



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년02월27일
 (11) 등록번호 10-1111364
 (24) 등록일자 2012년01월26일

- (51) Int. Cl.
H01L 21/027 (2006.01) *H01L 21/677* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2006-7006650
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2004년10월07일
 심사청구일자 2009년10월06일
- (85) 번역문제출일자 2006년04월06일
- (65) 공개번호 10-2006-0120655
- (43) 공개일자 2006년11월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2004/014855
- (87) 국제공개번호 WO 2005/036621
 국제공개일자 2005년04월21일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2003-00349550 2003년10월08일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 US05177528 A1
 US05610683 A1
 US06012966 A1
 US06610683 B2

- (73) 특허권자
 가부시키키가이샤 자오 니콘
 일본 미야기켄 가따군 자오쵸 미야 아자신오요케 20반쨌
 가부시키키가이샤 니콘
 일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠쵸 1쵸메 12방 1고
- (72) 발명자
 오타 아츠시
 일본 미야기켄 갓타군 자오쵸 미야 아자신오요케 20반치가부시키키가이샤 자오 니콘 나이
 호리우치 다카시
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3쵸메 2방 3고 가부시키키가이샤니콘 나이
- (74) 대리인
 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 70 항

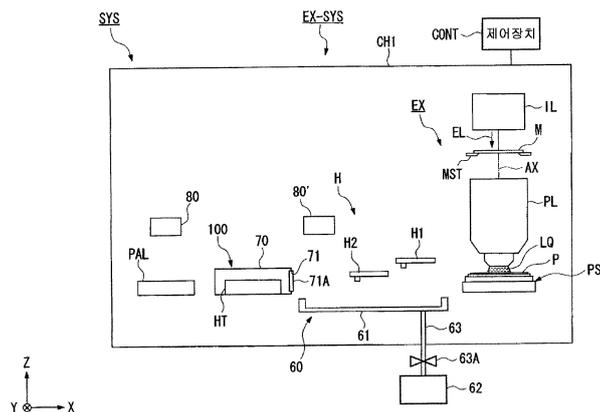
심사관 : 오순영

(54) 기관 반송 장치 및 기관 반송 방법, 노광 장치 및 노광방법, 디바이스 제조 방법

(57) 요약

투영 광학계와 액체를 통한 패턴의 이미지에 따라서 노광된 기관을 반송하는 기관 반송 장치는, 기관에 부착된 액체를 검출하는 액체 검출기를 구비한 것을 특징으로 한다. 투영 광학계와 액체를 통한 패턴의 이미지에 따라서 노광된 기관을 반송하는 기관 반송 방법은, 기관의 반송 경로 도중에, 기관에 부착된 액체를 검출하는 것을 특징으로 한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

투영 광학계와 액체를 통한 패턴의 이미지에 의해서 노광된 기판을 반송하는 기판 반송 장치로서,
상기 기판에 부착된 상기 액체를 검출하는 액체 검출기를 구비한 것을 특징으로 하는 기판 반송 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 액체 검출기의 검출 결과에 기초하여, 상기 기판에 부착된 액체를 제거하는지 아닌지를 판정하는 판정 장치를 갖는 것을 특징으로 하는 기판 반송 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 기판에 부착된 액체를 제거하는 제거 장치를 갖는 것을 특징으로 하는 기판 반송 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 제거 장치는 상기 액체 검출기의 검출 결과에 기초하여, 상기 기판에 부착된 액체를 제거하는 제거 조건을 설정하는 것을 특징으로 하는 기판 반송 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
상기 제거 조건은 상기 액체를 제거하기 위해서 필요한 시간을 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 반송 장치.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 액체 검출기는 상기 기판의 노광 전에 있어서의 기판 표면에 관한 제 1 정보와, 상기 기판의 노광 후에 있어서의 기판 표면에 관한 제 2 정보를 비교하여, 상기 액체를 검출하는 것을 특징으로 하는 기판 반송 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 제 1 정보는, 상기 기판의 노광 전에 있어서의 상기 기판 표면을 촬상한 촬상 정보이고, 상기 제 2 정보는, 상기 기판의 노광 후에 있어서의 상기 기판 표면을 촬상한 촬상 정보인 것을 특징으로 하는 기판 반송 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
상기 제 1 정보는 상기 기판 표면의 반사율 정보를 포함하고, 상기 제 2 정보는 상기 기판 표면의 반사율 정보와 상기 액체의 반사율 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 반송 장치.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 액체 검출기는 상기 기관의 노광 후에 있어서의 상기 기관 표면에 대하여 검출광을 조사하는 조사부와, 상기 기관 표면에서 반사된 상기 검출광을 수광하는 수광부를 갖는 것을 특징으로 하는 기관 반송 장치.

청구항 10

투영 광학계와 액체를 통하여 패턴의 이미지를 투영하여 기관을 노광하는 노광 장치로서,

상기 기관을 유지하는 기관 테이블과,

상기 액체를 통하여 노광된 후의 상기 기관에 잔류하는 잔류 액체를 검출하는 액체 검출기를 구비한 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 11

투영 광학계와 액체를 통한 패턴의 이미지에 의해서 노광된 기관을 반송하는 기관 반송 방법으로서,

상기 투영 광학계와 상기 액체를 통하여 노광된 후의 상기 기관에 부착된 상기 액체를 검출하는 것을 특징으로 하는 기관 반송 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 액체의 검출 결과에 기초하여, 상기 기관에 부착된 액체를 제거하는지 아닌지를 판정하는 것을 특징으로 하는 기관 반송 방법.

청구항 13

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 액체의 검출 결과에 기초하여, 상기 기관에 부착된 액체를 제거하는 것을 추가로 포함하는, 기관 반송 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 액체의 검출 결과에 기초하여, 상기 기관에 부착된 액체를 제거하는 제거 조건을 설정하는 것을 특징으로 하는 기관 반송 방법.

청구항 15

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 액체의 검출은 상기 기관의 노광 전에 있어서의 상기 기관 표면과, 상기 기관의 노광 후에 있어서의 상기 기관 표면을 비교하여 실시하는 것을 특징으로 하는 기관 반송 방법.

청구항 16

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 액체의 검출은 상기 기관의 노광 후에 있어서의 상기 기관 표면에 대하여 검출광을 조사함과 함께, 상기 기관 표면에서 반사된 상기 검출광을 수광하고, 상기 수광 결과에 기초하여 실시하는 것을 특징으로 하는 기관 반송 방법.

청구항 17

투영 광학계와 액체를 통하여 패턴의 이미지를 기관에 투영하여 상기 기관을 노광하는 노광 장치에 사용되는 처리 방법으로서,

상기 액체를 통하여 상기 패턴의 이미지가 투영된 기관을 상기 투영 광학계 아래로부터 이동시키는 것, 및 상기 기관에 잔류하는 액체에 관한 정보를 취득하는 것을 갖는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 18

제 17 항에 기재된 노광 장치에 사용되는 처리 방법을 사용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 19

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관이 노광된 후로서 당해 기관이 현상되기 전에, 상기 잔류 액체를 검출하는, 노광 장치.

청구항 20

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관의 노광 후에 있어서의 상기 기관 표면에 대하여 검출광을 조사하는 조사부와, 상기 기관 표면에서 반사된 상기 검출광을 수광하는 수광부를 갖는, 노광 장치.

청구항 21

제 10 항, 제 19 항, 및 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관과 상기 액체 검출기가 상대적으로 이동하고 있을 때에, 상기 잔류 액체를 검출하는, 노광 장치.

청구항 22

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관이 노광된 후로서 상기 기관 테이블과는 상이한 유지 부재에 상기 기관이 유지되기 전에, 상기 잔류 액체를 검출하는, 노광 장치.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 유지 부재는, 상기 잔류 액체를 제거하는 제거 장치에 배치되는 유지 테이블을 포함하는, 노광 장치.

청구항 24

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관 표면을 촬상하는, 노광 장치.

청구항 25

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 노광 전의 상기 기관 표면의 제 1 정보와, 노광 후의 상기 기관 표면의 제 2 정보에 기초하여, 상기 잔류 액체를 검출하는, 노광 장치.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 정보는, 상기 기관의 노광 전에 있어서의 상기 기관 표면을 촬상한 촬상 정보를 포함하고, 상기 제 2 정보는, 상기 기관의 노광 후에 있어서의 상기 기관 표면을 촬상한 촬상 정보를 포함하는, 노광 장치.

청구항 27

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 정보는, 노광 전의 상기 기관 표면의 반사율 정보를 포함하고,

상기 제 2 정보는, 노광 후의 상기 기관 표면의 반사율 정보 및 상기 액체의 반사율 정보를 포함하는, 노광 장

치.

청구항 28

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기의 검출 결과에 기초하여, 상기 잔류 액체의 위치 정보가 취득되는, 노광 장치.

청구항 29

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기의 검출 결과에 기초하여, 상기 잔류 액체의 크기에 관한 정보가 취득되는, 노광 장치.

청구항 30

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기의 검출 결과에 기초하여, 상기 잔류 액체의 양에 관한 정보가 취득되는, 노광 장치.

청구항 31

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기의 검출 결과에 기초하여, 상기 기관에 대한 액체 제거 동작을 실시하는지를 판정하는 판정 장치를 추가로 구비하는, 노광 장치.

청구항 32

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기에서 검출된 상기 잔류 액체를 제거하는 제거 장치를 추가로 구비하는, 노광 장치.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 제거 장치는, 상기 기관이 노광된 후로서 상기 기관 테이블과는 상이한 유지 부재에 상기 기관이 유지되기 전에, 상기 잔류 액체를 제거하는, 노광 장치.

청구항 34

제 33 항에 있어서,

상기 유지 부재는, 상기 제거 장치에 배치되는 유지 테이블을 포함하는, 노광 장치.

청구항 35

제 32 항에 있어서,

상기 제거 장치는, 상기 기관을 회전시키는, 노광 장치.

청구항 36

제 32 항에 있어서,

상기 제거 장치는, 상기 기관에 기체를 분무하는, 노광 장치.

청구항 37

제 32 항에 있어서,

상기 제거 장치는, 흡습제로 상기 잔류 액체를 흡습하는, 노광 장치.

청구항 38

제 32 항에 있어서,

상기 제거 장치는, 상기 액체 검출기의 검출 결과에 기초하여, 상기 잔류 액체를 제거하는 제거 조건을 설정하는, 노광 장치.

청구항 39

제 38 항에 있어서,

상기 제거 조건은, 상기 액체를 제거하기 위해서 필요한 시간을 포함하는, 노광 장치.

청구항 40

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관을 회전시키거나 경사시켜 상기 잔류 액체를 검출하는, 노광 장치.

청구항 41

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 카메라, 적외선 센서, 산란광을 검출하는 검출기 중 어느 하나를 포함하는, 노광 장치.

청구항 42

제 10 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 노광된 상기 기관이 상기 투영 광학계 아래로부터 이동한 후에, 상기 잔류 액체를 검출하는, 노광 장치.

청구항 43

제 17 항에 있어서,

상기 잔류 액체에 관한 정보는, 노광된 상기 기관으로부터의 검출광을 액체 검출기로 수광함으로써 취득되는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 44

제 17 항에 있어서,

상기 기관이 노광된 후로서 당해 기관이 현상되기 전에, 상기 잔류 액체에 관한 정보가 취득되는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 45

제 43 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관의 노광 후에 있어서의 상기 기관 표면에 대하여 상기 검출광을 조사하는 조사부와, 상기 기관 표면에서 반사된 상기 검출광을 수광하는 수광부를 갖는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 46

제 17 항에 있어서,

상기 기관과 상기 액체 검출기가 상대적으로 이동하고 있을 때에, 상기 잔류 액체에 관한 정보를 취득하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 47

제 43 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관 표면을 촬상하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 48

제 43 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 노광 전의 상기 기관 표면의 제 1 정보와, 노광 후의 상기 기관 표면의 제 2 정보에 기초하여, 상기 잔류 액체에 관한 정보를 취득하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 49

제 48 항에 있어서,

상기 제 1 정보는, 상기 기관의 노광 전에 있어서의 상기 기관 표면을 촬상한 촬상 정보를 포함하고, 상기 제 2 정보는, 상기 기관의 노광 후에 있어서의 상기 기관 표면을 촬상한 촬상 정보를 포함하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 50

제 48 항에 있어서,

상기 제 1 정보는, 노광 전의 상기 기관 표면의 반사율 정보를 포함하고,

상기 제 2 정보는, 노광 후의 상기 기관 표면의 반사율 정보 및 상기 액체의 반사율 정보를 포함하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 51

제 17 항에 있어서,

상기 잔류 액체에 관한 정보는, 상기 잔류 액체의 위치 정보를 포함하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 52

제 17 항에 있어서,

상기 잔류 액체에 관한 정보는, 상기 잔류 액체의 크기에 관한 정보를 포함하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 53

제 17 항에 있어서,

상기 잔류 액체에 관한 정보는, 상기 잔류 액체의 양에 관한 정보를 포함하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 54

제 17 항에 있어서,

취득한 상기 잔류 액체에 관한 정보에 기초하여, 상기 기관에 대한 액체 제거 동작을 실시하는지를 판정하는 것을 추가로 갖는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 55

제 17 항에 있어서,

상기 기관을 회전시키거나 경사시켜 상기 기관에 잔류하는 액체에 관한 정보를 취득하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 56

제 43 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 카메라, 적외선 센서, 산란광을 검출하는 검출기 중 어느 것을 포함하는, 노광 장치에 사

용되는 처리 방법.

