



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0015888
(43) 공개일자 2009년02월12일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl.
<i>H01L 21/027</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2008-7022145</p> <p>(22) 출원일자 2008년09월10일
심사청구일자 없음
번역문제출일자 2008년09월10일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/053140
국제출원일자 2007년02월21일</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2007/097350
국제공개일자 2007년08월30일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2006-00044597 2006년02월21일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
가부시키키가이샤 니콘
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우찌 3초메 2방 3고
가부시키키가이샤 센다이 니콘
일본 미야기켄 나토리시 다코 아자하라 277반찌</p> <p>(72) 발명자
마키노우치 스스무
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
가부시키키가이샤 니콘 나이
이마이 도루
일본 미야기켄 나토리시 다코 아자 하라 277반찌
가부시키키가이샤 센다이 니콘 나이
와타나베 아키히로
일본 미야기켄 나토리시 다코 아자 하라 277반찌
가부시키키가이샤 센다이 니콘 나이</p> <p>(74) 대리인
특허법인코리아나</p> |
|--|---|

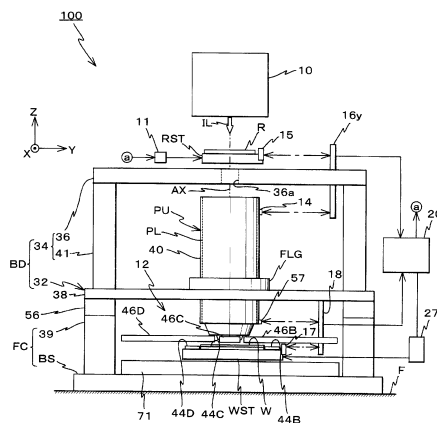
전체 청구항 수 : 총 43 항

(54) 위치 계측 장치 및 위치 계측 방법, 이동체 구동 시스템 및 이동체 구동 방법, 패턴 형성 장치 및 패턴 형성 방법, 노광 장치 및 노광 방법, 그리고 디바이스 제조 방법

(57) 요약

웨이퍼 (W) 를 둘러싸고 웨이퍼 스테이지 (WST) 에 고정되어 있는 4 개의 이동 스케일 (44A~44D) 과, 각 이동 스케일에 대응하여, 그 길이 방향의 길이가 그것에 직교하는 방향의 길이보다 실질적으로 긴 광을 각각 사출하는 헤드 유닛 (46A~46D) 을 갖는 리니어 인코더 (50A~50D) 를 구비한다. 그리고, 각 인코더의 계측 결과에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 면 내의 위치 정보를 산출한다. 이로써, 대형화를 초래하지 않고, 이동체의 위치를 양호한 정밀도로 계측할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

소정의 평면 내에서 이동 가능한 이동체의 위치 정보를 계측하는 위치 계측 장치로서,

상기 이동체 상에 배치됨과 함께 상기 평면 내의 제 1 축에 평행한 방향을 주기 방향으로 하는 제 1 그레이팅과 ;

상기 평면 내에서 제 1 축에 직교하는 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 상기 제 1 그레이팅에 조사하는 제 1 조사계와, 상기 제 1 그레이팅으로부터의 광을 수광하여, 상기 이동체의 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 포함하는 신호를 출력하는 제 1 수광 소자를 포함하는 제 1 축 인코더 헤드 ; 를 구비하는, 위치 계측 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 이동체 상에 배치됨과 함께 상기 평면 내에서 상기 제 1 축에 교차하는 제 2 축에 평행한 방향을 주기 방향으로 하는 제 2 그레이팅과 ;

상기 평면 내에서 제 2 축에 직교하는 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 상기 제 2 그레이팅에 조사하는 제 2 조사계와, 상기 제 2 그레이팅으로부터의 광을 수광하여, 상기 이동체의 상기 제 2 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 포함하는 신호를 출력하는 제 2 수광 소자를 포함하는 제 2 축 인코더 헤드 ; 를 추가로 구비하는, 위치 계측 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 2 조사계로부터 상기 제 2 그레이팅에 조사되는 광 빔은, 상기 평면에 직교하는 제 3 축과 상기 평면 내에서 상기 제 2 축에 직교하는 축을 포함하는 면 내에서, 소정 각도 범위에서 편향되는 광인, 위치 계측 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 조사계로부터 상기 제 1 그레이팅에 조사되는 광 빔은, 상기 평면에 직교하는 제 3 축과 상기 평면 내에서 상기 제 1 축에 직교하는 축을 포함하는 면 내에서, 소정 각도 범위에서 편향되는 광인, 위치 계측 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 그레이팅 및 제 2 그레이팅의 적어도 일방은, 상기 이동체 상에 소정 간격을 두고 1 쌍 배치되고,

상기 적어도 일방의 그레이팅에 대응하여, 상기 제 1, 제 2 축 인코더 헤드의 적어도 일방은 1 쌍 형성되어 있는, 위치 계측 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 축 인코더 헤드 중, 1 쌍 형성된 인코더 헤드의 출력에 기초하여, 상기 이동체의 상기 평면 내의 회전 정보를 산출하는 연산 장치를 추가로 구비하는, 위치 계측 장치.

청구항 7

소정의 평면 내에서 제 1 및 제 2 축에 평행한 방향으로 이동 가능한 이동체의 위치 정보를 계측하는 위치 계측

장치로서,

상기 이동체 상에서 상기 제 1 축에 평행한 방향으로 주기적으로 배치되는 제 1 그레이팅과 ;

상기 평면 내에서 상기 제 1 축과 교차하고, 또한 상기 제 2 축에 평행한 방향에 관해서 상기 제 1 그레이팅과 동일한 정도 이상의 길이로 연장되는 광 빔을 상기 제 1 그레이팅에 조사하는 제 1 인코더 헤드 ; 를 구비하는, 위치 계측 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 인코더 헤드는, 상기 이동체의 상기 제 2 축에 평행한 방향으로의 이동에 따라 상기 제 1 그레이팅으로부터의 광을 상이한 위치에서 검출하는 수광부를 포함하는, 위치 계측 장치.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 제 1 인코더 헤드는, 상기 제 2 축에 평행한 방향에 관해서 상기 광 빔을 이동하는, 위치 계측 장치.

청구항 10

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 그레이팅은, 상기 평면과 실질적으로 평행한 상기 이동체의 일면에 형성되고, 상기 제 1 인코더 헤드는, 상기 이동체의 일면과 대향하도록 형성된, 위치 계측 장치.

청구항 11

제 7 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 그레이팅은, 상기 이동체 상에서 상기 제 2 축에 평행한 방향에 관해서 떨어져서 1 쌍 형성되고, 상기 제 1 인코더 헤드는, 상기 1 쌍의 제 1 그레이팅에 대응하여 1 쌍 형성된, 위치 계측 장치.

청구항 12

제 7 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이동체 상에서 상기 제 2 축에 평행한 방향으로 주기적으로 배치되는 제 2 그레이팅과,

상기 평면 내에서 상기 제 2 축과 교차하고, 또한 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관해서 상기 제 2 그레이팅과 동일한 정도 이상의 길이로 연장되는 광 빔을 상기 제 2 그레이팅에 조사하는 제 2 인코더 헤드를 추가로 구비하는, 위치 계측 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 2 인코더 헤드는, 상기 이동체의 상기 제 1 축에 평행한 방향으로의 이동에 따라 상기 제 2 그레이팅으로부터의 광을 상이한 위치에서 검출하는 수광부를 포함하는, 위치 계측 장치.

청구항 14

제 12 항 또는 제 13 항에 있어서,

상기 제 2 인코더 헤드는, 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관해서 상기 광 빔을 이동하는, 위치 계측 장치.

청구항 15

제 12 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 그레이팅은, 상기 평면과 실질적으로 평행한 상기 이동체의 일면에 형성되고, 상기 제 2 인코더 헤드는, 상기 이동체의 일면과 대향하도록 형성된, 위치 계측 장치.

청구항 16

제 12 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 그레이팅은, 상기 이동체 상에서 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관해서 떨어져서 1 쌍 형성되고, 상기 제 2 인코더 헤드는, 상기 1 쌍의 제 1 그레이팅에 대응하여 1 쌍 형성된, 위치 계측 장치.

청구항 17

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 기재된 위치 계측 장치와;

상기 위치 계측 장치의 계측 결과에 기초하여, 상기 이동체를 상기 평면 내에서 구동하는 구동 장치 ; 를 구비하는, 이동체 구동 시스템.

청구항 18

물체가 상기 이동체에 탑재되는 제 17 항에 기재된 이동체 구동 시스템과 ;

상기 물체 상에 패턴을 생성하는 패턴 생성 장치 ; 를 포함하는, 패턴 형성 장치.

청구항 19

상기 물체를 유지하는 이동체와 ;

상기 이동체의 위치 정보를 계측하는 제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 기재된 위치 계측 장치와 ;

상기 물체 상에 패턴을 생성하는 패턴 생성 장치 ; 를 구비하고,

상기 위치 계측 장치를 사용하여 상기 이동체를 이동시키는, 패턴 형성 장치.

청구항 20

제 18 항 또는 제 19 항에 있어서,

상기 패턴 생성 장치는, 상기 물체를 에너지 빔에 의해 노광함으로써 상기 패턴을 생성하는, 패턴 형성 장치.

청구항 21

제 18 항 또는 제 19 항에 기재된 패턴 형성 장치를 사용하여 물체 상에 패턴을 형성하는 공정과 ;

상기 패턴이 형성된 상기 물체에 처리를 실시하는 공정 ; 을 포함하는, 디바이스 제조 방법.

청구항 22

물체를 노광하는 노광 장치로서,

상기 물체를 유지하는 이동체와,

상기 이동체의 위치 정보를 계측하는 제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 기재된 위치 계측 장치를 구비하는, 노광 장치.

청구항 23

소정의 평면 내에서 이동 가능한 이동체의 위치 정보를 계측하는 위치 계측 방법으로서,

상기 평면 내의 제 1 축에 평행한 방향을 주기 방향으로 하여 상기 이동체 상에 배치된 제 1 그레이팅에, 상기 평면 내에서 제 1 축에 직교하는 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 조사하고, 상기 제 1 그레이팅으로부터의 광을 수광하여, 상기 이동체의 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는, 위치 계측 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 평면 내에서 상기 제 1 축에 교차하는 제 2 축에 평행한 방향을 주기 방향으로 하여 상기 이동체 상에 배

치된 제 2 그레이팅에, 상기 평면 내에서 제 2 축에 직교하는 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 조사하고, 상기 제 2 그레이팅으로부터의 광을 수광하여, 상기 이동체의 상기 제 2 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 계측하는 공정을 추가로 포함하는, 위치 계측 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 제 2 그레이팅에 조사되는 광 빔은, 상기 평면에 직교하는 제 3 축과 상기 평면 내에서 상기 제 2 축에 직교하는 축을 포함하는 면 내에서, 소정 각도 범위에서 편향되는 광인, 위치 계측 방법.

청구항 26

제 23 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 그레이팅에 조사되는 광 빔은, 상기 평면에 직교하는 제 3 축과 상기 평면 내에서 상기 제 1 축에 직교하는 축을 포함하는 면 내에서, 소정 각도 범위에서 편향되는 광인, 위치 계측 방법.

청구항 27

제 23 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 그레이팅 및 제 2 그레이팅의 적어도 일방은, 상기 이동체 상에 소정 간격을 두고 1 쌍 배치되고, 상기 1 쌍 배치된 상기 적어도 일방의 그레이팅에 각각 상기 광 빔을 조사하고, 상기 1 쌍 배치된 상기 적어도 일방의 그레이팅으로부터의 광을 각각 수광하여, 상기 이동체의 상기 평면 내의 회전 정보를 산출하는 공정을 추가로 포함하는, 위치 계측 방법.

청구항 28

소정의 평면 내에서 제 1 및 제 2 축에 평행한 방향으로 이동 가능한 이동체의 위치 정보를 계측하는 위치 계측 방법으로서,

상기 평면 내에서 상기 제 1 축과 교차하고, 또한 상기 제 2 축에 평행한 방향에 관해서 상기 제 1 그레이팅과 동일한 정도 이상의 길이로 연장되는 광 빔을, 상기 이동체 상에서 상기 제 1 축에 평행한 방향으로 주기적으로 배치되는 제 1 그레이팅에 조사하고, 상기 제 1 그레이팅으로부터의 광을 수광하여, 상기 이동체의 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는, 위치 계측 방법.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 이동체의 상기 제 2 축에 평행한 방향으로의 이동에 따라 상기 제 1 그레이팅으로부터의 광을 상이한 위치에서 검출하는, 위치 계측 방법.

청구항 30

제 28 항 또는 제 29 항에 있어서,

상기 제 2 축에 평행한 방향에 관해서 상기 광 빔을 이동하는, 위치 계측 방법.

청구항 31

제 28 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 그레이팅은, 상기 평면과 실질적으로 평행한 상기 이동체의 일면에 형성되고, 상기 광 빔은, 상기 이동체의 일면과 대향하는 방향에서 조사되는, 위치 계측 방법.

청구항 32

제 28 항 내지 제 31 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 그레이팅은, 상기 이동체 상에서 상기 제 2 축에 평행한 방향에 관해서 떨어져서 1 쌍 형성되고, 상

기 1 쌍의 제 1 그레이팅에 각각 상기 광 빔을 조사하고, 상기 1 쌍의 제 1 그레이팅으로부터의 광을 각각 수광하는, 위치 계측 방법.

