



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년06월29일  
 (11) 등록번호 10-1634894  
 (24) 등록일자 2016년06월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7035844 (분할)
- (22) 출원일자(국제) 2007년01월19일  
 심사청구일자 2015년01월13일
- (85) 번역문제출일자 2014년12월19일
- (65) 공개번호 10-2015-0004439
- (43) 공개일자 2015년01월12일
- (62) 원출원 특허 10-2014-7023870  
 원출원일자(국제) 2007년01월19일  
 심사청구일자 2014년08월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2007/050821
- (87) 국제공개번호 WO 2007/083758  
 국제공개일자 2007년07월26일
- (30) 우선권주장 JP-P-2006-011506 2006년01월19일 일본(JP)  
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌 JP10289943 A  
 JP2003249443 A  
 US06819425 B2  
 WO2000017724 A1

- (73) 특허권자 가부시킴가이샤 니콘  
 일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고
- (72) 발명자 시바자키 유이치  
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3쵸메 2방 3고  
 가부시킴가이샤 니콘 나이
- (74) 대리인 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 31 항

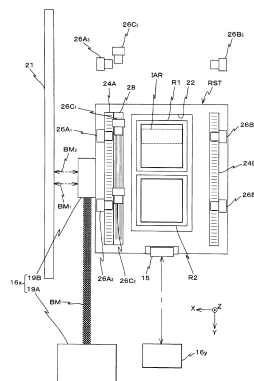
심사관 : 심병로

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

**(57) 요약**

이동체 (RST) 의 Y 축 방향의 위치 정보를, 간섭계 (16y) 와, 그 간섭계에 비해 계측값의 단기 안정성이 우수한 인코더 ((24A, 26A<sub>1</sub>), (24B, 26B<sub>1</sub>)) 를 사용하여 계측하고, 그 계측 결과에 기초하여 인코더의 계측값을 보정하는 보정 정보를 취득하기 위한 소정의 교정 동작을 실행한다. 이에 의해, 간섭계의 계측값을 사용하여, 그 간섭계에 비해 계측값의 단기 안정성이 우수한 인코더의 계측값을 보정하는 보정 정보가 취득된다. 그리고, 인코더의 계측값과 상기 보정 정보에 기초하여, 이동체를 Y 축 방향으로 양호한 정밀도로 구동시킨다.

**대표도** - 도2



(30) 우선권주장

JP-P-2006-044599 2006년02월21일 일본(JP)

JP-P-2006-236878 2006년08월31일 일본(JP)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

조명광으로 마스크를 조명하는 조명 광학계와, 상기 조명된 마스크의 패턴 이미지를 기관 상에 투영하는 투영 광학계를 갖는 노광 장치로서,

상기 투영 광학계를 지지하고, 제 1 방진 기구를 개재하여 설치되는 프레임 부재와,

상기 투영 광학계의 상방에 배치되고 또한 상기 마스크를 유지하는 제 1 이동체와, 상기 제 1 이동체를 구동하는 제 1 전자 모터를 갖는 제 1 스테이지 시스템과,

상기 투영 광학계의 광축과 직교하는 소정면과 실질적으로 평행하게 배치되고, 반사형 격자를 갖는 제 1 격자부에 대하여, 각각 제 1 계측빔을 조사하는 복수의 제 1 헤드를 갖고, 상기 제 1 전자 모터에 의해 이동되는 상기 제 1 이동체의 위치 정보를 계측하는 제 1 인코더 시스템과,

상기 투영 광학계의 하방에 배치되고, 상기 제 1 방진 기구와 상이한 제 2 방진 기구를 개재하여 설치되는 베이스 부재와,

상기 베이스 부재 상에 배치되고 또한 각각 기관을 유지하는 복수의 제 2 이동체와, 상기 복수의 제 2 이동체를 구동하는 제 2 전자 모터를 갖는 제 2 스테이지 시스템과,

상기 투영 광학계로부터 떨어져 배치되고, 상기 기관의 마크를 검출하는 검출계와,

상기 소정면과 실질적으로 평행하게 배치되고, 반사형 격자를 갖는 제 2 격자부에 대하여, 각각 제 2 계측빔을 조사하는 복수의 제 2 헤드를 갖고, 상기 제 2 전자 모터에 의해 이동되는 상기 제 2 이동체의 위치 정보를 계측하는 제 2 인코더 시스템과,

상기 기관의 노광 동작에 있어서 상기 조명광에 대하여 상기 마스크와 상기 기관을 각각 상대 이동시키기 위해서, 상기 제 1 인코더 시스템의 계측 정보에 기초하여 상기 제 1 전자 모터에 의한 상기 제 1 이동체의 구동을 제어하는 것과 함께, 상기 제 2 인코더 시스템의 계측 정보에 기초하여 상기 제 2 전자 모터에 의한 상기 제 2 이동체의 구동을 제어하는 제어 시스템을 구비하고,

상기 검출계에 의한 상기 마크의 검출 동작에 있어서, 상기 제 2 인코더 시스템에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 계측되는 노광 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 인코더 시스템은 그 일부가 상기 검출계의 주위에 배치되는 것과 함께, 상기 노광 동작과 상기 마크 검출 동작으로 각각 상기 제 2 이동체의 위치 정보를 계측하는 노광 장치.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 인코더 시스템은, 상기 제 1 격자부와 상기 제 1 헤드의 일방이 상기 프레임 부재에 형성되고, 상기 제 1 격자부와 상기 제 1 헤드의 타방이 상기 제 1 이동체에 형성되는 노광 장치.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 마스크의 마크 또는 상기 제 1 이동체의 마크를 검출하는, 상기 검출계와 상이한 검출계를 추가로 구비하고,

상기 노광 동작과, 상기 상이한 검출계에 의한 상기 마크의 검출 동작으로 각각, 상기 제 1 인코더 시스템에 의

해 상기 제 1 이동체의 위치 정보가 계측되고,

상기 노광 동작과, 상기 검출계에 의한 상기 마크의 검출 동작으로 각각, 상기 제 2 인코더 시스템에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 계측되는 노광 장치.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서,

상기 검출계에 의한 상기 제 2 이동체의 마크의 검출에 있어서, 상기 제 2 인코더 시스템에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 계측되는 노광 장치.

**청구항 6**

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 이동체에 유지되는 마스크의 교환 동작에 있어서, 상기 제 1 인코더 시스템에 의해 상기 제 1 이동체의 위치 정보가 계측되는 노광 장치.

**청구항 7**

제 4 항에 있어서,

상기 제 2 이동체에 유지되는 기관의 교환 동작에 있어서, 상기 제 2 인코더 시스템에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 계측되는 노광 장치.

**청구항 8**

제 4 항에 있어서,

상기 복수의 제 2 헤드 중 상기 제 2 격자부와 대향하는 3 개 또는 4 개의 제 2 헤드에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 계측되는 것과 함께, 상기 제 2 이동체의 이동에 의해, 상기 제 2 격자부와 대향하는 제 2 헤드가, 상기 3 개의 제 2 헤드와 상기 4 개의 제 2 헤드의 일방에서 타방으로 변화하는 노광 장치.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,

상기 제 2 격자부는, 각각 격자가 형성되는 4 개의 스케일을 포함하고,

상기 4 개의 스케일의 적어도 3 개에 각각 대향하는 제 2 헤드에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 계측되는 노광 장치.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

적어도 상기 노광 동작에 있어서, 상기 제 2 이동체의 이동에 의해 상기 제 2 격자부와 상기 제 2 헤드의 관계가 제 1 상태와 제 2 상태 사이에서 변화하고,

상기 제 1 상태에서는, 상기 4 개의 스케일에 4 개의 상기 제 2 헤드가 각각 대향하고, 상기 제 2 상태에서는, 상기 4 개의 스케일 중 1 개를 제외한 3 개의 스케일에 3 개의 상기 제 2 헤드가 각각 대향하고,

상기 조명광에 대하여 상기 마스크와 상기 기관이 각각 상대 이동되는 상기 기관의 주사 노광 중, 상기 4 개의 스케일의 적어도 3 개에 각각 상기 제 2 헤드가 대향하는 노광 장치.

**청구항 11**

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 상기 제 2 격자부와 상기 제 2 헤드의 적어도 일방에 기인하여 생기는 상기 제 2 인코더 시스템의 계측 오차를 보상하면서 상기 제 2 이동체의 구동을 제어하는 노광 장치.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 상기 제 2 격자부에 형성되는 격자의 피치와 변형의 적어도 일방에 기인하여 생기는 상기 제 2 인코더 시스템의 계측 오차를 보상하면서 상기 제 2 이동체의 구동을 제어하는 노광 장치.

**청구항 13**

제 11 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 상기 제 2 헤드의 쓰러짐과 광학 특성의 적어도 일방에 기인하여 생기는 상기 제 2 인코더 시스템의 계측 오차를 보상하면서 상기 제 2 이동체의 구동을 제어하는 노광 장치.

**청구항 14**

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 투영 광학계를 둘러싸고 형성되고, 액체를 공급하는 노즐 부재를 추가로 구비하고,

상기 기판은, 상기 투영 광학계와 상기 액체를 개재하여 상기 조명광으로 노광되는 노광 장치.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 제 2 방진 기구는, 상기 프레임 부재가 설치되는 베이스 플레이트에 형성되는 노광 장치.

**청구항 16**

조명광으로 마스크를 조명하는 것과 함께, 투영 광학계를 통해 상기 조명광으로 기판을 노광하는 노광 방법으로서,

제 1 방진 기구를 개재하여 설치되는 프레임 부재로 지지되는 상기 투영 광학계의 상방에 배치되고 또한 상기 마스크를 유지하는 제 1 이동체와, 상기 제 1 이동체를 구동하는 제 1 전자 모터를 갖는 제 1 스테이지 시스템에 의해, 상기 마스크를 이동하는 것과,

상기 투영 광학계의 광축과 직교하는 소정면과 실질적으로 평행하게 배치되고, 반사형 격자를 갖는 제 1 격자부에 대하여, 각각 제 1 계측빔을 조사하는 복수의 제 1 헤드를 갖는 제 1 인코더 시스템에 의해, 상기 제 1 전자 모터로 구동되는 상기 제 1 이동체의 위치 정보를 계측하는 것과,

상기 투영 광학계의 하방에 배치되고, 상기 제 1 방진 기구와 상이한 제 2 방진 기구를 개재하여 설치되는 베이스 부재 상에서 이동 가능하고 또한 각각 기판을 유지하는 복수의 제 2 이동체와, 상기 복수의 제 2 이동체를 구동하는 제 2 전자 모터를 갖는 제 2 스테이지 시스템에 의해, 상기 기판을 이동하는 것과,

상기 소정면과 실질적으로 평행하게 배치되고, 반사형 격자를 갖는 제 2 격자부에 대하여, 각각 제 2 계측빔을 조사하는 복수의 제 2 헤드를 갖는 제 2 인코더 시스템에 의해, 상기 제 2 전자 모터로 구동되는 상기 제 2 이동체의 위치 정보를 계측하는 것과,

상기 투영 광학계로부터 떨어져 배치되는 검출계에 의해, 상기 기판의 마크를 검출하는 것과,

상기 기판의 노광 동작에 있어서 상기 조명광에 대하여 상기 마스크와 상기 기판을 각각 상대 이동시키기 위해서, 상기 제 1 인코더 시스템의 계측 정보에 기초하여 상기 제 1 전자 모터에 의한 상기 제 1 이동체의 구동을 제어하는 것과 함께, 상기 제 2 인코더 시스템의 계측 정보에 기초하여 상기 제 2 전자 모터에 의한 상기 제 2 이동체의 구동을 제어하는 것을 포함하고,

상기 검출계에 의한 상기 마크의 검출 동작에 있어서, 상기 제 2 인코더 시스템에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 계측되는 노광 방법.

**청구항 17**

제 16 항에 있어서,

상기 제 2 인코더 시스템은 그 일부가 상기 검출계의 주위에 배치되고, 상기 제 2 인코더 시스템에 의해 상기 노광 동작과 상기 마크의 검출 동작으로 각각 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 측정되는 노광 방법.

**청구항 18**

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 인코더 시스템은, 상기 제 1 격자부와 상기 제 1 헤드의 일방이 상기 프레임 부재에 형성되고, 상기 제 1 격자부와 상기 제 1 헤드의 타방이 상기 제 1 이동체에 형성되는 노광 방법.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

상기 검출계와 상이한 검출계에 의해, 상기 마스크의 마크 또는 상기 제 1 이동체의 마크가 검출되고,

상기 노광 동작과, 상기 상이한 검출계에 의한 상기 마크의 검출 동작으로 각각, 상기 제 1 인코더 시스템에 의해 상기 제 1 이동체의 위치 정보가 측정되고,

상기 노광 동작과, 상기 검출계에 의한 상기 마크의 검출 동작으로 각각, 상기 제 2 인코더 시스템에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 측정되는 노광 방법.

**청구항 20**

제 19 항에 있어서,

상기 검출계에 의한 상기 제 2 이동체의 마크의 검출에 있어서, 상기 제 2 인코더 시스템에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 측정되는 노광 방법.

**청구항 21**

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 이동체에 유지되는 마스크의 교환 동작에 있어서, 상기 제 1 인코더 시스템에 의해 상기 제 1 이동체의 위치 정보가 측정되는 노광 방법.

**청구항 22**

제 19 항에 있어서,

상기 제 2 이동체에 유지되는 기관의 교환 동작에 있어서, 상기 제 2 인코더 시스템에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 측정되는 노광 방법.

**청구항 23**

제 19 항에 있어서,

상기 복수의 제 2 헤드 중 상기 제 2 격자부와 대향하는 3 개 또는 4 개의 제 2 헤드에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 측정되는 것과 함께, 상기 제 2 이동체의 이동에 의해, 상기 제 2 격자부와 대향하는 제 2 헤드가, 상기 3 개의 제 2 헤드와 상기 4 개의 제 2 헤드의 일방에서 타방으로 변화하는 노광 방법.

**청구항 24**

제 23 항에 있어서,

상기 제 2 격자부는, 각각 격자가 형성되는 4 개의 스케일을 포함하고,

상기 복수의 제 2 헤드 중 상기 4 개의 스케일에 각각 대향하는 제 2 헤드에 의해 상기 제 2 이동체의 위치 정보가 측정되는 노광 방법.

**청구항 25**

제 24 항에 있어서,

적어도 상기 노광 동작에 있어서, 상기 제 2 이동체의 이동에 의해 상기 제 2 격자부와 상기 제 2 헤드의 관계가 제 1 상태와 제 2 상태 사이에서 변화하고,

상기 제 1 상태에서는, 상기 4 개의 스케일에 4 개의 상기 제 2 헤드가 각각 대향하고, 상기 제 2 상태에서는, 상기 4 개의 스케일 중 1 개를 제외한 3 개의 스케일에 3 개의 상기 제 2 헤드가 각각 대향하고,

상기 조명광에 대하여 상기 마스크와 상기 기관이 각각 상대 이동되는 상기 기관의 주사 노광 중, 상기 4 개의 스케일의 적어도 3 개에 각각 상기 제 2 헤드가 대향하는 노광 방법.

**청구항 26**

제 16 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 이동체의 구동 제어에서는, 상기 제 2 격자부와 상기 제 2 헤드의 적어도 일방에 기인하여 생기는 상기 제 2 인코더 시스템의 계측 오차가 보상되는 노광 방법.

**청구항 27**

제 26 항에 있어서,

상기 제 2 이동체의 구동 제어에서는, 상기 제 2 격자부에 형성되는 격자의 피치와 변형의 적어도 일방에 기인하여 생기는 상기 제 2 인코더 시스템의 계측 오차가 보상되는 노광 방법.

**청구항 28**

제 26 항에 있어서,

상기 제 2 이동체의 구동 제어에서는, 상기 제 2 헤드의 쓰러짐과 광학 특성의 적어도 일방에 기인하여 생기는 상기 제 2 인코더 시스템의 계측 오차가 보상되는 노광 방법.

**청구항 29**

제 16 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 투영 광학계를 둘러싸고 형성되는 노즐 부재를 통해 상기 투영 광학계의 아래에 액체가 공급되고, 상기 기관은, 상기 투영 광학계와 상기 액체를 개재하여 상기 조명광으로 노광되는 노광 방법.

**청구항 30**

제 29 항에 있어서,

상기 제 2 방진 기구는, 상기 프레임 부재가 설치되는 베이스 플레이트에 형성되는 노광 방법.

**청구항 31**

디바이스 제조 방법으로서,

제 16 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 방법을 사용하여 기관에 패턴을 전사하는 리소그래피 공정을 포함하는 디바이스 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 발명은 이동체 구동 방법 및 이동체 구동 시스템, 패턴 형성 방법 및 패턴 형성 장치, 노광 방법 및 노광 장치, 그리고 디바이스 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 이동체를 적어도 1 축 방향으로 구동시키는 이동체 구동 방법 및 그 방법을 적용하기에 적합한 이동체 구동 시스템, 상기 이동체 구동 방법을 사용하는 패턴 형성 방법 및 상기 이동체 구동 시스템을 구비하는 패턴 형성 장치, 상기 이동체 구동 방법을 사용하는 노광 방법 및 이동체 구동 시스템을 구비하는 노광 장치, 그리고 상기 패턴 형성 방법을 사용하는 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

- [0002] 종래, 반도체 소자, 액정 표시 소자 등의 마이크로 디바이스 (전자 디바이스 등) 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 한다)) 등이 비교적 많이 사용되고 있다.
- [0003] 이런 종류의 노광 장치에서는, 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역에 레티클 (또는 마스크) 의 패턴을 전사하기 위해, 웨이퍼를 유지하는 웨이퍼 스테이지는 XY 2 차원 방향으로 예를 들어 리니어 모터 등에 의해 구동된다. 특히, 스캐닝 스테퍼의 경우, 웨이퍼 스테이지뿐만 아니라, 레티클 스테이지도 리니어 모터 등에 의해 주사 방향으로 소정 스트로크로 구동된다. 레티클 스테이지 및 웨이퍼 스테이지의 위치 계측은, 장기에 걸쳐 계측값의 안정성이 양호하며, 고분해능의 레이저 간섭계를 이용하여 실시되는 것이 일반적이다.
- [0004] 그런데, 반도체 소자의 고집적화에 수반되는, 패턴의 미세화에 의해, 보다 고정밀도의 스테이지의 위치 제어가 요구되어, 이제는 레이저 간섭계의 빔 광로 상의 분위기의 온도 편차에서 기인되는 계측값의 단기적인 변동을 무시할 수 없게 되고 있다.
- [0005] 한편, 최근에는, 위치 계측 장치의 일종인 인코더로서, 계측 분해능이 레이저 간섭계와 동일한 정도 이상의 것이 출현하고 있다 (예를 들어, 특허 문헌 1 참조). 그러나, 인코더는, 스케일 (그레이팅) 을 사용하기 때문에, 스케일에 사용 시간의 경과와 함께 생기는 여러 가지 오차 요인 (격자 피치의 드리프트, 고정 위치 드리프트, 열팽창 등) 이 존재하여, 기계적인 장기 안정성이 부족하다. 이 때문에, 인코더는, 레이저 간섭계에 비해 계측값의 선형성이 결여되어, 장기 안정성이 떨어진다는 결점을 갖고 있다.
- [0006] 특허 문헌 1: 미국 특허 제6,639,686호 명세서

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

- [0007] 본 발명은, 상기 서술한 사정 하에 이루어진 것으로, 제 1 관점에서 보면, 이동체를 적어도 1 축 방향으로 구동하는 이동체 구동 방법으로서, 상기 이동체의 상기 1 축 방향의 위치 정보를, 제 1 계측 장치와 그 제 1 계측 장치에 비해 계측값의 단기 안정성이 우수한 제 2 계측 장치를 이용하여 계측하고, 상기 제 1, 제 2 계측 장치의 계측 결과에 기초하여, 상기 제 2 계측 장치의 계측값을 보정하는 보정 정보를 결정하는, 교정 (校正) 동작을 실행하는 제 1 공정과; 상기 제 2 계측 장치의 계측값과 상기 보정 정보에 기초하여, 상기 이동체를 상기 1 축 방향으로 구동하는 제 2 공정을 포함하는 제 1 이동체 구동 방법이다.
- [0008] 이것에 의하면, 상기 교정 동작에 의해, 제 1 계측 장치의 계측값을 이용하여, 그 제 1 계측 장치에 비해 계측값의 단기 안정성이 우수한 제 2 계측 장치의 계측값을 보정하는 보정 정보가 결정된다. 그리고, 제 2 계측 장치의 계측값과 보정 정보에 기초하여, 이동체가 상기 1 축 방향으로 구동된다. 따라서, 보정 정보를 이용하여 보정된 제 2 계측 장치의 계측값, 즉 단기 안정성은 물론, 장기 안정성 등도 양호한 이동체의 1 축 방향에 관한 위치 정보의 계측값에 기초하여, 이동체를 1 축 방향으로 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다.
- [0009] 본 발명은, 제 2 관점에서 보면, 서로 직교하는 제 1 및 제 2 축과 평행한 2 차원면 내에서 이동체를 구동하는 이동체 구동 방법으로서, 상기 이동체 상의 상기 2 차원면과 평행한 면내에서 제 1 축과 평행한 방향으로 주기적으로 배열된 격자를 각각 포함하고, 각각의 길이 방향과 상기 면내에서 직교하는 방향으로 떨어져 배치된 한 쌍의 제 1 그레이팅과, 상기 길이 방향과 교차하는 헤드 유닛을 갖는 제 1 인코더에 의해, 상기 이동체의 상기 제 1 축과 평행한 방향의 위치 정보를 계측함과 함께, 상기 이동체 상의 상기 2 차원면과 평행한 면 상에, 상기 각 제 1 그레이팅의 길이 방향과 교차하는 방향을 길이 방향으로 하여 연장시키고, 제 2 축과 평행한 방향으로 주기적으로 배열된 격자를 포함하는 제 2 그레이팅과, 그 제 2 그레이팅의 길이 방향과 교차하는 헤드 유닛을 갖는 제 2 인코더에 의해, 상기 이동체의 상기 제 2 축과 평행한 방향의 위치 정보를 계측하고, 상기 계측된 위치 정보에 기초하여 상기 이동체를 구동하는 제 2 이동체 구동 방법이다.
- [0010] 이것에 의하면, 한 쌍의 제 1 그레이팅 중 적어도 일방에 제 1 인코더가 갖는 헤드 유닛이 대향하고, 또한 제 2 그레이팅에 제 2 인코더가 갖는 헤드 유닛이 대향하는, 소정의 스트로크 범위 내에 이동체가 있는 한, 적어도 일방의 제 1 그레이팅과 제 1 인코더에 의해, 이동체의 제 1 축과 평행한 방향의 위치 정보가 계측되고, 제 2 그레이팅과 제 2 인코더에 의해, 이동체의 제 2 축과 평행한 방향의 위치 정보가 계측된다. 제 1, 제 2 인코더는, 계측값의 단기 안정성이 양호하기 때문에, 이동체의 2 차원면 내의 위치 정보가 양호한 정밀도로 계측



된다. 그리고, 이 양호한 정밀도로 계측된 이동체의 위치 정보에 기초하여 이동체가 구동된다. 따라서, 이동체를 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다.

- [0011] 본 발명은, 제 3 관점에서 보면, 이동체를 적어도 1 축 방향으로 구동하는 이동체 구동 방법으로서, 상기 이동체 상면에 소정 방향을 주기 방향으로 하여 배치된 격자에 검출광을 조사하고 그 반사광에 기초하여 상기 이동체의 상기 소정 방향의 위치 정보를 계측하는 인코더의 계측값과, 상기 격자의 피치의 보정 정보에 기초하여, 상기 이동체를 상기 소정 방향으로 구동하는 공정을 포함하는 제 3 이동체 구동 방법이다.
- [0012] 이것에 의하면, 격자 피치의 드리프트 등의 영향을 받지 않고, 이동체를 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다.
- [0013] 본 발명은, 제 4 관점에서 보면, 물체에 패턴을 형성하는 방법으로서, 상기 물체에 대한 패턴 형성을 위해, 본 발명의 제 1 내지 제 3 이동체 구동 방법의 어느 하나를 이용하여, 상기 물체가 탑재된 이동체를 구동하는 제 1 패턴 형성 방법이다.
- [0014] 이것에 의하면, 본 발명의 제 1 내지 제 3 이동체 구동 방법의 어느 하나를 이용하여 양호한 정밀도로 구동되는 이동체 상에 탑재된 물체에 패턴을 형성함으로써, 물체 상에 양호한 정밀도로 패턴을 형성하는 것이 가능하게 된다.
- [0015] 본 발명은, 제 5 관점에서 보면, 물체에 패턴을 형성하는 방법으로서, 상기 물체에 대한 패턴 형성을 위해, 본 발명의 제 1 내지 제 3 이동체 구동 방법의 어느 하나를 이용하여, 상기 물체가 탑재된 이동체를 포함하는 복수의 이동체의 적어도 1 개를 구동하는 제 2 패턴 형성 방법이다.
- [0016] 이것에 의하면, 물체에 대한 패턴 형성을 위해, 본 발명의 제 1 내지 제 3 이동체 구동 방법의 어느 하나를 이용하여, 복수의 이동체의 적어도 1 개가 양호한 정밀도로 구동되고, 어느 하나의 이동체 상에 탑재된 물체에 패턴이 생성된다.
- [0017] 본 발명은, 제 6 관점에서 보면, 패턴 형성 공정을 포함하는 디바이스 제조 방법으로서, 상기 패턴 형성 공정에서는, 본 발명의 제 1, 제 2 패턴 형성 방법의 어느 하나를 이용하여 기판 상에 패턴을 형성하는 디바이스 제조 방법이다.
- [0018] 본 발명은, 제 7 관점에서 보면, 에너지 빔의 조사에 의해 물체에 패턴을 형성하는 노광 방법으로서, 상기 에너지 빔과 상기 물체의 상대 이동을 위해, 본 발명의 제 1 내지 제 3 이동체 구동 방법의 어느 하나를 이용하여, 상기 물체가 탑재된 이동체를 구동하는 제 1 노광 방법이다.
- [0019] 이것에 의하면, 물체에 조사되는 에너지 빔과 상기 물체의 상대 이동을 위해, 본 발명의 제 1 내지 제 3 이동체 구동 방법의 어느 하나를 이용하여, 상기 물체가 탑재된 이동체가 양호한 정밀도로 구동된다. 따라서, 주사 노광에 의해, 물체 상에 양호한 정밀도로 패턴을 형성하는 것이 가능하게 된다.
- [0020] 본 발명은, 제 8 관점에서 보면, 이동체를 적어도 1 축 방향으로 구동하는 이동체 구동 시스템으로서, 상기 이동체의 상기 1 축 방향의 위치 정보를 계측하는 제 1 계측 장치와; 상기 이동체의 상기 1 축 방향의 위치 정보를 계측하는, 계측값의 단기 안정성이 상기 제 1 계측 장치에 비해 우수한 제 2 계측 장치와; 상기 제 2 계측 장치의 계측값을 상기 제 1 계측 장치의 계측값을 이용하여 보정하는 보정 정보를 결정하는 교정 동작을 실행하는 교정 장치와; 상기 제 2 계측 장치의 계측값과 상기 보정 정보에 기초하여, 상기 이동체를 상기 1 축 방향으로 구동하는 구동 장치를 구비하는 제 1 이동체 구동 시스템이다.
- [0021] 이것에 의하면, 교정 장치에 의해 상기 교정 동작이 실행되고, 제 1 계측 장치의 계측값을 이용하여, 그 제 1 계측 장치에 비해 계측값의 단기 안정성이 우수한 제 2 계측 장치의 계측값을 보정하는 보정 정보가 결정된다.  
 그리고, 구동 장치에 의해, 제 2 계측 장치의 계측값과 상기 보정 정보에 기초하여, 이동체가 1 축 방향으로 구동된다. 따라서, 보정 정보를 이용하여 보정된 제 2 계측 장치의 계측값, 즉 단기 안정성은 물론, 장기 안정성 등도 양호한 이동체의 1 축 방향에 관한 위치 정보의 계측값에 기초하여, 이동체를 1 축 방향으로 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다.
- [0022] 본 발명은, 제 9 관점에서 보면, 서로 직교하는 제 1 및 제 2 축과 평행한 2 차원면 내에서 이동체를 구동하는 이동체 구동 시스템으로서, 상기 이동체 상의 상기 2 차원면과 평행한 면 상에 배치되고, 제 1 축과 평행한 방향으로 주기적으로 배열된 격자를 포함하는 제 1 그레이팅과; 상기 이동체 상의 상기 2 차원면과 평행한 면 상에, 상기 제 1 그레이팅의 길이 방향과 교차하는 방향으로 길이 방향으로 하여 연장시키고, 또한 그 길이 방향에 직교하는 방향으로 떨어져 배치됨과 함께, 제 2 축과 평행한 방향으로 주기적으로 배열된 격자를 각각

포함하는, 한 쌍의 제 2 그레이팅과; 상기 제 1 그레이팅의 길이 방향과 교차하는 헤드 유닛을 가지며, 상기 제 1 그레이팅과 함께 상기 이동체의 상기 제 1 축과 평행한 방향의 위치 정보를 계측하는 제 1 인코더와; 상기 한 쌍의 제 2 그레이팅의 길이 방향과 교차하는 헤드 유닛을 가지며, 상기 한 쌍의 제 2 그레이팅과 함께 상기 이동체의 상기 제 2 축과 평행한 방향의 위치 정보를 계측하는 제 2 인코더와; 상기 제 1 및 제 2 인코더에 의해 계측된 위치 정보에 기초하여 상기 이동체를 구동하는 구동 장치를 구비하는 제 2 이동체 구동 시스템이다.

[0023] 이것에 의하면, 제 1 그레이팅에 제 1 인코더가 갖는 헤드 유닛이 대향하고, 또한 한 쌍의 제 2 그레이팅 중 적어도 일방에 제 2 인코더가 갖는 헤드 유닛이 대향하는, 소정의 스트로크 범위 내에 이동체가 있는 한, 제 1 그레이팅과 제 1 인코더에 의해, 이동체의 제 1 축과 평행한 방향의 위치 정보가 계측되고, 상기 제 2 그레이팅과 제 2 인코더에 의해, 이동체의 제 2 축과 평행한 방향의 위치 정보가 계측된다. 제 1, 제 2 인코더는, 계측값의 단기 안정성이 양호하므로, 이동체의 2 차원면 내의 위치 정보가 양호한 정밀도로 계측된다. 그리고, 이 양호한 정밀도로 계측된 이동체의 위치 정보에 기초하여 이동체가 구동된다. 따라서, 이동체를 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다.

[0024] 본 발명은, 제 10 관점에서 보면, 서로 직교하는 제 1 및 제 2 축과 평행한 2 차원면 내에서 이동체를 구동하는 이동체 구동 시스템으로서, 상기 이동체 상에서 제 2 축과 평행한 방향을 길이 방향으로 하여 연장시키고, 또한 제 1 축과 평행한 방향으로 격자가 주기적으로 배열되는 제 1 그레이팅과; 상기 이동체 상에서 상기 제 1 축과 평행한 방향을 길이 방향으로 하여 연장시키고, 또한 상기 제 2 축과 평행한 방향으로 격자가 주기적으로 배열되는 제 2 그레이팅과; 상기 제 2 축과 평행한 방향과 교차하는 헤드 유닛을 가지며, 상기 제 1 그레이팅과 함께 상기 이동체의 상기 제 1 축과 평행한 방향의 위치 정보를 계측하는 제 1 인코더와; 상기 제 1 축과 평행한 방향과 교차하는 헤드 유닛을 가지며, 상기 제 2 그레이팅과 함께 상기 이동체의 상기 제 2 축과 평행한 방향의 위치 정보를 계측하는 제 2 인코더와; 상기 제 1 및 제 2 인코더에 의해 계측된 위치 정보에 기초하여 상기 이동체를 구동하는 구동 장치를 구비하고, 상기 제 1 및 제 2 인코더의 적어도 일방은, 상기 길이 방향으로 떨어져 배치되는 복수의 상기 헤드 유닛을 갖는 제 3 이동체 구동 시스템이다.

[0025] 이것에 의하면, 제 1 그레이팅과 제 1 인코더, 및 제 2 그레이팅과 제 2 인코더에 의해, 이동체의 제 1 축과 평행한 방향의 위치 정보 및 제 2 축과 평행한 방향의 위치 정보에 추가하여, 2 차원면 내의 회전 (2 차원면에 직교하는 축 둘레의 회전) 이 계측된다. 또, 제 1, 제 2 인코더는, 계측값의 단기 안정성이 양호하므로, 이동체의 2 차원면 내의 위치 정보 (회전 정보를 포함한다) 가 양호한 정밀도로 계측된다. 그리고, 이 양호한 정밀도로 계측된 이동체의 위치 정보에 기초하여 구동 장치에 의해 이동체가 구동된다. 따라서, 이동체를 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다.

[0026] 본 발명은, 제 11 관점에서 보면, 이동체를 적어도 1 축 방향으로 구동하는 이동체 구동 시스템으로서, 상기 이동체 상면에 소정 방향을 주기 방향으로 하여 배치된 격자에 검출광을 조사하고 그 반사광에 기초하여 상기 이동체의 상기 소정 방향의 위치 정보를 계측하는 인코더와; 상기 인코더의 계측값과 상기 격자의 피치의 보정 정보에 기초하여, 상기 이동체를 상기 소정 방향으로 구동하는 구동 장치를 구비하는 제 4 이동체 구동 시스템이다.

[0027] 이것에 의하면, 구동 장치에 의해, 인코더의 계측값과 격자의 피치의 보정 정보에 기초하여, 이동체가 소정 방향으로 구동된다. 따라서, 이동체를, 격자 피치의 드리프트 등의 영향을 받지 않고, 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다.

