



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월26일

(11) 등록번호 10-1506408

(24) 등록일자 2015년03월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7002562(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2004년02월26일
심사청구일자 2013년03월04일
- (85) 번역문제출일자 2013년01월30일
- (65) 공개번호 10-2013-0019022
- (43) 공개일자 2013년02월25일
- (62) 원출원 특허 10-2012-7010128
원출원일자(국제) 2004년02월26일
심사청구일자 2012년05월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2004/002295
- (87) 국제공개번호 WO 2004/086468
국제공개일자 2004년10월07일
- (30) 우선권주장 JP-P-2003-049365 2003년02월26일 일본(JP)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌 WO1999049504 A1

- (73) 특허권자 가부시카이가이샤 니콘
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠초 1초메 12방 1고
- (72) 발명자 나가사카 히로유키
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
가부시카이가이샤 니콘 나이
오와 소이치
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
가부시카이가이샤 니콘 나이
니시이 야스후미
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
가부시카이가이샤 니콘 나이
- (74) 대리인 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 55 항

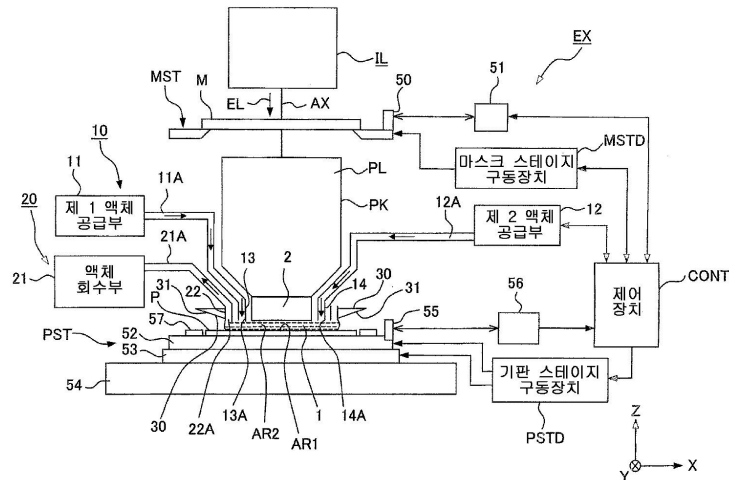
심사관 : 김준규

(54) 발명의 명칭 노광 장치, 노광 방법 및 디바이스 제조 방법

(57) 요약

노광 장치 (EX) 는, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기판 (P) 에 투영함으로써 기판을 노광한다. 노광 장치는, 투영하는 투영 광학계와, 기판 상의 일부에 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해서 기판 상에 액체를 공급하는 액체 공급 기구 (10) 를 구비한다. 액체 공급 기구는, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 다른 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치에서 기판 (P) 상에 동시에 액체 (1) 를 공급한다. 노광 장치는, 액침 영역을 안정적으로 형성할 수 있음과 함께 이 액체를 양호하게 회수할 수 있고, 주변으로 액체가 유출되는 것 등을 방지하여 높은 정밀도로 노광 처리할 수 있다.

대표도



(30) 우선권주장

JP-P-2003-110748 2003년04월15일 일본(JP)

JP-P-2003-320100 2003년09월11일 일본(JP)

특허청구의 범위

청구항 1

기관의 표면의 일부에 형성된 액침 영역의 액체를 통해 상기 기관의 표면에 노광광을 조사함으로써 상기 기관을 노광하는 노광 장치로서,

상기 노광광을 투영 영역에 조사하도록 구성되는 투영 광학계;

상기 액체를 공급하는 액체 공급 기구; 및

복수의 회수 위치에서 동시에 상기 액체를 회수하는 액체 회수 기구를 구비하고,

상기 액체 회수 기구는, 상기 회수 위치 중 한 곳에서 상기 액체의 회수를 수행하는 회수력이, 상기 회수 위치 중 다른 곳에서 상기 액체의 회수를 수행하는 회수력과 상이하도록 구성되는, 노광 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기관의 쇼트 영역들은 한 방향으로 이동되는 동안 각각 노광되는, 노광 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 쇼트 영역들 중 하나는 주사 방향으로 이동되는 동안 노광되고, 상기 쇼트 영역들 중 다른 하나는 반대 주사 방향으로 이동되는 동안 노광되는, 노광 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 액체 회수 기구는, 상기 투영 영역으로부터 상기 주사 방향으로 떨어진 상기 회수 위치 중 한 곳에서 상기 액체의 회수를 수행하는 회수력이, 상기 회수 위치 중 다른 곳에서 상기 액체의 회수를 수행하는 회수력보다 크도록 동작하는, 노광 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 투영 영역의 일면에 상기 회수 위치 중 한 곳이 상기 주사 방향으로 배치되고, 상기 투영 영역의 다른 면에 상기 회수 위치 중 다른 한 곳이 상기 주사 방향으로 배치되는, 노광 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 회수 위치 중 다른 한 곳은, 상기 투영 영역으로부터 상기 주사 방향에 수직인 비주사 방향으로 떨어져서 배치되는, 노광 장치.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 액체 회수 기구는, 상기 쇼트 영역들이 노광되는 동안 상기 회수 위치에서 상기 액체의 회수를 계속하도록 구성되는, 노광 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 액체 공급 기구는, 상기 쇼트 영역들이 노광되는 동안 상기 액체의 공급을 계속하도록 구성되는, 노광 장

치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 회수 위치는 상기 투영 영역을 둘러싸도록 배치되는, 노광 장치.

청구항 10

제 3 항에 있어서,

상기 액체 공급 기구는, 실행되는 동작에 따라 상기 액체의 공급량을 변화시키도록 구성되는, 노광 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 액체 공급 기구는, 상기 기관의 상기 쇼트 영역들 중 둘 사이에서 스테핑 이동이 수행되는 동안의 상기 액체의 공급량이, 상기 쇼트 영역들 각각이 노광되는 동안의 상기 액체의 공급량과 상이하도록 동작되는, 노광 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 회수 위치는 상기 투영 영역을 둘러싸도록 배치되는, 노광 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 회수 위치는 상기 투영 영역을 원형으로 둘러싸도록 배치되는, 노광 장치.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 회수 위치는 상기 투영 영역을 직사각형으로 둘러싸도록 배치되는, 노광 장치.

청구항 15

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 회수 기구는, 상기 액체를 회수하도록 구성되는 회수구를 구비하고,

상기 회수구는, 상기 기관이 노광되는 동안 상기 기관의 표면이 상기 회수구와 대향하도록 배치되는, 노광 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 액체 회수 기구는, 상기 회수구로부터 상기 액체를 기체와 함께 회수하도록 구성되는, 노광 장치.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 액체 공급 기구는, 상기 액체를 공급하는 공급구를 가지며,

상기 공급구는 상기 기관이 노광되는 동안 상기 기관의 표면이 상기 공급구와 대향하도록 배치되는, 노광 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 회수구는 상기 투영 영역에 대하여 상기 공급구보다 외측에 배치되는, 노광 장치.

청구항 19

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 공급 기구는, 상기 액체를 공급하는 공급구를 갖는, 노광 장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 액체 공급 기구는, 다공 부재가 그 안에 제공되는 내부 유로를 갖고,

상기 액체 공급 기구는, 상기 내부 유로 내의 상기 다공 부재를 통해 상기 공급구로부터 상기 액체를 공급하도록 구성되는, 노광 장치.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 공급구는, 상기 기관이 노광되는 동안 상기 기관의 표면이 상기 공급구와 대향하도록 배치되는, 노광 장치.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 회수 위치는 상기 투영 영역에 대하여 상기 공급구보다 외측에 배치되는, 노광 장치.

청구항 23

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 공급 기구는 상기 투영 영역을 둘러싸도록 배치된 복수의 공급 위치에서 상기 액체를 공급하는, 노광 장치.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 회수 위치는 상기 공급 위치를 둘러싸도록 배치되는, 노광 장치.

청구항 25

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액체 회수 기구에 의해 회수되지 못한 상기 액체를 포착하는 트랩 부재를 추가로 구비하고,

상기 트랩 부재는, 상기 투영 영역에 대하여, 상기 액체 회수 기구에 의해 상기 액체를 회수하는 상기 회수 위치의 외측에 배치되는, 노광 장치.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 트랩 부재는 상기 액체를 포착하도록 구성되는 트랩면을 갖는, 노광 장치.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 액체와의 친화성을 증가시키기 위해 상기 트랩면에 처리가 실시되는, 노광 장치.

청구항 28

제 26 항에 있어서,
 상기 트랩면의 상기 액체와의 친화성은, 상기 기관의 표면의 상기 액체와의 친화성보다 높은, 노광 장치.

청구항 29

제 26 항에 있어서,
 상기 트랩면은 수평면에 대하여 경사져 있는, 노광 장치.

청구항 30

제 25 항에 있어서,
 상기 트랩 부재는 상기 투영 영역을 둘러싸도록 배치되는, 노광 장치.

청구항 31

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 액체는 물이고,
 상기 투영 광학계의 선단에 배치된 액체 접촉면에 친수화 처리가 실시되는, 노광 장치.

청구항 32

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 액체는 물이고,
 상기 노광 장치는, 발수성 물질로 된 표면 코팅을 갖는 상기 기관을 노광하도록 구성되는, 노광 장치.

청구항 33

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 기관을 유지하도록 구성되는 스테이지를 추가로 구비하고,
 상기 스테이지는, 상기 기관이 상기 스테이지에 의해 유지될 때 상기 기관 주위를 둘러싸도록 구성되는 평탄면을 갖는, 노광 장치.

청구항 34

제 1 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 장치를 사용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 35

제 32 항에 기재된 노광 장치를 사용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 36

기관의 표면의 일부에 형성된 액침 영역의 액체를 통해 노광광을 조사함으로써 상기 기관을 노광하는 노광 방법으로서,

상기 액체를 공급하는 단계;

복수의 회수 위치에서 동시에 상기 기관의 표면 상으로부터 상기 액체를 회수하는 단계; 및

상기 기관을 노광하기 위해, 투영 광학계에 의해 상기 액침 영역의 상기 액체를 통해 투영 영역에 노광광을 조사하는 단계를 포함하고,

상기 회수 위치 중 한 곳에서 상기 액체의 회수를 수행하는 회수력이, 상기 회수 위치 중 다른 곳에서 상기 액체의 회수를 수행하는 회수력과 상이한, 노광 방법.

청구항 37

제 36 항에 있어서,

상기 기관의 쇼트 영역들은 한 방향으로 이동되는 동안 각각 노광되는, 노광 방법.

청구항 38

제 37 항에 있어서,

상기 쇼트 영역들 중 하나는 주사 방향으로 이동되는 동안 노광되고, 상기 쇼트 영역들 중 다른 하나는 반대 주사 방향으로 이동되는 동안 노광되는, 노광 방법.

청구항 39

제 38 항에 있어서,

상기 투영 영역으로부터 상기 주사 방향으로 떨어진 상기 회수 위치 중 한 곳에서 상기 액체의 회수를 수행하는 회수력이, 상기 회수 위치 중 다른 곳에서 상기 액체의 회수를 수행하는 회수력보다 큰, 노광 방법.

청구항 40

제 39 항에 있어서,

상기 투영 영역의 일면에 상기 회수 위치 중 한 곳이 상기 주사 방향으로 배치되고, 상기 투영 영역의 다른 면에 상기 회수 위치 중 다른 한 곳이 상기 주사 방향으로 배치되는, 노광 방법.

청구항 41

제 39 항에 있어서,

상기 회수 위치 중 다른 한 곳은, 상기 투영 영역으로부터 상기 주사 방향에 수직인 비주사 방향으로 떨어져서 배치되는, 노광 방법.

청구항 42

제 38 항에 있어서,

상기 쇼트 영역들이 노광되는 동안 상기 액체의 회수는 상기 회수 위치에서 계속되는, 노광 방법.

청구항 43

제 42 항에 있어서,

상기 쇼트 영역들이 노광되는 동안 상기 액체의 공급은 공급구로부터 계속되는, 노광 방법.

청구항 44

제 42 항에 있어서,

상기 회수 위치는 상기 투영 영역을 둘러싸도록 배치되는, 노광 방법.

청구항 45

제 43 항에 있어서,

실행되는 동작에 따라 상기 공급구로부터의 상기 액체의 공급량을 변화시키는 단계를 추가로 포함하는, 노광 방법.

청구항 46

제 45 항에 있어서,

상기 쇼트 영역들 중 둘 사이에서 스테핑 이동이 수행되는 동안의 상기 액체의 공급량이, 상기 쇼트 영역들 각각이 노광되는 동안의 상기 액체의 공급량과 상이한, 노광 방법.

청구항 47

제 36 항에 있어서,
상기 회수 위치는 상기 투영 영역을 둘러싸도록 배치되는, 노광 방법.

청구항 48

제 36 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기관의 표면의 상기 액체는 상기 기관의 표면과 대향하는 회수구로부터 회수되는, 노광 방법.

청구항 49

제 48 항에 있어서,
상기 액체는 기체와 함께 상기 회수구로부터 회수되는, 노광 방법.

청구항 50

제 48 항에 있어서,
상기 액체는 공급구로부터 공급되고,
상기 공급구는 상기 기관이 노광되는 동안 상기 기관의 표면이 상기 공급구와 대향하도록 배치되는, 노광 방법.

청구항 51

제 50 항에 있어서,
상기 회수구는 상기 투영 영역에 대하여 상기 공급구보다 외측에 배치되는, 노광 방법.

청구항 52

제 36 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 액체는 상기 투영 영역을 둘러싸도록 배치되는 복수의 공급 위치에서 공급되는, 노광 방법.

청구항 53

제 52 항에 있어서,
상기 회수 위치는 상기 공급 위치를 둘러싸도록 배치되는, 노광 방법.

청구항 54

제 36 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 액체는 물이고,
상기 기관의 표면은 발수성 물질로 된 코팅을 포함하는, 노광 방법.

