에 한정되지 않고, 파장 100 nm 미만의 광을 사용해도 되는 것은 말할 필요도 없다. 예를 들어 연(軟) X 선 영역 (예를 들어 5 ~ 15 nm 의 파장역) 의 EUV (Extreme Ultraviolet) 광을 사용하는 EUV 노광 장치에 본 발명을 적용할 수 있다. 이 밖에, 전자선 또는 이온 빔 등의 하전 입자선을 사용하는 노광 장치에도 본 발명은 적용할 수 있다. 게다가, 예를 들어 미국 특허출원 공개 제 2 005/0259234호 명세서 등에 개시된, 투영 광학계와 웨이퍼 사이에 액체가 채워지는 액침형 노광 장치 등에 본 발명을 적용해도 된다. 이 액침형 노광 장치에도, 상기 실시형태의 웨이퍼 스테이지 장치 (50) 가 구비하는 각 인코더 헤드의 구성은 적합하다. 웨이퍼 테이블 (WTB) 의 상면과 거의 동일 높이에서, 유리 등으로 이루어지는 그레이팅 플레이트에 의하여, 웨이퍼 테이블 (WTB) 상면의 개구가 폐색되어 있기 때문에, 만일에 액침 영역을 형성하는 액체가 헤드 상에 위치해도 액체가 새는 등의 문제가 거의 발생되지 않는다.
- [0110] 또, 상기 서술한 실시형태에 있어서, 광투과성의 기관 상에 소정의 차광 패턴 (또는 위상 패턴·감광 패턴) 을 형성한 광투과형 마스크 (레티클) 를 사용하였으나, 이 레티클 대신에, 예를 들어 미국 특허 제 6,778,257호 명세서에 개시되어 있는 바와 같이, 노광해야 할 패턴의 전자 데이터에 기초하여, 투과 패턴 또는 반사 패턴, 혹은 발광 패턴을 형성하는 전자 마스크 (가변 성형 마스크, 액티브 마스크, 혹은 이미지 제너레이터라고도 하고, 예를 들어 비발광형 화상 표시 소자 (공간 광 변조기) 의 일종인 DMD (Digital Micro-mirror Device) 등을 포함한다) 를 사용할 수도 있다. 이러한 가변 성형 마스크를 사용하는 경우에는, 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등이 탑재되는 스테이지가 가변 성형 마스크에 대하여 주사되므로, 그 스테이지의 위치를 인코더를 사용하여 계측함으로써 상기 실시형태와 동등한 효과를 얻을 수 있다.