[0028] 본 발명은, 제 12 관점에서 보면, 물체에 패턴을 형성하는 장치로서, 상기 물체 상에 패턴을 생성하는 패턴링 장치와; 본 발명의 제 1 ~ 제 4 이동체 구동 시스템의 어느 하나를 구비하고, 상기 물체에 대한 패턴 형성을 위해 상기 이동체 구동 시스템에 의한 상기 물체가 탑재되는 이동체의 구동을 실시하는 제 1 패턴 형성 장치이다.

[0029] 이것에 의하면, 본 발명의 제 1 ~ 제 4 이동체 구동 시스템의 어느 하나에 의해 양호한 정밀도로 구동되는 이동체 상의 물체에 패턴링 장치에 의해 패턴을 생성함으로써, 물체 상에 양호한 정밀도로 패턴을 형성하는 것이 가능하게 된다.

[0030] 본 발명은, 제 13 관점에서 보면, 물체에 패턴을 형성하는 장치로서, 상기 물체 상에 패턴을 생성하는 패턴링 장치와; 상기 물체가 탑재되는 이동체를 포함하는 복수의 이동체와; 본 발명의 제 1 ~ 제 4 이동체 구동 시스템의 어느 하나를 구비하고, 상기 물체에 대한 패턴 형성을 위해 상기 이동체 구동 시스템에 의한 상기 복수의 이동체의 적어도 1 개의 구동을 실시하는 제 2 패턴 형성 장치이다.

[0031] 이것에 의하면, 물체에 대한 패턴 형성을 위해, 본 발명의 제 1 ~ 제 4 이동체 구동 시스템의 어느 하나에 의

해, 복수의 이동체의 적어도 1 개가 양호한 정밀도로 구동되고, 패터닝 장치에 의해 어느 하나의 이동체 상에 탑재된 물체에 패턴이 생성된다.

- [0032] 본 발명은, 제 14 관점에서 보면, 에너지 빔의 조사에 의해 물체에 패턴을 형성하는 노광 장치로서, 상기 물체에 상기 에너지 빔을 조사하는 패터닝 장치와; 본 발명의 제 1 ~ 제 4 이동체 구동 시스템의 어느 하나를 구비하고, 상기 에너지 빔과 상기 물체의 상대 이동을 위해, 상기 이동체 구동 시스템에 의한 상기 물체가 탑재되는 이동체의 구동을 실시하는 제 1 노광 장치이다.
- [0033] 이것에 의하면, 패터닝 장치로부터 물체에 조사되는 에너지 빔과 상기 물체의 상대 이동을 위해, 본 발명의 제 1 ~ 제 4 이동체 구동 시스템의 어느 하나에 의해 물체가 탑재되는 이동체가 양호한 정밀도로 구동된다. 따라서, 주사 노광에 의해, 물체 상에 양호한 정밀도로 패턴을 형성하는 것이 가능하게 된다.
- [0034] 본 발명은, 제 15 관점에서 보면, 마스크와 물체를 소정의 주사 방향으로 동기 이동하여 상기 마스크에 형성된 패턴을 상기 물체 상의 구획 영역에 전사하는 주사 노광과, 다음의 구획 영역을 주사 노광하기 위한 상기 물체의 이동을 교대로 반복하는 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작을 실행하여, 상기 물체 상의 복수의 구획 영역에 상기 패턴을 순차 전사하는 노광 방법으로서, 적어도 각 구획 영역에 대한 주사 노광 중, 상기 마스크를 유지하는 마스크 스테이지의 위치 정보를 인코더로 측정함과 함께, 상기 인코더의 측정값과, 상기 인코더와 간섭계에 의한 상기 마스크 스테이지의 위치 정보로부터 결정되는 상기 인코더의 측정값의 보정 정보에 기초하여 상기 마스크 스테이지의 이동을 제어하고, 상기 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작 중에 측정되는 상기 간섭계 및 상기 인코더의 측정값에 기초하여 상기 보정 정보를 교정하는 제 2 노광 방법이다.
- [0035] 이것에 의하면, 다음의 물체에 대한 스텝 앤드 스캔 방식의 노광시, 각 구획 영역에 대한 주사 노광시 (패턴 전사시) 의 마스크 스테이지의 이동을, 보정 정보를 이용하여 보정된 인코더의 측정값, 즉 단기 안정성은 물론, 선형성 및 장기 안정성도 양호한 마스크 스테이지의 주사 방향의 위치 정보의 측정값에 기초하여, 양호한 정밀도로 제어하는 것이 가능하게 된다. 이에 의해, 마스크에 형성된 패턴을 주사 노광에 의해 그 물체 상의 복수의 구획 영역에 양호한 정밀도로 전사하는 것이 가능하게 된다.
- [0036] 본 발명은, 제 16 관점에서 보면, 마스크와 물체를 소정의 주사 방향으로 동기 이동하여 상기 마스크에 형성된 패턴을 상기 물체 상의 구획 영역에 전사하는 주사 노광과, 다음의 구획 영역을 주사 노광하기 위한 상기 물체의 이동을 교대로 반복하는 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작을 실시하는 노광 장치로서, 상기 마스크를 유지하여 적어도 상기 주사 방향으로 이동 가능한 마스크 스테이지와; 상기 물체를 유지하여 적어도 상기 주사 방향으로 이동 가능한 물체 스테이지와; 상기 마스크 스테이지의 상기 주사 방향의 위치 정보를 측정하는 간섭계 및 인코더와; 적어도 각 구획 영역에 대한 주사 노광 중, 상기 인코더의 측정값과, 상기 인코더와 상기 간섭계에 의한 상기 마스크 스테이지의 위치 정보로부터 결정되는 상기 인코더의 측정값의 보정 정보에 기초하여 상기 마스크 스테이지의 이동을 제어하고, 상기 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작 중에 측정되는 상기 간섭계 및 상기 인코더의 측정값에 기초하여 상기 보정 정보를 교정하는 제어 장치를 구비하는 제 2 노광 장치이다.
- [0037] 이것에 의하면, 제어 장치는, 물체 상의 복수의 구획 영역에 패턴을 순차 전사하는 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작을 실시할 때, 각 구획 영역에 대한 주사 노광 중, 인코더의 측정값과, 인코더와 상기 간섭계에 의한 상기 마스크 스테이지의 위치 정보로부터 결정되는 상기 인코더의 측정값의 보정 정보에 기초하여, 마스크 스테이지의 이동을 제어하고, 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작 중에 측정되는 간섭계 및 인코더의 측정값에 기초하여 보정 정보를 교정한다. 따라서, 그 교정 후에 있어서의 물체 상의 각 구획 영역에 대한 주사 노광시 (패턴 전사시) 의 마스크 스테이지의 이동을, 교정된 보정 정보를 이용하여 보정된 인코더의 측정값, 즉 단기 안정성은 물론, 선형성 및 장기 안정성도 양호한 마스크 스테이지의 주사 방향의 위치 정보의 측정값에 기초하여, 양호한 정밀도로 제어하는 것이 가능하게 된다. 이에 의해, 마스크에 형성된 패턴을 주사 노광에 의해 그 물체 상의 복수의 구획 영역에 양호한 정밀도로 전사하는 것이 가능하게 된다.
- [0038] 본 발명은, 제 17 관점에서 보면, 조명광에 대해, 마스크와 물체를 소정의 주사 방향으로 동기 이동하여, 상기 마스크에 형성된 패턴을 상기 물체 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 마스크를 유지하여 적어도 상기 주사 방향으로 이동 가능한 마스크 스테이지와; 상기 물체를 유지하여 적어도 상기 주사 방향으로 이동 가능한 물체 스테이지와; 상기 마스크 스테이지의 상기 주사 방향의 위치를 측정하는 간섭계 및 인코더와; 상기 간섭계의 측정값의 단기 변동을 무시할 수 있을 정도의 저속으로 상기 마스크 스테이지를 상기 주사 방향으로 구동하고, 상기 간섭계 및 인코더를 이용하여 상기 마스크 스테이지의 상기 주사 방향의 위치 정보를 측정하고, 상기 간섭계 및 상기 인코더의 측정 결과에 기초하여 상기 인코더의 측정값을 상기 간섭계의 측정값을 이용하여 보정하는 보정 정보를 결정하는 교정 장치와; 상기 인코더의 측정값과 상기 보정 정보에 기초하여, 상기 패턴의 전사시의 상기

마스크 스테이지의 이동을 제어하는 제어 장치를 구비하는 제 3 노광 장치이다.

[0039] 이것에 의하면, 교정 장치에 의해, 간섭계의 계측값의 단기 변동을 무시할 수 있을 정도의 저속으로 마스크 스테이지가 주사 방향으로 구동되고, 간섭계 및 인코더를 이용하여 마스크 스테이지의 주사 방향의 위치 정보가 계측되고, 간섭계 및 인코더의 계측 결과에 기초하여 인코더의 계측값을 간섭계의 계측값을 이용하여 보정하는 보정 정보, 즉, 인코더에 비해 계측값의 선형성 및 장기 안정성이 우수한 간섭계의 계측값을 이용하여, 그 간섭계에 비해 계측값의 단기 안정성이 우수한 인코더의 계측값을 보정하는 보정 정보가 결정된다. 그리고, 제어 장치에 의해, 인코더의 계측값과 보정 정보에 기초하여, 패턴 전사시의 마스크 스테이지의 이동이 제어된다. 따라서, 보정 정보를 이용하여 보정된 인코더의 계측값, 즉 단기 안정성은 물론, 선형성 및 장기 안정성도 양호한 마스크 스테이지의 주사 방향의 위치 정보의 계측값에 기초하여, 패턴 전사시의 마스크 스테이지의 주사 방향의 이동을 양호한 정밀도로 제어하는 것이 가능하게 된다. 이에 의해, 마스크에 형성된 패턴을 주사 노광에 의해 물체 상에 양호한 정밀도로 전사하는 것이 가능하게 된다.

[0040] 본 발명은, 제 18 관점에서 보면, 조명광에 대해, 마스크와 물체를 소정의 주사 방향으로 동기 이동하여, 상기 마스크에 형성된 패턴을 상기 물체 상에 전사하는 노광 장치로서, 상기 마스크를 유지하여 적어도 상기 주사 방향으로 이동 가능한 마스크 스테이지와; 상기 물체를 유지하여 적어도 상기 주사 방향으로 이동 가능한 물체 스테이지와; 상기 마스크 스테이지의 상기 주사 방향의 위치 정보를 계측하는 간섭계 및 인코더와; 상기 마스크 스테이지를, 노광 대상 마스크의 패턴 영역에 상기 조명광이 조사되는 범위의 양단의 위치인 제 1 위치와 제 2 위치를 포함하는 복수의 위치에 각각 위치 결정하면서, 상기 간섭계 및 인코더의 계측값을 소정의 샘플링 간격으로 취득하고, 그 취득한 계측값에 기초하여, 상기 간섭계의 계측값과 상기 인코더의 계측값의 관계를 나타내는 맵 정보의 스케일링 오차를 보정하는 교정 동작을 실행하는 교정 장치와; 상기 인코더의 계측값과 상기 보정 후의 맵 정보에 기초하여, 상기 패턴 전사시의 상기 마스크 스테이지의 이동을 제어하는 제어 장치를 구비하는 제 4 노광 장치이다.

[0041] 이것에 의하면, 교정 장치에 의해, 마스크 스테이지를 노광 대상의 마스크의 패턴 영역을 조명광이 통과하는 범위의 양단의 위치인 제 1 위치와 제 2 위치를 포함하는 복수의 위치에 각각 위치 결정하면서, 간섭계 및 인코더의 계측값을 소정의 샘플링 간격으로 취득하고, 그 취득한 계측값에 기초하여, 간섭계의 계측값과 인코더의 계측값의 관계를 나타내는 맵 정보의 스케일링 오차를 보정하는 교정 동작이 실행된다. 즉, 인코더에 비해 계측값의 선형성 및 장기 안정성이 우수한 간섭계와, 그 간섭계에 비해 계측값의 단기 안정성이 우수한 인코더의 계측값의 관계를 나타내는 맵 정보의 스케일링 오차가 보정된다. 그리고, 제어 장치에 의해, 인코더의 계측값과 보정 후의 맵 정보에 기초하여, 패턴 전사시의 마스크 스테이지의 이동이 제어된다. 따라서, 보정 후의 맵 정보와 인코더의 계측값에 기초하여, 패턴 전사시의 마스크 스테이지의 주사 방향의 이동을 양호한 정밀도로 제어하는 것이 가능하게 된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0042] 도 1 은 일 실시형태에 관련된 노광 장치의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2 는 레티클 스테이지를, 그 레티클 스테이지의 위치 정보를 계측하는 인코더 시스템 및 간섭계 시스템과 함께 나타내는 평면도이다.
- 도 3 은 웨이퍼 스테이지를, 그 웨이퍼 스테이지의 위치 정보를 계측하는 인코더 및 간섭계와 함께 나타내는 평면도이다.
- 도 4 는 도 1 의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치를 계측하는 Y 간섭계, 그리고 Z 간섭계 및 그 근방의 구성 부분을 발췌하여 나타내는 도면이다.
- 도 5 는 인코더의 구성의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 6 은 일 실시형태에 관련된 노광 장치의 스테이지 제어에 관련되는 제어계를 일부 생략하여 나타내는 블록도이다.
- 도 7 은 위치 계측계의 전환 동작을 설명하기 위한 제 1 도면이다.
- 도 8 은 위치 계측계의 전환 동작을 설명하기 위한 제 2 도면이다.
- 도 9 는 레티클측의 인코더의 전환 (계측값의 연결) 동작을 포함하는 노광을 위한 레티클 스테이지의 스캔 동작을 설명하기 위한 제 1 도면이다.

도 10 은 레티클측의 인코더의 전환 (계측값의 연결) 동작을 포함하는 노광을 위한 레티클 스테이지의 스캔 동작을 설명하기 위한 제 2 도면이다.

도 11 은 레티클측의 인코더의 전환 (계측값의 연결) 동작을 포함하는 노광을 위한 레티클 스테이지의 스캔 동작을 설명하기 위한 제 3 도면이다.

도 12(A) 는, 웨이퍼의 중앙 부근이 투영 유닛의 바로 아래가 되는 위치에 웨이퍼 스테이지가 있는 상태를 나타내는 도면, 도 12(B) 는, 웨이퍼의 중심과 외주의 중간 부근이 투영 유닛의 바로 아래가 되는 위치에 웨이퍼 스테이지가 있는 상태를 나타내는 도면이다.

도 13(A) 는, 웨이퍼의 +Y 측의 에지 근방이 투영 유닛 (PU) 의 바로 아래가 되는 위치에 웨이퍼 스테이지가 있는 상태를 나타내는 도면, 도 13(B) 는, 웨이퍼의 중심으로부터 보아 X 측 및 Y 측에 대해 45° 를 이루는 방향의 에지 근방이 투영 유닛 (PU) 의 바로 아래가 되는 위치에 웨이퍼 스테이지가 있는 상태를 나타내는 도면이다.

도 14 는 웨이퍼의 +X 측의 에지 근방이 투영 유닛 (PU) 의 바로 아래가 되는 위치에 웨이퍼 스테이지가 있는 상태를 나타내는 도면이다.

도 15 는 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 의 제 1 캘리브레이션 동작으로 얻어지는 맵의 일례를 나타내는 선도이다.

도 16 은 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 의 계측 오차를 교정하는 제 2 캘리브레이션 동작을 설명하기 위한 제 1 도면이다.

도 17 은 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 의 계측 오차를 교정하는 제 2 캘리브레이션 동작을 설명하기 위한 제 2 도면이다.

도 18 은 제 2 캘리브레이션 동작으로 얻어지는 맵의 일례를 나타내는 도면이다.

도 19 는 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 의 계측 오차를 교정하는 제 2 캘리브레이션 동작으로 얻어지는 맵의 일례를 나타내는 도면이다.

도 20 은 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값의 장기 캘리브레이션 동작 (제 1 캘리브레이션 동작), 즉 이동 스케일의 격자 피치의 보정 정보 및 격자 변형의 보정 정보의 취득 동작에 대해 설명하기 위한 도면이다.

도 21 은 인코더의 계측 오차의 축차 캘리브레이션으로 얻어지는 간접계 및 인코더의 계측값을 나타내는 도면이다.

도 22 는 변형예에 관련된, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자 피치의 보정 정보의 취득 동작을 설명하기 위한 제 1 도면이다.

도 23 은 변형예에 관련된, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자 피치의 보정 정보의 취득 동작을 설명하기 위한 제 2 도면이다.

도 24 는 변형예에 관련된, 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자선의 변형 (격자선의 휨) 의 보정 정보의 취득 동작에 대해 설명하기 위한 도면이다.

도 25 는 웨이퍼 스테이지용 인코더 시스템의 변형예를 나타내는 도면이다.

도 26 은 웨이퍼 스테이지용 인코더 시스템의 다른 변형예를 나타내는 도면이다.

도 27 은 액침 노광 장치에서 사용되는 웨이퍼 스테이지의 변형예를 나타내는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0043] 이하, 본 발명의 일 실시형태를 도 1 ~도 21 에 기초하여 설명한다.

[0044] 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 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  $\theta_x$ ,  $\theta_y$  및  $\theta_z$  방향으로 하여 설명한다.

- [0045] 노광 장치 (100) 는, 광원 및 조명 광학계를 포함하고, 조명광 (노광광) (IL) 에 의해 레티클 (R1, R2) 을 조명하는 조명계 (10), 레티클 (R1, R2) 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.
- [0046] 조명계 (10) 는, 도시를 생략한 레티클 블라인드 (마스킹 시스템) 로 규정된 레티클 (R1 또는 R2) 상에서 X 축 방향으로 연장되는 슬릿상 조명 영역 (IAR) (도 2 참조) 을 조명광 (IL) 에 의해 거의 균일한 조도로 조명한다. 여기서, 조명광 (IL) 으로는, 일례로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 이 이용되고 있다.
- [0047] 상기 레티클 스테이지 (RST) 는, 후술하는 제 2 칼럼 (34) 의 천장판을 구성하는 레티클 베이스 (36) 상에, 그 저면에 형성된 도시를 생략한 에어 베어링 등에 의해, 예를 들어 수  $\mu\text{m}$  정도의 클리어런스를 통해 지지되어 있다. 레티클 스테이지 (RST) 로는, 예를 들어 1 장의 레티클을 유지 가능한 레티클 스테이지, 또는 각각 1 장의 레티클을 유지하여 독립적으로 가동 (可動) 하는 트윈 레티클 스테이지를 사용할 수도 있는데, 본 실시형태에서는 2 장의 레티클을 동시에 유지 가능한 더블 레티클 홀더 방식의 레티클 스테이지가 이용되고 있다.
- [0048] 레티클 스테이지 (RST) 는, 여기에서는, 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  $\theta_z$  방향으로) 미소 구동 가능하다. 또, 레티클 스테이지 (RST) 는, 레티클 스테이지 구동계 (11) 에 의해, 레티클 베이스 (36) 상을 소정의 주사 방향 (여기에서는, 도 1 에 있어서의 지면 좌우 방향인 Y 축 방향) 으로 지정된 주사 속도로 구동 가능하게 되어 있다. 또한, 레티클 스테이지 (RST) 는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평8-130179 호 (대응 미국 특허 제6,721,034호 명세서) 에 개시되는 조미동 구조로 해도 되고, 그 구조는 본 실시형태 (도 2 등) 에 한정되는 것은 아니다.
- [0049] 레티클 스테이지 (RST) 의 XY 평면 (이동면) 내의 위치 정보는, 도 1 에 나타내는, 레티클 Y 레이저 간섭계 (이하, 「레티클 Y 간섭계」 라고 한다) (16y) 등을 포함하는 레티클 간섭계 시스템, 그리고 인코더 헤드 (이하, 「헤드」 라고 약술한다) (26A<sub>1</sub> ~ 26A<sub>3</sub>, 26C<sub>1</sub> ~ 26C<sub>3</sub>) 및 이동 스케일 (24A) 등을 포함하는 인코더 시스템에 의해 계측 가능하게 구성되어 있다. 또한, 도 1 에서는, 이동 스케일 (24A) 의 상방에 레티클 (R1, R2) 의 상단면이 노출된 상태가 나타나 있는데, 이것은 설명의 편의상 이와 같이 도시한 것으로, 실제와는 상이하다.
- [0050] 여기에서, 레티클 스테이지 (RST) 및 그 XY 평면 (이동면) 내의 위치를 계측하는 레티클 간섭계 시스템 및 인코더 시스템의 구성 등에 대해 더욱 상세하게 서술한다.
- [0051] 레티클 스테이지 (RST) 의 중앙부에는, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 평면에서 보아 (상방에서 보아) Y 축 방향 (주사 방향) 으로 가늘고 긴 직사각형의 오목부 (22) 가 형성되어 있다. 오목부 (22) 의 내부 저면에는, 대략 정사각형의 개구 (도시 생략) 가 2 개 Y 축 방향으로 나란히 형성되고, 이들 개구를 각각 덮은 상태에서, 레티클 (R1), 레티클 (R2) 이 Y 축 방향으로 나란히 배치되어 있다. 레티클 (R1, R2) 의 각각은, 오목부 (22) 의 내부 저면의 2 개의 개구의 X 축 방향의 양측에 형성된 도시를 생략한 흡착 기구, 예를 들어 진공 척에 의해 각각 진공 흡착되어 있다.
- [0052] 또, 레티클 스테이지 (RST) 상면의 +X 측단부 및 -X 측단부에는, 조명 영역 (IAR) 의 중심 (본 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL) 의 제 1 면 (물체면) 내에서 그 광축 (AX) 과 거의 일치) 을 통과하는, Y 축 방향으로 평행한 중심축에 관하여 대칭의 위치에서, 한 쌍의 이동 스케일 (24A, 24B) 이 Y 축 방향을 길이 방향으로 하여 연장 형성되어 있다. 이동 스케일 (24A, 24B) 은, 동일한 소재 (예를 들어 세라믹스, 또는 저열팽창의 유리 등) 로 이루어지고, 그 표면에는, 주기 방향을 Y 축 방향으로 하는 반사형 회절 격자가, 상기 중심축에 관하여 대칭의 배치로 형성되어 있다. 이동 스케일 (24A, 24B) 은, 국소적인 신축이 발생하지 않도록, 예를 들어 진공 흡착 (또는 판 스프링) 등에 의해 레티클 스테이지 (RST) 에 고정되어 있다.
- [0053] 이동 스케일 (24A, 24B) 의 상방 (+Z 측) 에는, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 이동 스케일 (24A, 24B) 에 대향하여, 2 쌍의 Y 축 방향 위치 계측용 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26A<sub>2</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26B<sub>2</sub>) 가, 상기 서술한 중심축에 관하여 대칭으로 배치되어 있다 (도 1 참조). 이 중, 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 는, 상기 서술한 조명 영역 (IAR) 의 중심을 통과하는 X 축 방향의 직선 (계측축) 상에 그 계측 중심이 거의 일치하는 위치에 배치되어 있다. 또, 헤드 (26A<sub>2</sub>, 26B<sub>2</sub>) 는, 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 로부터 동일 거리만큼 +Y 방향으로 각각 떨어진 위치이고 또한 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>)

와 동일면 상에 배치되어 있다. 또한, 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 와 동일면 상에서 상기 계측축에 관하여 헤드 (26A<sub>2</sub>, 26B<sub>2</sub>) 와 대칭으로, 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 로부터 동일 거리만큼 -Y 방향으로 각각 떨어진 위치에는, 한 쌍의 헤드 (26A<sub>3</sub>, 26B<sub>3</sub>) 가 배치되어 있다. 상기 3 쌍의 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26A<sub>2</sub>, 26B<sub>2</sub>, 26A<sub>3</sub>, 26B<sub>3</sub>) 는, 도시를 생략한 지지 부재를 각각 개재하여 레티클 베이스 (36) 에 고정되어 있다.

[0054] 또, 레티클 스테이지 (RST) 상면의 이동 스케일 (24A) 의 -X 측에는, Y 축 방향을 길이 방향으로 하는 이동 스케일 (28) 이 이동 스케일 (24A) 과 나란히 배치되고, 예를 들어 진공 흡착 (또는 판 스프링) 등에 의해 레티클 스테이지 (RST) 에 고정되어 있다. 이 이동 스케일 (28) 은, 이동 스케일 (24A, 24B) 과 동일 소재 (예를 들어 세라믹스, 또는 저열팽창의 유리 등) 로 구성되고, 또한 그 상면에는, X 축 방향을 주기 방향으로 하는 반사형 회절 격자가 Y 축 방향에 관하여 거의 전체 길이에 걸쳐 형성되어 있다.

[0055] 이동 스케일 (28) 의 상방 (+Z 측) 에는, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 이동 스케일 (28) 에 대향하여, 2 개의 X 축 방향 위치 계측용 헤드 (26C<sub>1</sub>, 26C<sub>2</sub>) 가 배치되어 있다 (도 1 참조). 이 중, 헤드 (26C<sub>1</sub>) 는, 상기 서술한 조명 영역 (IAR) 의 중심을 통과하는 X 축 방향의 직선 (계측축) 상에 대략 위치하고 있다. 또, 헤드 (26C<sub>2</sub>) 는, 헤드 (26C<sub>1</sub>) 로부터 소정 거리만큼 +Y 방향으로 떨어진 헤드 (26A<sub>2</sub>) 근방의 위치이고 또한 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26A<sub>2</sub>) 등과 동일면 상에 배치되어 있다.

[0056] 또한, 헤드 (26C<sub>1</sub>) 와 동일면 상에서 상기 계측축에 관하여 헤드 (26C<sub>2</sub>) 와 대칭으로, 헤드 (26C<sub>1</sub>) 로부터 소정 거리만큼 -Y 방향으로 떨어진 위치에는, 헤드 (26C<sub>3</sub>) 가 배치되어 있다. 상기 3 개의 헤드 (26C<sub>1</sub>, 26C<sub>2</sub>, 26C<sub>3</sub>) 는, 도시를 생략한 지지 부재를 각각 개재하여 레티클 베이스 (36) 에 고정되어 있다. 또한, 본 실시 형태에서는 9 개의 헤드 (26A<sub>1</sub> ~ 26A<sub>3</sub>, 26B<sub>1</sub> ~ 26B<sub>3</sub>, 26C<sub>1</sub> ~ 26C<sub>3</sub>) 를, 도시를 생략한 지지 부재를 개재하여 레티클 베이스 (36) 에 고정시키는 것으로 했는데, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 방진 기구를 개재시켜 바닥면 (F) 또는 베이스 플레이트 (BS) 에 설치되는 프레임 부재에 형성해도 된다.

[0057] 본 실시형태에서는, 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 와, 대향하는 이동 스케일 (24A, 24B) 에 의해, 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 축 방향의 위치 (Y 위치) 를 계측하는 한 쌍의 Y 리니어 인코더가 구성되어 있다. 이하에서는, 편의상, 이들 Y 리니어 인코더를, 각각의 헤드와 동일한 부호를 이용하여, Y 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 로 기술한다.

[0058] Y 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 계측축은, 상기 서술한 조명 영역 (IAR) 의 중심 (본 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 일치) 으로부터, X 축 방향에 관해서 동일한 거리에 있고, 예를 들어 노광시 등에는, Y 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 계측값의 평균값에 기초하여, 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 위치가 계측된다. 즉, Y 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub> 및 26B<sub>1</sub>) 에 의한 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 정보를 계측하는 실질적인 계측축은, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 상을 통과한다. 따라서, 노광시 등에는, 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 위치는, Y 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 를 이용하여, 아베 오차 없이 계측하는 것이 가능하다. 또한, Y 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 계측값에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의  $\theta_z$  방향의 회전 정보 (요잉) 가 계측된다.

[0059] 동일하게, 헤드 (26A<sub>2</sub>, 26A<sub>3</sub>) 와, 이들에 대향하는 이동 스케일 (24A) 에 의해, 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 위치를 계측하는 Y 리니어 인코더가 각각 구성된다. 동일하게, 헤드 (26B<sub>2</sub>, 26B<sub>3</sub>) 와, 이들에 대향하는 이동 스케일 (24B) 에 의해, 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 위치를 계측하는 Y 리니어 인코더가 각각 구성된다. 이하에서는, 편의상, 이들 Y 리니어 인코더를, 각각의 헤드와 동일한 부호를 이용하여, Y 리니어 인코더 (26A<sub>2</sub>, 26A<sub>3</sub>, 26B<sub>2</sub>, 26B<sub>3</sub>) 로 기술한다.

[0060] 또, 헤드 (26C<sub>1</sub>) 와, 이것에 대향하는 이동 스케일 (28) 에 의해, 상기 서술한 조명 영역 (IAR) 의 중심을 통과하는, X 축 방향과 평행한 직선 (계측축) 에 있어서의 레티클 스테이지 (RST) 의 X 축 방향의 위치 (X 위치) 를 계측하는 X 리니어 인코더가 구성되어 있다. 이하에서는, 편의상, 이 X 리니어 인코더를, 그 헤드와 동일한 부호를 이용하여, X 리니어 인코더 (26C<sub>1</sub>) 로 기술한다. 따라서, 노광시 등에는, 레티클 스테이지 (RST) 의

X 위치는, X 리니어 인코더 (26C<sub>1</sub>) 를 이용하여, 아베 오차 없이 계측하는 것이 가능하다.

- [0061] 동일하게, 헤드 (26C<sub>2</sub>, 26C<sub>3</sub>) 와 이동 스케일 (28) 에 의해, 레티클 스테이지 (RST) 의 X 위치를 계측하는 X 리니어 인코더가 각각 구성된다. 이하에서는, 편의상, 이들 X 리니어 인코더를, 각각의 헤드와 동일한 부호를 이용하여, X 리니어 인코더 (26C<sub>2</sub>, 26C<sub>3</sub>) 로 기술한다.
- [0062] 상기 9 개의 리니어 인코더 (이하, 적당히 「인코더」 라고도 기술한다) (26A<sub>1</sub> ~ 26C<sub>3</sub>) 의 계측값은, 주제어 장치 (20) (도 1 참조) 에 보내지도록 되어 있다 (도 6 참조).
- [0063] 또한, 상기 서술한 3 개의 이동 스케일 (24A, 24B, 28) 은 그 Y 축 방향의 길이 (이동 스케일 (24A, 24B) 에서는 회절 격자의 형성 범위, 이동 스케일 (28) 에서는 회절 격자의 폭에 상당) 가, 적어도 레티클 (R1, R2) 을 각각 개재하여 웨이퍼 (W) 를 주사 노광할 때의 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 축 방향의 이동 스트로크 (이동 범위) 의 전체 영역을 커버하도록 (본 실시형태에서는, 적어도 주사 노광 중과, 주사 노광 전후의 레티클 스테이지 (RST) 의 가감속 및 동기 정정 (整定) 기간 중에, 예를 들어 3 개로 1 세트의 헤드 (26A<sub>i</sub>, 26B<sub>i</sub>, 26C<sub>i</sub> (i=1 ~ 3) 중, 적어도 1 개의 세트의 헤드 (계측 빔) 가 대응하는 이동 스케일 (회절 격자) 로부터 벗어나지 않는, 즉 계측 불능이 되지 않도록) 설정되어 있다. 또, 상기 서술한 3 개의 이동 스케일 (24A, 24B, 28) 의 X 축 방향의 폭 (이동 스케일 (24A, 24B) 에서는 회절 격자의 폭, 이동 스케일 (28) 에서는 회절 격자의 형성 범위에 상당) 도 동일하게, 레티클 스테이지 (RST) 의 X 축 방향의 이동 스트로크의 전체 영역을 커버하도록 (본 실시형태에서는, 예를 들어 3 개로 1 세트의 헤드 (26A<sub>i</sub>, 26B<sub>i</sub>, 26C<sub>i</sub> (i=1 ~ 3) 중, 적어도 1 개의 세트의 헤드 (계측 빔) 가 대응하는 이동 스케일 (회절 격자) 로부터 벗어나지 않는, 즉 계측 불능이 되지 않도록) 설정되어 있다. 레티클 스테이지 (RST) 는  $\theta_z$  방향으로 미소 회전 가능하기 때문에, 당연히 이 회전에 의해 적어도 3 개의 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 에 의한 계측이 불능이 되지 않도록, 상기 서술한 3 개의 이동 스케일 (24A, 24B, 28) 은  $\theta_z$  방향의 회전 범위도 고려하여 X 축 및 Y 축 방향의 크기 (길이, 폭) 가 설정되어 있다.
- [0064] 또한, 본 실시형태에서는, 레티클 (R2) 을 사용하는 주사 노광에서는 6 개의 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26A<sub>2</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26B<sub>2</sub>, 26C<sub>1</sub>, 26C<sub>2</sub>) 에 의해, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 정보 (적어도 X 축 및 Y 축 방향의 위치와  $\theta_z$  방향의 회전 정보를 포함한다) 를 계측 가능하게 되어 있다. 또, 레티클 (R1) 을 사용하는 주사 노광에서는 6 개의 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26A<sub>3</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26B<sub>3</sub>, 26C<sub>1</sub>, 26C<sub>3</sub>) 에 의해, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 정보 (적어도 X 축 및 Y 축 방향의 위치와  $\theta_z$  방향의 회전 정보를 포함한다) 를 계측 가능하게 되어 있다. 또, 본 실시형태에서는, 상기 서술한 조명 영역 (IAR) 에 대해 +Y 축 또는 -Y 축에서 레티클 (R1, R2) 의 교환이 실시되거나, 또는 레티클 (R1) 은 -Y 축, 레티클 (R2) 은 +Y 축에서 그 교환이 실시되고, 이 교환 위치에 있어서도 적어도 3 개의 리니어 인코더 (26A<sub>2</sub>, 26B<sub>2</sub>, 26C<sub>2</sub>) 또는 리니어 인코더 (26A<sub>3</sub>, 26B<sub>3</sub>, 26C<sub>3</sub>) 에 의해 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 정보를 계측 가능하게 되어 있다.
- [0065] 또한, 본 실시형태에서는 3 개의 이동 스케일 (24A, 24B, 28) 과, 9 개의 헤드 (26A<sub>1</sub> ~ 26A<sub>3</sub>, 26B<sub>1</sub> ~ 26B<sub>3</sub>, 26C<sub>1</sub> ~ 26C<sub>3</sub>) 를 갖는 헤드 유닛에 의해, 레티클 스테이지 (RST) 용 인코더 시스템을 구성하는 것으로 했지만, 인코더 시스템은 그 구성이 도 2 에 한정되는 것이 아니고, 예를 들어 헤드 유닛은 3 개의 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 를 갖는 것만이어도 된다. 이 경우, 상기 레티클 교환 위치 또는 그 교환 위치까지의 도중에, 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 에 의한 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 계측이 불능이 될 때에는, 예를 들어 다른 계측 장치, 또는 상기 서술한 레티클 간섭계 시스템의 적어도 일부를 이용하여 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 계측을 실시해도 된다. 또, 본 실시형태에서는 흡착 기구 또는 판 스프링 등에 의해 3 개의 이동 스케일 (24A, 24B, 28) 을 레티클 스테이지 (RST) 에 고정시키는 것으로 했는데, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 나사 고정, 또는 회절 격자를 직접 레티클 스테이지 (RST) 에 형성해도 된다. 또한, 본 실시형태에서는 이동 스케일 (24A, 24B, 28) 을, 레티클 스테이지 (RST) 의 상면 (조명계측) 에 형성하는 것으로 했지만, 그 하면 (투영 광학계측) 에 형성해도 되고, 상기 서술한 헤드 유닛 (인코더 헤드) 과 이동 스케일 (24A, 24B, 28) 의 배치를 반대로 하는, 즉 상기 서술한 헤드 유닛을 레티클 스테이지 (RST) 에 형성하고, 이동 스케일 (24A, 24B, 28) 을 보디측에 형성해도 된다.
- [0066] 상기 레티클 간섭계 시스템은, 도 2 및 도 6 에 나타내는 바와 같이, 레티클 Y 간섭계 (16y) 와, 레티클 X 간섭계 (16x) 를 구비하고 있다.



