



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년04월12일
 (11) 등록번호 10-1111363
 (24) 등록일자 2012년01월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2006-7008445
- (22) 출원일자(국제) 2004년12월14일
 심사청구일자 2009년12월11일
- (85) 번역문제출일자 2006년05월01일
- (65) 공개번호 10-2006-0113689
- (43) 공개일자 2006년11월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2004/018604
- (87) 국제공개번호 WO 2005/057635
 국제공개일자 2005년06월23일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2003-00415893 2003년12월15일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP평성10303114 A
 JP평성11176727 A
 JP평성06124873 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 가부시키키가이샤 니콘
 일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠초 1초메 12방 1고
- (72) 발명자
 가야마 야스나가
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
 가부시키키가이샤니콘 나이
 아라이 다이
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
 가부시키키가이샤니콘 나이
- (74) 대리인
 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 16 항

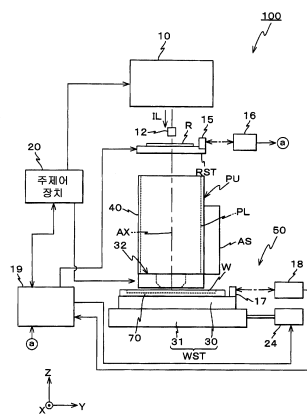
심사관 : 나용수

(54) 발명의 명칭 투영노광장치 및 스테이지 장치, 그리고 노광방법

(57) 요약

투영노광장치 (100) 는 기관 (W) 이 탑재되는 것과 함께, 그 기관을 유지하여 이동 가능한 기관 테이블 (39) 과, 기관 테이블의 위치 정보를 측정하는 위치 측정계 (18 등) 와, 액체의 공급에 기인하여 기관과 기관 테이블의 적어도 일방에 생기는 위치 어긋남을 보정하는 보정장치 (10) 를 구비하고 있다. 이 경우, 보정 장치에 의해, 액체의 공급에 기인하여 기관과 기관 테이블과의 적어도 일방에 발생하는 위치 어긋남이 보정된다. 이것에 의해 기관에 대해 액침법을 이용한 고정밀도의 노광을 행한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

리소그래피 장치의 투영 시스템과, 상기 리소그래피 장치 외부로부터 이동 가능한 부재 상에 공급되는 기관의 사이에 있는 액체를 통해, 상기 투영 시스템을 이용하여, 상기 기관의 목표 부분 상으로 조사 빔을 투영하는 단계;

상기 투영 시스템의 광축 방향의 힘에 기인한 외란으로 인한 초점 오차를 분석하는 단계로서, 상기 힘은 액체 공급 시스템 부재와 상기 이동 가능 부재 사이의 액체의 존재에 의해 복수의 위치에서 발생하는, 상기 초점 오차를 분석하는 단계;

상기 기관의 상대적 위치 및 상기 리소그래피 장치의 최선의 초점 평면을 보정하기 위하여, 결정된 초점 오차를 이용하여 보정 데이터를 결정하는 단계를 포함하는, 리소그래피 장치의 초점 교정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

액침 영역은 상기 기관에 대해 상대적으로 이동 가능한, 리소그래피 장치의 초점 교정 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 조사 빔을 투영하는 단계는, 상기 힘이 디바이스 패턴을 기관 상에 노광하는 동안 상기 이동 가능한 부재 상에서 작용하는 힘과 실질적으로 동등한 조건 하에서 수행되고, 그리고

상기 기관의 상대적 위치 및 상기 리소그래피 장치의 최선의 초점 평면을 보정하기 위하여 상기 보정 데이터를 결정하는 단계는, 상기 디바이스 패턴을 상기 기관 상에 노광하는 동안 수행되는, 리소그래피 장치의 초점 교정 방법.

청구항 4

리소그래피 장치로서,

광학 부재와 상기 리소그래피 장치 외부로부터 공급되는 기관 사이의 국부적 공간을 적어도 부분적으로 채우는 액체를 통하여, 상기 기관의 목표 부분 상에 조사 빔을 투영하는 상기 광학 부재;

기관이 그 상에 유지되는 이동 가능한 부재로서, 상기 이동 가능한 부재에 의해 유지되는 상기 기관의 상대적 위치 및 상기 광학 부재의 최선의 초점 평면이 변화되도록 이동될 수 있는, 상기 이동 가능한 부재; 및

상기 광학 부재의 광축 방향의 힘에 기인한 외란으로 인한 초점 오차를 분석하고, 상기 기관의 상대적 위치 및 상기 광학 부재의 최선의 초점 평면을 보정하기 위하여, 결정된 초점 오차를 이용하여 보정 데이터를 결정하는 제어 디바이스로서, 상기 힘은 액체 공급 시스템 부재 및 상기 이동 가능한 부재 사이의 액체의 존재에 의해 복수의 위치에서 발생하는, 상기 제어 디바이스를 포함하는, 리소그래피 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

액침 영역은 상기 기관에 대해 상대적으로 이동 가능한, 리소그래피 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제어 디바이스는,

상기 힘이 디바이스 패턴을 기관 상에 노광하는 동안 상기 이동 가능한 부재 상에서 작용하는 힘과 실질적으로 동등한 조건 하에서 상기 조사 빔을 투영함으로써 상기 초점 오차를 결정하고, 그리고

상기 디바이스 패턴을 상기 기관 상에 노광하는 동안 상기 기관의 상대적 위치 및 상기 광학 부재의 최선의 초점 평면을 보정하기 위하여 상기 보정 데이터를 이용하는, 리소그래피 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 조사 빔은 초점 테스트 패턴이 부여되고, 그리고

상기 초점 오차를 분석하는 단계는, 상기 기관 상에 투영되는 상기 초점 테스트 패턴을 분석하는 단계를 포함하는, 리소그래피 장치의 초점 교정 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 기관의 표면과 접촉하는 접촉면을 갖는 접촉 부재를 이용함으로써, 상기 조사 빔이 투영되는 동안, 상기 접촉 부재, 상기 투영 시스템 및 상기 기관에 의해 상기 액체를 지지하는 단계를 더 포함하는, 리소그래피 장치의 초점 교정 방법.

청구항 9

제 4 항에 있어서,

상기 조사 빔은 초점 테스트 패턴이 부여되고, 그리고

상기 제어 디바이스는 상기 기관 상에 투영되는 초점 테스트 패턴을 분석함으로써 상기 초점 오차를 분석하는, 리소그래피 장치.

청구항 10

제 4 항에 있어서,

상기 기관의 표면과 접촉하는 접촉면을 갖는 접촉 부재를 더 포함하고,

상기 액체는, 상기 조사 빔이 상기 기관 상에 투영되는 동안, 상기 접촉 부재, 상기 광학 부재 및 상기 기관에 의해 지지되는, 리소그래피 장치.

청구항 11

리소그래피 장치의 투영 시스템과 상기 리소그래피 장치의 이동 가능한 부재 사이의 공간에 액체 공급 시스템 부재를 이용하여 액체를 담는 단계로서, 상기 이동 가능한 부재는 상기 리소그래피 장치의 외부로부터 공급되는 기관을 유지하는, 상기 액체를 담는 단계;

상기 이동 가능한 부재가 상기 투영 시스템의 광축 방향의 힘에 기인하는 외란을 받는 동안 상기 이동 가능한 부재의 초점 위치 정보를 획득하는 단계로서, 상기 힘은 상기 액체 공급 시스템 부재와 상기 이동 가능한 부재 사이의 액체의 존재에 의해 발생되고, 상기 초점 위치 정보는, 상기 이동 가능한 부재의 표면을 상기 광축 방향에 직교하는 평면 내의 복수의 좌표 값 및 상기 복수의 좌표 값에 대응하는 상기 광축 방향의 좌표 값에 의해 정의함으로써 획득되는, 상기 이동 가능한 부재의 초점 위치 정보를 획득하는 단계; 및

상기 기관의 상대적 위치 및 상기 리소그래피 장치의 최선의 초점 위치를 보정하기 위하여 상기 초점 위치 정보를 이용하여 보정 데이터를 결정하는 단계를 포함하는, 리소그래피 장치의 초점 교정 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

초점 테스트 패턴이 부여되는 조사 빔을, 상기 리소그래피 장치의 투영 시스템과 상기 리소그래피 장치의 이동 가능한 부재 사이의 액체를 통해, 상기 기관에 투영하는 단계; 및

초점 오차를 분석하는 단계를 더 포함하고,

상기 초점 오차를 분석하는 단계는 상기 기관 상에 투영되는 초점 테스트 패턴을 분석하는 단계를 포함하는, 리

소그래피 장치의 초점 교정 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 기관의 표면과 접촉하는 접촉면을 갖는 접촉 부재를 이용함으로써, 상기 조사 빔이 투영되는 동안, 상기 접촉 부재, 상기 투영 시스템 및 상기 기관에 의해 상기 액체를 지지하는 단계를 더 포함하는, 리소그래피 장치의 초점 교정 방법.

청구항 14

리소그래피 장치로서,

상기 리소그래피 장치의 외부로부터 공급되는 기관을 유지하는 이동 가능한 이동 가능 부재;

상기 리소그래피 장치의 광학계와 상기 이동 가능 부재 사이의 공간에 액체를 공급하는 액체 공급 시스템 부재; 및

상기 이동 가능 부재가 상기 광학계의 광축 방향의 힘에 기인한 외란을 받는 동안 상기 이동 가능 부재의 초점 위치 정보를 획득하고, 상기 기관의 상대적 위치 및 상기 광학계의 최선의 초점 위치를 보정하기 위하여 상기 초점 위치를 이용하여 보정 데이터를 결정하는 제어 디바이스로서, 상기 힘은 상기 액체 공급 시스템 부재와 상기 이동 가능 부재 사이의 액체의 존재에 의해 발생하는, 상기 제어 디바이스를 포함하고,

상기 초점 위치 정보는, 상기 이동 가능 부재의 표면을 상기 광축 방향에 직교하는 평면 내의 복수의 좌표 값 및 상기 복수의 좌표 값에 대응하는 상기 광축 방향의 좌표 값에 의해 정의함으로써 획득되는, 리소그래피 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 리소그래피 장치의 투영 시스템과 상기 리소그래피 장치의 이동 가능 부재 사이의 액체를 통해, 초점 테스트 패턴이 부여되는 조사 빔을 투영하는 투영 시스템을 더 포함하고,

상기 제어 디바이스는 상기 기관 상에 투영되는 초점 테스트 패턴을 분석함으로써 초점 오차를 분석하는, 리소그래피 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 기관의 표면과 접촉하는 접촉면을 갖는 접촉 부재를 더 포함하고,

상기 액체는, 상기 조사 빔이 상기 기관 상에 투영되는 동안 상기 접촉 부재, 상기 광학 부재 및 상기 기관에 의해 지지되는, 리소그래피 장치.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

명세서

[0001] 기술분야

[0002] 본 발명은, 투영노광장치 및 스테이지 장치, 그리고 노광방법에 관한 것이며, 더욱 상세하게는, 반도체 소자, 액정표시소자 등의 전자 디바이스의 제조에 있어서의 리소그래피 공정에서 사용되는 투영노광장치 및 이 투영노광장치 등의 정밀기계의 시료 스테이지로서 바람직한 스테이지 장치, 그리고 상기 노광장치에서 실행되는 노광방법에 관한 것이다.

[0003] 배경기술

[0004] 반도체 소자 (집적회로 등), 액정표시소자 등의 전자 디바이스를 제조하는 리소그래피 공정에서는, 마스크 또는

레티클 (이하, 「레티클」이라 총칭한다) 의 패턴의 이미지를 투영광학계를 통해, 레지스트 (감광제) 가 도포된 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등의 감광성 기관 (이하, 「기관」 또는 「웨이퍼」라 한다) 상의 각 쇼트영역에 전사하는 투영노광장치가 사용되고 있다. 이 종류의 투영노광장치로는, 종래, 스텝 앤드 리피트 방식의 축소 투영노광장치 (이른바 스테퍼) 가 많이 사용되고 있지만, 최근에는 레티클과 웨이퍼를 동기주사하여 노광을 행하는 스텝 앤드 스캔 방식의 투영노광장치 (이른바 스캐닝 스테퍼 (스캐너라고도 불린다)) 도 비교적 많이 사용되고 있다.

[0005] 투영노광장치가 구비하는 투영광학계의 해상도는, 사용하는 노광광의 파장 (노광 파장) 이 짧아질수록, 또한 투영광학계의 개구수 (NA) 가 클수록 높아진다. 그 때문에, 집적회로의 미세화에 수반하여 투영노광장치에서 사용되는 노광 파장은 해마다 단파장화되고 있으며, 투영광학계의 개구수도 증대하고 있다. 그리고, 현재 주류의 노광 파장은, KrF 엑시머 레이저의 248nm 이지만, 더 단파장인 ArF 엑시머 레이저의 193nm 도 실용화되어 있다.

[0006] 또한, 노광을 행할 때는, 해상도와 마찬가지로 초점심도 (DOF) 도 중요해진다. 해상도 (R), 및 초점심도 (δ) 는 각각 이하의 식으로 표시된다.

[0007] $R = k_1 \lambda / NA$ --- (1)

[0008] $\delta = k_2 \lambda / NA^2$ --- (2)

[0009] 여기서, λ 는 노광 파장, NA 는 투영광학계의 개구수, k_1, k_2 는 프로세스계수이다. (1) 식, (2) 식으로부터, 해상도 (R) 를 높이기 위해, 노광 파장 (λ) 을 짧게 하고, 개구수 (NA) 를 크게 (대 (大) NA 화) 하면, 초점심도 (δ) 가 좁아짐을 알 수 있다. 투영노광장치에서는, 오토 포커스 방식으로 웨이퍼의 표면을 투영광학계의 이미지면에 맞춰 넣어 노광을 행하고 있지만, 그러기 위해서는 초점심도 (δ) 는 어느 정도 넓은 것이 바람직하다. 그래서, 종래에 있어서도 위상 시프트 레티클법, 변형 조명법, 다층 레지스트법 등, 실질적으로 초점심도를 넓게 하는 제안이 이루어져 있다.

[0010] 상기과 같이 종래의 투영노광장치에서는, 노광광의 단파장화 및 투영광학계의 대 NA 화에 의해, 초점심도가 좁아지고 있다. 그리고, 집적회로가 더 한층 고집적화되는 것에 대응하기 위해, 노광 파장은 장래적으로 더욱 단파장화될 것이 확실시되고 있고, 이 상태로는 초점심도가 지나치게 좁아져, 노광동작시의 포커스 마진이 부족해질 우려가 있다.

[0011] 그래서, 실질적으로 노광 파장을 짧게 하고, 또한 공기 중에 비하여 초점심도를 크게 (넓게) 하는 방법으로서, 액침법이 제안되어 있다. 이 액침법은, 투영광학계의 하면 (下面) 과 웨이퍼 표면 사이를 물 또는 유기용매 등의 액체로 채우고, 액체 중에서의 노광광의 파장이, 공기 중의 1/n배 (n 은 액체의 굴절률로 통상 1.2~1.6 정도) 가 되는 것을 이용하여 해상도를 향상시킵니다. 그 해상도와 동일한 해상도가 액침법에 의하지 않고 얻어지는 투영광학계 (이러한 투영광학계의 제조가 가능하다고 했을 때) 에 비하여 초점심도를 n배로 확대하는, 즉 공기 중에 비하여 초점심도를 n배로 확대하는 것이다.

[0012] 이 액침법을 이용한 종래 기술의 하나로서, 「기관을 소정 방향을 따라 이동시킬 때에, 투영광학계의 기관측의 광학소자의 선단부와 그 기관의 표면 사이를 채우도록, 그 기관의 이동방향을 따라 소정의 액체를 흐르게 한, 투영노광방법 및 장치」가 알려져 있다 (예를 들어, 하기 특허문헌 1 참조).

[0013] 이 특허문헌 1 에 기재된 투영노광방법 및 장치에 의하면, 액침법에 의한 고해상도 또한 공기 중과 비교하여 초점심도가 커진 노광을 행할 수 있음과 함께, 투영광학계와 기관이 상대이동해도, 투영광학계와 기관 사이에 액체를 안정적으로 채워 두는 것, 즉 유지하는 것이 가능하다.

[0014] 그러나, 종래의 액침법에서는, 투영광학계의 기관측의 광학소자의 선단부와 기관의 표면 사이에 액체가 공급되는, 즉 기관 표면의 일부에 액체가 공급되므로, 이 액체에 의한 압력 (표면 장력과 물의 자중 (自重) 이 그 주된 요인이 된다) 에 의해 기관이나 이 기관이 탑재된 기관 테이블에 변형이 생기거나, 투영광학계와 기관의 간격이 변동하는 경우가 있었다. 또한, 액체의 공급에 수반하여 기관 테이블에 진동이 생기는 경우도 있었다.

[0015] 진술한 기관이나 기관 테이블의 변형은, 레이저 간섭계에 의해 계측되는 기관 테이블 상의 기관의 위치 계측의 오차 요인이 된다. 이것은, 레이저 간섭계는, 기준이 되는 반사면 (예를 들어 이동거울 반사면) 과 기관의 위치관계가 일정한 것을 전제로서, 상기 반사면의 위치를 계측함으로써, 간접적으로 기관의 위치를 계측하는 것이기 때문이다.