청구항 57

제 43 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관의 반송 경로 상에서 이동 가능한, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 58

제 1 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관 표면을 촬상하는, 기관 반송 장치.

청구항 59

제 21 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관의 반송 경로 상에서 이동 가능한, 노광 장치.

청구항 60

제 1 항에 있어서,

상기 액체의 검출 결과에 기초하여, 노광된 상기 기관에 부착되는 액체의 위치 정보가 취득되는, 기관 반송 장치.

청구항 61

제 1 항에 있어서,

상기 액체의 검출 결과에 기초하여, 노광된 상기 기관에 부착되는 액체의 크기에 관한 정보가 취득되는, 기관 반송 장치.

청구항 62

제 1 항에 있어서,

상기 액체의 검출 결과에 기초하여, 노광된 상기 기관에 부착되는 액체의 양에 관한 정보가 취득되는, 기관 반송 장치.

청구항 63

제 11 항에 있어서,

상기 액체의 검출 결과에 기초하여, 노광된 상기 기관에 부착되는 액체의 위치 정보가 취득되는, 기관 반송 방법.

청구항 64

제 11 항에 있어서,

상기 액체의 검출 결과에 기초하여, 노광된 상기 기관에 부착되는 액체의 크기에 관한 정보가 취득되는, 기관 반송 방법.

청구항 65

제 11 항에 있어서,

상기 액체의 검출 결과에 기초하여, 노광된 상기 기관에 부착되는 액체의 양에 관한 정보가 취득되는, 기관 반송 방법.

청구항 66

제 1 항에 있어서,

상기 액체 검출기는, 상기 기관이 노광된 후로서 당해 기관이 현상되기 전에, 상기 기관에 부착된 액체를 검출하는, 기관 반송 장치.

청구항 67

제 11 항에 있어서,

상기 기관이 노광된 후로서 당해 기관이 현상되기 전에, 상기 기관에 부착된 액체를 검출하는, 기관 반송 방법.

청구항 68

제 54 항에 있어서,

상기 액체 제거 동작은, 상기 기관을 회전시키는 것을 포함하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 69

제 54 항에 있어서,

상기 액체 제거 동작은, 상기 기관에 기체를 분무하는 것을 포함하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

청구항 70

제 54 항에 있어서,

상기 액체 제거 동작은, 흡습재에 의해 상기 잔류 액체를 흡습하는 것을 포함하는, 노광 장치에 사용되는 처리 방법.

명세서

기술분야

본 발명은, 액침법에 의해 노광된 기관을 반송하는 기관 반송 장치 및 기관 반송 방법, 노광 장치 및 노광 방법, 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

본원은, 2003년 10월 8일에 출원된 일본 특허출원 제2003-349550호에 대해 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경기술

반도체 디바이스나 액정 표시 디바이스는, 마스크 상에 형성된 패턴을 감광성의 기관 상에 전사하는, 이른바 포토리소그래피의 수법에 의해 제조된다. 이 포토리소그래피 공정에서 사용되는 노광 장치는, 마스크를 지지하는 마스크 스테이지와 기관을 지지하는 기관 스테이지를 갖고, 마스크 스테이지 및 기관 스테이지를 차례로 이동하면서 마스크의 패턴을 투영 광학계를 통해 기관에 전사하는 것이다. 최근, 디바이스 패턴의 더 한층의 고집적화에 대응하기 위해 투영 광학계의 고해상도화가 한층 더 요구되고 있다. 투영 광학계의 해상도는, 사용하는 노광 파장이 짧아질수록, 또한 투영 광학계의 개구수가 클수록 높아진다. 그 때문에, 노광 장치에서 사용되는 노광 파장은 해마다 단파장화되고 있고, 투영 광학계의 개구수도 증대되고 있다. 그리고, 현재 주류를 이루는 노광 파장은, KrF 엑시머 레이저의 248nm 이지만, 추가로 단파장인 ArF 엑시머 레이저의 193nm 도 실용화되고 있다. 또한, 노광을 실시할 때에는 해상도와 동일하게 초점 심도 (DOF) 도 중요하다. 해상도 R, 및 초점 심도 δ 는 각각 이하의 식으로 나타난다.

[0006] $R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$

[0007] $\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$

[0008] 여기에서, λ 는 노광 파장, NA 는 투영 광학계의 개구수, k_1, k_2 는 프로세스 계수이다. (1) 식, (2) 식으로부터 해상도 R 을 높이기 위해, 노광 파장 λ 를 짧게 하여 개구수 NA 를 크게 하면, 초점 심도 δ 가 좁아지는 것을 알 수 있다.

- [0009] 초점 심도 δ 가 지나치게 좁아지면, 투영 광학계의 이미지면에 대해 기관 표면을 합치시키는 것이 곤란해지고, 노광 동작시의 포커스 마진이 부족할 우려가 있다. 그래서, 실질적으로 노광 과장을 짧게 하고, 또한 초점 심도를 넓히는 방법으로서, 예를 들어, 하기 특허 문헌 1 에 개시되어 있는 액침법이 제안되어 있다. 이 액침법은 투영 광학계의 하면(下面) 과 기관 표면 사이를 물이나 유기 용매 등의 액체로 채우고, 액체 중에서의 노광광의 과장이 공기 중의 $1/n$ (n 은 액체의 굴절률로서 통상 1.2~1.6 정도) 이 되는 것을 이용하여 해상도를 향상시킴과 함께, 초점 심도를 약 n 배로 확대한다는 것이다.
- [0010] 특허 문헌 1 : 국제공개 제99/49504호 팜플렛
- [0011] 발명이 해결하고자 하는 과제
- [0012] 그런데, 액침 노광 후의 기관 상에 액체가 잔류되어 있으면, 여러 가지 문제가 발생할 가능성이 있다. 예를 들어, 액체가 부착된 상태인 채로 기관을 현상 처리하면 현상 얼룩을 야기시키거나, 잔류되어 있던 액체가 기화한 후에 기관 상에 잔존하는 부착 자국(이른바 워터 마크)에 의해서 현상 얼룩을 야기시킨다. 이와 같이 액침 노광 후의 기관 상에 잔류하는 액체를 방지해두면 디바이스의 결함을 초래하지만, 이러한 결함은 최종적인 디바이스가 된 후 불량품으로서 발견되어, 디바이스 생산성의 저하를 초래할 우려가 있다.
- [0013] 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 액침 노광된 기관 상에 잔류하는 액체에 기인하는 디바이스의 열화를 방지할 수 있는 기관 반송 장치 및 기관 반송 방법, 노광 장치 및 노광 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0014] 과제를 해결하기 위한 수단
- [0015] 상기의 과제를 해결하기 위해서, 본 발명은 실시 형태에 나타내는 도 1 ~ 도 10 에 대응시킨 이하의 구성을 채용하고 있다.
- [0016] 본 발명의 기관 반송 장치(H)는, 투영 광학계(PL)와 액체(LQ)를 통한 패턴의 이미지에 의해서 노광된 기관(P)을 반송하는 기관 반송 장치에 있어서, 기관(P)에 부착된 액체(LQ)를 검출하는 액체 검출기(80, 90)를 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한 본 발명의 기관 반송 방법은, 투영 광학계(PL)와 액체(LQ)를 통한 패턴의 이미지에 의해서 노광된 기관(P)을 반송하는 기관 반송 방법에 있어서, 기관(P)의 반송 경로 도중에, 기관(P)에 부착된 액체(LQ)를 검출하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명에 의하면, 액침 노광 후의 기관을 반송할 때, 기관에 부착된 액체를 검출할 수 있다. 그리고, 그 검출 결과에 기초하여, 예를 들어 기관에 액체가 부착되어 있는 경우에는 액체 제거를 실시한 후, 그 기관을 현상 처리 등의 노광 후의 프로세스 처리로 보낼 수 있다. 따라서, 그 노광 후의 프로세스 처리에서는 액체의 영향을 받지 않고 원하는 성능을 갖는 디바이스를 제조할 수 있다. 또한, 기관에 액체가 부착되어 있지 않다고 검출된 경우에는 액체 제거를 생략할 수 있어, 작업 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 액체 제거를 실시한 후에 다시 기관 상의 액체를 검출함으로써, 액체 제거가 양호하게 실시되었는지 아닌지를 검출할 수 있다. 이와 같이, 액체 검출기의 검출 결과에 기초하여, 높은 디바이스 생산성을 유지하기 위한 적절한 처치를 행할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 노광 장치(EX-SYS, EX)는, 기관 스테이지(PST)에 유지된 기관(P)에, 투영 광학계(PL)와 액체(LQ)를 통하여 패턴의 이미지를 투영하고, 기관(P)을 노광하는 노광 장치에 있어서, 상기 기재된 기관 반송 장치(H)를 사용하여, 기관 스테이지(PST)로부터 기관(P)을 반송하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한 본 발명의 노광 방법은, 기관 스테이지(PST)에 유지된 기관(P)에, 투영 광학계(PL)와 액체(LQ)를 통하여 패턴의 이미지를 투영하고, 기관(P)을 노광하는 노광 방법에 있어서, 상기 기재된 기관 반송 방법을 사용하여, 기관 스테이지(PST)로부터 기관(P)을 반송하는 공정을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한 본 발명의 디바이스 제조 방법은, 상기 기재된 노광 방법을 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 본 발명에 의하면, 액체 검출기의 검출 결과에 기초하여 높은 디바이스 생산성을 유지하기 위한 적절한 처치를 행할 수 있고, 원하는 성능을 갖는 디바이스를 제조할 수 있다.
- [0023] 발명의 효과
- [0024] 본 발명에 의하면, 액체 검출기의 검출 결과에 기초하여 높은 디바이스 생산성을 유지하기 위한 적절한 처치를

행할 수 있고, 원하는 성능을 갖는 디바이스를 제조할 수 있다.

[0025] 도면의 간단한 설명

[0026] 도 1 은 본 발명의 노광 장치를 구비한 디바이스 제조 시스템의 일 실시 형태를 나타내는 개략 구성도이다.

[0027] 도 2 는 도 1 을 상방에서 본 도면이다.

[0028] 도 3 은 노광 처리를 실시하는 노광 장치 본체의 일 실시 형태를 나타내는 개략 구성도이다.

[0029] 도 4 는 공급 노즐 및 회수 노즐의 배치예를 나타내는 도면이다.

[0030] 도 5 는 액체 제거 시스템의 일 실시 형태를 나타내는 도면이다.

[0031] 도 6 은 본 발명의 노광 방법의 일 실시 형태를 나타내는 플로우 차트도이다.

[0032] 도 7 은 본 발명에 관련된 액체 검출기의 별도의 실시 형태를 나타내는 측면도이다.

[0033] 도 8 은 도 7 의 평면도이다.

[0034] 도 9a 는 기관 상에 액체 검출용의 검출광이 조사되어 있는 모양을 나타내는 도면이다.

[0035] 도 9b 는 기관 상에 액체 검출용의 검출광이 조사되어 있는 모양을 나타내는 도면이다.

[0036] 도 10 은 반도체 디바이스의 제조 공정의 일례를 나타내는 플로우 차트도이다.

[0037] 부호의 설명

[0038] 80, 80' ... 액체 검출기 (촬상 장치), 90 ... 액체 검출기, 91 ... 조사계 (조사부), 92 ... 수광계 (수광부), CONT ... 제어 장치 (관정 장치), EX...노광 장치 본체, EX-SYS ... 노광 장치, H ... 반송 시스템, LQ ... 액체, P ... 기관, PL ... 투영 광학계, PST ... 기관 스테이지

[0039] 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

[0040] 이하, 본 발명의 기관 반송 장치 및 노광 장치에 대해 도면을 참조하면서 설명한다. 도 1 은 본 발명의 노광 장치를 구비한 디바이스 제조 시스템의 일 실시 형태를 나타내는 도면으로서 측방에서 본 개략 구성도, 도 2 는 도 1 을 상방에서 본 도면이다.