- [0067] 레티클 X 간섭계 (16x) 는, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 센서 헤드 (19A) (도 1 에서는 도시 생략) 와, 레티클 스테이지 (RST) 의 +X 축의 단면에 고정된 광학계 유닛 (19B) 을 포함한다.
- [0068] 센서 헤드 (19A) 는, 레티클 베이스 (36) 상면에 고정되고, 그 내부에 광원, 광학계, 그리고 2 개의 검광자 (편광자) 및 2 개의 광전 변환 소자 등을 내장하고 있다. 광원으로는, 제만 효과를 이용한 2 주파 레이저가 이용되고 있다. 이 광원으로부터의 레이저 빔이 광학계에 의해 단면 형상이 수평 방향으로 확대되고, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 그 단면 형상이 확대된 빔 (BM) 이 센서 헤드 (19A) 로부터 출력된다. 그리고, 광학계 유닛 (19B) 내에서 빔 (BM) 은 2 분할되고, 일방의 분할 빔은 도시를 생략한 제 1 빔 스플리터에 입사하여 측정 빔 (BM<sub>1</sub>) 과 참조 빔으로 분할되고, 측정 빔 (BM<sub>1</sub>) 은 평면경 (21) 의 반사면에서 반사되고, 또한 참조 빔은 예를 들어 레티클 스테이지 (RST) 의 반사면에서 반사되어 제 1 빔 스플리터에 되돌아오고, 동축에 합성되어 광학계 유닛 (19B) 으로부터 출력된다. 동일하게, 타방의 분할 빔은 도시를 생략한 제 2 빔 스플리터에 입사하여 측정 빔 (BM<sub>2</sub>) 과 참조 빔으로 분할되고, 측정 빔 (BM<sub>2</sub>) 은 평면경 (21) 의 반사면에서 반사되고, 또한 참조 빔은 예를 들어 레티클 스테이지 (RST) 의 반사면에서 반사되어 제 2 빔 스플리터에 되돌아오고, 동축에 합성되어 광학계 유닛 (19B) 으로부터 출력된다. 도시되어 있지 않지만, 본 실시형태에서는 평면경 (21) 이 상기 서술한 보디 (BD) 의 일부, 예를 들어 제 2 칼럼 (34) 의 레티클 베이스 (36), 또는 후술하는 제 1 칼럼 (32) 의 경통 정반 (메인 프레임) (38) 에 고정되어 있다.
- [0069] 또, 센서 헤드 (19A) 에는, 광학계 유닛 (19B) 내의 제 1 및 제 2 빔 스플리터 각각으로부터의 복귀광 (상기 서술한 측정 빔 (BM<sub>1</sub>, BM<sub>2</sub>) 과 각각의 참조 빔의 합성광) 이 되돌아온다. 센서 헤드 (19A) 의 내부에서는, 이들 복귀광은, 광학계를 통해 개별의 검광자에 각각 입사하고, 각 검광자로부터 출력되는 간섭광이 2 개의 광전 변환 소자에 의해 개별적으로 수광되고, 각 간섭광에 따른 간섭 신호가 도시를 생략한 신호 처리계에 보내진다. 이 신호 처리계는, 각 광전 변환 소자로부터의 간섭 신호에 기초하여, 측정 빔의 위상이 참조 빔의 위상에 대해 도플러 시프트되고, 위상 변화가 생기는 것을 이용하여, 그 위상 변화로 생긴 간섭 신호의 변화를 헤테로 다인 검출한다. 그리고, 신호 처리계는, 검출한 간섭 신호의 변화로부터, 측정 빔 (BM<sub>1</sub>, BM<sub>2</sub>) 의 조사점에 있어서의, 평면경 (21) 을 기준으로 한 X 축 방향의 위치 정보, 즉 측정 빔 (BM<sub>1</sub>, BM<sub>2</sub>) 의 조사점에 있어서의 레티클 스테이지 (RST) 의 X 위치 정보를, 예를 들어 0.5 ~ 1nm 정도의 분해능으로 항상 검출한다.
- [0070] 레티클 Y 간섭계 (16y) 는, 광원으로서 레티클 X 간섭계 (16x) 와 동일하게 제만 효과를 이용한 2 주파 레이저를 사용한 마이켈슨형 헤테로다인·레이저 간섭계이다. 이 레티클 Y 간섭계 (16y) 는, 투영 유닛 (PU) 을 구성하는 경통 (40) 의 측면에 고정된 고정경 (14) (도 1 참조) 을 기준으로 하여, 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 위치를, 레티클 스테이지 (RST) 에 고정된 이동경 (평면경 또는 레트로 리플렉터 등) (15) 을 통해, 예를 들어 0.5 ~ 1nm 정도의 분해능으로 항상 검출한다. 또한, 레티클 Y 간섭계 (16y) 는 그 적어도 일부 (예를 들어, 광원을 제외한 광학 유닛) 가, 예를 들어 레티클 베이스 (36) 에 고정되어 있다.
- [0071] 레티클 X 간섭계 (16x) 로부터의 2 축의 X 위치 정보 및 레티클 Y 간섭계 (16y) 로부터의 Y 위치 정보는, 주제어 장치 (20) 에 보내지고 있다 (도 6 참조).
- [0072] 또한, 상기 서술한 레티클 간섭계 시스템은, 센서 헤드 (19A) 와 레티클 스테이지 (RST) 에 형성되는 광학계 유닛 (19B) 을 갖는 X 간섭계 (16x) 를 구비하는 것으로 했지만, X 간섭계 (16x) 의 구성은 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 광학계 유닛 (19B) 및 평면경 (21) 의 배치가 반대, 즉 레티클 스테이지 (RST) 의 측면에 Y 축 방향으로 연장되어 형성되는 반사면 (평면경 (21) 에 상당) 에, 레티클 베이스 (36) 에 배치되는 광학계 유닛 (19B) 으로부터 측정 빔을 조사하는 구성으로 해도 된다. 또한, 센서 헤드 (19A) 는 레티클 베이스 (36) 에 형성되는 것으로 했지만, 예를 들어 그 적어도 일부가 보디 (BD) 와는 다른 프레임 부재에 형성되어도 된다. 또, 본 실시형태에서는 레티클 간섭계 시스템의 간섭계용 반사면으로서, 레티클 스테이지 (RST) 의 단부에 고정되는 상기 서술한 이동경 (15) 등을 사용하는 것으로 했지만, 그 대신에, 예를 들어 레티클 스테이지 (RST) 의 단면 (측면) 을 경면 가공하여 얻어지는 반사면을 이용해도 된다. 또한, 본 실시형태에서는, Y 간섭계 (16y) 는 측장축이 1 개이고, X 간섭계 (16x) 는 측장축이 2 개인 것으로 했지만, 예를 들어 측장축의 개수는 X 축 방향과 Y 축 방향에서 반대이어도 되고, 또는 각각 2 개 이상씩으로 해도 된다. 특히 후자에서는, Y 간섭계 (16y) 에 의해 레티클 스테이지 (RST) 의  $\theta_x$  방향의 회전 정보 (피칭) 를, X 간섭계 (16x) 에 의해 레티클 스테이지 (RST) 의  $\theta_y$  방향의 회전 정보 (롤링) 를 측정 가능하게 해도 된다.
- [0073] 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 레티클 간섭계 시스템 (16x, 16y) 의 계측값은, 후술하는 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 등의 계측값의 캘리브레이션 (교정) 시에만 사용되고, 노광 동작시에는, 레티클 스테이지

(RST)의 위치는, 레티클측의 인코더 시스템의 계측값에 기초하여 제어된다. 특히 주사 노광 중인 레티클 스테이지 (RST)의 위치는, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>)의 계측값에 기초하여, 주제어 장치 (20)에 의해 관리된다. 따라서, 도 2로부터도 용이하게 상상되는 바와 같이, 노광 동작시에는, 레티클 스테이지 (RST)의 위치 제어에 사용하는, 인코더의 전환 (계측값의 연결)을 실시할 필요가 있는데, 이것에 대해서는 후술한다.

[0074] 레티클 스테이지 (RST)의 상방에는, 투영 광학계 (PL)를 통해 웨이퍼 스테이지 (WST)상의 한 쌍의 기준 마크와 이것에 대응하는 레티클 상의 한 쌍의 레티클 마크를 동시에 검출하기 위한 노광 파장의 광을 사용한 TTR (Through The Reticle) 방식의 얼라인먼트계로 이루어지는 한 쌍의 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B) (도 1에서는 도시 생략, 도 6 참조)가 X축 방향으로 소정 거리 떨어져 형성되어 있다. 이 한 쌍의 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B)로는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평7-176468호 (대응하는 미국 특허 제5,646,413호 명세서) 등에 개시되는 것과 동일한 구성의 것을 사용할 수 있다.

[0075] 투영 유닛 (PU)은, 레티클 스테이지 (RST)의 도 1에 있어서의 하방에서, 보디 (BD)의 일부에 유지되어 있다. 이 보디 (BD)는, 클린 룸의 바닥면 (F)상에 설치된 프레임 캐스터 (FC)상에 형성된 제 1 칼럼 (32)과, 이 제 1 칼럼 (32)상에 고정된 제 2 칼럼 (34)을 구비하고 있다.

[0076] 프레임 캐스터 (FC)는, 바닥면 (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 안쪽의 다리부는 도시 생략)를 구비하고 있다.

[0077] 제 1 칼럼 (32)은, 상기 프레임 캐스터 (FC)를 구성하는 복수개의 다리부 (39) 각각의 상단에 개별적으로 고정된 복수, 예를 들어 3개 (또는 4개)의 제 1 방진 기구 (58)에 의해, 거의 수평으로 지지된 경통 정반 (메인 프레임) (38)을 구비하고 있다.

[0078] 경통 정반 (38)에는, 그 대략 중앙부에 도시를 생략한 원형 개구가 형성되고, 이 원형 개구 내에 투영 유닛 (PU)이 상방으로부터 삽입되고, 투영 유닛 (PU)은 그 외주부에 형성된 플랜지 (FLG)를 개재시켜 경통 정반 (38)에 유지되어 있다. 경통 정반 (38)의 상면에는, 투영 유닛 (PU)을 둘러싸는 위치에, 복수개, 예를 들어 3개의 다리 (41) (단, 도 1에 있어서의 지면 안쪽의 다리는 도시 생략)의 일단 (하단)이 고정되어 있다. 이들 다리 (41) 각각의 타단 (상단)면은, 거의 동일한 수평면 상에 있고, 이들 다리 (41)에 상기 서술한 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.

[0079] 투영 유닛 (PU)은, 원통형이며 상기 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 도시를 생략한 메인 프레임 부재, 또는 레티클 베이스 (36) 등에 대해 투영 유닛 (PU)을 매달아 지지해도 된다.

[0080] 투영 광학계 (PL)로는, 예를 들어 Z축 방향과 평행한 광축 (AX)을 따라 배열되는 복수 장의 렌즈 (렌즈 엘리먼트)로 이루어지는 굴절 광학계가 이용되고 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 조명 영역 (IAR)이 조명되면, 투영 광학계 (PL)의 제 1면 (물체면)과 패턴면이 거의 일치하여 배치되는 레티클 (R1 또는 R2)을 통과한 조명광 (IL)에 의해, 투영 광학계 (PL)를 통해 그 조명 영역 (IAR)내의 레티클의 회로 패턴의 축소 이미지 (회로 패턴의 일부의 축소 이미지)가, 그 제 2면 (이미지면)측에 배치되는, 표면에 레지스트 (감응체)가 도포된 웨이퍼 (W)상의 상기 조명 영역 (IAR)에 공액인 영역 (노광 영역)에 형성된다. 그리고, 레티클 스테이지 (RST)와 웨이퍼 스테이지 (WST)의 동기 구동에 의해, 조명 영역 (IAR) (조명광 (IL))에 대해 레티클을 주사 방향 (Y축 방향)으로 상대 이동함과 함께, 노광 영역 (조명광 (IL))에 대해 웨이퍼 (W)를 주사 방향 (Y축 방향)으로 상대 이동함으로써, 웨이퍼 (W)상의 하나의 쇼트 영역 (구획 영역)의 주사 노광이 실시되고, 그 쇼트 영역에 레티클의 패턴이 전사된다. 즉, 본 실시형태에서는 조명계 (10), 레티클 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.

[0081] 웨이퍼 스테이지 장치 (12)는, 베이스 플레이트 (BS)상에 배치된 복수 (예를 들어 3개 또는 4개)의 제 2

방진 기구 (도시 생략) 에 의해 거의 수평으로 지지된 스테이지 베이스 (71), 그 스테이지 베이스 (71) 상에 배치된 웨이퍼 스테이지 (WST), 그 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 구동하는 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) 등을 구비하고 있다.

- [0082] 스테이지 베이스 (71) 는, 정반이라고도 불리는 판상 부재로 이루어지고, 그 상면은 평탄도가 매우 높게 마무리되고, 웨이퍼 스테이지 (WST) 이동시의 가이드면으로 되어 있다.
- [0083] 웨이퍼 스테이지 (WST) 는, 본체부와 그 상부의 테이블부를 가지며, 예를 들어 리니어 모터, 보이스 코일 모터 등을 포함하는 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) 에 의해, X 축 방향, Y 축 방향, Z 축 방향,  $\Theta_x$  방향,  $\Theta_y$  방향 및  $\Theta_z$  방향의 6 자유도 방향으로 구동된다.
- [0084] 또한, 웨이퍼 스테이지 (WST) 로서, 예를 들어 리니어 모터 등에 의해 적어도 X 축 방향, Y 축 방향, 및  $\Theta_z$  방향으로 구동되는 웨이퍼 스테이지 본체와, 그 웨이퍼 스테이지 본체 상에서 보이스 코일 모터 등에 의해 적어도 Z 축 방향,  $\Theta_x$  방향, 및  $\Theta_y$  방향으로 미소 구동되는 웨이퍼 테이블을 구비한 구조를 채용해도 된다.
- [0085] 상기 웨이퍼 스테이지 (WST) 상 (보다 정확하게는 상기 테이블부 상) 에는, 도시를 생략한 웨이퍼 홀더를 개재하여 웨이퍼 (W) 가 탑재되고, 웨이퍼 (W) 는, 예를 들어 진공 흡착 (또는 정전 흡착) 등에 의해 웨이퍼 홀더에 고정되어 있다.
- [0086] 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) 용 인코더 시스템, 및 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 구성 등에 대해 상세하게 서술한다.
- [0087] 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 상면에는, 도 3 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 (W) 를 둘러싸고 4 개의 이동 스케일 (44A ~ 44D) 이 고정되어 있다. 이것을 더욱 상세하게 서술하면, 이동 스케일 (44A ~ 44D) 은, 동일 소재 (예를 들어 세라믹스, 또는 저열팽창의 유리 등) 로 이루어지고, 그 표면에 길이 방향을 주기 방향으로 하는 반사형 회절 격자가 형성되어 있다. 이 회절 격자는, 예를 들어  $4\mu\text{m}$  ~  $138\text{nm}$  사이의 피치, 본 실시형태에서는  $1\mu\text{m}$  피치로 형성되어 있다. 또한, 도 3 에서는, 도시의 편의상, 격자의 피치는, 실제의 피치에 비해 현격히 넓게 도시되어 있다. 그 밖의 도면에 있어서도 동일하다.
- [0088] 이동 스케일 (44A 및 44C) 은, 길이 방향이 도 3 에 있어서의 Y 축 방향과 일치하고, 웨이퍼 스테이지 (WST) (이동경 (17X, 17Y) 을 제외하고 생각한다) 의 중심을 통과하는, Y 축 방향으로 평행한 중심선에 관해서 대칭으로 배치되고, 이동 스케일 (44A, 44C) 에 형성된 각 회절 격자도, 그 중심선에 관해서 대칭의 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.
- [0089] 또, 이동 스케일 (44B 및 44D) 은, 길이 방향이 도 3 에 있어서의 X 축 방향과 일치하고, 웨이퍼 스테이지 (WST) (이동경 (17X, 17Y) 을 제외하고 생각한다) 의 중심을 통과하는, X 축 방향으로 평행한 중심선에 관해서 대칭으로 배치되고, 이동 스케일 (44B, 44D) 에 형성된 각 회절 격자도, 그 중심선에 관해서 대칭의 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.
- [0090] 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, 또는 상방에 위치하고 있다.
- [0091] 한편, 도 1 및 도 3 으로부터 알 수 있는 바와 같이, 투영 유닛 (PU) 의 최하단부의 주위를 사방으로부터 둘러싼 상태에서, 4 개의 인코더 헤드 유닛 (이하, 「헤드 유닛」 이라고 약술한다) (46A ~ 46D) 이, 각각 대응하는 이동 스케일 (44A ~ 44D) 과 교차하여 배치되어 있다. 이들 헤드 유닛 (46A ~ 46D) 은, 도 1 에서는 도면의 착종 (錯綜) 을 피하는 관점에서 도시가 생략되어 있지만, 실제로는, 지지 부재를 개재하여 경통 정반 (38) 에 현수 상태로 고정되어 있다.
- [0092] 헤드 유닛 (46A, 46C) 은, 투영 유닛 (PU) 의 -X 축, +X 축에 각각, 대응하는 이동 스케일 (44A, 44C) 의 길이 방향 (도 3 에 있어서의 Y 축 방향) 과 직교하는 X 축 방향을 길이 방향으로 하여, 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 3 에 있어서의 X 축 방향) 과 직교하는 Y 축

방향을 길이 방향으로 하여, 또한 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 관해서 대칭으로 배치되어 있다.

- [0093] 헤드 유닛 (46A ~ 46D) 의 각각은, 예를 들어 단일의 헤드, 또는 거의 끊김 없이 배열되는 복수의 헤드를 갖는 것이어도 되는데, 본 실시형태에서는 도 3 중에, 헤드 유닛 (46C) 에 대해 대표적으로 나타내는 바와 같이, 그 길이 방향을 따라 소정 간격으로 배치된 복수, 예를 들어 11 개의 헤드 (48a ~ 48k) 를 갖고 있다. 또한, 헤드 유닛 (46A ~ 46D) 은 각각 인접하는 2 개의 헤드가 대응하는 이동 스케일 (회절 격자) 로부터 벗어나지 않는 간격, 환언하면 이동 스케일의 길이 방향 (회절 격자의 배열 방향) 과 직교하는 방향에 관한 회절 격자의 폭과 동일한 정도 이하의 간격으로 복수의 헤드가 배치된다.
- [0094] 헤드 유닛 (46A) 은, 이동 스케일 (44A) 과 함께, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 위치를 계측하는, 헤드 (48a ~ 48k) 를 구비한 다안 (多眼), 보다 정확하게는 11 안 (眼) 의 Y 리니어 인코더 (50A) (도 6 참조) 를 구성한다. 또, 헤드 유닛 (46B) 은, 이동 스케일 (44B) 과 함께, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치를 계측하는 11 안의 X 리니어 인코더 (50B) (도 6 참조) 를 구성한다. 또, 헤드 유닛 (46C) 은, 이동 스케일 (44C) 과 함께, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 위치를 계측하는 11 안의 Y 리니어 인코더 (50C) (도 6 참조) 를 구성한다. 또, 헤드 유닛 (46D) 은, 이동 스케일 (44D) 과 함께, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치를 계측하는 11 안의 X 리니어 인코더 (50D) (도 6 참조) 를 구성한다. 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값은, 주 제어 장치 (20) 에 공급된다. 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 상기 서술한 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, 또는 투영 유닛 (PU) 과는 독립적으로 메인 프레임 부재 또는 레티클 베이스 (36) 로부터 매달아 지지되는 계측 프레임에 4 개의 헤드 유닛 (46A ~ 46D) 을 형성해도 된다.
- [0095] 또, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 정보는, 도 1 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST) 에 고정된 이동경 (17, 43) 에 측정 빔을 조사하는 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 에 의해, 예를 들어 0.5 ~ 1nm 정도의 분해능으로 항상 검출되고 있다. 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 은 그 적어도 일부 (예를 들어, 광원을 제외한 광학 유닛) 가, 경통 정반 (38) 에 현수 상태로 고정되어 있다. 또한, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 적어도 일부를, 투영 유닛 (PU) 과 일체로 매달아 지지해도 되고, 또는 상기 서술한 계측 프레임에 형성해도 된다.
- [0096] 여기에서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에는, 실제로는, 도 3 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.
- [0097] 상기 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 은, 도 3 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 와, 2 개의 웨이퍼 X 간섭계 (18X<sub>1</sub> 및 18X<sub>2</sub>) 와, 2 개의 Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 의 5 개의 간섭계를 포함한다. 이들 5 개의 간섭계 (18Y, 18X<sub>1</sub>, 18X<sub>2</sub>, 18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 로는, 제만 효과를 이용한 2 주파 레이저를 사용한 마이켈슨형 헤테로다인·레이저 간섭계가 이용되고 있다. 이 중, 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 로는, 도 3 에 나타내는 바와 같이, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) (상기 서술한 노광 영역의 중심) 및 얼라인먼트계 (ALG) 의 검출 중심을 통과하는 Y 축에 평행한 축 (중심축) 에 관해서 대칭인 2 개의 측장축을 포함하는 복수의 측장축을 갖는 다축 간섭계가 이용되고 있다.
- [0098] 웨이퍼 X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 는, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 을 통과하는, X 축에 평행한 측장축을 따라 측정 빔을 이동경 (17X) 에 대해 조사한다. 이 웨이퍼 X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 는, 투영 유닛 (PU) 의 경통 (40) 의 측면에 고정된 X 고정경의 반사면을 기준으로 하는 이동경 (17X) 의 반사면의 위치 정보를 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치로서 계측한다.
- [0099] 웨이퍼 X 간섭계 (18X<sub>2</sub>) 는, 얼라인먼트계 (ALG) 의 검출 중심을 통과하는, X 축에 평행한 측장축을 따라 측정 빔을 이동경 (17X) 에 대해 조사하고, 얼라인먼트계 (ALG) 의 측면에 고정된 고정경의 반사면을 기준으로 하는 이동경 (17X) 의 반사면의 위치 정보를 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치로서 계측한다.
- [0100] 또, 웨이퍼 스테이지 (WST) 본체부의 +Y 축의 측면에는, 도 1 및 도 4 에 나타내는 바와 같이, X 축 방향을 길이 방향으로 하는 이동경 (43) 이, 도시를 생략한 키네마틱 지지 기구를 개재하여 장착되어 있다.
- [0101] 이동경 (43) 에 대향하여, 그 이동경 (43) 에 측정 빔을 조사하는, 간섭계 시스템 (18) 의 일부를 구성하는 한 쌍의 Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 가 형성되어 있다 (도 3 및 도 4 참조). 이것을 더욱 상세하게 서술하면, 이동

경 (43) 은, 도 3 및 도 4 로부터 알 수 있는 바와 같이, X 축 방향의 길이가 이동경 (17Y) 보다 길고, 직사각형과 등변사다리꼴을 일체화한 육각형의 단면 형상을 갖는 부재로 이루어진다. 이 이동경 (43) 의 +Y 축의 면에 경면 가공이 실시되고, 도 4 에 나타내는 3 개의 반사면 (43b, 43a, 43c) 이 형성되어 있다.

[0102] 반사면 (43a) 은, 이동경 (43) 의 +Y 축의 단면을 구성하고, XZ 평면과 평행하게 또한 X 축 방향으로 연장되어 있다. 반사면 (43b) 은, 반사면 (43a) 의 +Z 측에 인접하는 면을 구성하고, XZ 평면에 대해 소정 각도만큼 도 4 에 있어서의 시계 회전 방향으로 경사진 면과 평행하게 또한 X 축 방향으로 연장되어 있다. 반사면 (43c) 은, 반사면 (43a) 의 -Z 측에 인접하는 면을 구성하고, 반사면 (43a) 을 사이에 두고 반사면 (43b) 과 대칭으로 형성되어 있다.

[0103] 상기 Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 는, 도 3 및 도 4 로부터 알 수 있는 바와 같이, Y 간섭계 (18Y) 의 X 축 방향의 일측과 타측에 거의 동일 거리 떨어져, 또한 Y 간섭계 (18Y) 보다 약간 낮은 위치에 각각 배치되어 있다.

[0104] Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 는, 도 3 및 도 4 에 나타내는 바와 같이, Y 축 방향을 따라 측정 빔 (B1, B2) 을 각각 반사면 (43b, 43c) 에 투사한다. 본 실시형태에서는, 반사면 (43b) 에서 반사된 측정 빔 (B1) 이 거의 수직으로 입사하는 반사면을 갖는 고정경 (47A), 및 반사면 (43c) 에서 반사된 측정 빔 (B2) 이 거의 수직으로 입사하는 반사면을 갖는 고정경 (47B) 이 각각 X 축 방향으로 연장 형성되어 있다.

[0105] 고정경 (47A, 47B) 은, 예를 들어 경통 정반 (38) 에 형성된 동일한 지지체 (도시 생략) 에 지지된다. 또한, 고정경 (47A, 47B) 을 상기 서술한 계측 프레임 등으로 지지해도 된다.

[0106] 상기 Y 간섭계 (18Y) 는, 도 3 에 나타내는 바와 같이, 투영 광학계 (PL) 의 투영 중심 (광축 (AX), 도 1 참조) 을 통과하는 Y 축에 평행한 직선으로부터 동일 거리 -X 측, +X 측으로 떨어진 Y 축 방향의 측정축을 따라 측정 빔 (B<sub>41</sub>, B<sub>42</sub>) 을 이동경 (17Y) 에 투사하고, 각각의 반사광을 수광함으로써, 측정 빔 (B<sub>41</sub>, B<sub>42</sub>) 의 조사점에 있어서의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 위치 정보를, 투영 유닛 (PU) 의 경통 (40) 의 측면에 고정된 Y 고정경의 반사면을 기준으로 하여 검출하고 있다. 또한, 도 4 에서는, 측정 빔 (B<sub>41</sub>, B<sub>42</sub>) 이 대표적으로 측정 빔 (B4) 으로서 나타나 있다.

[0107] 또, Y 간섭계 (18Y) 는, 평면에서 보아 측정 빔 (B<sub>41</sub>, B<sub>42</sub>) 의 거의 중앙에 위치하고, 또한 측면에서 보아 측정 빔 (B<sub>41</sub>, B<sub>42</sub>) 의 -Z 측에 위치하는 Y 축 방향의 측정축을 따라 측정 빔 (B3) 을 고정경 (43) 의 반사면 (43a) 을 향하게 하여 투사하고, 반사면 (43a) 에서 반사된 측정 빔 (B3) 을 수광함으로써, 이동경 (43) 의 반사면 (43a) (즉 웨이퍼 스테이지 (WST)) 의 Y 축 방향의 위치 정보를 검출하고 있다.

[0108] 주 제어 장치 (20) 는, Y 간섭계 (18Y) 의 측정 빔 (B<sub>41</sub>, B<sub>42</sub>) 에 대응하는 측정축의 계측값의 평균값에 기초하여 이동경 (17Y), 즉 웨이퍼 테이블 (WTB) (웨이퍼 스테이지 (WST)) 의 Y 위치를 산출한다. 또, 주 제어 장치 (20) 는, 이동경 (17Y) 및 이동경 (43) 의 반사면 (43a) 에 있어서의 Y 위치에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의  $\theta_x$  방향의 변위 (피칭량) 를 산출한다.

[0109] 또, Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 로부터 투사되는 측정 빔 (B1, B2) 은 각각, 이동경 (43) 의 반사면 (43b, 43c) 에 소정의 입사각 ( $\theta/2$  로 한다) 으로 입사하고, 또한 반사면 (43b, 43c) 에서 반사되어 고정경 (47A, 47B) 의 반사면에 수직으로 입사한다. 그리고, 고정경 (47A, 47B) 에서 반사된 측정 빔 (B1, B2) 은, 다시 반사면 (43b, 43c) 에서 각각 반사되어 Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 에서 수광된다.

[0110] 여기에서, 웨이퍼 스테이지 (WST) (즉 이동경 (43)) 의 Y 축 방향에 대한 변위 (이동량) 를  $\Delta Y_0$ , Z 축 방향에 대한 변위 (이동량) 를  $\Delta Z_0$  로 하면, Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 에서 수광되는 측정 빔 (B1) 의 광로 길이 변화 ( $\Delta L1$ ) 및 측정 빔 (B2) 의 광로 길이 변화 ( $\Delta L2$ ) 는, 각각 이하의 식 (1), (2) 로 나타낸다.

[0111] 
$$\Delta L1 \cong \Delta Y_0 \times \cos \theta - \Delta Z_0 \times \sin \theta \quad \dots(1)$$

[0112] 
$$\Delta L2 \cong \Delta Y_0 \times \cos \theta + \Delta Z_0 \times \sin \theta \quad \dots(2)$$

[0113] 따라서, 식 (1), (2) 로부터  $\Delta Z_0$  및  $\Delta Y_0$  는 다음 식 (3), (4) 에서 구해진다.