- [0016] 특히, 주사형 노광장치의 경우에는, 스테퍼 등의 정지형 노광장치 (일괄 노광장치) 와 달리, 투영광학계와 기관의 간격의 변동은, 투영광학계에 고정된 포커스 센서의 출력에 기초하여 조정되는 투영광학계의 광축방향에 관한 기관의 위치 오차의 요인이 된다. 이것은, 기관 스테이지를 이동시키면서 노광이 행해지는 주사형 노광장치의 경우, 그 노광 중에 투영광학계의 광축방향에 관한 기관의 위치 오차가 생긴 경우에, 포커스 센서의 출력에 기초하여 기관 스테이지를 개재하여 광축방향에 관한 기관의 위치를 피드백 제어하더라도, 그 기관의 포커스 제어에 제어 지연이 생길 개연성이 높았기 때문이다.
- [0017] 또한, 지금까지는, 전술한 액체의 공급에 수반하여 생기는 위치 어긋남 등은, 그다지 문제가 되지 않았지만, 집적회로의 추가적인 고집적화에 수반하여, 투영노광장치에 요구되는 증첩 정밀도는, 장래적으로 점점 더 엄격해지기 때문에, 전술한 액체의 공급에 기인하는 위치 어긋남 등이 기관의 위치 제어성을 저하시키는 것을 효과적으로 억제할 필요도 있다.
- [0018] 특허문헌 1: 국제공개 제99/49504호 팜플렛
- [0019] 발명의 개시
- [0020] 과제를 해결하기 위한 수단
- [0021] 본 발명은, 전술한 바와 같은 사정하에 이루어진 것으로, 제 1 관점에서 보면, 투영광학계와 기관 사이에 액체를 공급하고, 상기 투영광학계와 상기 액체를 통해 상기 기관 상에 패턴을 전사하는 투영노광장치로서, 기관이 탑재됨과 함께, 그 기관을 유지하여 이동 가능한 기관 테이블과; 상기 액체의 공급에 기인하여 상기 기관과 상기 기관 테이블의 적어도 일방에 생기는 위치 어긋남을 보정하는 보정장치를 구비하는 투영노광장치이다.
- [0022] 여기서, 「액체의 공급에 기인하여 상기 기관과 상기 기관 테이블의 적어도 일방에 생기는 위치 어긋남」이란, 액체의 공급에 기인하여 생기는, 기관 테이블의 이동면내방향 및 그 이동면에 직교하는 방향 중 임의의 방향의 위치 어긋남도 포함한다.
- [0023] 이것에 의하면, 보정장치에 의해, 액체의 공급에 기인하여 기관과 기관 테이블의 적어도 일방에 생기는 위치 어긋남이 보정된다. 이 때문에, 건조식 투영노광장치와 동일한 상황하, 즉 액체의 공급에 기인하는 기관과 기관 테이블의 적어도 일방의 위치 어긋남이 존재하지 않는 상황하에 있어서, 기관에 대하여 액침법을 이용한 고 정밀도의 노광이 실현된다.
- [0024] 이 경우에 있어서, 상기 기관 테이블의 위치정보를 계속하는 위치계측계를 추가로 구비하는 경우에, 상기 보정장치는, 상기 기관 테이블의 위치에 따라, 상기 액체의 공급에 기인하여 상기 기관과 상기 기관 테이블의 적어도 일방에 생기는 위치 어긋남을 보정하는 것으로 할 수 있다.
- [0025] 이 경우에 있어서, 상기 보정장치는, 액체의 공급에 기인하여 생기는, 상기 위치계측계에 의해 직접적 또는 간접적으로 계속되는, 기관 및 기관 테이블의 적어도 일방의 위치정보의 오차를 보정하는 것으로 할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 투영노광장치에서는, 상기 보정장치는, 상기 기관 테이블의 형상 변화에 의해 생기는 위치 어긋남을 보정하는 것으로 할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 투영노광장치에서는, 상기 기관 테이블은, 위치 결정용 기준부재를 갖고 있으며, 상기 보정장치는, 상기 기준부재와 상기 기관의 위치 어긋남을 보정하는 것으로 할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 투영노광장치에서는, 상기 보정장치는, 상기 투영광학계의 광축방향에 관한 상기 투영광학계와 상기 기관의 간격을 보정하는 것으로 할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 투영노광장치에서는, 상기 보정장치는, 상기 액체에 관한 물리량에 따라 상기 위치 어긋남을 보정하는 것으로 할 수 있다. 이 경우에 있어서, 상기 액체의 물리량은, 상기 액체의 압력과 상기 액체의 표면 장력의 적어도 일방을 포함하는 것으로 할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 투영노광장치에서는, 상기 보정장치는, 상기 기관 테이블의 진동에 의해 생기는 위치 어긋남을 보정하는 것으로 할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 투영노광장치에서는, 상기 패턴이 형성된 마스크가 탑재되고, 그 마스크를 유지하여 이동 가능한 마스크 스테이지를 추가로 구비하고, 상기 보정장치는, 상기 기관 테이블과 상기 마스크 스테이지의 적어도 일방에 부여하는 추력 (推力) 을 변경하여 상기 위치 어긋남을 보정하는 것으로 할 수 있다. 이 경우에 있어서, 상기 보정장치는, 피드 포워드 제어에 의해 상기 추력을 변경하는 제어장치를 구비하고 있는 것으로 할 수

있다.

[0032] 본 발명의 투영노광장치에서는, 상기 보정장치는, 상기 기관 상에 전사된 상기 패턴의 전사 이미지의 위치 계측 결과에 기초하여 상기 위치 어긋남을 보정하는 것으로 할 수도 있고, 또는 상기 보정장치는, 시뮬레이션 결과에 기초하여 상기 위치 어긋남을 보정하는 것으로 할 수도 있다.

[0033] 본 발명은, 제 2 관점에서 보면, 표면에 액체가 공급되는 기관을 이동 가능하게 유지하는 기관 테이블을 가진 스테이지 장치로서, 상기 기관 테이블의 위치정보를 계측하는 위치 계측장치와; 상기 액체의 공급에 기인하여 상기 기관과 상기 기관 테이블의 적어도 일방에 생기는 위치 어긋남을 보정하는 보정장치를 구비하는 스테이지 장치이다.

[0034] 이것에 의하면, 보정장치에 의해, 액체의 공급에 기인하여 기관과 기관 테이블의 적어도 일방에 생기는 위치 어긋남이 보정된다. 이 때문에, 기관의 표면에 공급되는 액체의 영향을 받지 않고, 위치 계측장치의 계측결과에 기초하여, 기관 및 기관 테이블을 이동하는 것이 가능해진다.

[0035] 본 발명의 스테이지 장치에서는, 상기 보정장치는, 상기 기관 테이블의 형상 변화에 의해 생기는 위치 어긋남을 보정하는 것으로 할 수 있다.

[0036] 본 발명의 스테이지 장치에서는, 상기 기관 테이블은, 위치 결정용 기준부재를 갖고 있고, 상기 보정장치는, 상기 기준부재와 상기 기관의 위치 어긋남을 보정하는 것으로 할 수 있다.

[0037] 본 발명은, 제 3 관점에서 보면, 투영광학계와 기관 테이블에 유지된 기관 사이에 액체를 공급하고, 상기 투영광학계와 상기 액체를 통해 상기 기관 상에 패턴을 전사하는 노광방법으로서, 상기 액체의 공급에 기인하여 상기 기관과 상기 기관 테이블의 적어도 일방에 생기는 변화를 검출하는 검출 공정과; 상기 검출결과에 기초하여, 상기 패턴을 상기 기관에 전사하는 전사 공정을 포함하는 노광방법이다.

[0038] 도면의 간단한 설명

[0039] [도 1] 본 발명의 일 실시형태와 관련된 투영노광장치의 개략 구성을 나타내는 도면이다.

[0040] [도 2] 도 1 의 웨이퍼 테이블을 나타내는 사시도이다.

[0041] [도 3] 경통의 하단부 및 배관계와 함께 액체 배급 유닛을 나타내는 단면도이다.

[0042] [도 4] 도 3 의 B-B 선 단면도이다.

[0043] [도 5] 액체 배급 유닛에, 액체가 공급된 상태를 나타내는 도면이다.

[0044] [도 6] 초점위치 검출계를 설명하기 위한 도면이다.

[0045] [도 7] 일 실시형태와 관련된 투영노광장치의 제어계의 구성을 일부 생략하여 나타내는 블록도이다.

[0046] [도 8] 스테이지 제어장치의 내부에 구축된 웨이퍼 스테이지 제어계를 나타내는 블록도이다.

[0047] 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

[0048] 이하, 본 발명의 일 실시형태에 관해서, 도 1~도 8 에 기초하여 설명한다.

[0049] 도 1 에는, 본 발명의 일 실시형태와 관련된 투영노광장치 (100) 의 개략 구성이 나타나 있다. 이 투영노광장치 (100) 는, 스텝 앤드 스캔 방식의 투영노광장치 (이른바 스캐닝?스테퍼) 이다. 이 투영노광장치 (100) 는, 조명계 (10), 마스크로서의 레티클 (R) 을 유지하는 레티클 스테이지 (RST), 투영 유닛 (PU), 기관으로서의 웨이퍼 (W) 가 탑재되는 기관 테이블로서의 웨이퍼 테이블 (30) 을 갖는 스테이지 장치 (50), 및 이들의 제어계 등을 구비하고 있다.

[0050] 상기 조명계 (10) 는, 예를 들어 일본 공개특허공보 2001-313250호 및 이것에 대응하는 미국 특허출원공개 제 2003/0025890호 명세서 등에 개시되는 바와 같이, 광원, 옵티컬 인테그레이터 등을 포함하는 조도 균일화 광학계, 빔 스플리터, 릴레이 렌즈, 가변 ND 필터, 레티클 블라인드 등 (모두 도시하지 않음) 을 포함하여 구성되어 있다. 이 조명계 (10) 에서는, 회로패턴 등이 그려진 레티클 (R) 상의 레티클 블라인드로 규정된 슬릿 형상의 조명영역 부분을 조명광 (노광광)(IL) 에 의해 대략 균일한 조도로 조명한다. 여기서, 조명광 (IL) 으로는, 일례로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 이 사용되고 있다. 또한, 조명광 (IL) 으로서, KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm) 등의 원자외광, 또는 초고압 수은램프로부터의 자외역의 휘선 (g선, i선 등) 을 사용하는 것도 가능하다. 또한, 옵티컬 인테그레이터로는, 플라이아이 렌즈, 로드 인테그레이터 (내면 반사형 인

테그레이터) 또는 회절 광학소자 등을 사용할 수 있다. 이 밖에, 조명계 (10) 로서, 예를 들어 일본 공개특허공보 평6-349701호 및 이것에 대응하는 미국특허 제5,534,970호 등에 개시되는 구성을 채용해도 된다. 본 국제출원에서 지정한 지정국 (또는 선택한 선택국) 의 국내법령이 허용하는 한, 상기 각 공보 및 대응하는 미국 특허출원 공개명세서 또는 미국 특허에 있어서의 개시를 인용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0051] 상기 레티클 스테이지 (RST) 상에는, 레티클 (R) 이, 예를 들어 진공흡착에 의해 고정되어 있다. 레티클 스테이지 (RST) 는, 예를 들어 리니어 모터 등을 포함하는 레티클 스테이지 구동부 (11) (도 1 에서는 도시하지 않고, 도 7 참조) 에 의해, 조명계 (10) 의 광축 (후술하는 투영광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 일치) 에 수직인 XY 평면내에서 미소 구동 가능함과 함께, 소정의 주사방향 (여기서는 도 1 에 있어서의 지면 (紙面) 내 좌우방향인 Y 축방향으로 한다) 으로 지정된 주사속도로 구동 가능하게 되어 있다.

[0052] 레티클 스테이지 (RST) 의 스테이지 이동면내의 위치는, 레티클 레이저 간섭계 (이하, 「레티클 간섭계」 라고 한다)(16) 에 의해, 이동거울 (15) 을 개재하여, 예를 들어 0.5~1nm 정도의 분해능 (分解能) 으로 상시 검출된다. 여기서, 실제로는, 레티클 스테이지 (RST) 상에는 Y 축방향에 직교하는 반사면을 갖는 이동거울과 X 축방향에 직교하는 반사면을 갖는 이동거울이 형성되고, 이들 이동거울에 대응하여 레티클 Y 간섭계와 레티클 X 간섭계가 형성되어 있는데, 도 1 에서는 이들이 대표적으로 이동거울 (15), 레티클 간섭계 (16) 로서 나타나 있다. 또한, 예를 들어, 레티클 스테이지 (RST) 의 단면을 경면 (鏡面) 가공하여 반사면 (이동거울 (15) 의 반사면에 상당) 을 형성해도 된다. 또한, 레티클 스테이지 (RST) 의 주사방향 (본 실시형태에서는 Y 축방향) 의 위치 검출에 사용되는 X 축방향으로 신장된 반사면 대신, 적어도 1개의 코너큐브형 미러 (예를 들어 레토르 리플렉터) 를 사용해도 된다. 여기서, 레티클 Y 간섭계와 레티클 X 간섭계의 일방, 예를 들어 레티클 Y 간섭계는, 측장축을 2축 갖는 2축 간섭계로서, 이 레티클 Y 간섭계의 계측치에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 위치에 더하여, Z 축 주위의 회전방향인 θ_z 방향의 회전도 계측할 수 있도록 되어 있다.

[0053] 레티클 간섭계 (16) 의 계측치는, 스테이지 제어장치 (19) 에 보내지고, 스테이지 제어장치 (19) 에서는, 이 레티클 간섭계 (16) 의 계측치에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 의 X, Y, θ_z 방향의 위치를 산출함과 함께, 이 산출된 위치정보를 주제어장치 (20) 에 공급한다. 스테이지 제어장치 (19) 에서는, 주제어장치 (20) 로부터의 지시에 따라, 레티클 스테이지 (RST) 의 위치에 기초하여 레티클 스테이지 구동부 (11) 를 개재하여 레티클 스테이지 (RST) 를 구동 제어한다.

[0054] 레티클 (R) 의 상방에는, X 축방향으로 소정 거리 간격을 두고 한 쌍의 레티클 얼라인먼트 검출계 (12) (단, 도 1 에 있어서의 지면 안쪽의 레티클 얼라인먼트 검출계 (12) 는 도시하지 않음) 가 배치되어 있다. 각 레티클 얼라인먼트 검출계 (12) 는, 여기서는 도시가 생략되어 있지만, 각각 조명광 (IL) 과 동일한 파장의 조명광으로 검출 대상의 마크를 조명하기 위한 낙사 (落射) 조명계와, 그 검출 대상의 마크의 이미지를 촬상하기 위한 검출계를 포함하여 구성되어 있다. 검출계는 결상광학계와 촬상소자를 포함하고 있고, 이 검출계에 의한 촬상 결과 (즉 레티클 얼라인먼트 검출계 (12) 에 의한 마크의 검출 결과) 는, 주제어장치 (20) 에 공급되어 있다. 이 경우, 낙사조명계로부터 사출된 조명광을 레티클 (R) 상으로 안내하고, 또한 그 조명에 의해 레티클 (R) 로부터 발생하는 검출광을 레티클 얼라인먼트 검출계 (12) 의 검출계로 안내하기 위한 도시하지 않은 미러 (낙사용 미러) 가 조명광 (IL) 의 광로 상에 삼탈이 자유롭게 배치되어 있고, 노광 시퀀스가 개시되면, 레티클 (R) 상의 패턴을 웨이퍼 (W) 상에 전사하기 위한 조명광 (IL) 의 조사 전에, 주제어장치 (20) 로부터의 지령에 기초하여 도시하지 않은 구동장치에 의해 낙사용 미러는 조명광 (IL) 의 광로 밖으로 퇴피된다.

[0055] 상기 투영 유닛 (PU) 은, 레티클 스테이지 (RST) 의 도 1 에 있어서의 하방에 배치되어 있다. 투영 유닛 (PU) 은, 경통 (40) 과, 이 경통 (40) 내에 소정의 위치관계로 유지된 복수의 광학소자, 구체적으로는 Z 축방향의 공통의 광축 (AX) 을 갖는 복수의 렌즈 (렌즈 엘리먼트) 로 이루어지는 투영광학계 (PL) 를 구비하고 있다. 투영광학계 (PL) 로는, 예를 들어 양측 텔레센트릭이고 소정의 투영배율 (예를 들어 1/4배 또는 1/5배) 의 굴절광학계가 사용되고 있다. 이 때문에, 조명계 (10) 로부터의 조명광 (IL) 에 의해 레티클 (R) 의 조명영역이 조명되면, 이 레티클 (R) 을 통과한 조명광 (IL) 에 의해, 투영 유닛 (PU) (투영광학계 (PL)) 을 개재하여 그 조명영역내의 레티클 (R) 의 회로패턴의 축소 이미지 (회로패턴의 일부 축소 이미지) 가, 표면에 레지스트 (감광제) 가 도포된 웨이퍼 (W) 상에 형성된다.

[0056] 또한, 본 실시형태의 노광장치 (100) 에서는, 후술하는 바와 같이 액침법을 적용한 노광을 행하기 위해, 투영광학계 (PL) 를 구성하는 이미지면측 (웨이퍼 (W) 측) 에 가장 가까운 광학소자로서의 렌즈 (42) (도 3 참조) 의 근방에는, 이 렌즈 (42) 를 유지하는 경통 (40) 의 선단을 둘러싸는 상태에서, 액체 배급 유닛 (32) 이 장착되어 있다. 또한, 이 액체 배급 유닛 (32) 및 이것에 접속된 배관계의 구성 등에 관해서는 후에 상세히 서술

한다.