청구항 33

제 28 항 내지 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 평면 내에서 상기 제 2 축과 교차하고, 또한 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관해서 상기 제 2 그레이팅과 동일한 정도 이상의 길이로 연장되는 광 빔을, 상기 이동체 상에서 상기 제 2 축에 평행한 방향으로 주기적으로 배치되는 제 2 그레이팅에 조사하고, 상기 제 2 그레이팅으로부터의 광을 수광하여, 상기 이동체의 상기 제 2 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 계측하는 공정을 추가로 포함하는, 위치 계측 방법.

청구항 34

제 33 항에 있어서,

상기 이동체의 상기 제 1 축에 평행한 방향으로의 이동에 따라 상기 제 2 그레이팅으로부터의 광을 상이한 위치에서 검출하는, 위치 계측 방법.

청구항 35

제 33 항 또는 제 34 항에 있어서,

상기 제 1 축에 평행한 방향에 관해서 상기 제 2 그레이팅과 동일한 정도 이상의 길이로 연장되는 광 빔을, 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관해서 이동하는, 위치 계측 방법.

청구항 36

제 33 항 내지 제 35 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 그레이팅은, 상기 평면과 실질적으로 평행한 상기 이동체의 일면에 형성되고, 상기 제 2 인코더 헤드는, 상기 이동체의 일면과 대향하는 방향에서 조사되는, 위치 계측 방법.

청구항 37

제 33 항 내지 제 36 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 그레이팅은, 상기 이동체 상에서 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관해서 떨어져서 1 쌍 형성되고, 상기 1 쌍의 제 2 그레이팅에 각각 상기 광 빔을 조사하여, 상기 1 쌍의 제 2 그레이팅으로부터의 광을 각각 수광하는, 위치 계측 방법.

청구항 38

제 23 항 내지 제 37 항 중 어느 한 항에 기재된 위치 계측 방법을 사용하여 이동체의 위치 정보를 계측하는 공정과 ;

계측된 위치 정보에 기초하여, 상기 이동체를 상기 평면 내에서 구동하는 공정 ; 을 포함하는, 이동체 구동 방법.

청구항 39

제 38 항에 기재된 이동체 구동 방법을 사용하여, 물체가 탑재되는 이동체를 구동하는 공정과 ;

상기 물체 상에 패턴을 생성하는 공정 ; 을 포함하는, 패턴 형성 방법.

청구항 40

물체 상에 패턴을 형성하는 패턴 형성 방법으로서,

상기 물체 상에 패턴을 생성할 때에, 제 23 항 내지 제 37 항 중 어느 한 항에 기재된 위치 계측 방법을 사용하여, 상기 물체를 유지하는 이동체의 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는, 패턴 형성 방법.

청구항 41

제 39 항 또는 제 40 항에 있어서,
상기 패턴의 생성은, 상기 물체를 에너지 빔에 의해 노광함으로써 실시되는, 패턴 형성 방법.

청구항 42

제 41 항에 기재된 패턴 형성 방법을 사용하여 물체 상에 패턴을 형성하는 공정과 ;
상기 패턴이 형성된 상기 물체에 처리를 실시하는 공정 ; 을 포함하는, 디바이스 제조 방법.

청구항 43

물체를 노광하는 노광 방법으로서,
제 23 항 내지 제 37 항 중 어느 한 항에 기재된 위치 계측 방법을 사용하여, 상기 물체를 유지하는 이동체의 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는, 노광 방법.

명세서

<1> **기술분야**

<2> 본 발명은, 위치 계측 장치 및 위치 계측 방법, 이동체 구동 시스템 및 이동체 구동 방법, 패턴 형성 장치 및 패턴 형성 방법, 노광 장치 및 노광 방법, 그리고 디바이스 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 이동체의 위치 정보를 계측하는 위치 계측 장치 및 위치 계측 방법, 이동체를 소정의 평면 내에서 구동하는 이동체 구동 시스템 및 이동체 구동 방법, 그 이동체 구동 시스템을 구비하는 패턴 형성 장치 및 이동체 구동 방법을 사용하는 패턴 형성 방법, 위치 계측 장치를 구비하는 노광 장치 및 위치 계측 방법을 사용하는 노광 방법, 그리고 그 패턴 형성 장치 또는 패턴 형성 방법을 사용하는 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

<3> **배경기술**

<4> 종래, 반도체 소자, 액정 표시 소자 등의 전자 디바이스 (마이크로 디바이스) 의 제조에 있어서의 리소그래피 공정에서는, 스텝 앤드 리피트 방식의 축소 투영 노광 장치 (이른바 스테퍼), 또는 스텝 앤드 스캔 방식의 주사형 투영 노광 장치 (이른바 스캐닝 스테퍼 (스캐너라고도 불린다)) 등이 비교적 많이 사용되고 있다.

<5> 이러한 종류의 노광 장치에서는, 예를 들어 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등의 피노광 기관 (이하, 웨이퍼라고 칭한다) 상의 복수의 쇼트 영역에 레티클 (또는 마스크) 의 패턴을 전사하기 위해서, 웨이퍼를 유지하는 웨이퍼 스테이지는 XY 2 차원 방향으로 예를 들어 리니어 모터 등에 의해 구동된다. 웨이퍼 스테이지의 위치 계측은, 장기에 걸쳐 계측치의 안정성이 양호하고, 고분해능 레이저 간섭계를 사용하여 실시되는 것이 일반적이다.

<6> 그런데, 반도체 소자의 고집적화에 수반되는 패턴의 미세화에 의해 보다 고정밀한 스테이지의 위치 제어가 요구되게 되어, 현재, 레이저 간섭계의 빔 광로 상 분위기의 온도 변화에서 기인되는 계측치의 단기적인 변동을 무시할 수 없게 되고 있다.

<7> 한편, 최근에는 위치 계측 장치의 일종인 인코더로서, 계측 분해능이, 레이저 간섭계와 동일한 정도 이상인 것이 출현되어 있다 (예를 들어 특허 문헌 1, 특허 문헌 2 (특히 종래 기술의 기재) 등 참조).

<8> 그러나, 노광 장치의 웨이퍼 스테이지에 인코더를 사용하고자 하면, 웨이퍼 스테이지에 있어서의 노광 위치에서 멀리 떨어진 위치에 설치하는 것이 통상적이었다 (예를 들어, 특허 문헌 2 참조). 이 때문에, 웨이퍼 스테이지의 외형이 커진다는 문제가 있었다.

<9> 특허 문헌 1 : 미국 특허 제6,639,686호 명세서

<10> 특허 문헌 2 : 일본 공개특허공보 2004-101362호

<11> **발명의 개시**

<12> **과제를 해결하기 위한 수단**

<13> 본 발명은, 상기 서술한 사정 하에 이루어진 것으로, 제 1 관점에서 보면, 소정의 평면 내에서 이동 가능한 이

동체의 위치 정보를 계속하는 위치 계속 장치로서, 상기 이동체 상에 배치됨과 함께 상기 평면 내의 제 1 축에 평행한 방향을 주기 방향으로 하는 제 1 그레이팅과 ; 상기 평면 내에서 제 1 축에 직교하는 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 상기 제 1 그레이팅에 조사하는 제 1 조사계와, 상기 제 1 그레이팅으로부터의 광을 수광하는 제 1 수광 소자를 포함하는 제 1 축 인코더 헤드와 ; 상기 제 1 수광 소자로부터의 광전 변환 신호에 기초하여, 상기 이동체의 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 산출하는 연산 장치 ; 를 구비하는 제 1 위치 계속 장치이다.

- <14> 이것에 의하면, 예를 들어 제 1 축 인코더 헤드를 이동체 상의 제 1 그레이팅에 대향시켜 배치할 수 있기 때문에, 광 빔의 광로를 짧게 할 수 있고, 또한 이동체 상의 원하는 위치에 그레이팅을 배치해도 이동체의 제 1 축에 평행한 방향 (이하, 제 1 축 방향으로 약술한다) 에 관한 위치 정보를 얻을 수 있다. 따라서, 이동체의 소형화가 가능함과 함께, 레이저 간섭계와 달리, 실질적으로 변화 (굴절률 변화) 의 영향 등을 받지 않고, 이동체의 제 1 축 방향에 관한 위치 정보를 얻을 수 있다.
- <15> 이 경우에 있어서, 이동체가, 제 1 축에 교차하는 방향, 예를 들어 제 1 축에 직교하는 방향으로 이동해도, 제 1 조사계로부터 상기 평면 내에서 제 1 축에 직교하는 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔이 이동체 상의 제 1 그레이팅에 조사된다. 이로써, 이동체의 이동에 영향을 받지 않고, 이동체의 제 1 축 방향에 관한 위치 정보를 얻을 수 있다.
- <16> 본 발명은, 제 2 관점에서 보면, 소정의 평면 내에서 제 1 및 제 2 축에 평행한 방향으로 이동 가능한 이동체의 위치 정보를 계속하는 위치 계속 장치로서, 상기 이동체 상에서 상기 제 1 축에 평행한 방향으로 주기적으로 배치되는 제 1 그레이팅과 ; 상기 평면 내에서 상기 제 1 축과 교차하고, 또한 상기 제 2 축에 평행한 방향에 관해서 상기 제 1 그레이팅과 동일한 정도 이상의 길이로 연장되는 광 빔을 상기 제 1 그레이팅에 조사하는 제 1 인코더 헤드 ; 를 구비하는 제 2 위치 계속 장치이다.
- <17> 이것에 의하면, 예를 들어 제 1 인코더 헤드를 이동체 상의 제 1 그레이팅에 대향시켜 배치할 수 있기 때문에, 광 빔의 광로를 짧게 할 수 있고, 또한 이동체가 제 2 축에 평행한 방향에 관해서 제 1 그레이팅의 길이와 동일한 정도 이동해도 이동체의 제 1 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 얻을 수 있다. 따라서, 이동체의 소형화가 가능함과 함께, 레이저 간섭계와 달리, 실질적으로 변화 (굴절률 변화) 의 영향 등을 받지 않고, 이동체의 제 1 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 얻을 수 있다.
- <18> 본 발명은, 제 3 관점에서 보면, 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계속 장치중 어느 하나와 ; 상기 위치 계속 장치의 계속 결과에 기초하여, 상기 이동체를 상기 평면 내에서 구동하는 구동 장치 ; 를 구비하는 이동체 구동 시스템이다.
- <19> 이것에 의하면, 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계속 장치 중 어느 하나를 구비하고 있으므로, 이동체의 제 1 축 방향의 위치를 양호한 정밀도로 계속할 수 있고, 이 계속 결과에 기초하여, 구동 장치에 의해 이동체가 상기 평면 내에서 구동된다. 따라서, 이동체를 평면 내에서 적어도 제 1 축 방향에 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능해진다.
- <20> 본 발명은, 제 4 관점에서 보면, 물체가 상기 이동체에 탑재되는 본 발명의 이동체 구동 시스템과 ; 상기 물체 상에 형성하는 패턴을 생성하는 생성 장치 ; 를 포함하는 제 1 패턴 형성 장치이다.
- <21> 이것에 의하면, 본 발명의 이동체 구동 시스템에 의해 양호한 정밀도로 구동되는 물체 상에 패턴 생성 장치에 의해 생성된 패턴이 형성된다. 이로써, 물체 상에 양호한 정밀도로 패턴을 형성하는 것이 가능해진다.
- <22> 본 발명은, 물체를 유지하는 이동체와 ; 상기 이동체의 위치 정보를 계속하는 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계속 장치 중 어느 하나와 ; 상기 물체 상에 패턴을 생성하는 패턴 생성 장치 ; 를 구비하고, 상기 위치 계속 장치를 사용하여 상기 이동체를 이동시키는 제 2 패턴 형성 장치이다.
- <23> 이것에 의하면, 예를 들어 패턴 생성 장치가 물체 상에 패턴을 생성할 때에, 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계속 장치 중 어느 하나를 사용하여 물체를 유지하는 이동체가 이동된다.
- <24> 본 발명은, 제 5 관점에서 보면, 본 발명의 제 1, 제 2 패턴 형성 장치중 어느 하나를 사용하여 물체 상에 패턴을 형성하는 공정과 ; 상기 패턴이 형성된 상기 물체에 처리를 실시하는 공정 ; 을 포함하는 디바이스 제조 방법이다.
- <25> 본 발명은, 제 6 관점에서 보면, 물체를 노광하는 노광 장치로서, 상기 물체를 유지하는 이동체와, 상기 이동체

의 위치 정보를 계측하는 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계측 장치 중 어느 하나를 구비하는 노광 장치이다.