[0041] 도 1, 도 2 에 있어서 디바이스 제조 시스템 (SYS) 은, 노광 장치 (EX-SYS) 와 코터·디벨로퍼 장치 (C/D-SYS, 도 2 참조) 를 구비하고 있다. 노광 장치 (EX-SYS) 는, 코터·디벨로퍼 장치 (C/D-SYS) 와의 접속부를 형성하는 인터페이스부 (IF, 도 2 참조) 와, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이를 액체 (LQ) 로 채우고, 투영 광학계 (PL) 와 액체 (LQ) 를 통해, 마스크에 형성된 패턴을 기관 (P) 상에 투영하여 기관 (P) 을 노광하는 노광 장치 본체 (EX) 와, 인터페이스부 (IF) 와 노광 장치 본체 (EX) 사이에서 기관 (P) 을 반송하는 반송 시스템 (H) 과, 반송 시스템 (H) 의 반송 경로 도중에 형성되어, 기관 (P) 표면에 부착된 액체 (LQ) 를 제거하는 액체 제거 시스템 (100) 과, 반송 시스템 (H) 의 반송 경로 도중에 형성되고, 기관 (P) 에 부착된 액체 (LQ) 를 검출하는 액체 검출기를 구성하는 촬상 장치 (80) 와, 노광 장치 (EX-SYS) 전체의 동작을 통괄 제어하는 제어 장치 (CONT) 를 구비하고 있다. 코터·디벨로퍼 장치 (C/D-SYS) 는, 노광 처리되기 전인 기관 (P) 의 기재에 대해 포토레지스트 (감광제) 를 도포하는 도포 장치 (C) 와, 노광 장치 본체 (EX) 에 있어서 노광 처리된 후의 기관 (P) 을 현상 처리하는 현상 장치 (처리 장치, D) 를 구비하고 있다. 노광 장치 본체 (EX) 는 클린도가 관리된 제 1 챔버 장치 (CH1) 내부에 배치되어 있다. 한편, 도포 장치 (C) 및 현상 장치 (D) 는 제 1 챔버 장치 (CH1) 와는 별도의 제 2 챔버 장치 (CH2) 내부에 배치되어 있다. 그리고, 노광 장치 본체 (EX) 를 수용하는 제 1 챔버 장치 (CH1) 와, 도포 장치 (C) 및 현상 장치 (D) 를 수용하는 제 2 챔버 장치 (CH2) 란, 인터페이스부 (IF) 를 통해 접속되어 있다. 여기에서, 이하의 설명에 있어서, 제 2 챔버 장치 (CH2) 내부에 수용되어 있는 도포 장치 (C) 및 현상 장치 (D) 를 합쳐서 「코터·디벨로퍼 본체 (C/D)」 로 적절히 표현한다.

[0042] 도 1 에 나타내는 바와 같이, 노광 장치 본체 (EX) 는, 노광광 (EL) 에 의해 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 를 조명하는 조명 광학계 (IL) 와, 노광광 (EL) 에 의해 조명된 마스크 (M) 패턴의 이미지를 기관 (P) 상에 투영하는 투영 광학계 (PL) 와, 기관 (P) 을 지지하는 기관 스테이지 (PST) 를 구비하고 있다. 또한, 본 실시 형태에 있어서의 노광 장치 본체 (EX) 는, 마스크 (M) 와 기관 (P) 을 주사 방향에 있

어서의 서로 다른 방향 (역방향) 으로 동기 이동하면서, 마스크 (M) 에 형성된 패턴을 기관 (P) 에 노광하는 주사형 노광 장치 (이른바, 스캐닝 스테퍼) 이다. 이하의 설명에 있어서, 수평면 내에 있어서 마스크 (M) 와 기관 (P) 의 동기 이동 방향 (주사 방향) 을 X 축 방향, 수평면 내에서 X 축 방향과 직교하는 방향을 Y 축 방향 (비주사 방향), X 축 및 Y 축 방향에 수직이고 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 과 일치하는 방향을 Z 축 방향으로 한다. 또한, X 축, Y 축, 및 Z 축 주위의 회전 (경사) 방향을 각각, ΘX , ΘY , 및 ΘZ 방향이라고 한다.

또, 여기에서 말하는 「기관」은 반도체 웨이퍼 상에 레지스트를 도포한 것을 포함하고, 「마스크」는 기관 상에 축소 투영되는 디바이스 패턴이 형성된 레티클을 포함한다.

[0043] 반송 시스템 (H) 은, 노광 처리되기 전의 기관 (P) 을 기관 스테이지 (PST) 에 반입 (로드) 하는 제 1 아암 부재 (H1) 와, 노광 처리된 후의 기관 (P) 을 기관 스테이지 (PST) 로부터 반출 (언로드) 하는 제 2 아암 부재 (H2) 를 구비하고 있다. 도포 장치 (C) 로부터 반송된 노광 처리 전의 기관 (P) 은 인터페이스부 (IF) 를 통해 제 3 아암 부재 (H3) 로 넘겨진다. 제 3 아암 부재 (H3) 는, 기관 (P) 을 프리 얼라이먼트부 (PAL) 로 넘긴다. 프리 얼라이먼트부 (PAL) 는, 기관 스테이지 (PST) 에 대해 기관 (P) 의 대략적인 위치 맞춤을 행한다. 활상 장치 (80) 는 프리 얼라이먼트부 (PAL) 의 상방에 형성되어 있고, 프리 얼라이먼트부 (PAL) 는 활상 장치 (80) 의 활상 영역 (활상 시야) 내에 배치된다. 또한, 활상 장치 (80') 는, 기관 스테이지 (PST) 와 유지 테이블 (HT) 사이에 있어서의 노광 처리 후의 기관 (P) 의 반송 경로의 상방에 형성된다. 프리 얼라이먼트부 (PAL) 에서 위치 맞춤된 기관 (P) 은 제 1 아암 부재 (H1) 에 의해서 기관 스테이지 (PST) 에 로드된다. 노광 처리를 끝낸 기관 (P) 은 제 2 아암 부재 (H2) 에 의해서 기관 스테이지 (PST) 로부터 언로드된다. 제 2 아암 부재 (H2) 는 노광 처리 후의 기관 (P) 을, 그 기관 (P) 의 반송 경로 도중에 형성된 유지 테이블 (HT) 으로 넘긴다. 유지 테이블 (HT) 은, 액체 제거 시스템 (100) 의 일부를 구성하는 것으로, 넘겨 받은 기관 (P) 을 일시 유지한다. 유지 테이블 (HT) 은 커버 부재 (70) 내부에 배치되어 있고, 커버 부재 (70) 에는 반송되는 기관 (P) 을 통과시키기 위한 개구부 (71, 72) 가 형성되어 있다. 개구부 (71, 72) 에는 셔터부 (71A, 72A) 가 형성되어 있고, 개구부 (71, 72) 를 개폐한다. 유지 테이블 (HT) 은 기관 (P) 을 유지하여 회전 가능하고, 그 유지 테이블 (HT) 의 회전에 의해서 방향이 바뀐 기관 (P) 은, 제 4 아암 부재 (H4) 에 유지되어, 인터페이스부 (IF) 까지 반송된다. 인터페이스부 (IF) 에 반송된 기관 (P) 은 현상 장치 (D) 로 넘겨진다. 현상 장치 (D) 는 넘겨진 기관 (P) 에 대하여 현상 처리를 행한다.

[0044] 그리고, 제 1 ~ 제 4 아암 부재 (H1 ~ H4), 프리 얼라이먼트부 (PAL), 활상 장치 (80), 및 유지 테이블 (HT) 도 제 1 챔버 장치 (CH1) 내부에 배치되어 있다. 여기서, 제 1, 제 2 챔버 장치 (CH1, CH2) 각각의 인터페이스부 (IF) 와 대면하는 부분에는 개구부 및 이 개구부를 개폐하는 셔터가 형성되어 있다. 기관 (P) 의 인터페이스부 (IF) 에 대한 반송 동작 중에는 셔터가 개방된다.

[0045] 활상 장치 (80) 는, 프리 얼라이먼트부 (PAL) 에 유지된 기관 (P) 표면을 활상하는 것이다. 활상 장치 (80) 의 활상 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력되고 제어 장치 (CONT) 는 활상 장치 (80) 의 활상 결과에 기초하여 기관 (P) 표면 정보를 구한다.

[0046] 활상 장치 (80') 는, 유지 테이블 (HT) 에 반송되기 전에, 노광 처리 후의 기관 (P) 표면을 활상하는 것이다. 활상 장치 (80') 의 활상 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력되고, 제어 장치 (CONT) 는 활상 장치 (80') 의 활상 결과에 기초하여 기관 (P) 표면 정보를 구한다.

[0047] 제 1 아암 부재 (H1) 는 노광 처리되기 전의 액체 (LQ) 가 부착되어 있지 않은 기관 (P) 을 유지하여 기관 스테이지 (PST) 에 로드한다. 한편, 제 2 아암 부재 (H2) 는 액침 노광 처리된 후의 액체 (LQ) 가 부착되어 있을 가능성이 있는 기관 (P) 을 유지하여 기관 스테이지 (PST) 로부터 언로드한다. 이와 같이, 액체 (LQ) 가 부착되어 있지 않은 기관 (P) 을 반송하는 제 1 아암 부재 (H1) 와, 액체 (LQ) 가 부착되어 있을 가능성이 있는 기관 (P) 을 반송하는 제 2 아암 부재 (H2) 를 구별하여 사용하고 있기 때문에, 제 1 아암 부재 (H1) 에는 액체 (LQ) 가 부착되지 않고, 기관 스테이지 (PST) 에 로드되는 기관 (P) 의 이면 등으로의 액체 (LQ) 의 부착을 방지할 수 있다. 따라서, 기관 스테이지 (PST) 의 기관 홀더가 기관 (P) 을 진공 흡착 유지하는 구성이어도, 기관 홀더의 흡착 구멍을 통하여 진공 펌프 등의 진공계에 액체 (LQ) 가 침입하는 문제의 발생을 방지할 수 있다. 도 1 에 나타내는 바와 같이, 제 2 아암 부재 (H2) 의 반송 경로는, 제 1 아암 부재 (H1) 의 반송 경로의 하방에 형성되어 있기 때문에, 기관 (P) 표면이나 이면에 부착된 액체 (LQ) 가, 제 1 아암 부재 (H1) 가 유지하는 노광 전의 기관 (P) 에 부착될 가능성이 적다.

[0048] 도 3 은, 노광 장치 본체 (EX) 의 개략 구성도이다. 조명 광학계 (IL) 는, 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 를 노광광 (EL) 에 의해 조명하는 것이고, 노광용 광원, 노광용 광원으로부터 사출된 광

속의 조도를 균일화하는 옵티컬 인터그레이터, 옵티컬 인터그레이터로부터의 노광광 (EL) 을 집광하는 콘덴서 렌즈, 릴레이 렌즈계, 노광광 (EL) 에 의한 마스크 (M) 상의 조명 영역을 슬릿 형태로 설정하는 가변 시야 조리개 등을 갖고 있다. 마스크 (M) 상의 소정의 조명 영역은 조명 광학계 (IL) 에 의해 균일한 조도 분포의 노광광 (EL) 으로 조명된다. 조명 광학계 (IL) 로부터 사출되는 노광광 (EL) 으로서는, 예를 들어, 수은 램프로부터 사출되는 자외역의 휘선 (g 선, h 선, i 선) 및 KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm 등의 원자외광 (DUV광) 이나, ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 및 F₂ 레이저광 (파장 157nm) 등의 진공자외광 (VUV광) 등이 사용된다. 본 실시 형태에서는, ArF 엑시머 레이저광을 사용한 경우를 예로 들어 설명한다.

[0049] 마스크 스테이지 (MST) 는, 마스크 (M) 를 지지하는 것으로, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 수직인 평면 내, 즉, XY 평면 내에서 2차원 이동 가능 및 θ Z 방향으로 미소 회전 가능하다. 마스크 스테이지 (MST) 는 리니어 모터 등의 마스크 스테이지 구동 장치 (MSTD) 에 의해 구동된다. 마스크 스테이지 구동 장치 (MSTD) 는 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어된다. 마스크 스테이지 (MST) 상에는 이동경 (56) 이 형성되고, 이동경 (56) 에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계 (57) 가 형성되어 있다. 마스크 (M) 를 유지한 마스크 스테이지 (MST) 의 2차원 방향의 위치, 및 회전각은 레이저 간섭계에 의해 실시간으로 계측되고, 계측 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는 레이저 간섭계의 계측 결과에 따라 마스크 스테이지 구동 장치 (MSTD) 를 구동함으로써 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 의 위치를 결정한다.

[0050] 투영 광학계 (PL) 는, 마스크 (M) 의 패턴을 소정의 투영 배율 (β) 로 기관 (P) 에 투영 노광하는 것으로, 복수의 광학 소자 (렌즈나 미러) 에서 구성되어 있고, 이들 광학 소자는 경통 (PK) 내에 수용되어 있다. 본 실시 형태에 있어서, 투영 광학계 (PL) 는, 투영 배율 (β) 이 예를 들어 1/4 혹은 1/5 인 축소계이다. 또, 투영 광학계 (PL) 는 등배계 및 확대계 중 어느 것이어도 된다. 또한, 본 실시 형태의 투영 광학계 (PL) 의 선단측 (기관 (P) 측) 에는, 광학 소자 (렌즈, 2) 가 경통 (PK) 으로부터 노출되어 있다. 이 광학 소자 (2) 는 경통 (PK) 에 대해 착탈 (교환) 가능하게 형성되어 있다.

[0051] 광학 소자 (2) 는 형식으로 형성되어 있다. 형식은 순수와의 친화성이 높기 때문에, 광학 소자 (2) 의 선단면 (액체 접촉면, 2a) 의 거의 전체면에 액체 (LQ) 를 밀착시킬 수 있다. 즉, 본 실시 형태에서는 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 과의 친화성이 높은 액체 (물, LQ) 를 공급하도록 하고 있기 때문에, 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 과 액체 (LQ) 의 밀착성이 높다. 또, 광학 소자 (2) 는 물과의 친화성이 높은 석영이어도 된다. 또 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 에 친수화 (친액화) 처리를 행하여 액체 (LQ) 와의 친화성을 더욱 높이도록 해도 된다.