청구항 55

제 36 항 내지 제 47 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 투영 광학계의 액체 접촉면과 상기 액체 사이의 친화성은, 상기 기관의 표면과 상기 액체 사이의 친화성보다 높은, 노광 방법.

명세서

기술분야

본 발명은, 투영 광학계와 기관 사이에 액침 영역을 형성한 상태에서 기관에 패턴을 노광하는 노광 장치, 노광 방법 및 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스나 액정 표시 디바이스는, 마스크 상에 형성된 패턴을 감광성의 기판 상에 전사하는 이른바 포토리소그래피 수법에 의해 제조된다. 이 포토리소그래피 공정에서 사용되는 노광 장치는, 마스크를 지지하는 마스크 스테이지와 기판을 지지하는 기판 스테이지를 갖고, 마스크 스테이지 및 기판 스테이지를 축차(逐次) 이동하면서 마스크의 패턴을 투영 광학계를 통해 기판에 전사하는 것이다. 최근, 디바이스 패턴이 보다 더 고집적화되는 것에 대응하기 위해 투영 광학계의 추가적인 고해상도화가 요구되고 있다. 투영 광학계의 해상도는, 사용하는 노광 파장이 짧을수록, 또 투영 광학계의 개구수가 클수록 높아진다. 그 때문에, 노광 장치에서 사용되는 노광 파장은 해마다 단파장화되고 있고, 투영 광학계의 개구수도 증가하고 있다. 그리고, 현재 주류인 노광 파장은 KrF 엑시머 레이저의 248nm 이지만, 더욱 단파장인 ArF 엑시머 레이저의 193 nm 도 실용화되고 있는 중이다. 또한, 노광할 때에는, 해상도와 함께 초점 심도 (DOF) 도 중요해진다. 해상도 (R), 및 초점 심도 (δ) 는 각각 이하의 식에 의해 나타난다.

[0003]
$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

[0004]
$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

[0005] 여기서, λ 는 노광 파장, NA 는 투영 광학계의 개구수, k_1 , k_2 는 프로세스 계수이다. (1) 식, (2) 식에서, 해상도 (R) 를 높이기 위해 노광 파장 (λ) 을 짧게 하고 개구수 (NA) 를 크게 하면, 초점 심도 (δ) 가 좁아지는 것을 알 수 있다.

[0006] 초점 심도 (δ) 가 지나치게 좁아지면, 투영 광학계의 이미지면에 대하여 기판 표면을 합치시키는 것이 어려워져, 노광 동작시의 마진이 부족해질 우려가 있다. 그래서, 실질적으로 노광 파장을 짧게 하고, 또 초점 심도를 넓히는 방법으로서, 예를 들어 국제 공개 제99/49504호에 개시되어 있는 액침법이 제안되어 있다. 이 액침법은, 투영 광학계의 하면과 기판 표면의 사이를 물이나 유기용매 등의 액체로 채워 액침 영역을 형성하고, 액체 중에서의 노광광의 파장이 공기 중의 1/n (n 은 액체의 굴절률로 통상 1.2~1.6 정도) 이 되는 것을 이용하여 해상도를 향상시킴과 함께, 초점 심도를 약 n 배로 확대한다는 것이다.

[0007] 그런데, 상기 종래 기술에는 이하에 서술하는 문제가 존재한다. 상기 종래 기술은 기판을 소정 방향으로 이동하면서 주사 노광할 때에 투영 광학계와 기판 사이에 액침 영역을 형성할 수 있기 때문에 유효하지만, 기판의 이동 방향에 관하여, 마스크의 패턴의 이미지가 투영되는 투영 영역의 앞쪽에서 액체를 공급하는 구성으로서, 액체를 투영 영역의 앞측에서 기판의 이동 방향을 따라 일 방향으로 흘리는 구성이다. 그리고, 기판의 이동 방향을 상기 소정 방향에서 반대 방향으로 전환할 때, 액체를 공급하는 위치 (노즐) 도 전환하는 구성이다. 그런데, 이 전환시에 투영 영역에 대하여 일 방향으로부터의 액체의 공급을 갑자기 정지하고 타방향으로부터 액체를 공급하기 시작하게 되기 때문에, 투영 광학계와 기판 사이에서 액체의 진동 (이른바 워터 헤머 현상) 이 발생하거나, 액체 공급 장치 자체 (공급관이나 공급 노즐 등) 에 진동이 발생하여 패턴 이미지의 열화를 야기한다는 문제가 생기거나, 또한, 투영 영역에 대하여 일 방향으로부터 액체를 흘리는 구성이기 때문에, 투영 광학계와 기판 사이에 액침 영역이 충분히 형성되지 않은 경우가 일어난다는 문제도 생기는 것이 해명되어 왔다.

[0008] 또한, 상기 종래 기술에서는, 액체를 회수하는 회수부는 상기 기판의 이동 방향으로 흐르는 액체의 하류측에서만 액체를 회수하는 구성이기 때문에, 액체를 충분히 회수할 수 없는 경우가 있다는 문제도 생기게 되었다. 액체를 충분히 회수할 수 없으면 기판 상에 액체가 잔존하고, 이 잔존한 액체에 기인하여 노광 불균일의 발생을 야기할 우려가 생긴다. 또한, 액체를 충분히 회수할 수 없으면, 잔존한 액체가 주변의 기계 부품으로 비산(飛散) 하여, 녹을 발생시키는 등의 문제도 생긴다. 게다가, 액체가 잔존하거나 비산하면, 기판이 놓인 환경 (습도 등) 의 변동을 가져와, 스테이지 위치 계측에 사용하는 광간섭계의 검출광의 광로 상에서의 굴절률 변화를 야기하는 것 등에 기인하여, 원하는 패턴 전사 정밀도를 얻을 수 없게 될 우려도 생긴다.

[0009] 또한, 액체 회수 노즐에 의해서 기판 상의 액체를 회수할 때에, 액체 회수 장치 자체 (회수관이나 회수 노즐 등) 에 진동이 발생할 가능성이 있다. 그 진동이 투영 광학계나 기판 스테이지, 또는 기판 스테이지의 위치를 계측하기 위한 간섭계의 광학 부재 등에 전해지면, 기판 상에 회로 패턴을 높은 정밀도로 형성할 수 없을 우려가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은, 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 투영 광학계와 기관 사이에 액침 영역을 형성한 상태에서 노광 처리할 때, 액침 영역을 안정적으로 형성할 수 있음과 함께 이 액체를 양호하게 회수할 수 있고, 주변으로 액체가 유출되거나 비산되는 것 등을 방지하여 높은 정밀도로 노광 처리할 수 있는 노광 장치, 노광 방법 및 디바이스 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은, 투영 광학계와 기관 사이에 액침 영역을 형성한 상태에서 노광 처리할 때, 액체의 공급 또는 회수시에 발생하는 진동의 영향을 받지 않고, 높은 정밀도로 노광 처리할 수 있는 노광 장치, 및 디바이스 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 실시형태에 나타내는 도 1~도 21 에 대응하는 이하의 구성을 채용하고 있다. 단, 각 요소에 부가된 괄호안의 부호는 그 요소의 예시에 불과하여, 각 요소를 한정하는 의도는 없다.

[0012] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기관 (P) 에 투영함으로써 기관을 노광하는 노광 장치로서,

[0013] 상기 패턴의 이미지를 기관에 투영하는 투영 광학계 (PL); 및

[0014] 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 포함하는 기관 (P) 상의 일부에 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해서, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 다른 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치에서 동시에 기관 (P) 상으로 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10, 11, 12, 13, 13A, 14, 14A) 를 구비하는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.

[0015] 본 발명에 의하면, 액침 영역을 형성하기 위한 액체 공급 기구는, 투영 영역에 대하여 다른 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치에서 (즉, 투영 영역의 다른 복수의 측방, 예를 들어 직사각형의 투영 영역이면 X 측, -X 측, +Y 측, -Y 측의 적어도 2 개의 측방에서) 동시에 액체를 공급하기 때문에, 투영 광학계와 기관 사이에 원하는 액침 영역을 형성할 수 있다. 또한, 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치에서 동시에 액체를 공급하도록 하였기 때문에, 기관을 이동하면서 노광 처리할 때, 기관의 이동 방향을 변경하더라도 항상 액침 영역을 양호하게 형성할 수 있다. 투영 영역의 양측에서 동시에 액체를 공급하도록 하면, 액체의 공급 위치를 전환할 필요가 없어지기 때문에, 액체의 진동 (위터 헤머 현상) 의 발생을 방지할 수 있어, 패턴 이미지를 기관 상에 높은 정밀도로 투영할 수 있다.

[0016] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기관 (P) 에 투영함으로써 기관을 노광하는 노광 장치로서,

[0017] 상기 패턴의 이미지를 기관에 투영하는 투영 광학계 (PL);

[0018] 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 포함하는 기관 (P) 상의 일부에 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해 기관 (P) 상에 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10, 11, 12, 13, 13A, 14, 14A); 및

[0019] 투영 영역 (AR1) 에 대하여 다른 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치에서 동시에 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 회수하는 액체 회수 기구 (20, 21, 22, 22A) 를 구비하는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.

[0020] 본 발명에 의하면, 액체를 회수하기 위한 액체 회수 기구는, 투영 영역에 대하여 다른 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치에서 (즉, 투영 영역의 다른 복수의 측방, 예를 들어 직사각형의 투영 영역이면 X 측, -X 측, +Y 측, -Y 측의 적어도 2 개의 측방에서) 동시에 액체를 회수하기 때문에, 액체를 확실하게 회수할 수 있다. 따라서, 기관 상에 액체가 잔존하는 상태의 발생을 방지할 수 있고, 노광 불균일의 발생이나 기관이 놓인 환경이 변동하는 것을 방지할 수 있어, 패턴 이미지를 기관 상에 높은 정밀도로 투영할 수 있다.

[0021] 본 발명의 제 3 양태에 따르면, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기관 (P) 에 투영함으로써 기관을 노광하는 노광 장치로서,

[0022] 상기 패턴의 이미지를 기관에 투영하는 투영 광학계 (PL);

[0023] 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 포함하는 기관 (P) 상의 일부에 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해서 기관 (P) 상에 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10, 11, 12, 13, 13A, 14, 14A); 및

[0024] 기관 (P) 상의 액체 (1) 의 회수를 복수의 위치에서 동시에 실시하는 액체 회수 기구 (20, 21, 22, 22A, 22D),

24) 를 구비하여,

- [0025] 액체 회수 기구 (20, 21, 22, 22A, 22D, 24) 는 액체 회수 위치에 따라서 다른 회수력으로 액체를 회수하는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0026] 본 발명에 의하면, 액체의 회수를 기관 상의 복수의 위치에서 동시에 실시하는 액체 회수 기구는, 액체 회수 위치에 따라서 다른 회수력으로 액체를 회수하기 때문에, 액체 회수 동작을 원활하게 할 수 있다. 따라서, 투영 광학계와 기관 사이를 적절한 양의 액체로 채울 수 있고, 기관 상의 원하는 영역 내에 액침 영역을 형성할 수 있다. 예를 들어 기관의 이동 (주사) 방향에 관하여 전방측 (하류측) 의 액체의 회수력을 후방측 (상류측) 보다 크게 설정함으로써, 액체 회수 동작을 원활하게 할 수 있다. 또는, 기관의 이동 (주사) 방향을 따른 위치에 배치된 액체 회수 기구의 액체 회수력을, 이동 방향과 교차하는 방향을 따른 위치에 배치된 액체 회수 기구의 액체 회수력보다 크게 하는 것에 의해서도 액체 회수 동작을 원활하게 할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 제 4 양태에 따르면, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기관 (P) 에 투영함으로써 기관을 노광하는 노광 장치로서,
- [0028] 상기 패턴의 이미지를 기관에 투영하는 투영 광학계 (PL);
- [0029] 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 포함하는 기관 (P) 상의 일부에 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해서 기관 (P) 상에 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10, 11, 12, 13, 13A, 14, 14A);
- [0030] 투영 영역 (AR1) 으로부터 떨어져 있는 회수 위치에서 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 회수하는 액체 회수 기구 (20, 21, 22, 22A); 및
- [0031] 투영 영역 (AR1) 에 대하여 액체 회수 기구 (20, 21, 22, 22A) 에 의한 액체 회수 위치의 외측에 배치되고, 액체 (1) 를 포착하는 액체 트랩면 (31) 이 형성된 트랩 부재(30) 를 구비하는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0032] 본 발명에 의하면, 액체 회수 기구에 의한 액체 회수 위치의 외측에, 액체를 포착하는 소정 길이의 액체 트랩면 이 형성된 트랩 부재를 형성함으로써, 가령 액체 회수 기구에서 완전히 액체를 회수할 수 없더라도 이 트랩 부재에 의해 액체를 포착함으로써, 주위로 액체가 유출되거나 비산되는 등의 문제의 발생을 방지할 수 있다. 따라서, 기관이 놓인 환경의 변동의 발생을 방지할 수 있어, 원하는 패턴 정밀도로 패턴 이미지를 기관에 투영할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 제 5 양태에 따르면, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기관 (P) 에 투영함으로써 기관을 노광하는 노광 장치로서,
- [0034] 상기 패턴의 이미지를 기관에 투영하는 투영 광학계 (PL);
- [0035] 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 포함하는 기관 (P) 상의 일부에 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해서 기관 (P) 상에 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10, 11, 12, 13, 13A, 14, 14A); 및
- [0036] 투영 영역 (AR1) 으로부터 떨어져 있는 회수 위치에서 기관 (P) 상의 액체 (1)를 회수하는 액체 회수 기구 (20, 21, 22, 22A) 를 구비하고,
- [0037] 액체 공급 기구 (10, 11, 12, 13, 13A, 14, 14A) 에 의한 액체 (1) 의 공급은, 액체 회수 기구 (20, 21, 22, 22A) 의 액체 회수 위치와 투영 영역 (AR1) 사이에서 이루어지는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0038] 본 발명에 의하면, 액체 공급 기구에 의한 액체의 공급은 액체 회수 기구의 액체 회수 위치와 투영 영역 사이에서 이루어지기 때문에, 액체는 투영 영역에 원활하게 공급됨과 함께, 공급된 액체는 기관 상에서 원활하게 회수할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 제 6 양태에 따르면, 소정 패턴의 투영 광학계 (PL) 에 의한 이미지는 액체 (1) 를 사이에 두고 기관 (P) 에 투영함으로써 기관을 노광하는 노광 방법으로,
- [0040] 투영 광학계 (PL) 선단의 액체 접촉면 (2a) 과의 친화성이 기관 (P) 표면과의 친화성보다도 높은 액체 (1) 를, 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 포함하는 기관 (P) 상의 일부에 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해 공급하는 것; 및
- [0041] 상기 액침 영역 (AR2) 에 공급된 액체 (1) 를 사이에 두고 소정 패턴의 이미지를 기관 (P) 에 투영하는 것을 포

합하는 노광 방법이 제공된다.