- <26> 이것에 의하면, 예를 들어 물체의 노광시에, 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계측 장치 중 어느 하나를 사용하여 물체를 유지하는 이동체의 위치 정보가 계측된다.
- <27> 본 발명은, 제 7 관점에서 보면, 소정의 평면 내에서 이동 가능한 이동체의 위치 정보를 계측하는 위치 계측 방법으로서, 상기 평면 내의 제 1 축에 평행한 방향을 주기 방향으로 하여 상기 이동체 상에 배치된 제 1 그레이팅에, 상기 평면 내에서 제 1 축에 직교하는 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 조사하고, 상기 제 1 그레이팅으로부터의 광을 수광하여, 상기 이동체의 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는 제 1 위치 계측 방법이다.
- <28> 이것에 의하면, 예를 들어 이동체 상에 배치된 제 1 그레이팅에, 대향하는 방향으로부터 광 빔을 조사하는 구성을 채용할 수 있으므로, 광 빔의 광로를 짧게 할 수 있고, 또한 이동체 상의 원하는 위치에 그레이팅을 배치해도 이동체의 제 1 축 방향에 관한 위치 정보를 얻을 수 있다. 따라서, 이동체의 소형화가 가능함과 함께, 레이저 간섭계와 달리, 실질적으로 변화 (굴절률 변화) 의 영향 등을 받지 않고, 이동체의 제 1 축 방향에 관한 위치 정보를 얻을 수 있다.
- <29> 이 경우에 있어서, 이동체가, 제 1 축에 교차하는 방향, 예를 들어 제 1 축에 직교하는 방향으로 이동해도, 상기 평면 내에서 제 1 축에 직교하는 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔이 이동체 상의 제 1 그레이팅에 조사된다. 이로써, 이동체의 이동에 영향을 받지 않고, 이동체의 제 1 축 방향에 관한 위치 정보를 얻을 수 있다.
- <30> 본 발명은, 제 8 관점에서 보면, 소정의 평면 내에서 제 1 및 제 2 축에 평행한 방향으로 이동 가능한 이동체의 위치 정보를 계측하는 위치 계측 방법으로서, 상기 평면 내에서 상기 제 1 축과 교차하고, 또한 상기 제 2 축에 평행한 방향에 관해서 상기 제 1 그레이팅과 동일한 정도 이상의 길이로 연장되는 광 빔을, 상기 이동체 상에서 상기 제 1 축에 평행한 방향으로 주기적으로 배치되는 제 1 그레이팅에 조사하고, 상기 제 1 그레이팅으로부터의 광을 수광하여, 상기 이동체의 상기 제 1 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는 제 2 위치 계측 방법이다.
- <31> 이것에 의하면, 예를 들어 이동체 상의 제 1 그레이팅에, 대향하는 방향으로부터 광 빔을 조사할 수 있기 때문에, 광 빔의 광로를 짧게 할 수 있고, 또한 이동체가 제 2 축에 평행한 방향에 관해서 제 1 그레이팅의 길이와 동일한 정도 이동해도 이동체의 제 1 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 얻을 수 있다. 따라서, 이동체의 소형화가 가능함과 함께, 레이저 간섭계와 달리, 실질적으로 변화 (굴절률 변화) 의 영향 등을 받지 않고, 이동체의 제 1 축에 평행한 방향에 관한 위치 정보를 얻을 수 있다.
- <32> 본 발명은, 제 9 관점에서 보면, 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계측 방법 중 어느 하나를 사용하여 이동체의 위치 정보를 계측하는 공정과 ; 계측된 위치 정보에 기초하여, 상기 이동체를 상기 평면 내에서 구동하는 공정 ; 을 포함하는 이동체 구동 방법이다.
- <33> 이것에 의하면, 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계측 방법 중 어느 하나를 사용하여 이동체의 위치 정보를 계측하므로, 이동체의 제 1 축 방향의 위치를 양호한 정밀도로 계측할 수 있고, 계측된 위치 정보에 기초하여, 이동체가 상기 평면 내에서 구동된다. 따라서, 이동체를 평면 내에서 적어도 제 1 축에 평행한 방향으로 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능해진다.
- <34> 본 발명은, 제 10 관점에서 보면, 본 발명의 이동체 구동 방법을 사용하여, 물체가 탑재되는 이동체를 구동하는 공정과 ; 상기 물체 상에 패턴을 생성하는 공정 ; 을 포함하는 제 1 패턴 형성 방법이다.
- <35> 이것에 의하면, 본 발명의 이동체 구동 방법을 사용하여 양호한 정밀도로 구동되는 물체 상에 패턴이 생성된다. 이로써, 물체 상에 양호한 정밀도로 패턴을 형성하는 것이 가능해진다.
- <36> 본 발명은, 제 11 관점에서 보면, 물체 상에 패턴을 형성하는 패턴 형성 방법으로서, 상기 물체 상에 패턴을 생성할 때에, 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계측 방법 중 어느 하나를 사용하여, 상기 물체를 유지하는 이동체의 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는 제 2 패턴 형성 방법이다.
- <37> 이것에 의하면, 예를 들어 물체 상에 패턴을 생성할 때에, 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계측 방법 중 어느 하나를 사용하여 물체를 유지하는 이동체의 위치 정보가 계측된다.
- <38> 본 발명은, 제 12 관점에서 보면, 본 발명의 제 1, 제 2 패턴 형성 방법 중 어느 하나를 사용하여 물체 상에 패

턴을 형성하는 공정과 ; 상기 패턴이 형성된 상기 물체에 처리를 실시하는 공정 ; 을 포함하는 디바이스 제조 방법이다.

<39> 본 발명은, 제 13 관점에서 보면, 물체를 노광하는 노광 방법으로서, 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계측 방법 중 어느 하나를 사용하여, 상기 물체를 유지하는 이동체의 위치 정보를 계측하는 공정을 포함하는 노광 방법이다.

<40> 이것에 의하면, 예를 들어 물체의 노광시에, 본 발명의 제 1, 제 2 위치 계측 방법 중 어느 하나를 사용하여 물체를 유지하는 이동체의 위치 정보가 계측된다.

<41> **도면의 간단한 설명**

<42> 도 1 은 일 실시형태에 관련된 노광 장치의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

<43> 도 2 는 일 실시형태에 관련된 노광 장치에서 사용되는 인코더 시스템 및 간섭계 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

<44> 도 3(A) 및 도 3(B) 는, 각각 도 2 에 있어서의 인코더의 인코더 헤드를 설명하기 위한 도면이다.

<45> 도 4(A) 및 도 4(B) 는, 각각 도 3 의 인코더 헤드의 광원 유닛으로부터 사출되는 광을 설명하기 위한 도면이다.

<46> 도 5(A)~도 5(D) 는, 각각 도 3 의 인코더 헤드의 작용을 설명하기 위한 도면이다.

<47> 도 6 은 일 실시형태에 관련된 노광 장치의 스테이지 제어에 관련되는 제어계를 일부 생략하여 나타내는 블록도이다.

<48> 도 7 은 일 실시형태에 관련된 노광 장치에서 사용되는 인코더 헤드의 변형예를 설명하기 위한 도면이다.

<49> 도 8(A) 는 도 7 의 인코더 헤드를 사용할 때의 인코더의 출력 신호를 설명하기 위한 타이밍 차트이며, 도 8(B) 은 인코더의 출력 신호로부터 복원된 신호를 설명하기 위한 타이밍 차트이다.

<50> 도 9 는 액침 노광 장치에서 사용되는 웨이퍼 스테이지의 변형예를 나타내는 도면이다.

<51> **발명을 실시하기 위한 최선의 형태**

<52> 이하, 본 발명의 일 실시형태를 도 1~도 6 에 기초하여 설명한다.

<53> 도 1 에는, 일 실시형태에 관련된 노광 장치 (100) 의 개략 구성이 나타나 있다. 이 노광 장치 (100) 는, 스텝 앤드 스캔 방식의 주사형 노광 장치, 즉, 이른바 스캐닝 스테퍼이다. 후술하는 바와 같이 본 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL) 가 형성되어 있고, 이하에 있어서는, 이 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 과 평행한 방향을 Z 축 방향, 이것에 직교하는 면 내에서 레티클과 웨이퍼가 상대 주사되는 방향 (도 1 에 있어서의 지면 내 좌우 방향) 을 Y 축 방향, Z 축 및 Y 축에 직교하는 방향 (도 1 에 있어서의 지면 직교 방향) 을 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 설명한다.

<54> 노광 장치 (100) 는, 광원 및 조명광학계를 포함하고, 조명광 (노광광) (IL) 에 의해 레티클 (R) 을 조명하는 조명계 (10), 레티클 (R) 을 유지하는 레티클 스테이지 (RST), 투영 유닛 (PU), 웨이퍼 (W) 가 탑재되는 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 포함하는 웨이퍼 스테이지 장치 (12), 레티클 스테이지 (RST) 및 투영 유닛 (PU) 등이 탑재된 보디 (BD), 및 이들의 제어계 등을 구비하고 있다.

<55> 조명계 (10) 는, 도시하지 않은 레티클 블라인드 (마스킹 시스템) 에 의해 규정된 레티클 (R) 상에서 X 축 방향으로 연장되는 슬릿상의 조명 영역을, 조명광 (IL) 에 의해 거의 균일한 조도로 조명한다. 여기에서, 조명광 (IL) 으로는, 일례로서 ArF 엑시머 레이저 광 (파장 193nm) 이 사용되고 있다.

<56> 레티클 스테이지 (RST) 는, 후술하는 제 2 칼럼 (34) 의 천판 (天板) 을 구성하는 레티클 베이스 (36) 상에, 그 바닥면에 형성된 도시하지 않은 에어 베어링 등에 의해, 예를 들어 수 μm 정도의 클리어런스를 사이에 두고 지지되고 있다.

<57> 레티클 스테이지 (RST) 는, 여기에서는, 예를 들어 리니어 모터 등을 포함하는 레티클 스테이지 구동계 (11) 에 의해, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 수직인 XY 평면 내에서 2 차원적으로 (X 축 방향, Y 축 방향 및 θ_z 방향으로) 미소 구동 가능함과 함께, 주사 방향 (Y 축 방향) 으로 지정된 속도로 주사 구동할 수 있다. 또한, 레티클 스테이지 (RST) 는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평8-130179호 (대응 미국 특허 제6,721,034호 명

세서)에 개시되는 조미동 구조이어도 되고, 그 구조는 본 실시형태(도 1 등)에 한정되는 것은 아니다.

- <58> 레티클 스테이지(RST)의 위치 정보는, 도 1에 나타내는, 레티클 Y 레이저 간섭계(이하, 「레티클 Y 간섭계」라고 한다)(16y)등을 포함하는 레티클 간섭계 시스템에 의해 계속되고 있다. 레티클 간섭계 시스템은, 실제로는 도 6에 나타내는 바와 같이, 레티클 Y 간섭계(16y)와 레티클 X 간섭계(16x)를 구비하고 있다.
- <59> 레티클 Y 간섭계(16y)는, 투영 유닛(PU)의 경통(40)측면에 고정된 고정경(14)(도 1 참조)을 기준으로 하여, 레티클 스테이지(RST)의 Y 위치를, 이동경(평면경 또는 레트로 리플렉터 등)(15)을 통하여, 예를 들어 0.5~1mm 정도의 분해능으로 항상 검출한다. 또한, 레티클 Y 간섭계(16y)는 그 적어도 일부(예를 들어, 광원을 제외하는 광학 유닛)가, 예를 들어 레티클 베이스(36)에 고정되어 있다. 또, 레티클 X 간섭계(16x)는, 레티클 스테이지(RST)에 고정된(또는 형성된)Y축 방향으로 연장되어 형성되는 반사면에 측정빔을 조사하여, 그 반사면의 X 위치를, 레티클 스테이지(RST)의 X 위치로 하여, 경통(40)의 측면에 고정된 고정경(도시 생략)을 기준으로 하여 계속한다. 또한, 레티클 간섭계 시스템은, 반드시 경통(40)에 형성되는 고정경을 사용하여 레티클 스테이지(RST)의 위치 정보를 계속하지 않아도 된다.
- <60> 레티클 X 간섭계(16x)로부터 X 위치 정보 및 레티클 Y 간섭계(16y)로부터의 Y 위치 정보는, 주 제어 장치(20)에 보내지고 있다(도 6 참조).
- <61> 투영 유닛(PU)은, 레티클 스테이지(RST)의 도 1에 있어서의 하방에서 보디(BD)의 일부에 유지되어 있다. 이 보디(BD)는, 클린 룸의 상면(床面)(F)상에 설치된, 예를 들어 프레임 캐스터(FC)상에 형성된 제 1 칼럼(32)과, 이 제 1 칼럼(32)상에 고정된 제 2 칼럼(34)을 구비하고 있다.
- <62> 프레임 캐스터(FC)는, 마루면(床面)(F)상에 수평으로 놓여진 베이스 플레이트(BS)와, 그 베이스 플레이트(BS)상에 고정된 복수개, 예를 들어 3개(또는 4개)의 다리부(39)(단, 도 1에 있어서의 지면 안측의 다리부는 도시 생략)를 구비하고 있다.
- <63> 제 1 칼럼(32)은, 상기 복수개의 다리부(39)각각의 상단에 개별적으로 고정된 복수, 예를 들어 3개(또는 4개)의 제 1 방진 기구(56)에 의해 대략 수평으로 지지된 경통 정반(메인 프레임)(38)을 구비하고 있다.
- <64> 경통 정반(38)에는, 그 대략 중앙부에 도시하지 않은 원형 개구가 형성되고, 이 원형 개구 내에 투영 유닛(PU)이 상방으로부터 삽입되며, 투영 유닛(PU)은 그 외주부에 형성된 플랜지(FLG)를 통하여 유지되고 있다. 경통 정반(38)의 상면에는, 투영 유닛(PU)을 둘러싸는 위치에 복수개, 예를 들어 3개의 다리(41)(단, 도 1에 있어서의 지면 안측의 다리는 도시 생략)의 일단(하단)이 고정되어 있다. 이들 다리(41)각각의 타단(상단)면은, 대략 동일한 수평면 상에 있고, 이들 다리(41)에 전술한 레티클 베이스(36)가 고정되어 있다. 이와 같이 하여, 복수개의 다리(41)에 의해 레티클 베이스(36)가 수평으로 지지되어 있다. 즉, 레티클 베이스(36)와 이것을 지지하는 복수개의 다리(41)에 의해 제 2 칼럼(34)이 구성되어 있다. 레티클 베이스(36)에는, 그 중앙부에 조명광(IL)의 통로가 되는 개구(36a)가 형성되어 있다. 또한, 제 2 칼럼(34)(즉, 적어도 레티클 베이스(36))은, 방진 기구를 통하여 제 1 칼럼(32)에 배치해도 되고, 혹은 제 1 칼럼(32)과는 독립적으로 하여 베이스 플레이트(BS)에 설치해도 된다.
- <65> 투영 유닛(PU)은, 원통형으로 플랜지(FLG)가 형성된 경통(40)과, 그 경통(40)에 유지된 복수의 광학 소자로 이루어지는 투영 광학계(PL)를 포함한다. 본 실시형태에서는, 투영 유닛(PU)을 경통 정반(38)에 탑재하는 것으로 했지만, 예를 들어 국제 공개 제2006/038952호 팜플렛에 개시되어 있는 바와 같이, 투영 유닛(PU)의 상방에 배치되는 도시하지 않은 메인 프레임 부재, 혹은 레티클 베이스(36)등에 대해 투영 유닛(PU)을 매달아 지지해도 된다.
- <66> 투영 광학계(PL)로는, 예를 들어 Z축 방향과 평행한 광축(AX)을 따라 배열되는 복수 장의 렌즈(렌즈 엘리먼트)를 포함하는 굴절 광학계가 사용되고 있다. 이 투영 광학계(PL)는, 예를 들어 양측 텔레센트릭하고 소정의 투영 배율(예를 들어 1/4 배 또는 1/5 배)을 갖는다. 이 때문에, 조명계(10)로부터의 조명광(IL)에 의해 전술한 조명 영역이 조명되면, 투영 광학계(PL)의 제 1 면(물체면)과 패턴면이 거의 일치하여 배치되는 레티클(R)을 통과한 조명광(IL)에 의해, 투영 광학계(PL)를 통하여 그 조명 영역 내 레티클의 회로 패턴의 축소 이미지(회로 패턴의 일부 축소 이미지)가 그 제 2 면(이미지면)측에 배치되는, 표면에 레지스트(감광제)가 도포된 웨이퍼(W)상의 상기 조명 영역에 공역인 영역(노광 영역)에 형성된다. 그리고, 레티클 스테이지(RST)와 웨이퍼 스테이지(WST)의 동기 구동에 의해, 조명 영역(조명광(IL))에 대해 레티클(R)을 주사 방향(Y축 방향)으로 상대 이동함과 함께, 노광 영역(조명광(IL))에 대해 웨이퍼(W)