[0114] 
$$\Delta Z_0 = (\Delta L2 - \Delta L1) / 2 \sin \theta \quad \dots(3)$$

[0115] 
$$\Delta Y_0 = (\Delta L1 + \Delta L2) / 2 \cos \theta \quad \dots(4)$$

- [0116] 상기 변위 ( $\Delta Z_0$ ,  $\Delta Y_0$ ) 는, Z 간섭계 ( $18Z_1$ ,  $18Z_2$ ) 의 각각에서 구해진다. 이 때문에, Z 간섭계 ( $18Z_1$ ) 에서 구해지는 변위를  $\Delta Z_{0R}$ ,  $\Delta Y_{0R}$  로 하고, Z 간섭계 ( $18Z_2$ ) 에서 구해지는 변위를  $\Delta Z_{0L}$ ,  $\Delta Y_{0L}$  로 하고, 측정 범 ( $B1$ ,  $B2$ ) 의 X 축 방향의 거리 (간격) 를 D 로 하면 (도 3 참조), 이동경 (43) (즉 웨이퍼 스테이지 (WST)) 의  $\Theta_z$  방향에 대한 변위 (요잉량) ( $\Delta \Theta_z$ ), 및 이동경 (43) (즉 웨이퍼 스테이지 (WST)) 의  $\Theta_y$  방향에 대한 변위 (롤링량) ( $\Delta \Theta_y$ ) 는 다음 식 (5), (6) 에서 구해진다.
- [0117]  $\Delta \Theta_z = (\Delta Y_{0R} - \Delta Y_{0L}) / D \quad \dots(5)$
- [0118]  $\Delta \Theta_y = (\Delta Z_{0L} - \Delta Z_{0R}) / D \quad \dots(6)$
- [0119] 따라서, 주제어 장치 (20) 는, 상기 식 (1) ~ 식 (6) 을 사용함으로써, Z 간섭계 (43A, 43B) 의 측정 결과에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 4 자유도의 변위 ( $\Delta Z_0$ ,  $\Delta Y_0$ ,  $\Delta \Theta_z$ ,  $\Delta \Theta_y$ ) 를 산출할 수 있다.
- [0120] 또, 상기 서술한 바와 같이, 주제어 장치 (20) 는, Y 간섭계 (18Y) 의 측정 결과에 의해, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 변위 ( $\Delta Y$ ), 및 웨이퍼 스테이지 (WST) 의  $\Theta_x$  방향의 변위 (피칭량) ( $\Delta \Theta_x$ ) 를 구할 수 있다.
- [0121] 또한, 도 1 에서는, X 간섭계 ( $18X_1$ ,  $18X_2$ ) 및 Y 간섭계 (18Y), 그리고 Z 간섭계 ( $18Z_1$ ,  $18Z_2$ ) 가 대표적으로 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 으로서 나타나고, X 축 방향 위치 계측용 고정경과 Y 축 방향 위치 계측용 고정경이 대표적으로 고정경 (57) 으로서 도시되어 있다. 또, 얼라인먼트계 (ALG) 및 이것에 고정된 고정경은 도 1 에서는 도시가 생략되어 있다.
- [0122] 본 실시형태에서는, 웨이퍼 X 간섭계 ( $18X_1$ ) 와 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 는, 웨이퍼의 노광 동작시에 사용되는 인코더 시스템의 캘리브레이션에 사용됨과 함께, 웨이퍼 X 간섭계 ( $18X_2$ ) 와 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 는, 얼라인먼트계 (ALG) 에 의한 마크 검출시에 사용된다. 또, 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 위치 외에,  $\Theta_x$  방향의 회전 정보 (피칭) 도 측정 가능하게 되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 상기 서술한 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 X 간섭계 ( $18X_1$ ,  $18X_2$ ) 및 Y 간섭계 (18Y) 의 측정 범의 반사면으로서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 에 고정되는 이동경 (17X, 17Y) 을 사용하는 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 단면 (측면) 을 경면 가공하여 반사면 (이동경 (17X, 17Y) 의 반사면에 상당) 을 형성해도 된다.
- [0123] 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y), 웨이퍼 X 간섭계 ( $18X_1$  및  $18X_2$ ), 그리고 Z 간섭계 ( $18Z_1$  및  $18Z_2$ ) 의 측정값은, 주제어 장치 (20) 에 공급되도록 되어 있다.
- [0124] 또, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에는, 도시를 생략한 기준 마크판이, 그 표면이 웨이퍼 (W) 와 동일 높이가 되는 상태로 고정되어 있다. 이 기준 마크판의 표면에는, 적어도 한 쌍의 레티클 얼라인먼트용 제 1 기준 마크와, 이들 제 1 기준 마크에 대해 이미 알려진 위치 관계에 있는 얼라인먼트계 (ALG) 의 베이스 라인 계측용 제 2 기준 마크 등이 형성되어 있다.
- [0125] 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 도 1 에서는 도시가 생략되어 있지만, 예를 들어 일본 공개특허공보 평 6-283403호 (대응하는 미국 특허 제5,448,332호 명세서) 등에 개시되는 것과 동일한 조사계 (42a) 와 수광계 (42b) (도 6 참조) 로 이루어지는 경사입사 방식의 다점 초점 위치 검출계가 형성되어 있다.
- [0126] 또, 노광 장치 (100) 에서는, 투영 유닛 (PU) 의 근방에, 상기 서술한 얼라인먼트계 (ALG) (도 1 에서는 도시 생략) 가 형성되어 있다. 이 얼라인먼트계 (ALG) 로는, 예를 들어 화상 처리 방식의 얼라인먼트 센서, 이른바 FIA (Field Image Alignment) 계가 이용되고 있다. 이 오프엑시스 방식의 얼라인먼트계 (ALG) 는, 지표 중심을 기준으로 하는 마크의 위치 정보를 주제어 장치 (20) 에 공급한다. 주제어 장치 (20) 는, 이 공급된 정보와, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 간섭계 ( $18Y$ ,  $18X_2$ ) 의 측정값에 기초하여, 검출 대상 마크, 구체적으로는 기준 마크판 상의 제 2 기준 마크 또는 웨이퍼 상의 얼라인먼트 마크의, 간섭계 ( $18Y$ ,  $18X_2$ ) 로 규정되는 좌표계 (얼라인먼트 좌표계) 상에 있어서의 위치 정보를 계측한다.
- [0127] 다음으로, 인코더 (50A ~ 50D) 의 구성 등에 대해, 도 5 에 확대하여 나타내는 인코더 (50C) 를 대표적으로 들어 설명한다. 이 도 5 에서는, 이동 스케일 (44C) 에 검출광을 조사하는 헤드 유닛 (46C) 의 헤드 (48a ~ 48k) (도 3) 의 하나를 헤드 (48y) 로서 나타내고 있다.

- [0128] 헤드 (48y) 는, 크게 나누면, 조사계 (64a), 광학계 (64b), 및 수광계 (64c) 의 3 부분으로 구성되어 있다.
- [0129] 조사계 (64a) 는, 레이저광 (LB) 을 Y 축 및 Z 축에 대해 45° 를 이루는 방향으로 사출되는 광원, 예를 들어 반도체 레이저 (LD) 와, 그 반도체 레이저 (LD) 로부터 사출되는 레이저광 (LB) 의 광로 상에 배치된 렌즈 (L1) 를 포함한다.
- [0130] 광학계 (64b) 는, 그 분리면이 XZ 평면과 평행인 편광 빔 스플리터 (PBS), 한 쌍의 반사 미러 (R1a, R1b), 렌즈 (L2a, L2b), 4 분의 1 파장판 (이하,  $\lambda/4$  판이라고 기술한다) (WP1a, WP1b), 및 반사 미러 (R2a, R2b) 등을 구비하고 있다.
- [0131] 수광계 (64c) 는, 편광자 (검광자) 및 광 검출기 등을 포함한다.
- [0132] 이 인코더 (50C) 에 있어서, 반도체 레이저 (LD) 로부터 사출된 레이저 빔 (LB) 은 렌즈 (L1) 를 통해 편광 빔 스플리터 (PBS) 에 입사하고, 편광 분리되어 2 개의 빔 (LB<sub>1</sub>, LB<sub>2</sub>) 이 된다. 편광 빔 스플리터 (PBS) 를 투과한 빔 (LB<sub>1</sub>) 은 반사 미러 (R1a) 를 통해 이동 스케일 (44C) 에 형성된 반사형 회절 격자 (RG) 에 도달하고, 편광 빔 스플리터 (PBS) 에서 반사된 빔 (LB<sub>2</sub>) 은 반사 미러 (R1b) 를 통해 반사형 회절 격자 (RG) 에 도달한다. 또한, 여기에서 「편광 분리」란, 입사 빔을 P 편광 성분과 S 편광 성분으로 분리하는 것을 의미한다.
- [0133] 빔 (LB<sub>1</sub>, LB<sub>2</sub>) 의 조사에 의해 회절 격자 (RG) 로부터 발생하는 소정 차수의 회절 빔, 예를 들어 1 차 회절 빔은 각각, 렌즈 (L2b, L2a) 를 통해  $\lambda/4$  판 (WP1b, WP1a) 에 의해 원편광으로 변환된 후, 반사 미러 (R2b, R2a) 에 의해 반사되어 다시  $\lambda/4$  판 (WP1b, WP1a) 을 통과하고, 왕로 (往路) 와 동일한 광로를 역방향으로 거슬러가 편광 빔 스플리터 (PBS) 에 도달한다.
- [0134] 편광 빔 스플리터 (PBS) 에 도달한 2 개의 빔은, 각각 그 편광 방향이 원래의 방향에 대해 90 도 회전하고 있다. 이 때문에, 먼저 편광 빔 스플리터 (PBS) 를 투과한 빔 (LB<sub>1</sub>) 의 1 차 회절 빔은, 편광 빔 스플리터 (PBS) 에서 반사되어 수광계 (64c) 에 입사함과 함께, 먼저 편광 빔 스플리터 (PBS) 에서 반사된 빔 (LB<sub>2</sub>) 의 1 차 회절 빔은, 편광 빔 스플리터 (PBS) 를 투과하여 빔 (LB<sub>1</sub>) 의 1 차 회절 빔과 동축에 합성되어 수광계 (64c) 에 입사한다.
- [0135] 그리고, 상기 2 개의 1 차 회절 빔은, 수광계 (64c) 의 내부에서, 검광자에 의해 편광 방향이 정렬되고, 서로 간섭하여 간섭광이 되고, 이 간섭광이 광 검출기에 의해 검출되고, 간섭광의 강도에 따른 전기 신호로 변환된다.
- [0136] 상기 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 인코더 (50C) 에서는, 간섭시키는 2 개의 빔의 광로 길이가 극히 짧고 또한 거의 동일하므로, 공기 편차의 영향을 거의 무시할 수 있다. 그리고, 이동 스케일 (44C) (즉 웨이퍼 스테이지 (WST)) 이 계측 방향 (이 경우, Y 축 방향) 으로 이동하면, 2 개의 빔 각각의 위상이 변화되어 간섭광의 강도가 변화된다. 이 간섭광의 강도 변화가, 수광계 (64c) 에 의해 검출되고, 그 강도 변화에 따른 위치 정보가 인코더 (50C) 의 계측값으로서 출력된다. 그 밖의 인코더 (50A, 50B, 50D) 도, 인코더 (50C) 와 동일하게 하여 구성되어 있다. 또, 상기 서술한 레티클 스테이지용 9 개의 인코더 (26A<sub>1</sub> ~ 26C<sub>3</sub>) 도, 인코더 (50C) 와 동일한 구성의 회절 간섭 방식의 인코더가 이용되고 있다. 각 인코더로는, 분해능이, 예를 들어 0.1nm 정도인 것이 이용되고 있다.
- [0137] 도 6 에는, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 의 스테이지 제어에 관련된 제어계가 일부 생략되어 블록도로 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 워크 스테이션) 를 포함하고, 장치 전체를 통괄하여 제어하는 주제어 장치 (20) 를 중심으로 하여 구성되어 있다.
- [0138] 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 얼라인먼트) 방식 등으로 실시되는 웨이퍼 얼라인먼트 동작시에는, 상기 서술한 바와 같이, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치가 주제어 장치 (20) 에 의해 관리되고, 웨이퍼 얼라인먼트 동작시 이외, 예를 들어 노광 동작시 등에는, 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치가 주제어 장치 (20) 에 의해 관리된다. 또한, 웨이퍼 얼라인먼트 동작시에도 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값에

기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치를 관리해도 된다. 또, 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치를 관리하는 경우, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 의 적어도 1 개의 계측값 (예를 들어, Z 축,  $\Theta_x$  및  $\Theta_y$  방향의 위치 정보) 을 병용해도 된다.

[0139] 따라서, 본 실시형태에서는 웨이퍼 얼라인먼트 동작 종료 후, 노광 개시전까지의 사이에서, 웨이퍼 스테이지의 위치 계측에 사용하는 위치 계측계를, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) (즉, 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 및 웨이퍼 X 간섭계 (18X<sub>2</sub>)) 으로부터 인코더 (50A ~ 50D) 로 전환하는, 위치 계측계의 전환 동작을 실시할 필요가 있다.

[0140] 이하, 이 위치 계측계의 전환 동작에 대해 간단하게 설명한다.

[0141] 웨이퍼 얼라인먼트가 종료된 시점에서는, 예를 들어 도 7 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치는, 간섭계 (18Y, 18X<sub>2</sub>, 18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 의 계측값에 기초하여, 주 제어 장치 (20) 에 의해 관리되고 있다. 그래서, 웨이퍼 얼라인먼트의 종료 후, 주 제어 장치 (20) 는, 이들 간섭계 (18Y, 18X<sub>2</sub>, 18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를, 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) 를 통해 +Y 방향으로 구동한다.

[0142] 그리고, 도 8 에 나타내는 바와 같이, 간섭계 (18X<sub>2</sub>) 로부터의 측정 빔과, 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 로부터의 2 개의 측정 빔이 동시에 X 이동경 (17X) 에 조사되는 위치에, 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 도달하면, 주 제어 장치 (20) 는, 간섭계 (18Y) 의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의  $\Theta_z$  회전 오차 (요잉 오차) (및  $\Theta_x$  회전 오차 (피칭 오차)) 가 0 이 되도록 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 자세를 조정한 후, 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 계측값을, 그 때의 간섭계 (18X<sub>2</sub>) 의 계측값과 동일한 값으로 프리셋한다. 또한, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의  $\Theta_z$  회전 오차는, Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 의 계측값에 기초하여 조정하는 것으로 해도 된다.

[0143] 그 프리셋 후, 주 제어 장치 (20) 는, 간섭계 (18X<sub>1</sub>, 18Y) 의 계측값의 공기 편차 (공기의 온도 편차) 에 의한 단기적 변동을 평균화 효과에 의해 무시할 수 있는 레벨이 될 때까지의 소정 시간 그 위치에서 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 정지시키고, 그 정지 시간 중에 취득한 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 계측값의 가산 평균값 (정지 시간 중의 평균값) 을, X 리니어 인코더 (50B, 50D) 의 계측값으로서 인계한다. 이것과 함께, 주 제어 장치 (20) 는, 그 정지 시간 중에 취득한 간섭계 (18Y) 의 복수축 각각에 있어서의 계측값의 가산 평균값 (정지 시간 중의 평균값) 의 평균값을, Y 리니어 인코더 (50A, 50C) 의 계측값으로서 인계한다. 이에 의해, X 리니어 인코더 (50B, 50D), 및 Y 리니어 인코더 (50A, 50C) 의 프리셋, 즉 위치 계측계의 전환 동작이 완료된다. 이후, 주 제어 장치 (20) 에 의해, 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치가 관리된다.

[0144] 다음으로, 레티클 스테이지용 인코더 시스템에 있어서의 인코더의 전환 (계측값의 연결) 동작을 포함하는, 노광을 위한 레티클 스테이지 (RST) 의 스캔 동작에 대해 설명한다.

[0145] 예를 들어, 웨이퍼 (W) 의 +Y 방향에 대한 이동과 레티클 (R1) 의 -Y 방향에 대한 이동에 의한 주사 노광 (여기에서는 웨이퍼 (W) 의 이동 방향에 착안하여 플러스 스캔 노광이라고 한다) 의 경우, 도 9 에 나타내는 가속 개시 위치로부터 레티클 스테이지 (RST) 의 -Y 방향에 대한 가속이 개시된다. 이 가속 개시 위치에서는, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치는, 주 제어 장치 (20) 에 의해 인코더 (26A<sub>2</sub>, 26B<sub>2</sub> 및 26C<sub>2</sub>) 를 이용하여 계측되고 있다.

[0146] 그리고, 레티클 스테이지 (RST) 의 -Y 방향에 대한 가속이 종료된 가속 종료 시점에서는, 일례로서 도 10 에 나타내는 바와 같이, 레티클 (R1) 의 -Y 단이 조명 영역 (IAR) 의 +Y 단에 거의 일치한다. 이 직전에, 헤드 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 가, 이동 스케일 (24A, 24B, 28) 에 각각 대향하게 된다. 즉, 인코더 (26A<sub>2</sub>, 26B<sub>2</sub> 및 26C<sub>2</sub>) 뿐만 아니라, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 에 의해서도, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치를 계측할 수 있게 된다.

[0147] 그래서, 주 제어 장치 (20) 는, 예를 들어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 에 의해 레티클 스테이지 (RST) 의 위치가 계측 가능하게 된 시점으로부터 가속이 종료될 때까지의 어느 시점에 있어서의, 인코더 (26A<sub>2</sub>, 26B<sub>2</sub> 및 26C<sub>2</sub>) 의 계측값 (소정의 원점을 0 으로 하는 카운트값 (스케일의 판독값)) 을, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 의 계측값으로서 그대로 인계한다. 이후, 주 제어 장치 (20) 는, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 를 이용하여, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치를 관리한다.



- [0148] 그리고, 도 10 의 시점부터 레티클 스테이지 (RST) 의 등속 이동이 개시되고, 소정의 정정 시간이 경과하여, 조명 영역 (IAR) 에 레티클 (R1) 의 패턴 영역이 도달한 시점에서 노광이 개시된다 (도 16 참조). 또한, 소정 시간 경과 후, 노광이 종료되어 (도 17 참조), 레티클 스테이지 (RST) 의 감속이 개시되고, 도 11 에 나타내는 위치에서 정지한다. 또한, 노광 종료와 거의 동시에 레티클 스테이지 (RST) 의 감속을 개시해도 된다.
- [0149] 도 10 및 도 11 로부터 알 수 있는 바와 같이, 노광 개시 직전 (즉, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 제어에 사용하는 인코더의 전환이 실시된 시점) 부터 주사 노광 기간을 거쳐 감속이 종료될 때까지의 기간, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치는, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 의 계측값에 기초하여, 주제어 장치 (20) 에 의해 관리된다.
- [0150] 한편, 웨이퍼 (W) 의 -Y 방향에 대한 이동과 레티클 (R1) 의 +Y 방향에 대한 이동에 의한 주사 노광 (마이너스 스캔 노광) 의 경우에는, 상기 플러스 스캔 노광과 반대로, 도 11 의 상태에서부터 레티클 스테이지 (RST) 의 +Y 방향에 대한 가속이 개시되고, 도 10 에 나타내는 노광 종료 직후의 시점에서, 인코더의 전환 (계측값의 연결) 이 실시되고, 감속 기간 중에는, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치가, 인코더 (26A<sub>2</sub>, 26B<sub>2</sub>, 26C<sub>2</sub>) 의 계측값에 기초하여, 주제어 장치 (20) 에 의해 관리된다.
- [0151] 여기에서, 도 9, 도 10, 도 11 등에서는, 인코더에 추가하여, 간섭계 (16x, 16y) 에 의해서도 레티클 스테이지 (RST) 의 위치를 계측하고 있는 상태가 나타나 있는데, 간섭계에 의한 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 계측은 반드시 실시할 필요가 없는 것은 물론이다. 본 실시형태에 있어서, 주사 노광 중에 얻어진 인코더 및 간섭계 (16x, 16y) 의 계측 결과의 이용 방법에 대해서는 후술한다.
- [0152] 또한, 상세 설명은 생략하지만, 레티클 (R2) 을 사용하는, 플러스 스캔 노광 및 마이너스 스캔 노광에서는, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 와 인코더 (26A<sub>3</sub>, 26B<sub>3</sub>, 26C<sub>3</sub>) 가 사용된다. 이 때에도, 상기 서술한 것과 동일한 인코더의 전환 (계측값의 연결) 이 실시되고, 적어도 주사 노광 기간에는, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치는, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 의 계측값에 기초하여, 주제어 장치 (20) 에 의해 관리된다. 또, 주제어 장치 (20) 는 인코더의 계측값에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 X, Y 위치뿐만 아니라  $\theta_z$  방향의 위치 (요잉) 도 관리하고 있다.
- [0153] 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 통상의 스캐닝 스테퍼와 동일하게, 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B) (도 6), 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 기준 마크판 및 얼라인먼트계 (ALG) 등을 이용하여, 레티클 얼라인먼트 (레티클 좌표계와 웨이퍼 좌표계의 대응을 포함한다) 및 얼라인먼트계 (ALG) 의 베이스 라인 계측 등의 일련의 작업이 실시된다. 이들 일련의 작업 중인 레티클 스테이지 (RST), 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어는, 간섭계 (16y 및 16x), 그리고 간섭계 (18X<sub>1</sub>, 18X<sub>2</sub>, 18Y, 18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 의 계측값에 기초하여 실시된다. 또한, 레티클 얼라인먼트, 또는 베이스 라인 계측 등에서도, 상기 서술한 인코더의 계측값만, 또는 간섭계와 인코더의 양방의 계측값에 기초하여 레티클 스테이지 (RST), 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어를 실시해도 된다.
- [0154] 이어서, 주제어 장치 (20) 에 의해, 도시를 생략한 웨이퍼 로더 (반송 장치) 를 이용하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 교환 (웨이퍼 스테이지 (WST) 상에 웨이퍼가 없는 경우에는, 웨이퍼의 로드) 이 실시되고, 그 웨이퍼에 대한 얼라인먼트계 (ALG) 를 사용한, 예를 들어 EGA 방식의 웨이퍼 얼라인먼트가 실시된다. 이 웨이퍼 얼라인먼트에 의해, 상기 서술한 얼라인먼트 좌표계 상에 있어서의 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역의 배열 좌표가 구해진다.
- [0155] 그 후, 주제어 장치 (20) 에 의해, 상기 서술한 위치 계측계의 전환이 실시된 후, 먼저 계측한 베이스 라인 및 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치가 관리되고, 또한 상기 서술한 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 의 합계값에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 위치를 관리하면서, 통상의 스캐닝 스테퍼와 동일한 순서로, 스텝 앤드 스캔 방식의 노광이 실시되고, 레티클 (R1 또는 R2) 의 패턴이 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역에 각각 전사된다.
- [0156] 도 12(A) 에는, 웨이퍼 (W) 의 중앙 부근이 투영 유닛 (PU) 의 바로 아래가 되는 위치에 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 있는 상태가 나타나고, 도 12(B) 에는, 웨이퍼 (W) 의 중심과 외주의 중간 부근이 투영 유닛 (PU) 의 바로 아래가 되는 위치에 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 있는 상태가 나타나 있다. 또, 도 13(A) 에는, 웨이퍼 (W) 의 +Y 측의 에지 근방이 투영 유닛 (PU) 의 바로 아래가 되는 위치에 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 있는 상태가 나타나고, 도 13(B) 에는, 웨이퍼 (W) 의 중심에서 보아 X 측 및 Y 측에 대해 45° 를 이루는 방향의 에지 근방이 투영 유닛 (PU) 의 바로 아래가 되는 위치에 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 있는 상태가 나타나 있다. 또, 도 14 에는, 웨이퍼 (W) 의 +X 측의 에지 근방이 투영 유닛 (PU) 의 바로 아래가 되는 위치에 웨이퍼 스테이지

(WST)가 있는 상태가 나타나 있다. 이들 도 12(A) ~ 도 14 를 보면, 어느 도면에 있어서도, 헤드 유닛 (46A ~ 46D)의 각각에 있어서 그 11 개의 헤드의 적어도 1 개 (본 실시형태에서는 1 개 또는 2 개)가, 대응하는 이동 스케일에 대항하고 있는 것을 알 수 있다. 이 사실, 및 헤드 유닛 (46A ~ 46D)의 투영 광학계 (PL)의 광축 (AX)을 중심으로 하는 상하, 좌우 방향에 관한 대칭 배치, 그리고 이동 스케일 (44A ~ 44D)의 웨이퍼 스테이지 (WST)의 중심에 대한 X 축 방향 및 Y 축 방향에 관한 대칭 배치를 종합하여 생각하면, 다음의 것을 알 수 있다. 즉, 노광 장치 (100)에서는, 노광 동작 중인 웨이퍼 스테이지 (WST)의 이동 범위 내의 어느 위치에 웨이퍼 스테이지 (WST)가 있어서도, 헤드 유닛 (46A ~ 46D)의 각각에 있어서 그 11 개의 헤드의 적어도 1 개가, 대응하는 이동 스케일에 대항하고, 4 개의 인코더 (50A ~ 50D)에 의한 웨이퍼 스테이지 (WST)의 X 위치 및 Y 위치의 계측을 항상 실시할 수 있다. 또, 웨이퍼 스테이지 (WST)의 요잉 계측도 가능하게 되어 있다.

[0157] 환언하면, 상기 서술한 4 개의 이동 스케일 (44A ~ 44D)은 각각 길이 방향에 관해서, 그 길이 (회절 격자의 형성 범위에 상당)가, 적어도 웨이퍼 (W)의 전체면을 주사 노광할 때의 웨이퍼 스테이지 (WST)의 이동 스트로크 (이동 범위)의 전체 영역을 커버하도록 (본 실시형태에서는 모든 쇼트 영역에서, 적어도 주사 노광 중과, 주사 노광 전후의 웨이퍼 스테이지 (WST)의 가감속 및 동기 정정 기간 중에, 4 개의 헤드 유닛 (46A ~ 46D) (계측 빔)이 대응하는 이동 스케일 (회절 격자)로부터 벗어나지 않는, 즉 계측 불능이 되지 않도록), 웨이퍼 (W)의 크기 (직경)보다 길게 설정되어 있다.

[0158] 또, 4 개의 헤드 유닛 (46A ~ 46D)도 동일하게, 각각 길이 방향에 관해서, 그 길이 (회절 격자의 검출 범위에 상당)가, 적어도 웨이퍼 (W)의 전체면을 주사 노광할 때의 웨이퍼 스테이지 (WST)의 이동 스트로크의 전체 영역을 커버하도록 (즉, 적어도 웨이퍼 (W)의 노광 동작 중에 4 개의 헤드 유닛 (46A ~ 46D) (계측 빔)이 대응하는 이동 스케일 (회절 격자)로부터 벗어나지 않는, 즉 계측 불능이 되지 않도록), 그 이동 스트로크와 동일한 정도 이상으로 설정되어 있다. 또한, 노광 동작뿐만 아니라 다른 동작, 예를 들어 얼라인먼트 동작 (상기 서술한 웨이퍼 얼라인먼트 및 베이스 라인 계측을 포함한다)에서도 인코더 (50A ~ 50D)에 의한 웨이퍼 스테이지 (WST)의 위치 계측을 가능하게 하도록 헤드 유닛 (46A ~ 46D)을 구성해도 된다.

[0159] 그런데, 인코더의 이동 스케일은, 사용 시간의 경과와 함께 고정 위치가 어긋하거나, 또는 열팽창 등에 의해 회절 격자의 피치가 부분적 또는 전체적으로 변화되므로, 인코더는 장기 안정성이 부족하다. 이 때문에, 그 계측값에 포함되는 오차가 사용 시간의 경과와 함께 커지므로, 이것을 캘리브레이션할 필요가 있다. 이하, 본 실시형태의 노광 장치 (100)에서 실시되는 인코더의 캘리브레이션 동작에 대해 설명한다.

[0160] 먼저, 레티클 스테이지용 인코더 시스템을 구성하는 인코더의 계측값의 개인 오차 및 선형성 오차를 보정하기 위한 제 1 캘리브레이션 동작에 대해 설명한다. 이 제 1 캘리브레이션 동작은, 예를 들어 로트마다 선두의 웨이퍼의 노광 개시 전에 실시되는, 즉 비교적 장기의 인터벌로 실시되므로, 이하에서는 장기 캘리브레이션 동작이라고도 한다.

[0161] 구체적으로는, 주제어 장치 (20)는, 레티클 (R1 및 R2) (의 패턴 영역)을 조명 영역 (IAR)이 통과하는 (실제로는, 조명 영역 (IAR)을 레티클 (R1 및 R2) (의 패턴 영역)이 횡단한다) 범위를, 간섭계의 계측값의 단기 변동을 무시할 수 있을 정도의 극저속으로, 레티클 스테이지 (RST)를 Y 축 방향으로 스캔한다. 또한, 이 제 1 캘리브레이션 동작시에는, 조명 영역 (IAR)이 조명광 (IL)으로 조명되는 것은 아니지만, 여기에서는 레티클 스테이지 (RST)의 이동 위치를 알기 쉽게 설명하기 위해, 「조명 영역 (IAR)이 통과한다」 등의 표현을 이용하고 있다.

[0162] 상기 스캔 중에, 주제어 장치 (20)는, 소정의 샘플링 간격으로, 레티클 Y 간섭계 (16y) 및 Y 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>)의 계측값, 그리고 레티클 X 간섭계 (16x) 및 X 리니어 인코더 (26C<sub>1</sub>)의 계측값을 도입하고, 이들 계측값을 도시를 생략한 메모리에 저장함과 함께, Y 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub> 및 26B<sub>1</sub>)의 계측값과 레티클 Y 간섭계 (16y)의 계측값, 레티클 X 간섭계 (16x)의 계측값과 X 리니어 인코더 (26C<sub>1</sub>)의 계측값에 대해, 도 15에 나타내는 맵을 각각 작성한다. 여기에서, 3 개의 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>)의 계측값을 도입하는 것은, 레티클 (R1 및 R2) (의 패턴 영역)을 조명 영역 (IAR)이 통과하는 범위에서는, 이들 3 개의 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>)를 이용하여 레티클 스테이지 (RST)의 위치가 제어되는 것을 고려했기 때문이다.

[0163] 도 15는, 가로축이 간섭계의 계측값, 세로축이 인코더의 계측값으로 한 경우의 양자의 관계를 곡선 C로 나타내는 선도이고, 이 곡선 C와 이상 라인 TL의 차이가 인코더의 계측값에 포함되는 오차를 나타낸다. 이 도

15 의 선도를 그대로 인코더의 계측값을 보정하는 보정 맵으로 할 수 있다. 그 이유는, 예를 들어 도 15 에 있어서의 점 P1 은, 인코더의 계측값이 e1 일 때, 대응하는 간섭계의 계측값이 i1 인 것을 나타내는데, 이 간섭계의 계측값은, 상기 서술한 극저속으로 레티클 스테이지 (RST) 를 스캔했을 때 얻어지는 것이기 때문에, 장기적인 변동 오차는 물론, 공기 편차에서 기인되는 단기적인 변동 오차도 거의 포함되지 않아, 오차를 무시할 수 있는 정확한 값으로 생각해도 되기 때문이다.

[0164] 이 도 15 의 보정 맵에 따라, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 의 계측값을 보정한 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 의 보정 후의 계측값과, 대응하는 간섭계의 계측값의 관계를 구하면, 도 15 의 이상 라인 TL 에 일치한다. 또한, 인코더 (26C<sub>1</sub>) 의 계측값을 보정하는 보정 맵은, 레티클 스테이지 (RST) 를 X 축 방향으로 가동 범위 내에서 구동하고, 그 구동 중에 얻어진 인코더 (26C<sub>1</sub>), 레티클 X 간섭계 (16x) 의 계측값에 기초하여 작성해도 물론 된다.

[0165] 주 제어 장치 (20) 는, 나머지 인코더에 대해서도, 상기 서술한 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 와 동일한 순서로, 간섭계 (16x, 16y) 의 계측값을 이용하여 보정 맵을 작성하는 것으로 해도 된다.

[0166] 단, 상기 장기 캘리브레이션 동작 외에, 후술하는 단기 캘리브레이션 동작을 함께 실행하는 경우에는, 상기 보정 맵의 곡선 C 를, 오프셋 성분 및 경사 성분의 저차 성분과, 그 이외의 고차 성분으로 분리하여, 저차 성분, 고차 성분의 각각을 보정 맵으로서 갖거나, 또는 저차 성분도 오프셋 성분과 경사 성분으로 분리하여 각각의 보정 맵을, 고차 성분과 함께 가져도 된다. 또는, 비교적 장기에 걸쳐 변동되지 않을 것으로 예상되는 고차 성분에 대한 보정 맵 (보정 정보) 을 갖고, 비교적 단기에 변동될 것으로 예상되는 저차 성분의 보정 정보를 단기 캘리브레이션 동작으로 취득하는 것으로 해도 된다.

[0167] 또한, 상기 설명에 있어서 적어도 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 계측값의 보정 정보를 취득 (결정) 하는 캘리브레이션 동작에서는, 상기 서술한 바와 같이 레티클 (R1 및 R2) 의 패턴 영역이 각각 조명 영역 (IAR) 을 횡단하는 범위에 걸쳐 레티클 스테이지 (RST) 를 주사 방향 (Y 축 방향) 으로 이동하는 것으로 했지만, 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 범위는 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 계측 가능 범위 (이동 스케일 (24A, 24B) 의 회절 격자의 형성 범위에 대응) 의 거의 전체 영역, 또는 레티클 (R1, R2) 의 어느 일방을 사용하는 주사 노광시의 이동 범위 등으로 해도 된다. 이 주사 노광시의 이동 범위는, 주사 노광 기간뿐만 아니라, 그 전후의 가감속 기간 및 동기 정정 기간 등의 적어도 일부를 포함한 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 범위로 해도 된다. 또, 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 범위는, 레티클 (R1, R2) 을 사용하는 주사 노광시의 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 범위뿐만 아니라, 레티클 스테이지 (RST) 에 형성되는 도시를 생략한 기준 마크를 사용하는 계측 동작시의 이동 범위도 포함하는 것으로 해도 된다. 이 기준 마크는, 레티클 스테이지 (RST) 상에서 레티클 (R1) 에 대해 -Y 축 및/또는 레티클 (R2) 에 대해 +Y 축에 적어도 1 개 형성된다.

[0168] 다음으로, 예를 들어 웨이퍼 1 장마다 (이른바 오버 헤드 시간 (이전 웨이퍼의 노광 종료로부터 다음 웨이퍼의 노광 개시까지의 동안) 에) 실시되는, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 의 계인 오차 (인코더 계측값의 간섭계 계측값에 대한 스케일링 오차) 를 교정하는, 제 2 캘리브레이션 동작에 대해 설명한다. 이 제 2 캘리브레이션 동작은, 웨이퍼 1 장마다 등에 실시되는, 즉 비교적 단기의 인터벌로 실시되므로, 이하에서는 단기 캘리브레이션 동작이라고도 한다.

[0169] 먼저, 주 제어 장치 (20) 는, 도 16 에 나타내는 바와 같이, 주사 방향 (Y 축 방향) 에 관해서, 다음의 노광에 사용되는 레티클 (R1) (또는 R2) 의 패턴 영역의 -Y 축의 단부가 조명 영역 (IAR) 의 +Y 축의 단부에 일치하는 제 1 Y 위치 (이하에서는, 간단히 제 1 위치라고도 한다) 에 레티클 스테이지 (RST) 를 위치 결정한다. 이 캘리브레이션 동작시에도, 실제로는 조명 영역 (IAR) 이 조명광 (IL) 으로 조명되는 것은 아니지만, 도 16 에서는, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치를 알기 쉽게 하기 위해, 조명 영역 (IAR) 이 도시되어 있다.

[0170] 그리고, 주 제어 장치 (20) 는, 이 도 16 에 나타내는 상기 제 1 위치에서의 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 결정 상태를 소정 시간 계속하고, 그 위치 결정 상태의 계속 중에 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>), 그리고 간섭계 (16x, 16y) 의 계측값을 소정의 샘플링 간격으로 취득하고, 도시를 생략한 메모리에 기억한다.