- [0042] 본 발명에 의하면, 투영 광학계 선단의 액체 접촉면에 액체를 밀착시킬 수 있어, 투영 광학계와 기판 사이의 광로를 안정된 액침 상태로 하는 것이 가능해짐과 함께, 기판 상의 액체를 원활하게 회수할 수 있다.
- [0043] 본 발명의 디바이스 제조 방법은, 상기 양태의 노광 장치 (EX) 또는 노광 방법을 사용하는 것을 특징으로 한다.
본 발명에 의하면, 양호한 패턴 정밀도로 형성된 패턴을 갖고, 원하는 성능을 발휘할 수 있는 디바이스를 제공할 수 있다.
- [0044] 본 발명의 제 7 양태에 따르면, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기판 (P) 에 투영함으로써 기판을 노광하는 노광 장치로서,
- [0045] 상기 패턴의 이미지를 기판에 투영하는 투영 광학계 (PL);
- [0046] 기판 (P) 상에 액체 (1) 를 공급하는 공급 유로 (94A, 95A, 94B, 95B) 를 갖는 액체 공급 기구 (10, 11, 12, 41, 42); 및
- [0047] 공급된 액체를 회수하는 회수 유로 (96A, 97A, 98A, 99A, 96B, 97B, 98B, 99B, 96T, 97T, 98T, 99T) 를 갖는 액체 회수 기구 (20, 61, 62, 63, 64, 71, 72, 73, 74) 를 구비하고,
- [0048] 상기 공급 유로 및 회수 유로 중 적어도 일방이, 복수의 관형상 부재 (91, 92, 93) 가 적층된 적층 부재 중에 형성되어 있는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0049] 액침 노광에서는, 균일한 액체류를 액침 영역에 공급하고 또 거기서부터 회수할 필요가 있지만, 본 발명의 노광 장치가 구비하는 적층 부재는, 유로가 각각 형성된 복수의 관형상 부재를, 이들의 유로가 연결되어 통하여 공급 유로 및 회수 유로 중 적어도 일방을 각각 형성하도록 적층함으로써 형성할 수 있다. 그러므로, 복잡한 유로 구조라도, 매우 컴팩트하고 용이하게, 더구나 저비용으로 형성하는 것이 가능해진다.
- [0050] 본 발명의 제 8 양태에 따르면, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기판 (P) 에 투영함으로써 기판을 노광하는 노광 장치로서,
- [0051] 상기 패턴의 이미지를 기판에 투영하는 투영 광학계 (PL); 및
- [0052] 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 포함하는 기판 (P) 상의 일부에 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해서 기판 (P) 상에 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10) 를 구비하고,
- [0053] 액체 공급 기구 (10) 는, 투영 광학계 (PL) 와는 진동적으로 분리되어 있는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0054] 제 8 양태에 따른 노광 장치에 의하면, 투영 광학계와 액체 공급 기구란 (와는) 진동적으로 분리되어 있다. 즉, 액체 공급 기구에서 진동이 발생하더라도 그 진동이 투영 광학계에는 전해지지 않는다. 따라서, 투영 광학계가 진동함으로써 패턴 이미지가 열화된다는 문제의 발생을 방지할 수 있어, 패턴 이미지를 기판 상에 높은 정밀도로 투영할 수 있다.
- [0055] 노광 장치는, 추가로 투영 광학계 (PL) 를 지지하는 제 1 지지 부재 (100)와, 제 1 지지 부재 (100) 와 진동적으로 분리되고, 액체 공급 기구 (10) 를 지지하는 제 2 지지 부재 (102) 를 구비할 수 있다. 이 구조에 의하면, 투영 광학계를 지지하는 제 1 지지 부재와, 액체 공급 기구를 지지하는 제 2 지지 부재가 진동적으로 분리되어 있기 때문에, 액체 공급 기구에서 발생한 진동이 투영 광학계에는 전해지지 않는다. 또한, 예를 들어 기판 스테이지의 위치 정보를 계측하기 위한 간섭계를 제 1 지지 부재에 장착하거나, 참조경 (參照鏡)(고정경) 을 투영 광학계의 경통 (鏡筒) 에 장착하는 등의 구성으로 함으로써, 이들 간섭계나 참조경에는 진동이 전해지지 않기 때문에, 기판 스테이지의 위치 정보의 계측이나 그 계측 결과에 근거하여 높은 정밀도로 위치를 제어할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 제 9 양태에 따르면, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기판 (P) 에 투영함으로써 기판을 노광하는 노광 장치로서,
- [0057] 상기 패턴의 이미지를 기판에 투영하는 투영 광학계 (PL); 및
- [0058] 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 포함하는 기판 (P) 상의 일부에 공급된 액체 (1) 를 회수하는 액체 회수 기구(20) 를 구비하고,
- [0059] 액체 회수 기구 (20) 는, 투영 광학계 (PL) 와는 진동적으로 분리되어 있는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.

- [0060] 본 발명의 제 9 양태의 노광 장치에 의하면, 투영 광학계와 액체 회수 기구는 진동적으로 분리되어 있기 때문에, 액체 회수 기구에서 진동이 발생하더라도 그 진동이 투영 광학계에는 전해지지 않는다. 따라서, 투영 광학계가 진동함으로써 패턴 이미지가 열화된다는 문제의 발생을 방지할 수 있고, 패턴 이미지를 기관 상에 높은 정밀도로 투영할 수 있다.
- [0061] 제 9 양태의 노광 장치 (EX) 는, 추가로, 투영 광학계 (PL) 를 지지하는 제 1 지지 부재 (100) 와, 제 1 지지 부재 (100) 와 진동적으로 분리되고, 액체 회수 기구 (20) 를 지지하는 제 2 지지 부재 (102) 를 구비할 수 있다. 이 구성에 의하면, 투영 광학계를 지지하는 제 1 지지 부재와, 액체 회수 기구를 지지하는 제 2 지지 부재는 진동적으로 분리되어 있기 때문에, 액체 회수 기구에서 발생한 진동이 투영 광학계에는 전해지지 않는다. 또한, 예를 들어 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하기 위한 간섭계를 제 1 지지 부재에 장착하거나, 참조경 (고정경) 을 투영 광학계의 경통에 장착하는 등의 구성으로 함으로써, 이들 간섭계나 참조경에는 진동이 전해지지 않기 때문에, 기관 스테이지의 위치 정보의 계측이나 그 계측 결과에 근거하여 높은 정밀도로 위치를 제어할 수 있다.
- [0062] 본 발명의 제 10 양태에 따르면, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기관 (P) 에 투영하여, 그 기관 상의 복수의 쇼트 영역을 순차 노광하는 노광 장치로서,
- [0063] 상기 패턴의 이미지를 상기 기관에 투영하는 투영 광학계 (PL); 및
- [0064] 그 투영 광학계의 투영 영역을 포함하는 기관 상의 일부에 액침 영역을 형성하기 위해서, 상기 기관과 대향하도록 배치된 공급구 (13A, 14A) 로부터 액체를 공급하는 액체 공급 기구 (10, 11, 12, 13, 14) 를 구비하고,
- [0065] 그 액체 공급 기구는, 상기 기관 상의 복수의 쇼트 영역이 노광 처리되고 있는 동안에 상기 공급구로부터 액체를 계속해서 공급하는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0066] 본 발명의 제 10 양태의 노광 장치에 의하면, 기관 상의 복수의 쇼트 영역이 노광 처리되고 있는 동안, 기관의 이동 방향에 상관없이, 소정 위치에 배치된 공급구로부터 액체를 계속해서 공급하기 때문에, 액체 공급 기구 자체의 진동이나 액체의 진동 (위터 해머 현상) 을 방지할 수 있어, 패턴 이미지를 기관 상에 높은 정밀도로 투영할 수 있다.
- [0067] 본 발명의 제 11 양태에 따르면, 소정 패턴의 이미지를 액체 (1) 를 사이에 두고 기관 (P) 에 투영하여, 그 기관 상의 복수의 쇼트 영역을 순차 노광하는 노광 장치로서,
- [0068] 상기 패턴의 이미지를 상기 기관에 투영하는 투영 광학계 (PL);
- [0069] 그 투영 광학계의 투영 영역을 포함하는 기관 상의 일부에 액침 영역을 형성하기 위해서, 소정 위치에 배치된 공급구 (13A, 14A) 로부터 액체를 공급하는 액체 공급 기구 (10, 11, 12, 13, 14); 및
- [0070] 상기 기관과 대향하도록 배치된 회수구 (22A) 를 갖고, 상기 액체 공급 기구로부터 공급된 액체를 회수하는 액체 회수 기구 (20, 21, 22) 를 구비하고,
- [0071] 그 액체 회수 기구는, 상기 기관 상의 복수의 쇼트 영역이 노광 처리되고 있는 동안에 상기 회수구로부터 액체를 계속해서 회수하는 노광 장치 (EX) 가 제공된다.
- [0072] 본 발명의 제 11 양태의 노광 장치에 의하면, 기관 상의 복수의 쇼트 영역이 노광 처리되고 있는 동안, 기관의 이동 방향에 상관없이, 회수구로부터 액체를 계속해서 회수한다. 이것에 의해, 액체를 보다 확실하게 회수할 수 있음과 함께, 회수의 개시나 정지에 수반되는 액체 회수 기구 자체의 진동이 억제되어, 패턴 이미지를 기관 상에 높은 정밀도로 투영할 수 있다.
- [0073] 본 발명의 디바이스 제조 방법은, 상기 양태의 노광 장치 (EX) 를 사용하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 양호한 패턴 정밀도로 형성된 패턴을 갖고, 원하는 성능을 발휘할 수 있는 디바이스를 제공할 수 있다.
- [0074] 본 발명에 의하면, 투영 광학계와 기관 사이에 액침 영역을 형성한 상태에서 노광 처리할 때에도 높은 정밀도로 노광 처리할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0075] 도 1 은, 본 발명의 노광 장치의 일 실시형태를 나타내는 개략 구성도이다.

- 도 2 는, 본 발명의 특징적 부분인 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 개략 구성을 나타내는 평면도이다.
- 도 3 은, 본 발명의 특징적 부분인 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 개략 구성을 나타내는 사시도이다.
- 도 4 는, 본 발명의 특징적 부분인 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 개략 구성을 나타내는 측단면도이다.
- 도 5 는, 기관 상에 설정된 쇼트 영역을 나타내는 도면이다.
- 도 6(a) 및 (b) 는, 액체의 거동 (舉動) 을 나타내는 모식도이다.
- 도 7 은, 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 다른 실시형태를 나타내는 도면이다.
- 도 8 은, 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 다른 실시형태를 나타내는 도면이다.
- 도 9 는, 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 다른 실시형태를 나타내는 도면이다.
- 도 10(a) 및 (b) 는, 액체 공급 기구의 다른 실시형태를 나타내는 도면이다.
- 도 11 은, 트랩 부재의 다른 실시형태를 나타내는 측단면도이다.
- 도 12 는, 트랩 부재의 다른 실시형태를 나타내는 측단면도이다.
- 도 13 은, 트랩 부재의 다른 실시형태를 나타내는 사시도이다.
- 도 14 는, 본 발명에 관련된 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 다른 실시형태를 나타내는 개략 사시도이다.
- 도 15 는, 도 14 에서의 슬릿관부의 다른 실시형태를 나타내는 도면이다.
- 도 16 은, 본 발명에 관련된 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 다른 실시형태를 나타내는 개략 사시도이다.
- 도 17 은, 유로 형성 부재 중 제 1 부재를 나타내는 사시도이다.
- 도 18 (a) 및 (b) 는, 유로 형성 부재 중 제 2 부재를 나타내는 사시도이다.
- 도 19 (a) 및 (b) 는, 유로 형성 부재 중 제 3 부재를 나타내는 사시도이다.
- 도 20 은, 본 발명의 노광 장치의 별도의 실시형태를 나타내는 개략 구성도이다.
- 도 21 은, 반도체 디바이스의 제조 공정의 일례를 나타내는 플로우차트도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0076]

이하, 본 발명의 노광 장치에 관해서 도면을 참조하면서 설명한다. 도 1 은 본 발명의 노광 장치의 일 실시 형태를 나타내는 개략 구성도이다. 도 1 에 있어서, 노광 장치 (EX) 는, 마스크 (M) 를 지지하는 마스크 스테이지 (MST) 와, 기관 (P) 을 지지하는 기관 스테이지 (PST) 와, 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 를 노광광 (EL) 에 의해 조명하는 조명 광학계 (IL) 와, 노광광 (EL) 에 의해 조명된 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기관 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기관 (P) 에 투영 노광하는 투영 광학계 (PL) 와, 노광 장치 (EX) 전체의 동작을 통괄 제어하는 제어 장치 (CONT) 를 구비하고 있다.