를 주사 방향 (Y 축 방향) 으로 상대 이동시킴으로써, 웨이퍼 (W) 상의 하나의 쇼트 영역 (구획 영역) 의 주사 노광이 실시되어, 그 쇼트 영역에 레티클의 패턴이 전사된다. 즉, 본 실시형태에서는 조명계 (10), 레티클 (R) 및 투영 광학계 (PL) 에 의해 웨이퍼 (W) 상에 패턴이 생성되고, 조명광 (IL) 에 의한 웨이퍼 (W) 상의 감응층 (레지스트층) 의 노광에 의해 웨이퍼 (W) 상에 그 패턴이 형성된다.

- <67> 웨이퍼 스테이지 장치 (12) 는, 상기 베이스 플레이트 (BS) 상에 복수 (예를 들어 3 개) 의 제 2 방진 기구 (도시 생략) 에 의해 대략 수평으로 지지된 스테이지 베이스 (71), 그 스테이지 베이스 (71) 의 상방에 배치된 웨이퍼 스테이지 (WST), 그 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 구동하는 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) 등을 구비하고 있다.
- <68> 스테이지 베이스 (71) 는, 정반이라고도 불리는 판상 부재로 이루어지고, 그 상면은 매우 높은 평탄도로 마무리되어, 웨이퍼 스테이지 (WST) 이동시의 가이드면으로 되어 있다.
- <69> 웨이퍼 스테이지 (WST) 는, 예를 들어 리니어 모터, 보이스 코일 모터 등을 포함하는 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) 에 의해, X 축 방향, Y 축 방향, Z 축 방향, Θ_x 방향, Θ_y 방향 및 Θ_z 방향의 6 자유도 방향으로 구동된다.
- <70> 또한, 웨이퍼 스테이지 (WST) 로서, 예를 들어 리니어 모터 등에 의해 적어도 X 축 방향, Y 축 방향, 및 Θ_z 방향으로 구동되는 웨이퍼 스테이지 본체와, 그 웨이퍼 스테이지 본체 상에서 보이스 코일 모터 등에 의해 적어도 Z 축 방향, Θ_x 방향, Θ_y 방향으로 미소 구동되는 웨이퍼 테이블을 구비한 구조를 채용해도 된다.
- <71> 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에, 도시하지 않은 웨이퍼 홀더를 통하여 웨이퍼 (W) 가 탑재되고, 웨이퍼 (W) 는, 예를 들어 진공 흡착 (또는 정전 흡착) 에 의해 고정되어 있다.
- <72> 또, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 (이동면) 내의 위치 정보는, 도 1 에 나타내는, 헤드 유닛 (46B, 46C, 46D) 및 이동 스케일 (44B, 44C, 44D) 등을 포함하는 인코더 시스템과, 웨이퍼 레이저 간섭계 시스템 (이하, 「웨이퍼 간섭계 시스템」이라고 한다) (18) 에 의해 각각 계측 가능하게 구성되어 있다. 이하, 웨이퍼 스테이지 (WST) 용의 인코더 시스템, 및 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 구성 등에 대해 상세히 서술한다.
- <73> 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 상면에는, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 (W) 를 둘러싸고 4 개의 이동 스케일 (44A~44D) 이 고정되어 있다. 이것을 더욱 상세히 서술하면, 이동 스케일 (44A~44D) 은, 동일 소재 (예를 들어 세라믹스, 또는 저열팽창의 유리 등) 로 이루어지고, 그 표면에 길이 방향을 주기 방향으로 하는 반사형의 회절 격자가 형성되어 있다. 이 회절 격자는, 예를 들어 $4\mu\text{m}\sim 138\text{nm}$ 사이의 피치, 본 실시형태에서는 $1\mu\text{m}$ 피치로 형성되어 있다. 또한, 도 2 에서는, 도시의 편의상, 격자의 피치는 실제의 피치에 비해 현격히 넓게 도시되어 있다.
- <74> 이동 스케일 (44A 및 44C) 은, 길이 방향이 도 2 에 있어서의 Y 축 방향과 일치하고, 웨이퍼 스테이지 (WST) (이동경 (17X, 17Y) 을 제외하고 생각한다) 의 중심을 통과하는, Y 축 방향에 평행한 중심선에 관해서 대칭으로 배치되고, 이동 스케일 (44A, 44C) 에 형성된 각 회절 격자도, 그 중심선에 관해서 대칭된 배치로 되어 있다. 이들 이동 스케일 (44A, 44C) 은, 회절 격자가 Y 축 방향으로 주기적으로 배열되어 있으므로, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 위치 계측에 사용된다.
- <75> 또, 이동 스케일 (44B 및 44D) 은, 길이 방향이 도 2 에 있어서의 X 축 방향과 일치하고, 웨이퍼 스테이지 (WST) (이동경 (17X, 17Y) 을 제외하고 생각한다) 의 중심을 통과하는, X 축 방향에 평행한 중심선에 관해서 대칭으로 배치되고, 이동 스케일 (44B, 44D) 에 형성된 각 회절 격자도, 그 중심선에 관해서 대칭된 배치로 되어 있다. 이들 이동 스케일 (44B, 44D) 은, 회절 격자가 X 축 방향으로 주기적으로 배열되어 있으므로, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 축 방향의 위치 계측에 사용된다.
- <76> 또한, 도 1 에 있어서는, 웨이퍼 (W) 가, 이동 스케일 (44C) 의 상방에 노출된 상태가 나타나 있는데, 이것은 편의상 이와 같이 한 것으로, 실제로는, 이동 스케일 (44A~44D) 의 상면은 웨이퍼 (W) 의 상면과 거의 동일 높이, 혹은 상방에 위치하고 있다.
- <77> 한편, 도 1 및 도 2 에서 알 수 있는 바와 같이, 투영 유닛 (PU) 의 최하 단부의 주위를 사방에서 둘러싸는 상태로, 4 개의 인코더 헤드 유닛 (이하, 「헤드 유닛」으로 약술한다) (46A~46D) 이, 각각 대응하는 이동 스케일 (44A~44D) 과 교차하여 배치되어 있다. 헤드 유닛 (46A~46D) 은, 도 1 에서는 도면의 착종 (錯綜) 을 피하는 관점에서 도시가 생략되어 있지만, 실제로는, 지지 부재를 통하여 경통 정반 (38) 에 매달린 상태로 고정되어 있다.

- <78> 헤드 유닛 (46A, 46C) 은, 투영 유닛 (PU) 의 -X 축, +X 축에 각각, 대응하는 이동 스케일 (44A, 44C) 의 길이 방향 (도 2 에 있어서의 Y 축 방향) 과 직교하는 X 축 방향을 길이 방향으로 하고, 또한 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 관해서 대칭으로 배치되어 있다. 또, 헤드 유닛 (46B, 46D) 은, 투영 유닛 (PU) 의 +Y 축, -Y 축에 각각 대응하는 이동 스케일 (44B, 44D) 의 길이 방향 (도 2 에 있어서의 X 축 방향) 과 직교하는 Y 축 방향을 길이 방향으로 하고, 또한 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 관해서 대칭으로 배치되어 있다.
- <79> 헤드 유닛 (46A~46D) 의 각각은, 동일한 구성 및 작용을 가지고 있다. 그래서, 헤드 유닛 (46A) 에 대해 대표적으로 설명한다.
- <80> 헤드 유닛 (46A) 은, 일례로서 도 3(A) 및 도 3(B) 에 나타내는 바와 같이, 그 길이 방향을 따라 소정 간격 (예를 들어, 거의 간극이 없는 피치) 으로 배치된 복수의 광원 (48) (광원군) 을 갖는 광원 유닛 (47), 수광 소자 (PD), 및 3 개의 고정축 회절 격자, 즉 제 1 내지 제 3 인텍스 스케일 (49a~49c) 을 가지고 있다.
- <81> 각 광원 (48) 은, 각각 대략 연직 하방 (-Z 방향) 을 향하여, 예를 들어 파장 850nm 의 레이저 광을 사출한다. 따라서, 본 실시형태에서는, 일례로서 도 4(A) 및 도 4(B) 에 나타내는 바와 같이, 광원 유닛 (47) 으로부터는, 실질적으로 X 축 방향으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔 (Bm) 이 대략 연직 하방을 향하여 사출된다. 또한, 광원 (48) 으로는, 예를 들어 레이저 다이오드 (반도체 레이저) 등이 사용된다.
- <82> 제 1 인텍스 스케일 (49a) 은, 광원 유닛 (47) 의 하방 (-Z 축) 에 배치되고, Y 축 방향을 주기 방향으로 하는 예를 들어 4 μ m~138nm 사이의 피치, 일례로서 0.98 μ m (1 μ m 와는 약간 상이한) 피치의 회절 격자가 그 길이 방향 (X 축 방향) 의 거의 전체 범위에 형성된 플레이트로 이루어지는 투과형의 위상 격자이다. 이 때문에, 광원 유닛 (47) 으로부터 사출된 광 빔 (Bm) 이 인텍스 스케일 (49a) 에 조사되면, 그 광 빔 (Bm) 의 복수의 회절광이 발생한다. 도 5(A) 에는, 그러한 회절광 중, 제 1 인텍스 스케일 (49a) 에서 발생한 +1 차 회절광 (Ba1) 과 -1 차 회절광 (Ba2) 이 나타나 있다.
- <83> 제 2 인텍스 스케일 (49b) 은, Y 축 방향을 주기 방향으로 하는 예를 들어 0.49 μ m 피치 (인텍스 스케일 (49a) 의 절반의 피치) 의 회절 격자가 그 길이 방향 (X 축 방향) 의 거의 전체 범위에 형성된 플레이트로 이루어지는 투과형의 위상 격자이다. 이 인텍스 스케일 (49b) 은, 인텍스 스케일 (49a) 에서 발생한 +1 차 회절광 (Ba1) 이 입사 가능한 위치에 배치되어 있다. 또, 제 3 인텍스 스케일 (49c) 은, 인텍스 스케일 (49b) 과 동일한 회절 격자가 형성된 플레이트로 이루어지는 투과형의 위상 격자로, 인텍스 스케일 (49a) 에서 발생한 -1 차 회절광 (Ba2) 이 입사 가능한 위치에 배치되어 있다.
- <84> 인텍스 스케일 (49b) 은, 인텍스 스케일 (49a) 에서 발생한 +1 차 회절광 (Ba1) 을 회절하여 -1 차 회절광 (Bb) 을 생성하고, 이 -1 차 회절광 (Bb) 은 이동 스케일 (44A) 을 향한다. 또, 인텍스 스케일 (49c) 은, 인텍스 스케일 (49a) 에서 발생한 -1 차 회절광 (Ba2) 을 회절하여 +1 차 회절광을 생성하고, 이 +1 차 회절광은 이동 스케일 (44A) 을 향한다.
- <85> 여기에서, 인텍스 스케일 (49b) 에서 생성된 -1 차 회절광과, 인텍스 스케일 (49c) 에서 생성된 +1 차 회절광은, 이동 스케일 (44A) 상의 동일 위치 (영역) 에 입사된다. 도 5(B) 에는, 도 5(A) 를 +Y 축에서 본 측면도가 나타나 있다.
- <86> 이동 스케일 (44A) 의 표면에는, 전술한 바와 같이, Y 축 방향을 주기 방향으로 하는 반사형 회절 격자가 형성되어 있다. 이 이동 스케일 (44A) 은, 인텍스 스케일 (49b) 에서 생성된 -1 차 회절광을 회절하여 +1 차 회절광을 생성하고, 제 3 인텍스 스케일 (49c) 에서 생성된 +1 차 회절광을 회절하여 -1 차 회절광을 생성한다. 그리고, 이들 회절광은, 서로 간섭된 상태로, 이동 스케일 (44A) 의 상방 (인텍스 스케일 (49a) 의 하방) 에 위치하는 수광 소자 (PD) 에서 수광된다.
- <87> 이 경우, 전술한 바와 같이, 인텍스 스케일 (49a) 의 격자 피치와 이동 스케일 (44A) 의 격자 피치는 서로 약간 상이하므로, 일례로서 도 5(C) 에 나타내는 바와 같이, 버니어 줄무늬를 수광 소자면에 발생시킬 수 있다. 이 경우에, 일례로서 도 5(D) 에 나타내는 바와 같이, 수광 소자 (PD) 를 2 개의 부분 수광 소자 (PDa, PDb) 로 이루어지는 2 분할 수광 소자로 함으로써, 예를 들어 부분 수광 소자 (PDa) 로부터 sin 파상의 신호가 출력되고, 부분 수광 소자 (PDb) 로부터 cos 파상의 신호가 출력된다. 즉, 2 상 정현파를 얻을 수 있다. 또한, 2 상 정현파를 얻는 방법에는, 예를 들어, 야나오, 와타나베 : 「최근의 광전 인코더 기술과 응용」, 광학 기술 컨택트, Vol19, No5 (이하, 편의상 「야나오 문헌」 이라고 한다) 에 기재되어 있는 바와 같이 여러 가지 방법이 있으며, 어느 방법을 사용해도 된다.