- [0057] 투영 유닛 (PU) 의 측면에는, 오프 액시스?얼라인먼트계 (Off Axis Alignment; 이하, 「얼라인먼트계」라고 약술한다) (AS) 가 배치되어 있다. 이 얼라인먼트계 (AS) 로는, 예를 들어 웨이퍼 상의 레지스트를 감광시키지 않는 브로드 밴드의 검출 광속을 대상 마크에 조사하고, 그 대상 마크로부터의 반사광에 의해 수광면에 결상된 대상 마크의 이미지와 도시하지 않은 지표 (얼라인먼트계 (AS) 내에 형성된 지표판 상의 지표패턴) 의 이미지를 촬상소자 (CCD 등) 를 사용하여 촬상하고, 그것들의 촬상신호를 출력하는 화상처리방식의 FIA (Field Image Alignment) 계의 센서가 사용되고 있다. 또한, 얼라인먼트계 (AS) 로는, FIA 계에 한하지 않고, 코히어런트한 검출광을 대상 마크에 조사하여, 그 대상 마크로부터 발생하는 산란광 또는 회절광을 검출하거나, 또는 그 대상 마크로부터 발생하는 2개의 회절광 (예를 들어 동일 차수의 회절광, 또는 동일 방향으로 회절하는 회절광) 을 간섭시켜 검출하는 얼라인먼트 센서를 단독으로 또는 적절히 조합하여 사용하는 것은 물론 가능하다. 이 얼라인먼트계 (AS) 의 촬상결과는, 주제어장치 (20) 에 출력되고 있다.
- [0058] 상기 스테이지 장치 (50) 는, 웨이퍼 스테이지 (WST), 이 웨이퍼 스테이지 (WST) 상에 형성된 웨이퍼 홀더 (70), 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 구동하는 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 등을 구비하고 있다. 상기 웨이퍼 스테이지 (WST) 는, 투영광학계 (PL) 의 도 1 에 있어서의 하방에서, 도시하지 않는 베이스 상에 배치되고, 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 구성하는 도시하지 않는 리니어 모터 등에 의해 XY 방향으로 구동되는 XY 스테이지 (31) 와, 이 XY 스테이지 (31) 상에 탑재되어, 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 구성하는 도시하지 않는 Z?틸트 구동기구에 의해, Z 축방향, 및 XY 면에 대한 경사방향 (X 축 주위의 회전방향 (θ_x 방향) 및 Y 축 주위의 회전방향 (θ_y 방향)) 으로 미소 구동되는 상기 웨이퍼 테이블 (30) 을 구비하고 있다. 이 웨이퍼 테이블 (30) 상에 상기 웨이퍼 홀더 (70) 가 탑재되고, 이 웨이퍼 홀더 (70) 에 의해 웨이퍼 (W) 가 진공흡착 등에 의해 고정되어 있다.
- [0059] 이 웨이퍼 홀더 (70) 는, 도 2 의 사시도에 나타나는 바와 같이, 웨이퍼 (W) 가 탑재되는 영역 (중앙의 원형영역) 의 주위 부분 중, 정방형의 웨이퍼 테이블 (30) 의 일방의 대각선 상에 위치하는 2개의 코너의 부분이 각각 돌출하고, 타방의 대각선 상에 위치하는 2개의 코너 부분이 전술한 원형영역보다 한층 큰 원의 1/4 의 원호 형상이 되는, 특정 형상의 본체부 (70A) 와, 이 본체부 (70A) 에 대략 중첩되도록 웨이퍼 (W) 의 탑재되는 영역의 주위에 배치된 4장의 보조 플레이트 (22a~22d) 를 구비하고 있다. 이들 보조 플레이트 (22a~22d) 의 표면은, 웨이퍼 (W) 표면과 대략 동일한 높이 (양자의 높이의 차는, 최대라도 1mm 정도) 로 되어 있다.
- [0060] 여기서, 도 2 에 나타나는 바와 같이, 보조 플레이트 (22a~22d) 의 각각과 웨이퍼 (W) 사이에는, 공극 (D) 가 존재하는데, 공극 (D) 의 치수는 3mm 이하가 되도록 설정되어 있다. 또한, 웨이퍼 (W) 에는, 그 일부에 노치 (V 자형 절결) 가 존재하는데, 이 노치의 치수는, 공극 (D) 보다 더 작아 1mm 정도이므로, 도시는 생략되어 있다.
- [0061] 또한, 보조 플레이트 (22a) 에는, 그 일부에 원형 개구가 형성되고, 그 개구내에, 기준 마크판 (FM) 이 공극이 없도록 끼워져 있다. 기준 마크판 (FM) 은 그 표면이, 보조 플레이트 (22a) 와 동일 면으로 되어 있다. 기준 마크판 (FM) 의 표면에는, 적어도 한 쌍의 레티클 얼라인먼트용 기준 마크 및 얼라인먼트계 (AS) 의 베이스 라인 계측용 기준 마크 (모두 도시하지 않음) 등이 형성되어 있다. 즉, 기준 마크판 (FM) 은, 웨이퍼 테이블 (30) 의 위치 결정용 기준 부재의 역할도 하고 있다.
- [0062] 도 1 로 되돌아가, 상기 XY 스테이지 (31) 는, 주사방향 (Y 축방향) 의 이동뿐만 아니라, 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트영역을 상기 조명영역과 공역인 노광영역에 위치시킬 수 있도록, 주사방향에 직교하는 비주사방향 (X 축방향) 으로도 이동 가능하게 구성되어 있고, 웨이퍼 (W) 상의 각 쇼트영역을 주사 (스캔) 노광하는 동작과, 다음 쇼트의 노광을 위한 가속 개시위치 (주사 개시위치) 까지 이동하는 동작 (쇼트영역간 이동동작) 을 반복하는 스텝 앤드 스캔 동작을 행한다.
- [0063] 웨이퍼 테이블 (30) 의 XY 평면내에서의 위치 (Z 축 주위의 회전 (θ_z 회전) 을 포함) 는, 그 웨이퍼 테이블 (30) 의 상면에 형성된 이동거울 (17) 을 개재하여, 웨이퍼 레이저 간섭계 (이하, 「웨이퍼 간섭계」라 한다)(18) 에 의해, 예를 들어 0.5~1mm 정도의 분해능으로 상시 검출되고 있다. 전술과 같이, 웨이퍼 테이블 (30) 상에는, 웨이퍼 (W) 가 웨이퍼 홀더 (70) 를 개재하여 흡착되어 고정되어 있다. 따라서, 웨이퍼 테이블 (30) 에 변형이 생기거나 하지 않는 한, 이동거울 (17) 과 웨이퍼 (W) 의 위치관계는 일정한 관계에 유지되고 있으므로, 이동거울 (17) 을 개재하여 웨이퍼 테이블 (30) 의 위치를 계측하는 것은, 이동거울 (17) 을 개재하여 웨이퍼 (W) 의 위치를 간접적으로 계측하는 것이 된다. 즉, 이동거울 (17) 의 반사면은, 웨이퍼 (W) 의 위치를 계측하는 기준으로도 되어 있고, 이동거울 (17) 은, 웨이퍼 (W) 의 위치를 계측하기 위한 기준 부재

가 되어 있다.

[0064] 여기서, 실제로는, 웨이퍼 테이블 (30) 상에는, 예를 들어 도 2 에 나타나는 바와 같이, 주사방향 (Y 축방향) 에 직교하는 반사면을 갖는 Y 이동거울 (17Y) 과 비주사방향 (X 축방향) 에 직교하는 반사면을 갖는 X 이동거울 (17X) 이 형성되고, 이것에 대응하여 웨이퍼 간섭계도 X 이동거울 (17X) 에 수직으로 간섭계 빔을 조사하는 X 간섭계와, Y 이동거울 (17Y) 에 수직으로 간섭계 빔을 조사하는 Y 간섭계가 형성되어 있는데, 도 1 에서는 이들이 대표적으로 이동거울 (17), 웨이퍼 간섭계 (18) 로서 나타나 있다. 또한, 웨이퍼 간섭계 (18) 의 X 간섭계 및 Y 간섭계는, 모두 측정축을 복수 갖는 다축 간섭계이고, 이들 간섭계에 의해, 웨이퍼 스테이지 (WST) (보다 정확하게는, 웨이퍼 테이블 (30)) 의 X, Y 위치 및 요잉 (yawing) (Z 축 주위의 회전인 θ_z 회전) 은 물론, 피칭 (X 축 주위의 회전인 θ_x 회전), 롤링 (Y 축 주위의 회전인 θ_y 회전) 을 계측하는 것도 가능하다. 또한, 예를 들어, 웨이퍼 테이블 (30) 단면을 경면 가공하여 반사면 (이동거울 (17X, 17Y) 의 반사면에 상당) 을 형성해도 된다. 또한, 다축 간섭계는 45° 기울어 웨이퍼 테이블 (30) 에 설치되는 반사면을 개재하여, 투영광학계 (PL) 가 탑재되는 가대 (도시하지 않음) 에 설치되는 반사면에 레이저 빔을 조사하여, 투영광학계 (PL) 의 광축방향 (Z 축방향) 에 관한 상대위치정보를 검출하도록 해도 된다.

[0065] 웨이퍼 간섭계 (18) 의 계측치는, 스테이지 제어장치 (19) 에 보내지고 있다. 스테이지 제어장치 (19) 에서는, 웨이퍼 간섭계 (18) 의 계측치에 기초하여, 웨이퍼 테이블 (30) 의 X, Y 위치, 및 θ_z 회전을 산출한다. 또한, 웨이퍼 간섭계 (18) 의 출력에 기초하여 웨이퍼 테이블 (30) 의 θ_x 회전, θ_y 회전이 산출 가능한 경우에는, 그것들의 회전에 의해 생기는 웨이퍼 테이블 (30) 의 XY 면내의 위치 오차를 보정한 웨이퍼 테이블 (30) 의 X, Y 위치를 산출한다. 그리고, 스테이지 제어장치 (19) 에서 산출된 웨이퍼 테이블 (30) 의 X, Y 위치, 및 θ_z 회전의 정보가, 주제어장치 (20) 에 공급되고 있다. 스테이지 제어장치 (19) 에서는, 주제어장치 (20) 의 지시에 따라, 웨이퍼 테이블 (30) 의 상기 위치정보에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 개재하여 웨이퍼 테이블을 제어한다.

[0066] 또한, 본 실시형태의 스테이지 제어장치 (19) 의 내부에는, 웨이퍼 스테이지 제어계 (이것에 관해서는 후에 상세히 서술한다) 와 레티클 스테이지 제어계 (도시하지 않음) 가 구축되어 있다.

[0067] 다음으로, 액체 배급 유닛 (32) 에 관해, 도 3 및 도 4 에 기초하여 설명한다. 도 3 에는, 액체 배급 유닛 (32) 이, 경통 (40) 의 하단부 및 배관계와 함께 단면도로 나타나 있다. 또한, 도 4 에는, 도 3 의 B-B 선 단면도가 나타나 있다.

[0068] 도 3 에 나타나는 바와 같이, 투영 유닛 (PU) 의 경통 (40) 의 이미지면측의 단부 (하단부) 에는 다른 부분에 비하여 직경이 작은 소직경부 (40a) 가 형성되어 있고, 이 소직경부 (40a) 의 선단이 하방으로 감에 따라 그 직경이 작아지는 테이퍼부 (40b) 로 되어 있다. 이 경우, 소직경부 (40a) 의 내부에 투영광학계 (PL) 를 구성하는 이미지면측에 가장 가까운 렌즈 (42) 가 유지되어 있다. 이 렌즈 (42) 는, 그 하면이 광축 (AX) 에 직교하는 XY 면에 평행으로 되어 있다.

[0069] 상기 액체 배급 유닛 (32) 은, 정면 (및 측면) 에서 보아 원통형 형상을 갖고 있고, 그 중앙부에는, 도 4 에 나타나는 바와 같이, 경통 (40) 의 소직경부 (40a) 를 상방 (+Z 방향) 으로부터 하방 (-Z 방향) 으로 삽입 가능한 개구 (32a) 가 상하방향으로 형성되어 있다. 이 개구 (32a) 는, X 축방향 일측과 타측의 일부에 다른 부분에 비하여 그 직경이 큰 원호 형상부 (33a, 33b) 가 형성된 전체로서 개략 원형인 개구이다 (도 4 참조). 이 개구 (32a) 의 원호 형상부 (33a, 33b) 의 내벽면은, 도 3 에 나타나는 바와 같이, 상단부에서 하단부 근방까지는 대략 일정한 직경을 갖고 있고, 그것보다 아래 부분에서는 하방으로 감에 따라 그 직경이 작아지는 테이퍼 형상이 되어 있다. 이 결과, 액체 배급 유닛 (32) 의 개구 (32a) 의 원호 형상부 (33a, 33b) 의 내벽면의 각각과 경통 (40) 의 소직경부 (40a) 의 테이퍼부 (40b) 의 외면 사이에, 위에서 보아 약간 말단이 넓은 (아래에서 보아 약간 선단이 가는) 액체공급구가 각각 형성되어 있다. 이하의 설명에서는, 이들 액체공급구를, 원호 형상부 (33a, 33b) 와 동일한 부호를 사용하여, 적절히 「액체공급구 (33a), 액체공급구 (33b)」라 기술하는 것으로 한다.

[0070] 상기 원호 형상부 (33a, 33b) 각각의 내벽면과 경통 (40) 의 소직경부 (40a) 사이에는, 도 3 및 도 4 로부터 알 수 있는 바와 같이, 평면에서 보아 (상방 또는 하방에서 보아) 원호 형상의 공급이 각각 형성되어 있다. 이들 공급내에, 대략 등간격으로 복수개의 공급관 (52) 의 일단부가 상하방향으로 삽입되고, 각 공급관 (52) 의 일단측의 개구단은, 액체공급구 (33a) 또는 액체공급구 (33b) 를 향하고 있다.

[0071] 상기 각 공급관 (52) 의 타단은, 밸브 (62b) 를 각각 개재하여, 액체공급장치 (74) 에 그 일단이 접속된 공급관

로 (66) 의 타단에 각각 접속되어 있다. 액체공급장치 (74) 는, 액체의 탱크, 가압펌프, 온도 제어장치 등을 포함하여 구성되고, 주제어장치 (20) 에 의해 제어된다. 이 경우, 대응하는 밸브 (62b) 가 개방상태일 때, 액체공급장치 (74) 가 작동되면, 예를 들어 노광장치 (100) (의 본체) 가 수납되어 있는 챔버 (도시하지 않음) 내의 온도와 동일한 정도의 온도로 온도 제어장치에 의해 온도조절된 액침용의 소정 액체가, 각 공급관 (52) 및 액체공급구 (33a, 33b) 를 개재하여, 액체 배급 유닛 (32) 및 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 표면 사이의 공극내에 공급된다. 도 5 에는, 이렇게 하여, 액체가 공급된 상태가 나타나 있다.

[0072] 또한, 이하에서는, 각 공급관 (52) 에 형성된 밸브 (62b) 를 모아, 밸브군 (62b) 이라고도 기술한다 (도 7 참조).

[0073] 또한, 액체를 공급하기 위한 탱크, 가압 펌프, 온도 제어장치, 밸브 등은, 그 모두를 노광장치 (100) 에서 구비하고 있을 필요는 없고, 적어도 일부를 노광장치 (100) 가 설치되는 공장 등의 설비로 대체할 수도 있다.

[0074] 상기의 액체로는, 여기서는, ArF 엑시머 레이저광 (파장 193.3nm 의 광) 이 투과하는 초순수 (超純水; 이하, 특별히 필요한 경우를 제외하고, 단지 「물」 이라 기술한다) 를 사용하는 것으로 한다. 초순수는, 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있음과 함께, 웨이퍼 상의 포토레지스트나 광학렌즈 등에 대한 악영향이 없다는 이점이 있다. 또한, 초순수는 환경에 대한 악영향이 없음과 함께, 불순물의 함유량이 매우 낮기 때문에, 웨이퍼의 표면 및 렌즈 (42) 의 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다.

[0075] ArF 엑시머 레이저광에 대한 물의 굴절률 n 은 대략 1.47 이다. 이 물 중에서는, 조명광 (IL) 의 파장은 $193\text{nm} \times 1/n \approx 131\text{nm}$ 로 단파장화된다.

[0076] 액체 배급 유닛 (32) 의 하단면에는, 상기 원호 형상부 (33a, 33b) 각각의 외측에, 하방에서 보아 대략 반원호 형상의 소정 깊이의 오목부 (32b₁, 32b₂) 가 각각 형성되어 있다. 이들 오목부 (32b₁, 32b₂) 의 하단부 근방은, 위에서 보아 말단이 넓은 (아래에서 보아 선단이 좁은) 단면 형상으로 각각 형성되어, 액체회수구가 되어 있다. 이하의 설명에서는, 적절히, 이들 액체회수구를, 오목부 (32b₁, 32b₂) 와 동일한 부호를 사용하여 「액체회수구 (32b₁), 액체회수구 (32b₂)」 라고 기술하는 것으로 한다.

[0077] 액체 배급 유닛 (32) 의 오목부 (32b₁, 32b₂) 내부의 바닥면 (상면) 에는, 상하방향의 관통구멍이 소정 간격으로 형성되고, 각 관통구멍에 회수관 (58) 의 일단이 각각 삽입되어 있다. 각 회수관 (58) 의 타단은, 밸브 (62a) 를 각각 개재하여, 액체회수장치 (72) 에 그 일단이 접속된 회수관로 (64) 의 타단에 각각 접속되어 있다. 액체회수장치 (72) 는, 액체의 탱크 및 흡인펌프 등을 포함하여 구성되고, 주제어장치 (20) 에 의해 제어된다. 이 경우, 대응하는 밸브 (62a) 가 개방상태일 때, 전술한 액체 배급 유닛 (32) 및 렌즈 (42) 와 웨이퍼 (W) 표면 사이의 공극내의 물이 액체회수구 (32b₁, 32b₂) 및 각 회수관 (58) 을 개재하여 액체회수장치 (72) 에 의해 회수된다. 또한, 이하에서는, 각 회수관 (58) 에 형성된 밸브 (62a) 를 모아, 밸브군 (62a) 라고도 기술하는 것으로 한다 (도 7 참조).

[0078] 또한, 액체를 회수하기 위한 탱크, 흡인펌프, 밸브 등은, 그 모두를 노광장치 (100) 에서 구비하고 있을 필요는 없고, 적어도 일부를 노광장치 (100) 가 설치되는 공장 등의 설비로 대체할 수도 있다.

[0079] 또한, 상기 각 밸브로는, 개폐 외, 그 개방도의 조정이 가능한 조정밸브 (예를 들어 유량 제어밸브) 등이 사용되고 있다. 이들 밸브는, 주제어장치 (20) 에 의해 제어된다 (도 7 참조).

[0080] 또한, 액체 배급 유닛 (32) 은, 스크류 (도시하지 않음) 에 의해, 경통 (40) 의 바닥부에 고정되어 있다. 그리고, 이 경통 (40) 에 장착된 상태에서는, 액체 배급 유닛 (32) 은, 도 3 으로부터도 알 수 있는 바와 같이, 그 하단면이 렌즈 (42) 의 하면 (경통 (40) 의 최하단면) 과 동일 면으로 되어 있다. 단, 이에 한하지 않고, 액체 배급 유닛 (32) 은, 그 하단면이 렌즈 (42) 의 하면보다 높게 설정되어 있어도 되고, 낮게 설정되어 있어도 된다.

[0081] 본 실시형태의 노광장치 (100) 에서는, 또한, 웨이퍼 (W) 의 이른바 오토 포커스, 오토 레벨링을 위한, 초점위치 검출계가 형성되어 있다. 이하, 이 초점위치 검출계에 관해 도 6 에 기초하여 설명한다.