[0077]

또한, 본 실시형태의 노광 장치 (EX) 는, 노광 파장을 실질적으로 짧게 하여 해상도를 향상시키고 함께 초점 심도를 실질적으로 넓히기 위해 액침법을 적용한 액침 노광 장치로서, 기관 (P) 상에 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10) 와, 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 회수하는 액체 회수 기구 (20) 를 구비하고 있다. 노광 장치 (EX) 는, 적어도 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기관 (P) 상에 전사하고 있는 동안, 액체 공급 기구 (10) 로부터 공급된 액체 (1) 에 의해 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 을 포함하는 기관 (P) 상의 일부에 액침 영역 (AR2) 을 형성한다. 구체적으로는, 노광 장치 (EX) 는, 투영 광학계 (PL) 의 선단부의 광학 소자 (2) 와 기관 (P) 표면과의 사이에 액체 (1) 를 채우고, 이 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 액체 (1) 및 투영 광학계 (PL) 를 사이에 두고 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기관 (P) 상에 투영하여, 기관 (P) 을 노광한다.

- [0078] 여기서, 본 실시형태에서는, 노광 장치 (EX) 로서 마스크 (M) 와 기관 (P) 을 주사 방향에서의 서로 다른 방향 (역방향) 으로 동기 이동하면서 마스크 (M) 에 형성된 패턴을 기관 (P) 에 노광하는 주사형 노광 장치 (이른바 스캐닝 스테퍼) 를 사용하는 경우를 예로 들어 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 와 일치하는 방향을 Z 축 방향, Z 축 방향에 수직인 평면 내에서 마스크 (M) 와 기관 (P) 의 동기 이동 방향 (주사 방향) 을 X 축 방향, Z 축 방향 및 Y 축 방향에 수직인 방향 (비주사 방향) 을 Y 축 방향으로 한다. 또한, X 축, Y 축, 및 Z 축 둘레 방향을 각각 ΘX , ΘY , 및 ΘZ 방향으로 한다. 또, 여기서 말하는 「기관」 은 반도체 웨이퍼 상에 감광성 재료인 포토레지스트를 도포한 것을 포함하고, 「마스크」 는 기관 상에 축소 투영되는 디바이스 패턴이 형성된 레티클을 포함한다.
- [0079] 조명 광학계 (IL) 는 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 를 노광광 (EL) 에 의해 조명하는 것으로, 노광용 광원, 노광용 광원으로부터 사출된 광속의 조도를 균일화하는 옵티컬 인터그레이터, 옵티컬 인터그레이터로부터 나온 노광광 (EL) 을 집광하는 콘덴서 렌즈, 릴레이 렌즈계, 노광광 (EL) 에 의한 마스크 (M) 상의 조명 영역을 슬릿형상으로 설정하는 가변 시야 조리개 등을 갖고 있다. 마스크 (M) 상의 소정의 조명 영역은 조명 광학계 (IL) 에 의해 균일한 조도 분포의 노광광 (EL) 에 의해 조명된다. 조명 광학계 (IL) 로부터 사출되는 노광광 (EL) 으로는, 예를 들어 수은 램프로부터 사출되는 자외역의 휘선 (g 선, h 선, i 선) 및 KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm) 등의 원자외광 (DUV 광) 이나, ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 및 F₂ 레이저광 (파장 157nm) 등의 진공자외광 (VUV 광) 등이 사용된다. 본 실시형태에 있어서는 ArF 엑시머 레이저광이 사용된다.
- [0080] 마스크 스테이지 (MST) 는 마스크 (M) 를 지지하는 것으로서, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 에 수직인 평면 내, 즉 XY 평면 내에서 2 차원 이동 가능 및 ΘZ 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 (50) 이 설치되어 있다. 또한, 이동경 (50) 에 대항하는 위치에는 레이저 간섭계 (51) 가 형성되어 있다. 마스크 스테이지 (MST) 상의 마스크 (M) 의 2 차원 방향의 위치, 및 회전각은 레이저 간섭계 (51) 에 의해 실시간으로 측정되고, 측정 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는 레이저 간섭계 (51) 의 측정 결과에 근거하여 마스크 스테이지 구동 장치 (MSTD) 를 구동함으로써 마스크 스테이지 (MST) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 의 위치를 결정한다.
- [0081] 투영 광학계 (PL) 는 마스크 (M) 의 패턴을 소정의 투영 배율 (β) 로 기관 (P) 에 투영 노광하는 것으로, 기관 (P) 측의 선단부에 형성된 광학 소자 (렌즈: 2) 를 포함하는 복수의 광학 소자로 구성되어 있고, 이들 광학 소자는 경통 (PK) 에 의해 지지되어 있다. 본 실시형태에 있어서, 투영 광학계 (PL) 는, 투영 배율 (β) 이 예를 들어 1/4 또는 1/5 의 축소계이다. 또, 투영 광학계 (PL) 는 등배계 및 확대계 중 어느 것도 상관없다. 또한, 본 실시형태의 투영 광학계 (PL) 의 선단부의 광학 소자 (2) 는 경통 (PK) 에 대하여 착탈이 가능하게 형성되어 있고, 광학 소자 (2) 에는 액침 영역 (AR2) 의 액체 (1) 가 접촉한다.
- [0082] 광학 소자 (2) 는 형식으로 형성되어 있다. 형식은 물과의 친화성이 높기 때문에, 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 의 거의 전체면에 액체 (1) 를 밀착시킬 수 있다. 즉, 본 실시형태에 있어서는 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 과의 친화성이 높은 액체 (물: 1) 를 공급하도록 하고 있기 때문에, 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 과 액체 (1) 와의 밀착성이 높아, 광학 소자 (2) 와 기관 (P) 사이의 광로를 액체 (1) 에 의해 확실하게 채울 수 있다. 또, 광학 소자 (2) 는 물과의 친화성이 높은 석영이어도 된다. 또 광학 소자 (2) 의 액체 접촉면 (2a) 에 친수화 (친액화) 처리하여, 액체 (1) 와의 친화성을 보다 높여도 된다.
- [0083] 기관 스테이지 (PST) 는 기관 (P) 을 지지하는 것으로, 기관 (P) 을 기관 홀더를 개재하여 유지하는 Z 스테이지 (52) 와, Z 스테이지 (52) 를 지지하는 XY 스테이지 (53) 와, XY 스테이지 (53) 를 지지하는 베이스 (54) 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 (52) 를 구동함으로써, Z 스테이지 (52) 에 유지되어 있는 기관 (P) 의 Z 축 방향에서의 위치 (포커스 위치), 및 ΘX , ΘY 방향에 있어서의 위치가 제어된다. 또한, XY 스테이지 (53) 를 구동함으로써, 기관 (P) 의 XY 방향에서의 위치 (투영 광학계 (PL) 의 이미지면과 실질적으로 평행한 방향의 위치) 가 제어된다. 즉, Z 스테이지 (52) 는, 기관 (P) 의 포커스 위치 및 경사각을 제어하여 기관 (P) 의 표면을 오토 포커스 방식, 및 오토 레벨링 방식으로 투영 광학계 (PL) 의 이미지면에 맞춰 넣고, XY 스테이지 (53) 는 기관 (P) 의 X 축 방향 및 Y 축 방향에 있어서의 위치 결정을 수행한다. 또, Z 스테이지와 XY 스테이지를 일체적으로 형성할 수도 있음은 물론

이다.

- [0084] 기관 스테이지 (PST) (Z 스테이지 (52)) 상에는, 기관 스테이지 (PST) 와 함께 투영 광학계 (PL) 에 대하여 이동하는 이동경 (55) 이 설치되어 있다. 또한, 이동경 (55) 에 대항하는 위치에는 레이저 간섭계 (56) 가 형성되어 있다. 기관 스테이지 (PST) 상의 기관 (P) 의 2 차원 방향의 위치, 및 회전각은 레이저 간섭계 (56) 에 의해 실시간으로 계측되고, 계측 결과는 제어 장치 (CONT) 에 출력된다. 제어 장치 (CONT) 는 레이저 간섭계 (56) 의 계측 결과에 근거하여 기관 스테이지 구동 장치 (PSTD) 를 구동함으로써 기관 스테이지 (PST) 에 지지되어 있는 기관 (P) 의 위치를 결정한다.
- [0085] 또한, 기관 스테이지 (PST) (Z 스테이지 (52)) 상에는, 기관 (P) 을 둘러싸도록 보조 플레이트 (57) 가 형성되어 있다. 보조 플레이트 (57) 는 기관 홀더에 유지된 기관 (P) 의 표면과 거의 같은 높이의 평면을 갖고 있다. 여기서, 기관 (P) 의 에지와 보조 플레이트 (57) 사이에는 0.1~2mm 정도의 간극이 있지만, 액체 (1) 의 표면 장력에 의해 그 간극으로 액체 (1) 가 흘러 드는 일이 거의 없고, 기관 (P) 의 주연 (周緣) 근방을 노광하는 경우에도 보조 플레이트 (57) 에 의해 투영 광학계 (PL) 하에 액체 (1) 를 유지할 수 있다.
- [0086] 액체 공급 기구 (10) 는 소정의 액체 (1) 를 기관 (P) 상에 공급하는 것으로, 액체 (1) 를 공급 가능한 제 1 액체 공급부 (11) 및 제 2 액체 공급부 (12) 와, 제 1 액체 공급부 (11) 에 유로를 갖는 공급관 (11A) 을 통하여 접속되고, 이 제 1 액체 공급부 (11) 로부터 송출된 액체 (1) 를 기관 (P) 상에 공급하는 공급구 (13A) 를 갖는 제 1 공급 부재 (13) 와, 제 2 액체 공급부 (12) 에 유로를 갖는 공급관 (12A) 을 통하여 접속되고, 이 제 2 액체 공급부 (12) 로부터 송출된 액체 (1) 를 기관 (P) 상에 공급하는 공급구 (14A) 를 갖는 제 2 공급 부재 (14) 를 구비하고 있다. 제 1, 제 2 공급 부재 (13, 14) 는 기관 (P) 의 표면에 근접하여 배치되어 있고, 기관 (P) 의 변방향에서 서로 다른 위치에 형성되어 있다. 구체적으로는, 액체 공급 기구 (10) 의 제 1 공급 부재 (13) 는 투영 영역 (AR1) 에 대하여 주사 방향 일방측 (-X 측) 에 형성되고, 제 2 공급 부재 (14) 는 타방측 (+X 측) 에 형성되어 있다.
- [0087] 각각의 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 는, 액체 (1) 를 수용하는 탱크 및 가압 펌프 등을 구비하고 있고, 각각의 공급관 (11A, 12A) 및 공급 부재 (13, 14) 를 통하여 기관 (P) 상에 액체 (1) 를 공급한다. 또한, 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 의 액체 공급 동작은 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어되고, 제어 장치 (CONT) 는 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 에 의한 기관 (P) 상에 대한 단위 시간당 액체 공급량을 각각 독립적으로 제어 가능하다.
- [0088] 본 실시형태에 있어서, 액체 (1) 에는 순수가 사용된다. 순수는 ArF 엑시머 레이저광 뿐만 아니라, 예를 들어 수은 램프로부터 사출되는 자외역의 휘선 (g 선, h 선, i 선) 및 KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm) 등의 원자외광 (DUV 광) 도 투과 가능하다.
- [0089] 액체 회수 기구 (20) 는 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 회수하는 것으로, 기관 (P) 의 표면에 근접하여 배치된 회수구 (22A) 를 갖는 회수 부재 (22) 와, 이 회수 부재 (22) 에 유로를 갖는 회수관 (21A) 을 통하여 접속된 액체 회수부 (21) 를 구비하고 있다. 액체 회수부 (21) 는 예를 들어 진공 펌프 등의 흡인 장치, 및 회수한 액체 (1) 를 수용하는 탱크 등을 구비하고 있고, 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 회수 부재 (22) 및 회수관 (21A) 을 통하여 회수한다. 액체 회수부 (21) 의 액체 회수 동작은 제어 장치 (CONT) 에 의해 제어되고, 제어 장치 (CONT) 는 액체 회수부 (21) 에 의한 단위 시간당 액체 회수량을 제어 가능하다.
- [0090] 또한, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재 (22) 의 외측에는, 액체 (1) 를 포착하는 소정 길이의 액체 트랩면 (31) 이 형성된 트랩 부재 (30) 가 배치되어 있다.
- [0091] 도 2 는 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 의 개략 구성을 나타내는 평면도, 도 3 은 일부 파단하여 나타낸 사시도이다. 도 2 에 나타내는 바와 같이, 투영 광학계 (PL) 의 투영 영역 (AR1) 은 Y 축 방향 (비주사 방향) 을 길이 방향으로 하는 직사각형상으로 설정되어 있고, 액체 (1) 를 채운 액침 영역 (AR2) 은 투영 영역 (AR1) 을 포함하도록 기관 (P) 상의 일부에 형성되어 있다. 그리고, 투영 영역 (AR1) 의 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위한 액체 공급 기구 (10) 의 제 1 공급 부재 (13) 는 투영 영역 (AR1) 에 대하여 주사 방향 일방측 (-X 측) 에 형성되고, 제 2 공급 부재 (14) 는 타방측 (+X 측) 에 형성되어 있다.
- [0092] 도 2 및 도 3 에 나타내는 바와 같이, 제 1, 제 2 공급 부재 (13, 14) 는, 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 로부터 송출된 액체 (1) 를 흘리는 내부 공간 (내부 유로: 13H, 14H) 과, 내부 공간 (13H, 14H) 에서 흐른 액체 (1) 를 기관 (P) 상에 공급하는 공급구 (13A, 14A) 를 각각 갖고 있다. 또, 도 3 에는 제 2 액체 공급부 (12) 가 도시되어 있지 않지만, 구조는 제 1 액체 공급부 (11) 와 동일하다. 제 1, 제 2 공급 부재 (13,

14)의 공급구(13A, 14A)는 각각 평면에서 보아 대략 원호형상으로 형성되어 있고, 이 공급구(13A, 14A)의 Y축 방향에서의 사이즈는 적어도 투영 영역(AR1)의 Y축 방향에서의 사이즈보다 커지도록 설정되어 있다.