[0171] 다음으로, 주 제어 장치 (20) 는, 레티클 스테이지 (RST) 를 -Y 방향으로 구동하여, 도 17 에 나타내는 바와 같이, 레티클 (R1) (또는 R2) 의 패턴 영역의 +Y 축의 단부가 조명 영역 (IAR) 의 -Y 축의 단부에 일치하는 제 2 Y 위치 (이하에서는, 간단히 제 2 위치라고도 한다) 에 레티클 스테이지 (RST) 를 위치 결정한다. 그리고,

주제어 장치 (20) 는, 이 도 17 에 나타내는 상기 제 2 위치에서의 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 결정 상태를 소정 시간 계속하고, 그 위치 결정 상태의 계속 중에 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>), 그리고 간섭계 (16x, 16y) 의 계측값을 소정의 샘플링 간격으로 취득하고, 도시를 생략한 메모리에 기억한다.

[0172] 그리고, 주제어 장치 (20) 는, 상기 제 1 및 제 2 위치에서 각각 메모리에 기억한 계측값 (정보) 에 기초하여, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>), 그리고 간섭계 (16x, 16y) 의 각각에 대해, 상기 제 1 및 제 2 위치 각각에 있어서의 계측값의 가산 평균값 (시간 평균값) 을 산출한다. 그리고, 이 산출 결과에 기초하여, Y 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub> 및 26B<sub>1</sub>) 의 계측값과 레티클 Y 간섭계 (16y) 의 계측값, 및 레티클 X 간섭계 (16x) 의 계측값과 X 리니어 인코더 (26C<sub>1</sub>) 의 계측값에 대해, 도 18 에 나타내는 맵을 각각 작성한다. 이 도 18 의 맵에 있어서, 점 P2, 점 P3 을, 상기 제 1 및 제 2 위치 각각에 있어서의, 공기 편차 등에서 기인되는 단기적 변동을 평균화 효과에 의해 저감시킨 간섭계의 계측값과, 대응하는 인코더의 계측값의 관계를 나타내는 점이다.

[0173] 다음으로, 주제어 장치 (20) 는, 인코더의 계측값을 간섭계의 계측값을 이용하여 보정하는 보정 맵의 경사 성분 (스케일링) (S<sub>c</sub>) 을, 다음 식에 의해 산출한다.

[0174] 
$$S_c = (e_3 - e_2) / (i_3 - i_2)$$

[0175] 그리고, 주제어 장치 (20) 는, 산출된 보정 맵의 경사 성분을, 저차 성분의 보정 맵 중의 경사 성분으로 치환하고, 그 치환 후의 저차 성분의 보정 맵과, 보정 맵으로서 갖고 있는 고차 성분에 기초하여, 저차 성분 및 고차 성분을 보정하기 위한 새로운 보정 맵을 작성한다.

[0176] 또한, 상기 설명에서는, 레티클 스테이지 (RST) 를, 노광 대상 레티클 (R1) (또는 R2) 의 패턴 영역을 조명 영역 (IAR) 이 통과하는 범위의 양단의 위치인 제 1 위치와 제 2 위치의 2 개소에 각각 위치 결정하고, 소정의 처리를 실시하여 상기 새로운 보정 정보를 산출하는 것으로 하였다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, 제 1 위치, 제 2 위치 외에, 이들 위치 사이의 적어도 1 개의 위치를 포함하는 3 개 이상의 위치에, 레티클 스테이지 (RST) 를 각각 위치 결정하고, 상기와 동일한 처리를 실시하여, 얻어진 3 개 이상의 지점의 최소 제곱 근사 직선을 구하고, 그 근사 직선에 기초하여, 보정 맵의 경사 성분 (스케일링 오차) 에 추가하여 오프셋 성분을 산출하는 것으로 해도 된다. 이 경우, 산출된 보정 맵의 저차 성분 (경사 성분 및 오프셋 성분) 과, 보정 맵으로서 갖고 있는 고차 성분에 기초하여, 저차 성분 및 고차 성분을 보정하기 위한 새로운 보정 맵을 작성하면 된다. 또, 레티클 스테이지 (RST) 를 위치 결정하는 제 1 및 제 2 위치는, 주사 방향에 관해서 레티클의 패턴 영역의 전체가 조명 영역 (IAR) 을 횡단하기 위한 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 범위의 양단에 대응하는 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 레티클 (R1, R2) 의 어느 일방을 사용하는 주사 노광시에 레티클 스테이지 (RST) 가 실제로 이동되는 범위 (주사 노광 전후의 가감속 기간 및 동기 정정 기간도 포함한 이동 범위) 에 대응하는 것으로 해도 된다. 또한, 제 1 및 제 2 위치에 의해 규정되는 주사 방향의 이동 범위는, 레티클의 패턴 영역의 전체가 조명 영역 (IAR) 을 횡단하기 위한 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 범위와 적어도 일부가 어긋나 있어도 되는데, 적어도 그 이동 범위를 포함하는 것이 바람직하다. 또, 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 범위는, 상기 서술한 기준 마크를 사용하는 계측 동작시의 이동 범위도 포함하는 것으로 해도 된다.

[0177] 다음으로, 웨이퍼 1 장마다 (이른바 오버 헤드 시간) 실시되는, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 의 계인 오차 (인코더 계측값의 간섭계 계측값에 대한 스케일링 오차 및 오프셋), 즉 상기 서술한 보정 맵의 저차 성분을 갱신하는, 제 3 캘리브레이션 동작에 대해 설명한다. 이 제 3 캘리브레이션 동작도, 상기 서술한 것과 동일한 이유에 의해, 이하에서는, 단기 캘리브레이션 동작이라고도 한다.

[0178] 먼저, 주제어 장치 (20) 는, 이 제 3 캘리브레이션 동작의 실시에 의해 노광 장치 (100) 의 스루풋이 저하되어도, 스루풋을 허용 범위 내로 유지할 수 있는 정도의 저속으로, 다음 노광에 사용되는 레티클 (R1) (또는 R2) 의 패턴 영역을 조명 영역 (IAR) 이 통과하는 소정 범위 내에서, 레티클 스테이지 (RST) 를 Y 축 방향으로 구동한다. 그리고, 그 구동 중에 간섭계 (16x, 16y) 및 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub> 및 26C<sub>1</sub>) 를 이용하여 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 정보를 소정의 샘플링 간격으로 취득하고, 도시를 생략한 메모리에 기억한다. 또한, 이 제 3 캘리브레이션 동작시에도, 조명 영역 (IAR) 이 조명광 (IL) 으로 조명되지는 않지만, 상기 서술한 것과 동일한 이유로, 「조명 영역 (IAR) 이 통과한다」 등의 표현을 이용하고 있다. 또, 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 범위는, 상기 서술한 제 2 캘리브레이션 동작에서 설명한 범위와 동일하다. 단, 이 제 3 캘리브레이션

동작에서는 그 이동 범위의 양단에서 레티클 스테이지 (RST) 의 위치를 결정할 필요는 없다.

- [0179] 이어서, 주제어 장치 (20) 는, 상기 서술한 것과 동일하게, Y 리니어 인코더 (26A<sub>1</sub> 및 26B<sub>1</sub>) 의 계측값과 레티클 Y 간섭계 (16y) 의 계측값, 레티클 X 간섭계 (16x) 의 계측값과 X 리니어 인코더 (26C<sub>1</sub>) 의 계측값에 대해, 도 19 중에 나타내는 곡선 C1 과 같은 곡선을, 각각 작성한다. 또한, 도 19 에 있어서, 부호 EA 는, 레티클 (R1) (또는 R2) 의 패턴 영역을 조명 영역 (IAR) 이 통과하는 소정 범위, 즉 노광 구간을 나타낸다.
- [0180] 다음으로, 주제어 장치 (20) 는, 그 곡선 C1 의 최소 제곱 근사 직선 FL 을 구하고, 이 근사 직선 FL 의 이상 직선 TL 에 대한 오프셋 드리프트 (OD), 스케일링 드리프트 (SD) 를 구한다. 그리고 구한 오프셋 드리프트 (오프셋 오차), 스케일링 드리프트 (경사 오차) 를 이용하여, 미리 맵으로서 갖고 있던 저차 성분의 보정 맵을 갱신한다. 그리고, 이 보정 후의 저차 성분의 보정 맵과, 미리 맵으로서 갖고 있는 고차 성분의 보정 맵에 기초하여, 저차 성분 및 고차 성분을 보정하기 위한 새로운 보정 맵을 작성한다.
- [0181] 또한, 제 3 캘리브레이션 동작에 있어서의 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 범위는, 레티클의 패턴 영역의 전체가 조명 영역 (IAR) 을 횡단하기 위한 소정 범위 (노광 구간 (EA) 에 대응) 와 적어도 일부가 어긋나 있어도 되는데, 적어도 그 소정 범위를 포함하는 것이 바람직하고, 예를 들어 레티클 (R1, R2) 의 어느 일방을 사용하는 주사 노광시에 레티클 스테이지 (RST) 가 실제로 이동되는 범위 (주사 노광 전후의 가감속 기간 및 동기 정정 기간도 포함한 이동 범위) 로 해도 된다. 또, 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 범위는, 상기 서술한 기준 마크를 사용하는 계측 동작시의 이동 범위도 포함하는 것으로 해도 된다.
- [0182] 또한, 노광 장치 (100) 에서는, 노광 동작시의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어에 사용되는 인코더 (50A ~ 50D) 의 장기 캘리브레이션 동작, 단기 캘리브레이션 동작이, 주제어 장치 (20) 에 의해, 상기 서술한 제 1 ~ 제 3 캘리브레이션 동작과 동일한 수법으로 실시된다. 단, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동은 2 차원면 내에서 실시된다. 이 경우, 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 및 웨이퍼 X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 로 규정되는 직교 좌표계 상에서 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 구동하여, X 리니어 인코더 (50B, 50D) 의 계측값의 오차 분포를 기초로 한 보정 맵, Y 리니어 인코더 (50A, 50C) 의 계측값의 오차 분포를 기초로 한 보정 맵이 구해진다. 이 때, Y 리니어 인코더 (50A, 50C) 는, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 회절 격자의 배열 방향, 및 길이 방향이 모두 Y 축 방향이고, 헤드 유닛 (46A, 46C) 의 길이 방향 (헤드의 배열 방향) 이 X 축 방향이다.
- [0183] 다음으로, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서 실시되는 인코더 (50A ~ 50D) 의 장기 캘리브레이션 동작 (제 1 캘리브레이션 동작), 즉 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 스케일의 격자 피치의 보정 정보 및 격자 변형의 보정 정보의 취득 동작에 대해, 도 20 에 기초하여 설명한다.
- [0184] 이 도 20 에 있어서, Y 간섭계 (18Y) 로부터의 측정 빔 (B<sub>41</sub>, B<sub>42</sub>) 은, 투영 광학계 (PL) 의 광축을 통과하는, Y 축과 평행한 직선 (헤드 유닛 (46B) 및 헤드 유닛 (46D) 의 복수의 헤드 중심을 연결한 직선에 일치) 에 관해서 대칭으로 배치되고, Y 간섭계 (18Y) 의 실질적인 측정축은, 투영 광학계 (PL) 의 광축을 통과하는, Y 축과 평행한 직선에 일치한다. 이 때문에, Y 간섭계 (18Y) 에 의하면, 아베 오차 없이 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 위치를 계측할 수 있다. 동일하게, X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 로부터의 측정 빔은, 투영 광학계 (PL) 의 광축을 통과하는, X 축과 평행한 직선 (헤드 유닛 (46A) 및 헤드 유닛 (46C) 의 복수의 헤드 중심을 연결한 직선에 일치) 상에 배치되고, X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 측정축은, 투영 광학계 (PL) 의 광축을 통과하는, X 축과 평행한 직선에 일치한다. 이 때문에, X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 에 의하면, 노광시 등에 아베 오차 없이 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치를 계측할 수 있다.
- [0185] 여기에서, 일례로서 X 스케일의 격자선의 변형 (격자선의 휨) 의 보정 정보와, Y 스케일의 격자 피치의 보정 정보의 취득 동작에 대해 설명한다. 여기에서는, 설명을 간단하게 하기 위해, 이동경 (17X) 의 반사면은, 이상적인 평면인 것으로 한다.
- [0186] 먼저, 주제어 장치 (20) 는, Y 간섭계 (18Y), X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 및 Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 의 계측값에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 구동하고, 도 20 에 나타내는 바와 같이, 이동 스케일 (44A, 44C) 이 각각 대응하는 헤드 유닛 (46A, 46C) (적어도 1 개의 헤드) 의 바로 아래에 배치되고, 또한 이동 스케일 (회절 격자) (44A, 44C) 의 +Y 측의 일단이 각각 대응하는 헤드 유닛 (46A, 46C) 과 일치하는 위치에, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 위치 결정한다.
- [0187] 다음으로, 주제어 장치 (20) 는, Y 간섭계 (18Y) 의 계측값의 단기 변동을 무시할 수 있을 정도의 저속으로, 또

한 X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 계측값을 소정값으로 고정시키면서, Y 간섭계 (18Y) 및 Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 의 계측값에 기초하여, 피칭량, 롤링량 및 요잉량을 모두 0 으로 유지하면서, 도 20 중에 화살표 F 로 나타내는 바와 같이, 예를 들어 이동 스케일 (44A, 44C) 의 타단 (-Y 축의 일단) 이 각각 대응하는 헤드 유닛 (46A, 46C) 과 일치할 때까지 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 +Y 방향으로 이동시킨다. 이 이동 중에, 주제어 장치 (20) 는, Y 리니어 인코더 (50A, 50C) 의 계측값과 Y 간섭계 (18Y) 의 계측값 (측정 빔 (B<sub>41</sub>, B<sub>42</sub>) 에 의한 계측값) 을, 소정의 샘플링 간격으로 도입하고, 그 도입한 계측값에 기초하여 Y 리니어 인코더 (50A, 50C) 의 계측값과 Y 간섭계 (18Y) 의 계측값의 관계를 구한다. 즉, 주제어 장치 (20) 는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동에 수반하여 헤드 유닛 (46A 및 46C) 에 순차 대향하여 배치되는 이동 스케일 (44A 및 44C) 의 격자 피치 (인접하는 격자선의 간격) 및 그 격자 피치의 보정 정보를 구한다. 이 격자 피치의 보정 정보는, 예를 들어 가로축이 간섭계의 계측값, 세로축이 인코더의 계측값으로 한 경우의 양자의 관계를 곡선으로 나타내는 보정 맵 등으로서 구할 수 있다. 이 경우의 Y 간섭계 (18Y) 의 계측값은, 상기 서술한 극저속으로 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 스캔했을 때 얻어지는 것이기 때문에, 장기적인 변동 오차는 물론, 공기 편차 등에서 기인되는 단기적인 변동 오차도 거의 포함되지 않아, 오차를 무시할 수 있는 정확한 값으로 생각해도 된다. 여기에서는, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 양단이 대응하는 헤드 유닛 (46A, 46C) 을 횡단하는 범위에 걸쳐 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 Y 축 방향으로 구동하는 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 웨이퍼의 노광 동작시에 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 이동되는 Y 축 방향의 범위에서 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 구동해도 된다.

[0188] 또, 주제어 장치 (20) 는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 중에, 그 이동에 수반하여 이동 스케일 (44B, 44D) 에 순차 대향하여 배치되는 헤드 유닛 (46B 및 46D) 의 복수의 헤드로부터 얻어지는 계측값 (X 리니어 인코더 (50B 및 50D) 의 계측값) 을 통계적으로 처리, 예를 들어 평균함 (또는 가중 평균함) 으로써, 그 복수의 헤드에 순차 대향된 격자선의 변형 (휨) 의 보정 정보도 구하고 있다. 이것은, 이동경 (17X) 의 반사면이 이상적인 평면인 경우에는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 +Y 방향으로 보내는 과정에서, 반복하여 동일한 흔들림 패턴이 출현되므로, 복수의 헤드에서 취득한 계측 데이터를 평균화 등을 하면, 그 복수의 헤드에 순차 대향된 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자선의 변형 (휨) 의 보정 정보를 정확하게 구할 수 있기 때문이다.

[0189] 또한, 이동경 (17X) 의 반사면이 이상적인 평면이 아닌 경우에는, 미리 그 반사면의 요철 (휨) 을 계측하여 그 휨의 보정 데이터를 구해 둔다. 그리고, 상기 서술한 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 +Y 방향에 대한 이동시에, X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 계측값을 소정값으로 고정시키는 대신에, 그 보정 데이터에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치를 제어함으로써, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 정확하게 Y 축 방향으로 이동시키는 것으로 하면 된다. 이와 같이 하면, 상기와 완전히 동일하게, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자 피치의 보정 정보 및 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자선의 변형 (휨) 의 보정 정보를 얻을 수 있다. 또한, 헤드 유닛 (46B 및 46D) 의 복수의 헤드에서 취득한 계측 데이터는, 이동경 (17X) 의 반사면의 상이한 부위 기준에서의 복수의 데이터이며, 어느 헤드도 동일한 격자선의 변형 (휨) 을 계측하고 있는 것이기 때문에, 상기 평균화 등에 의해, 반사면의 휨 보정 잔차가 평균화되어 진정한 값에 가까워진다는 (환언하면, 복수의 헤드에서 취득한 계측 데이터 (격자선의 휨 정보) 를 평균화함으로써, 휨 잔차의 영향을 적게 할 수 있다) 부수적인 효과도 있다.

[0190] 또한, X 리니어 인코더 (50B, 50D) 는, 이동 스케일 (44B, 44D) 의 회절 격자의 배열 방향 및 길이 방향, 그리고 헤드 유닛 (46B, 46D) 의 길이 방향 (헤드의 배열 방향) 이 모두 Y 리니어 인코더 (50A, 50C) 와 X 축 및 Y 축 방향이 반대일 뿐이므로, Y 스케일의 격자선의 변형 (격자선의 휨) 의 보정 정보, 및 이동 스케일 (50B, 50D) 의 격자 피치의 보정 정보의 취득 동작 (제 1 캘리브레이션 동작) 시에는, 상기 서술한 보정의 경우와, X 축 방향과 Y 축 방향을 교체한 처리를 실시하면 되므로 상세 설명은 생략한다.

[0191] 이와 같이 하여, 주제어 장치 (20) 는, 소정의 타이밍마다, 예를 들어 로트마다 등에, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자 피치의 보정 정보 및 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자선의 변형 (휨) 의 보정 정보, 그리고 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자 피치의 보정 정보 및 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자선의 변형 (휨) 의 보정 정보를 얻는다.

[0192] 그리고, 로트 내의 웨이퍼의 노광 처리 중 등에는, 주제어 장치 (20) 는, 헤드 유닛 (46A, 46C) 으로부터 얻어지는 계측값 (즉, 인코더 (50A, 50C) 의 계측값) 을, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자 피치의 보정 정보 및 격자선의 변형 (휨) 의 보정 정보에 기초하여 보정하면서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 위치 제어를 실시한다. 이에 의해, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자 피치의 경시적인 변화 및 격자선의 휨의 영향을 받지 않고, 리니어 인코더 (50A, 50C) 를 이용하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 위치 제어를 양호한 정밀도로 실시하는 것이 가능해진다.

- [0193] 또, 로트 내의 웨이퍼의 노광 처리 중 등에는, 주제어 장치 (20) 는, 헤드 유닛 (46B, 46D) 으로부터 얻어지는 계측값 (즉, 인코더 (50B, 50D) 의 계측값) 을, 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자 피치의 보정 정보 및 격자선의 변형 (휨) 의 보정 정보에 기초하여 보정하면서, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 축 방향의 위치 제어를 실시한다.  
이에 의해, 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자 피치의 경시적인 변화 및 격자선의 휨의 영향을 받지 않고, 리니어 인코더 (50B, 50D) 를 이용하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 축 방향의 위치 제어를 양호한 정밀도로 실시하는 것이 가능해진다.
- [0194] 또한, 상기 서술한 설명에서는, 이동 스케일 (44A ~ 44D) 의 어느 것에 대해서도, 격자 피치, 및 격자선 휨의 보정 정보의 취득을 실시하는 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, 이동 스케일 (44A, 44C) 및 이동 스케일 (44B, 44D) 의 어느 하나에 대해서만, 격자 피치 및 격자선 휨의 보정 정보의 취득을 실시해도 되고, 이동 스케일 (44A, 44C) 및 이동 스케일 (44B, 44D) 의 양자에 대해, 격자 피치, 격자선 휨의 어느 하나에 대한 보정 정보만을 취득해도 된다.
- [0195] 또한, 상세 설명은 생략하지만, 노광 동작시의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어에 사용되는 인코더 (50A ~ 50D) 의 단기 캘리브레이션 동작 (제 2, 제 3 캘리브레이션 동작) 에 대해서도, 상기 장기 캘리브레이션 동작 (제 1 캘리브레이션 동작) 에 준하여 실시된다.
- [0196] 그리고, 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작시에, 상기 서술한 바와 같이 주제어 장치 (20) 에 의해 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 의 계측값 및 그 보정 맵에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 제어가 실시됨과 함께, 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값 및 그 보정 맵에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어가 실시된다.
- [0197] 또, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 레티클 스테이지 (RST) 상에 레티클 (R1) 과 레티클 (R2) 을 동시에 탑재 가능하다. 이 때문에, 주제어 장치 (20) 는, 레티클 (R1) 과 레티클 (R2) 에 대해, 레티클 얼라인먼트를 실시해 됨으로써, 레티클 스테이지 (RST) 에 대한 레티클 교환 동작을 실시하지 않고, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 의 계측값에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 를 이동시키는 것만으로, 레티클 (R1) 과 레티클 (R2) 을 이용하여, 예를 들어 이중 노광을 실시할 수 있다.
- [0198] 또한, 본 실시형태에서 사용되는 각 인코더로는, 상기 서술한 회절 간섭 방식에 한정되지 않고, 이른바 픽업 방식 등 여러 가지 방식의 것을 사용할 수 있고, 예를 들어 미국 특허 제6,639,686호 명세서 등에 개시되는 이른바 스캔 인코더 등을 사용할 수 있다.
- [0199] 이상 상세하게 설명한 바와 같이, 본 실시형태에 관련된 노광 장치 (100) 에 의하면, 주제어 장치 (20) 에 의해, 예를 들어 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 등의 교정 동작이 실행된다. 즉, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 등 에 비해 계측값의 선형성 및 장기 안정성이 우수한 간섭계 (16y, 16x) 의 계측값을 이용하여, 당해 간섭계 (16y, 16x) 에 비해 계측값의 단기 안정성이 우수한 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 등의 계측값을 보정하는 보정 정보가 취득된다. 그리고, 주제어 장치 (20) 는 주사 노광시 등에, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 의 계측값과 상기 보정 정보에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 를 구동한다.
- [0200] 따라서, 보정 정보를 이용하여 보정된 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>) 의 계측값, 즉 단기 안정성은 물론, 선형성 및 장기 안정성도 양호한 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 정보에 기초하여, 레티클 스테이지 (RST) 를 양호한 정밀도로 구동할 수 있다.
- [0201] 또, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 상기 서술한 장기 캘리브레이션에 의해, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 에 비해 계측값의 선형성 및 장기 안정성이 우수한 간섭계 (16y) 의 계측값을 이용하여, 그 간섭계 (16y) 에 비해 계측값의 단기 안정성이 우수한 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 계측값을 보정하는 보정 정보가 취득된다. 그리고, 주제어 장치 (20) 는 패턴 전사시 등에, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 계측값과 상기 보정 정보에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 이동을 제어한다. 따라서, 보정 정보를 이용하여 보정된 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 계측값, 즉 단기 안정성은 물론, 선형성 및 장기 안정성도 양호한 레티클 스테이지 (RST) 의 주사 방향의 위치 정보에 기초하여, 레티클 스테이지 (RST) 의 주사 방향의 이동을 양호한 정밀도로 제어하는 것이 가능하게 된다.
- [0202] 또, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 상기 서술한 어느 하나의 단기 캘리브레이션에 의해, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 에 비해 계측값의 선형성 및 장기 안정성이 우수한 간섭계 (16y) 와, 그 간섭계 (16y) 에 비해 계

측값의 단기 안정성이 우수한 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 계측값의 관계를 나타내는 맵 정보의 저차 성분 (스케일링 오차, 또는 스케일링 오차 및 스케일링 오프셋) 을 보정하기 위한 보정 정보가 취득된다. 그리고, 주제어 장치 (20) 는 패턴 전사시 등에, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 계측값과, 상기 보정 정보를 이용하여 저차 성분이 보정된 맵 정보에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 이동을 제어한다.

[0203] 또, 노광 장치 (100) 에 의하면, 주제어 장치 (20) 에 의해, 예를 들어 인코더 (50A ~ 50D) 의 교정 동작이, 상기 서술한 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>) 의 교정 동작과 동일하게 하여 실행된다. 즉, 간접계 (18Y, 18X<sub>1</sub>) 에 비해 계측값의 단기 안정성이 우수한 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값을, 인코더 (50A ~ 50D) 에 비해 계측값의 선형성 및 장기 안정성이 우수한 간접계 (18Y, 18X<sub>1</sub>) 의 계측값을 이용하여 보정하는 보정 정보가 취득된다. 그리고, 주제어 장치 (20) 는 주사 노광시, 및 쇼트 영역간의 단계 이동시 등에, 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값과 상기 보정 정보에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 구동한다.

[0204] 따라서, 보정 정보를 이용하여 보정된 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값, 즉 단기 안정성은 물론, 선형성 및 장기 안정성도 양호한 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 축 및 Y 축 방향에 관한 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 X 축 및 Y 축 방향의 어느 쪽이든 양호한 정밀도로 구동할 수 있다.

[0205] 따라서, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 웨이퍼 상의 각 쇼트 영역에 대한 주사 노광시에, 주제어 장치 (20) 는, 인코더 (26A<sub>1</sub>, 26B<sub>1</sub>, 26C<sub>1</sub>), 및 인코더 (50A ~ 50D) 의 계측값에 기초하여, 레티클 (R1 또는 R2) (레티클 스테이지 (RST)) 과 웨이퍼 (W) (웨이퍼 스테이지 (WST)) 를 주사 방향 (Y 축 방향) 을 따라 양호한 정밀도로 구동하는 것이 가능함과 함께, 비주사 방향 (X 축 방향) 에 관한 레티클 (R1 또는 R2) (레티클 스테이지 (RST)) 과 웨이퍼 (W) (웨이퍼 스테이지 (WST)) 의 고정밀도의 위치 결정 (얼라인먼트) 도 가능해진다. 이에 의해, 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트 영역에 레티클 (R1) (또는 R2) 의 패턴을 양호한 정밀도로 형성하는 것이 가능하게 된다.

[0206] 또한, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 있어서, 주제어 장치 (20) 는 노광 동작과는 별도로 레티클 스테이지 (RST) 를 이동하여 얻어지는 인코더 및 간접계의 계측값에 기초하여, 인코더의 계측값의 보정 정보를 갱신하는 것으로 했지만, 예를 들어 노광 동작시에 있어서의 레티클 스테이지 (RST) 의 이동 중에 얻어지는 인코더 및 간접계의 계측값을 이용하여 보정 정보를 갱신해도 된다. 즉, 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트 영역에 레티클 (R1) (또는 R2) 의 패턴을 순차 전사하는 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작을 실시할 때, 예를 들어 각 쇼트 영역의 주사 노광 중, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치를, 인코더의 계측값 및 그 보정 정보에 기초하여 제어하고, 그 제어 (웨이퍼의 노광 동작) 와 병행하여, 간접계 및 인코더의 계측값을 측정하고, 이 측정된 계측값에 기초하여, 다음의 웨이퍼의 노광에 앞서 보정 정보 (예를 들어, 도 21 에 나타내는, 간접계의 계측값과 인코더의 계측값의 관계를 나타내는 맵 정보) 를 교정하는, 인코더의 계측 오차의 측차 캘리브레이션을 실행하는 것으로 해도 된다.

[0207] 도 21 에 있어서, 부호 C2 는, 측정된 데이터의 평균값을 나타내고, 이 평균값의 데이터는, 간접계의 계측값의 단기 변동 (공기 편차 등에서 기인되는 계측값의 변동) 이 평균화되어 있다. 이 경우, 주사 노광 중인 데이터를 모든 쇼트 영역에 대해 측정할 필요는 없고, 간접계의 계측값의 단기 변동을 평균화하는 데에 충분한 수의 쇼트 영역에 대해 주사 노광 중인 데이터를 측정하는 것만으로도 된다. 도 21 에 있어서, 부호 EA 는, 도 19 와 동일한 노광 구간을 나타낸다.

[0208] 이 경우에 있어서도, 다음의 웨이퍼에 대한 스텝 앤드 스캔 방식의 노광시, 각 쇼트 영역의 주사 노광시 (패턴 전사시) 의 레티클 스테이지 (RST) 의 이동을, 보정 정보 (예를 들어 도 21 의 맵 정보) 를 이용하여 보정된 인코더의 계측값, 즉 단기 안정성은 물론, 선형성 및 장기 안정성도 양호한 레티클 스테이지의 위치 정보에 기초하여, 양호한 정밀도로 제어하는 것이 가능하게 된다. 이에 의해, 레티클 (R1) (또는 R2) 에 형성된 패턴을 주사 노광에 의해 그 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역에 양호한 정밀도로 전사하는 것이 가능하게 된다. 또한, 이 캘리브레이션은 Y 리니어 인코더뿐만 아니라 X 리니어 인코더에 대해 실시해도 되고, 또한 웨이퍼 스테이지의 인코더 시스템 (인코더 (50A ~ 50D)) 에 대해 실시해도 된다.

[0209] 또한, 상기 실시형태의 노광 장치 (100) 에서는, 이동 스케일의 격자 피치의 보정 정보 및 격자선의 휨의 보정 정보를 다음에 설명하는 변형예에 관련된 방법에 의해 취득해도 된다.

[0210] 여기에서는, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자 피치의 보정 정보의 취득 동작 및 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자선의 변형 (격자선의 휨) 의 보정 정보의 취득 동작에 대해 설명한다. 또, 설명을 간단하게 하기 위해,



이동경 (17X) 의 반사면은, 이상적인 평면인 것으로 한다.

[0211] 먼저, 주제어 장치 (20) 는, X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 계측값을 소정값으로 고정시키면서, Y 간섭계 (18Y) 및 Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 의 계측값에 기초하여, 피칭량, 롤링량 및 요잉량을 모두 0 으로 유지하면서, 예를 들어 상기 서술한 스트로크 범위에서 도 22 중에 화살표 F 로 나타내는 +Y 방향으로 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동시킨다. 이 이동 중에, 주제어 장치 (20) 는, 인코더 (50A, 50C) 의 계측값, 및 Y 간섭계 (18Y) 의 계측값 (측정 빔 (B4<sub>1</sub>, B4<sub>2</sub>) 에 의한 계측값) 을, 소정의 샘플링 간격으로 내부 메모리에 도입한다. 이 경우, 인코더 (50C) 의 계측값은, 이동 스케일 (44C) 과 대향하는, 투영 광학계 (PL) 의 광축을 통과하는 Y 축에 평행한 직선 LV 로부터 +X 방향으로 거리 a 의 위치에 있는 도 22 중에 동그라미로 둘러싸서 나타내는 헤드 유닛 (46C) 의 헤드 (48k) 로부터 얻어진다. 또, 인코더 (50A) 의 계측값은, 이동 스케일 (44A) 과 대향하는, 직선 LV 로부터 -X 방향으로 거리 b 의 위치에 있는 도 22 중에 동그라미로 둘러싸서 나타내는 헤드 유닛 (46A) 의 헤드 (48e) 로부터 얻어진다.

[0212] 다음으로, 주제어 장치 (20) 는, X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 계측값에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 +X 방향으로 소정 거리 이동시킨 후, Y 간섭계 (18Y) 의 계측값에 기초하여 도 22 중에 화살표 F' 로 나타내는 -Y 방향으로 소정 거리 이동시킨 위치에서 정지시킨다.

[0213] 그리고, 주제어 장치 (20) 는, X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 계측값을 소정값으로 고정시키면서, Y 간섭계 (18Y) 및 Z 간섭계 (18Z<sub>1</sub>, 18Z<sub>2</sub>) 의 계측값에 기초하여, 피칭량 및 롤링량을 0, 또한 요잉량을 최대한 0 으로 유지하면서, 예를 들어 상기 서술한 스트로크 범위에서 도 23 중에 화살표 F 로 나타내는 +Y 방향으로 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동시킨다. 이 이동 중에, 주제어 장치 (20) 는, 인코더 (50A, 50C) 의 계측값, 및 Y 간섭계 (18Y) 의 계측값 (측정 빔 (B4<sub>1</sub>, B4<sub>2</sub>) 에 의한 계측값) 을, 소정의 샘플링 간격으로 내부 메모리에 도입한다. 이 경우, 인코더 (50C) 의 계측값은, 이동 스케일 (44C) 과 대향하는, 직선 LV 로부터 +X 방향으로 거리 b 의 위치에 있는 도 23 중에 동그라미로 둘러싸서 나타내는 헤드 유닛 (46C) 의 헤드 (48e) 로부터 얻어진다. 또, 인코더 (50A) 의 계측값은, 이동 스케일 (44A) 과 대향하는, 직선 LV 로부터 -X 방향으로 거리 a 의 위치에 있는 도 23 중에 동그라미로 둘러싸서 나타내는 헤드 유닛 (46A) 의 헤드 (48k) 로부터 얻어진다.

[0214] 그런데, 각 헤드의 XY 좌표계 상의 위치는 이미 알려져 있기 때문에, 상기 서술한 2 회의 동작으로 얻어진 샘플링값을 이용하여 연립 방정식을 세우고, 이 연립 방정식을 푸는 것에 의해, 이동 스케일 (44C, 44A) 의 격자 피치의 보정 정보 (예를 들어 보정 맵) 를, 각각 독립적으로 구할 수 있다.

[0215] 또한, 이동경 (17X) 의 반사면이 이상적인 평면이 아닌 경우에는, 미리 그 반사면의 요철 (휨) 을 계측하여 그 휨의 보정 데이터를 구해 둔다. 그리고, 상기 서술한 도 22, 도 23 에 나타내는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 +Y 방향에 대한 이동시에, X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 계측값을 소정값으로 고정시키는 대신에, 그 보정 데이터에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치를 제어함으로써, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 정확하게 Y 축 방향으로 이동시키는 것으로 하면 된다.