[0082] 도 6 에 있어서, 렌즈 (42) 와 경통 (40) 의 테이퍼부 (40b) 사이에는 렌즈 (42) 와 동일 소재로 이루어지고, 이 렌즈에 밀착된 한 쌍의 프리즘 (44A, 44B) 이 형성되어 있다.

[0083] 또한, 경통 (40) 의 소직경부 (40a) 를 제외한 대직경부 (40c) 의 하단의 근방에는, 경통 (40) 의 내부와 외부

를 연통하는 수평방향으로 연장되는 한 쌍의 관통구멍 (40d, 40e) 이 형성되어 있다. 이들 관통구멍 (40d, 40e) 각각의 안쪽 (전술한 공극측) 의 단부에는, 직각 프리즘 (46A, 46B) 이 각각 배치되어, 경통 (40) 에 고정되어 있다.

[0084] 경통 (40) 외부에는, 일방의 관통구멍 (40d) 에 대향하여, 조사계 (90a) 가 배치되어 있다. 또한, 경통 (40) 외부에는, 타방의 관통구멍 (40e) 에 대향하여, 조사계 (90a) 와 함께 초점위치 검출계를 구성하는 수광계 (90b) 가 배치되어 있다. 조사계 (90a) 는, 도 1 의 주제어장치 (20) 에 의해 온오프가 제어되는 광원을 갖고, 투영광학계 (PL) 의 결상면을 향하여 다수의 핀 홀 또는 슬릿의 이미지를 형성하기 위한 광속을 수평방향으로 사출한다. 이 사출된 광속은, 직각 프리즘 (46A) 에 의해 연직 하방을 향하여 반사되어, 전술한 프리즘 (44A) 에 의해 웨이퍼 (W) 표면에 광축 (AX) 에 대하여 경사방향으로부터 조사된다. 한편, 웨이퍼 (W) 표면에서 반사된 이들 광속의 반사광속은, 전술한 프리즘 (44B) 에서 연직 상방을 향하여 반사되고, 다시 직각 프리즘 (46B) 에서 수평방향을 향하여 반사되어, 수광계 (90b) 에 의해 수광된다. 이와 같이, 본 실시형태에서는, 조사계 (90a), 수광계 (90b), 프리즘 (44A, 44B) 및 직각 프리즘 (46A, 46B) 를 포함하여, 예를 들어 일본 공개특허공보 평6-283403호 및 이것에 대응하는 미국특허 제5,448,332호 등에 개시되는 것과 동일한 사입사 (斜入射) 방식의 다점초점 위치 검출계로 이루어지는 초점위치 검출계가 구성되어 있다. 이하에서는, 이 초점위치 검출계를 초점위치 검출계 (90a, 90b) 라 기술하는 것으로 한다. 본 국제출원에서 지정한 지정국 (또는 선택한 선택국) 의 국내법령이 허용하는 한, 상기 공보 및 대응하는 미국특허에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0085] 초점위치 검출계 (90a, 90b) 의 수광계 (90b) 의 출력인 초점 어긋남 신호 (디포커스 신호) 는 스테이지 제어장치 (19) 에 공급되어 있다 (도 7 참조). 스테이지 제어장치 (19) 는, 주사노광시 등에, 수광계 (90b) 로부터의 초점 어긋남 신호 (디포커스 신호), 예를 들어 S 커브 신호에 기초하여 웨이퍼 (W) 표면의 Z 위치 및 θ_x , θ_y 회전을 산출하여, 그 산출결과를 주제어장치 (20) 에 보낸다. 또한, 스테이지 제어장치 (19) 는, 산출한 웨이퍼 (W) 표면의 Z 위치 및 θ_x , θ_y 회전이 그것들의 목표치에 대한 차가 0 이 되도록, 즉 초점 어긋남이 0 이 되도록, 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 개재하여 웨이퍼 테이블 (30) 의 Z 축방향으로의 이동, 및 2차원 방향의 경사 (즉, θ_x , θ_y 방향의 회전) 를 제어함으로써, 조명광 (IL) 의 조사영역 (전술한 조명영역에 대하여 광학적으로 공액관계에 있는 영역 (노광량역)) 내에서 투영광학계 (PL) 의 결상면과 웨이퍼 (W) 의 표면을 실질적으로 합치시키는 오토 포커스 (자동 초점 정합) 및 오토 레벨링을 실행한다. 또한, 초점위치 검출계 (90a, 90b) 는, 예를 들어 일본 특허출원 제2003-367041호에서 제안되어 있는 바와 같이, 액체 배급 유닛 (32) 의 일부를 광원으로부터의 광에 대하여 투명한 유리로 하여, 이 유리를 이용하여 전술한 검출을 하는 것이어도 된다.

[0086] 또한, 웨이퍼 테이블 (30) 의 X, Y, Z 위치에 관해서는, 웨이퍼 테이블 (30) 상으로의 물의 공급에 기인하는 웨이퍼 (W) 나 기준 마크의 위치 어긋남, 또는 제어 지연 등에 의한 영향이 최대한 억제되도록, 피드 포워드 제어에 의한 추력 지령치의 보정이 행해지고 있다. 이것에 관해서는 후술한다.

[0087] 도 7 에는, 노광장치 (100) 의 제어계의 구성이 일부 생략되어 블록도로 나타나 있다. 이 제어계는, 워크스테이션 (또는 마이크로 컴퓨터) 등으로 이루어지는 주제어장치 (20) 및 이 배하 (配下) 에 있는 스테이지 제어장치 (19) 등을 중심으로 구성되어 있다.

[0088] 도 8 에는, 스테이지 제어장치 (19) 의 내부에 구축된 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 의 블록도가, 제어 대상인 웨이퍼 스테이지계 (56) 와 함께 나타나 있다. 이 도 8 에 나타나는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 는, 목표치 출력부 (28), 감산기 (29), 제어부 (36), 보정치 생성부 (38), 가산기 (39) 및 연산부 (54) 등을 포함하여 구성되어 있다.

[0089] 상기 목표치 출력부 (28) 는, 주제어장치 (20) 로부터의 지시에 따라, 웨이퍼 테이블 (30) 에 대한 위치 지령 프로파일을 작성하여, 그 프로파일에 있어서의 단위시간당 위치 지령, 즉 웨이퍼 테이블 (30) 의 X, Y, Z, θ_x , θ_y , θ_z 의 6자유도방향의 위치의 목표치 T_{gt} ($= (X, Y, 0, 0, 0, 0)$) 를 생성하고, 감산기 (29) 및 보정치 생성부 (38) 에 대하여 각각 출력한다.

[0090] 감산기 (29) 는, 각 자유도방향에 관한 상기 목표치 T_{gt} 와 웨이퍼 테이블 (30) 의 각 자유도방향의 실측치 (관측치 $o=(x, y, z, \theta_x, \theta_y, \theta_z)$) 와의 차인 위치편차 $\Delta=(\Delta_x=X-x, \Delta_y=Y-y, \Delta_z=0-z, \Delta_{\theta_x}=0-\theta_x, \Delta_{\theta_y}=0-\theta_y, \Delta_{\theta_z}=0-\theta_z)$ 를 연산하는 것이다.

- [0091] 제어부 (36) 는, 감산기 (29) 로부터 출력되는 위치편차 (Δ) 를 입력으로 하여 예를 들어 (비례+적분) 제어동작을 각 자유도방향에 관해서 개별적으로 실시하여, 웨이퍼 스테이지계 (56) 에 대한 각 자유도방향의 추력의 지령치 $P(=(P_x, P_y, P_z, P\theta_x, P\theta_y, P\theta_z))$ 를 조작량으로서 생성하는 PI 컨트롤러 등을 포함하여 구성되어 있다.
- [0092] 가산기 (39) 는, 제어부 (36) 로부터의 추력의 지령치 (P) 와, 후술하는 보정치 생성부 (38) 의 출력인 추력의 보정치 $-E(=(-E_x, -E_y, -E_z, 0, 0, 0))$ 를 각 자유도방향마다 가산하고, 보정 후의 추력 지령 $P+(-E)=(P_x-E_x, P_y-E_y, P_z-E_z, P\theta_x, P\theta_y, P\theta_z)$ 를 웨이퍼 스테이지계 (56) 에 대하여 출력한다.
- [0093] 웨이퍼 스테이지계 (56) 는, 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 의 제어 대상에 상당하는 계로서, 가산기 (39) 로부터 출력되는 추력 지령을 입력하고, 웨이퍼 테이블 (30) 의 위치정보를 출력하는 계이다. 즉, 이 웨이퍼 스테이지계 (56) 는, 가산기 (39) 로부터 출력되는 추력 지령이 부여되는 상기 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 와, 이 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 에 의해 6자유도방향으로 구동되는 웨이퍼 테이블 (30) 과, 이 웨이퍼 테이블 (30) 의 위치를 계측하는 위치계측계, 즉 웨이퍼 간섭계 (18) 및 초점위치 검출계 (90a, 90b) 가 실질적으로 이것에 상당한다.
- [0094] 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 는, 추력 지령 $P+(-E)$ 이 부여되면, 이것을 각 액츄에이터에 대한 조작량으로 변환하는 변환부를 포함하여 구성되어 있다.
- [0095] 상기 연산부 (54) 는, 위치계측계의 출력인 웨이퍼 간섭계 (18) 의 계측치에 기초하여 웨이퍼 테이블 (30) 의 X 축, Y 축 및 θ_z 방향의 위치정보를 산출함과 함께, 동일하게 위치계측계의 출력인 초점위치 검출계 (90a, 90b) 의 출력에 기초하여 웨이퍼 테이블 (30) 의 Z 축, θ_x 및 θ_y 방향의 위치정보를 산출한다. 이 연산부 (54) 에서 산출되는 웨이퍼 테이블 (30) 의 6자유도방향의 위치정보가, 주제어장치 (20) 에 공급되고 있다. 또한, 후술하는 주사노광시에는, 이 연산부 (54) 에서 산출되는 웨이퍼 테이블 (30) 의 X, Y 면내의 위치정보가 도시하지 않는 동기위치 연산부에 입력되고, 이 동기위치 연산부에 의해 도시하지 않은 레티클 스테이지 제어계에 대하여, 위치의 목표치가 부여되도록 되어 있다.
- [0096] 상기 보정치 생성부 (38) 에는, 목표치 출력부 (28) 로부터의 위치의 목표치 T_{gt} 외, 주제어장치 (20) 로부터, 설정조건인 유량 (Q), 접촉각 (θ) 의 값이 입력되어 있다. 그리고, 이 보정치 생성부 (38) 는, 다음 식 (3), (4), (5) 에 기초하여서, X 방향 오차 (E_x'), Y 방향 오차 (E_y'), Z 방향 오차 (E_z') 를 각각 산출하고, 그 산출결과를 소정의 변환연산에 의해 추력의 보정값 ($-E_x, -E_y, -E_z$) 으로 변환하여, 가산기 (39) 에 대하여 피드 포워드 입력한다.
- [0097] $E_x'=f(X, Y, V_x, V_y, Q, \theta)$ --- (3)
- [0098] $E_y'=g(X, Y, V_x, V_y, Q, \theta)$ --- (4)
- [0099] $E_z'=h(X, Y, V_x, V_y, Q, \theta)$ --- (5)
- [0100] 상기 식 (3), (4), (5) 중의 파라미터 X, Y 는, 목표치 출력부 (28) 로부터의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치의 지령치, 파라미터 V_x, V_y 는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 이동속도 (이것은, i번째의 위치의 지령치 X_i, Y_i 와 (i+1) 번째의 위치의 지령치 X_{i+1}, Y_{i+1} 의 차와, 샘플링 간격 Δt 에 기초하여 산출된다), 파라미터 Q 는, 공급되는 물의 유량, 파라미터 θ 는, 물의 웨이퍼 (웨이퍼 상의 레지스트 또는 그 코팅층) 에 대한 접촉각 (contact angle) 이다.
- [0101] 여기서, 상기 식 (3), (4), (5) 에, 파라미터 X, Y 가 포함되어 있는 것은, 물의 공급에 수반하여 그 압력 및 표면 장력 등의 힘이 웨이퍼 (W), 웨이퍼 테이블 (30) 등에 작용하는데, 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 스테이지 좌표계 상에 있어서의 위치가 다르면, 상기 힘에 기인하는 웨이퍼 테이블 (30) 표면의 형상 변화가 달라지기 때문이다.
- [0102] 또한, 파라미터 V_x, V_y 가 포함되어 있는 것은, 다음과 같은 이유이다. 즉, 웨이퍼 테이블 (30) 이 XY 면내의 소정 방향으로 이동할 때에는, 그 이동방향 및 이동속도에 따른 물의 흐름이 생긴다. 이 흐름은, 비압축성 점성 유체이고, 또한 뉴턴의 점성의 법칙이 성립하는 뉴턴 유체인 물이, 웨이퍼 표면과 렌즈 (42) 하면의 상대 변위에 따라 전단력을 받는 것에 기인하여 생기는, 층류 쿠티트 (Couette) 흐름이 된다. 즉, 웨이퍼 테

이들 (30) 의 이동속도가, 물의 유속, 나아가서는 물의 압력을 결정하는 파라미터의 하나로 되어 있다.

[0103] 또한, 파라미터 Q 가 포함되어 있는 것은, 공급되는 물의 유량이 물의 압력을 결정하는 파라미터의 하나이기 때문이다.

[0104] 또한, 파라미터 θ (접촉각 θ) 가 포함되어 있는 것은, 다음과 같은 이유에 의한다.

[0105] 고체 (예를 들어 웨이퍼) 와 액체 (예를 들어 물) 의 접촉에 있어서, 고체의 표면 장력 (표면 에너지) 을 γ_s , 고액 계면 장력 (고액 2상 (相) 간의 계면 에너지) 을 γ_{SL} , 액체의 표면 장력 (표면 에너지) 를 γ_L 로 하였을 때, 접촉각 θ 는, 다음 식 (6) 의 영의 식 (Young's equation) 으로 표시된다.

[0106]
$$\gamma_L \cos \theta = (\gamma_s - \gamma_{SL}) \quad \text{---(6)}$$

[0107] 이와 같이, 웨이퍼 테이블 및 웨이퍼에 작용하는 힘의 일부인 물의 표면 장력 γ_L 과 접촉각 θ 사이에는, 소정의 관계가 있기 때문에, 표면 장력에 영향을 주는 파라미터로서 접촉각을 포함하고 있다. 접촉각은 예를 들어 육안이나 화상 계측에 의해 구할 수 있다.

[0108] 본 실시형태에서는, 상기 식 (3), (4), (5) 는, 노광장치 (100) 를 사용하여 실제로 행한 계측용 노광 (테스트 노광) 의 결과에 기초하여, 미리 정해져 있다. 이하, 이것에 관해서 설명한다.

[0109] 전제로서, 레티클 스테이지 (RST) 상에는 계측용 레티클 (이하, 편의상 「계측용 레티클 (R_T)」 이라 기술한다) 이 로드되어 있는 것으로 한다. 또한, 웨이퍼 스테이지 (WST) 는, 웨이퍼 교환 위치에 있고, 웨이퍼 홀더 (70) 상에 계측용 웨이퍼 (이하, 편의상 「계측용 웨이퍼 (W_T)」 라고 기술한다) 가 로드되어 있는 것으로 한다.

[0110] 여기서, 계측용 레티클 (R_T) 로는, 예를 들어 직사각형 유리기관의 일면 (패턴면) 에 패턴영역이 형성되고, 그 패턴영역내에, 복수의 계측 마크가, 소정의 간격으로, 매트릭스 형상으로 배치된 것이 사용된다. 또한, 이 계측용 레티클 (R_T) 에는, 복수 쌍의 레티클 얼라인먼트 마크가 형성되어 있다. 계측용 레티클 (R_T) 상에는, 패턴영역의 중심과의 위치관계가 기지인 웨이퍼 마크 (얼라인먼트 마크) 도 배치되어 있다. 이 웨이퍼 마크는, 계측용 웨이퍼 (W_T) 의 제조의 과정에서 행해지는 주사노광시에, 계측 마크와 함께 웨이퍼 상에 전사된다.

[0111] 또한, 상기 계측용 웨이퍼 (W_T) 로서, 디바이스 제조라인을 구성하는 고정밀도의 투영노광장치 (액침법을 채용하지 않은 노광장치가 바람직하다) 에 의해 상기 계측용 레티클 (R_T) 의 패턴이 복수의 쇼트영역에 전사되어, 각 쇼트영역에 복수의 계측 마크의 이미지 (예를 들어 레지스트 이미지 또는 에칭 이미지) 가 형성된 웨이퍼가 사용된다. 이 계측용 웨이퍼 (W_T) 의 각 쇼트영역에는, 얼라인먼트 마크 (웨이퍼 마크) 가 각각 부설되어 있다. 또한, 이 계측용 웨이퍼 (W_T) 의 표면에는, 도시하지 않은 코터/디벨롭퍼 (C/D) 에 의해, 포토레지스트가 도포되어 있다. 또한, 이 계측용 웨이퍼 (W_T) 가, 전술한 식 (3), (4), (5) 의 함수를 작성하기 위한 시료가 되고, 이미 형성되어 있는 계측 마크의 이미지가, 그것들의 함수를 작성하기 위해 계측되는 위치 어긋남 양의 기준이 된다.

[0112] 또한, 이미 형성되어 있는 웨이퍼 (W_T) 의 각 계측 마크의 이미지의 설계상의 형성위치로부터의 위치 어긋남 양 (dx , dy) 은, 미리 구해져 있고, 도시하지 않은 메모리에 저장되어 있는 것으로 한다.

[0113] 다음으로, 통상의 스캐닝/스테퍼와 동일한 순서로, 레티클 얼라인먼트가 행하여진다. 단, 본 실시형태의 노광장치 (100) 에서는, 조명광 (IL) 이 레티클 얼라인먼트용 검출광으로서 사용되기 때문에, 투영광학계 (PL) 의 이미지면 측단에 위치하는 렌즈 (42) 와 기준 마크판 (FM) 사이에 물이 공급된 상태로, 레티클 얼라인먼트가 행하여진다.