[0052] 기관 스테이지 (PST) 는, 기관 (P) 을 지지하는 것으로, 기관 (P) 을 기관 홀더를 통해 유지하는 Z 스테이지 (51) 와, Z 스테이지 (51) 를 지지하는 XY 스테이지 (52) 와, XY 스테이지 (52) 를 지지하는 베이스 (53) 를 구비하고 있다. 기관 스테이지 (PST) 는 리니어 모터 등의 기관 스테이지 구동 장치 (PSTD) 에 의해 구동된다. 기관 스테이지 구동 장치 (PSTD) 는 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어된다. Z 스테이지 (51) 를 구동함으로써, Z 스테이지 (51) 에 유지되어 있는 기관 (P) 의 Z 축 방향에 있어서의 위치 (포커스 위치), 및 θ X, θ Y 방향에 있어서의 위치가 제어된다. 또한 XY 스테이지 (52) 를 구동함으로써, 기관 (P) 의 XY 방향에 있어서의 위치 (투영 광학계 (PL) 의 이미지면과 실질적으로 평행한 방향의 위치) 가 제어된다. 즉, Z 스테이지 (51) 는, 기관 (P) 의 포커스 위치 및 경사각을 제어하여 기관 (P) 표면을 오토 포커스 방식, 및 오토 레벨링 방식으로 투영 광학계 (PL) 의 이미지면에 맞춰 넣고, XY 스테이지 (52) 는 기관 (P) 의 X 축 방향 및 Y 축 방향에 있어서의 위치 결정을 실시한다. 또, Z 스테이지와 XY 스테이지를 일체적으로 형성해도 되는 것은 말할 필요도 없다.

[0053] 기관 스테이지 (PST, Z 스테이지 (51)) 상에는 이동경 (54) 이 형성되어 있다. 또한, 이동경 (54) 에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계 (55) 가 형성되어 있다. 기관 스테이지 (PST) 상의 기관 (P) 의 2차원 방향의 위치, 및 회전각은 레이저 간섭계 (55) 에 의해 실시간으로 계측되고, 계측 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는 레이저 간섭계 (55) 의 계측 결과에 따라 기관 스테이지 구동 장치 (PSTD) 를 구동함으로써 기관 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기관 (P) 의 위치 결정을 실시한다.

[0054] 본 실시 형태에서는, 노광 파장을 실질적으로 짧게 하여 해상도를 향상시킴과 함께, 초점 심도를 실질적으로 넓히기 위해서 액침법을 적용한다. 그 때문에, 적어도 마스크 (M) 의 패턴의 이미지를 기관 (P) 상에 전사하고 있는 동안에는, 기관 (P) 표면과 투영 광학계 (PL) 의 광학 소자 (2) 의 선단면 (2a) 사이에 소정의 액체 (LQ) 가 채워진다. 상기 서술한 바와 같이, 투영 광학계 (PL) 의 선단측에는 광학 소자 (2) 가 노출되어 있고, 액체 (LQ) 는 광학 소자 (2) 에만 접촉하도록 구성되어 있다. 이에 의해, 금속으로 이루어지는 경통

(PK)의 부식 등이 방지되고 있다. 본 실시 형태에서, 액체(LQ)에는 순수가 사용된다. 순수는, ArF 엑시머 레이저광 뿐만 아니라, 노광광(EL)을 예를 들어 수은 램프로부터 사출되는 자외역의 휘선(g 선, h 선, i 선) 및 KrF 엑시머 레이저광(파장 248nm) 등의 원적외광(DUV 광)으로 한 경우에도, 이 노광광(EL)을 투과할 수 있다.

[0055] 노광 장치 본체(EX)는, 투영 광학계(PL)의 광학 소자(2)의 선단면(2a)과 기판(P) 사이에 액체(LQ)를 공급하는 액체 공급 기구(10)와, 기판(P)상의 액체(LQ)를 회수하는 액체 회수 기구(20)를 구비하고 있다. 액체 공급 기구(10)는, 기판(P)상에 액침 영역(AR2)을 형성하기 위해서 소정의 액체(LQ)를 공급하는 것으로, 액체(LQ)를 송출 가능한 액체 공급 장치(11)와, 액체 공급 장치(11)에 공급관(12)을 통해 접속되고, 이 액체 공급 장치(11)로부터 송출된 액체(LQ)를 기판(P)상에 공급하는 공급구를 갖는 공급 노즐(13)을 구비하고 있다. 공급 노즐(13)은 기판(P)표면에 근접하여 배치되어 있다.

[0056] 액체 공급 장치(11)는, 액체(LQ)를 수용하는 탱크, 및 가압 펌프 등을 구비하고 있고, 공급관(12) 및 공급 노즐(13)을 통해 기판(P)상에 액체(LQ)를 공급한다. 또한, 액체 공급 장치(11)의 액체 공급 동작은 제어 장치(CONT)에 의해 제어되고, 제어 장치(CONT)는 액체 공급 장치(11)에 의한 기판(P)상에 대한 단위 시간당 액체 공급량을 제어할 수 있다. 또한, 액체 공급 장치(11)는 액체(LQ)의 온도 조정 기구를 갖고 있고, 장치가 수용되는 챔버 내의 온도와 거의 동일한 온도(예를 들어, 23℃)의 액체(LQ)를 기판(P)상에 공급하도록 되어 있다.

[0057] 액체 회수 기구(20)는 기판(P)상의 액체(LQ)를 회수하는 것으로, 기판(P)표면에 접촉하지 않고, 근접하여 배치된 회수 노즐(23)과, 이 회수 노즐(23)에 회수관(22)을 통해 접속된 액체 회수 장치(21)를 구비하고 있다. 액체 회수 장치(21)는 예를 들어 진공 펌프 등의 진공계(흡인 장치) 및 회수한 액체(LQ)를 수용하는 탱크 등을 구비하고 있고, 기판(P)상의 액체(LQ)를 회수 노즐(23) 및 회수관(22)을 통해 회수한다. 액체 회수 장치(21)의 액체 회수 동작은 제어 장치(CONT)에 의해 제어되고, 제어 장치(CONT)는 액체 회수 장치(21)에 의한 단위 시간당 액체 회수량을 제어할 수 있다.

[0058] 주사 노광시에는, 투영 광학계(PL) 선단의 광학 소자(2)의 바로 아래의 투영 영역(AR1)에 마스크(M)의 일부의 패턴 이미지가 투영되고, 투영 광학계(PL)에 대해, 마스크(M)이 -X 방향(또는 +X 방향)에 속도 V로 이동하는데 동기하여, XY 스테이지(52)를 통해 기판(P)이 +X 방향(또는 -X 방향)으로 속도 $\beta \cdot V$ (β 는 투영 배율)로 이동한다. 그리고, 1개의 쇼트 영역에의 노광 종료 후에, 기판(P)의 스테핑에 의해 다음의 쇼트 영역이 주사 개시 위치로 이동하고, 이하, 스텝·앤드·스캔 방식으로 각 쇼트 영역에 대한 노광 처리가 차례로 실시된다. 본 실시 형태에서는, 기판(P)의 이동 방향을 따라 액체(LQ)를 흐르게 하도록 설정되어 있다.

[0059] 도 4는, 투영 광학계(PL)의 투영 영역(AR1)과, 액체(LQ)를 X 축 방향으로 공급하는 공급 노즐(13, 13A ~ 13C)과, 액체(LQ)를 회수하는 회수 노즐(23, 23A, 23B)과의 위치 관계를 나타내는 도면이다. 도 4에 있어서, 투영 광학계(PL)의 투영 영역(AR1)의 형상은 Y 축 방향으로 가늘고 긴 직사각형으로 되어 있고, 그 투영 영역(AR1)을 X 축 방향으로 사이에 끼우도록, +X 방향 측에 3개의 공급 노즐(13A ~ 13C)이 배치되고, -X 방향 측에 2개의 회수 노즐(23A, 23B)이 배치되어 있다. 그리고, 공급 노즐(13A ~ 13C)은 공급관(12)을 통하여 액체 공급 장치(11)에 접속되고, 회수 노즐(23A, 23B)은 회수관(22)을 통하여 액체 회수 장치(21)에 접속되어 있다. 또한, 공급 노즐(13A ~ 13C)과 회수 노즐(23A, 23B)을 거의 180° 회전시킨 위치 관계에서, 공급 노즐(15A ~ 15C)과, 회수 노즐(25A, 25B)이 배치되어 있다. 공급 노즐(13A ~ 13C)과 회수 노즐(25A, 25B)은 Y 축 방향으로 교대로 배열되고, 공급 노즐(15A ~ 15C)과 회수 노즐(23A, 23B)은 Y 축 방향으로 교대로 배열되며, 공급 노즐(15A ~ 15C)은 공급관(14)을 통하여 액체 공급 장치(11)에 접속되어, 회수 노즐(25A, 25B)은 회수관(24)을 통하여 액체 회수 장치(21)에 접속되어 있다.

[0060] 그리고, 화살표(Xa)로 나타내는 주사 방향(-X 방향)으로 기판(P)을 이동시켜 주사 노광을 실시하는 경우에는, 공급관(12), 공급 노즐(13A ~ 13C), 회수관(22), 및 회수 노즐(23A, 23B)을 사용하여, 액체 공급 장치(11) 및 액체 회수 장치(21)에 의해 액체(LQ)의 공급 및 회수가 실시된다. 즉, 기판(P)이 -X 방향으로 이동할 때는, 공급관(12) 및 공급 노즐(13: 13A ~ 13C)을 통해 액체 공급 장치(11)로부터 액체(LQ)가 기판(P)상에 공급됨과 함께, 회수 노즐(23: 23A, 23B) 및 회수관(22)을 통해 액체(LQ)가 액체 회수 장치(21)로 회수되고, 투영 광학계(PL)와 기판(P)사이를 채우도록 -X 방향으로 액체(LQ)가 흐른다. 한편, 화살표(Xb)로 나타내는 주사 방향(+X 방향)으로 기판(P)을 이동시켜서 주사 노광을 실

시하는 경우에는, 공급관 (14), 공급 노즐 (15A ~ 15C), 회수관 (24), 및 회수 노즐 (25A, 25B) 을 사용하여, 액체 공급 장치 (11) 및 액체 회수 장치 (21) 에 의해 액체 (LQ) 의 공급 및 회수가 실시된다. 즉, 기관 (P) 이 +X 방향으로 이동할 때에는, 공급관 (14) 및 공급 노즐 (15: 15A~15C) 을 통해 액체 공급 장치 (11) 로부터 액체 (LQ) 가 기관 (P) 상에 공급됨과 함께, 회수 노즐 (25: 25A, 25B) 및 회수관 (24) 을 통해 액체 (LQ) 가 액체 회수 장치 (21) 에 회수되고, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이를 채우도록 +X 방향으로 액체 (LQ) 가 흐른다. 이와 같이, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 장치 (11) 및 액체 회수 장치 (21) 를 사용하여, 기관 (P) 의 이동 방향을 따라 기관 (P) 의 이동 방향과 동일 방향으로 액체 (LQ) 를 흐르게 한다. 이 경우, 예를 들어 액체 공급 장치 (11) 로부터 공급 노즐 (13) 을 통해 공급되는 액체 (LQ) 는 기관 (P) 의 -X 방향에의 이동에 수반하여 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이에 끌어들이듯이 하여 흐르기 때문에, 액체 공급 장치 (11) 의 공급 에너지가 작아도 액체 (LQ) 를 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이에 용이하게 공급할 수 있다. 그리고, 주사 방향을 따라 액체 (LQ) 를 흐르게 하는 방향을 전환함으로써, +X 방향, 또는 -X 방향의 어느 방향으로 기관 (P) 을 주사하는 경우에도, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이를 액체 (LQ) 로 채울 수 있고, 높은 해상도 및 넓은 초점 심도를 얻을 수 있다.

[0061] 도 5 는, 액체 제거 시스템 (100) 을 나타내는 도면이다. 액침 노광 후의 기관 (P) 을 유지한 제 2 아암 부재 (H2) 는, 유지 테이블 (HT) 을 수용한 커버 부재 (70) 의 내부에 개구부 (71) 로부터 진입한다. 이 때, 제어 장치 (CONT) 는 서터부 (71A) 를 구동하여 개구부 (71) 를 개방하고 있다. 한편, 개구부 (72) 는 서터부 (72A) 에 의해 닫혀져 있다. 그리고, 유지 테이블 (HT) 에 기관 (P) 을 넘기기 전에, 도시하지 않은 분무 노즐이 기관 (P) 의 이면에 기체를 분무하여, 그 기관 (P) 의 이면에 부착되어 있는 액체를 제거한다. 이어서, 제 2 아암 부재 (H2) 는 기관 (P) 을 유지 테이블 (HT) 에 넘긴다. 유지 테이블 (HT) 은 넘겨진 기관 (P) 을 진공 흡착 유지한다.

[0062] 커버 부재 (70) 내부에는, 액체 제거 시스템 (100) 의 일부를 구성하는 분무 노즐 (103) 이 배치되어 있고, 분무 노즐 (103) 에는 유로 (105) 를 통해 기체 공급계 (104) 가 접속되어 있다. 유로 (105) 에는, 기관 (P) 에 대해 분무하는 기체 중의 이물 (쓰레기나 오일 미스트 (oil mist)) 를 제거하는 필터가 형성되어 있다. 그리고, 기체 공급계 (104) 가 구동함으로써, 유로 (105) 를 통해 분무 노즐 (103) 에 의해 소정의 기체가 기관 (P) 표면에 분무되고, 기관 (P) 표면에 부착되어 있는 액체 (LQ) 는 분무된 기체에 의해 비산되어 제거된다.