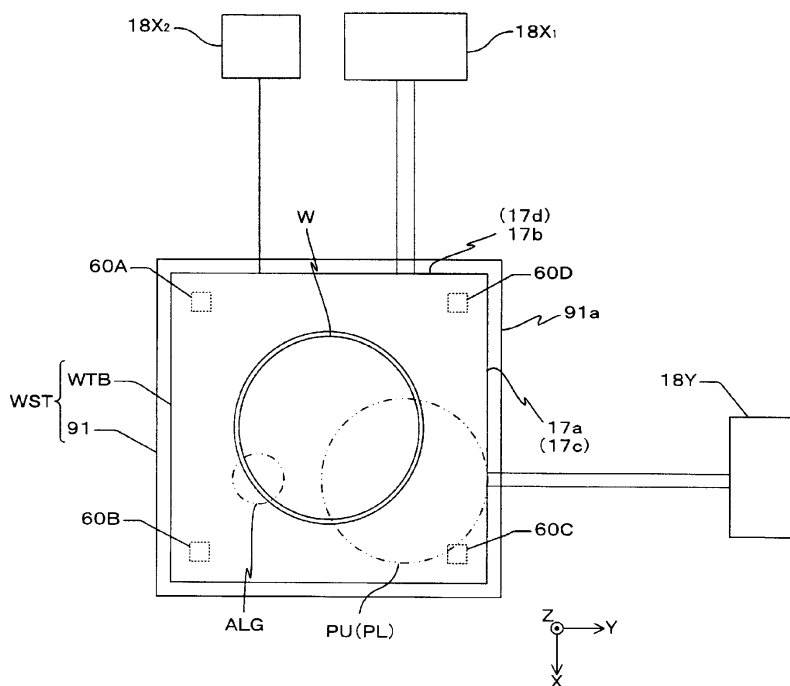
- [0111] 또, 예를 들어 국제공개 제2001/035168호에 개시되어 있는 바와 같이, 간섭 무늬를 웨이퍼 (W) 상에 형성함으로써, 웨이퍼 (W) 상에 라인·앤드·스페이스 패턴을 형성하는 노광 장치 (리소그래피 시스템) 에도 본 발명을 적용할 수 있다.
- [0112] 게다가 예를 들어 미국 특허 제6,611,316호 명세서에 개시되어 있는 바와 같이, 2 개의 레티클 패턴을 투영 광학계를 개재하여 웨이퍼 상에서 합성하고, 1 회의 스캔 노광에 의하여 웨이퍼 상의 하나의 쇼트 영역을 거의 동시에 이중 노광하는 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.
- [0113] 또, 물체 상에 패턴을 형성하는 장치는 전술한 노광 장치 (리소그래피 시스템) 에 한정되지 않고, 예를 들어 잉크젯 방식에서 물체 상에 패턴을 형성하는 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.
- [0114] 또한, 상기 실시형태로 패턴을 형성해야 할 물체 (에너지 빔이 조사되는 노광 대상의 물체) 는 웨이퍼에 한정되지 않고, 유리 플레이트, 세라믹 기판 필름 부재, 혹은 마스크 블랭크 등 다른 물체여도 된다.
- [0115] 노광 장치의 용도로는 반도체 제조용의 노광 장치에 한정되지 않고, 예를 들어 각형의 유리 플레이트에 액정 표시 소자 패턴을 전사하는 액정용의 노광 장치나, 유기 EL, 박막 자기 헤드, 촬상 소자 (CCD 등), 마이크로 머신 및 DNA 칩 등을 제조하기 위한 노광 장치에도 널리 적용할 수 있다. 또, 반도체 소자 등의 마이크로 디바이스뿐만 아니고, 광 노광 장치, EUV 노광 장치, X 선 노광 장치, 및 전자선 노광 장치 등에서 사용되는 레티클 또는 마스크를 제조하기 위해서, 유리 기판 또는 실리콘 웨이퍼 등에 회로 패턴을 전사하는 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.
- [0116] 또한, 본 발명의 스테이지 장치는, 노광 장치에 한정되지 않고, 그 밖의 기판의 처리 장치 (예를 들어, 레이저 리포어 장치, 기판 검사 장치 외), 혹은 그 밖의 정밀 기계에 있어서의 시료의 위치 결정 장치, 와이어 본딩 장치 등의 장치에도 널리 적용할 수 있다.
- [0117] 또한, 지금까지의 설명에서 인용한 노광 장치 등에 관한 모든 공보 (국제공개 공보를 포함한다), 미국 특허출원 공개 명세서 및 미국 특허 명세서의 개시를 인용하여 본 명세서 기재의 일부로 한다.
- [0118] 또한, 반도체 디바이스는, 디바이스의 기능·성능 설계를 실시하는 단계, 이 설계 단계에 근거한 레티클을 제작하는 단계, 실리콘 재료로부터 웨이퍼를 제작하는 단계, 상기 실시형태의 노광 장치로서, 마스크에 형성된 패턴을 웨이퍼 등의 물체 상에 전사하는 리소그래피 단계, 노광된 웨이퍼 (물체) 를 현상하는 현상 단계, 레지스트가 잔존하는 부분 이외의 부분의 노출 부재를 에칭에 의하여 제거하는 에칭 단계, 에칭이 종료되어 불필요해진 레지스트를 제거하는 레지스트 제거 단계, 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정을 포함한다), 검사 단계 등을 거쳐 제조된다. 이 경우, 리소그래피 단계에서, 상기 실시형태의 노광 장치가 사용되므로, 고집적도의 디바이스를 고수율로 제조할 수 있다.
- [0119] 산업상 이용가능성
- [0120] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 스테이지 장치 및 스테이지 구동 방법은, 미동 스테이지의 위치를 양호한 정밀도로 관리하는 데 적합하다. 또, 본 발명의 패턴 형성 장치는, 물체 상에 패턴을 형성하는 데 적합하다. 또, 본 발명의 노광 장치 및 노광 방법, 그리고 디바이스 제조 방법은, 반도체 소자 및 액정 표시 소자 등의 전자 디바이스 등을 제조하는 데 적합하다.