- <88> 또한, 인덱스 스케일 (49a) 과 이동 스케일 (44A) 의 격자 피치는, 반드시 약간 다르게 할 필요는 없고, 예를 들어 인덱스 스케일 (49a) 과 이동 스케일 (44A) 의 격자 피치를 동일 (예를 들어 1 μ m) 하게 해도 된다. 이 경우, 인덱스 스케일 (49b, 49c) 의 격자 피치는, 예를 들어 0.5 μ m 로 해도 된다. 어떻게 하든, 수광 소자 (PD) (반드시 2 분할 수광 소자가 아니어도 된다) 에서 수광한 간섭광의 광전 변환 신호가 인코더 헤드 (46A) 의 출력 신호로서 주 제어 장치 (20) 에 공급된다.
- <89> 주 제어 장치 (20) 는, 예를 들어, 상기 야나오 문헌에 기재되어 있는 방법, 혹은 그 밖의 공지된 수법을 사용하여, 수광 소자 (PD) 로부터의 출력 신호에 기초하여 얻어지는, 서로 90° 위상이 상이한 2 개의 주기적인 신호 (예를 들어 sin 파, cos 파) 를 검출하여, 2 개 신호의 진폭과 위상의 관계로부터, 인코더 헤드 (46A) 와 이동 스케일 (44A) 의 상대 위치 관계 및 양자의 상대적인 운동 방향을 산출한다. 즉, 주 제어 장치 (20) 는, 수광 소자 (PD) 의 출력 신호에 기초하여, 이동 스케일 (44A) (웨이퍼 스테이지 (WST)) 의 Y 축 방향에 관한 위치 정보를 산출한다. 이와 같이, 본 실시형태에서는, 헤드 유닛 (46A) 과 이동 스케일 (44A) 에 의해, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 위치 정보 (이동량 및 이동 방향) 를 측정하는 Y 리니어 인코더 (이하, 적절히 「인코더」 로 약술한다) (50A) (도 2, 도 6 참조) 가 구성되어 있다.
- <90> 동일하게, 헤드 유닛 (46B) 은, 이동 스케일 (44B) 과 함께, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 축 방향의 위치 정보 (이동량 및 이동 방향) 를 측정하는 X 리니어 인코더 (이하, 적절히 「인코더」 로 약술한다) (50B) (도 2, 도 6 참조) 를 구성한다. 또, 헤드 유닛 (46C) 은, 이동 스케일 (44C) 과 함께, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 위치 정보 (이동량 및 이동 방향) 를 측정하는 Y 리니어 인코더 (50C) (도 2, 도 6 참조) 를 구성한다. 또, 헤드 유닛 (46D) 은, 이동 스케일 (44D) 과 함께, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 축 방향의 위치 정보 (이동량 및 이동 방향) 를 측정하는 X 리니어 인코더 (50D) (도 2, 도 6 참조) 를 구성한다. 이들 인코더 (50B ~ 50D) 의 출력 신호는, 주 제어 장치 (20) 에 공급되고 있다. 주 제어 장치 (20) 는, Y 리니어 인코더 (50A, 50C) 와 X 리니어 인코더 (50B, 50D) 의 적어도 일방의 출력 신호에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향, 및/또는 X 축 방향에 관한 위치 정보에 추가하여, θ_z 방향에 관한 위치 정보, 즉 Z 축 둘레의 회전 정보 (요잉) 도 산출한다. 또한, 본 실시형태에서는 4 개의 헤드 유닛 (46A~46D) 을 경통 정반 (38) 에 매달아 지지하는 것으로 했지만, 도 1 의 노광 장치 (100) 가 전술한 바와 같이 메인 프레임 부재 또는 레티클 베이스 (36) 에 대해 투영 유닛 (PU) 을 매달아 지지하는 구성인 경우, 예를 들어 투영 유닛 (PU) 과 일체로 헤드 유닛 (46A~46D) 을 매달아 지지해도 되고, 혹은 투영 유닛 (PU) 과는 독립적으로 메인 프레임 부재 또는 레티클 베이스 (36) 로부터 매달아 지지되는 측정 프레임에 4 개의 헤드 유닛 (46A~46D) 을 설치해도 된다. 후자에서는, 투영 유닛 (PU) 을 매달아 지지하지 않아도 된다.
- <91> 또, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내의 위치 정보는, 도 1 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST) 에 고정된 이동경 (17) 에 측정 빔을 조사하는 웨이퍼 레이저 간섭계 시스템 (이하, 「웨이퍼 간섭계 시스템」 이라고 한다) (18) 에 의해, 예를 들어 0.5~1nm 정도의 분해능으로 항상 검출되어 있다. 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 은, 그 적어도 일부 (예를 들어, 광원을 제외한 광학 유닛) 가, 경통 정반 (38) 에 매달린 상태로 고정되어 있다. 또한, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 적어도 일부를, 투영 유닛 (PU) 과 일체로 매달아 지지해도 되고, 혹은 전술한 측정 프레임에 형성해도 된다.
- <92> 여기에서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에는, 실제로는, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 주사 방향인 Y 축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 Y 이동경 (17Y) 과, 비주사 방향인 X 축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 X 이동경 (17X) 이 형성되어 있는데, 도 1 에서는, 이들이 대표적으로 이동경 (17) 으로서 나타나 있다.
- <93> 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 은, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 와, 2 개의 웨이퍼 X 간섭계 (18X₁) 및 (18X₂) 의 3 개의 간섭계를 포함한다. 이 중, 웨이퍼 Y 간섭계 (이하, 「Y 간섭계」 로 약술한다) (18Y) 로는, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) (전술한 노광 영역의 중심) 및 도시하지 않은 얼라이먼트계의 검출 중심을 통과하는 Y 축에 평행한 축 (중심축) 에 관해서 대칭인 2 개의 측정 축을 포함하는 복수의 측정축을 갖는 다축 간섭계가 사용되고 있다. Y 간섭계 (18Y) 는, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 투영 광학계 (PL) 의 투영 중심 (광축 (AX), 도 1 참조) 을 통과하는 Y 축에 평행한 직선으로부터 동일 거리 -X 축, +X 축으로 떨어져 있는 Y 축 방향의 측정축을 따라서 2 개의 측정 빔을 이동경 (17Y) 에 각각 투사하고, 각각의 반사광을 수광함으로써, 측정 빔의 조사점에 있어서의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 위치 정보를, 투영 광학계 (PL) 의 경통의 측면에 고정된 Y 고정경의 반사면을 기준으로 하여 검출하고 있다. 또, 이 Y 간섭계는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 θ_x 방향의 회전 정보 (피칭) 및 θ_z 방향의 회전 정보 (요잉) 도 측정한다.

- <94> 웨이퍼 X 간섭계 (18X₁) 는, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 을 통과하는 X축에 평행한 축 (중심축) 에 관해서 대칭인 2 개의 측정축을 따라서 측정 빔을 이동경 (17X) 에 대해 조사한다. 이 웨이퍼 X 간섭계 (18X₁) 는, 투영 유닛 (PU) 의 경통 (40) 측면에 고정된 X 고정경의 반사면을 기준으로 하는 이동경 (17X) 의 반사면의 위치 정보를 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치로서 계측한다. 또, 이 X 간섭계 (18X₁) 는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Θ_y 방향의 회전 정보 (롤링) 도 계측한다.
- <95> 웨이퍼 X 간섭계 (18X₂) 는, 도시하지 않은 얼라이언트계의 검출 중심을 통과하는, X 축에 평행한 측정축을 따라서 측정 빔을 이동경 (17X) 에 대해 조사하고, 얼라이언트계의 측면에 고정된 고정경의 반사면을 기준으로 하는 이동경 (17X) 의 반사면의 위치 정보를 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치로서 계측한다.
- <96> 또한, 도 1 에서는, X 간섭계 (18X₁, 18X₂) 및 Y 간섭계 (18Y) 가 대표적으로 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 으로 도시되고, X 축 방향 위치 계측용의 고정경과 Y 축 방향 위치 계측용의 고정경이 대표적으로 고정경 (57) 으로서 도시되어 있다. 또, 얼라이언트계 및 이것에 고정된 고정경은 도시가 생략되어 있다.
- <97> 본 실시형태에서는, 웨이퍼 X 간섭계 (18X₁) 와 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 는, 웨이퍼의 노광 동작시에 사용되는 인코더 시스템의 캘리브레이션에 사용됨과 함께, 웨이퍼 X 간섭계 (18X₂) 와 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 는, 얼라이언트계에 의한 마크 검출시에 사용된다. 또한, 웨이퍼 X 간섭계 (18X₂) 를, 웨이퍼 X 간섭계 (18X₁) 와 동일하게 다축 간섭계에 의해 구성하고, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치 외에, 회전 정보 (요잉 및 롤링) 를 계측할 수 있도록 해도 된다. 또, 예를 들어, 이동경 (17X, 17Y) 대신에, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 단면을 경면 가공하여 반사면 (이동경 (17X, 17Y) 의 반사면에 상당) 을 형성해도 된다. 또한 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 은 반드시 투영 유닛 (PU) 및 얼라이언트계에 형성되는 고정경을 사용하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 정보를 계측하지 않아도 된다.
- <98> 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y), 웨이퍼 X 간섭계 (18X₁) 및 웨이퍼 X 간섭계 (18X₂) 의 계측 결과는, 주제어 장치 (20) 에 공급된다.
- <99> 도 6 에는, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 의 웨이퍼 스테이지 제어에 관한 제어계가 일부 생략되어 블록도에 나타나 있다. 이 도 6 의 제어계는, 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 제어하는 주제어 장치 (20) 를 중심으로 하여 구성되어 있다.
- <100> 상기 서술한 바와 같이 하여 구성된 노광 장치 (100) 에서는, 예를 들어 일본 공개특허공보 소61-44429호 및 대응하는 미국 특허 제4,780,617호 명세서 등에 개시되어 있는 EGA (인핸드 글로벌 얼라이언트) 방식 등으로 실시되는 웨이퍼 얼라이언트 동작시에는, 상기 서술한 바와 같이, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 계측치에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치가 주제어 장치 (20) 에 의해 관리되고, 웨이퍼 얼라이언트 동작시 이외, 예를 들어 노광 동작시 등에는, 인코더 (50A~50D) 의 계측 결과에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치가 주제어 장치 (20) 에 의해 관리된다. 또한, 웨이퍼 얼라이언트 동작시에도 인코더 (50A~50D) 의 계측치에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치를 관리해도 된다. 또, 인코더 (50A~50D) 의 계측치에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치를 관리하는 경우, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 적어도 1 개의 계측치 (예를 들어, Z 축, Θ_x 및 Θ_y 방향의 위치 정보) 를 병용해도 된다.
- <101> 따라서, 본 실시형태에서는, 웨이퍼 얼라이언트 동작 종료 후, 노광 개시 전까지 동안에, 웨이퍼 스테이지의 XY 평면 내의 위치 계측에 사용하는 위치 계측계를 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) (즉, 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 및 웨이퍼 X 간섭계 (18X₂)) 에서 인코더 (50A~50D) 로 전환하는, 위치 계측계의 전환 동작이, 주제어 장치 (20) 에 의해 소정의 순서로 실시된다.
- <102> 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 통상적인 스캐닝 스테퍼와 동일하게, 레티클 얼라이언트계, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 기준 마크판 및 얼라이언트계 (모두 도시 생략) 등을 사용하여, 레티클 얼라이언트 (레티클 좌표계와 웨이퍼 좌표계의 대응을 포함한다) 및 얼라이언트계의 베이스 라인 계측 등의 일련의 작업이 실시된다. 이들 일련의 작업 중의 레티클 스테이지 (RST), 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어는, 간섭계 (16y) 및 (16x), 그리고 간섭계 (18X₁, 18X₂, 18Y) 의 계측치에 기초하여 실시된다. 또한, 레티클 얼라이언트, 혹은 베이스 라인 계측 등에서도, 전술한 인코더의 계측치만, 또는 간섭계와 인코더의 양쪽의 계측치에 기

초하여 레티클 스테이지 (RST), 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어를 실시해도 된다.