[0114] 즉, 주제어장치 (20) 의 지시에 기초하여, 스테이지 제어장치 (19) 가, 레티클 간섭계 (16) 의 계측치에 기초하여, 레티클 스테이지 구동부 (11) 를 개재하여, 조명계 (10) 에 의한 조명광의 조사영역의 대략 중심이 계측용 레티클 (R_T) 의 대략 중심에 일치하도록 레티클 스테이지 (RST) 를 이동시킴과 함께, 웨이퍼 간섭계 (18) 의 계측치에 기초하여 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 개재하여, 그 계측용 레티클 (R_T) 의 패턴의 투영광학계 (PL) 에 의한 투영위치에 기준 마크판 (FM) 이 위치하는 위치 (이하 「소정의 기준위치」 라고 부른다) 에 웨이퍼 테이블 (30) 을 이동시킨다.

- [0115] 다음으로, 주제어장치 (20) 가, 액체공급장치 (74) 의 작동을 개시함과 함께, 밸브군 (62b) 의 각 밸브를 소정 개방도로 연다. 이것에 의해, 모든 공급관 (52) 으로부터 액체 배급 유닛 (32) 의 액체공급구 (33a, 33b) 를 개재하여 급수가 개시되고, 소정 시간 경과후, 렌즈 (42) 와 기준 마크판 (FM) 표면 사이의 공극이 공급된 물로 채워지게 된다. 이어서, 주제어장치 (20) 는, 밸브군 (62a) 의 각 밸브를 소정의 개방도로 열어, 렌즈 (42) 하방으로부터 외측으로 흘러나간 물을, 액체회수구 (32b₁, 32b₂) 및 각 회수관 (58) 을 개재하여 액체회수장치 (72) 로 회수한다. 도 5 에는, 이때의 상태가 나타나 있다.
- [0116] 주제어장치 (20) 는, 레티클 얼라인먼트가 행해지는 동안, 단위시간 당 공급되는 물의 유량과 회수되는 물의 유량이 대략 동일해지도록, 밸브군 (62b) 의 각 밸브 및 밸브군 (62a) 의 각 밸브의 개방도를 조정한다. 따라서, 렌즈 (42) 와 기준 마크판 (FM) 사이의 공극에는, 일정량의 물이 항상 유지된다. 또한, 이 경우, 렌즈 (42) 와 기준 마크판 (FM) 사이의 공극은 최대라도 1mm 정도로 되어 있기 때문에, 물은 그 표면 장력에 의해 액체 배급 유닛 (32) 과 기준 마크판 (FM) 사이에 유지되어, 액체 배급 유닛 (32) 의 외측에는 거의 누출되지 않도록 되어 있다.
- [0117] 전술한 바와 같이, 급수가 개시되고, 소정 시간 경과 후, 렌즈 (42) 와 기준 마크판 (FM) 표면 사이의 공극이 공급된 물로 채워지게 되면, 주제어장치 (20) 는, 기준 마크판 (FM) 상의 한 쌍의 제 1 기준 마크와, 그 제 1 기준 마크에 대응하는 계측용 레티클 (R_T) 상의 한 쌍의 레티클 얼라인먼트 마크의 상대위치를 전술한 한 쌍의 레티클 얼라인먼트 검출계 (12) 를 사용하여 검출한다. 그리고, 주제어장치 (20) 에서는, 레티클 얼라인먼트 검출계 (12) 의 검출결과와, 스테이지 제어장치 (19) 를 개재하여 얻어지는 그 검출시의 레티클 스테이지 (RST) 의 XY 면내의 위치정보 및 웨이퍼 테이블 (30) 의 XY 면내의 위치정보를 메모리에 기억한다. 이어서, 주제어장치 (20) 에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST) 및 레티클 스테이지 (RST) 를, 각각 소정 거리만큼 Y 축 방향을 따라 서로 역방향으로 이동하여, 기준 마크판 (FM) 상의 별도의 한 쌍의 제 1 기준 마크와, 그 제 1 기준 마크에 대응하는 계측용 레티클 (R_T) 상의 별도의 한 쌍의 레티클 얼라인먼트 마크의 상대위치를 전술한 한 쌍의 레티클 얼라인먼트 검출계 (12) 를 사용하여 검출한다. 그리고, 주제어장치 (20) 에서는, 레티클 얼라인먼트 검출계 (12) 의 검출결과와, 스테이지 제어장치 (19) 를 개재하여 얻어지는 그 검출시의 레티클 스테이지 (RST) 의 XY 면내의 위치정보 및 웨이퍼 테이블 (30) 의 XY 면내의 위치정보를 메모리에 기억한다. 또한, 계속해서 상기와 동일하게 하여, 기준 마크판 (FM) 상의 또 다른 별도의 한 쌍의 제 1 기준 마크와, 그 제 1 기준 마크에 대응하는 레티클 얼라인먼트 마크의 상대위치관계를 추가로 계측해도 된다.
- [0118] 그리고, 주제어장치 (20) 에서는, 이렇게 하여 얻어진 적어도 2쌍의 제 1 기준 마크와 대응하는 레티클 얼라인먼트 마크의 상대위치관계의 정보와, 각각의 계측시의 레티클 스테이지 (RST) 의 XY 면내의 위치정보 및 웨이퍼 테이블 (30) 의 XY 면내의 위치정보를 사용하여, 레티클 간섭계 (16) 의 측장축에 의해 규정되는 레티클 스테이지 좌표계와 웨이퍼 간섭계 (18) 의 측장축에 의해 규정되는 웨이퍼 스테이지 좌표계의 상대위치관계를 구한다. 이것에 의해, 레티클 얼라인먼트가 종료한다. 후술하는 주사노광에서는, 웨이퍼 스테이지 좌표계의 Y 축 방향으로 레티클 스테이지 (RST) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 동기주사함으로써 주사노광을 행하는데, 그때에는, 이 레티클 스테이지 좌표계와 웨이퍼 스테이지 좌표계의 상대위치관계에 기초하여, 레티클 스테이지 (RST) 의 주사가 행해지게 된다.
- [0119] 이렇게 하여, 레티클 얼라인먼트가 종료하면, 얼라인먼트계 (AS) 의 베이스 라인 계측이 행해지는데, 본 실시형태에서는, 이것에 앞서, 주제어장치 (20) 는, 기준 마크판 (FM) 이 투영 유닛 (PU) 의 바로 아래에 있는 상태에서, 밸브군 (62b) 의 각 밸브를 닫아 물의 공급을 정지한다. 이 때, 밸브군 (62a) 의 각 밸브는 열린 상태이다. 따라서, 액체회수장치 (72) 에 의해 물의 회수는 계속 진행되고 있다. 그리고, 액체회수장치 (72) 에 의해 기준 마크판 (FM) 상의 물이 대략 완전히 회수되면, 주제어장치 (20) 는, 웨이퍼 테이블 (30) 을 전술한 소정의 기준위치로 되돌리고, 그 위치로부터 소정 량, 예를 들어 베이스 라인의 설계치만큼 XY 면내에서 이동하여 얼라인먼트계 (AS) 를 사용하여 기준 마크판 (FM) 상의 제 2 기준 마크를 검출한다. 주제어장치 (20) 에서는, 이 때 얻어지는 얼라인먼트계 (AS) 의 검출중심과 제 2 기준 마크의 상대위치관계의 정보 및 앞서 웨이퍼 테이블 (30) 이 기준위치에 위치 결정되었을 때에 계측한 한 쌍의 제 1 기준 마크와 그 제 1 기준 마크에 대응하는 한 쌍의 레티클 얼라인먼트 마크의 상대위치관계의 정보와, 각각의 계측시의 웨이퍼 테이블 (30) 의 XY 면내의 위치정보와, 베이스 라인의 설계치와, 기지인 제 1 기준 마크 및 제 2 기준 마크의 위치관계에 기초하여, 얼라인먼트계 (AS) 의 베이스 라인, 즉 레티클 패턴의 투영 중심과 얼라인먼트계 (AS) 의 검출 중심 (지표 중심) 의 거리 (위치관계) 를 산출한다.
- [0120] 이렇게 하여 구한 베이스 라인을, 후술하는 EGA 방식의 웨이퍼 얼라인먼트의 결과로서 얻어지는 웨이퍼 상의 각

쇼트영역의 배열좌표와 함께 사용함으로써, 각 쇼트영역을 레티클 패턴의 투영위치에 확실히 위치정합할 수 있다.

- [0121] 단, 본 실시형태에서는, 베이스 라인 산출의 기초가 되는, 한 쌍의 제 1 기준 마크와 그 제 1 기준 마크에 대응하는 한 쌍의 레티클 얼라인먼트 마크의 상대위치관계의 정보의 측정결과에, 레티클 얼라인먼트의 물의 공급에 수반하는 웨이퍼 테이블 (30) 의 변형에 기인하는 한 쌍의 제 1 기준 마크의 위치 어긋남분의 오차가 포함되기 때문에, 그 오차분만큼 베이스 라인을 보정할 필요가 있다. 이 오차는, 물의 압력 및 표면 장력에 따른 값이 되는데, 본 실시형태에서는, 미리, 시뮬레이션을 행하여, 한 쌍의 제 1 기준 마크의 위치 어긋남 δX , δY 를 구하여, 메모리에 기억하고 있다.
- [0122] 그래서, 전술한 베이스 라인의 측정이 종료하면, 주제어장치 (20) 에서는, 측정한 베이스 라인을 상기 보정치분만큼 보정한 보정 후의 베이스 라인을 새로운 베이스 라인으로서, 메모리에 기억한다.
- [0123] 다음으로, 로드된 계측용 웨이퍼 (W_T) 에 대하여, EGA (Enhanced Global Alignment; 인헨스드 글로벌 얼라인먼트) 등의 웨이퍼 얼라인먼트가 실행된다. 즉, 주제어장치 (20) 에 의해, 웨이퍼 (W_T) 상에 이미 형성되어 있는 복수 쇼트영역 중에서 선택된 특정한 복수의 쇼트영역 (샘플 쇼트영역) 에 각각 부설된 웨이퍼 마크가 얼라인먼트계 (AS) 의 검출시야내에 순차적으로 위치하도록, 스테이지 제어장치 (19) 및 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 개재하여 웨이퍼 테이블 (30) 의 위치 결정이 순차적으로 실행된다. 이 위치 결정마다, 주제어장치 (20) 는, 웨이퍼 마크를 얼라인먼트계 (AS) 에 의해 검출한다.
- [0124] 이어서, 주제어장치 (20) 는 웨이퍼 마크의 검출결과인, 지표 중심에 대한 웨이퍼 마크의 위치와, 그 때의 웨이퍼 테이블 (30) 의 XY 면내의 위치정보에 기초하여, 각 웨이퍼 마크의 웨이퍼 스테이지 좌표계 상의 위치좌표를 각각 산출한다. 그리고, 주제어장치 (20) 에서는, 산출한 웨이퍼 마크의 위치좌표를 사용하여, 예를 들어 일본 공개특허공보 소61-44429호 및 이것에 대응하는 미국특허 제4,780,617호 등에 개시되는 최소자승법을 사용한 통계연산을 실행하여, 계측용 웨이퍼 (W_T) 의 각 쇼트영역의 배열 좌표계와 웨이퍼 스테이지 좌표계의 회전 성분, 스케일링 성분, 오프셋 성분, 웨이퍼 스테이지 좌표계의 X 축과 Y 축의 직교도 성분 등의 소정의 회귀 모델의 파라미터를 산출하여, 그 파라미터를 회귀 모델에 대입하고, 계측용 웨이퍼 (W_T) 상의 각 쇼트영역의 배열 좌표, 즉 각 쇼트영역의 중심의 위치 좌표를 산출하여, 도시하지 않은 메모리에 기억한다. 이 때 산출된 각 쇼트영역의 중심 위치 좌표가, 후술하는 계측용 웨이퍼의 측정결과와 웨이퍼 스테이지 좌표계의 관련 부여에 사용된다.
- [0125] 또한, 본 국제출원에서 지정한 지정국 (또는 선택한 선택국) 의 국내법령이 허용하는 한, 상기 공보 및 대응하는 미국특허에 있어서의 개시를 원용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.
- [0126] 상기의 웨이퍼 얼라인먼트가 종료하면, 주제어장치 (20) 의 지시에 기초하여, 스테이지 제어장치 (19) 가, 레티클 간섭계 (16) 의 측정치에 기초하여, 레티클 스테이지 (RST) 를 주사 개시위치 (가속 개시위치) 로 이동시킴과 함께, 웨이퍼 간섭계 (18) 의 측정치에 기초하여, 소정의 급수 개시위치, 예를 들어 투영 유닛 (PU) 의 바로 아래에 기준 마크판 (FM) 이 위치하는 위치에 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동시킨다. 다음으로, 주제어장치 (20) 가, 액체공급장치 (74) 의 작동을 개시함과 함께, 밸브군 (62b) 의 각 밸브를 소정 개방도로 열고 동시에, 밸브군 (62a) 의 각 밸브를 소정의 개방도로 열고, 또한 액체회수장치 (72) 의 작동을 개시하여 렌즈 (42) 와 기준 마크판 (FM) 표면 사이의 공극에 대한 물의 공급 및 그 공극으로부터의 물의 회수를 개시한다. 이 때, 주제어장치 (20) 는, 단위시간 당 공급되는 물의 유량과 회수되는 물의 유량이 대략 동일해지도록, 밸브군 (62b) 의 각 밸브 및 밸브군 (62a) 의 각 밸브의 개방도를 조정한다.
- [0127] 그 후, 이하와 같이 하여 스텝 앤드 스캔 방식의 노광동작이 행하여진다.
- [0128] 우선, 주제어장치 (20) 는, 웨이퍼 얼라인먼트의 결과 및 베이스 라인의 측정결과에 기초하여, 스테이지 제어장치 (19) 에 대하여, 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동시키도록 지시한다. 이 지시에 따라, 스테이지 제어장치 (19) 는, 웨이퍼 간섭계 (18) 의 측정치를 모니터링하면서, 계측용 웨이퍼 (W_T) 의 퍼스트 쇼트 (첫번째 쇼트영역) 의 노광을 위한 주사 개시위치 (가속 개시위치) 에 웨이퍼 스테이지 (WST) (웨이퍼 테이블 (30)) 를 이동시킨다.
- [0129] 또한, 이 주사 개시위치 (가속 개시위치) 는, 상기 웨이퍼 얼라인먼트에 의해 구해진 퍼스트 쇼트의 중심 위치 좌표에 대하여, 이번의 주사노광에 의해 전사형성되는 쇼트영역의 중심 위치 좌표가, 예를 들어 X 축방향에 관

해 소정 거리 (예를 들어 w) 만큼 어긋나는 위치로 한다. 이와 같이 하는 것은, 계측용 웨이퍼 (W_T) 상에 이미 형성되어 있는 마크의 레지스트 이미지와, 이번의 주사노광에 의해 전사형성되는 마크의 이미지가 겹치지 않도록 함으로써, 후술하는 위치 어긋남 양의 계측을 원활하게 실시할 수 있도록 하기 위해서이다.

- [0130] 전술한 급수 개시위치로부터 상기 가속 개시위치까지 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 이동할 때에도, 주제어장치 (20) 에 의해, 전술한 동작과 동일하게 하여 물의 공급 및 회수가 계속 진행되고 있다.
- [0131] 상기의 가속 개시위치로의 계측용 웨이퍼 (W_T) 의 이동이 종료하면, 주제어장치 (20) 의 지시에 따라, 스테이지 제어장치 (19) 에 의해, 레티클 스테이지 (RST) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축방향의 상대주사가 개시된다.
- [0132] 이 상대주사는, 전술한 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 와, 이 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 의 연산부 (54) 에서 산출되는 웨이퍼 테이블 (30) 의 X, Y 면내의 위치정보에 기초하여 동기위치 연산부에 의해 산출되는 위치의 목표치에 기초하여 레티클 스테이지 (RST) 를 제어하는 레티클 스테이지 제어계에 의하여 행하여진다.
- [0133] 단, 이 계측용 노광의 단계에서는, 보정치 생성부 (38) 로부터는 보정치로서 (0,0,0,0,0,0) 이 출력된다. 즉, 보정치 생성부 (38) 에 의한 보정은 행해지지 않는다.
- [0134] 그리고, 양 스테이지 (RST, WST) 가 각각의 목표 주사속도에 도달하면, 조명광 (IL) 에 의해 계측용 레티클 (R_T) 의 패턴영역이 조명되기 시작하여, 주사노광이 개시된다. 이 주사노광 중에는, 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 축방향의 이동속도 V_r 과 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축방향의 이동속도 $V_w(=V_y)$ 가, 투영광학계 (PL) 의 투영배율에 따른 속도비에 유지되는 양 스테이지 (RST, WST) 의 동기 제어가, 스테이지 제어장치 (19) 에 의해 행하여진다.
- [0135] 그리고, 계측용 레티클 (R_T) 의 패턴영역과 다른 영역이 조명광 (IL) 으로 점차 조명되어, 패턴영역 전체면에 대한 조명이 완료함으로써, 계측용 웨이퍼 (W_T) 상의 퍼스트 쇼트의 주사노광이 종료한다. 이것에 의해, 계측용 레티클 (R_T) 의 패턴이 투영광학계 (PL) 및 물을 통해 계측용 웨이퍼 (W_T) 상의 퍼스트 쇼트에 축소전사된다.
- [0136] 상기의 계측용 웨이퍼 (W_T) 상의 퍼스트 쇼트에 대한 주사노광시에, 주제어장치 (20) 는, 주사방향, 즉 계측용 웨이퍼 (W_T) 의 이동방향에 관해서, 투영 유닛 (PU) 의 뒤쪽에서 앞쪽으로 이동하는 물의 흐름이 렌즈 (42) 의 하방에 생기도록, 밸브군 (62a, 62b) 을 구성하는 각 밸브의 개방도를 조정한다. 즉, 주제어장치 (20) 는, 계측용 웨이퍼 (W_T) 의 이동방향에 관해서, 투영 유닛 (PU) 의 뒤쪽의 공급관 (52) 으로부터 공급되는 물의 총 유량이, 투영 유닛 (PU) 뒤쪽의 공급관 (52) 으로부터 공급되는 물의 총 유량보다 ΔQ 만큼 많아지고, 또한 이것에 대응하여, 계측용 웨이퍼 (W_T) 의 이동방향에 관해서, 투영 유닛 (PU) 의 앞쪽의 회수관 (58) 을 개재하여 회수되는 물의 총 유량이, 투영 유닛 (PU) 의 뒤쪽의 회수관 (58) 을 개재하여 회수되는 물의 총 유량보다 ΔQ 만큼 많아지도록, 밸브군 (62a, 62b) 을 구성하는 각 밸브의 개방도를 조정한다.
- [0137] 또한, 상기의 주사노광 중에는, 계측용 웨이퍼 (W_T) 상의 조명영역이 투영광학계 (PL) 의 결상면에 가능한 한 일치한 상태에서 노광이 행해질 필요가 있기 때문에, 전술한 초점위치 검출계 (90a, 90b) 의 출력에 근거하는 오토 포커스, 오토레벨링이 스테이지 제어장치 (19), 보다 정확하게는, 전술한 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 에 의해 실행된다.
- [0138] 이렇게 하여, 계측용 웨이퍼 (W_T) 상의 퍼스트 쇼트에 대한 주사노광이 종료하면, 주제어장치 (20) 로부터의 지시에 따라, 스테이지 제어장치 (19) 에 의해, 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 개재하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 X 축, Y 축방향으로 단계이동되어, 계측용 웨이퍼 (W_T) 상의 세컨드 쇼트 (두번째 쇼트영역) 의 노광을 위한 가속 개시위치로 이동된다. 또한, 이 경우도, 퍼스트 쇼트와 마찬가지로, 그 주사 개시위치는, 상기 웨이퍼 얼라인먼트에 의해 구해진 세컨드 쇼트의 중심 위치 좌표에 대하여, 이번의 주사노광에 의해 전사형성되는 쇼트 영역의 중심 위치 좌표가, X 축방향에 관해 w 만큼 어긋나는 위치로 한다.
- [0139] 이 퍼스트 쇼트의 노광과 세컨드 쇼트의 노광 사이의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 쇼트간 스테핑 동작시에도, 주제어장치 (20) 는, 전술한 급수 개시위치로부터 퍼스트 쇼트의 노광을 위한 가속 개시위치까지 웨이퍼 테이블 (30) 을 이동시킨 경우와 동일한 각 밸브의 개폐동작을 행하고 있다.