그리고, 평면에서 보아 대략 원호형상으로 형성되어 있는 공급구(13A, 14A)는 주사 방향(X 방향)에 관해서 투영 영역(AR1)을 그 사이에 끼워 배치되어 있다. 액체 공급 기구(10)는, 공급구(13A, 14A)로부터, 투영 영역(AR1)에 대하여 다른 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치로부터, 즉 직사각형의 투영 영역(AR1)의 다른 측(이 예에서는, 투영 영역(AR1)의 양측(+X 방향측, -X 방향측))으로부터 액체(1)를 동시에 공급한다.

[0093]

액체 회수 기구(20)의 회수 부재(22)는 2중 고리형 부재이고, 기관(P)의 표면을 향하도록 고리형으로 연속하여 형성된 회수구(22A)와, 회수구(22A)로부터 회수된 액체(1)를 흘리는 고리형상의 내부 공간(내부 유로: 22H)을 갖고 있다. 액체 회수 기구(20)의 회수 부재(22)는 액체 회수 기구(10)의 공급 부재(13, 14), 및 투영 영역(AR1)을 둘러싸도록 배치되어 있다. 그리고, 회수 부재(22)의 내부에는 이 내부 공간(22H)을 둘레 방향에 있어서 복수의 공간(분할 공간: 24)으로 분할하는 구획 부재(칸막이: 23)가 소정 간격으로 형성되어 있다. 즉, 투영 영역(AR1)을 둘러싸도록 연속적으로 형성된 회수구(22A)의 내부에 구획 부재(23)가 형성된 구성으로 되어 있다. 구획 부재(23)에 의해 분할된 분할 공간(24)의 각각은 상하 방향에서 관통되어 있다. 그리고, 회수 부재(22)중, 회수구(22A)를 갖는 하단부는 기관(P)의 표면에 근접되고, 한편 상단부는 복수의 분할 공간(24)을 공간적으로 집합하는 집합 공간부인 매니폴드부(25)로 되어 있다. 그리고, 이 매니폴드부(25)에 회수관(21A)의 일단부가 접속되고, 타단부가 액체 회수부(21)에 접속되어 있다. 액체 회수 기구(20)는, 액체 회수부(21)를 구동함으로써, 회수구(22A)(회수 부재(22)) 및 회수관(21A)을 통하여 기관(P)상의 액체(1)를 회수한다. 즉, 회수구(22A)의 설치 위치가 기관(P)상의 액체(1)를 회수하는 회수 위치이고, 액체 회수 기구(20)는 투영 영역(AR1)으로부터 떨어져 있는 회수 위치에서 기관(P)상의 액체(1)를 회수하도록 되어 있다. 여기서, 액체 회수 기구(20)의 회수구(22A)는 평면에서 보아 대략 원고리형상이고 투영 영역(AR1)을 둘러싼 구성으로 되어 있다. 즉, 회수구(22A)는, 직사각형의 투영 영역(AR1)의 4개의 측(+X 방향측, -X 방향측, +Y 방향측, -Y 방향측), 다시 말해 투영 영역(AR1)에 대하여 직교하는 4개의 방향으로 떨어져 있는 4개의 위치에 존재하고 있다. 따라서, 액체 회수 기구(20)는, 투영 영역(AR1)을 둘러싸도록 형성되어 있는 회수구(22A)로부터, 투영 영역(AR1)에 대하여 다른 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치에서 기관(P)상의 액체(1)를 동시에 회수할 수 있다.

[0094]

그리고, 액체 공급 기구(10)의 제 1, 제 2 공급 부재(13, 14) 각각의 공급구(13A, 14A)의 설치 위치, 즉 기관(P)상에 대한 액체(1)의 공급 위치는, 액체 회수 위치(회수구(22A)의 위치)와 투영 영역(AR1) 사이에 형성된 구성으로 되어 있다. 즉, 액체 공급 기구(10)에 의한 액체(1)의 공급은, 액체 회수 기구(20)의 액체 회수 위치와 투영 영역(AR1) 사이에서 이루어진다.

[0095]

도 4는 기관(P)에 근접하여 배치된 제 1, 제 2 공급 부재(13, 14), 및 회수 부재(22)를 나타내는 요부 확대 측면도이다. 도 4에 나타내는 바와 같이, 액체 공급 기구(10)의 제 1, 제 2 공급 부재(13, 14) 각각의 내부 유로(13H, 14H)는 기관(P)의 표면에 대하여 수직으로 형성되어 있다. 마찬가지로, 액체 회수 기구(20)의 회수 부재(22)의 내부 유로(22H)(분할 공간(24))도, 기관(P)의 표면에 대하여 거의 수직으로 형성되어 있다. 그리고, 제 1, 제 2 공급 부재(13, 14)에 의한 기관(P)에 대한 액체(1)의 공급 위치(공급구(13A, 14A)의 설치 위치)는, 액체 회수 기구(20)의 액체 회수 위치(회수구(22A)의 설치 위치)와 투영 영역(AR1) 사이에 설정되어 있다. 또한, 투영 광학계(PL)와 제 1, 제 2 공급 부재(13, 14)의 각각은 소정 거리만큼 떨어져 형성되어 있음과 함께, 회수 부재(22)와 제 1, 제 2 공급 부재(13, 14)의 각각도 소정 거리만큼 떨어져 형성되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 기관(P)의 표면과 공급구(13A, 14A)와의 거리와, 기관(P)의 표면과 회수구(22A)와의 거리와, 기관(P)의 표면과 투영 광학계(PL)의 하단면과의 거리가 거의 동일하게 설정되어 있다. 다시 말하면, 공급구(13A, 14A), 회수구(22A), 및 투영 광학계(PL)의 하단면 각각의 Z축 방향에서의 위치(높이)가 동일하게 설정되어 있다.

[0096]

그리고, 제 1, 제 2 공급 부재(13, 14)의 공급구(13A, 14A)로부터 기관(P)에, 기관면에 대하여 수직 방향에서 공급된 액체(1)는, 투영 광학계(PL)의 선단부(광학 소자(2))의 하단면과 기관(P) 사이에 퍼지면서 적시듯이 공급된다. 또한, 투영 영역(AR1)에 대하여 공급 부재(13, 14)의 외측으로 유출된 액체(1)는, 이 공급 부재(13, 14)보다 투영 영역(AR1)에 대하여 외측에 배치되어 있는 회수 부재(22)의 회수구(22A)로부터 기관면에서 거의 수직 방향으로 회수(흡인)되도록 되어 있다.

[0097]

여기서, 액체 공급 기구(10) 및 액체 회수 기구(20)를 구성하는 각 부재 중 적어도 액체(1)가 흐르는 부재

는, 예를 들어 폴리4불화에틸렌 등의 합성 수지에 의해 형성되어 있다. 이것에 의해, 액체 (1) 에 불순물이 포함되는 것을 억제할 수 있다.

[0098] 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재 (22) 중 투영 영역 (AR1) 에 대하여 외측에는, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재 (22) 에서 다 회수하지 못한 액체 (1) 를 포착하는 소정 길이의 액체 트랩면 (31) 이 형성된 트랩 부재 (30) 가 설치되어 있다. 트랩 부재 (30) 는 회수 부재 (22) 의 외측면에 장착되어 있다. 트랩면 (31) 은 트랩 부재 (30) 중 기관 (P) 측을 향하는 면 (즉 하면) 으로, 도 4 에 나타내는 바와 같이 수평면에 대하여 기울어져 있다. 구체적으로는, 트랩면 (31) 은 투영 영역 (AR1) (액침 영역 (AR2)) 에 대하여 외측을 향함에 따라서 기관 (P) 의 표면에 대하여 떨어지도록 (위를 향하도록) 기울어져 있다. 트랩 부재 (30) 는, 예를 들어 스테인리스 등의 금속에 의해 형성되어 있다.

[0099] 도 2 에 나타내는 바와 같이, 트랩 부재 (30) 는 평면에서 보아 고리형 부재이고, 회수 부재 (22) 에 끼워지도록 회수 부재 (22) 의 외측면에 접속되어 있다. 그리고, 트랩 부재 (30) 의 트랩면 (31) 은 투영 영역 (AR1) (액침 영역 (AR2)) 을 둘러싸도록 배치되어 있고, 본 실시형태에서의 트랩 부재 (30) 및 이 하면의 트랩면 (31) 은 평면에서 보아 대략 다원형상으로 되어 있다. 즉, 트랩 부재 (30) 의 트랩면 (31) 은 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 을 기준으로 하여, 방사 방향의 길이가 그 위치에 따라서 다르도록 형성되어 있다. 본 실시형태에서는, 주사 방향 (X 축 방향) 에 있어서의 트랩면 (31) 의 길이가, 비주사 방향 (Y 축 방향) 에 대하여 길게 되어 있다. 더욱 구체적으로는, 투영 영역 (AR1) 의 Y 축 방향 중앙부에 대응하는 위치에서의 트랩면 (31) 의 길이가 가장 길게 되어 있다.

[0100] 트랩면 (31) 은, 액체 (1) 와의 친화성을 높이는 친액화 처리 (친수화 처리) 가 실시되어 있다. 본 실시형태에 있어서, 액체 (1) 는 물이기 때문에, 트랩면 (31) 에는 물과의 친화성에 따른 표면 처리가 실시되어 있다. 또, 기관 (P) 의 표면에는 발수성 (접촉각 70~80° 정도) 의 ArF 엑시머 레이저용 감광재 (예를 들어 도쿄오카고오교주식회사제 TARF-P6100) 가 도포되어 있어, 트랩면 (31) 의 액체 (1) 에 대한 액체 친화성이 기관 (P) 표면의 액체 (1) 에 대한 액체 친화성보다도 높게 되어 있다.

[0101] 트랩면 (31) 에 대한 표면 처리는 액체 (1) 의 극성에 따라서 실시된다. 본 실시형태에서의 액체 (1) 는 극성이 큰 물이기 때문에, 트랩면 (31) 에 대한 친수화 처리로서, 예를 들어 알코올 등 극성이 큰 분자 구조의 물질로 박막을 형성함으로써, 이 트랩면 (31) 에 대하여 친수성을 부여한다. 또는, 트랩면 (31) 에 대하여, 예를 들어 처리 가스로서 산소 (O₂) 를 사용하여 플라즈마 처리하는 O₂ 플라즈마 처리하는 것에 의해서도 친수성을 부여할 수 있다. 이와 같이, 액체 (1) 로서 물을 사용하는 경우에는 트랩면 (31) 에 OH 기 등 극성이 큰 분자 구조를 갖는 것을 표면에 배치시키는 처리가 바람직하다. 여기서, 표면 처리를 위한 박막은 액체 (1) 에 대하여 비용해성인 재료에 의해 형성된다. 또한, 친액화 처리는, 사용하는 액체 (1) 의 재료 특성에 따라 그 처리 조건을 적절히 변경한다.

[0102] 다음으로, 상기 서술한 노광 장치 (EX) 를 사용하여 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기관 (P) 에 노광하는 방법에 관해서 설명한다.

[0103] 여기서, 본 실시형태에서의 노광 장치 (EX) 는, 마스크 (M) 와 기관 (P) 을 X 축 방향 (주사 방향) 으로 이동하면서 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기관 (P) 에 투영 노광하는 것으로, 주사 노광시에는, 투영 광학계 (PL) 의 선단부 바로 아래의 직사각형상의 투영 영역 (AR1) 에 마스크 (M) 의 일부 패턴 이미지가 투영되고, 투영 광학계 (PL) 에 대하여, 마스크 (M) 가 -X 방향 (또는 +X 방향) 으로 속도 (V) 로 이동하는 데 동기하여 XY 스테이지 (53) 를 개재하고 기관 (P) 이 +X 방향 (또는 -X 방향) 으로 속도 ($\beta \cdot V$: β 는 투영 배율) 로 이동한다. 그리고, 도 5 의 평면도에 나타내는 바와 같이, 기관 (P) 상에는 복수의 쇼트 영역 (S1~S12) 이 설정되어 있고, 하나의 쇼트 영역에 대한 노광 종료후에 기관 (P) 의 스테핑 이동에 의해 다음 쇼트 영역이 주사 개시 위치로 이동하고, 이하, 스텝 앤드 스캔 방식에 의해 기관 (P) 에서 이동하면서 각 쇼트 영역에 대한 주사 노광 처리가 순차 이루어진다. 또, 본 실시형태에서는, 제어 장치 (CONT) 는, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 이 도 5 의 파선 화살표 (58) 를 따라 진행하도록 레이저 간섭계 (56) 의 출력을 모니터링하면서 XY 스테이지 (53) 를 이동하는 것으로 한다.

[0104] 우선, 마스크 (M) 가 마스크 스테이지 (MST) 에 로드됨과 함께, 기관 (P) 이 기관 스테이지 (PST) 에 로드된다 (도 1 참조). 이어서, 주사 노광 처리함에 있어서, 제어 장치 (CONT) 는 액체 공급 기구 (10) 를 구동하여, 기관 (P) 상에 대한 액체 공급 동작을 시작한다. 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해서 액체 공급 기구 (10) 의 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 각각으로부터 공급된 액체 (1) 는, 공급관 (11A, 12A) 에서 흐른 후, 제 1, 제 2 공급 부재 (13, 14) 를 통하여 기관 (P) 상에 공급되어, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이에 액침 영

역 (AR2) 을 형성한다. 여기서, 도 4 에 나타낸 바와 같이, 공급관 (11A, 12A) 에서 흐른 액체 (1) 는 공급부재 (13, 14) 의 내부 유로 (13H, 14H) 의 폭방향으로 확산되어, 공급구 (13A, 14A) 로부터 기관 (P) 상의 넓은 범위에 공급된다. 이 때, 공급구 (13A, 14A) 는 투영 영역 (AR1) 의 X 축 방향 (주사 방향) 양측에 배치되어 있고, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 의 공급구 (13A, 14A) 로부터 투영 영역 (AR1) 의 양측에서 기관 (P) 상으로 동시에 액체 (1) 를 공급한다.