- <103> 이어서, 주제어 장치 (20) 에 의해, 도시하지 않은 웨이퍼 로더 (반송 장치) 를 사용하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 교환 (웨이퍼 스테이지 (WST) 상에 웨이퍼가 없는 경우에는, 웨이퍼의 로드) 이 실시되고, 그 웨이퍼에 대한 얼라이먼트계를 사용한, 예를 들어 EGA 방식의 웨이퍼 얼라이먼트가 실시된다. 이 웨이퍼 얼라이먼트에 의해, 얼라이먼트 좌표계 상에 있어서의 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역의 배열 좌표 (즉, X 축, Y 축 방향의 위치 정보) 가 구해진다.
- <104> 그 후, 위치 계측계의 전환이 실시되고, 주제어 장치 (20) 에 의해, EGA 방식으로 구한 웨이퍼 상의 각 쇼트 영역의 위치 정보, 먼저 계측한 베이스 라인 및 인코더 (50A~50D) 의 계측치에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치를 관리하고, 또한 간섭계 (16y) 및 (16x) 의 계측치에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 위치를 관리 하면서, 통상적인 스캐닝 스테퍼와 동일한 순서로, 스텝 앤드 스캔 방식의 노광이 실시되어, 레티클 (R) 의 패턴이 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역에 각각 전사된다.
- <105> 이상 설명한 바와 같이, 본 실시형태에 의하면, 인코더 (50A~50D) 의 헤드 유닛 (46A~46D) 은, 바로 위에서 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 이동 스케일 (44A~44D) 에 광 빔을 조사하므로, 그 광 빔의 광로 길이를 레이저 간섭계의 측정 빔의 광로 길이에 비해 매우 짧게 할 수 있다. 또, 헤드 유닛이, 바로 위에서 이동 스케일에 광 빔을 조사하므로, 이동 스케일 (44A~44D) 이, 웨이퍼 (W) 의 근방에 그 웨이퍼 (W) 를 둘러싸는 배치를 채용할 수 있다. 따라서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 소형화가 가능함과 함께, 레이저 간섭계와 달리, 실질적으로 변화 (굴절률 변화) 의 영향 등을 받지 않고, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내의 위치 정보 (θ_z 방향의 회전 정보를 포함한다) 를 양호한 정밀도로 구할 수 있다.
- <106> 또, 웨이퍼 스테이지 (WST) 가, Y 축에 교차하는 방향, 예를 들어 X 축 방향으로 이동해도, 헤드 유닛 (46A, 46C) 의 조사계로부터 X 축 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔이 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 이동 스케일 (44A, 44C) 에 각각 조사되므로, 주제어 장치 (20) 는, 헤드 유닛 (46A, 46C) (인코더 (50A, 50C)) 의 출력 신호에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 위치 정보 (및 θ_z 방향의 회전 정보) 를 구할 수 있다. 동일하게, 웨이퍼 스테이지 (WST) 가, X 축에 교차하는 방향, 예를 들어 Y 축 방향으로 이동해도, 헤드 유닛 (46B, 46D) 의 조사계로부터 Y 축 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔이 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 이동 스케일 (44B, 44D) 에 각각 조사되므로, 주제어 장치 (20) 는, 헤드 유닛 (46B, 46D) (인코더 (50B, 50D)) 의 출력 신호에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 축 방향의 위치 정보 (및 θ_z 회전 정보) 를 구할 수 있다.
- <107> 또, 본 실시형태에서는, 또, 파장 850nm 의 광원을 사용하여, 피치가 대략 1 μ m 인 회절 격자를 갖는 인덱스 스케일 (49a) 및 이동 스케일 (44A~44D), 그리고 피치가 이들의 1/2 인 인덱스 스케일 (49b, 49c) 을 사용하여, 진술한 반사식의 3 격자 인코더 (회절 간섭 방식) 를 구성하고 있으므로, 레이저 간섭계와 동일한 정도, 내지는, 보다 높은 분해능으로, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 XY 평면 내의 위치 정보 (θ_z 방향의 회전 정보를 포함한다) 를 양호한 정밀도로 계측하는 것이 가능해진다. 이와 같이, 이동 스케일 (44A~44D) (그레이팅) 의 주기 (격자 피치) 를 광 빔의 파장을 고려하여 적절히 정함으로써, 레이저 간섭계와 동일한 정도의 분해능에서의 계측이 가능해진다.
- <108> 또, 본 실시형태에 의하면, 적어도 노광시에는, 진술한 바와 같이, 인코더 (50A~50D) 를 사용하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 평면 내의 위치 정보를 양호한 정밀도로 구할 수 있다. 따라서, 주제어 장치 (20) 는, 이 계측 결과에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) 를 통하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 XY 평면 내에서 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능해진다.
- <109> 또, 본 실시형태에 의하면, 레티클 스테이지 (RST) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 Y 축 방향으로 동기 이동시킴으로써, 조명계 (10), 레티클 (R) 및 투영 광학계 (PL) 에 의해 웨이퍼 (W) 상에 패턴이 생성되고, 그 패턴으로 웨이퍼 (W) 상의 감응층 (레지스트 층) 이 노광된다. 이로써, 웨이퍼 (W) 상에 양호한 정밀도로 패턴을 형성하는 것이 가능해진다.
- <110> 또한, 본 실시형태에서는, 상기 각 헤드 유닛이, 광원 유닛 (47) 의 복수의 광원 (48) (광원군) 에 의해, 실질적으로 X 축 방향, 또는 Y 축 방향으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔 (Bm) 을 형성하는 경우에 대해 설명했지만, 본 발명이 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어 실린드릭 렌즈 (빔 익스펜더) 등의 광학 소자를 사용하여, 단일의 광원으로부터 사출되는 레이저 광을 정형함으로써, 실질적으로 X 축 방향, 또는 Y 축 방향으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 형성하는 것으로 해도 되고, 복수의 광원으로부터 사출되는 레이저 광을 1 개 또는

복수의 실린드릭 렌즈 등으로 각각 정형하고, 이 정형한 복수의 레이저 광을 이어서 실질적으로 X 축 방향, 또는 Y 축 방향으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 형성하는 것으로 해도 된다. 전자에서는, 광원 유닛 (47) 의 광원이 1 개이면 되고, 후자에서는, 광원 유닛 (47) 은 그 길이 방향으로 복수의 광원이 이산적으로 배치되어, 도 3(B) 과 비교하여 광원의 수를 적게 할 수 있다.

<111> 혹은, 상기 헤드 유닛 (46A) 대신에, 일례로서 도 7 에 나타내는 바와 같이, 광원 (48) 과, 그 광원 (48) 으로부터 사출된 광 빔 (레이저 광) 을, XZ 평면 (Z 축과 X 축을 포함하는 면) 내에서 소정 각도 범위에서 편향시킴으로써, XY 평면 내에서 광 빔을 X 축 방향으로 주사하기 위한 편향 광학 소자 (50) (예를 들어, 가르바노미러) 와, 상기 수광 소자 (PD) 를 갖는 헤드 유닛을 사용해도 된다. 즉, 이 주사되는 광 빔에 의해, 실질적으로 X 축 방향으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 형성하는 것으로 해도 된다. 이 경우, 일례로서 도 8(A) 에 나타내는 바와 같이, 수광 소자 (PD) 로부터 출력되는 신호는 간헐적이 되지만, 광 빔의 스캔 주파수가 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동에 비해 충분히 빠르면, 피크 홀드 등의 수법으로 인코더 신호 (Se) 를 복원할 수 있다 (도 8(B) 참조).

<112> 그 밖의 헤드 유닛 (46B~46D) 에 대해서도, 도 8(A) 와 동일한 구성을 채용하여, 주사되는 광 빔에 의해, 실질적으로 X 축 방향, 또는 Y 축 방향으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 형성하는 것으로 해도 된다. 실질적으로 Y 축 방향으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔을 형성하는 경우, 광원 (48) 으로부터 사출된 광 빔 (레이저 광) 을, YZ 평면 (Z 축과 Y 축을 포함하는 면) 내에서, 소정 각도 범위에서 편향시킴으로써 XY 평면 내에서 광 빔을 Y 축 방향으로 주사하는 것은 물론이다. 또한, XY 평면 내에서 광 빔을 X 축, 또는 Y 축 방향으로 주사하는 헤드 유닛을 채용하는 경우, XY 평면 내에서의 광 빔의 단면 형상은, 예를 들어 스팟 형상, 혹은 주사되는 방향으로 연장되는 라인 형상 등이어도 된다.

<113> 요컨대, 상기 헤드 유닛 (46A~46D) 에 있어서의 계측 방향에 직교하는 방향으로 실질적으로 가늘고 길게 연장되는 광 빔이, 각 헤드 유닛으로부터 사출되면 된다.

<114> 또, 상기 실시형태에서는, 상기 헤드 유닛의 수광 소자 (PD) 가 1 개의 수광 소자인 경우에 대해 설명했지만, 이것에 한정되지 않고, 복수의 수광 소자를 각 헤드 유닛의 길이 방향에 배치해도 된다. 이 경우에, 복수의 수광 소자를 병렬 접속해도 된다. 또, 복수의 수광 소자를 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치에 따라 전환하여 사용해도 된다.

<115> 또, 상기 실시형태에서는, 인코더 (50A~50D) 로서, 3 격자의 회절 간섭식 인코더를 사용하는 경우에 대해 설명했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어, 상기 실시형태의 인코더에 있어서의, 인덱스 스케일 (49b, 49c) 대신에 2 장의 반사 미러를 구비한 인코더, 혹은, 인덱스 스케일 (49a) 대신에 빔 스플리터 등의 광학 소자로 광원으로부터의 광을 분기하는 인코더 등을 사용해도 된다. 혹은, 예를 들어, 일본 공개특허공보 2005-114406 호 등에 개시된 바와 같은, 광 반사 블록을 구비한 인코더 등을 사용해도 된다.

<116> 또한, 상기 실시형태에서는, Y 축 방향 위치의 계측에 사용되는 1 쌍의 이동 스케일 (44A, 44C) 과, X 축 방향 위치의 계측에 사용되는 1 쌍의 이동 스케일 (44B, 44D) 이 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에 형성되고, 이것에 대응하여, 1 쌍의 헤드 유닛 (46A, 46C) 이 투영 광학계 (PL) 의 X 축 방향의 일측과 타측에 배치되고, 1 쌍의 헤드 유닛 (46B, 46D) 이 투영 광학계 (PL) 의 Y 축 방향의 일측과 타측에 배치되는 경우에 대해서 예시하였다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, Y 축 방향 위치의 계측용 이동 스케일 (44A, 44C) 및 X 축 방향 위치 계측용 이동 스케일 (44B, 44D) 중 적어도 일방이, 1 쌍이 아니라 1 개만, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에 형성되어 있어도 되고, 혹은, 1 쌍의 헤드 유닛 (46A, 46C) 및 1 쌍의 헤드 유닛 (46B, 46D) 중 적어도 일방이, 1 쌍이 아니라 1 개만 형성되어 있어도 된다. 또, 이동 스케일의 연장 형성 방향 및 헤드 유닛의 연장 형성 방향은, 상기 실시형태의 X 축 방향, Y 축 방향과 같은 직교 방향에 한정되는 것은 아니다.

<117> 또, 상기 실시형태에서는, 이동 스케일 (44A~44D) 은, 예를 들어 세라믹스 또는 저열팽창의 유리로 이루어지는 판상 부재의 표면에 반사형의 회절 격자가 형성되는 것으로 했지만, 예를 들어 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 상면에 직접, 반사형의 회절 격자를 형성해도 된다. 또한, 헤드 유닛 (46A~46D) 으로부터의 광 빔 (Bm) 이 투과 가능한 보호 부재 (예를 들어, 박막 또는 유리판 등) 로 반사형의 회절 격자를 덮어, 회절 격자의 손상 등을 방지해도 된다. 또, 상기 실시형태에서는 XY 평면과 대략 평행한 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 상면에 반사형의 회절 격자를 형성하는 것으로 했지만, 예를 들어 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 하면에 반사형의 회절 격자를 형성해도 된다. 이 경우, 헤드 유닛 (46A~46D) 은 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 하면이 대향하는, 예를 들어 스테이지 베이스 (71) 에 배치된다. 또한 상기 실시형태에서는 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 수평면 내에서 이동시키는 것으로 했지만, 수평면과 교차하는 평면 (예를 들어, ZX 평면 등) 내에서 이동시켜도 된다. 또, 레

티클 스테이지 (RST) 가 2 차원 이동하는 경우, 전술한 인코더 시스템과 동일한 구성의 인코더 시스템을 형성하여 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 정보를 계측해도 된다.

<118> 또한, 상기 실시형태에서는 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 이 5 자유도의 방향 (X 축, Y 축, Θ_x , Θ_y 및 Θ_z 방향) 에 관해서 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 정보를 계측 가능한 것으로 했지만, Z 축 방향의 위치 정보도 계측 가능으로 해도 된다. 이 경우, 적어도 노광 동작시에, 전술한 인코더 시스템의 계측치와 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 계측치 (적어도 Z 축 방향의 위치 정보를 포함한다) 를 사용하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어를 실시해도 된다. 이 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 은, 예를 들어 일본 공개특허공보 2000-323404호 (대응 미국특허 제7,116,401호 명세서), 일본 공표특허공보 2001-513267호 (대응 미국 특허 제 6,208,407호 명세서) 등에 개시되어 있는 바와 같이, XY 평면에 대해 소정 각도 (예를 들어 45도) 경사진 반사면을 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 측면에 형성하고, 이 반사면을 통하여 측정 빔을, 예를 들어 경통 정반 (38) 혹은 전술한 계측 프레임 등에 형성된 반사면에 조사함으로써, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Z 축 방향의 위치 정보를 계측한다. 이 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 에서는, 복수의 측정 빔을 사용함으로써, Z 축 방향에 추가하여 Θ_x 방향 및/또는 Θ_y 방향의 위치 정보도 계측 가능해진다. 이 경우, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동경 (17) 에 조사되는 Θ_x 방향 및/또는 Θ_y 방향의 위치 정보를 계측하기 위한 측정 빔은 사용하지 않아도 된다.