- [0140] 다음으로, 주제어장치 (20)의 관리하, 계측용 웨이퍼 (W_T) 상의 세컨드 쇼트에 대하여 전술한 동작과 동일한 주사노광이 행하여진다. 본 실시형태의 경우, 이른바 교대 스캔 방식이 채용되어 있기 때문에, 이 세컨드 쇼트의 노광시에는, 레티클 스테이지 (RST) 및 웨이퍼 스테이지 (WST)의 주사방향 (이동방향)이, 퍼스트 쇼트와는 반대방향이 된다. 이 세컨드 쇼트에 대한 주사노광시에 있어서의, 주제어장치 (20) 및 스테이지 제어장치 (19)의 처리는, 전술한 동작과 기본적으로는 동일하다. 이 경우에도, 주제어장치 (20)는, 퍼스트 쇼트의 노광시와 반대의 계측용 웨이퍼 (W_T)의 이동방향에 관해서, 투영 유닛 (PU)의 뒤쪽에서 앞쪽으로 이동하는 물의 흐름이 렌즈 (42)의 하방에 생기도록, 밸브군 (62a, 62b)을 구성하는 각 밸브의 개방도를 조정한다.
- [0141] 이렇게 하여, 계측용 웨이퍼 (W_T) 상의 m 번째 (m 은 자연수)의 쇼트영역의 주사노광과 $m+1$ 번째의 쇼트영역의 노광을 위한 스테핑 동작이 반복 실행되어, 계측용 웨이퍼 (W_T) 상의 모든 노광 대상 쇼트영역에 계측용 레티클 (R_T)의 패턴이 순차적으로 전사된다.
- [0142] 이것에 의해, 한 장의 웨이퍼에 대한 테스트 노광이 종료하여, 계측용 웨이퍼 (W_T) 상에 계측용 레티클 (R_T)의 패턴이 전사된 복수의 쇼트영역이 형성된다.
- [0143] 본 실시형태에서는, 전술한 바와 같은, 계측용 레티클 (R_T)을 사용한 계측용 노광을, 주사속도 (스캔속도), 공급되는 물의 유량, 웨이퍼 상에 도포되는 레지스트 또는 코팅막의 종류 등, 전술한 식 (3), (4), (5)의 각 파라미터에 밀접한 관계가 있는 조건을, 개별적으로 다양하게 변경하면서, 다른 계측용 웨이퍼에 대하여 각각 실시한다.
- [0144] 그리고, 이들 노광 완료된 계측용 웨이퍼의 각각을, 도시하지 않은 코터 디벨롭퍼에 반송하여, 현상을 행하고, 그 현상 후에, 각 계측용 웨이퍼 상에 형성된 각 쇼트영역의 레지스트 이미지를 SEM (주사형 전자현미경) 등으로 계측하여, 그 계측결과에 기초하여 각 계측 마크의 위치 어긋남 양 (X 축방향, Y 축방향)을, 계측용 웨이퍼마다 구한다.
- [0145] 여기서, 각 계측 마크의 설계치로부터의 위치 어긋남 양 (eX , eY)은, 이하의 순서로 구해진다.
- [0146] 우선, 현 공정에서 형성된 각 계측 마크의 레지스트 이미지의 위치 좌표로부터 원래 공정에서 형성된 (계측용 웨이퍼 상에 이미 형성되어 있던) 대응하는 마크의 레지스트 이미지의 위치를 빼고, X 축방향에 관해서는 w 를 추가로 뺄으로써, 계측용 웨이퍼 상에 이미 형성되어 있던 계측 마크의 레지스트 이미지의 위치를 기준으로 하는 각 계측 마크의 위치 어긋남 양 (DX , DY)을 구한다.
- [0147] 이 경우, 기준이 되는 계측용 웨이퍼 상에 이미 형성되어 있던 각 계측 마크의 이미지는, 설계상의 형성위치로부터 (dx , dy)만큼 위치 어긋남되어 있기 때문에, 그 위치 어긋남 양 (dx , dy)을 메모리로부터 판독하여, 그 위치 어긋남 양과 상기에서 구한 위치 어긋남 양 (DX , DY)에 기초하여, 각 계측 마크의 설계치 (설계상의 형성위치)로부터의 위치 어긋남 양 (eX , eY)을 산출한다.
- [0148] 다음으로, 계측용 웨이퍼마다, 그 계측용 웨이퍼 상에 설정된 웨이퍼 좌표계 상에 있어서의 각 쇼트영역의 중심 좌표와, 먼저 행하여진 EGA의 결과로서 얻어진 각 쇼트영역의 중심 좌표가 일치하는 것으로 하여, 각 계측 마크의 위치 어긋남 양 (eX , eY)을, 웨이퍼 스테이지 좌표계 (X , Y)와 관련짓는다.
- [0149] 또한, 각 계측용 웨이퍼에 관해서 어떠한 조건하에서 계측용 노광이 행하여졌는지는 기지의 사실이므로, 얻어진 모든 계측용 웨이퍼의 모든 계측 마크의 위치 어긋남 양 (eX , eY)과, 대응하는 계측 마크의 좌표치 (X , Y)와, 설정된 각 설정치 (여기서는, 속도 $V_y (=Vw)$, 유량 Q , 접촉각 θ)을 사용하여, 최소 제곱 근사에 의해 커브피트를 행함으로써 전술한 식 (3), (4)를 결정하고 있다. 또한, 계측용 노광에 의해 얻어지는 데이터는, 주사노광 중의 데이터이므로, 통상적으로는 $V_x=0$ 이 되지만, 쇼트영역의 C자 디스토션 등의 보정 등을 목적으로 하는 경우에는, V_x 는, 위치 Y 의 함수에 따라 변화하는 변수 (또는 시간 t 의 함수에 따라 변화하는 변수)가 된다.
- [0150] 또한, 예를 들어, 얻어진 모든 계측용 웨이퍼의 모든 계측 마크의 전사 이미지 (레지스트 이미지)의 선폭의 계측결과와, 미리 구해져 있는 CD-포커스 곡선 (선폭과 포커스의 관계를 나타내는 곡선)에 기초하여, 각 마크의 전사 이미지의 선폭을, 디포커스량, 즉 마크의 Z 축방향에 관한 위치 어긋남 양 eZ 로 변환한다. 그리고, 얻어진 모든 계측용 웨이퍼의 모든 계측 마크의 위치 어긋남 양 eZ , 대응하는 계측 마크의 좌표치 (X , Y)와, 각 설정치를 사용하여, 최소이승 근사에 의해 커브 피트를 행함으로써, 전술한 식 (5)를 결정하고 있다.

이 밖에, 동일 차수의 정부(正負)의 회절광의 회절 효율이 다른 계측 마크가 형성된 계측용 레티클을 사용하여, 계측용 웨이퍼 상에 형성된 계측 마크의 전사 이미지의 전사위치의 기준위치로부터의 어긋남을 구함으로써, 디포커스량(즉 마크의 Z 축방향에 관한 위치 어긋남 양) eZ 를 산출할 수도 있다. 또한, 웨이퍼 테이블(30)의 Z 축방향의 위치를 순차적으로 바꾸면서, 계측용 레티클(R_T)의 패턴을 순차적으로 전사하여 투영광학계(PL)의 베스트 포커스 위치를 구해도 된다.

[0151] 물론, 전술한 계측용 노광결과에 근거하는 수법 외에도, 주사속도(스캔속도), 공급되는 물의 유량, 웨이퍼 상에 도포되는 레지스트 또는 코팅막의 종류 등, 전술한 식(3), (4), (5)의 각 파라미터에 밀접한 관계가 있는 조건을, 개별적으로 다양하게 변경하면서, 시뮬레이션을 행하고, 이 시뮬레이션의 결과에 기초하여, 전술한 식(3), (4), (5)를 결정하는 것도 가능하다.

[0152] 어떻든 간에, 결정된 위치 어긋남 양의 산출식인 전술한 식(3), (4), (5)가 스테이지 제어장치(19)의 내부 메모리에 저장되어 있다. 또한, 스테이지 제어장치(19)의 내부 메모리에는, 위치 어긋남 양을 추력 지령치로 변환하기 위한 변환식도 저장되어 있다. 그리고, 이들 식이, 보정치 생성부(38)에서 사용된다.

[0153] 다음으로, 본 실시형태의 노광장치(100)에 의한, 디바이스 제조시의 노광동작에 관해서 설명한다.

[0154] 이 경우에도, 기본적으로는, 전술한 계측용 노광시와 동일한 순서에 따라서 일련의 처리가 행하여진다. 그래서, 중복 설명을 피하기 위해, 이하에서는, 상이점을 중심으로 하여 설명한다.

[0155] 이 경우, 계측용 레티클(R_T) 대신, 디바이스 패턴이 형성된 디바이스용 레티클(R)이 사용되고, 계측용 웨이퍼(W_T) 대신, 적어도 일층의 회로패턴이 이미 전사되고, 그 표면에 포토레지스트가 도포된 웨이퍼(W)가 사용된다.

[0156] 전술한 동작과 동일한 순서로, 레티클(R)에 대한 레티클 얼라인먼트, 얼라인먼트계(AS)의 베이스 라인 계측, 및 웨이퍼(W)에 대한 EGA 방식의 웨이퍼 얼라인먼트가 행하여진다. 이들 레티클 얼라인먼트, 베이스 라인 계측 및 웨이퍼 얼라인먼트시의, 주제어장치(20)에 의해 전술한 동작과 동일한 물의 공급, 회수동작이 행하여진다.

[0157] 상기의 웨이퍼 얼라인먼트가 종료하면, 주제어장치(20)의 지시에 기초하여, 스테이지 제어장치(19)가, 레티클 간섭계(16)의 계측치에 기초하여, 레티클 스테이지(RST)를 주사 개시위치(가속 개시위치)로 이동시킴과 함께, 웨이퍼 간섭계(18)의 계측치에 기초하여, 소정의 급수 개시위치, 예를 들어 투영 유닛(PU)의 바로 아래에 기준 마크판(FM)이 위치하는 위치로 웨이퍼 스테이지(WST)를 이동시킨다.

[0158] 다음으로, 주제어장치(20)가, 액체공급장치(74)의 작동을 개시함과 함께, 밸브군(62b)의 각 밸브를 소정 개방도로 엮과 동시에, 밸브군(62a)의 각 밸브를 소정의 개방도로 열고, 또한 액체회수장치(72)의 작동을 개시하여 렌즈(42)와 기준 마크판(FM)표면 사이의 공극에 대한 물의 공급 및 그 공극으로부터의 물의 회수를 개시한다. 이 때, 주제어장치(20)는, 단위시간 당 공급되는 물의 유량과 회수되는 물의 유량이 대략 동일해지도록, 밸브군(62b)의 각 밸브 및 밸브군(62a)의 각 밸브의 개방도를 조정한다.

[0159] 그 후, 이하와 같이 하여 스텝 앤드 스캔 방식의 노광동작이 행해진다.

[0160] 먼저, 주제어장치(20)는, 웨이퍼 얼라인먼트의 결과 및 베이스 라인의 계측결과에 기초하여, 스테이지 제어장치(19)에 대하여, 웨이퍼 스테이지(WST)를 이동시키도록 지시한다. 이 지시에 따라, 스테이지 제어장치(19)는, 웨이퍼 간섭계(18)의 계측치를 모니터링하면서, 웨이퍼(W)의 퍼스트 쇼트(첫번째의 쇼트영역)의 노광을 위한 주사 개시위치(가속 개시위치)로 웨이퍼 스테이지(WST)(웨이퍼 테이블(30))를 이동시킨다.

[0161] 이것을 더욱 상세히 서술하면, 목표치 출력부가, 제 1 쇼트영역(퍼스트 쇼트)의 노광을 위한 가속 개시위치를, 전술한 웨이퍼 얼라인먼트의 결과 구해져 있는 제 1 쇼트영역의 스테이지 좌표계 상에 있어서의 위치 좌표와, 전술한 새로운 베이스 라인에 기초하여 산출하고, 그 가속 개시위치와 웨이퍼 테이블(30)의 현재 위치에 기초하여, 웨이퍼 테이블(30)에 대한 위치 지령 프로그램을 작성하고, 그 프로그램에 있어서의 단위시간 당 위치 지령, 즉 웨이퍼 테이블(30)의 X, Y, Z, θ_x , θ_y , θ_z 의 6자유도방향의 위치의 목표치 T_{gt} (= $(X, Y, 0, 0, 0, 0)$)를 생성하여, 감산기(29) 및 보정치 생성부(38)에 대하여 각각 출력한다.

[0162] 이것에 의해, 제어부(36)에서는, 감산기(29)로부터 출력되는 웨이퍼 테이블(30)의 각 자유도방향의 실측

치 (관측치 $o=(x, y, z, \theta_x, \theta_y, \theta_z)$) 와의 차인 위치편차 $\Delta=(\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z, \Delta\theta_x, \Delta\theta_y, \Delta\theta_z)$ 에 기초하여 제어동작을 행하고, 웨이퍼 스테이지 (56) 에 대한 각 자유도방향의 추력의 지령치 $P=(P_x, P_y, P_z, P\theta_x, P\theta_y, P\theta_z)$ 를 가산기 (39) 로 출력한다. 단, 레티클 스테이지 (RST) 에 대한 웨이퍼 테이블 (30) 의 상대주사 중 이외에는, 초점위치 검출계 (90a, 90b) 는, OFF 이기 때문에, 관측량 $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ 는 모두 0 이고, 대응하는 목표치도 0 이기 때문에, 위치편차 $\Delta\theta_x, \Delta\theta_y, \Delta\theta_z$ 도 0 이다. 따라서, 추력의 지령치 $P\theta_x, P\theta_y, P\theta_z$ 도 0 이다.

[0163] 보정치 생성부 (38) 는, 목표치 출력부 (28) 로부터의 위치의 목표치 T_{gt} , 주제어장치 (20) 로부터 입력되는 유량 Q , 접촉각 θ 의 값에 기초하여, 전술한 식 (3), (4), (5) 에 의해 X 방향 오차 (E_x'), Y 방향 오차 (E_y'), Z 방향 오차 (E_z') 를 각각 산출하여, 그 산출결과를 소정의 변환연산에 의해 추력의 보정값 ($-E_x, -E_y, -E_z$) 로 변환한다. 그리고, 이 보정치 생성부 (38) 는 가산기 (39) 에 대하여 보정치 $-E=(-E_x, -E_y, -E_z, 0, 0, 0)$ 를 피드 포워드 입력한다.

[0164] 가산기 (39) 는, 제어부 (36) 로부터의 추력의 지령치 P 와, 보정치 생성부 (38) 의 출력인 추력의 보정치 $-E$ 를 각 자유도방향마다 가산하고, 보정 후의 추력의 지령치 $(P+(-E))=(P_x-E_x, P_y-E_y, P_z-E_z, P\theta_x, P\theta_y, P\theta_z)$ 를 웨이퍼 스테이지 (56) 를 구성하는 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 에 부여한다. 단, 레티클 스테이지 (RST) 에 대한 웨이퍼 테이블 (30) 의 상대주사 중 이외에는, 추력의 지령치 $P\theta_x, P\theta_y, P\theta_z$ 는 0 이다.

[0165] 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 에서는, 변환부에 의해 추력의 지령치 $(P+(-E))$ 가 각 액츄에이터에 대한 조작량으로 변환되어, 각 액츄에이터에 의해 웨이퍼 테이블 (30) 이 6자유도방향으로 구동된다.

[0166] 이와 같이, 목표치 출력부 (28) 가, 웨이퍼 테이블 (30) 에 대한 위치 지령 프로파일에 있어서의 단위시간 당 위치 지령을, 단위시간마다 감산기 (29) 및 보정치 생성부 (38) 에 대하여 출력함으로써, 전술한 바와 같은 제어동작이 반복하여 행해지고, 웨이퍼 테이블 (30) 이, 웨이퍼 (W) 의 퍼스트 쇼트 (첫번째의 쇼트영역) 의 노광을 위한 주사 개시위치 (가속 개시위치) 로 이동한다.