도면

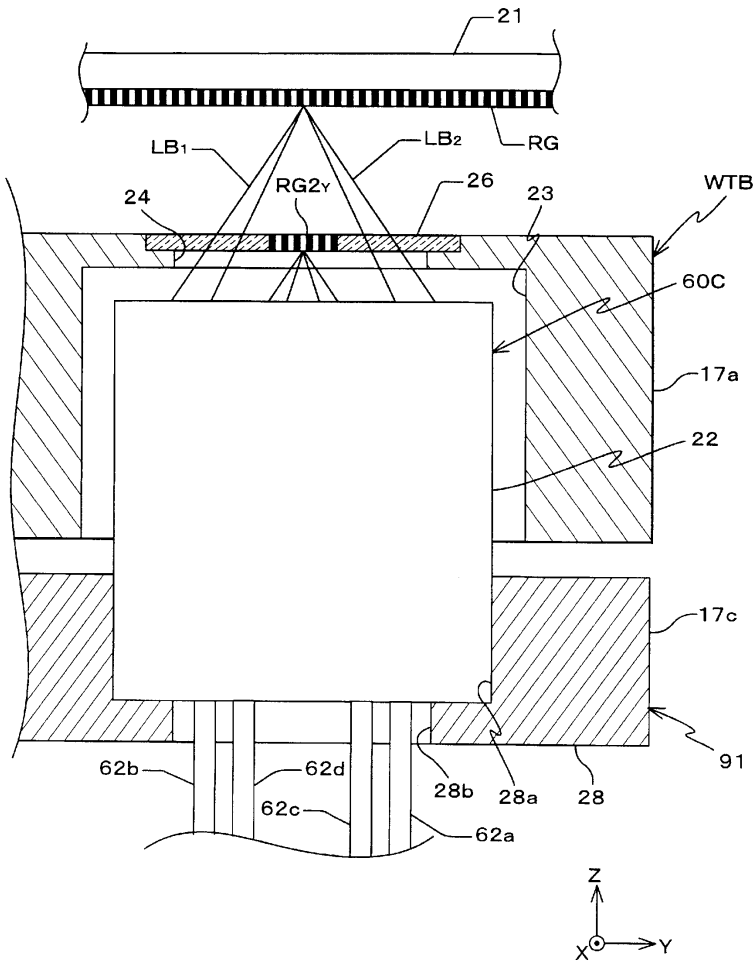
도면1



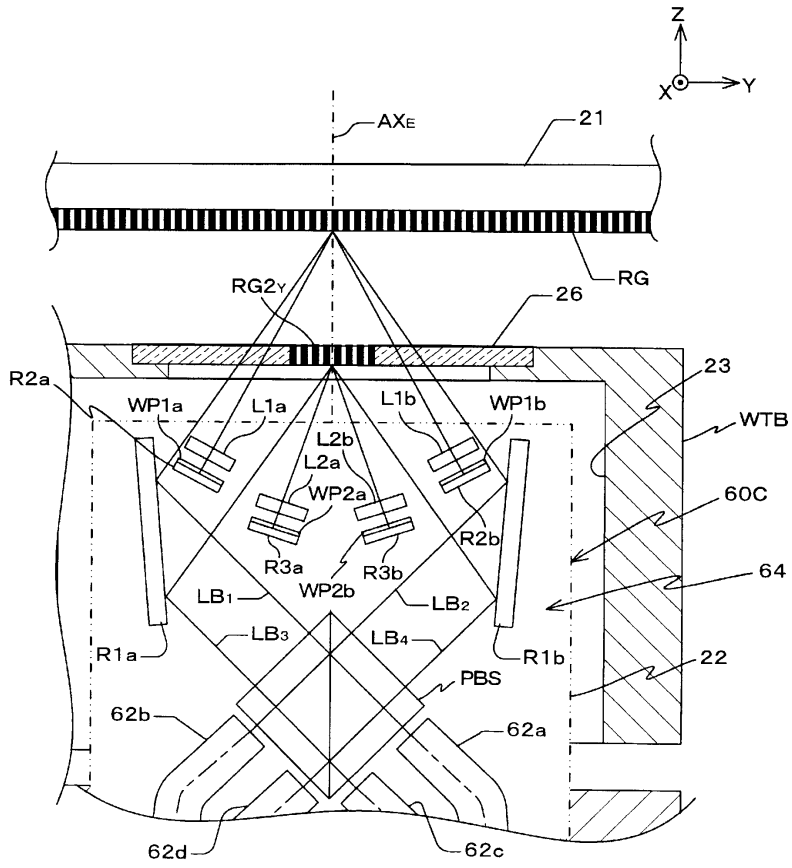
도면2



도면3



도면4



도면5