<119> 또, 예를 들어 일본 공개특허공보 평10-214783호 및 대응하는 미국 특허 제6,341,007호 명세서, 그리고 국제 공개 제98/40791호 팜플렛 및 대응하는 미국 특허 제6,262,796호 명세서 등에 개시되어 있는 바와 같이, 2 개의 웨이퍼 스테이지를 사용하여 노광 동작과 계측 동작 (예를 들어, 얼라이먼트계에 의한 마크 검출 등) 을 거의 병행하여 실행 가능한 트윈 웨이퍼 스테이지 방식의 노광 장치에서도, 전술한 인코더 시스템 (도 2) 을 사용하여 각 웨이퍼 스테이지의 위치 제어를 실시하는 것이 가능하다. 여기에서, 노광 동작시뿐만 아니라 계측 동작시에도, 각 헤드 유닛의 배치, 길이 등을 적절히 설정함으로써, 전술한 인코더 시스템 (도 2) 을 그대로 사용하여 각 웨이퍼 스테이지의 위치 제어를 실시하는 것이 가능하지만, 전술한 헤드 유닛 (46A~46D) 과는 별도로, 그 계측 동작 중에 사용 가능한 헤드 유닛을 형성해도 된다. 예를 들어, 얼라이먼트계를 중심으로 하여 십자상으로 배치되는 4 개의 헤드 유닛을 형성하고, 상기 계측 동작시에는 이들 헤드 유닛과 대응하는 이동 스케일 (46A~46D) 에 의해 각 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 정보를 계측하도록 해도 된다. 트윈 웨이퍼 스테이지 방식의 노광 장치에서는, 2 개의 웨이퍼 스테이지에 각각 2 개 또는 4 개의 이동 스케일 (도 2) 이 형성됨과 함께, 일방의 웨이퍼 스테이지에 탑재된 웨이퍼의 노광 동작이 종료되면, 그 일방의 웨이퍼 스테이지와의 교환에 의해, 계측 위치에서 마크 검출 등이 실시된 다음의 웨이퍼를 탑재하는 타방의 웨이퍼 스테이지가 노광 위치에 배치된다. 또, 노광 동작과 병행하여 실시되는 계측 동작은, 얼라이먼트계에 의한 웨이퍼 등 마크의 검출에 한정되는 것이 아니고, 그 대신에 혹은 그것과 조합하여, 예를 들어 웨이퍼의 면 정보 (단차 정보 등) 의 검출 등을 실시해도 된다.

<120> 또, 상기 실시형태에서는, 예를 들어 국제 공개 제2005/074014호 팜플렛, 국제 공개 제1999/23692호 팜플렛, 미국 특허 제6,897,963호 명세서 등에 개시되어 있는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지와는 별도로, 계측 부재 (기준 마크, 센서 등) 를 갖는 계측 스테이지를 형성하여 웨이퍼의 교환 동작시 등에 웨이퍼 스테이지와의 교환에 의해 계측 스테이지를 투영 광학계 (PL) 의 바로 아래에 배치하고, 노광 장치의 특성 (예를 들어, 투영 광학계의 결상 특성 (파면 수차 등), 조명광 (IL) 의 편광 특성 등) 을 계측하는 것으로 해도 된다. 이 경우, 계측 스테이지에도 이동 스케일을 배치하고, 전술한 인코더 시스템을 사용하여 계측 스테이지의 위치 제어를 실시하도록 해도 된다. 또, 웨이퍼 스테이지에 탑재한 웨이퍼의 노광 동작 중, 계측 스테이지는 웨이퍼 스테이지와 간섭하지 않는 소정 위치에 퇴피되어 있고, 이 퇴피 위치와 노광 위치 사이에서 이동되게 된다. 이 때문에, 그 퇴피 위치에 있어서도, 혹은 그 퇴피 위치와 노광 위치의 일방에서 타방으로의 이동 중에도, 웨이퍼 스테이지와 동일하게, 계측 스테이지의 이동 범위도 고려하여, 인코더 시스템에 의한 위치 계측이 불능이 되어 계측 스테이지의 위치 제어가 중단되는 경우가 없도록 각 헤드 유닛의 배치, 길이 등을 설정하거나, 혹은 그것들 헤드 유닛과는 다른 헤드 유닛을 형성하는 것이 바람직하다. 또는, 그 퇴피 위치에서, 또는 그 이동 중에 인코더 시스템에 의한 계측 스테이지의 위치 제어가 중단될 때에는, 인코더 시스템과는 별도의 계측 장치 (예를 들어 간섭계, 인코더 등) 를 사용하여 계측 스테이지의 위치 제어를 실시하는 것이 바람직하다.

<121> 또, 상기 실시형태에서는, 스캐닝 스테퍼에 본 발명이 적용되었을 경우에 대해 설명했지만, 이것에 한정되지 않고, 스텝 앤드 리피트 방식의 투영 노광 장치 (스테퍼) 등의 정지형 노광 장치에 본 발명을 적용해도 된다. 스테퍼 등이라도, 노광 대상인 물체가 탑재된 스테이지의 위치를 인코더로 계측함으로써, 간섭계를 사용하여 그 스테이지의 위치를 계측하는 경우와 달리, 공기 변화 등에서 기인하는 위치 계측 오차의 발생을 대부분 영으

로 할 수 있다. 또, 쇼트 영역과 쇼트 영역을 합성하는 스텝 앤드 스티치 방식의 노광 장치, 프록시미티 방식의 노광 장치, 또는 미러 프로젝션 얼라이너 등에도 본 발명은 적용할 수 있다.

<122> 또, 상기 실시형태의 노광 장치에 있어서의 투영 광학계 (PL) 는, 축소계 뿐만 아니라 등배 및 확대계 중 어느 하나이어도 되고, 굴절계뿐만 아니라, 반사계 및 반사 굴절계 중 어느 하나이어도 되며, 그 투영 이미지는 도립상 및 정립상 중 어느 하나이어도 된다. 또한, 투영 광학계 (PL) 를 통하여 조명광 (IL) 이 조사되는 노광 영역은, 투영 광학계 (PL) 의 시야 내에서 광축 (AX) 을 포함하는 온 액시스 영역이지만, 예를 들어 국제 공개 제2004/107011호 팜플렛에 개시되는 바와 같이, 복수의 반사면을 갖고 또한 중간 이미지를 적어도 1 회 형성하는 광학계 (반사계 또는 반사 굴절계) 가 그 일부에 형성되고, 또한 단일의 광축을 갖는, 이른바 인라인형의 반사 굴절계와 동일하게, 그 노광 영역은 광축 (AX) 을 포함하지 않는 오프 액시스 영역이어도 된다. 또, 전술한 조명 영역 및 노광 영역은 그 형상이 직사각형인 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 원호, 사다리꼴, 혹은 평행사변형 등이어도 된다.

<123> 또, 조명광 (IL) 은 ArF 엑시머 레이저 광 (파장 193nm) 에 한정되지 않고, KrF 엑시머 레이저 광 (파장 248nm) 등의 원 자외광, 또는 F₂ 레이저 광 (파장 157nm) 등의 진공 자외광이어도 된다. 진공 자외광으로서, 예를 들어 국제 공개 제1999/46835호 팜플렛 (대응 미국 특허 7,023,610호 명세서) 에 개시되어 있는 바와 같이, DFB 반도체 레이저 또는 하이버 레이저로부터 발진되는 적외역, 또는 가시역의 단일 파장 레이저 광을, 예를 들어 에르븀 (또는 에르븀과 이테르븀의 양방) 이 도핑된 하이버 앰프로 증폭하고, 비선형 광학 결정을 사용하여 자외광으로 파장 변환된 고조파를 사용해도 된다.

<124> 또, 노광 장치의 조명광 (IL) 으로는 파장 100nm 이상의 광에 한정되지 않고, 파장 100nm 미만의 광을 사용해도 되는 것은 물론이다. 예를 들어, 최근, 70nm 이하의 패턴을 노광하기 위해서, SOR 또는 플라즈마 레이저를 광원으로 하여, 연 X 선 영역 (예를 들어 5~15nm 의 파장역) 의 EUV (Extreme Ultraviolet) 광을 발생시킴과 함께, 그 노광 파장 (예를 들어 13.5nm) 하에서 설계된 울 반사 축소 광학계, 및 반사형 마스크를 사용한 EUV 노광 장치의 개발이 이루어지고 있다. 이 장치에 있어서는, 원호 조명을 사용하여 마스크와 웨이퍼를 동기 주사하여 스캔 노광하는 구성을 생각할 수 있으므로, 이러한 장치에도 본 발명을 바람직하게 적용할 수 있다. 이 외, 전자선 또는 이온 빔 등의 하전 입자선을 사용하는 노광 장치에도, 본 발명은 적용할 수 있다.

<125> 또한 예를 들어 국제 공개 제99/49504호 팜플렛, 국제 공개 제2004/053955호 팜플렛 (대응 미국 특허 출원 공개 제2005/0252506호 명세서), 미국 특허 제6,952,253호 명세서, 유럽 특허 출원 공개 제1420298호 명세서, 국제 공개 제2004/055803호 팜플렛, 국제 공개 제2004/057590호 팜플렛, 미국 특허 출원 공개 제2006/0231206호 명세서, 미국 특허 출원 공개 제2005/0280791호 명세서 등에 개시되는, 투영 광학계 (PL) 와 웨이퍼 사이에 액체 (예를 들어 순수 등) 가 채워지는 액침 노광 장치 등에도 본 발명을 적용할 수 있다. 이러한 경우에는, 예를 들어, 도 9 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST) (또는 웨이퍼 테이블 (WTB)) 의 상면에 형성되는 발액판 (WRP) 을, 예를 들어 저열 팽창률의 유리로 하고, 그 유리에 스케일 패턴 (회절 격자) 을 직접 형성해도 된다. 혹은, 웨이퍼 테이블을 유리로 하여 회절 격자를 형성해도 된다. 또한, 상기 실시형태의 이동 스케일 (도 2) 을 갖는 웨이퍼 스테이지 (또는 계측 스테이지) 를 구비하는 액침형 노광 장치에서는, 그 이동 스케일의 표면에 발액막을 형성해 두는 것이 바람직하다.

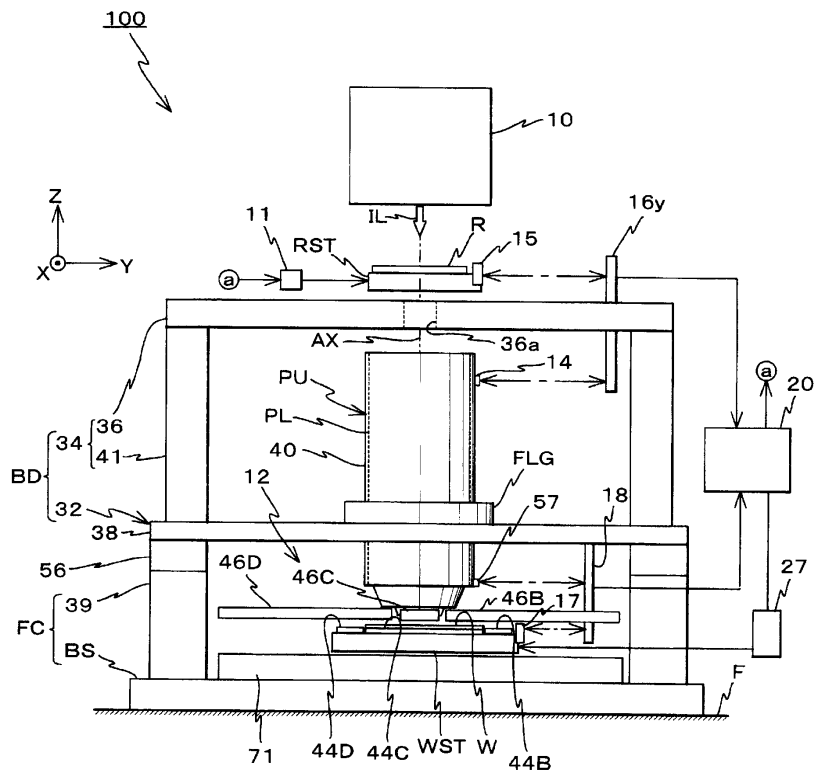
<126> 또, 상기 서술한 실시형태에 있어서는, 광 투과성의 기관 상에 소정의 차광 패턴 (또는 위상 패턴·감광 패턴) 을 형성한 광 투과형 마스크 (레티클) 를 사용하였는데, 이 레티클 대신에, 예를 들어 미국 특허 제6,778,257호 명세서에 개시되어 있는 바와 같이, 노광해야 할 패턴의 전자 데이터에 기초하여, 투과 패턴 또는 반사 패턴, 혹은 발광 패턴을 형성하는 전자 마스크 (가변 성형 마스크, 액티브 마스크, 혹은 이미지 제너레이터라고도 불리고, 예를 들어 비발광형 화상 표시 소자(공간 광 변조기) 의 일종인 DMD (Digital Micro-mirror Device) 등을 포함한다) 를 사용해도 된다. 이러한 가변 성형 마스크를 사용하는 경우에는, 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등이 탑재되는 스테이지가 가변 성형 마스크에 대해 주사되므로, 그 스테이지의 위치를 인코더를 사용하여 계측하도록 하면 된다.