[0167] 그 후, 주제어장치 (20) 로부터의 지시에 기초하여, 목표치 출력부 (28) 가, 그 퍼스트 쇼트의 노광시의 목표 스캔속도에 따른 웨이퍼 테이블 (30) 에 대한 위치 지령 프로파일을 작성하고, 위치 지령 프로파일에 있어서의 단위시간 당 위치 지령을, 단위시간마다 감산기 (29) 및 보정치 생성부 (38) 에 대하여 출력함으로써, 웨이퍼 테이블 (30) 의 가속이 개시되고, 이것과 동시에 전술한 동기위치 연산부에 의해 산출되는 위치의 목표치에 기초하여 레티클 스테이지 제어계에 의해 레티클 스테이지 (RST) 의 가속이 개시된다.

[0168] 그리고, 양 스테이지 (RST, WST) 가 각각의 목표 주사속도에 도달하면, 조명광 (IL) 에 의해 레티클 (R) 의 패턴영역이 조명되기 시작되어, 주사노광이 개시된다. 이 주사노광 중에는, 레티클 스테이지 (RST) 의 Y 축방향의 이동속도 V_r 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 Y 축방향의 이동속도 $V_w(=V_y)$ 가, 투영광학계 (PL) 의 투영배율에 따른 속도비에 유지되는 양 스테이지 (RST, WST) 의 동기 제어가, 스테이지 제어장치 (19) 에 의해 행하여진다.

[0169] 그리고, 레티클 (R) 의 패턴영역과 다른 영역이 조명광 (IL) 에서 점차 조명되어, 패턴영역 전체면에 대한 조명이 완료함으로써, 웨이퍼 (W) 상의 퍼스트 쇼트의 주사노광이 종료된다. 이것에 의해, 레티클 (R) 의 패턴이 투영광학계 (PL) 및 물을 통해 웨이퍼 (W) 상의 퍼스트 쇼트에 축소전사된다. 상기의 웨이퍼 테이블 (30) 과 레티클 스테이지 (RST) 의 상대주사 중에는, 주제어장치 (20) 에 의한 밸브군 (62a, 62b) 의 각 밸브의 개폐동작 등은, 전술한 계측용 노광의 경우와 완전히 동일하게 행하여진다.

[0170] 단, 이 경우, 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 의 보정치 생성부 (38) 로부터 보정치 ($-E_x, -E_y$) 가 가산기 (39) 에 피드 포워드로 입력되고, 제어부 (36) 로부터 출력되는 추력 지령치 (P_x, P_y) 가 그 보정치로 보정된 추력 지령치에 기초하여 웨이퍼 테이블 (30)(웨이퍼 스테이지 (WST)) 이, 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 에 의해 구동된다. 이것 때문에, 물의 공급에 기인하는 웨이퍼 (W) 상의 노광 대상의 쇼트영역의 X 축방향 및 Y 축방향의 위치 어긋남, 즉 웨이퍼 테이블 (및 웨이퍼) 의 변형에 의한 이동거울 (17X, 17Y) 과 웨이퍼 (W) 와의 거리 (보다 정확하게는, 이동거울 (17X, 17Y) 과 웨이퍼 (W) 상의 노광 대상의 쇼트영역과의 거리) 의 변화에 기인하는 웨이퍼 (W)(노광 대상의 쇼트영역) 의 XY 면내의 위치 어긋남이 보정된 상태에서, 노광 대상의 쇼트영역

역에 레티클 (R) 의 패턴이 높은 정밀도로 중첩되어 전사된다.

[0171] 또한, 상기의 주사노광 중에는, 웨이퍼 테이블 (30) 이 관측치 Z , θ_x , θ_y 에 기초하여 제어되는 오토 포커스, 오토 레벨링이 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 에 의해 실행되지만, 이 때, 보정치 생성부 (38) 로부터 Z 축방향에 관한 추력의 보정치 ($-E_z$) 가 가산기 (39) 에 피드 포워드로 입력되고, 제어부 (36) 로부터 출력되는 추력 지령치 P_z 가 그 보정치로 보정된 추력 지령치에 기초하여 웨이퍼 테이블 (30) 의 Z 위치, 즉 투영광학계 (PL) 의 광축방향에 관한 투영광학계 (PL)(렌즈 (42)) 와 웨이퍼 (W) 와의 간격이 제어되기 때문에, 웨이퍼 테이블 (30) 의 오토 포커스 제어를 제어 지연 없이 실시하는 것이 가능해져, 웨이퍼 (W) 상의 조명영역이 투영광학계 (PL) 의 결상면에 실질적으로 일치한 상태에서 노광이 행하여진다.

[0172] 이렇게 하여, 웨이퍼 (W) 상의 퍼스트 쇼트에 대한 주사노광이 종료하면, 주제어장치 (20) 로부터의 지시에 따라, 스테이지 제어장치 (19) 에 의해, 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 를 개재하여 웨이퍼 스테이지 (WST) 가 X 축, Y 축방향으로 단계이동되어, 웨이퍼 (W) 상의 세컨드 쇼트 (두번째의 쇼트영역) 의 노광을 위한 가속 개시 위치로 이동된다.

[0173] 이 퍼스트 쇼트의 노광과 세컨드 쇼트의 노광 사이의 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 쇼트간 스테핑 동작시에도, 주 제어장치 (20) 는, 전술한 급수 개시위치로부터 퍼스트 쇼트의 노광을 위한 가속 개시위치까지 웨이퍼 테이블 (30) 을 이동시킨 경우와 동일한 각 밸브의 개폐동작을 행하고 있다.

[0174] 다음으로, 주제어장치 (20) 의 관리하, 웨이퍼 (W) 상의 세컨드 쇼트에 대하여 전술한 퍼스트 쇼트와 동일한 주사노광이 행하여진다. 본 실시형태의 경우, 이른바 교대 스캔 방식이 채용되어 있기 때문에, 이 세컨드 쇼트의 노광시에는, 레티클 스테이지 (RST) 및 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 주사방향 (이동방향) 이, 퍼스트 쇼트와는 반대방향이 된다. 이 세컨드 쇼트에 대한 주사노광시에 있어서의, 주제어장치 (20) 및 스테이지 제어장치 (19) 의 처리는, 전술한 동작과 기본적으로는 동일하다. 이 경우에도, 주제어장치 (20) 는, 퍼스트 쇼트의 노광시와 반대의 웨이퍼 (W) 의 이동방향에 관해서, 투영 유닛 (PU) 의 뒤쪽에서 앞쪽으로 이동하는 물의 흐름이 렌즈 (42) 의 하방에 생기도록, 밸브군 (62a, 62b) 을 구성하는 각 밸브의 개방도를 조정한다.

[0175] 이렇게 하여, 계측용 웨이퍼 (W) 상의 m 번째 (m 은 자연수) 의 쇼트영역의 주사노광과 $m+1$ 번째의 쇼트영역의 노광을 위한 스테핑 동작이 반복 실행되어, 웨이퍼 (W) 상의 모든 노광 대상 쇼트영역에 레티클 (R) 의 패턴이 순차적으로 전사된다.

[0176] 상기의 세컨드 쇼트 이후의 각 쇼트의 주사노광시에도, 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 의 보정치 생성부 (38) 로부터 보정치 $-E_x$, $-E_y$ 가 가산기 (39) 에 피드 포워드로 입력되고, 제어부 (36) 로부터 출력되는 추력 지령치 (P_x , P_y) 가 그 보정치로 보정된 추력 지령치에 기초하여 웨이퍼 테이블 (30)(웨이퍼 스테이지 (WST)) 이, 웨이퍼 스테이지 구동부 (24) 에 의해 구동되기 때문에, 물의 공급에 기인하는 웨이퍼 (W) 상의 노광 대상의 쇼트영역의 X 축방향 및 Y 축방향의 위치 어긋남이 보정된 상태에서, 노광 대상의 쇼트영역에 레티클 (R) 의 패턴이 높은 정밀도로 중첩되어 전사된다. 또한, 보정치 생성부 (38) 로부터 Z 축방향에 관한 추력의 보정치 $-E_z$ 가 가산기 (39) 에 피드 포워드로 입력되고, 제어부 (36) 로부터 출력되는 추력 지령치 P_z 가 그 보정치로 보정된 추력 지령치에 기초하여 웨이퍼 테이블 (30) 의 Z 위치가 제어되기 때문에, 웨이퍼 테이블 (30) 의 오토 포커스 제어를 제어 지연 없이 실시하는 것이 가능해져, 웨이퍼 (W) 상의 조명영역이 투영광학계 (PL) 의 결상면에 실질적으로 일치한 상태에서 노광이 행하여진다.

[0177] 전술한 바와 같이 하여 웨이퍼 (W) 상의 복수의 쇼트영역에 대한 주사노광이 종료하면, 주제어장치 (20) 는, 스테이지 제어장치 (19) 에 지시를 부여하여, 전술한 배수위치에 웨이퍼 스테이지 (WST) 를 이동시킨다. 다음으로, 주제어장치 (20) 는, 밸브군 (62b) 의 모든 밸브를 전체 폐쇄상태로 함과 함께, 밸브군 (62a) 의 모든 밸브를 전체 개방상태로 한다. 이것에 의해, 소정 시간 후에, 렌즈 (42) 아래의 물은, 액체회수장치 (72) 에 의해 완전히 회수된다.

[0178] 그 후, 웨이퍼 스테이지 (WST) 가, 전술한 웨이퍼 교환위치로 이동하고, 웨이퍼 교환이 행하여져, 교환 후의 웨이퍼에 대하여 전술한 동작과 동일한 웨이퍼 얼라인먼트, 노광이 행하여진다.

[0179] 지금까지의 설명으로부터 분명하듯이, 본 실시형태에서는, 스테이지 제어장치 (19), 보다 정확하게는, 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 에 의해, 액체 (물) 의 공급에 기인하여 웨이퍼에 생기는 위치 어긋남, 즉 웨이퍼 간섭계로 간접적으로 계측되는 웨이퍼 테이블 상의 웨이퍼 또는 기준 마크판의 위치의 오차를 보정하는 보정장치가 구

성되어 있다.

- [0180] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시형태의 투영노광장치 (100) 에 의하면, 스테이지 제어장치 (19) 내부에 구축된 웨이퍼 스테이지 제어계 (26) 에 의해, 물 (액체) 의 공급에 기인하여 생기는 웨이퍼 테이블 (30) 의 변형에 수반하는, 이 웨이퍼 테이블 (30) 상에 유지된 웨이퍼 (W) (또는 기준 마크판 (FM)) 에 생기는 위치 어긋남이 보정된다.
- [0181] 또한, 본 실시형태의 노광장치 (100) 에 의하면, 웨이퍼 (W) 상의 각 쇼트영역에 대한 레티클 패턴의 전사가 주사노광 방식으로 행하여질 때, 주제어장치 (20) 에 의해 투영 유닛 (PU) (투영광학계 (PL)) 과 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 (W) 사이에 물이 공급되는 동작과, 물의 회수동작이 병행하여 행하여진다. 즉, 투영광학계 (PL) 을 구성하는 선단의 렌즈 (42) 와 웨이퍼 스테이지 (WST) 상의 웨이퍼 (W) 사이에, 항상 소정량의 물 (이 물은 상시 교체되고 있다) 이 채워진 상태에서, 노광 (레티클 패턴의 웨이퍼 상으로의 전사) 이 행하여진다. 이 결과, 액침법이 적용되어, 웨이퍼 (W) 표면에 있어서의 조명광 (IL) 의 파장을 공기 중에 있어서의 파장의 $1/n$ 배(n 은 물의 굴절률 1.4) 로 단파장화할 수 있어, 이것에 의해 투영광학계의 해상도가 향상한다. 또한, 공급되는 물은, 상시 교체되고 있기 때문에, 웨이퍼 (W) 상에 이물질이 부착되어 있는 경우에는, 그 이물질이 물의 흐름에 의해 제거된다.
- [0182] 또한, 투영광학계 (PL) 의 초점심도는 공기 중에 비하여 약 n 배로 넓어지므로, 전술한 웨이퍼 (W) 의 포커스 레벨링 동작에 있어서, 디포커스가 발생하기 어렵다는 이점이 있다. 또한, 공기 중에서 사용하는 경우와 동일 정도의 초점심도를 확보할 수 있으면 되는 경우에는, 투영광학계 (PL) 의 개구수 (NA) 를 더욱 증가시킬 수 있어, 이 점에서도 해상도가 향상한다.
- [0183] 또한, 상기 실시형태에서는, 스테이지 제어장치 (19) 가, 웨이퍼 테이블 (30) 에 부여하는 추력을 변경하여, 전술한 물의 공급에 기인하는 웨이퍼 (W) 상의 각 쇼트영역의 위치 어긋남을 보정하는 경우에 관해서 설명하였지만, 이것에 한하지 않고, 특히 주사노광시에는, 레티클 스테이지 (RST) 에 부여하는 추력, 또는 웨이퍼 테이블 (30) 및 레티클 스테이지 (RST) 에 부여하는 추력을 변경하여, 전술한 물의 공급에 기인하는 웨이퍼 (W) 상의 각 쇼트영역의 위치 어긋남을 보정하는 것으로 해도 된다.
- [0184] 또한, 상기 실시형태에서는, 보정치 생성부 (38) 로부터의 보정치로 웨이퍼 스테이지계에 부여되는 추력 지령치를 보정하는 것으로 하였지만, 이것에 한하지 않고, 보정치 생성부에서 산출되는 보정치에 의해 감산기 (29) 로부터 출력되는 위치편차를 보정하는 것과 같은 구성을 채용해도 된다. 이 경우에는, 보정치 생성부에서는, 위치의 편차와의 가감산이 가능한 차원의 보정치를 산출한다.
- [0185] 또한, 상기 실시형태에서는, 스테이지 제어장치 (19) 가, 물의 공급에 기인하는 웨이퍼 테이블의 변형에 수반하는 웨이퍼 (W) 등의 위치 어긋남을 보정하는 경우에 관해서 설명하였지만, 이 대신, 또는 이것에 추가하여, 스테이지 제어장치 (19) 는, 미리 시뮬레이션 또는 실험 등으로 구한 데이터에 기초하여, 웨이퍼 테이블의 진동에 의해 생기는 위치 어긋남을 보정하는 것으로 해도 된다.
- [0186] 또한, 상기 실시형태에서는, 주제어장치 (20) 는, 주사노광시에는, 웨이퍼 테이블 (30) 의 이동방향에 관해서 투영 유닛 (PU) 의 뒤쪽에서 앞쪽으로 이동하는 물의 흐름이 렌즈 (42) 의 하방에 생기도록, 즉, 웨이퍼 (W) 의 이동방향에 관해서, 투영 유닛 (PU) 뒤쪽의 공급관 (52) 으로부터 공급되는 물의 총 유량이, 투영 유닛 (PU) 의 뒤쪽의 공급관 (52) 으로부터 공급되는 물의 총 유량보다 ΔQ 만큼 많아지고, 또한 이것에 대응하여, 웨이퍼 (W) 의 이동방향에 관해서, 투영 유닛 (PU) 의 앞쪽의 회수관 (58) 을 개재하여 회수되는 물의 총 유량이, 투영 유닛 (PU) 의 뒤쪽의 회수관 (58) 을 개재하여 회수되는 물의 총 유량보다 ΔQ 만큼 많아지도록, 밸브군 (62a, 62b) 을 구성하는 각 밸브의 개방도 조정 (전체 폐쇄 및 전체 개방을 포함한다) 을 행하는 것으로 하였다. 그러나, 이것에 한하지 않고, 주제어장치 (20) 는, 주사노광시에, 웨이퍼 (W) 의 이동방향에 관해서, 투영 유닛 (PU) 의 뒤쪽의 공급관 (52) 으로부터만 물을 공급하고, 웨이퍼 (W) 의 이동방향에 관해서, 투영 유닛 (PU) 의 앞쪽의 회수관 (58) 을 개재하는 것에 의해서만 물의 회수가 행해지도록, 밸브군 (62a, 62b) 을 구성하는 각 밸브의 개방도 조정 (전체 폐쇄 및 전체 개방을 포함한다) 을 행하는 것으로 해도 된다. 또한, 주사노광을 위한 웨이퍼 (W) 의 이동중 이외, 예를 들어 쇼트영역간의 스테핑시 등에는, 밸브군 (62a, 62b) 을 구성하는 각 밸브를 전체 폐쇄상태로 유지해도 된다.
- [0187] 또한, 상기 실시형태에서는, 액체로서 초순수 (물) 를 사용하는 것으로 하였지만, 본 발명이 이것에 한정되지 않음은 당연하다. 액체로는, 화학적으로 안정적이고, 조명광 (IL) 의 투과율이 높고 안전한 액체, 예를 들어 불소계 불활성 액체를 사용해도 된다. 이 불소계 불활성 액체로는, 예를 들어 플로리나트 (미국 3M사의

상품명) 를 사용할 수 있다. 이 불소계 불활성 액체는 냉각효과의 점에서도 우수하다. 또한, 액체로서, 조명광 (IL) 에 대한 투과성이 있어 가능한 한 굴절률이 높고, 또한, 투영광학계나 웨이퍼 표면에 도포되어 있는 포토레지스트에 대하여 안정적인 것 (예를 들어 시더유 (cedar oil) 등) 을 사용할 수도 있다. 또한, 액체로서, 과불화폴리에테르 (PFPE) 를 사용해도 된다.

[0188] 또한, 상기 실시형태에서, 회수된 액체를 재이용하도록 해도 되고, 이 경우에는 회수된 액체로부터 불순물을 제거하는 필터를 액체회수장치, 또는 회수관 등에 형성해 두는 것이 바람직하다.

[0189] 또한, 상기 실시형태에서는, 투영광학계 (PL) 의 이미지면측에서 가장 가까운 광학소자가 렌즈 (42) 인 것으로 하였지만, 그 광학소자는, 렌즈에 한정되는 것이 아니라, 투영광학계 (PL) 의 광학 특성, 예를 들어 수차 (구면 수차, 코마 수차 등) 의 조정에 사용하는 광학 플레이트 (평행평면판 등) 여도 되고, 단순한 커버 유리여도 된다. 투영광학계 (PL) 의 이미지면측에 가장 가까운 광학소자 (상기 실시형태에서는 렌즈 (42)) 는, 조명광 (IL) 의 조사에 의해 레지스트로부터 발생하는 비산 입자 또는 액체 중의 불순물의 부착 등에 기인하여 액체 (상기 실시형태에서는 물) 에 접촉하여 그 표면이 더러워지는 경우가 있다. 이 때문에, 그 광학소자는, 경통 (40) 의 최하부에 착탈 (교환) 이 자유롭게 장착하는 것으로 하여, 정기적으로 교환하는 것으로 해도 된다.