[0216] 상기 서술한 바와 같이 하여, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자 피치의 보정 정보 (예를 들어 보정 맵) 를 각각 구한 후, 주제어 장치 (20) 는, 예를 들어 도 24 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를, 상기 서술한 도 22 등의 경우와 동일한 순서로, +Y 방향으로 이동시킨다. 이 경우, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자 피치의 보정 정보의 취득시와는 달리, 이동 스케일 (44B 및 44D) 에 각각 대향하고 있는, 도 24 중에 동그라미로 둘러싸서 나타내는 헤드 유닛 (46B) 의 헤드 (48g) 및 헤드 유닛 (46D) 의 헤드 (48i) 는 X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 측장축 상으로부터 벗어나 있다. 이 때문에, 공기 편차에서 기인되어 간섭계에 의해 계측되는 웨이퍼 스테이지 (WST) 외관 상의 요잉량의 영향이 오차 (이하, 요잉 기인 오차로 약술한다) 로서, 인코더 (50B 및 50D) (헤드 유닛 (46B) 의 헤드 (48g) 및 헤드 유닛 (46D) 의 헤드 (48i)) 의 계측값에 포함된다. 그런데, 이 경우, 인코더 (50A, 50C) (이동 스케일 (44A, 44C) 과 각각 대향하는, 도 24 중에 동그라미로 둘러싸서 나타내는 헤드 유닛 (46A) 의 헤드 (48h) 및 헤드 유닛 (46C) 의 헤드 (48h)) 를 이용하여, 상기 서술한 공기 편차에서 기인되어 간섭계에 의해 계측되는 웨이퍼 스테이지 (WST) 외관 상의 요잉량을 계측할 수 있다. 즉, 주제어 장치 (20) 는, 먼저 구해진 이동 스케일 (44C, 44A) 의 격자 피치의 보정 정보를 이용하여 인코더 (50A, 50C) 의 계측값을 보정하면서, 그 보정된 계측값에 기초하여 상기 서술한 웨이퍼 스테이지 (WST) 외관 상의 요잉량을 구할 수 있다. 그리고, 주제어 장치 (20) 는, 그 구한 외관 상의 요잉량을 이용하여, 상기 서술한 요잉 기인 오차를 보정할 수 있다.

- [0217] 주제어 장치 (20) 는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 +Y 방향에 대한 이동 중에, 상기 서술한 바와 같이 하여 요잉 기인 오차를 보정하면서, 이동 스케일 (44B, 44D) 에 순차 대향하여 배치되는 헤드 유닛 (46B 및 46D) 의 복수의 헤드로부터 얻어지는 계측값을 소정의 샘플링 간격으로 내부 메모리에 도입한다. 그리고, 주제어 장치 (20) 는, 상기 서술한 것과 동일한 이유로, 내부 메모리에 도입한 계측값을 통계적으로 처리, 예를 들어 평균함 (또는 가중 평균함) 으로서, 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자선의 변형 (휨) 의 보정 정보도 구한다.
- [0218] 또, 이른바 정역차 (正逆差) 를 고려하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 도 22, 도 23 및 도 24 중에 화살표 F' 로 나타내는 -Y 방향으로 구동하여, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자 피치의 보정 정보 (예를 들어 보정 맵), 및/또는 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자선의 변형 (휨) 의 보정 정보를 구하는 경우에도, 상기 서술한 것과 동일한 처리를 실시하면 된다.
- [0219] 한편, 이동 스케일 (44A, 44C) 의 격자선의 변형 (휨) 의 보정 정보와, 이동 스케일 (44B, 44D) 의 격자 피치의 보정 정보의 취득시에는, 주제어 장치 (20) 는, 상기 서술한 경우와, X 축 방향과 Y 축 방향을 교체한 처리를 실시하는데, 이러한 상세 설명에 대해서는 생략한다.
- [0220] 또한, 각 스케일 (회절 격자) 에는 폭이 있으므로, 그 폭방향에 관해서, 예를 들어 좌우 중앙의 3 개의 라인을 따라, 상기 서술한 격자 피치의 보정 정보를 취득하고, 격자 휨에 대해서는 대표적인 격자선을 들어 휨 계측을 하면 충분하다. 이와 같이 하는 것이, 정밀도 및 작업성 면에서는 바람직하다.
- [0221] 이상 설명한 변형예에 관련된 방법에 의하면, 스케일의 격자 피치의 보정 정보의 취득 및/또는 스케일의 격자선의 변형 (격자선의 휨) 의 보정 정보의 취득시, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 반드시 극저속으로 이동시킬 필요가 없기 때문에, 그들 보정 정보의 취득 동작을 단시간에 실시하는 것이 가능하게 된다.
- [0222] 다음으로, 도 25, 도 26 을 참조하여 웨이퍼 스테이지용 인코더 시스템의 변형예에 대해 설명한다. 또한, 도 25, 도 26 은 도 3 과의 차이가 인코더 시스템의 구성뿐이므로, 이하에서는 도 3 과 동일 또는 동등한 작용, 기능의 구성 부분에는 동일한 부호를 붙임과 함께 그 설명을 생략한다.
- [0223] 도 25 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 상면에는, 서로 길이 방향이 직교하고, 또한 각각 Y 축 및 X 축 방향을 길이 방향으로 하는 2 개의 이동 스케일 (52A, 52B) 이 L 자 형상으로 고정되어 있다. 2 개의 이동 스케일 (52A, 52B) 은, 그 표면에 길이 방향과 직교하는 방향을 주기 방향으로 하는 반사형 회절 격자가 형성되어 있다.
- [0224] 또, 헤드 유닛 (46A) 과, 한 쌍의 헤드 유닛 (46B<sub>1</sub>, 46B<sub>2</sub>) 은 각각 대응하는 이동 스케일 (52A, 52B) 과 교차하여 배치되고, 도시를 생략한 지지 부재를 개재하여 경통 정반 (38) 에 현수 상태로 고정되어 있다. 헤드 유닛 (46A) 은, 이동 스케일 (52A) 의 길이 방향 (Y 축 방향) 과 직교하는 X 축 방향 (회절 격자의 주기 방향) 을 길이 방향 (헤드의 배열 방향) 으로 하여, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 를 통과하는 X 축에 평행한 축 (중심축) 상에 배치됨과 함께, 이동 스케일 (52A) 과 함께 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 축 방향의 위치 정보를 계측하는 X 리니어 인코더 (56A) 를 구성한다. 한 쌍의 헤드 유닛 (46B<sub>1</sub>, 46B<sub>2</sub>) 은 각각 이동 스케일 (52B) 의 길이 방향 (X 축 방향) 과 직교하는 Y 축 방향 (회절 격자의 주기 방향) 을 길이 방향 (헤드의 배열 방향) 으로 하고, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 을 통과하는 Y 축에 평행한 축 (중심축) 에 관해서 대칭으로 배치됨과 함께, 이동 스케일 (52B) 과 함께 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 2 개의 위치 정보를 계측하는 Y 리니어 인코더 (56B) 를 구성한다.
- [0225] 또한, 2 개의 리니어 인코더 (56A, 56B) 의 계측값은 주제어 장치 (20) 에 공급되고, 주제어 장치 (20) 는 X 축 및 Y 축 방향의 위치 정보와  $\theta_z$  방향의 회전 정보에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) 를 통해 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어를 실시한다. 이에 의해, 상기 실시형태와 완전히 동일하게, 고정밀도의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 2 차원 구동이 가능해진다.
- [0226] 도 26 은, 웨이퍼 스테이지용 인코더 시스템의 다른 변형예를 나타내는 도면이고, 도 25 와의 차이는 상기 서술한 1 세트의 리니어 인코더 (56A, 56B) 와는 별도로, 다른 1 세트의 리니어 인코더 (56C, 56D) 를 형성한 점뿐이다. 도 26 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 상면에는, 서로 길이 방향이 직교하고, 또한 각각 Y 축 및 X 축 방향을 길이 방향으로 하는 2 개의 이동 스케일 (52C, 52D) 이 L 자 형상으로 고정되어 있다. 2 개의 이동 스케일 (52C, 52D) 은, 그 표면에 길이 방향과 직교하는 방향을 주기 방향으로 하는 반사형 회절 격자가 형성됨과 함께, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 중심에 관하여 이동 스케일 (52A, 52B) 과 대칭으로 배치되어 있다.

[0227] 또, 헤드 유닛 (46C) 과, 한 쌍의 헤드 유닛 (46D<sub>1</sub>, 46D<sub>2</sub>) 은 각각 대응하는 이동 스케일 (52C, 52D) 과 교차하여 배치되고, 도시를 생략한 지지 부재를 개재하여 경통 정반 (38) 에 현수 상태로 고정되어 있다. 헤드 유닛 (46C) 은, 이동 스케일 (52C) 의 길이 방향 (Y 축 방향) 과 직교하는 X 축 방향 (회절 격자의 주기 방향) 을 길이 방향 (헤드의 배열 방향) 으로 하여, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 관해서 상기 서술한 헤드 유닛 (46A) 과 대칭으로 배치됨 (즉, 상기 서술한 광축 (AX) 을 통과하는 X 축에 평행한 축 (중심축) 상에 배치됨) 과 함께, 이동 스케일 (52C) 과 함께 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 축 방향의 위치 정보를 계측하는 X 리니어 인코더 (56C) 를 구성한다. 한 쌍의 헤드 유닛 (46D<sub>1</sub>, 46D<sub>2</sub>) 은 각각 이동 스케일 (52D) 의 길이 방향 (X 축 방향) 과 직교하는 Y 축 방향 (회절 격자의 주기 방향) 을 길이 방향 (헤드의 배열 방향) 으로 하고, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 관해서 상기 서술한 헤드 유닛 (46B<sub>1</sub>, 46B<sub>2</sub>) 과 대칭으로 배치됨 (즉, 상기 서술한 광축 (AX) 을 통과하는 Y 축에 평행한 축 (중심축) 에 관해서 대칭으로 배치됨) 과 함께, 이동 스케일 (52D) 과 함께 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축 방향의 2 개의 위치 정보를 계측하는 Y 리니어 인코더 (56D) 를 구성한다.

[0228] 또한, 4 개의 리니어 인코더 (56A ~ 56D) 의 계측값은 주제어 장치 (20) 에 공급되고, 주제어 장치 (20) 는 X 축 및 Y 축 방향의 위치 정보와  $\theta z$  방향의 회전 정보에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) 를 통해 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어를 실시한다. 이에 의해, 상기 실시형태와 완전히 동일하게, 고정밀도의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 2 차원 구동이 가능해진다. 또한, 도 26 의 인코더 시스템은 4 개의 리니어 인코더 (56A ~ 56D) 를 갖고 있으므로, 도 25 의 인코더 시스템에 비해 헤드 유닛을 투영 광학계 (PL) 에 근접하여 배치하지 않아도, 웨이퍼의 노광 동작시에 있어서의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치에 의하지 않고, 항상 4 개의 리니어 인코더 (56A ~ 56D) 의 적어도 3 개로부터 각각 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 정보 (X 축 및 Y 축 방향의 위치 정보와  $\theta z$  방향의 회전 정보) 를 얻을 수 있다. 또, 도 26 의 인코더 시스템은 Y 리니어 인코더 (56B, 56D) 가 각각 2 개의 헤드 유닛을 갖는 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 1 개의 헤드 유닛만을 갖는 것으로 해도 된다.

[0229] 여기에서, 상기 서술한 웨이퍼 X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 는 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 을 통과하는 X 축에 평행한 축 (중심축) 에 일치하는 측장축 (도면 중의 실선에 대응) 을 포함하는 적어도 1 개의 측장축을 갖고 있다. 그리고, 도 25 및 도 26 에 나타내는 인코더 시스템에 있어서, X 리니어 인코더 (56A) (및 56C) 는 헤드 유닛 (46A) (및 46C) 의 계측축 (헤드의 배열 방향) 이 그 중심축 (웨이퍼 X 간섭계 (18X<sub>1</sub>) 의 X 계측에 있어서의 측장축) 과 일치하여 배치된다. 또, 상기 서술한 웨이퍼 Y 간섭계 (18Y) 는 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 및 얼라인먼트계 (ALG) 의 검출 중심을 통과하는 Y 축에 평행한 축 (중심축) 에 관해서 대칭인 2 개의 측장축 (도 25, 26 중의 실선으로 나타내는 빔 (B<sub>41</sub>, B<sub>42</sub>) 에 대응) 을 포함하는 복수의 측장축을 갖고 있다. 그리고, Y 리니어 인코더 (56B) (및 56D) 는 헤드 유닛 (46B<sub>1</sub>, 46B<sub>2</sub>) (및 46D<sub>1</sub>, 46D<sub>2</sub>) 의 계측축 (헤드의 배열 방향) 이 각각 그 2 개의 측장축과 일치하여 배치된다. 이에 의해, 상기 서술한 계측축과 측장축이 일치하는 리니어 인코더와 웨이퍼 간섭계에서 그 계측값에 차이가 잘 생기지 않게 되어, 상기 서술한 캘리브레이션 동작을 양호한 정밀도로 실시하는 것이 가능해진다. 또한, 본 변형예에서는 리니어 인코더의 계측축과 웨이퍼 간섭계의 측장축을 일치시키는 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, XY 평면 내에서 양축을 어긋나게 배치해도 된다. 또, 이것은 상기 실시형태 (도 3) 에서도 동일하다.

[0230] 또한, 도 25, 도 26 에 나타내는 인코더 시스템에 있어서, 2 개 또는 4 개의 이동 스케일 (52A ~ 52D) 은, 동일 소재 (예를 들어 세라믹스, 또는 저열팽창의 유리 등) 로 이루어지고, 각각 길이 방향에 관해서, 그 길이 (회절 격자의 폭에 상당) 가, 적어도 웨이퍼 (W) 의 노광 동작시에 있어서의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 스트로크 (이동 범위) 의 전체 영역을 커버하도록 (환언하면, 모든 쇼트 영역의 주사 노광시에 각 헤드 유닛 (계측 빔) 이 대응하는 이동 스케일 (회절 격자) 로부터 벗어나지 않는, 즉 계측 불능이 되지 않도록), 웨이퍼 (W) 의 크기 (직경) 보다 길게 설정된다. 또, 도 25, 도 26 에 나타내는 인코더 시스템에 있어서, 3 개 또는 6 개의 헤드 유닛 (46A ~ 46D<sub>2</sub>) 은 각각, 예를 들어 단일의 헤드, 또는 거의 끊임 없이 배열되는 복수의 헤드를 갖는 것이어도 되는데, 도 25, 도 26 에 나타내는 인코더 시스템에서는 모두 그 길이 방향을 따라 소정 간격으로 배치된 복수개의 헤드를 갖는 것으로 하고 있다. 또한 각 헤드 유닛은, 인접하는 2 개의 헤드가 대응하는 이동 스케일 (회절 격자) 로부터 벗어나지 않는 간격, 즉 이동 스케일의 길이 방향과 직교하는 방향 (회절 격자의 배열 방향) 에 관한 회절 격자의 형성 범위와 동일한 정도 이하의 간격으로 복수의 헤드가 배치된다. 또, 3 개 또는 6 개의 헤드 유닛 (46A ~ 46D<sub>2</sub>) 은 각각 길이 방향에 관해서, 그 길이 (회절 격자의 검출 범위에 상당) 가, 적어도 웨이퍼 (W) 의 노광 동작시에 있어서의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 스트로크 (이동

범위)의 전체 영역을 커버하도록 (환언하면, 모든 쇼트 영역의 주사 노광시에 각 헤드 유닛(계측 빔)이 대응하는 이동 스케일(회절 격자)로부터 벗어나지 않는, 즉 계측 불능이 되지 않도록), 그 이동 스트로크와 동일한 정도 이상으로 설정된다.

[0231] 또, 도 25, 도 26에 나타내는 인코더 시스템을 구비하는 노광 장치에서도, 상기 실시형태의 노광 장치(100)(도 3에 나타내는 인코더 시스템을 포함한다)와 완전히 동일하게, 각 인코더의 계측값의 보정 정보를 결정하는 캘리브레이션 동작(상기 서술한 제 1 ~ 제 3 캘리브레이션 동작)이 실시된다. 이 경우, 각 인코더에서는 일례로서, 그 길이 방향에 관해서 이동 스케일의 위치를 그 일단이 대응하는 헤드 유닛과 일치하도록 설정하고 나서, 회절 격자의 배열 방향(길이 방향과 직교하는 방향)에 관해서 이동 스케일을 그 폭과 동일한 정도의 거리 이상 이동한다. 또한, 이동 스케일을 그 길이 방향으로, 헤드 유닛의 하나의 헤드에 있어서의 계측 빔의 크기와 동일한 정도의 거리만 이동하고 나서, 동일하게, 회절 격자의 배열 방향에 관해서 이동 스케일을 그 폭과 동일한 정도의 거리 이상 이동한다. 이하, 이동 스케일의 타단이 헤드 유닛과 일치할 때까지 상기 동작을 반복하여 실행한다. 그리고, 이 구동에 의해 얻어지는 인코더, 및 그 인코더와 계측 방향이 동일한 웨이퍼 간섭계의 계측값에 기초하여, 그 인코더의 보정 정보를 결정하면 된다. 여기에서는, 그 길이 방향에 관해서 이동 스케일의 양단이 대응하는 헤드 유닛과 일치하는 범위에 걸쳐 웨이퍼 스테이지(WST)를 구동하는 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 웨이퍼의 노광 동작시에 웨이퍼 스테이지(WST)가 이동되는 그 길이 방향의 범위에서 웨이퍼 스테이지(WST)를 구동해도 된다.

[0232] 그런데, 상기 실시형태 및 변형예에서는, 웨이퍼의 노광 동작시에 상기 서술한 인코더 시스템(도 2, 도 3, 도 25, 도 26)만을 이용하여 레티클 스테이지(RST) 및 웨이퍼 스테이지(WST)의 위치 제어를 실시하는 것으로 하였다. 그러나, 상기 서술한(특히 단계적인)캘리브레이션 동작을 실행해도, 어떠한 원인(예를 들어, 이동 스케일에 대한 이물질의 부착, 이동 스케일의 위치 어긋남, 헤드 유닛의 쓰러짐 또는 그 텔레센트릭의 붕괴, 허용 범위를 초과하는 이동 스케일의 Z 방향(표면과 직교하는 방향)에 대한 변위 등)에 의해, 위치 계측이 불능해지거나, 또는 계측 정밀도가 허용 범위를 초과하는 등의 문제가 생기고, 노광 동작 중에 상기 위치 제어에 필요한 X 축 및 Y 축 방향의 위치 정보와  $\theta_z$  방향의 회전 정보의 적어도 일부가 얻어지지 않게 되는 경우가 있다. 또한, 도 3, 도 26에 나타내는 인코더 시스템은 4개의 인코더를 갖기 때문에, 1개의 인코더에 상기 문제가 생겨도 상기 위치 제어를 실시할 수 없게 되는 경우는 없지만, 도 2, 도 25에 나타내는 인코더 시스템에서는, 1개의 인코더에 상기 문제가 발생하면, 상기 위치 제어를 실시할 수 없게 된다.

[0233] 그래서, 상기 서술한 인코더 시스템에 의해 계측되는 위치 정보를 사용하는 제 1 구동 모드와, 상기 서술한 간섭계 시스템에 의해 계측되는 위치 정보를 사용하는 제 2 구동 모드를 준비함과 함께, 통상은 제 1 구동 모드가 노광 동작시에 사용되도록 설정해 둔다. 그리고, 예를 들어 노광 동작 중 등에 위치 제어에 필요한 X 축 및 Y 축 방향의 위치 정보와  $\theta_z$  방향의 회전 정보의 적어도 일부가 얻어지지 않게 되었을 때에는, 제 1 구동 모드를 제 2 구동 모드로 전환하여 레티클 스테이지 또는 웨이퍼 스테이지의 위치 제어를 실시하도록 하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 서술한 인코더 시스템에 의해 계측되는 위치 정보의 적어도 일부와, 상기 서술한 간섭계 시스템에 의해 계측되는 위치 정보의 적어도 일부를 병용하는 제 3 구동 모드도 준비해 두고, 제 1 구동 모드 대신에 제 2 및 제 3 구동 모드의 일방을 이용하여, 레티클 스테이지 또는 웨이퍼 스테이지의 위치 제어를 실시하는 것을 가능하게 해도 된다. 또한, 제 1 구동 모드의 제 2 구동 모드(또는 제 3 구동 모드)에 대한 전환은 노광 동작시에만 한정되는 것은 아니고, 다른 동작(예를 들어 얼라인먼트 등의 계측 동작 등)에서도 동일하게 그 전환을 실시해도 된다. 또, 다른 동작에서는 미리 제 1 구동 모드를 설정해 둘 필요는 없고, 제 1 구동 모드 대신에 다른 구동 모드(예를 들어, 제 2 및 제 3 구동 모드의 일방 등)를 설정해도 된다. 이 경우, 다른 구동 모드에 의한 스테이지의 위치 제어시에, 예를 들어 에러 등이 생기면, 다른 구동 모드(예를 들어, 제 2 및 제 3 구동 모드의 타방, 또는 제 1 구동 모드 등)로 전환하도록 해도 된다. 또한, 노광 동작 이외에서는 임의의 구동 모드를 선택 가능하게 해도 된다.

[0234] 또한, 상기 실시형태 및 변형예에서는, 위치 계측계의 전환 동작시, 간섭계(18X<sub>1</sub>, 18Y)의 계측값의 공기 편차(공기의 온도 편차)에 의한 단계적 변동의 영향을 평균화 효과에 의해 무시할 수 있는 레벨이 될 때까지의 소정 시간 웨이퍼 스테이지(WST)를 정지시킨 후, 간섭계(18X<sub>1</sub>, 18Y)의 계측값을 인코더(50A ~ 50D)에 인계하는 경우에 대해 설명했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 상기 서술한 제 2 캘리브레이션 동작과 동일한 동작을 실시하고, 얻어진 저차 성분에 기초하여 간섭계(18X<sub>1</sub>, 18Y)로부터 인코더(50A ~ 50D)에 대한 계측값의 인계를 실시해도 된다. 또, 상기 서술한 위치 계측계의 전환 동작은 반드시 실시하지 않아도 된다. 즉, 얼라인먼트계(ALG)와 웨이퍼 간섭계 시스템(18X<sub>2</sub>, 18Y)에 의해 웨이퍼(W)상의 얼라인먼트 마크, 및

웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 기준 마크의 위치 정보를 계측함과 함께, 레티클 얼라인먼트계와 인코더 시스템에 의해 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 기준 마크의 위치 정보를 계측하고, 이들 위치 정보에 기초하여, 인코더 시스템에 의한 웨이퍼 스테이지의 위치 제어를 실시하도록 해도 된다.

[0235] 또, 상기 실시형태 및 변형예에서는, 위치 계측계의 전환 동작으로서, 간섭계로부터 인코더로 전환하는 경우에 대해 설명했지만, 본 발명이 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 얼라인먼트계 (ALG) 를, 투영 유닛 (PU) 으로부터 충분히 떨어진 위치에 설치하는 경우 등에는, 그 얼라인먼트계 (ALG) 를 사용한 얼라인먼트 동작이 실시되는 영역에도, 상기 서술한 헤드 유닛 (46A ~ 46D) 과 동일한 헤드 유닛을, 얼라인먼트계 (ALG) 를 중심으로 하여 십자형상으로 배치해 둔다. 그리고, 이동 스케일 (44A ~ 44D) 에 원점을 각각 갖게 해 두고, EGA 등의 웨이퍼 얼라인먼트시에는, 이들 이동 스케일 (44A ~ 44D) 의 조합에 의해 규정되는 좌표계의 원점 (즉, 이동 스케일 (44A ~ 44D) 의 원점에 의해 규정되는 점) 을 기준으로 하는 웨이퍼 (W) 상의 각 얼라인먼트 마크의 위치 정보를, 헤드 유닛과 이동 스케일 (44A ~ 44D) 을 이용하여 검출하고, 그 검출 결과에 기초하여 소정의 연산을 실시하여, 상기 원점에 대한 각 쇼트 영역의 상대 위치 정보를 구해 두는 것으로 해도 된다. 이 경우, 노광시에는, 인코더 (50A ~ 50D) 를 이용하여 그 원점을 검출함으로써, 상기 원점에 대한 각 쇼트 영역의 상대 위치 정보를 이용하여, 각 쇼트 영역을 노광을 위한 가속 개시 위치에 이동시킬 수 있다. 이 경우, 헤드와, 투영 유닛 (PU), 얼라인먼트계 (ALG) 사이의 위치 드리프트도 오차 요인이 되므로, 이것 또한 캘리브레이션하는 것이 바람직하다.

[0236] 또한, 상기 실시형태 및 변형예에서는, 웨이퍼의 노광 동작 중에 상기 서술한 인코더 시스템 (도 2, 도 3, 도 25, 도 26) 을 이용하여 레티클 스테이지 (RST) 및 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어를 실시하는 것으로 했지만, 인코더 시스템을 사용하는 스테이지의 위치 제어는 노광 동작시에만 한정되는 것이 아니고, 노광 동작 이외, 예를 들어 레티클 얼라인먼트계에 의한 레티클의 얼라인먼트 마크 또는 레티클 스테이지 (RST) 의 기준 마크의 검출 동작, 또는 레티클의 교환 동작 등에 있어서도, 도 2 에 나타난 인코더 시스템을 이용하여 레티클 스테이지 (RST) 의 위치 제어를 실시해도 된다. 동일하게, 예를 들어 얼라인먼트계 (ALG) 에 의한 웨이퍼 (W) 의 얼라인먼트 마크 등의 검출 동작, 또는 웨이퍼의 교환 동작 등에 있어서도, 도 3, 도 25, 도 26 에 나타난 인코더 시스템을 이용하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 제어를 실시해도 된다. 이 경우, 당연히 상기 서술한 위치 계측계의 전환 동작이 불필요해진다.

[0237] 여기에서, 얼라인먼트계 (ALG) 에 의한 웨이퍼 (W) 상의 얼라인먼트 마크 또는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 기준 마크의 검출시, 또는 레티클 얼라인먼트계에 의한 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 기준 마크의 검출시 등에도, 상기 서술한 인코더 시스템 (도 3, 도 25, 도 26) 을 사용하는 경우, 이 검출 동작시에 있어서의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 범위도 고려하는 것이 바람직하다. 특히 얼라인먼트계 (ALG) 의 계측 위치에 웨이퍼 스테이지를 이동하여 실시되는 마크의 검출 동작 중에도, 각 헤드 유닛 (46A ~ 46D, 46A ~ 46D<sub>2</sub>) 이 대응하는 이동 스케일 (회절 격자) 로부터 벗어나지 않는, 즉 인코더 시스템에 의한 위치 계측이 불능해져 웨이퍼 스테이지의 위치 제어가 끊기지 않도록, 각 헤드 유닛의 길이 방향의 길이 (또는 배치 등) 를 설정하거나, 또는 그들 헤드 유닛과는 다른 헤드 유닛을 형성하는 것이 바람직하다.

[0238] 또, 웨이퍼의 교환 위치 (로드 위치와 언로드 위치의 적어도 일방을 포함한다) 에 있어서, 또는 그 교환 위치와, 투영 광학계 (PL) 를 통해 레티클 패턴의 전사가 실시되는 노광 위치, 또는 얼라인먼트계 (ALG) 에 의한 마크 검출이 실시되는 계측 위치의 일방으로부터 타방으로의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동 중에, 상기 서술한 인코더 시스템 (도 3, 도 25, 도 26) 을 사용하는 경우, 동일하게, 웨이퍼 교환 위치 및 그 교환 동작시에 있어서의 웨이퍼 스테이지의 이동 범위도 고려하고, 인코더 시스템에 의한 위치 계측이 불능해져 웨이퍼 스테이지의 위치 제어가 끊기지 않도록, 각 헤드 유닛의 배치, 길이 등을 설정하거나, 또는 그들 헤드 유닛과는 다른 헤드 유닛을 형성하는 것이 바람직하다.

[0239] 또한, 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 이용하여 노광 동작과 계측 동작 (예를 들어, 얼라인먼트계에 의한 마크 검출 등) 을 거의 병행하여 실행 가능한 트윈 웨이퍼 스테이지 방식의 노광 장치에서도, 상기 서술한 인코더 시스템 (도 3, 도 25, 도 26) 을 이용하여 각 웨이퍼 스테이지의 위치 제어를 실시하는 것이 가능하다. 여기에서, 노광 동작 시뿐만 아니라 계측 동작시에도, 각 헤드 유닛의 배치, 길이 등을 적절히 설정함으로써, 상기 서술한 인코더 시스템 (도 3, 도 25, 도 26) 을 그대로 이용하여 각 웨이퍼 스테이지의 위치 제어를 실시하는 것이 가능한데, 상기 서술한 헤드 유닛 (46A ~ 46D, 46A ~ 46D<sub>2</sub>) 과는 별도로, 그 계측 동작 중에 사용 가능한 헤드 유닛을 형

성해도 된다. 예를 들어, 얼라인먼트계 (ALG) 를 중심으로 하여 십자형상으로 배치되는 4 개의 헤드 유닛을 형성하고, 상기 계측 동작시에는 이들 헤드 유닛과 대응하는 이동 스케일 (44A ~ 44D, 52A ~ 52D) 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 3, 도 25, 도 26) 이 형성됨과 함께, 일방의 웨이퍼 스테이지에 탑재된 웨이퍼의 노광 동작이 종료되면, 그 일방의 웨이퍼 스테이지와의 교환으로, 계측 위치에서 마크 검출 등이 실시된 다음의 웨이퍼를 탑재하는 타방의 웨이퍼 스테이지가 노광 위치에 배치된다. 또, 노광 동작과 병행하여 실시되는 계측 동작은, 얼라인먼트계에 의한 웨이퍼 등의 마크의 검출에 한정되는 것이 아니고, 그 대신에, 또는 그것과 조합하여, 예를 들어 웨이퍼의 면정보 (단차 정보 등) 의 검출 등을 실시해도 된다.

[0240] 또한, 상기의 설명에 있어서, 계측 위치 또는 교환 위치에 있어서, 또는 노광 위치, 계측 위치, 및 교환 위치의 하나로부터 다른 위치에 대한 웨이퍼 스테이지의 이동 중에, 인코더 시스템을 사용하는 웨이퍼 스테이지의 위치 제어가 끊길 때에는, 그 인코더 시스템과는 다른 계측 장치 (예를 들어, 간섭계, 인코더 등) 를 이용하여, 상기 각 위치 또는 이동 중에 웨이퍼 스테이지의 위치 제어를 실시하는 것이 바람직하다.

[0241] 또, 상기 실시형태 및 변형예에서는, 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 형성하고, 웨이퍼의 교환 동작시 등에 웨이퍼 스테이지와의 교환으로 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, 상기 서술한 인코더 시스템을 이용하여 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 이동된다. 이 때문에, 그 퇴피 위치에 있어서도, 또는 그 퇴피 위치와 노광 위치의 일방으로부터 타방으로의 이동 중에도, 웨이퍼 스테이지와 동일하게, 계측 스테이지의 이동 범위도 고려하고, 인코더 시스템에 의한 위치 계측이 불능해져 계측 스테이지의 위치 제어가 끊기지 않도록 각 헤드 유닛의 배치, 길이 등을 설정하거나, 또는 그들 헤드 유닛과는 다른 헤드 유닛을 형성하는 것이 바람직하다. 또는, 그 퇴피 위치에서, 또는 그 이동 중에 인코더 시스템에 의한 계측 스테이지의 위치 제어가 끊길 때에는, 인코더 시스템과는 다른 계측 장치 (예를 들어 간섭계, 인코더 등) 를 이용하여 계측 스테이지의 위치 제어를 실시하는 것이 바람직하다.

[0242] 또, 상기 실시형태 및 변형예에서는, 예를 들어 투영 유닛 (PU) 의 크기 등에 따라서는, 동일 방향으로 연장 형성되는 한 쌍의 헤드 유닛의 간격을 넓혀야 하고, 웨이퍼 (W) 상의 특정한 쇼트 영역, 예를 들어 최외주에 위치하는 쇼트 영역의 주사 노광시에, 그 한 쌍의 헤드 유닛의 일방이 대응하는 이동 스케일로부터 벗어나는 경우가 있다. 일례로서, 도 3 중에서 투영 유닛 (PU) 이 약간 커지면, 한 쌍의 헤드 유닛 (46B, 46D) 중 헤드 유닛 (46B) 이 대응하는 이동 스케일 (44B) 로부터 벗어날 수 있다. 또한, 예를 들어 국제 공개 제99/49504호 팜플렛, 국제 공개 제2004/053955호 팜플렛 (대응 미국 특허 출원 공개 제2005/0252506호 명세서), 미국 특허 제 6,952,253호 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 액침형 노광 장치에서는, 액체를 공급하는 노즐 부재 등이 투영 유닛 (PU) 을 둘러싸도록 형성되므로, 투영 광학계 (PL) 의 상기 서술한 노광 영역에 대해 헤드 유닛을 접근시켜 배치하는 것이 한층 더 곤란해진다. 그래서, 도 3, 도 26 에 나타낸 인코더 시스템에서는, 항상 X 축 및 Y 축 방향에 관해서 각각 2 개씩 위치 정보가 계측 가능할 필요는 없고, X 축 및 Y 축 방향의 일방에서는 2 개의 위치 정보, 및 타방에서는 1 개의 위치 정보가 계측 가능해지도록, 인코더 시스템 (특히 헤드 유닛) 을 구성하면 된다. 즉, 인코더 시스템에 의한 웨이퍼 스테이지 (또는 계측 스테이지) 의 위치 제어에서는, 반드시 X 축 및 Y 축 방향에 관해서 각각 2 개씩, 합계 4 개의 위치 정보를 이용하지 않아도 된다. 또, 액침형 노광 장치에서는, 예를 들어 도 27 에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상 (또는 웨이퍼 테이블 (WTB)) 상면의 발액판 (WRP) 을 유리로 하고, 그 유리에 스케일 패턴을 직접 형성해도 된다. 또는, 웨이퍼 테이블을 유리로 만들어도 된다. 또한, 상기 실시형태 및 변형예의 이동 스케일 (도 3, 도 25, 도 26) 을 갖는 웨이퍼 스테이지 (또는 계측 스테이지) 를 구비하는 액침형 노광 장치에서는, 그 이동 스케일의 표면에 발액막을 형성해 두는 것이 바람직하다.