[0105] 액체 공급 기구 (10) 는, 투영 영역 (AR1) 의 양측에 형성되어 있는 공급구 (13A, 14A) 로부터, 즉 투영 영역 (AR1) 에 대하여 다른 복수의 방향 (+X 방향, -X 방향) 으로 떨어져 있는 복수의 위치에서 액체 (1) 를 동시에 공급한다. 이것에 의해, 공급구 (13A, 14A) 로부터 기관 (P) 상에 공급된 액체 (1) 는 액침 영역 (AR2) 을 적어도 투영 영역 (AR1) 보다 넓은 범위로 형성한다.

[0106] 본 실시형태에 있어서, 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측에서부터 기관 (P) 에 대하여 액체 (1) 를 공급할 때, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 의 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 의 액체 공급 동작을 제어하여, 주사 방향에 관하여 투영 영역 (AR1) 의 앞쪽에서 공급하는 단위 시간당 액체 공급량을 그 반대측에서 공급하는 액체 공급량보다도 많이 설정한다. 예를 들어 기관 (P) 을 +X 방향으로 이동하면서 노광 처리하는 경우, 제어 장치 (CONT) 는, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 -X 측 (즉 공급구 (13A)) 으로부터의 액체량을 +X 측 (즉 공급구 (14A)) 으로부터의 액체량보다 많이 하고, 한편, 기관 (P) 을 -X 방향으로 이동하면서 노광 처리하는 경우, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 +X 측으로부터의 액체량을 -X 측으로부터의 액체량보다 많이 한다.

[0107] 또한, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 회수 기구 (20) 의 액체 회수부 (21) 를 구동하여, 액체 공급 기구 (10) 에 의한 액체 (1) 의 공급 동작과 병행하여 기관 (P) 상의 액체 회수 동작을 실시한다. 이것에 의해, 도 4 에 나타내는 바와 같이, 공급구 (13A, 14A) 로부터 투영 영역 (AR1) 에 대하여 외측에 흐르는 기관 (P) 상의 액체 (1) 는 회수구 (22A) 에서 회수된다. 회수구 (22A) 에서 회수된 액체 (1) 는 구획 부재 (23) 에 의해 나뉘어진 분할 공간 (24) 각각에서 흐른 후, 매니폴드부 (25) 에 집합한다. 매니폴드부 (25) 에 집합한 액체 (1) 는 회수관 (21A) 을 통과하여 액체 회수부 (21) 로 회수된다. 이와 같이, 본 실시형태에서는, 하나의 액체 회수부 (21) 에 대하여 복수의 분할 공간 (24) 이 접속되어 있는 구조를 구비하고 있다. 그리고, 액체 회수 기구 (20) 는, 투영 영역 (AR1) 을 둘러싸도록 형성되어 있는 회수구 (22A) 로부터, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 다른 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치, 즉 직사각형의 투영 영역 (AR1) 의 4 개의 측 (+X 방향측, -X 방향측, +Y 방향측, -Y 방향측) 에서 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 동시에 회수한다.

[0108] 제어 장치 (CONT) 는, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 에 의해 기관 (P) 의 표면에 대한 액체 (1) 의 공급과 병행하여 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 회수하면서, 기관 (P) 을 지지하는 기관 스테이지 (PST) 를 X 축 방향 (주사 방향) 으로 이동하면서, 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 액체 (1) 및 투영 광학계 (PL) 를 사이에 두고 기관 (P) 상에 투영 노광한다. 이 때, 액체 공급 기구 (10) 는 주사 방향에 관하여 투영 영역 (AR1) 의 양측에서 공급구 (13A, 14A) 를 통하여 동시에 액체 (1) 를 공급하고 있기 때문에, 액침 영역 (AR2) 은 균일하면서 양호하게 형성되어 있다. 또한, 액체 회수 기구 (20) 는, 투영 영역 (AR1) 을 둘러싸는 회수 부재 (22) 의 회수구 (22A) 를 통하여 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측을 포함하는 투영 영역 (AR1) 주위의 복수의 위치에 있어서 동시에 액체 (1) 를 회수하고 있기 때문에, 액체 (1) 가 기관 (P) 주위로 유출되거나 비산되는 것을 방지하고 있다. 또, 본 실시형태에 있어서는, 기관 (P) 표면의 감광재와의 친화성이 낮은 순수를 액체 (1) 로서 공급하도록 하고 있기 때문에, 액체 회수 기구 (20) 에 의한 회수를 원활하게 할 수 있다.

[0109] 도 6(a) 는, 기관 (P) 을 +X 방향으로 이동하면서 기관 (P) 상에 설정된 제 1 쇼트 영역 (예를 들어 도 5 의 S1, S3 등) 을 노광 처리할 때의 액체 (1) 의 거동을 나타내는 모식도이다. 도 6(a) 에 있어서, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 공간에 대하여 공급구 (13A, 14A) 로부터 액체 (1) 가 동시에 공급되고, 이것에 의해 투영 영역 (AR1) 을 포함하도록 액침 영역 (AR2) 이 형성된다. 여기서, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 -X 측에 형성되어 있는 공급구 (13A) 로부터 공급되는 액체 (1) 의 단위 시간당 액체량이 +X 측에 형성되어 있는 공급구 (14A) 로부터 공급되는 액체 (1) 의 단위 시간당 액체량보다 많이 설정되어 있기 때문에, 공급구 (13A) 로부터 공급된 액체 (1) 가 +X 방향으로 이동하는 기관 (P) 에 끌려 가게 하여, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 공간에 원활하게 배치된다. 또한, 공급구 (13A, 14A) 에서 외측으로 유출되려는 액체 (1) 는 회수구 (22A) 에서 회수되어, 기관 (P) 주위로 유출되거나 하는 문제의 발생을 억제하고 있다.

[0110] 여기서, 기관 (P) 이 +X 방향으로 이동함으로써, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 +X 측으로 이동하는 액체량이 늘어, +X 측에 액체 회수 위치를 형성하고 있는 회수구 (22A) 가 액체 (1) 를 모두 회수할 수 없는 경우가 있다.

그런데, 도 6(a)에 나타내는 바와 같이, +X 축의 회수구 (22A)에서 다 회수할 수 없었던 액체 (1)는 이 액체 회수 위치로부터 +X 축에 형성되어 있는 트랩 부재 (30)의 트랩면 (31)에서 포착되기 때문에, 기관 (P)의 주위 등으로 유출되거나 비산되는 일이 없다. 여기서, 트랩면 (31)은 액체 (1)에 대하여 친액화 처리되어 있고, 더구나 기관 (P)의 표면보다 높은 액체 친화성을 갖고 있기 때문에, 회수구 (22A)의 액체 회수 위치로부터 외측으로 유출되려는 액체 (1)는, 기관 (P)측으로 끌려 가지 않고 트랩면 (31)측으로 끌려 간다.

이것에 의해, 기관 (P) 상에 액체 (1)가 잔존하거나 하는 문제가 발생하는 것이 억제되어 있다.

[0111] 여기서, 트랩면 (31)은 투영 영역 (AR1)을 포함하는 액침 영역 (AR2)을 기준으로 하여 외측을 향함에 따라서 상방향으로 기울어져 있기 때문에, 액체 (1)가 외부에 대하여 유출되는 것을 보다 효과적으로 방지할 수 있다.

즉, 상방향으로 기울어져 있음으로써, 기관 (P)과 투영 광학계 (PL)사이의 제 1 체적 (기관 (P)의 단위 면적에 대응하는 체적)에 대하여 기관 (P)과 트랩면 (31)사이의 제 2 체적이 커지기 때문에, 유출되려는 액체 (1)는 제 2 체적 부분에서 원활하게 유지된다. 또한, 상방향으로 기울어져 있음으로써, 외측으로 유출되려는 유체 에너지는 트랩면 (31)을 따라 상방향으로 이동함으로써 위치 에너지로 변환되고, 이것에 의해 액체 (1)의 외측에 대한 유출을 효과적으로 방지할 수 있다.

[0112] 또한, +X 축에 형성되어 있는 공급구 (14A)로부터 공급되는 액체량은, -X 축에 형성되어 있는 공급구 (13A)로부터 공급되는 액체량에 대하여 적게 설정되어 있다. 즉, +X 축의 회수구 (22A)에 대하여 공급구 (13A)보다 가까운 위치에 있는 공급구 (14A)로부터의 액체 공급량이 적게 설정되어 있기 때문에, +X 축으로 이동하는 기관 (P)으로 액체 (1)가 끌려 가도, 기관 (P)의 +X 축에서부터 외부로 유출되려는 액체량이 억제되고 있다.

[0113] 제 1 쇼트 영역의 노광 처리가 종료되면, 제어 장치 (CONT)는, 투영 광학계 (PL)의 투영 영역 (AR1)을 상기 제 1 쇼트 영역과는 별도의 제 2 쇼트 영역에 배치하기 위해, 기관 (P)을 스테핑 이동한다. 구체적으로는, 예를 들어 쇼트 영역 (S1)에 대한 주사 노광 처리 종료 후, 쇼트 영역 (S2)에 대하여 주사 노광 처리하기 위하여, 제어 장치 (CONT)는 기관 (P)상의 2개의 쇼트 영역 (S1, S2)사이에서 Y 축 방향으로 스테핑 이동한다. 이 때, 액체 공급 기구 (10)는, 기관 (P)상의 2개의 쇼트 영역 사이의 스테핑 이동 중에 있어서의 액체 (1)의 공급량을, 쇼트 영역의 노광 중에서의 공급량에 대하여 다르게 한다. 구체적으로는, 제어 장치 (CONT)는, 스테핑 이동 중에서의 액체 공급 기구 (10)로부터 기관 (P)상에 대한 단위 시간당 액체 공급량을, 쇼트 영역의 주사 노광 중의 액체 공급량보다 적게 한다. 이것에 의해, 노광 처리에 기여하지 않는 스테핑 이동 중에 있어서의 기관 (P)에 대한 액체 공급량이 억제되고, 노광 처리 전체 (기관 (P)이 기관 스테이지 (PST)에 로드되고 전체 쇼트 영역 (S1~S12)에 대한 노광 처리가 종료되어 기관 스테이지 (PST)로부터 언로드될 때까지)에 있어서의 액체 사용량을 억제할 수 있다. 이와 같이, 제어 장치 (CONT)는, 노광 처리 실행 동작의 일부를 구성하는 기관 (P)의 이동 동작 (스테핑 이동 또는 주사 이동)에 따라서, 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 각각의 단위 시간당 액체 공급량을 변경한다.

[0114] 여기서, 액체 공급 기구 (10)는, 기관 (P)의 스테핑 이동 중에 있어서 액체 (1)의 단위 시간당 공급량을 저감시키지만, 액체 (1)의 공급 동작은 유지 (계속)한다. 즉, 액체 공급 기구 (10)는, 쇼트 영역이 변하는 것에 의해 주사 방향이 변하거나, 또는 스테핑 이동시에 있어서도, 공급구 (13A, 14A)로부터의 액체 공급 동작을 유지 (계속)한다. 이와 같이, 액체 공급 기구 (10)는, 기관 (P)상의 복수의 쇼트 영역을 순차 노광할 때에 복수의 위치에 형성된 공급구 (13A, 14A)로부터 액체 (1)를 계속해서 공급하고, 주사 방향에 따라서 액체 공급 위치를 바꾸거나, 스테핑 이동시에 액체 공급 위치를 바꾸거나 하지 않는다. 바꾸어 말하면, 액체 공급 기구 (10)는, 하나의 기관 (P)에 관한 일련의 노광 처리 동작이 종료할 때까지 (기관 (P)이 기관 스테이지 (PST)에 로드되고 전체 쇼트 영역 (S1~S12)에 대한 노광 처리가 종료되어 기관 스테이지 (PST)로부터 언로드될 때까지), 복수의 위치로부터 액체 (1)를 계속해서 공급한다. 이것에 의해, 액체 (1)의 공급 및 정지에 기인하는 액체의 진동 (위터 해머 현상)의 발생을 방지할 수 있다.

[0115] 도 6(b)는, 기관 (P)을 -X 방향으로 이동하면서 기관 (P)상에 설정된 제 2 쇼트 영역 (예를 들어 도 5의 S2, S4 등)을 노광 처리할 때의 액체 (1)의 거동을 나타내는 모식도이다. 도 6(b)에 있어서, 투영 광학계 (PL)와 기관 (P)사이의 공간에 대하여 공급구 (13A, 14A)로부터 액체 (1)가 공급되고, 이것에 의해 투영 영역 (AR1)을 포함하도록 액침 영역 (AR2)이 형성된다. 여기서, 투영 영역 (AR1)에 대하여 +X 축에 형성되어 있는 공급구 (14A)로부터 공급되는 액체 (1)의 단위 시간당 액체량이 -X 축에 형성되어 있는 공급구 (13A)로부터 공급되는 액체 (1)의 단위 시간당 액체량보다 많게 설정되어 있기 때문에, 공급구 (14A)로부터 공급된 액체 (1)는 -X 방향으로 이동하는 기관 (P)으로 끌려 가게 되어, 투영 광학계 (PL)와 기관 (P)사이의 공간에 원활하게 배치된다. 이와 같이, 제어 장치 (CONT)는, 노광 처리 실행 동작의 일부를 구성하는

기관 (P) 의 이동 방향 (이동 동작) 에 따라서, 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 각각의 단위 시간당 액체 공급량을 변경한다. 또한, 공급부 (13A, 14A) 로부터 외측으로 유출되려는 액체 (1) 는 회수구 (22A) 에서 회수되어, 기관 (P) 주위에 유출되거나 하는 문제의 발생이 억제되고 있다.

[0116] 여기서, 기관 (P) 이 -X 방향으로 이동함으로써, +X 측의 트랩면 (31) 에 포착되어 있는 액체 (1) 는 트랩면 (31) 을 따라 하강하고, 액체 회수 기구 (20) 의 회수구 (22A) 에서 회수된다. 이것에 의해, 액체 (1) 의 잔존이나 외부에 대한 유출을 확실히 방지할 수 있다. 그리고, 기관 (P) 의 -X 측으로의 이동에 따라서 -X 측으로 이동하는 액체량이 늘고, 이것에 의해 -X 측의 회수구 (22A) 에서 액체 (1) 를 모두 회수할 수 없더라도, 도 6(b) 에 나타내는 바와 같이 이 액체 회수 위치로부터 -X 측에 형성되어 있는 트랩 부재 (30) 의 트랩면 (31) 에서 액체 (1) 가 포착된다.