[0190] 이러한 경우, 액체에 접촉하는 광학소자가 렌즈 (42) 이면, 그 교환부품의 비용이 비싸고, 또한 교환에 요하는 시간이 길어져, 메인テナンス 비용 (러닝 코스트) 의 상승이나 스루풋 (throughput) 의 저하를 초래한다. 그래서, 액체와 접촉하는 광학소자를, 예를 들어, 렌즈 (42) 보다 저렴한 평행평면판으로 하도록 해도 된다.

[0191] 또한, 상기 실시형태에 있어서, 액체 (물) 를 흐르게 하는 범위는 레티클의 패턴 이미지의 투영영역 (조명광 (IL) 의 조사영역) 의 전체영역을 덮도록 설정되어 있으면 되고, 그 크기는 임의여도 되지만, 유속, 유량 등을 제어하는 데 있어서, 조사영역보다 조금 크게 하여 그 범위를 가능한 한 작게 해 두는 것이 바람직하다.

[0192] 또한, 상기 실시형태에서는, 웨이퍼 홀더 (70) 의 웨이퍼 (W) 가 탑재되는 영역의 주위에 보조 플레이트 (22a ~ 22d) 가 형성되는 것으로 하였지만, 본 발명 중에는, 노광장치는, 보조 플레이트 또는 그것과 동등한 기능을 갖는 평면판을 반드시 기관 테이블 상에 형성하지 않아도 되는 것도 있다. 단, 이 경우에는, 공급되는 액체가 기관 테이블로부터 넘치지 않도록, 그 기관 테이블 상에 액체를 회수하는 배관을 추가로 형성해 두는 것이 바람직하다.

[0193] 또한, 상기 실시형태에서는, 광원으로서는 ArF 엑시머 레이저를 사용하는 것으로 하였지만, 이것에 한하지 않고, KrF 엑시머 레이저 (출력파장 248nm) 등의 자외광원을 사용해도 된다. 또한, 예를 들어, 자외광원으로서는 상기 각 광원으로부터 출력되는 레이저광에 한하지 않고, DFB 반도체 레이저 또는 화이버 레이저로부터 발진되는 적외역, 또는 가시역의 단일 파장 레이저광을, 예를 들어 에르븀 (Er)(또는 에르븀과 이테르븀 (Yb) 의 양쪽) 이 도핑된 화이버 앰프로 증폭하고, 비선형 광학결정을 사용하여 자외광으로 파장 변환한 고조파 (예를 들어, 파장 193nm) 를 사용해도 된다.

[0194] 또한, 투영광학계 (PL) 는, 굴절계에 한하지 않고, 카타디옵트릭계 (반사굴절계) 여도 된다. 또한, 그 투영 배율도 1/4배, 1/5배 등에 한하지 않고, 1/10배 등이어도 된다.

[0195] 또한, 상기 실시형태에서는, 스텝 앤드 스캔 방식 등의 주사형 노광장치에 본 발명이 적용된 경우에 관해서 설명하였지만, 본 발명의 적용범위가 이것에 한정되지 않음은 당연하다. 즉 스텝 앤드 리프트 방식의 축소 투영노광장치에도 본 발명은 바람직하게 적용할 수 있다. 이 경우, 주사노광이 아니라 정지노광이 행해지는 점을 제외하고, 기본적으로는 전술한 실시형태와 동등한 구성을 사용할 수 있어, 동등한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 웨이퍼 스테이지를 2기 (基) 구비한 트윈 스테이지형 노광장치에도 적용할 수 있다.

[0196] 또한, 상기 실시형태에서는, 액체 (물) 의 공급에 기인하여 기관 (또는 기관 테이블) 에 생기는 위치 어긋남을 보정하는 투영노광장치에 관해서 설명하였지만, 투영노광장치에 한하지 않고, 표면에 액체가 공급되는 기관을 이동 가능하게 유지하는 기관 테이블을 갖는 스테이지 장치이면, 본 발명을 적용하는 것이 가능하다. 이 경우, 기관 테이블의 위치정보를 계측하는 위치 계측장치와, 액체의 공급에 기인하여 기관과 기관 테이블의 적어도 일방에 생기는 위치 어긋남을 보정하는 보정장치를 구비하고 있으면 된다. 이러한 경우에는, 보정장치에 의해, 액체의 공급에 기인하여 기관과 기관 테이블의 적어도 일방에 생기는 위치 어긋남이 보정된다. 이 때문에, 기관의 표면에 공급되는 액체의 영향을 받지 않고, 위치 계측장치의 계측결과에 기초하여, 기관 및 기관 테이블을 이동시키는 것이 가능해진다.

[0197] 또한, 복수의 렌즈로 구성되는 조명광학계, 투영 유닛 (PU) 을 노광장치 본체에 조립하고, 또한 투영 유닛 (PU)

에 액체 배급 유닛을 장착한다. 그 후, 광학조정을 함과 함께, 다수의 기계부품으로 이루어지는 레티클 스테이지나 웨이퍼 스테이지를 노광장치 본체에 장착하여 배선이나 배관을 접속하고, 또한 종합 조정 (전기 조정, 동작 확인 등) 을 함으로써, 상기 실시형태의 노광장치를 제조할 수 있다. 또한, 노광장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린 룸에서 실시하는 것이 바람직하다.

[0198] 또한, 상기 실시형태에서는, 본 발명이 반도체 제조용 노광장치에 적용된 경우에 관해서 설명하였지만, 이것에 한하지 않고, 예를 들어, 각종 유리 플레이트에 액정표시소자 패턴을 전사하는 액정용 노광장치나, 박막 자기헤드, 촬상소자, 마이크로 머신, 유기 EL, DNA 칩 등을 제조하기 위한 노광장치 등에도 본 발명은 널리 적용할 수 있다.

[0199] 또한, 반도체 소자 등의 마이크로 디바이스 뿐만 아니라, 광 노광장치, EUV 노광장치, X 선 노광장치, 및 전자선 노광장치 등에서 사용되는 레티클 또는 마스크를 제조하기 위해, 유리기판 또는 규소 웨이퍼 등에 회로패턴을 전사하는 노광장치에도 본 발명을 적용할 수 있다. 여기서, DUV (원자외) 광이나 VUV (진공자외) 광 등을 사용하는 노광장치에서는 일반적으로 투과형 레티클이 사용되고, 레티클 기판으로는 석영 유리, 불소가 도핑된 석영 유리, 형석, 불화마그네슘, 또는 수정 등이 사용된다.

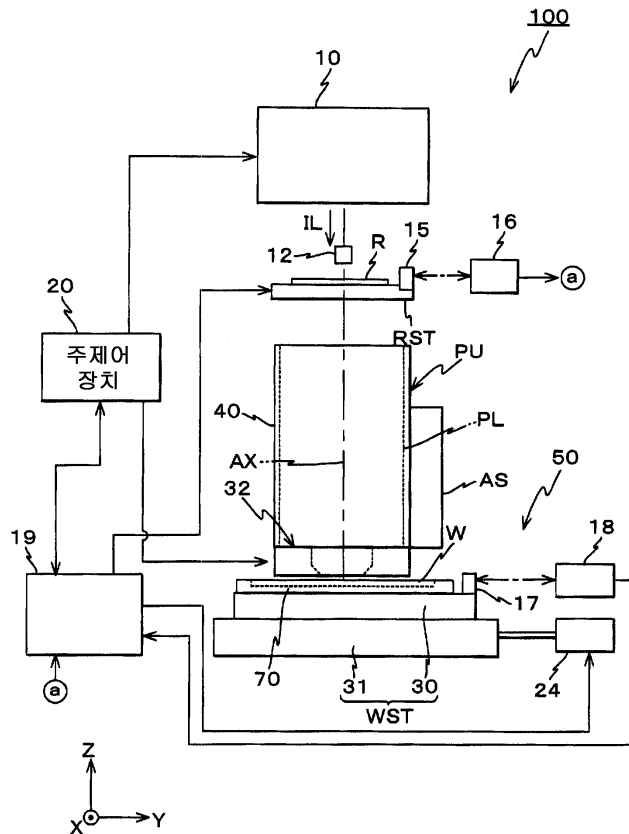
[0200] 반도체 디바이스는, 디바이스의 기능?성능 설계를 행하는 단계, 이 설계 단계에 근거한 레티클을 제작하는 단계, 규소 재료로 웨이퍼를 제작하는 단계, 전술한 실시형태의 노광장치에 의해 레티클의 패턴을 웨이퍼에 전사하는 단계, 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정을 포함한다), 검사 단계 등을 거쳐 제조된다.

[0201] 산업상이용가능성

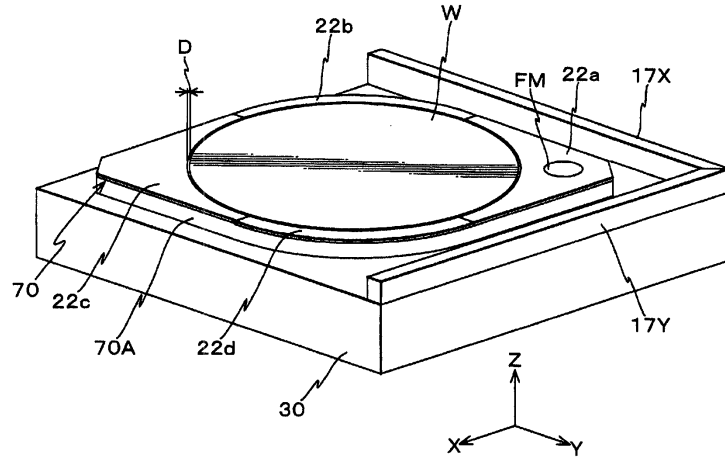
[0202] 본 발명의 투영노광장치는, 반도체 디바이스의 제조에 적합하다. 또한, 본 발명의 스테이지 장치는, 액침법이 적용되는 광학장치의 시료 스테이지로서 적합하다.

도면

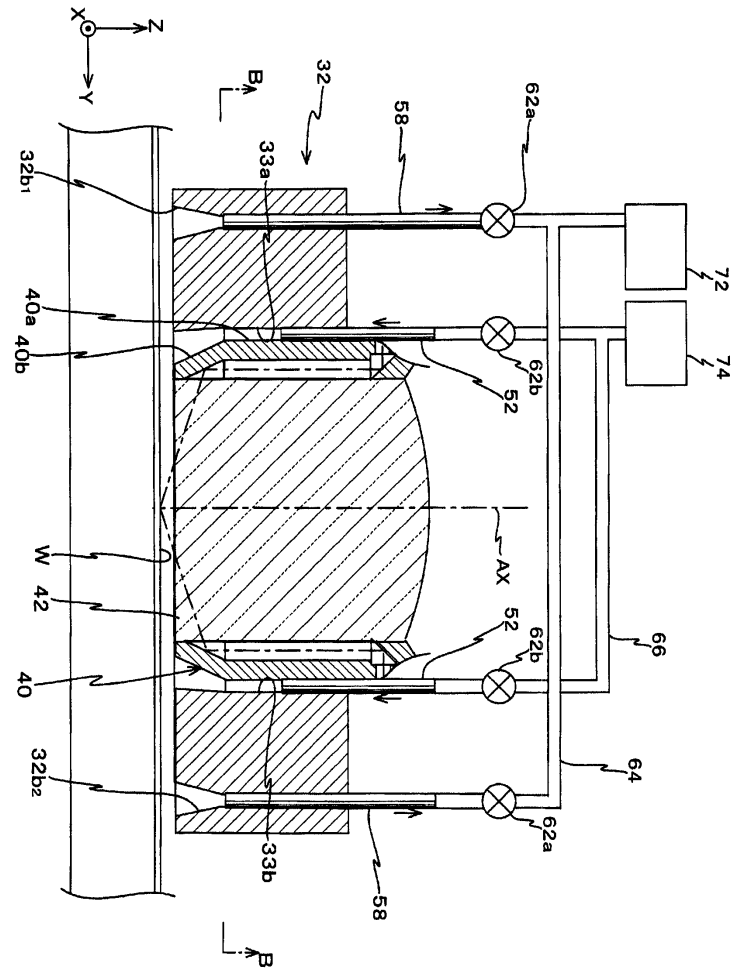
도면1



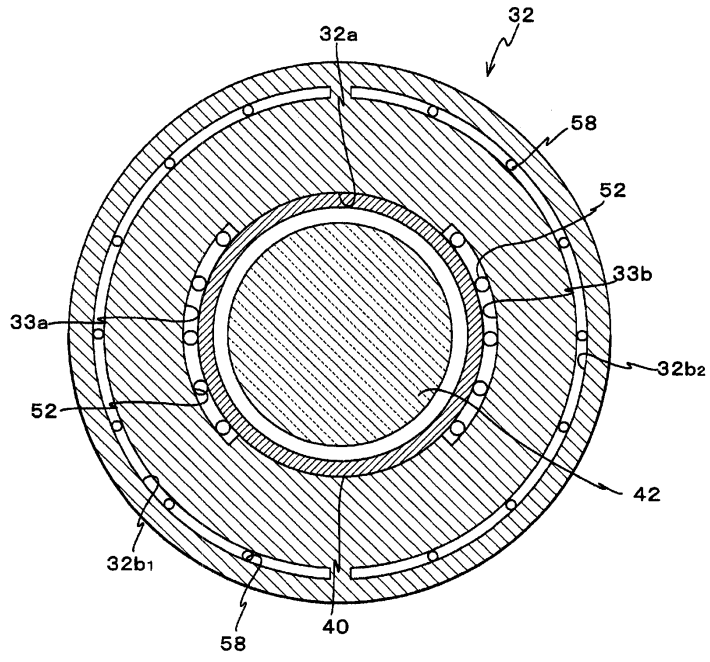
도면2



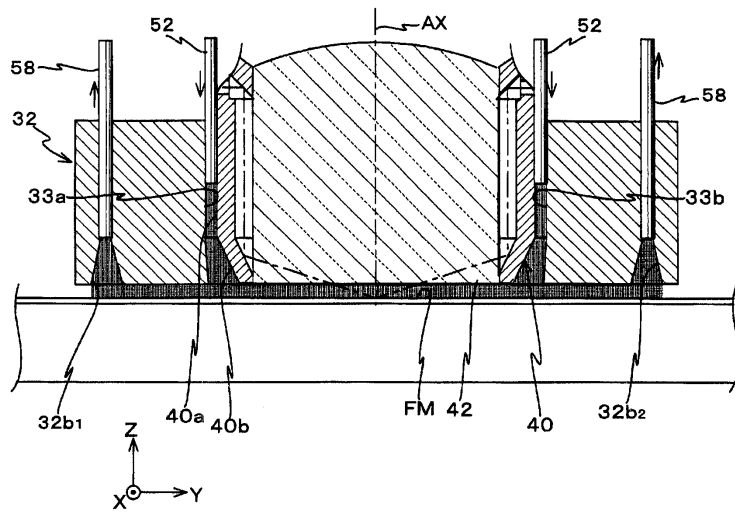
도면3



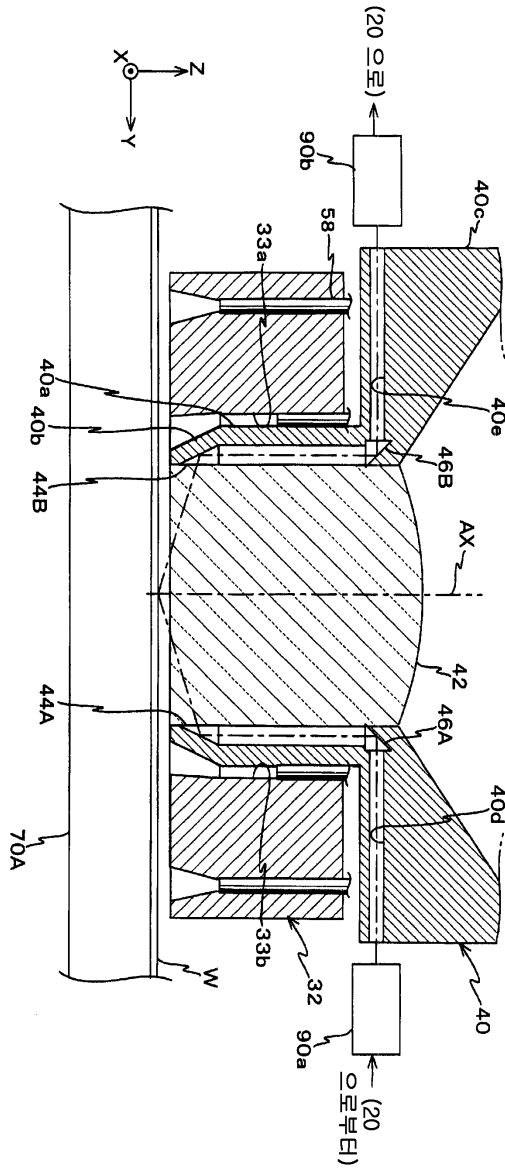
도면4



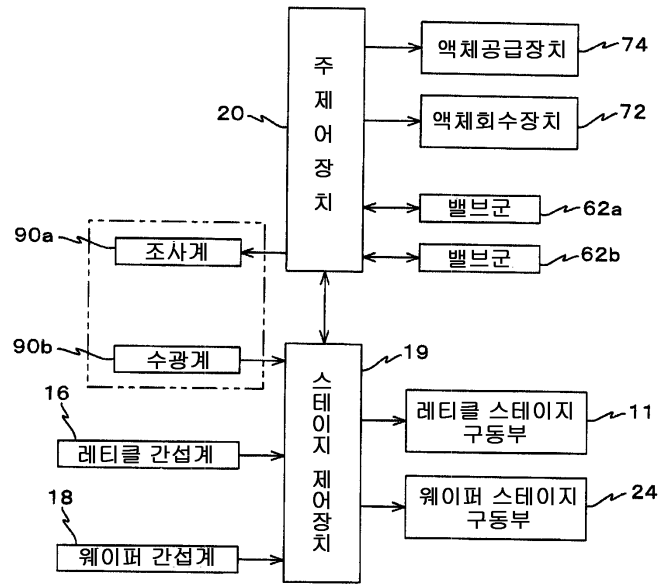
도면5



도면6



도면7



도면8