[0243] 또한, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 소형화 및 경량화 등을 고려하면, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에서 웨이퍼 (W) 에 가능한 한 접근시켜 이동 스케일을 배치하는 것이 바람직하데, 웨이퍼 스테이지를 크게 하는 것이 허용될 때

에는, 웨이퍼 스테이지를 크게 하고, 대향하여 배치되는 한 쌍의 이동 스케일의 간격을 넓힘으로써, 적어도 웨이퍼의 노광 동작 중에는 항상 X 축 및 Y 축 방향에 관해서 각각 2 개씩, 합계 4 개의 위치 정보를 계측 가능하게 해도 된다. 또, 웨이퍼 스테이지를 크게 하는 대신에, 예를 들어 이동 스케일을 그 일부가 웨이퍼 스테이지로부터 비어져 나오도록 형성하거나, 또는 적어도 1 개의 이동 스케일이 형성되는 보조 플레이트를 이용하여 웨이퍼 스테이지 본체보다 외측에 이동 스케일을 배치함으로써, 대향하여 배치되는 한 쌍의 이동 스케일의 간격을 넓히도록 해도 된다.

[0244] 또, 인코더 시스템에 의한 스테이지의 위치 제어를 실시하는 데에 앞서, 예를 들어 헤드 유닛의 쓰러짐 (Z 축 방향에 대한 기울기), XY 평면 내에서의 헤드의 배열 (위치 또는 간격 등), 또는 헤드의 텔레센트릭 기울기 등을 계측해 두고, 이 계측 결과를 상기 위치 제어에서 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 예를 들어 이동 스케일의 Z 축 방향 (표면과 수직인 방향) 에 대한 변위량 또는 경사량 등을 계측하고, 이 계측 결과를 상기 위치 제어에서 사용하는 것이 바람직하다.

[0245] 상기 실시형태 및 변형예에서 설명한 인코더의 제 1 ~ 제 3 캘리브레이션 동작, 및 상기 축차 캘리브레이션 동작은, 단독으로, 또는 적절히 조합하여 실행해도 된다. 또, 상기 서술한 캘리브레이션 동작에 있어서의 인코더 시스템 및 간접계 시스템에 의한 위치 계측시에 스테이지를 저속 이동하는 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, 상기 서술한 바와 같이 주사 노광시와 동등한 속도로 스테이지를 이동해도 된다.

[0246] 또, 상기 실시형태 및 변형예에서는 인코더 시스템을 이용하여 레티클 스테이지 및 웨이퍼 스테이지의 위치 제어를 실시하는 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 레티클 스테이지 및 웨이퍼 스테이지의 일방에서는 인코더 시스템을 사용하는 위치 제어를 실시하고, 타방의 스테이지에서는 간접계 시스템을 사용하는 위치 제어를 실시하도록 해도 된다. 또한, 상기 실시형태 및 변형예에서는, 레티클 스테이지의 상방에 인코더의 헤드 유닛을 배치하는 것으로 했지만, 레티클 스테이지의 하방에 인코더의 헤드 유닛을 배치해도 된다. 이 경우, 이동 스케일도 레티클 스테이지의 하면측에 형성된다.

[0247] 또한, 상기 실시형태 및 변형예 (도 3, 도 25, 도 26) 의 인코더 시스템에 있어서, 복수의 이동 스케일 (44A ~ 44D, 52A ~ 52D) 은 각각, 예를 들어 진공 척 등의 흡착 기구 또는 판 스프링 등에 의해 웨이퍼 스테이지 (WST) 에 고정시키는 것으로 하고 있지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 나사 고정, 또는 회절 격자를 웨이퍼 스테이지에 직접 형성해도 된다. 특히 후자에서는, 웨이퍼 홀더가 형성되는 테이블, 또는 특히 액침형 노광 장치에서는 발액판에 회절 격자를 형성해도 된다. 또, 레티클 스테이지 (RST) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 어느 것에 있어서도, 회절 격자를 형성하는 부재 (상기 서술한 이동 스케일 등을 포함한다) 는, 세라믹스 등의 저열팽창의 재료 (예를 들어, 쇼트사 제조의 제로듀어 등) 로 구성하는 것이 바람직하다. 또, 이 물질의 부착, 오염 등에 의한 계측 정밀도의 저하를 방지하기 위해, 예를 들어 적어도 회절 격자를 덮도록 표면에 코팅을 실시하거나, 또는 커버 유리를 형성해도 된다. 또한, 레티클 스테이지 (RST) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 어느 것에서도, 각 이동 스케일은 그 길이 방향의 거의 전체 영역에 걸쳐 회절 격자가 연속적으로 형성되는 것으로 했지만, 예를 들어 회절 격자를 복수의 영역으로 나누어 단속적으로 형성해도 되고, 또는 각 이동 스케일을 복수의 스케일로 구성해도 된다.

[0248] 또한, 상기 실시형태 및 변형예에 있어서, 특히 도 3 의 인코더 시스템에서는, Y 축 방향 위치의 계측에 사용되는 한 쌍의 이동 스케일 (44A, 44C) 과, X 축 방향 위치의 계측에 사용되는 한 쌍의 이동 스케일 (44B, 44D) 이, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에 형성되고, 이것에 대응하여, 한 쌍의 헤드 유닛 (46A, 46C) 이 투영 광학계 (PL) 의 X 축 방향의 일측과 타측에 배치되고, 한 쌍의 헤드 유닛 (46B, 46D) 이 투영 광학계 (PL) 의 Y 축 방향의 일측과 타측에 배치되는 경우에 대해 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 한 쌍이 아니라 1 개만, 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에 형성되어 있어도 되고, 또는 한 쌍의 헤드 유닛 (46A, 46C) 및 한 쌍의 헤드 유닛 (46B, 46D) 중, 적어도 일방이 한 쌍이 아니라 1 개만 형성되어 있어도 된다. 이것은, 도 26 에 나타내는 인코더 시스템에 대해서도 동일하다. 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.

[0249] 또, 상기 실시형태 및 변형예에 있어서, 웨이퍼 간접계 시스템 (18) 은 그 구성이 도 3 에 한정되는 것이 아니고, 예를 들어 얼라인먼트계 (ALG) (계측 위치) 에도 헤드 유닛을 배치할 때 등은, 웨이퍼 X 간접계 (18X<sub>2</sub>) 를 구비하지 않아도 되고, 웨이퍼 X 간접계 (18X<sub>2</sub>) 를, 예를 들어 웨이퍼 Y 간접계 (18Y) 와 동일하게 다축 간접계에 의해 구성하고, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 X 위치 외에, 회전 정보 (예를 들어 요잉 및 롤링) 를 계측할 수

있도록 해도 된다. 또, 웨이퍼 X 간섭계 ( $18X_1$ ) 와 동일하게 웨이퍼 Y 간섭계 ( $18Y$ ) 를 1 축 간섭계로 하고, 웨이퍼 X 간섭계 ( $18X_1$ ) 를 웨이퍼 Y 간섭계 ( $18Y$ ) 와 동일하게 다축 간섭계로 해도 된다. 다축 간섭계에서는 회전 정보로서 요잉만 계측 가능하게 해도 된다. 또한, 웨이퍼 X 간섭계 ( $18X_1$ ) 와 웨이퍼 Y 간섭계 ( $18Y$ ) 의 어느 일방에서는, 회전 정보를 1 개 (롤링 또는 피칭) 만 계측 가능하게 해도 된다. 즉, 본 실시형태의 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 은, 웨이퍼의 노광 동작 중에 적어도 X 축 및 Y 축 방향의 위치 정보와  $\theta$  z 방향의 회전 정보 (요잉) 를 계측할 수 있으면 된다.

[0250] 또한, 상기 실시형태에서는, 스캐닝 스테퍼에 본 발명이 적용된 경우에 대하여 설명했지만, 이것에 한정되지 않고, 스테퍼 등의 정지형 노광 장치에 본 발명을 적용해도 된다. 스테퍼 등이어도, 노광 대상 물체가 탑재된 스테이지의 위치를 인코더로 계측함으로써, 간섭계를 이용하여 그 스테이지의 위치를 계측하는 경우와 달리, 공기 편차에서 기인되는 위치 계측 오차의 발생을 거의 0 으로 할 수 있다. 또, 이 인코더의 계측값의 단기 변동을 간섭계의 계측값을 이용하여 보정하는 보정 정보와 인코더의 계측값에 기초하여, 스테이지를 고정밀도로 위치 결정하는 것이 가능하게 되어, 고정밀도의 레티클 패턴의 물체 상에 대한 전사가 가능하게 된다. 또, 쇼트 영역과 쇼트 영역을 합성하는 스텝 앤드 스티치 방식의 축소 투영 노광 장치, 프로젝티비티 방식의 노광 장치, 또는 미리 프로젝션 얼라이너 등에도 본 발명은 적용할 수 있다.

[0251] 또, 상기 실시형태의 노광 장치에 있어서의 투영 광학계의 배율은 축소계뿐만 아니라 등배 및 확대계의 어느 것이어도 되고, 투영 광학계 (PL) 는 굴절계뿐만 아니라, 반사계 및 반사 굴절계의 어느 것이어도 되고, 그 투영 이미지는 도립상 및 정립상의 어느 것이어도 된다. 또한, 투영 광학계 (PL) 를 통해 조명광 (IL) 이 조사되는 노광 영역은, 투영 광학계 (PL) 의 시야 내에서 광축 (AX) 을 포함하는 온 액시스 영역인데, 예를 들어 국제 공개 제2004/107011호 팜플렛에 개시되는 바와 같이, 복수의 반사면을 가지며 또한 중간 이미지를 적어도 1 회 형성하는 광학계 (반사계 또는 반사굴절계) 가 그 일부에 형성되고, 또한 단일의 광축을 갖는, 이른바 인라인형 반사 굴절계와 동일하게, 그 노광 영역은 광축 (AX) 을 포함하지 않는 오프 액시스 영역이어도 된다. 또, 상기 서술한 조명 영역 및 노광 영역은 그 형상이 직사각형인 것으로 했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 원호, 사다리꼴, 또는 평행 사변형 등이어도 된다.

[0252] 또, 조명광 (IL) 은 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 에 한정되지 않고, KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm) 등의 자외광, 또는  $F_2$  레이저광 (파장 157nm) 등의 진공 자외광이어도 된다. 진공 자외광으로서, 예를 들어 국제 공개 제1999/46835호 팜플렛 (대응 미국 특허 제7,023,610호 명세서) 에 개시되어 있는 바와 같이, DFB 반도체 레이저 또는 파이버 레이저로부터 발진되는 적외역, 또는 가시역의 단일 파장 레이저광을, 예를 들어 에르븀 (또는 에르븀과 이테르븀의 양방) 이 도핑된 파이버 증폭기로 증폭하고, 비선형 광학 결정을 이용하여 자외광으로 파장 변환한 고조파를 이용해도 된다.

[0253] 또, 상기 실시형태에서는, 노광 장치의 조명광 (IL) 으로는 파장 100nm 이상의 광에 한정되지 않고, 파장 100nm 미만의 광을 이용해도 되는 것은 말할 필요도 없다. 예를 들어, 최근, 70nm 이하의 패턴을 형성하기 위해, 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 실시되고 있다. 이 장치에 있어서는, 원호 조명을 이용하여 마스크와 웨이퍼를 동기 주사하여 스캔 노광하는 구성을 생각할 수 있으므로, 이러한 장치에도 본 발명을 바람직하게 적용할 수 있다. 이 외에, 전자선 또는 이온 빔 등의 하전 입자선을 사용하는 노광 장치에도, 본 발명은 적용할 수 있다.

[0254] 또, 상기 서술한 실시형태에 있어서는, 광투과성 기관 상에 소정의 차광 패턴 (또는 위상 패턴, 감광 패턴) 을 형성한 광투과형 마스크 (레티클) 를 사용했는데, 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, 또는 발광 패턴을 형성하는 전자 마스크 (가변 성형 마스크, 액티브 마스크, 또는 이미지 제너레이터라고도 불리며, 예를 들어 비발광형 화상 표시 소자 (공간 광변조기라고도 불린다) 의 일종인 DMD (Digital Micro-mirror Device) 등을 포함한다) 를 이용해도 된다. 이러한 가변 성형 마스크를 사용하는 경우에는, 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등이 탑재되는 스테이지가, 가변 성형 마스크에 대해 주사되므로, 그 스테이지의 위치를 인코더를 이용하여 계측하고, 그 인코더의 계측값을 상기 서술한 것과 동일하게 하여 간섭계의 계측값을 이용하여 캘리브레이션함으로써, 상기 실시형태와 동등한 효과를 얻을 수 있다.

[0255] 또, 예를 들어 국제 공개 제2001/035168호 팜플렛에 개시되어 있는 바와 같이, 간섭 무늬를 웨이퍼 (W) 상에 형

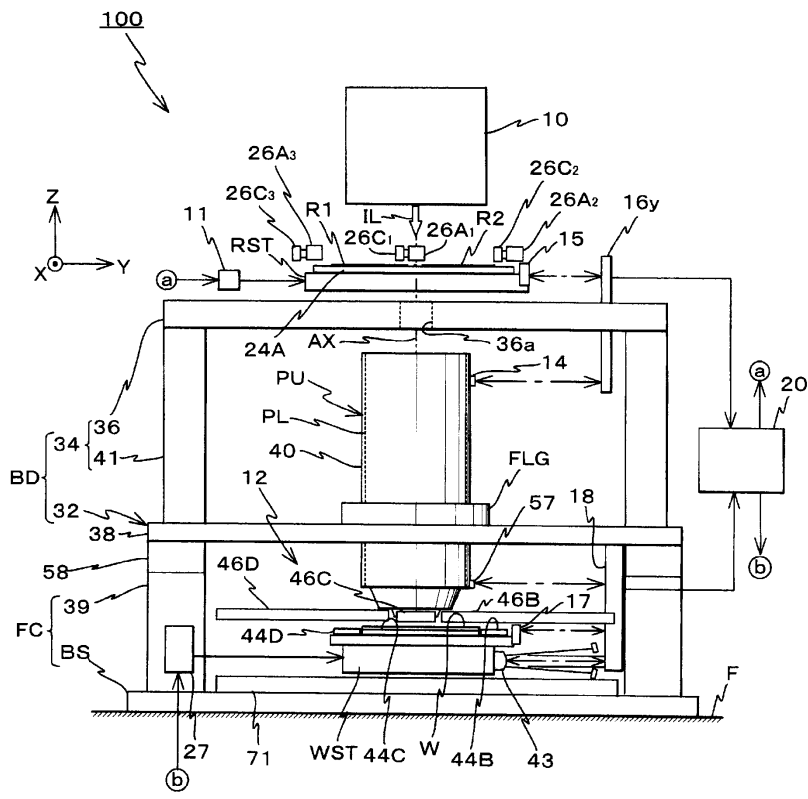


성함으로써, 웨이퍼 (W) 상에 라인 앤드 스페이스 패턴을 형성하는 노광 장치 (리소그래피 시스템) 에도 본 발명을 적용할 수 있다.

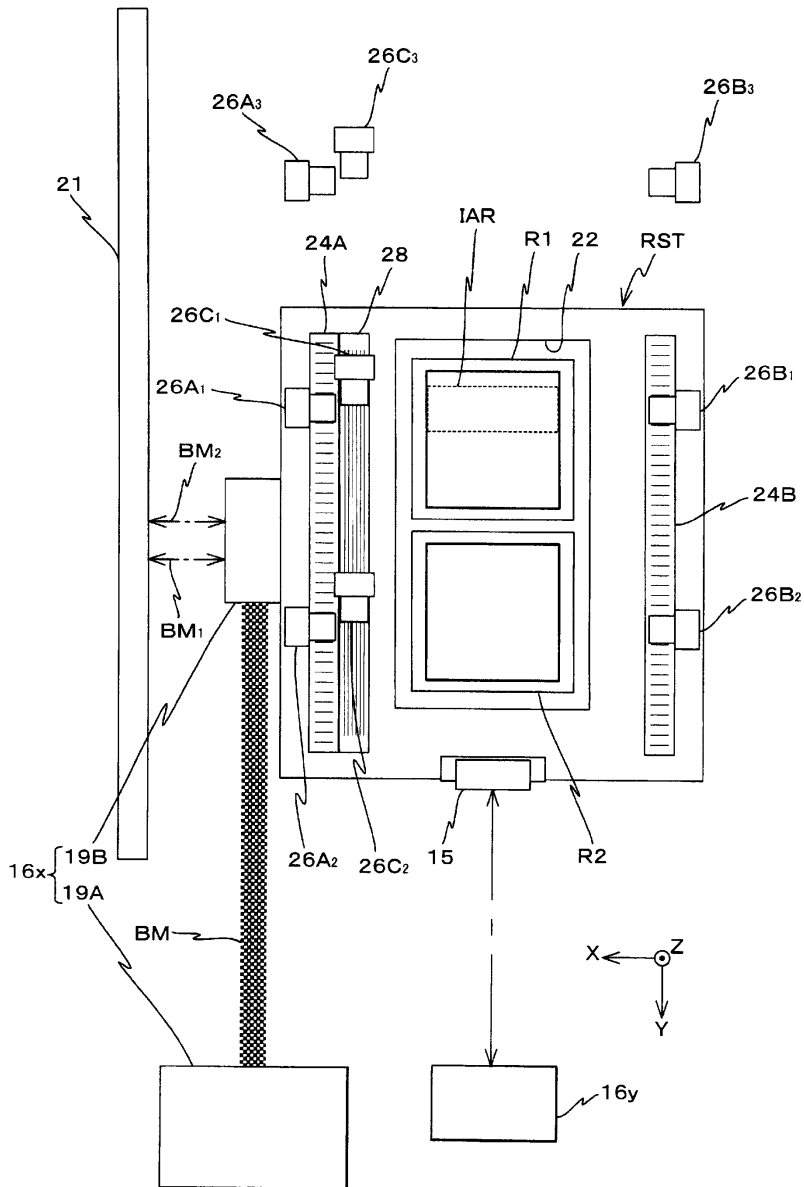
- [0256] 또한, 예를 들어 일본 공표특허공보 2004-519850호 (대응 미국 특허 제6,611,316호 명세서) 에 개시되어 있는 바와 같이, 2 개의 레티클 패턴을, 쌍두형 투영 광학계를 통해 웨이퍼 상에서 합성하고, 1 회의 스캔 노광에 의해 웨이퍼 상의 하나의 쇼트 영역을 거의 동시에 이중 노광하는 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.
- [0257] 또, 물체 상에 패턴을 형성하는 장치는 상기 서술한 노광 장치 (리소그래피 시스템) 에 한정되지 않고, 예를 들어 잉크젯 방식으로 물체 상에 패턴을 형성하는 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.
- [0258] 또한, 상기 실시형태 및 변형예에서 패턴을 형성해야 할 물체 (에너지 빔이 조사되는 노광 대상 물체) 는 웨이퍼에 한정되는 것은 아니고, 유리 플레이트, 세라믹 기판, 마스크 블랭크스 또는 필름 부재 등 다른 물체이어도 된다. 또, 그 물체의 형상은 원형뿐만 아니라, 직사각형 등 다른 형상이어도 된다.
- [0259] 노광 장치의 용도로는 반도체 제조용 노광 장치에 한정되지 않고, 예를 들어 사각형 유리 플레이트에 액정 표시 소자 패턴을 전사하는 액정용 노광 장치, 또는 유기 EL, 박막 자기 헤드, 촬상 소자 (CCD 등), 마이크로 머신, DNA 칩 등을 제조하기 위한 노광 장치에도 널리 적용할 수 있다. 또, 반도체 소자 등의 마이크로 디바이스 뿐만 아니라, 광 노광 장치, EUV 노광 장치, X 선 노광 장치, 및 전자선 노광 장치 등에서 사용되는 레티클 또는 마스크를 제조하기 위해, 유리 기판 또는 실리콘 웨이퍼 등에 회로 패턴을 전사하는 노광 장치에도 본 발명을 적용할 수 있다.
- [0260] 또한, 본 발명은, 노광 장치에 한정되지 않고, 그 밖의 기판의 처리 장치 (예를 들어, 레이저 리페어 장치, 기판 검사 장치 외), 또는 그 밖의 정밀 기계에 있어서의 시료의 위치 결정 장치, 와이어본딩 장치 등의 이동 스테이지를 구비한 장치에도 널리 적용할 수 있다.
- [0261] 또, 상기 실시형태에서 인용한 노광 장치 등에 관한 모든 공보, 국제 공개 팜플렛, 미국 특허 출원 공개 명세서 및 미국 특허 명세서의 개시를 인용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.
- [0262] 또한, 반도체 디바이스는, 디바이스의 기능·성능 설계를 실시하는 단계, 이 설계 단계에 기초한 레티클을 제조하는 단계, 실리콘 재료로 웨이퍼를 제조하는 단계, 상기 실시형태의 노광 장치에서, 마스크에 형성된 패턴을 감광 물체 상에 전사하는 리소그래피 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 양호한 수율로 제조할 수 있다.
- [0263] 또, 상기 실시형태 및 변형예의 노광 장치 (패턴 형성 장치) 는, 본원 청구의 범위에서 예시된 각 구성 요소를 포함하는 각종 서브 시스템을, 소정의 기계적 정밀도, 전기적 정밀도, 광학적 정밀도를 유지하도록 조립함으로써 제조된다. 이들 각종 정밀도를 확보하기 위해, 이 조립 전후에는, 각종 광학계에 대해서는 광학적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 기계계에 대해서는 기계적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 전기계에 대해서는 전기적 정밀도를 달성하기 위한 조정이 실시된다. 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에 대한 조립 공정은, 각종 서브 시스템 상호의 기계적 접속, 전기 회로의 배선 접속, 기압 회로의 배관 접속 등이 포함된다. 이 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에 대한 조립 공정 전에, 각 서브 시스템 개개의 조립 공정이 있는 것은 말할 필요도 없다. 각종 서브 시스템의 노광 장치에 대한 조립 공정이 종료되면, 종합 조정이 실시되어 노광 장치 전체로서의 각종 정밀도가 확보된다. 또한, 노광 장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 룸에서 실시하는 것이 바람직하다.
- [0264] **산업상이용가능성**
- [0265] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 이동체 구동 방법 및 이동체 구동 시스템은, 이동체를 양호한 정밀도로 구동하기에 적합하다. 또, 본 발명의 패턴 형성 방법 및 패턴 형성 장치는, 물체에 대한 패턴 형성에 적합하다. 또, 본 발명의 노광 방법 및 노광 장치는, 물체를 노광하여 그 물체 상에 패턴을 형성하기에 적합하다. 또, 본 발명의 디바이스 제조 방법은, 마이크로 디바이스의 제조 등에 적합하다.