<127> 또, 예를 들어 국제 공개 제2001/035168호 팜플렛에 개시되어 있는 바와 같이, 간접 무늬를 웨이퍼 (W) 상에 형성함으로써, 웨이퍼 (W) 상에 라인 앤드 스페이스 패턴을 형성하는 노광 장치 (리소그래피 시스템) 에도 본 발명을 적용할 수 있다. 또한 예를 들어 일본 공표특허공보 2004-519850호 (대응 미국 특허 제6,611,316호 명세서) 에 개시되어 있는 바와 같이, 2 개의 레티클 패턴을 투영 광학계를 통하여 웨이퍼 상에서 합성하고, 1 회 의 주사 노광에 의해 웨이퍼 상의 하나의 쇼트 영역을 거의 동시에 이중 노광하는 노광 장치 등에도 본 발명을 적용할 수 있다.

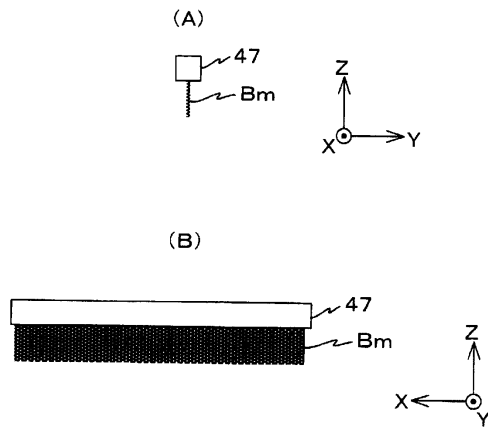
- <128> 또한, 상기 실시형태 및 변형예에서 패턴을 형성해야 하는 물체 (에너지 빔이 조사되는 노광 대상의 물체) 는 웨이퍼에 한정되는 것이 아니고, 유리 플레이트, 세라믹 기관, 마스크 블랭크스, 혹은 필름 부재 등 다른 물체 이어도 된다. 또, 그 물체의 형상은 원형뿐만 아니라, 직사각형 등 다른 형상이어도 된다.
- <129> 노광 장치의 용도로는 반도체 제조용 노광 장치에 한정되지 않고, 예를 들어, 사각형의 유리 플레이트에 액정 표시 소자 패턴을 전사하는 액정용 노광 장치, 유기 EL, 박막 자기 헤드, 촬상 소자 (CCD 등), 마이크로 머신 및 DNA 칩 등을 제조하기 위한 노광 장치에도 널리 적용할 수 있다. 또, 반도체 소자 등의 마이크로 디바이 스 뿐만이 아니라, 광 노광 장치, EUV 노광 장치, X 선 노광 장치, 및 전자선 노광 장치 등에서 사용되는 레티 클 또는 마스크를 제조하기 위해서, 유리 기관 또는 실리콘 웨이퍼 등에 회로 패턴을 전사하는 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.
- <130> 본 발명의 패턴 형성 장치는, 에너지 빔에 의한 노광에 의해 물체에 패턴을 형성하는 노광 장치에 한정되지 않 고, 물체가 이동체에 탑재되는 본 발명의 이동체 구동 시스템과, 물체 상에 패턴을 생성하는 패턴 생성 장치를 구비하고 있으면 된다. 예를 들어, 일본 공개특허공보 2004-130312호 등에 개시되는, 잉크젯 헤드군과 동일 한 잉크젯식의 기능성 액체 부여 장치를 구비한 소자 제조 장치와 동일한 패턴 생성 장치를 구비한 패턴 형성 장치에도 본 발명은 적용 가능하다. 상기 공개 공보에 개시되는 잉크젯 헤드군은, 소정의 기능성 액체 (예 를 들어 금속 함유 액체, 감광 재료 등) 를 노즐 (토출구) 로부터 토출하여 기관 (예를 들어 PET, 유리, 실리콘, 종이 등) 에 부여하는 잉크젯 헤드를 복수 갖고 있다. 따라서, 이동체 구동 시스템을 구성하는 위 치 계측 장치에서 계측된 위치 정보에 기초하여 이동체의 위치를 양호한 정밀도로 제어하면서, 그 이동체 상에 탑재된 물체 상에, 상기의 패턴 생성 장치에 의해 패턴을 생성함으로써, 그 물체 상에 양호한 정밀도로 패턴을 형성하는 것이 가능해진다.
- <131> 또한, 본 발명은, 노광 장치에 한정되지 않고, 그 밖의 기관의 처리 장치 (예를 들어, 레이저 리페어 장치, 기 관 검사 장치 그 외), 혹은 그 밖의 정밀 기계에 있어서의 시료의 위치 결정 장치, 와이어 본딩 장치 등의 이동 스테이지를 구비한 장치에도 널리 적용할 수 있다.
- <132> 또한, 본 국제출원에서 지정한 지정국 (또는 선택한 선택국) 의 국내 법령이 허락하는 한, 상기 서술한 각종 공 보, 국제 공개 팜플렛, 미국 특허 출원 공개 명세서 및 미국 특허 명세서에 있어서의 개시를 원용하여, 본 명세 서 기재의 일부로 한다.
- <133> 또한, 반도체 디바이스는, 디바이스의 기능·성능 설계를 실시하는 단계, 이 설계 단계에 기초한 레티클을 제작 하는 단계, 실리콘 재료로부터 웨이퍼를 제작하는 단계, 상기 실시형태의 노광 장치 (100) 에서 레티클에 형성 된 패턴의 투영 광학계 (PL) 에 의한 이미지, 혹은 예를 들어 전자 마스크 (가변 성형 마스크) 를 포함하는 패 턴 생성 장치에서 발생한 패턴으로 물체 (웨이퍼 등) 를 노광하고, 그 노광 후의 물체를 현상하는 리소그라피 스텝, 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키징 공정을 포함한다), 검사 단계 등을 거쳐 제조된다. 이 경우, 리소그라피 단계에서 상기 실시형태의 노광 장치가 사용되므로, 고집적도의 디바이스를 양호한 수 율로 제조할 수 있다.
- <134> 또, 상기 실시형태의 노광 장치 (패턴 형성 장치) 는, 본원 청구의 범위에 거론된 각 구성 요소를 포함하는 각 종 서브 시스템을, 소정의 기계적 정밀도, 전기적 정밀도, 광학적 정밀도를 유지하도록 조립함으로써 제조된다. 이들 각종 정밀도를 확보하기 위해서, 이 조립의 전후에는, 각종 광학계에 대해서는 광학적 정밀도를 달성하 기 위한 조정, 각종 기계계에 대해서는 기계적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 전기계에 대해서는 전기적 정밀도를 달성하기 위한 조정이 실시된다. 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치로의 조립 공정은, 각종 서 브 시스템 상호의, 기계적 접속, 전기 회로의 배선 접속, 기압 회로의 배관 접속 등이 포함된다. 이 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치로의 조립 공정 전에, 각 서브 시스템 개개의 조립 공정이 있음은 물론이다. 각종 서브 시스템의 노광 장치로의 조립 공정이 종료되면, 종합 조정이 실시되어, 노광 장치 전체로서의 각종 정밀도가 확보된다. 또한, 노광 장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린 룸에서 실시하는 것이 바 람직하다.
- <135> **산업상이용가능성**
- <136> 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 위치 계측 장치 및 위치 계측 방법은, 이동체의 위치를 계측하는 데 적합하 다. 또, 본 발명의 이동체 구동 시스템 및 이동체 구동 방법은, 이동체를 2 차원 면 내에서 구동하는 데 적 합하다. 또, 본 발명의 패턴 형성 장치 및 패턴 형성 방법은, 물체 상에 패턴을 형성하는 데 적합하다. 또, 본 발명의 디바이스 제조 방법은, 마이크로 디바이스 (전자 디바이스) 의 제조에 적합하다.

도면

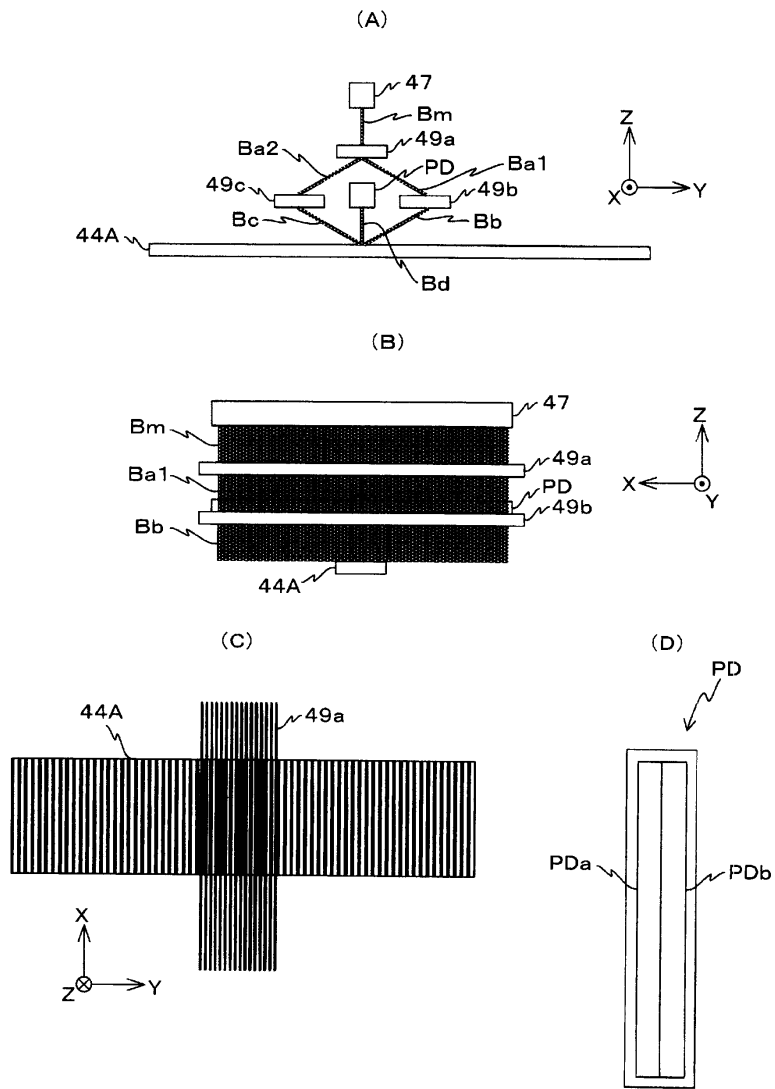
도면1



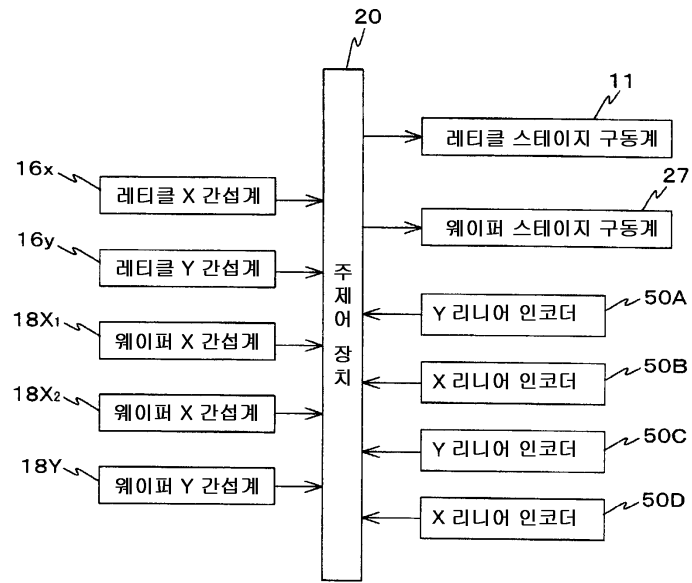
도면4



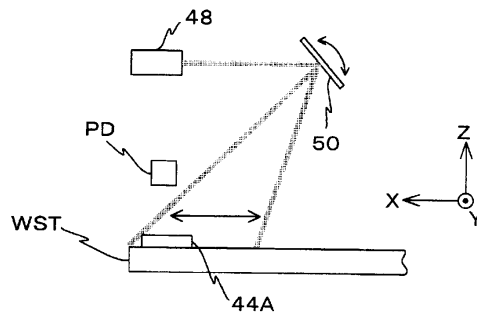
도면5



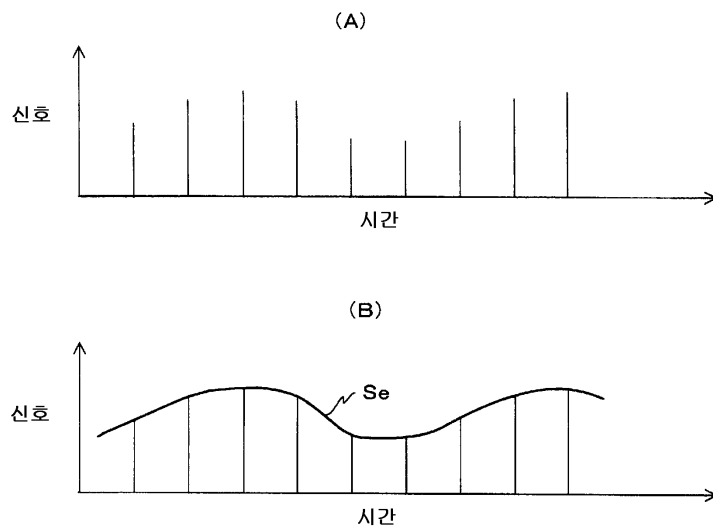
도면6



도면7



도면8



도면9