[0117] 또, 여기서는, 트랩면 (31) 은 투영 영역 (AR1) 에 대하여 외측을 향함에 따라서 상방향으로 기울어지도록 형성되어 있지만, 수평 (0 도) 이어도 된다. 한편, 트랩면 (31) 이 하방향으로 기울어져 있으면, 외측으로 유출되려는 유체 에너지는 위치 에너지로 변환되지 않고, 또 역방향으로 기관 (P) 이 이동할 때에도 유체 (1) 가 트랩면 (31) 을 따라서 하강하도록 회수구 (22A) 까지 이동하지 않기 때문에, 액체 (1) 를 회수구 (22A) 에서 원활하게 회수할 수 없다. 따라서, 트랩면 (31) 은 수평면 (0 도) 또는 상방향에 대한 경사면인 것이 바람직하다.

[0118] 또, 기관 (P) 상에 대한 단위 시간당 액체 공급량이 많은 경우나, 주사 속도가 고속인 경우에는 외측으로 유출되려는 액체량도 많아지기 때문에, 트랩면 (31) 의 경사 각도는 이들 액체 공급량 및 주사 속도에 따라서 최적 각도로 설정되어 있다. 즉, 액체 공급량이 많은 경우나 주사 속도가 고속인 경우에는, 트랩면 (31) 의 경사 각도가 크게 설정된다. 한편, 트랩면 (31) 의 경사 각도가 지나치게 크면, 트랩면 (31) 에서 액체 (1) 를 다 포착할 수 없는 경우가 있다. 여기서, 친액화 처리에 의한 친액성을 강하게 함으로써 트랩면 (31) 의 액체 유지력이 커지기 때문에, 경사 각도를 크게 하는 경우, 친액화 처리의 처리조건을 변경하여 트랩면 (31) 에 대하여 최적의 친액성을 부여함으로써 경사 각도를 크게 하더라도 액체 (1) 를 유지할 수 있다. 그래서, 트랩면 (31) 의 경사 각도는, 액체 공급량, 주사 속도, 및 액체의 재료 특성 (트랩면의 액체 친화성) 등과 같은 각 파라미터에 근거하여 최적 각도로 설정된다.

[0119] 그런데, 본 실시형태의 회수 부재 (22) 는, 원고리형상으로 연속하여 형성된 회수구 (22A) 와, 회수구 (22A) 내부에 형성된 구획 부재 (23) 와, 이 구획 부재 (23) 에 의해 분할된 복수의 분할 공간 (24) 을 갖는 구성으로, 복수의 분할 공간 (24) 을 집합하는 매니폴드부 (25) 에 회수관 (21A) 을 통하여 액체 회수부 (21) 가 접속되어 있는 구성이다. 이것에 의해, 진공 펌프 등을 포함하여 구성되는 액체 회수부 (21) 는 하나만 형성하면 되기 때문에 장치 구성을 간략화할 수 있다. 여기서, 회수 부재 (22) 의 둘레 방향의 각 위치 각각에 있어서 액체 (1) 를 회수하기 위한 흡인 부하가 상이한 상태가 발생하고, 이것에 의해 액체 회수부 (21) 의 흡인력이 저하되어, 회수 동작을 원활하게 실시할 수 없게 되는 경우가 있다. 그러나, 구획 부재 (23) 를 형성함으로써 회수 동작을 원활하게 할 수 있다. 즉, 예를 들어 액체 (1) 의 거동에 기인하여, 회수 부재 (22) 중 +X 측의 회수구 (22A) 에서는 액체 (1) 만이 회수 (흡인) 되고 있는 데 대하여, -X 측의 회수구 (22A) 에서는 공기를 포함하여 (공기를 끼워) 흡인하는 상태가 발생하는 경우가 있다. 이 경우, -X 측의 회수구 (22A) 에서의 공기 포함 영역이 넓어져, 본 실시형태와 같이 1 계통의 액체 회수부 (21) 에 의해 액체 (1) 를 회수하는 경우, 포함된 공기에 의해 액체 회수부 (21) 를 구성하는 진공 펌프의 흡인력이 저하되는 문제가 생기는 경우가 있다.

그런데, 연속적으로 형성된 회수구 (22A) 의 내부 (내부 공간 (22H)) 에 구획 부재 (23) 를 형성하여 서로 독립된 분할 공간 (24) 을 형성함으로써, 공기를 포함하는 영역에 대하여 액체 (1) 만을 흡인하는 영역을 공간적으로 분리할 수 있기 때문에, 공기가 포함된 영역이 넓어지거나 포함된 공기에 의해 액체 회수부 (21) 의 흡인력이 저하된다는 문제의 발생을 방지할 수 있고, 이것에 의해 액체 회수부 (21) 가 1 계통이더라도 액체 회수 기구 (20) 는 액체 (1) 를 원활하게 회수할 수 있다.

[0120] 이상 설명한 바와 같이, 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 다른 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치에서 (투영 영역 (AR1) 의 서로 다른 복수의 측에서) 기관 (P) 상으로 동시에 액체 (1) 를 공급하는 액체 공급 기구 (10) 를 형성하였기 때문에, 기관 (P) 이 주사 방향 ($\pm X$ 방향) 및 스테핑 방향 ($\pm Y$ 방향) 을 포함하는 복수의 방향으로 이동하는 경우라도, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이에 액침 영역 (AR2) 을 항상 원활하고 양호하게 형성할 수 있다. 따라서, 높은 해상도 및 넓은 초점 심도하에 노광 처리할 수 있다.

[0121] 기관 (P) 상의 복수의 쇼트 영역 각각을 순차 노광 처리할 때에, 액체 공급 기구 (10) 에 의해 복수의 위치로부터

터 액체 (1) 를 계속해서 공급하도록 했기 때문에, 액체 (1) 의 공급 및 정지에 수반되는 액체 진동 (위터 해머 현상) 의 발생을 방지할 수 있고, 이것에 의해 전사되는 패턴의 열화를 방지할 수 있다.

[0122] 또한, 액체 공급 기구 (10) 는, 공급구 (13A, 14A) 로부터 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측에서 액체 (1) 를 공급하도록 하였기 때문에, 공급된 액체 (1) 가 주사 방향으로 이동하는 기관 (P) 으로 끌려 가게 되어 투영 영역 (AR1) 에서 확산되면서 적시기 때문에, 액침 영역 (AR2) 은 투영 영역 (AR1) 을 포함하면서 원활하게 형성된다. 그리고, 본 실시형태에서는, 액체 공급 기구 (10) 는, 주사 방향에 관하여 투영 영역 (AR1) 의 앞쪽에서 공급하는 액체량을 그 반대측에서 공급하는 액체량보다도 많게 하기 때문에, 기관 (P) 상에 공급된 액체 (1) 는, 이동하는 기관 (P) 으로 끌려 가 기관 (P) 의 이동 방향을 따라 흐르고, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 공간으로 흡인되게 되어 원활하게 배치된다. 따라서, 액체 공급 기구 (10) 로부터 공급된 액체 (1) 는, 그 공급 에너지가 작더라도 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이에 원활하게 배치되어, 액침 영역 (AR2) 을 양호하게 형성할 수 있다. 그리고, 주사 방향에 따라서 공급구 (13A, 14A) 각각에서부터 공급되는 액체량을 변경함으로써 액체 (1) 가 흐르는 방향을 전환할 수 있고, 이것에 의해 +X 방향, 또는 -X 방향 중 어느 방향으로 기관 (P) 을 주사하는 경우에도 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이에 액침 영역 (AR2) 을 원활하게 형성할 수 있어, 높은 해상도 및 넓은 초점 심도를 얻을 수 있다.

[0123] 또한, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재 (22) 는, 투영 영역 (AR1) 및 공급 부재 (13, 14) 를 둘러싸도록 원고리형상으로 형성되어 있고, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 다른 복수의 방향으로 떨어져 있는 복수의 위치에서 (투영 영역 (AR1) 의 다른 복수의 측에서) 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 동시에 회수하기 때문에, 기관 (P) 외측에 대한 액체 (1) 의 유출이나 비산 등과 같은 문제의 발생을 확실히 방지할 수 있다. 즉, 액체 회수 기구 (20) 는, 하나의 기관 (P) 에 관한 일련의 노광 처리 동작이 종료될 때까지 (기관 (P) 상의 전체 쇼트 영역 (S1 ~ S12) 에 대한 노광 처리가 종료되고, 액침 영역 (AR2) 을 형성하고 있는 액체 (1) 의 회수가 완료될 때까지), 투영 영역 (AR1) 을 둘러싸도록 배치되어 있는 회수구 (22A) 에서 회수 동작을 계속적으로 실시하고 있기 때문에, 기관 (P) 의 일련의 노광 처리 동작 중에 액체 (1) 가 어느 쪽 방향으로 확산되면서 젖는 경우라도, 액체 (1) 를 양호하게 회수할 수 있다. 또한, 기관 (P) 에 관한 일련의 노광 처리 동작 중에, 회수구 (22A) 에서의 액체의 흡인을 정지시킬 필요가 없으므로, 액체의 흡인 정지에 수반되는 진동을 억제할 수 있다.

[0124] 또한, 액체 회수 기구 (20) 에서 다 회수하지 못한 액체 (1) 를 포착하는 트랩 부재 (30) 를 형성함으로써, 기관 (P) 외측에 대한 액체 (1) 의 유출이나 비산 등의 문제의 발생을 방지할 수 있다. 그리고, 본 실시형태에 있어서, 트랩면 (31) 은, 액체 (1) 가 기관 (P) 외측으로 가장 유출되기 쉬운 주사 방향 (X 축 방향) 을 따른 방향을 길이 방향으로 하는 평면에서 보아 타원형상으로 형성되어 있기 때문에, 액체 (1) 의 외부에 대한 유출을 확실히 방지할 수 있다. 또한, 트랩면 (31) 에는 액체 (1) 와의 친화성을 높이는 친액화 처리되어 있기 때문에, 유출되려는 액체 (1) 를 양호하게 포착할 수 있다. 그리고, 트랩면 (31) 의 액체 친화성은, 기관 (P) 표면의 액체 친화성보다도 높아지도록 표면 처리되어 있기 때문에, 외부에 유출되려는 액체 (1) 는 기관 (P) 에 부착되지 않고 트랩면 (31) 에 포착되기 때문에, 기관 (P) 의 표면에 액체 (1) 가 잔존한다는 문제의 발생을 방지할 수 있다. 또한, 트랩면 (31) 은 투영 영역 (AR1) 에 대하여 외측을 향함에 따라서 상방향으로 기울어져 있기 때문에, 외부로 유출되려는 액체 (1) 를 양호하게 포착할 수 있고, 더구나 기관 (P) 의 주사 방향이 역방향이 되었을 때, 포착되어 있는 액체 (1) 는 트랩면 (31) 에서 하방으로 전달되기 때문에, 이 트랩면 (31) 에 접촉하는 회수구 (22A) 에서 양호하게 회수된다.

[0125] 또한, 액체 공급 기구 (10) 로부터는, 투영 광학계 (PL) 선단의 액체 접촉면 (2a) 과의 친화성이 기관 (P) 표면에 도포된 감광제와의 친화성보다도 높은 액체 (물: 1) 를 액침 노광용으로 공급하고 있기 때문에, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이의 광로를 액체 (1) 에 의해 확실하게 채울 수 있음과 함께, 기관 (P) 상에 공급된 액체 (1) 가 원활하게 회수되어, 액체 (1) 의 유출이나 비산 등과 같은 문제를 방지할 수 있다.

[0126] 또, 본 실시형태에서는 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측에서 액체 (1) 를 공급할 때, 주사 방향에 관하여 앞쪽에서 공급하는 액체량을 그 반대측에서 공급하는 액체량보다도 많게 하고 있지만, 투영 영역 (AR1) 의 양측에서 공급하는 액체 (1) 의 양을 동일하게 해도 된다. 이 경우에도 주사 방향을 전환할 때에도 액체 (1) 의 공급량 변동이 생기지 않기 때문에, 위터 해머 현상의 발생을 보다 확실히 방지할 수 있다. 한편, 액체 (1) 를 계속해서 공급하면서, 주사 방향에 따라서 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측에서 공급하는 액체량을 변화시킴으로써, 위터 해머 현상의 발생을 억제하면서 액체 (1) 의 사용량을 억제할 수 있다.

[0127] 또, 본 실시형태에서는, 1 장의 기관 (P) 에 대한 노광 처리 동작 중에는 공급구 (13A, 14A) 로부터 액체 (1) 를 계속해서 공급하는 구성이지만, 도중에 정지해도 된다. 예를 들어 기관 (P) 을 +X 측으로 주사 이동할

때에는 공급구 (14A) 로부터의 액체 공급을 정지하여 공급구 (13A) 에서만 액체 (1) 를 공급하고, 기관 (P) 을 -X 축으로 주사 이동할 때에는 공급구 (13A) 로부터의 액체 공급을 정지하여 공급구 (14A) 에서만 액체 (1) 를 공급하는 구성으로 해도 된다. 또, 기관 (P) 의 스테핑 이동시에는, 액체 공급 기구 (10) 는 기관 (P) 에 대한 액체 (1) 의 공급을 정지하는 구성이어도 된다. 이 경우, 주사 노광을 시작함에 있어서, 액체 (1) 의 공급을 소정 시간 실시하여 액체 진동이 진정되기를 기다린 다음 주사 노광하면 된다. 이러한 구성으로 함으로써 액체 (1) 의 사용량을 억제할 수 있다. 한편, 액체 (1) 를 계속해서 공급함으로써, 액체 진동이 진정되기까지 기다리는 시간을 설정하는 필요할 필요가 없으므로, 스루풋을 향상시킬 수 있다.