도면

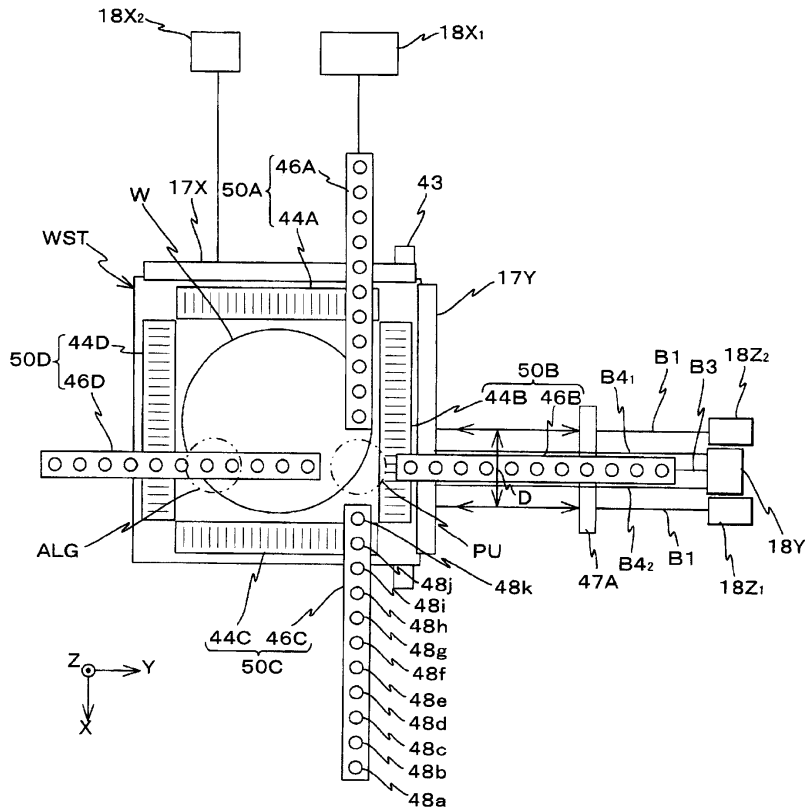
도면1



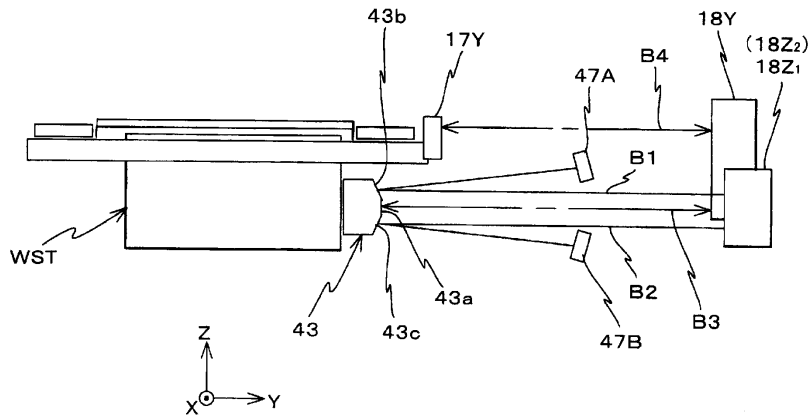
도면2



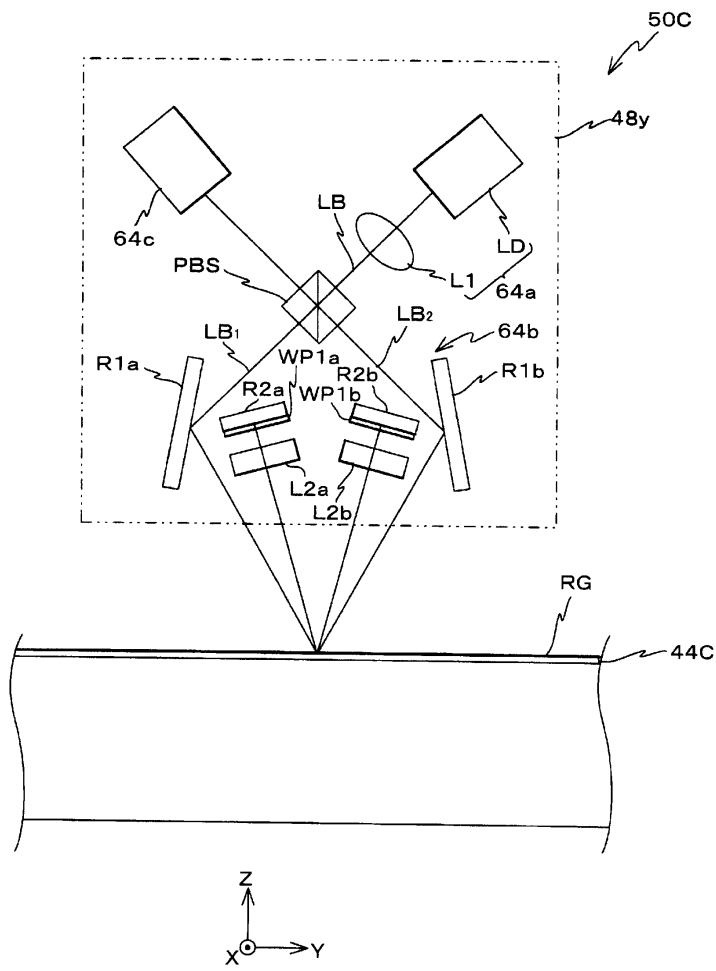
도면3



도면4

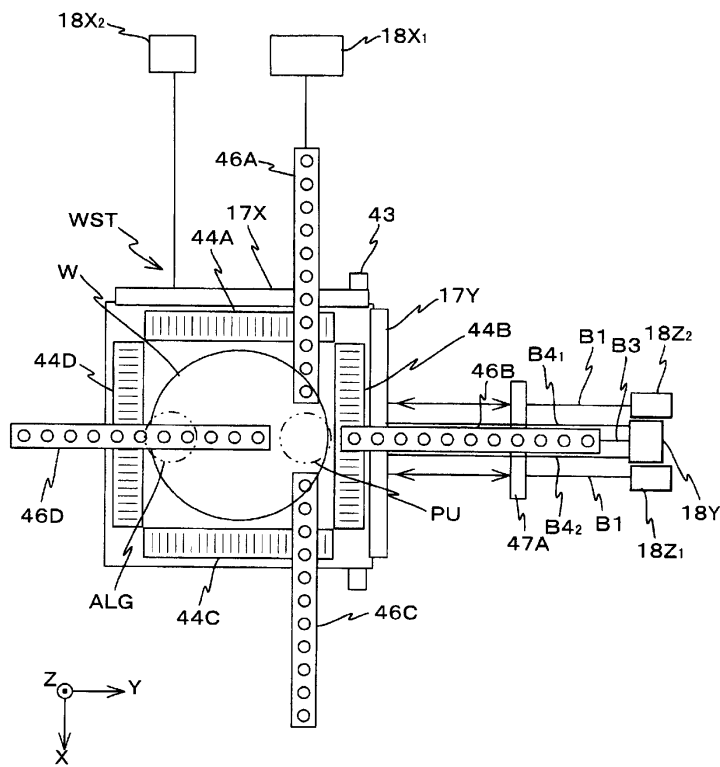


도면5

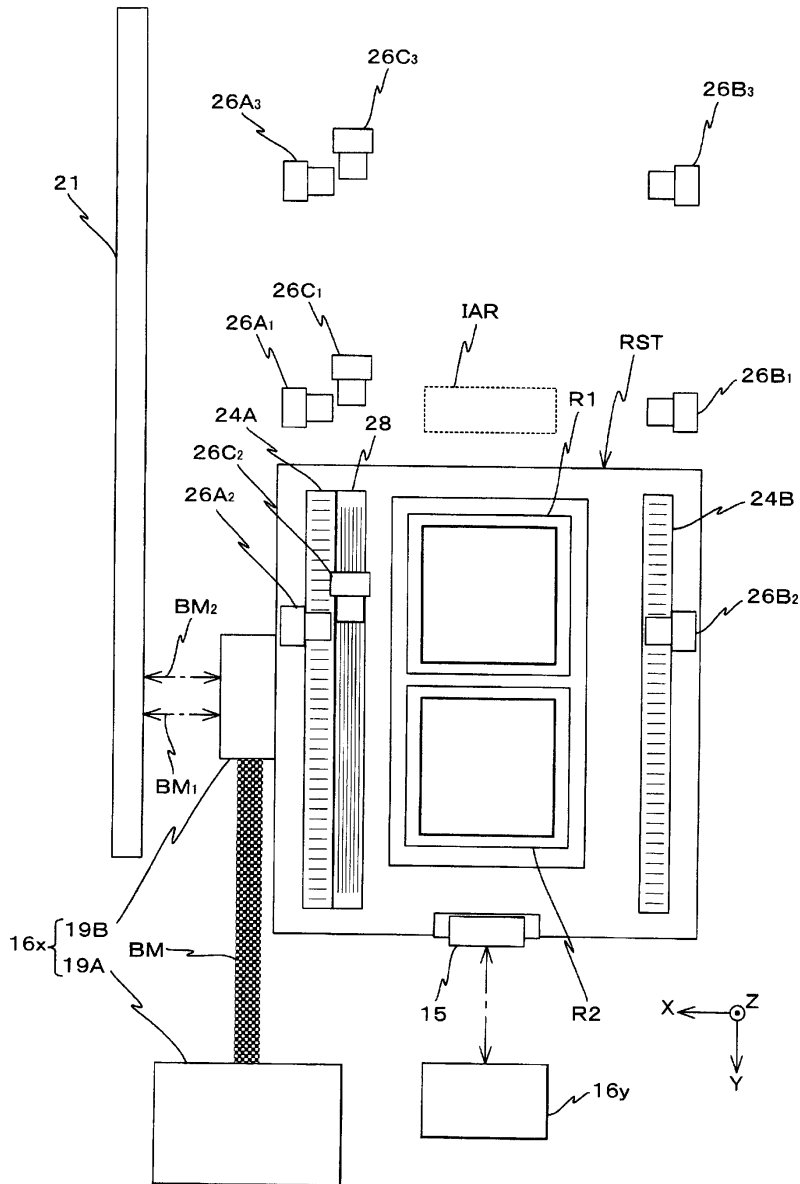




도면8

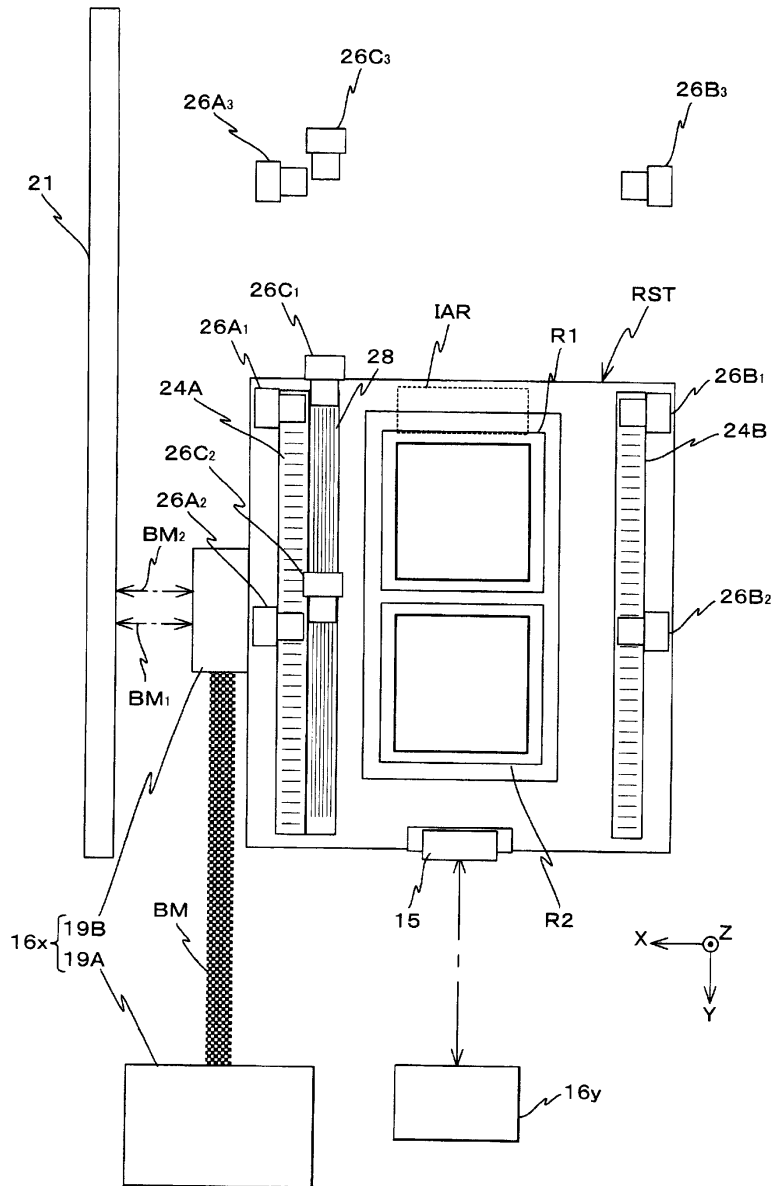


도면9

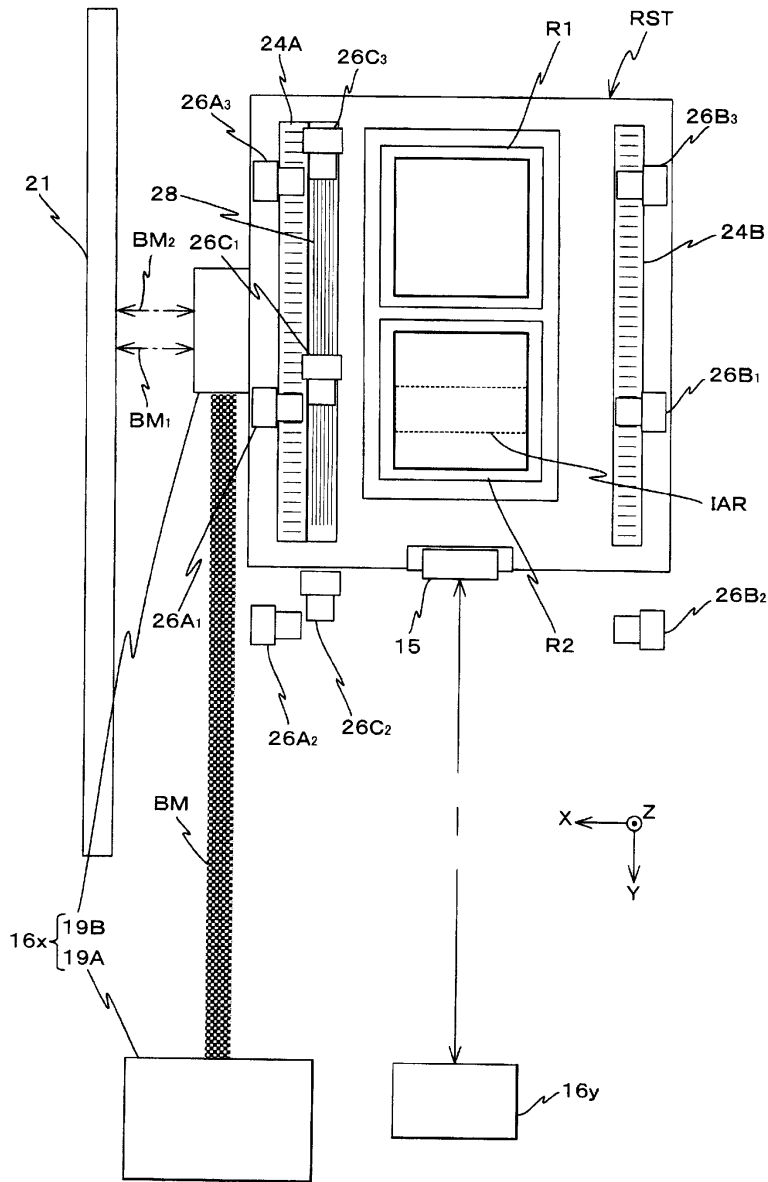




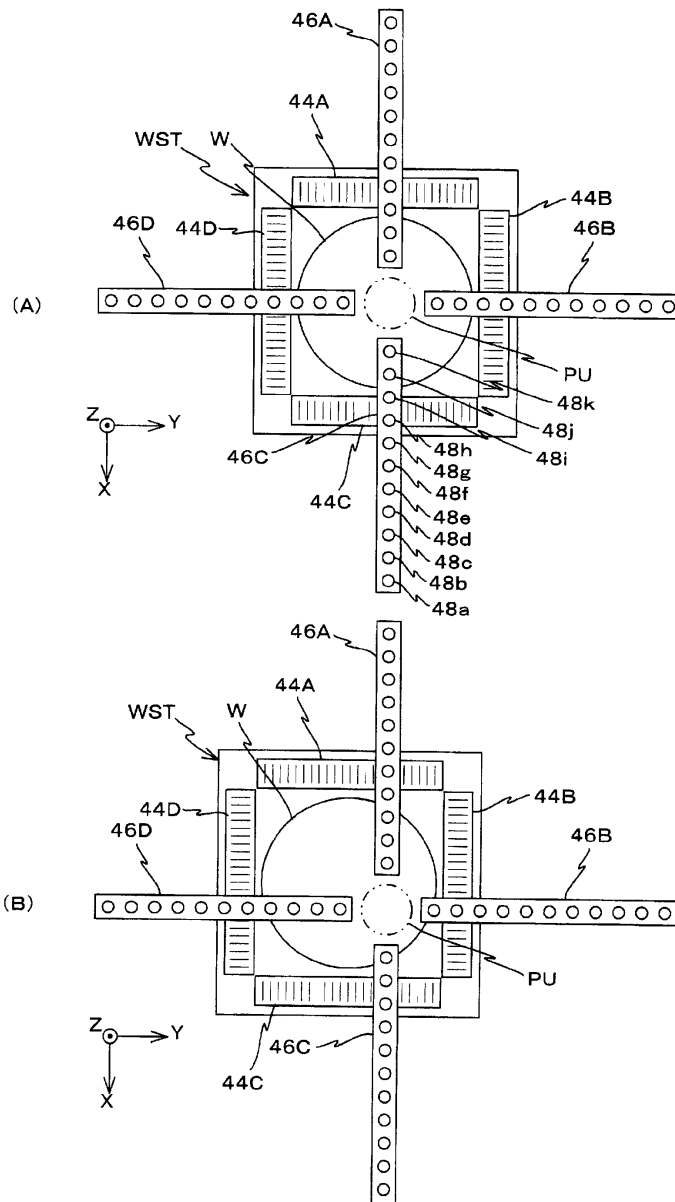
도면10



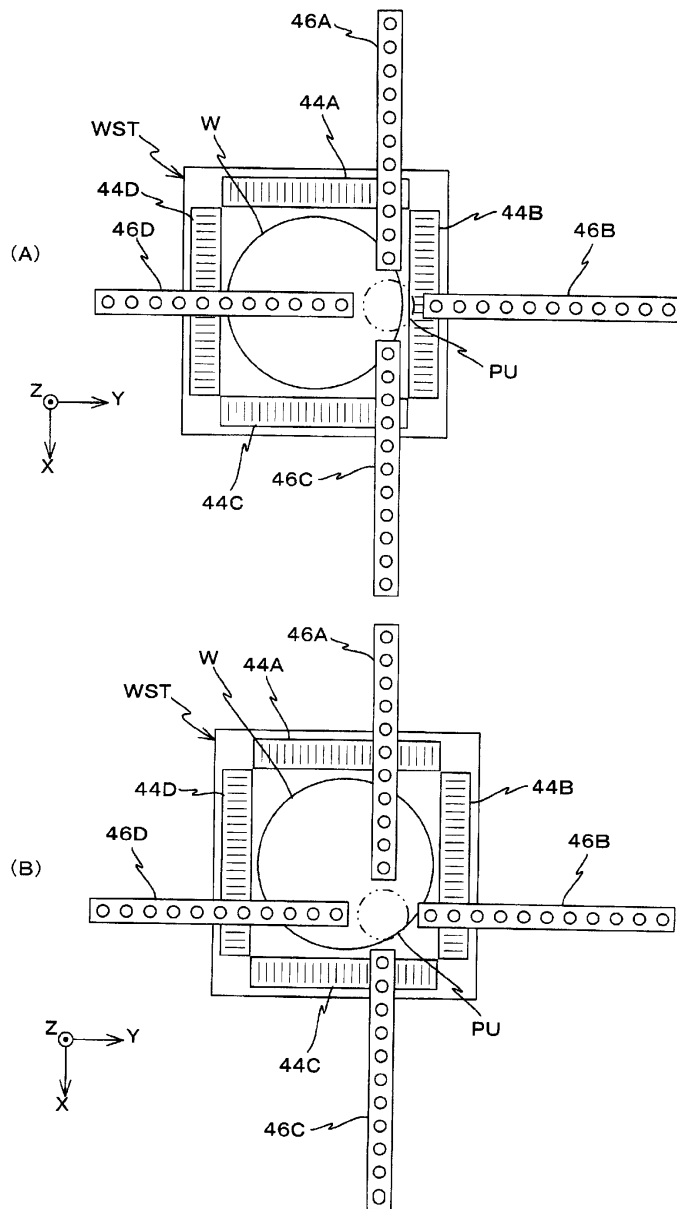
도면11



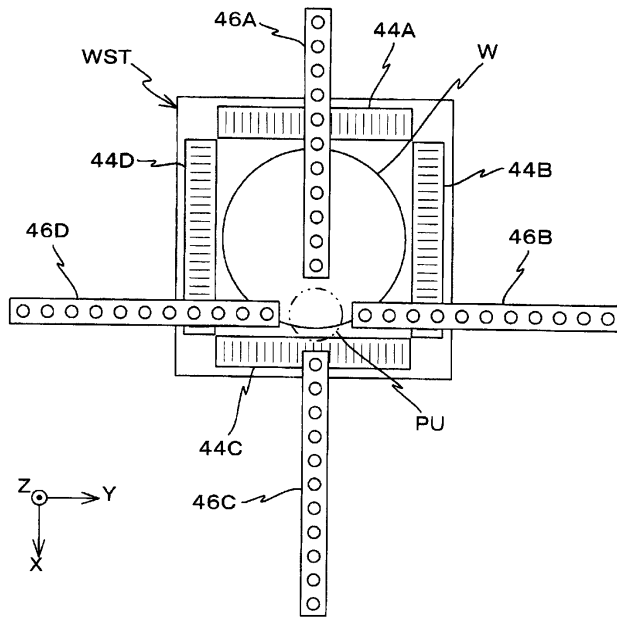
도면12



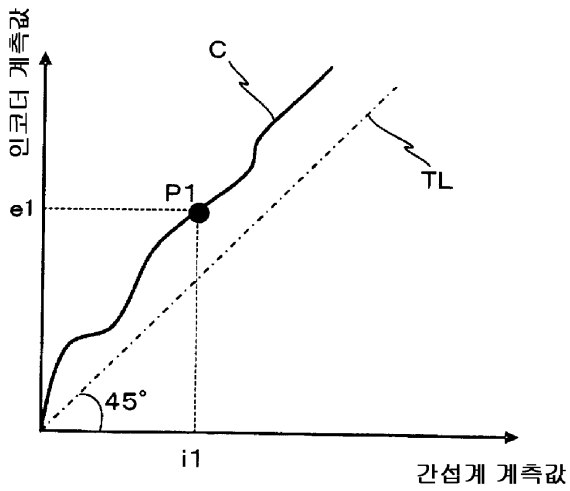
도면13



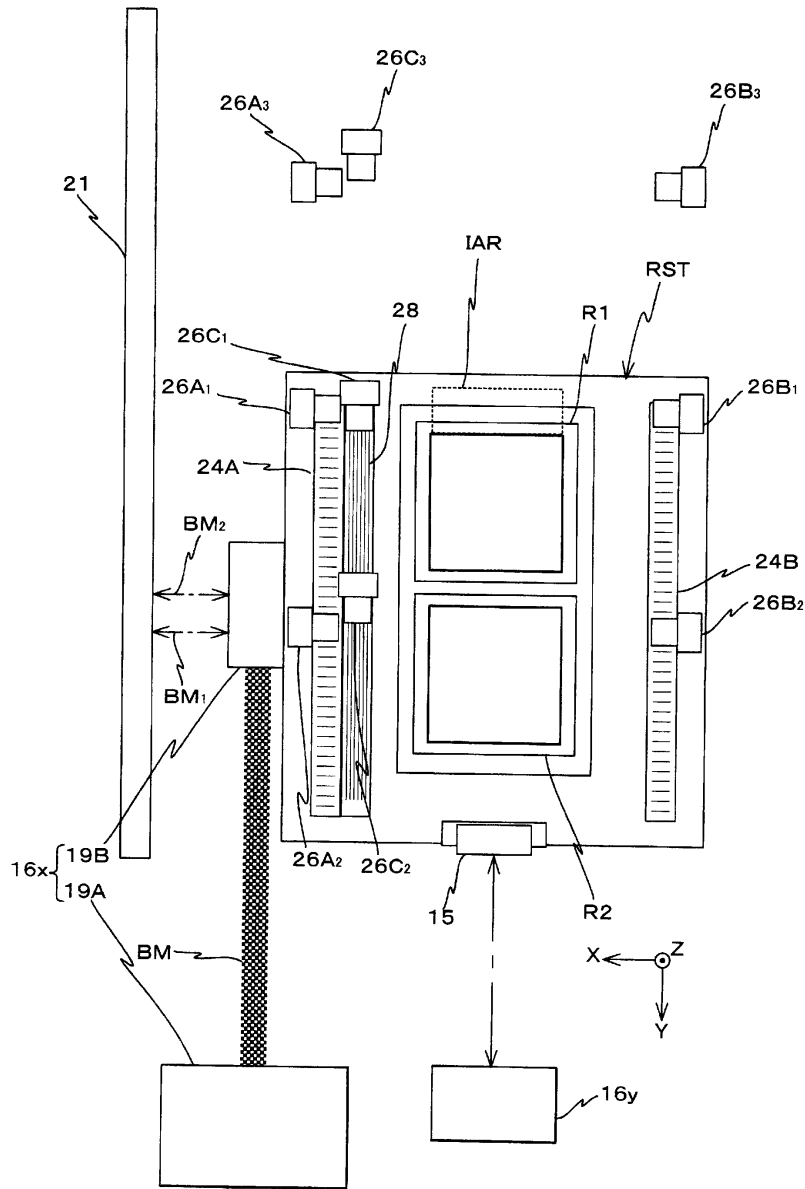
도면14



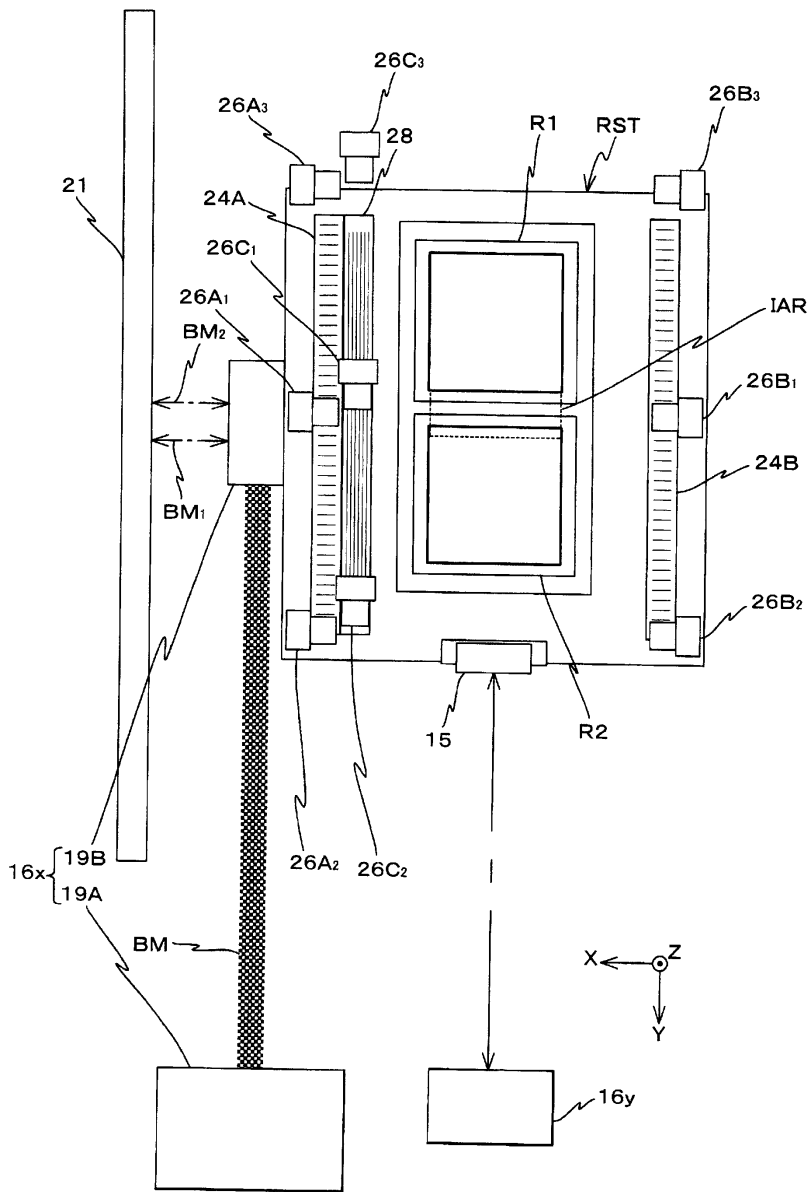
도면15



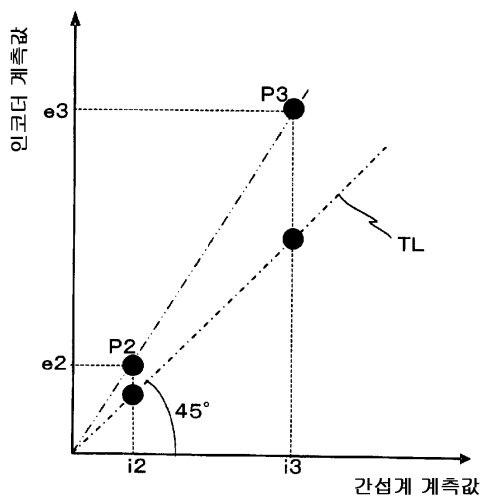
도면16



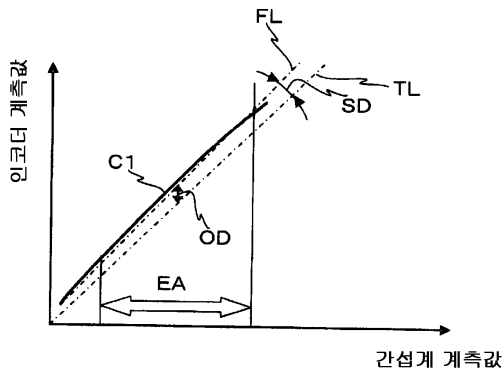
도면17



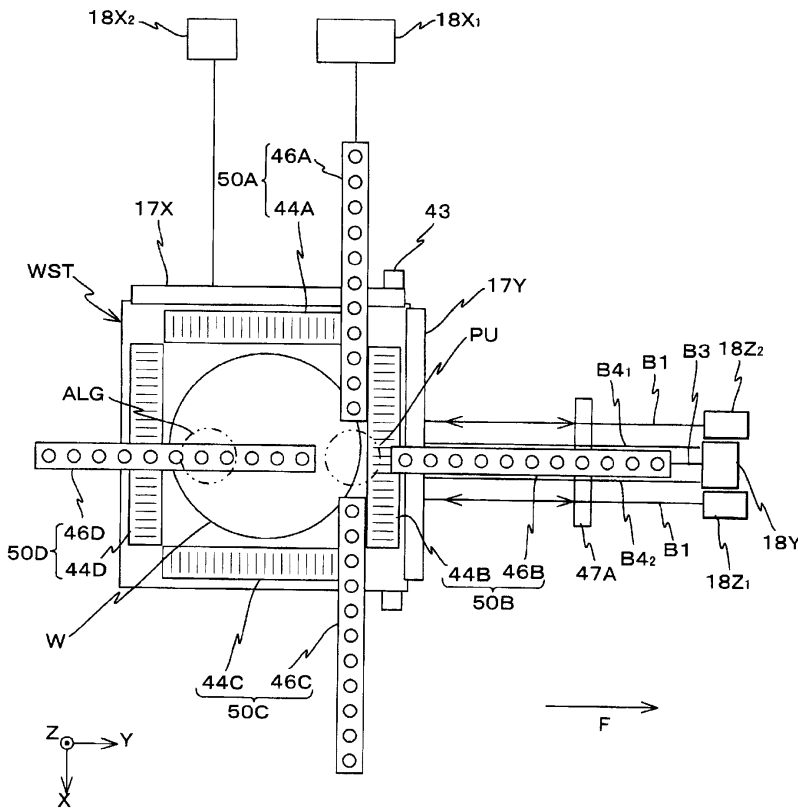
도면18



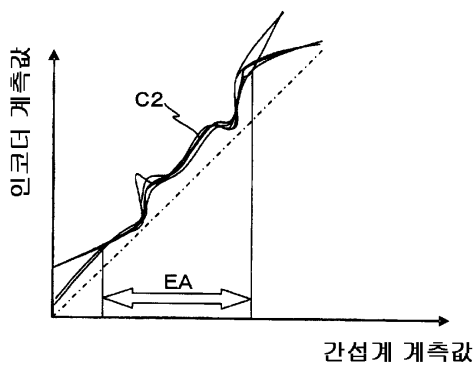
도면19



도면20

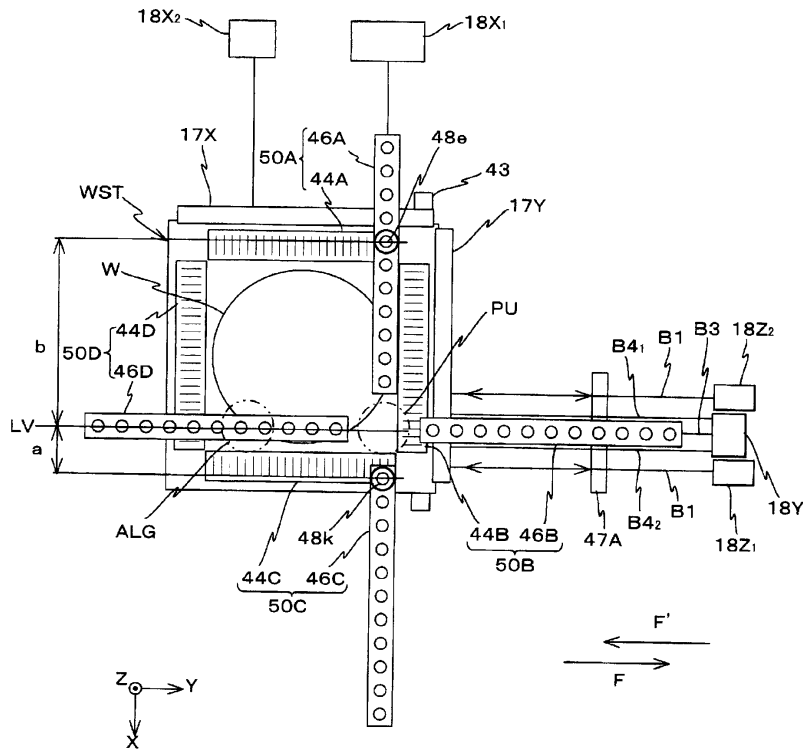


도면21

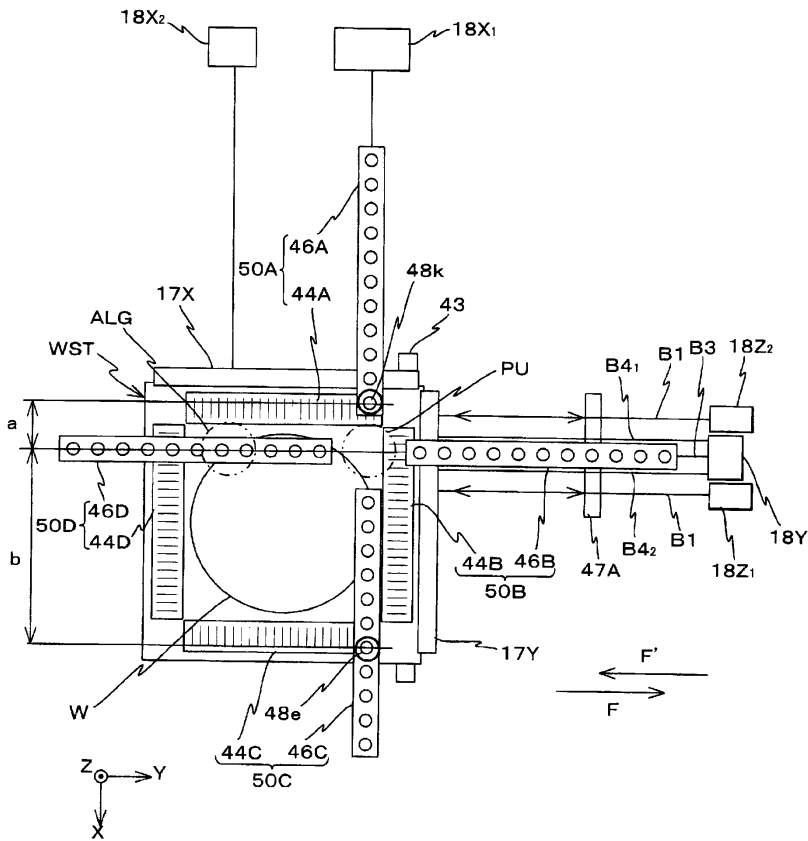




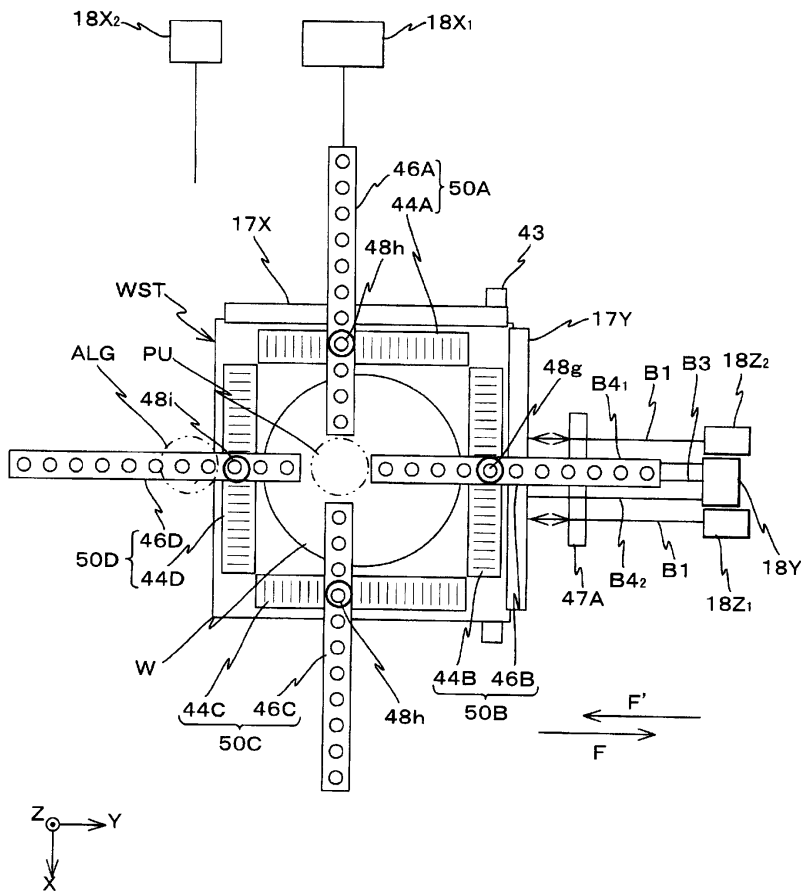
도면22



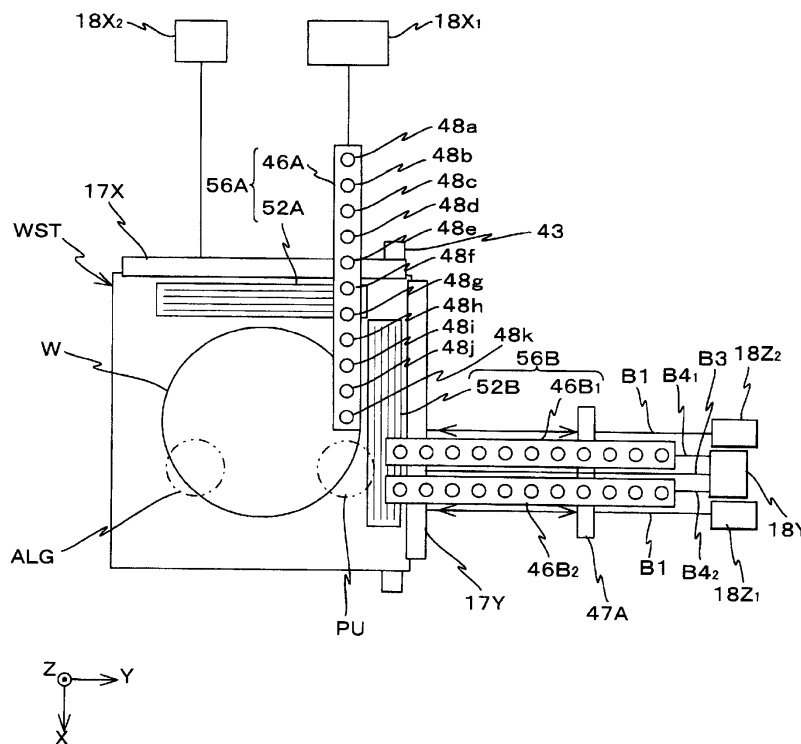
도면23



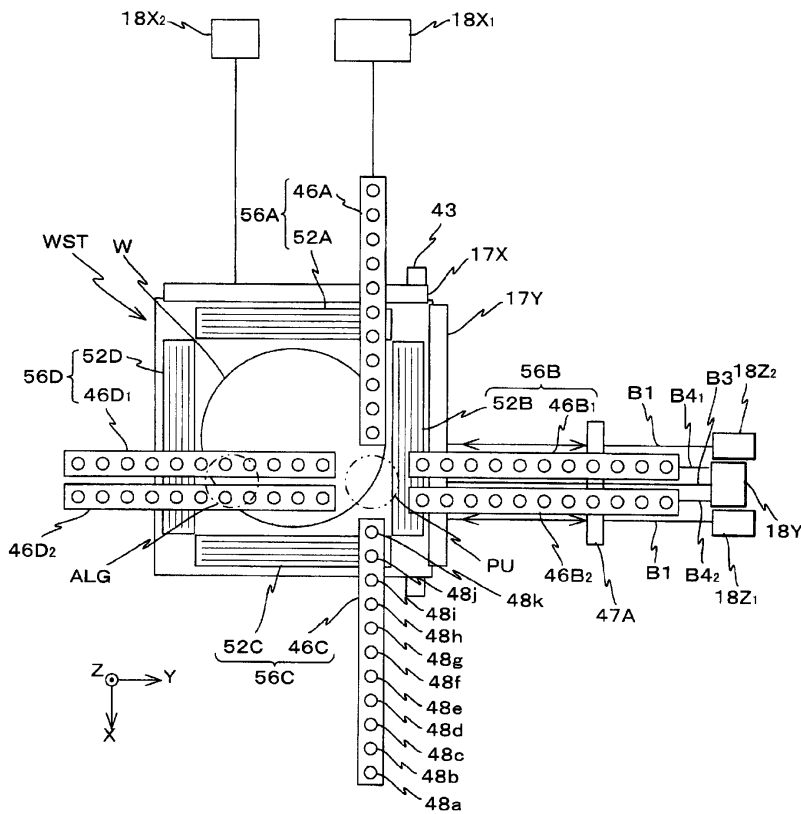
도면24



도면25



도면26



도면27