[0063] 커버 부재 (70) 에는, 액체 회수부 (80) 가 회수관 (81) 을 통해 접속되어 있다. 회수관 (81) 에는 그 회수관 (81) 의 유로를 개폐하는 밸브 (82) 가 형성되어 있다. 기관 (P) 으로부터 비산된 액체 (LQ) 는 커버 부재 (70) 에 접속되어 있는 액체 회수부 (80) 에 의해 회수된다. 액체 회수부 (80) 는 커버 부재 (70) 내부의 기체를 비산된 액체 (LQ) 와 함께 흡인함으로써, 기관 (P) 으로부터 비산된 액체 (LQ) 를 회수한다. 여기에서, 액체 회수부 (80) 는, 커버 부재 (70) 내부의 기체 및 비산된 액체 (LQ) 의 흡인 동작을 계속적으로 실시한다. 이에 의해, 커버 부재 (70) 의 내벽이나 바닥 등의 커버 부재 (70) 내부에 액체 (LQ) 가 머물러 있지 않기 때문에, 커버 부재 (70) 내부의 습도가 크게 변동하는 경우는 없다. 또한, 서터부 (71A, 72A) 가 개방되었을 때에도, 커버 부재 (70) 내의 습한 기체가 커버 부재 (70) 의 외부로 흘러나오는 경우도 없다.

[0064] 또, 본 실시 형태에 있어서, 액체 제거 시스템 (100) 은 기관 (P) 에 대하여 기체를 분무함으로써 액체 (LQ) 를 제거하지만, 예를 들어 기관 (P) 에 부착되어 있는 액체 (LQ) 를 흡인하거나, 건조 기체 (드라이 에어) 를 공급함으로써 액체 (LQ) 를 건조시키거나, 기관 (P) 을 회전하여 부착되어 있는 액체 (LQ) 를 비산시킴으로써, 기관 (P) 에 부착된 액체 (LQ) 를 제거할 수 있다. 또는 기관 (P) 에 흡습제를 대어 부착되어 있는 액체 (LQ) 를 흡습함으로써도 제거할 수 있다.

[0065] 다음으로, 상기 서술한 노광 장치 본체 (EX) 및 반송 시스템 (H) 의 동작에 관해서 도 6 의 플로우 차트도를 참조하면서 설명한다.

[0066] 도포 장치 (C) 로부터 노광 전의 기관 (P) 이 제 3 아암 부재 (H3) 에 의해서 프리 얼라이먼트부 (PAL) 로 넘겨진다. 프리 얼라이먼트부 (PAL) 는 노광 전의 기관 (P) 이 대략적인 위치 맞춤을 행한다. 이어서, 촬상 장치 (80) 가 위치 맞춤된 노광 전의 기관 (P) 표면을 촬상한다. 이렇게 해서, 노광 전의 기관 (P) 표면에 관한 제 1 정보 (촬상 정보) 가 취득된다 (단계 S1). 취득된 기관 (P) 표면에 관한 제 1 정보는 제어 장치 (CONT) 에 기억된다.

[0067] 이어서, 프리 얼라이먼트부 (PAL) 에서 위치 맞춤된 기관 (P) 은 제 1 아암 부재 (H1) 에 의해서 노광 장치 본체 (EX) 의 기관 스테이지 (PST) 에 로드된다. 기관 스테이지 (PST) 에 유지된 기관 (P) 은, 액침법에 의해

노광 처리된다 (단계 S2).

- [0068] 기관 (P) 상에 설정된 복수의 쇼트 영역 각각 대한 액침 노광 처리가 종료된 후, 제어 장치 (CONT) 는 액체 공급 기구 (10) 에 의한 기관 (P) 상으로의 액체 공급을 정지한다. 한편으로, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 공급 동작을 정지한 후에도 소정 시간만큼 액체 회수 기구 (20) 의 구동을 계속한다. 이것에 의해, 기관 (P) 상의 액체 (LQ) 는 충분히 회수된다.
- [0069] 노광 후의 기관 (P) 은 제 2 아암 부재 (H2) 에 의해서 기관 스테이지 (PST) 로부터 언로드된다. 제 2 아암 부재 (H2) 는 유지한 기관 (P) 을 액체 제거 시스템 (100) 의 유지 테이블 (HT) 을 향하여 반송한다.
- [0070] 여기서, 기관 (P) 표면이나, 기관 (P) 의 이면 중 제 2 아암 부재 (H2) 에 지지되어 있는 것 이외의 영역에 액체 (LQ) 가 부착되어 있을 가능성이 있다. 그러나, 도 1 에 나타내는 바와 같이, 기관 (P) 의 반송 경로 중, 기관 스테이지 (PST) 와 유지 테이블 (HT) 사이에는, 노광 후의 기관 (P) 으로부터 낙하한 액체 (LQ) 를 회수하는 회수 기구 (60) 가 배치되어 있기 때문에, 비록 액체 (LQ) 가 부착된 상태에서 기관 (P) 을 반송하더라도, 반송 경로 상의 주변 장치·부재에 기관 (P) 상의 액체 (LQ) 가 부착·비산되는 것을 방지할 수 있다. 여기서, 회수 기구 (60) 는, 도 1 에 나타내는 바와 같이, 제 2 아암 부재 (H2) 의 반송 경로하에 배치된 흡통 부재 (61) 와, 흡통 부재 (61) 를 통하여 회수된 액체 (LQ) 를 흡통 부재 (61) 로부터 배출하는 액체 흡인 장치 (62) 를 구비하고 있다. 흡통 부재 (61) 는 제 1 챔버 장치 (CH1) 내부에 형성되고, 액체 흡인 장치 (62) 는 제 1 챔버 장치 (CH1) 외부에 형성되어 있다. 흡통 부재 (61) 와 액체 흡인 장치 (62) 는 관로 (63) 를 통하여 접속되어 있고, 관로 (63) 에는, 이 관로 (63) 의 유로를 개폐하는 밸브 (63A) 가 형성되어 있다.
- [0071] 노광 후의 액체 (LQ) 가 부착되어 있는 기관 (P) 을 제 2 아암 부재 (H2) 로 반송하는 도중에, 기관 (P) 상으로부터 액체 (LQ) 가 낙하할 가능성이 있지만, 그 낙하한 액체 (LQ) 는 흡통 부재 (61) 에서 회수할 수 있다. 낙하한 액체 (LQ) 를 흡통 부재 (61) 에서 회수함으로써, 반송 경로 주위에 액체 (LQ) 가 비산하는 등의 문제를 방지할 수 있다. 그리고, 액체 흡인 장치 (62) 는 챔버 장치 (CH1) 내부에 형성된 흡통 부재 (61) 상의 액체 (LQ) 를 흡인함으로써 챔버 장치 (CH1) 외부로 배출하고, 챔버 장치 (CH1) 내부의 흡통 부재 (61) 에 액체 (LQ) 가 머무르지 않게 할 수 있어, 챔버 장치 (CH1) 내부에 습도 변동 (환경 변동) 이 발생하는 문제를 방지할 수 있다. 여기서, 액체 흡인 장치 (62) 는, 흡통 부재 (61) 에 회수된 액체 (LQ) 의 흡인 동작을 연속적으로 실시할 수 있고, 미리 설정된 소정 기간에 있어서만 흡인 동작을 단속적으로 실시할 수도 있다. 흡인 동작을 연속적으로 실시함으로써, 흡통 부재 (61) 에는 액체 (LQ) 가 머무르지 않기 때문에, 챔버 장치 (CH1) 내부의 습도 변동을 한층 더 방지할 수 있다. 한편, 예를 들어, 노광 장치 본체 (EX) 에서의 기관 (P) 의 노광 중에는, 액체 흡인 장치 (62) 에 의한 흡인 동작 (배출 동작) 을 실시하지 않고, 노광 이외의 기간에 있어서만 흡인 동작을 실시함으로써, 흡인 동작에 의해서 발생하는 진동이 노광 정밀도에 영향을 준다는 문제를 방지할 수 있다.
- [0072] 노광 처리 후의 기관 (P) 이 액체 제거 시스템 (100) 의 유지 테이블 (HT) 에 반송되기 전에, 촬상 장치 (80') 하에 배치된다. 그리고, 촬상 장치 (80') 는, 노광 처리 후의 기관 (P) 표면에 관한 제 2 정보 (촬상 정보) 를 취득한다 (단계 S3).
- [0073] 노광 처리 후의 기관 (P) 표면에 관한 제 2 정보를 취득한 후, 노광 처리 후의 기관 (P) 을 유지한 제 2 아암 부재 (H2) 는, 커버 부재 (70) 의 내부에 개구부 (71) 로부터 진입하여, 노광 처리 후의 기관 (P) 을 유지 테이블 (HT) 에 반송한다.
- [0074] 제어 장치 (CONT) 는, 단계 S1 에서 취득한 촬상 정보와, 단계 S3 에서 취득한 촬상 정보를 비교하여, 노광 처리 후의 기관 (P) 에 액체가 부착되어 있는지 아닌지를 검출한다 (단계 S4).
- [0075] 기관 (P) 표면에 액체 (LQ) 가 부착되어 있을 때의 촬상 상태와, 부착되어 있지 않을 때의 촬상 상태는 서로 상이하기 때문에, 제어 장치 (CONT) 는 노광 전의 기관 (P) 표면의 촬상 정보와 노광 후의 기관 (P) 표면의 촬상 정보를 비교함으로써, 액체 (LQ) 가 부착되어 있는지 아닌지를 검출할 수 있다. 또한, 단계 S1 의 촬상 시의 기관 (P) 의 위치와 단계 S3 의 촬상시의 기관 (P) 의 위치가 합치되어 있으면, 제어 장치 (CONT) 는 기관 (P) 에 부착되어 있는 액체 (액적) 의 위치에 관한 정보나, 그 액적의 크기에 관한 정보도 구할 수 있다.
- [0076] 또, 단계 S1 의 촬상시의 기관 (P) 의 위치와 단계 S3 의 촬상시의 기관 (P) 의 위치가 합치되어 있지 않더라도, 기관 (P) 의 둘레 가장자리부에는, 기관 (P) 의 위치를 검출하기 위한 절결 (오리엔테이션 플랫폼

(orientation flat) 또는 노치) 이 형성되어 있기 때문에, 제어 장치 (CONT) 는, 이 절결을 기준으로 하여, 단계 S1 의 활상 정보와 단계 S3 의 활상 정보를 데이터 상에서 일치시키는 것이 가능하다.

- [0077] 제어 장치 (CONT) 는, 검출한 기관 (P) 상의 액체 (LQ) 의 양이, 미리 설정되어 있는 임계값 이상인지 아닌지를 판단한다. 그리고, 제어 장치 (CONT) 는 그 판단 결과에 기초하여, 기관 (P) 에 부착된 액체 (LQ) 의 제거 동작을 실시하는지 아닌지를 판정한다 (단계 S5).
- [0078] 단계 S5 에 있어서 임계값 이하라고 판단한 경우, 제어 장치 (CONT) 는 액체 제거 동작은 불필요하고 판단하여, 제 4 아암 부재 (H4) 등을 사용하여 유지 테이블 (HT) 으로부터 기관 (P) 을 인터페이스부 (IF) 를 통하여 현상 장치 (D) 로 반송한다. 요컨대, 기관 (P) 상에 부착되어 있는 액체 (LQ) 의 양이 약간 (임계값 이하) 이고, 디바이스 성능이나 프로세스 처리 (현상 처리) 에 영향을 주지 않는 정도이면, 제어 장치 (CONT) 는 액체 제거 동작이 불필요하다고 판단한다. 이것에 의해, 기관 (P) 에 액체 (LQ) 가 부착되어 있지 않음에도 불구하고 액체 제거 시스템 (100) 을 사용하여 다시 액체 제거 동작을 실시하는 것을 방지하여, 작업 효율을 향상시킬 수 있다. 또, 상기 임계값은 미리 실험 등에 의해서 요청되고, 제어 장치 (CONT) 에 기억되어 있다.
- [0079] 한편, 단계 S5 에 있어서 임계값 이상이라고 판단한 경우, 제어 장치 (CONT) 는 액체 제거 시스템 (100) 을 작동시킨다. 그 때, 제어 장치 (CONT) 는, 검출한 액체 정보에 기초하여, 액체 (LQ) 가 부착된 기관 (P) 에 대한 액체 제거를 실시하기 위한 액체 제거 동작 조건을 설정한다 (단계 S6).
- [0080] 단계 S4 에 있어서, 기관 (P) 상에 부착되어 있는 액체 (LQ) 의 양 (액적의 크기) 이나 위치 정보가 검출되어 있기 때문에, 제어 장치 (CONT) 는, 예를 들어 부착되어 있는 액체 (LQ) 의 양 (액적의 크기) 에 기초하여, 분무 노즐 (103) 로부터 분무하는 기체의 유속 (단위 시간당 분무 기체량) 이나 분무 시간을 설정한다. 또는, 기관 (P) 에 부착되어 있는 액체 (LQ) 의 위치 정보에 기초하여, 분무 노즐 (103) 에서 기체를 분무하는 기관 (P) 상의 위치를 설정한다. 이렇게 함에 따라, 예를 들어 부착되어 있는 액체량이 적은 경우에는, 액체 제거 동작 시간 (기체 분무 시간) 을 단시간으로 설정하여 작업 시간을 단축할 수 있고, 한편, 부착되어 있는 액체량이 많은 경우에는, 액체 제거 동작 시간 (기체 분무 시간) 을 장시간으로 설정하여 액체 (LQ) 를 확실하게 제거할 수 있다.
- [0081] 또는, 기관 (P) 의 레지스트 조건이나 액체 (LQ) 의 물성 등을 포함하는 액체 조건에 따라 액체 제거 동작 조건을 설정해도 된다. 요컨대, 레지스트나 액체 (LQ) 의 물성에 따라, 그 액체 (LQ) 를 기관 (P) 상으로부터 비산시키기 용이함이 변할 가능성이 있기 때문에, 예를 들어, 비산시키기 용이한 경우에는 기체를 분무하는 시간을 단축하고, 한편 비산시키기 어려운 조건의 경우에는 기체를 분무하는 시간을 길게 하거나 분무하는 기체의 유속을 높이기도 하는 것이 가능하다.
- [0082] 또한, 복수의 기관 (P) 에 관한 액체 검출 결과의 이력을 구하여, 그 이력 정보에 기초하여, 액체 제거 동작 조건을 설정해도 된다. 즉, 상기 서술한 바와 같이, 레지스트 조건이나 액체 조건에 따라 액체 (LQ) 의 제거 용이성이 변할 가능성이 있기 때문에, 레지스트 조건이나 액체 조건에 대응하여 기관 (P) 상에 잔존하는 액체량의 이력을 구함으로써, 그 구한 결과에 기초하여 최적의 액체 제거 동작 조건을 설정할 수 있다.
- [0083] 제어 장치 (CONT) 는, 액체 제거 동작 조건을 설정한 후, 기관 (P) 에 분무 노즐 (103) 로부터 기체를 분무하여 부착되어 있는 액체 (LQ) 를 제거한다 (단계 S7).
- [0084] 그리고, 액체 제거 동작을 실시한 후, 제어 장치 (CONT) 는, 제 4 아암 부재 (H4) 등을 사용하여 기관 (P) 을 다시 활상 장치 (80') 의 활상 영역 내에 반송하고, 활상 장치 (80') 에 의해서 기관 (P) 표면을 활상한다. 그리고, 부착되어 있는 액체 (LQ) 가 임계값 이하가 될 때까지 상기 처리를 되풀이한다.
- [0085] 이상 설명한 바와 같이, 액침 노광 후의 기관 (P) 을 반송할 때, 기관 (P) 에 부착된 액체 (LQ) 를 활상 장치 (80') 를 사용하여 검출함으로써, 예를 들어, 기관 (P) 에 액체 (LQ) 가 부착되는 경우에는 액체 제거 시스템 (100) 에서 액체 제거를 실시한 후, 그 기관 (P) 을 현상 장치 (D) 등의 소정의 프로세스 장치로 보낼 수 있다. 따라서, 그 현상 처리 등을 액체 (LQ) 의 영향을 받지 않고 사용할 수 있어, 원하는 성능을 갖는 디바이스를 제조할 수 있다. 또한, 액체 검출 결과에 기초하여, 기관 (P) 에 액체 (LQ) 가 부착되어 있지 않다고 검출된 경우에는 액체 제거 동작을 생략할 수 있고, 작업 효율을 향상할 수 있다. 또한, 액체 제거 동작을 실시한 후에 다시 기관 (P) 상의 액체 검출을 실시함으로써, 액체 제거가 양호하게 실시되었는지 아닌지를 검출할 수 있다. 또한, 액체검출 결과에 기초하여 액체 제거 동작을 실시함으로써, 반송되는 기관 (P) 에서 액체 (LQ) 가 반송 경로 상에 낙하되는 등의 문제의 발생을 방지할 수 있다. 또한, 반송 시스템 (H) 의 아암 부재가 기관 (P) 을 진공 흡착 유지하는 구성인 경우, 기관 (P) 에 부착된 액체 (LQ) 를 제거함으로써, 진공계에

액체 (LQ) 가 침입하여 그 진공계가 고장나는 등의 문제의 발생을 방지할 수 있다.

- [0086] 또한, 본 실시 형태에서는 1 개의 기관 (P) 에 대하여 노광 전의 표면 정보와, 노광 후 또한 현상 전의 표면 정보를 비교하는 구성이기 때문에, 기관 (P) 에 부착된 액체 정보를 정밀도 높게 구할 수 있다.
- [0087] 또, 활상 장치 (80') 는, 기관 스테이지 (PST) 와 유지 테이블 (HT) 사이에 있어서의 노광 처리 후의 기관 (P) 의 반송 경로의 상방이면, 기관 스테이지 (PST) 근방, 또는 액체 제거 시스템 (100) 의 근방에 형성해도 된다.
또, 기관 스테이지 (PST) 와 유지 테이블 (HT) 사이의 반송 경로 상에, 활상 장치 (80) 를 이동 가능하게 형성함으로써, 활상 장치 (80') 를 생략하는 것도 가능하다. 또한, 활상 장치 (80') 를 커버 부재 (70) 의 내부에 형성하는 구성이어도 된다.
- [0088] 또, 기관 (P) 표면에 부착된 액체 (LQ) 를 검출하기 위해서, 노광 전의 기관 (P) 표면에 검출광을 조사하여 그 기관 (P) 표면에서 반사한 검출광을 활상 장치나 소정의 수광기에서 수광하여 기관 (P) 표면의 제 1 광반사율 정보를 구하고, 노광 후의 기관 (P) 표면에 상기 검출광을 조사하여 그 기관 (P) 표면에서 반사한 검출광을 수광하여 기관 (P) 표면의 제 2 광반사율 정보를 구하고, 제 1, 제 2 광반사율 정보에 기초하여, 기관 (P) 에 액체 (LQ) 가 부착되어 있는지 아닌지를 검출할 수 있다. 액체 (LQ) 의 광반사율과 기관 (P) 표면 (레지스트) 의 광반사율은 서로 상이하기 때문에, 액체 (LQ) 가 부착되어 있는 경우와 부착되어 있지 않은 경우에는 기관 (P) 표면의 광반사율은 서로 상이하다. 따라서, 상기 제 1, 제 2 광반사율 정보를 구함으로써, 액체 (LQ) 를 검출할 수 있다. 또, 제 2 광반사율 정보는, 노광 후의 기관 (P) 표면의 광반사율 정보와 액체 (LQ) 의 광반사율 정보를 포함한다.
- [0089] 또, 1 개의 기관 (P) 의 노광 전의 기관 (P) 표면의 광반사율 정보를 검출한 후, 노광 후의 기관 (P) 표면의 광반사율 정보를 검출하는 구성 외에, 예를 들어, 액체 (LQ) 가 부착된 상태에서의 기관 (P) 표면의 광반사율 정보와, 부착되어 있지 않은 상태에서의 기관 (P) 의 광반사율 정보를 예를 들어, 실험이나 시뮬레이션에 의해서 미리 구하여 제어 장치 (CONT) 에 기억해 두고, 노광 후의 기관 (P) 표면의 광반사율을 검출한 검출 결과와, 상기 기억 정보에 기초하여, 액체 (LQ) 가 부착되어 있는지 아닌지를 판정해도 된다.
- [0090] 또, 기관 (P) 표면을 활상 장치로 활상하고, 그 활상 결과를 모니터에 출력하여 오퍼레이터에 의해 액체 (LQ) 가 부착되어 있는지 아닌지를 판단하도록 해도 된다. 또는, 기관 (P) 에 광 (단색광) 을 조사하고, 그 기관 (P) 을 활상하여 얻어진 화상을 화상 처리하여, 그 화상 처리 결과에 기초하여 액체 (LQ) 가 부착되어 있는지 아닌지를 판단해도 된다. 또, 활상 장치로 활상하기 전에, 기관 (P) 을 경사시키거나, 회전시켜도 된다.
- [0091] 또 본 실시 형태에서는, 기관 (P) 표면 (노광면) 에 액체 (LQ) 가 부착되어 있는지 아닌지를 검출하고 있지만, 아암 부재 등의 소정의 지지 부재에 대한 피지지면인 기관 (P) 의 이면에 액체가 부착되어 있는지 아닌지를 검출할 수도 있다. 그리고, 그 검출 결과에 기초하여, 기관 (P) 의 이면에 부착되어 있는 액체 제거 작업을 실시할 수 있다.
- [0092] 도 7 및 도 8 은 액체 검출기의 별도의 실시 형태를 나타내는 도면이고, 도 7 은 측면도, 도 8 은 평면도이다.
- [0093] 액체 검출기 (90) 는, 기관 (P) 표면에 부착되어 있는 액체 (LQ) 를 광학적으로 검출하는 것으로, 노광 후의 기관 (P) 표면에 대하여 검출광을 조사하는 조사계 (91) 와, 기관 (P) 표면에서 반사한 검출광을 수광하는 수광계 (92) 를 구비하고 있다. 또 여기서는, 기관 (P) 을 프리 얼라이먼트부 (PAL) 에서 유지한 상태에서 그 기관 (P) 에 검출광을 조사하지만, 기관 (P) 의 반송 경로 중 프리 얼라이먼트부 (PAL) 와는 별도의 위치에 형성된 소정의 유지 부재에 유지된 상태에서 검출광을 조사해도 된다.
- [0094] 조사계 (91) 는 검출광을 기관 (P) 표면에 대하여 경사 방향에서 조사한다. 조사계 (91) 는, 소정 방향 (여기서는 Y 축 방향) 으로 배열되는 복수의 조사부 (91A) 를 갖고 있고, 조사부 (91A) 의 각각으로부터 기관 (P) 에 대하여 검출광이 조사된다. 복수의 조사부 (91A) 에서 조사되는 검출광의 기관 (P) 표면에 대한 입사 각도는 각각 동일한 각도로 설정되어 있다. 수광계 (92) 는, 조사계 (91) 의 조사부 (91A) 에 대응하는 복수의 수광부 (92A) 를 갖고 있다. 조사부 (91A) 의 각각으로부터 투사된 검출광은, 기관 (P) 상에 액체 (LQ) 가 없으면 기관 (P) 표면에서 반사하고, 수광부 (92A) 에 수광된다.
- [0095] 또한, 수광계 (92) 는, 조사계 (91) 로부터의 검출광이 직접 입사하지 않는 위치에 배치된 수광부 (92B, 92C) 를 갖고 있고, 조사계 (91) 로부터의 검출광이 기관 (P) 표면의 액체 (LQ) 에 닿아 반사하는 산란광은, 그 수광부 (92B, 92C) 에서 수광된다. 또, 액체 검출기 (90) 를 사용하여, 기관 (P) 표면의 액체 (LQ) 를 검출하는

경우에는, 액체 검출기 (90) 와 기관 (P) 을 상대적으로 이동시켜서 기관 (P) 표면에 검출광을 조사해도 된다.

- [0096] 예를 들어, 도 9a 에 나타내는 바와 같이, 검출광이 스폿광이고 그 광속의 직경이 D1 인 경우, 검출광을 기관 (P) 에 대하여 경사 방향으로 투사함으로써, 기관 (P) 상에 있어서의 검출광은, 도 9b 에 나타내는 바와 같이, X 축 방향 (주사 방향) 을 길이 방향으로 하는 타원형이 된다. 검출광의 기관 (P) 상에 있어서의 타원형의 검출 영역의 길이 방향의 크기 D2 는 상기 직경 D1 보다 크다. 즉, 예를 들어, 검출광을 기관 (P) 표면에 대하여 수직 방향에서 조사한 경우에는 검출광의 검출 영역의 X 축 방향에 있어서의 크기는 D1 이 되지만, 경사 방향에서 검출광을 조사함으로써, X 축 방향에서 D1 보다 큰 D2 의 검출 영역에서 액체 (LQ) 의 액적을 검출할 수 있다. 따라서, 액체 검출기 (90) 와 기관 (P) 을 상대적으로 이동시켜, 기관 (P) 상의 액체 (LQ) 의 액적을 검출할 때, 액적은 직경 D1 의 검출 영역과 비교하여 보다 넓은 검출 영역에서 검출되게 되어, 액체 검출기 (90) 는 액적의 검출 정밀도를 향상시킬 수 있다. 또, 여기서는 검출광을 스폿광으로서 설명하였지만, 검출광이 슬릿광이어도 동일한 효과가 얻어진다.
- [0097] 조사계 (91) 로부터 기관 (P) 에 조사된 검출광은 기관 (P) 표면에 조사된다. 여기서, 기관 (P) 표면에 액체 (LQ) 가 존재 (부착) 하고 있는 경우, 액체 (LQ) 에 조사된 검출광은 산란한다. 액체 (LQ) 에 조사된 검출광의 일부가 산란함으로써, 통상은 검출되지 않는 강한 광이 수광부 (92B, 92C) 에 입사하여, 이 검출광에 대응하는 수광부 (92A) 에 수광되는 광 강도가 저하된다. 수광부 (92A, 92B, 92C) 의 검출 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력되고, 제어 장치 (CONT) 는 이 수광계 (92) 로 검출되는 광의 강도에 기초하여, 기관 (P) 표면에 액체 (LQ) 가 부착되어 있는지 아닌지를 검출할 수 있다.
- [0098] 여기서, 제어 장치 (CONT) 는, 수광부 (92B, 92C) 에서 검출되는 광의 강도에 기초하여 액체 (LQ, 액적) 의 크기나 양을 구할 수 있다. 예를 들어, 액적의 크기에 따라 산란하는 광의 각도가 변화하기 때문에, 제어 장치 (CONT) 는, 수광부 (92B, 92C) 의 검출 결과에 기초하여, 액체 (LQ, 액적) 로부터의 산란광의 방향을 구함으로써, 액체 (LQ, 액적) 의 크기를 구할 수 있다. 또한, 수광한 광의 강도를 검출함으로써 기관 (P) 표면의 단위 면적당 액체 (LQ, 액적) 의 양을 구할 수도 있다.
- [0099] 이 때, 기관 (P) 을 유지하는 프리 얼라이먼트부 (PAL) 의 유지 부재와, 액체 검출기 (90) 와의 XY 방향의 상대 위치를 검출하는 위치 검출 장치를 형성함으로써, 상기 위치 검출 장치의 검출 결과에 기초하여, 그 기관 (P) 의 위치가 특정된다. 또한, 액체 (LQ, 액적) 에 조사된 검출광을 수광한 수광부 (92A) 의 Y 축 방향에서의 위치 관계가 설계값에 기초하여 특정된다. 따라서, 제어 장치 (CONT) 는, 상기 위치 검출 장치의 검출 결과 및 수광하는 광의 강도가 저하된 수광부 (92A) 의 설치 위치에 관한 정보에 기초하여, 기관 (P) 상에 있어서 액체 (LQ, 액적) 가 존재하는 위치를 특정할 수 있다.
- [0100] 또 기관 (P) 에 조사하는 검출광으로서는, 레지스트를 감광시키지 않는 파장을 갖는 광으로, 자외광, 가시광, 및 적외광 등을 사용할 수 있다. 적외광을 사용하는 경우, 액체 (물) 는 적외광을 흡수하기 때문에, 적외광을 사용함으로써, 수광계 (92) 에서의 수광 상태가 크게 변화하기 때문에, 액체 (LQ) 가 부착되어 있는지 아닌지를 고정밀도로 검출할 수 있다.
- [0101] 상기 서술한 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서의 액체 (LQ) 는 순수에 의해 구성되어 있다. 순수는, 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있음과 함께, 기관 (P) 상의 포토레지스트나 광학 소자 (렌즈) 등에 대한 악영향이 없다는 이점이 있다. 또한, 순수는 환경에 대한 악영향이 없음과 함께, 불순물의 함유량이 매우 낮아, 기관 (P) 표면, 및 투영 광학계 (PL) 의 선단면에 형성되어 있는 광학 소자의 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다.
- [0102] 그리고, 파장이 193nm 정도인 노광광 (EL) 에 대한 순수 (물) 의 굴절률 n 은 거의 1.44 로 되어 있으며, 노광광 (EL) 의 광원으로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 을 사용한 경우, 기관 (P) 상에서는 1/n, 즉 약 134nm 로 단파장화되어 고해상도가 얻어진다. 또한, 초점 심도는 공기 중과 비교하여 약 n 배, 즉 약 1.44 배로 확대되기 때문에, 공기 중에서 사용하는 경우와 동일한 정도의 초점 심도가 확보되면 되는 경우에는, 투영 광학계 (PL) 의 개구수를 보다 증가시킬 수 있어, 이런 점에서도 해상도가 향상된다.
- [0103] 본 실시 형태에서는, 투영 광학계 (PL) 의 선단에 렌즈 (2) 가 장착되어 있지만, 투영 광학계 (PL) 의 선단에 장착되는 광학 소자는, 투영 광학계 (PL) 의 광학 특성, 예를 들어 수차 (구면 수차, 코마 수차 등) 의 조정에 사용하는 광학 플레이트여도 된다. 또는, 노광광 (EL) 을 투과 가능한 평행 평면판이어도 된다.
- [0104] 또, 액체 (LQ) 의 흐름에 의해서 발생하는 투영 광학계 (PL) 의 선단의 광학 소자와 기관 (P) 사이의 압력이 큰

경우에는, 그 광학 소자를 교환 가능하게 하는 것은 아니고, 그 압력에 의해서 광학 소자가 움직이지 않도록 견고하게 고정해도 된다.

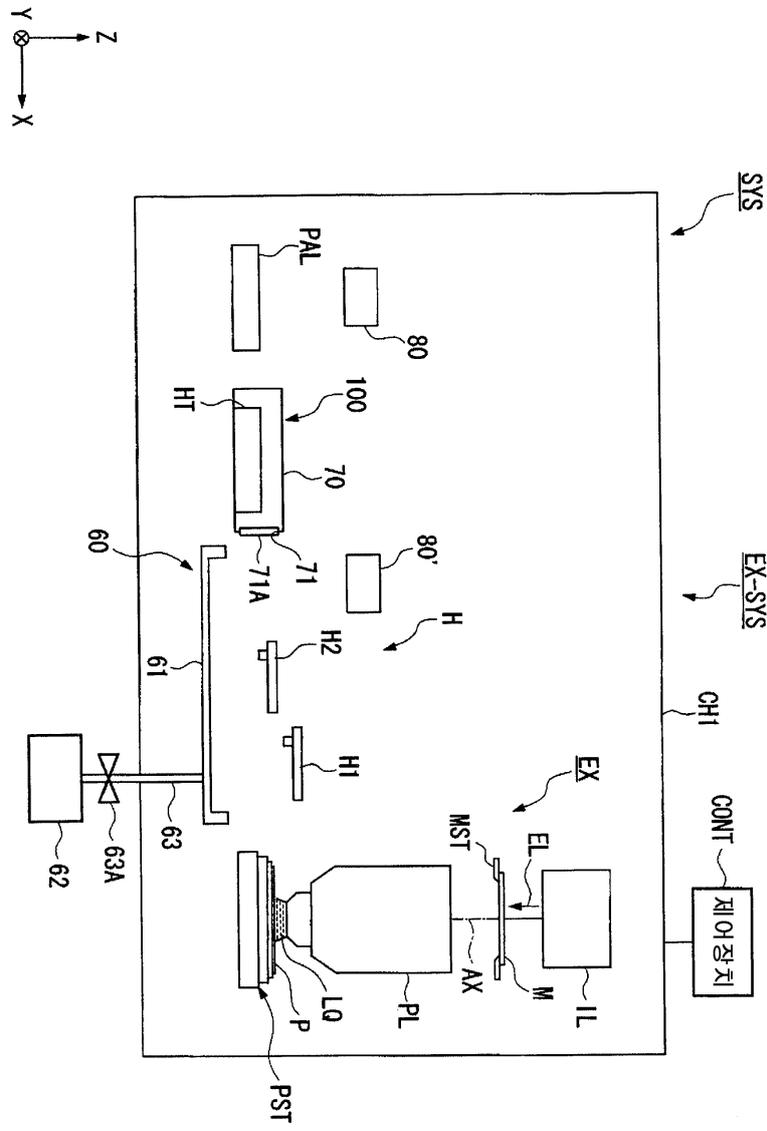
- [0105] 또, 본 실시 형태에서는, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 표면 사이는 액체 (LQ) 로 채워져 있는 구성이지만, 예를 들어, 기관 (P) 표면에 평행 평면판으로 이루어지는 커버 유리를 장착한 상태에서 액체 (LQ) 를 채우는 구성이어도 된다.
- [0106] 또, 본 실시 형태의 액체 (LQ) 는 물이지만, 물 이외의 액체여도 된다. 예를 들어, 노광광 (EL) 의 광원이 F₂ 레이저인 경우, 이 F₂ 레이저광은 물을 투과하지 않기 때문에, 액체 (LQ) 로서는 F₂ 레이저광을 투과 가능한 예를 들어, 과불화폴리에테르 (PFPE) 나 불소계 오일 등의 불소계 유체여도 된다. 또, 액체 (LQ) 로서는, 그 외에도, 노광광 (EL) 에 대한 투과성이 있고, 가능한 한 굴절률이 높고, 투영 광학계 (PL) 나 기관 (P) 표면에 도포되어 있는 포토레지스트에 대하여 안정적인 것 (예를 들어, 시더유 (cedar oil)) 을 사용하는 것도 가능하다.
- [0107] 또, 상기 각 실시 형태의 기관 (P) 으로서는, 반도체 디바이스 제조용의 반도체 웨이퍼 뿐만 아니라, 디스플레이 디바이스용의 유리 기관이나, 박막 자기 헤드용의 세라믹 웨이퍼, 또는 노광 장치에서 사용되는 마스크 또는 레티클의 원판 (합성 석영, 규소 웨이퍼) 등이 적용된다.
- [0108] 또한, 상기 서술한 실시 형태에 있어서는, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이를 국소적으로 액체로 채우는 노광 장치를 채용하고 있지만, 일본 공개특허공보 평6-124873호에 개시되어 있는 바와 같은 노광 대상인 기관을 유지한 스테이지를 액조 (液槽) 속에서 이동시키는 액침 노광 장치나, 일본 공개특허공보 평10-303114호에 개시되어 있는 바와 같은 스테이지 상에 소정 깊이의 액체조를 형성하고, 그 속에 기관을 유지하는 액침 노광 장치에도 본 발명을 적용 가능하다.
- [0109] 노광 장치 (노광 장치 본체, EX) 로서는, 마스크 (M) 와 기관 (P) 을 동기 이동하여 마스크 (M) 의 패턴을 주사 노광하는 스텝 앤드 스캔 방식의 주사형 노광 장치 (스캐닝 스테퍼) 외에, 마스크 (M) 와 기관 (P) 을 정지한 상태에서 마스크 (M) 의 패턴을 일괄 노광하여, 기관 (P) 을 순차 단계 이동시키는 스텝 앤드 리피트 방식의 투영 노광 장치 (스테퍼) 에도 적용할 수 있다. 또한, 본 발명은 기관 (P) 상에서 적어도 2 개의 패턴을 부분적으로 중복하여 전사하는 스텝 앤드 스티치 방식의 노광 장치에도 적용할 수 있다.
- [0110] 노광 장치 (EX) 의 종류는, 기관 (P) 에 반도체 소자 패턴을 노광하는 반도체 소자 제조용의 노광 장치에 한정되지 않고, 액정 표시 소자 제조용 또는 디스플레이 제조용의 노광 장치나, 박막 자기 헤드, 촬상 소자 (CCD) 또는 레티클 또는 마스크 등을 제조하기 위한 노광 장치 등에도 널리 적용할 수 있다.
- [0111] 기관 스테이지 (PST) 나 마스크 스테이지 (MST) 에 리니어 모터 (USP 5,623,853 또는 USP5,528,118 참조) 를 사용하는 경우에는, 에어 베어링을 사용한 에어 부상형 및 로렌스력 또는 리액턴스력을 사용한 자기 부상형 중 어느 쪽을 사용해도 된다. 또, 각 스테이지 (PST, MST) 는, 가이드를 따라 이동하는 타입이어도 되고, 가이드를 형성하지 않는 가이드리스 (guideless) 타입이어도 된다.
- [0112] 각 스테이지 (PST, MST) 의 구동 기구로서는, 2차원에 자석을 배치한 자석 유닛과, 2차원에 코일을 배치한 전기자 유닛을 대향시켜 전자력에 의해 각 스테이지 (PST, MST) 를 구동하는 평면 모터를 사용해도 된다. 이 경우, 자석 유닛과 전기자 유닛 중 어느 일방을 스테이지 (PST, MST) 에 접속하고, 자석 유닛과 전기자 유닛의 타방을 스테이지 (PST, MST) 의 이동면측에 형성하면 된다.
- [0113] 기관 스테이지 (PST) 의 이동에 의해 발생하는 반력 (反力) 은, 투영 광학계 (PL) 에 전해지지 않도록, 일본 공개특허공보 평8-166475호 (USP5,528,118) 에 기재되어 있는 바와 같이, 프레임 부재를 사용하여 기계적으로 바닥 (대지) 으로 빠져나가게 해도 된다. 마스크 스테이지 (MST) 의 이동에 의해 발생하는 반력은, 투영 광학계 (PL) 에 전해지지 않도록, 일본 공개특허공보 평8-330224호 (US S/N 08/416,558) 에 기재되어 있는 바와 같이, 프레임 부재를 사용하여 기계적으로 바닥 (대지) 으로 빠져나가게 해도 된다.
- [0114] 이상과 같이, 본원 실시 형태의 노광 장치 (EX) 는, 본원 특허 청구의 범위에 예로 들어진 각 구성 요소를 포함하는 각종 서브 시스템을, 소정의 기계적 정밀도, 전기적 정밀도, 광학적 정밀도를 갖도록 조립함으로써 제조된다. 이들 각종 정밀도를 확보하기 위해서, 이 조립의 전후에는, 각종 광학계에 관해서는 광학적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 기계계에 관해서는 기계적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 전기계에 관해서는 전기적 정밀도를 달성하기 위한 조정이 이루어진다. 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에의 조립 공정은, 각종 서브시스템 상호의, 기계적 접속, 전기 회로의 배선 접속, 기압 회로의 배관 접속 등이 포함된다. 이

각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에의 조립 공정 전에, 각 서브 시스템 개개의 조립 공정이 있는 것은 말할 필요도 없다. 각종 서브 시스템의 노광 장치에의 조립 공정이 종료되면, 종합 조정이 이루어지고, 노광 장치 전체로서의 각종 정밀도가 확보된다. 또, 노광 장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린룸에서 실시하는 것이 바람직하다.

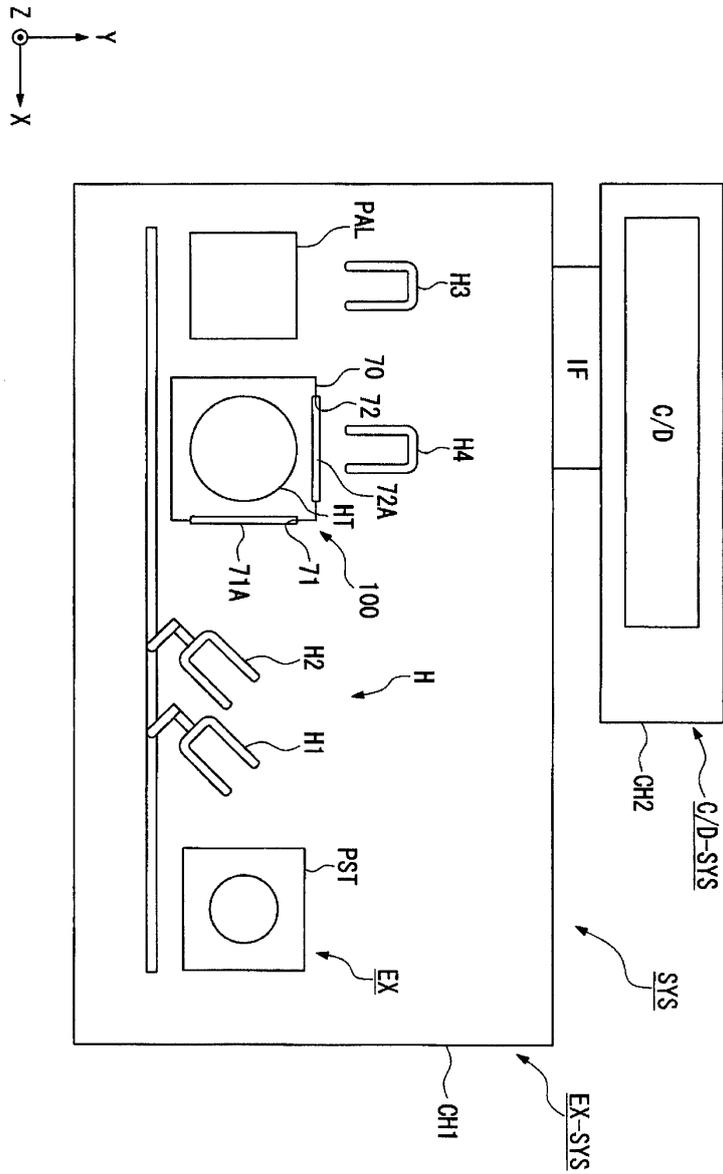
[0115] 반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스는, 도 10 에 나타내는 바와 같이, 마이크로 디바이스의 기능·성능 실계를 실시하는 단계 201, 이 설계 단계에 따른 마스크 (레티클) 를 제작하는 단계 202, 디바이스의 기재인 기판을 제조하는 단계 203, 상기 서술한 실시 형태의 노광 장치 (EX) 에 의해 마스크의 패턴을 기판에 노광하는 노광 처리 단계 204, 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 분당 공정, 패키지 공정을 포함한다) 205, 검사 단계 206 등을 거쳐 제조된다.

도면

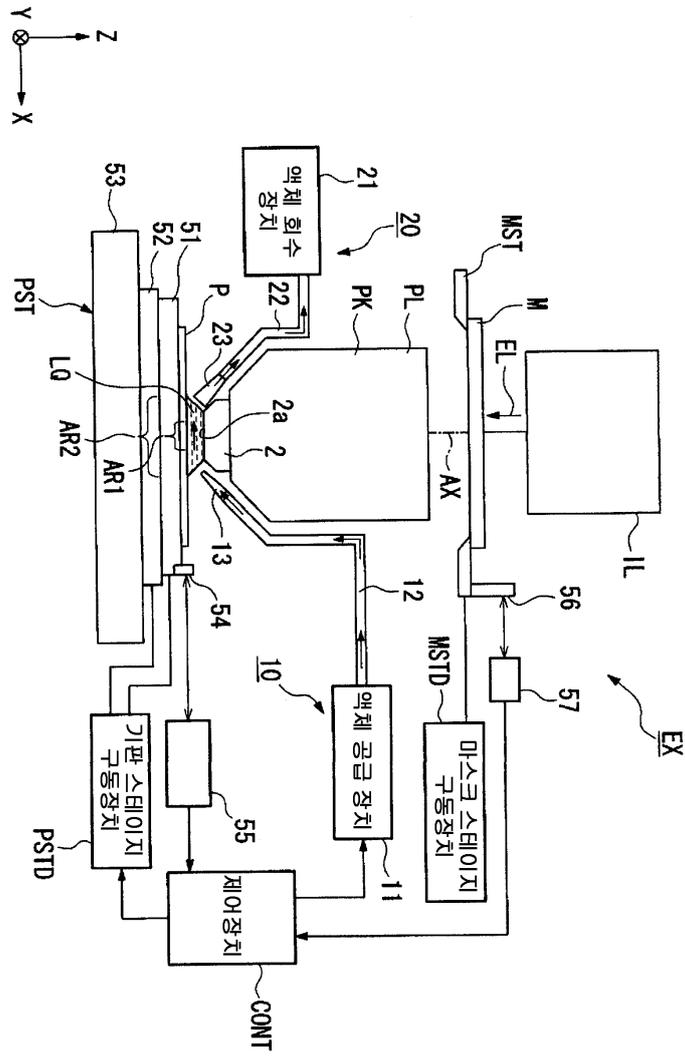
도면1



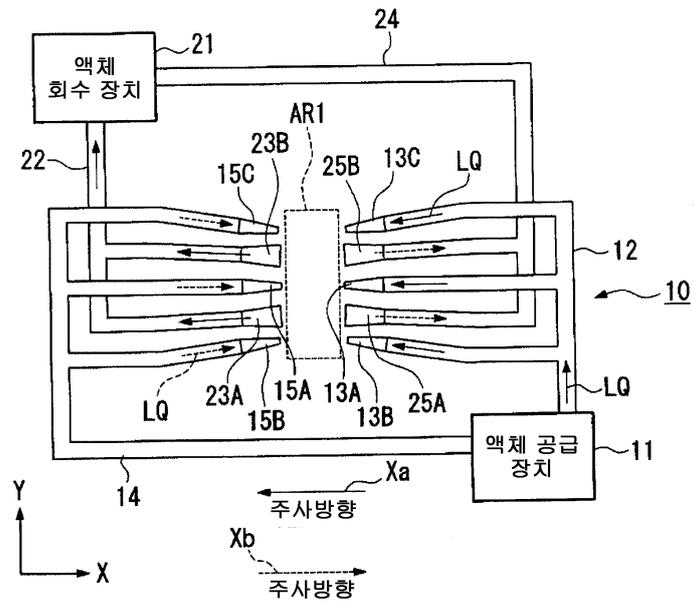
도면2



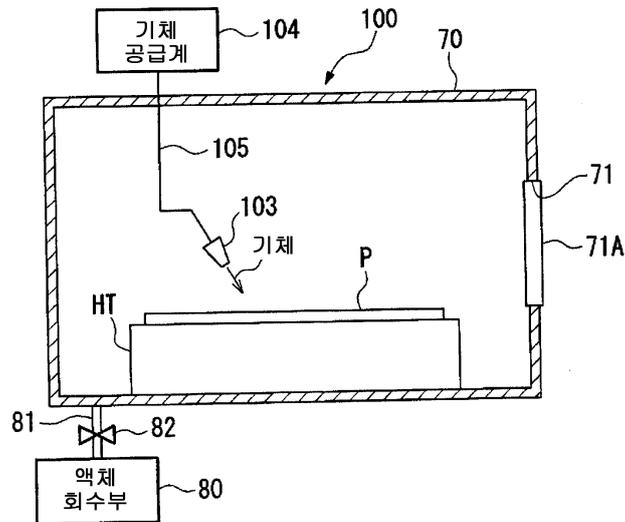
도면3



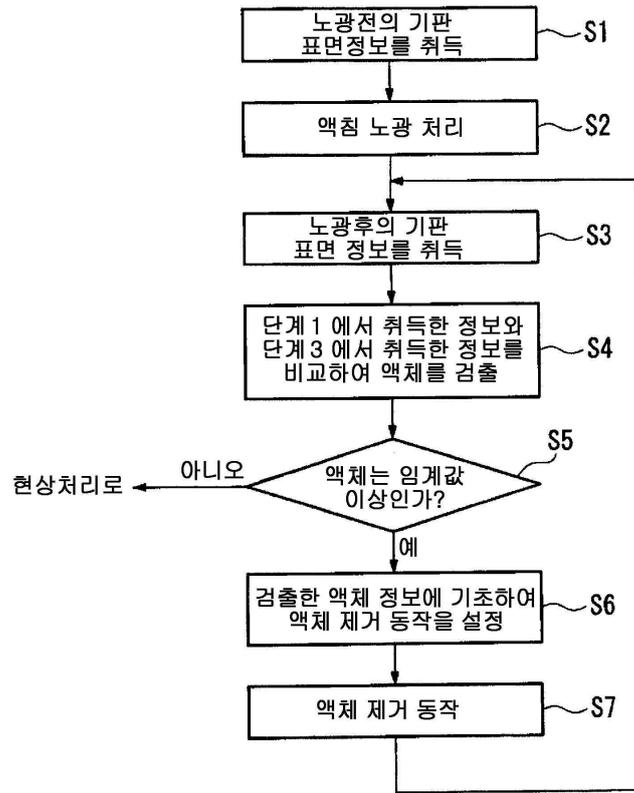
도면4



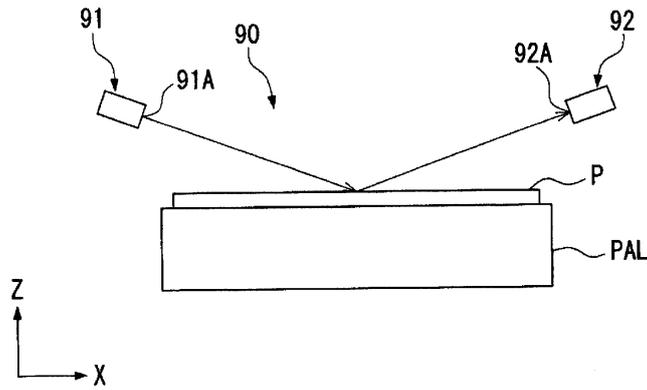
도면5



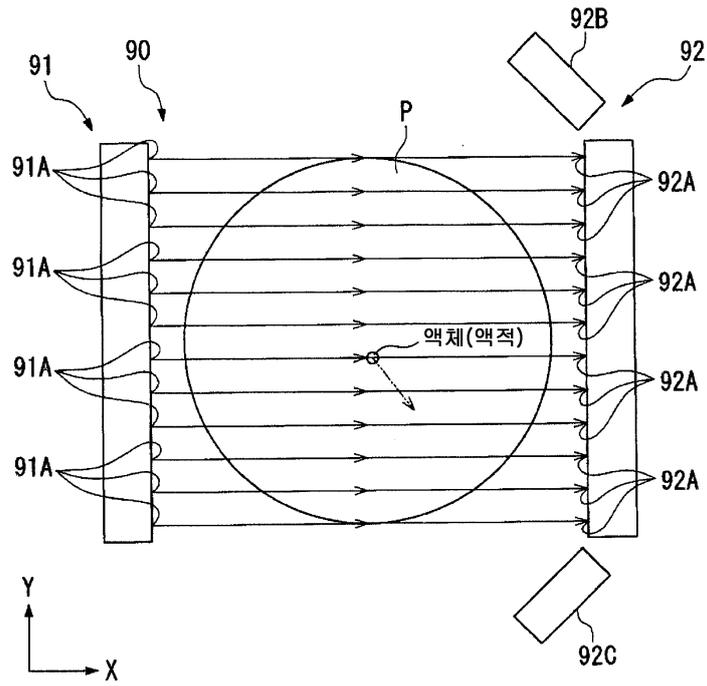
도면6



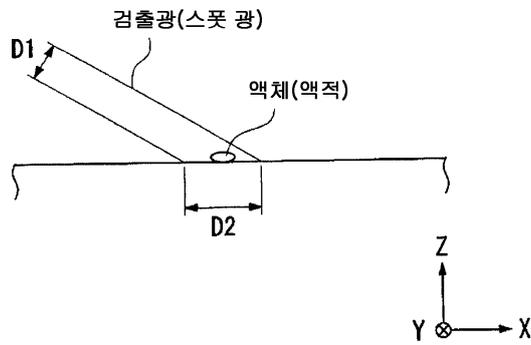
도면7



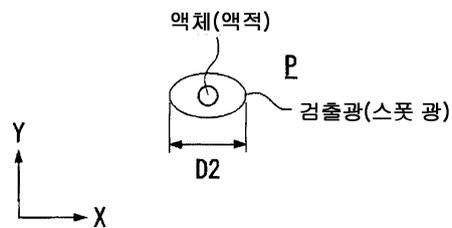
도면8



도면9a



도면9b



도면10