[0128] 본 실시형태에서는, 액체 공급 기구 (10) 의 공급구 (13A, 14A) 는 투영 영역 (AR1) 에 대하여 주사 방향 양측에 형성되어 있는 구성이지만, 예를 들어 투영 영역 (AR1) 주위를 모두 둘러싸도록, 즉 투영 영역 (AR1) 의 비주사 방향 양측에도 공급구 (공급 부재) 를 형성해도 된다. 그리고, 투영 영역 (AR1) 을 둘러싸도록 형성된 공급구의 각각으로부터 기관 (P) 상에 액체 (1) 를 공급하도록 해도 된다. 여기서, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 주사 방향 양측의 각각, 및 비주사 방향 양측의 각각에 공급구를 형성했을 때, 즉 투영 영역 (AR1) 을 둘러싸도록 서로 독립된 4 개의 공급구를 형성했을 때, 기관 (P) 을 주사 방향으로 이동하면서 노광 처리할 때에는, 4 개의 공급구 모두에서 액체 (1) 를 공급해도 되고, 주사 방향 양측에 형성된 공급구에서만 액체 (1) 를 공급하고, 비주사 방향 양측에 형성된 공급구로부터의 액체 공급을 정지 (또는 소량 공급) 해도 된다. 그리고, 비주사 방향으로 기관 (P) 을 이동할 때에, 비주사 방향 양측에 형성된 공급구로부터 액체를 공급하도록 해도 된다. 또는, 투영 영역 (AR1) 을 둘러싸도록 고리형상의 공급 부재를 형성하고, 이 공급 부재를 통하여 기관 (P) 상에 액체 (1) 를 공급하는 구성이어도 된다. 이 경우, 액체 (1) 를 공급 부재에 송출하는 액체 공급부는 1 개로 가능하기 때문에, 장치 구성을 간략화할 수 있다. 한편, 상기 실시형태와 같이, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 주사 방향 양측에 공급구 (13A, 14A) 가 있으면 투영 영역 (AR1) 을 충분히 액침 영역 (AR2) 으로 할 수 있어, 액체 (1) 의 사용량을 억제할 수 있다.

[0129] 또한, 본 실시예에서는, 액체 공급 기구 (10) 의 공급구 (13A, 14A) 는 투영 영역 (AR1) 에 대하여 주사 방향 양측에 형성되어 있는 구성이지만, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 사이가 액체 (1) 로 충분히 채워진 경우에는, 투영 영역 (AR1) 의 근방에 배치된 1 지점의 공급구로부터 액체를 공급하도록 해도 된다. 이 경우에도, 1 장의 기관 (P) 상의 전체 쇼트의 노광이 종료될 때까지, 그 1 지점의 공급구로부터 액체를 계속해서 공급함으로써, 워터 헤머 현상의 발생을 억제하면서 액체 (1) 의 사용량을 억제할 수 있다.

[0130] 또, 상기 실시형태에서는, 제 1, 제 2 공급 부재 (13, 14) 와 회수 부재 (22) 는 떨어져 있지만, 제 1, 제 2 공급 부재 (13, 14) 와 회수 부재 (22) 는 접속되어 있어도 되고, 제 1, 제 2 공급 부재 (13, 14) 와 회수 부재 (22) 사이에 이들을 접속하는 접속 부재를 형성해도 된다. 또한, 상기 실시형태에서는, 공급 부재 (13, 14) 의 내부 유로 (13H, 14H) 나 회수 부재 (22) 의 내부 유로 (22H) 는 기관 (P) 의 표면에 대하여 수직이 되도록 설명하였지만, 기울어져 있어도 된다. 예를 들어 공급 부재 (13, 14) 의 내부 유로 (13H, 14H) (또는 공급구 (13A, 14A)) 를 투영 영역 (AR1) 축을 향하도록 형성해도 된다. 그리고, 공급구 (13A, 14A) 와 회수 부재 (22) 의 회수구 (22A) 의 기관 (P) 의 표면에 대한 거리 (높이) 를 다르게 형성해도 된다.

[0131] 또, 공급 부재 (13, 14) 를 포함하는 액체 공급 기구 (10), 및 회수 부재 (22) 를 포함하는 액체 회수 기구 (20) 각각은, 투영 광학계 (PL) 및 이 투영 광학계 (PL) 를 지지하는 지지 부재 이외의 지지 부재에 의해 지지되는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 액체 회수 기구 (10) 나 액체 회수 기구 (20) 에서 발생한 진동이 투영 광학계 (PL) 에 전해지는 것을 방지할 수 있다. 또한 반대로, 투영 광학계 (PL) 와 공급 부재 (13, 14) 를 간극없이 접촉시킴으로써, 액체 (1) 에 대기가 혼입되는 것을 방지하는 효과도 기대할 수 있다.

[0132] 이하, 본 발명의 다른 실시형태에 관해서 설명한다. 여기서, 이하의 설명에 있어서, 상기 서술한 실시형태와 동일 또는 동등한 구성 부분에 관해서는 동일한 부호를 붙이고, 그 설명을 간략화 또는 생략한다.

[0133] 상기 실시형태에 관련된 액체 회수 기구 (20) 는, 하나의 액체 회수부 (21) 와, 이 액체 회수부 (21) 에 회수관 (21A) 을 통하여 접속되고, 원고리형상으로 연속하여 형성된 회수구 (22A) 를 갖는 회수 부재 (22) 를 구비한 구성이지만, 복수의 액체 회수부를 형성해도 된다. 이것에 의해 회수구 (22A) 의 각 회수 위치에서의 회수력의 편차를 억제할 수 있게 된다. 또한, 제어 장치 (CONT) 는 이 복수의 액체 회수부 각각의 회수력을 액체 회수 위치에 따라서 다르게 하도록 할 수도 있다. 이것을 도 7 을 참조하면서 설명한다.

[0134] 도 7 은, 본 발명의 다른 실시형태를 나타내는 도면으로, 액체 회수 기구 (20) 의 다른 예를 나타내는 평면 모식도이다. 도 7 에 있어서, 액체 회수 기구 (20) 는, 제 1 액체 회수부 (26) 와, 제 2 액체 회수부 (27) 와, 이 제 1 액체 회수부 (26) 에 회수관 (26A) 을 통하여 접속된 제 1 회수 부재 (28) 와, 제 2 액체 회수부

(27) 에 회수관 (27A) 을 통하여 접속된 제 2 회수 부재 (29) 를 구비하고 있다. 제 1, 제 2 회수 부재 (28, 29) 각각은 평면에서 보아 대략 원호형상으로 형성되어 있고, 제 1 회수 부재 (28) 는 투영 영역 (AR1) 의 -X 측에 배치되고, 한편, 제 2 회수 부재 (29) 는 투영 영역 (AR1) 의 +X 측에 배치되어 있다. 또, 제 1, 제 2 회수 부재 (28, 29) 는, 상기 실시형태와 마찬가지로, 기관 (P) 측을 향하는 회수구와, 그 내부에 형성된 구획 부재를 구비하고 있다. 또한, 제 1, 제 2 액체 회수부 (26, 27) 의 회수 동작은 제어 장치 (CONT) 에 의해 각각 독립적으로 실시된다.

[0135] 기관 (P) 상의 쇼트 영역을 주사 노광함에 있어서, 제어 장치 (CONT) 는 액체 공급 기구 (10) 로부터 액체 (1) 를 기관 (P) 상에 공급함과 함께, 액체 회수 기구 (20) 중 제 1, 제 2 액체 회수부 (26, 27) 의 각각을 구동하여 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 회수한다. 여기서, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 회수 기구 (20) 의 액체 회수력이 액체 회수 위치에 따라서 다르도록 제어한다. 구체적으로는, 제어 장치 (CONT) 는, 주사 방향에 관하여 투영 영역 (AR1) 의 앞쪽에서의 단위 시간당 액체 회수량 (회수력) 을 그 반대측에서의 액체 회수량보다도 적게 설정한다. 즉, 주사 방향 전방측 (액체 (1) 가 흐르는 하류측) 에서의 액체 회수력을 크게 한다. 구체적으로는, 기관 (P) 이 +X 방향으로 이동하고 있을 때에는, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 +X 측에 형성된 제 2 회수 부재 (29) (제 2 액체 회수부 (27)) 에 의한 회수력을 -X 측에 형성된 제 1 회수 부재 (28) (제 1 액체 회수부 (26)) 에 의한 회수력보다 크게 한다. 이것에 의해, 외부에 대한 유체 (1) 의 유출을 막으면서 기관 (P) 상에서 액체 회수 동작을 원활하게 할 수 있다.

[0136] 또, 상기 실시형태에서는, 제 1, 제 2 액체 회수부 (26, 27) 에 의한 액체 회수 동작을 동시에 실시하는 구성이지만, 따로 따로 실시하는 구성일 수도 있다. 예를 들어 기관 (P) 이 +X 방향으로 이동하고 있을 때에는, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 +X 측에 형성된 제 2 회수 부재 (29) (제 2 액체 회수부 (27)) 에 의한 액체 회수 동작만을 실시하고, 제 1 회수 부재 (28) (제 1 액체 회수부 (26)) 에 의한 액체 회수 동작을 정지하는 구성이어도 된다. 이 경우, 액체 (1) 는 주로 +X 측으로 흐르기 때문에, 제 2 액체 회수부 (27) 의 회수 동작에만 의해서도 액체 (1) 를 회수할 수 있다.

[0137] 또한, 상기 각 실시형태에서는, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재는 투영 영역 (AR1) 의 전체를 둘러싸도록 배치되어 있지만, 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측에만 있는 구성이어도 된다.

[0138] 또한, 상기 각 실시형태에서는, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재는 투영 영역 (AR1) 을 둘러싸도록 연속적으로 형성되어 있지만, 도 8 에 나타내는 바와 같이, 복수의 회수 부재 (22D) 를 단속적으로 배치하는 구성이어도 된다. 마찬가지로, 액체 공급 기구 (10) 에 관해서도 복수의 공급 부재 (13D, 14D) 를 단속적으로 배치하는 구성이어도 된다. 이 경우에도, 투영 영역 (AR1) 을 둘러싸도록 배치된 회수구에서 회수 동작을 계속적으로 실시하고 있기 때문에, 액체 (1) 가 어느 쪽 방향으로 퍼지면서 적시는 경우라도 상관없이 액체 (1) 를 양호하게 회수할 수 있다.

[0139] 또한, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재를 복수 형성한 경우 등에 있어서, 액체 회수 기구 (20) 는, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 주사 방향으로 떨어져 있는 위치에서의 액체 회수력 (단위 시간당 액체 회수량) 을 이와는 별도의 위치, 구체적으로는 비주사 방향으로 떨어져 있는 위치에서의 액체 회수력보다도 크게 함으로써, 주사 노광시, 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 원활하게 회수할 수 있다.

[0140] 또한, 구획 부재 (23) 에 의해 분할된 분할 공간 (24) 의 각각에 대하여 진공 펌프 등을 갖는 복수의 액체 회수부를 회수관을 통하여 각각 접속하고, 이들 복수의 액체 회수부의 회수 동작을 개별적으로 제어함으로써, 액체 회수 위치에 따라서 회수력을 다르게 하도록 할 수도 있다. 또, 각각의 분할 공간 (24) 에 개별적으로 액체 회수부를 접속하지 않고, 하나의 액체 회수부와 복수의 분할 공간 (24) 각각을 복수의 회수관에 의해 접속하고, 이들 각각의 회수관에 밸브를 형성하여 밸브의 개방도를 조정함으로써, 액체 회수 위치에 따라서 회수력이 달라지도록 해도 된다. 또, 상기 복수의 회수관 각각의 길이를 변경함으로써, 압력 손실에 의해 각 분할 공간 (24) 에서의 회수력을 다르게 하는 것도 가능하다.

[0141] 또, 상기 각 실시형태에서는, 액체 공급 기구 (10) 의 공급 부재는 평면에서 보아 대략 원호형상이지만, 도 9 에 나타내는 바와 같이 직선형상일 수도 있다. 여기서, 도 9 에 나타내는 평면에서 보아 직선형상의 공급 부재 (13, 14) 는, 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측에 각각 형성되어 있다. 마찬가지로, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재 (22) 도 원고리형상에 한정되지 않고, 도 9 에 나타내는 바와 같이 직사각형상이어도 된다.

[0142] 도 10(a) 에 나타내는 바와 같이, 액체 공급 기구 (10) 의 공급 부재 (13 (14)) 의 내부 유로 (13H (14H)) 에

다공질체 (40) 를 형성해도 된다. 또는 도 10(b) 에 나타내는 바와 같이, 구획 부재 (41) 를 형성하여 슬릿 형상의 유로를 형성해도 된다. 이렇게 함으로써, 공급 부재 (13 (14)) 로부터 기관 (P) 상에 공급되는 액체 (1) 의 흐름을 조정할 수 있어, 기관 (P) 상에서 난류가 발생하거나 액체가 진동하는 문제 등의 발생을 억제할 수 있다.

[0143] 상기 각 실시형태에서는, 트랩 부재 (30) (트랩면 (31)) 는 평면에서 보아 타원형상이도록 설명하였지만, 진원형상, 또는 직사각형상이어도 된다. 한편, 액체 (1) 가 유출되기 쉬운 것은 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측이기 때문에, 상기 실시형태와 같이, 트랩 부재 (30) 를 타원형상으로 함으로써 유출되려는 액체 (1) 를 양호하게 포착할 수 있다. 또한, 상기 실시형태에서는, 트랩 부재 (30) (트랩면 (31)) 는 타원형상이고, 회수 부재 (22) 가 액체 회수 위치의 외측 전체에서 회수 부재 (22) 를 둘러싸도록 형성되어 있는 구성이지만, 예를 들어 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측에만 형성하고, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 비주사 방향으로 떨어져 있는 위치에는 형성하지 않는 구성으로 할 수 있다. 액체 (1) 가 유출되기 쉬운 곳은 주사 방향 양측에서 있기 때문에, 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측에 트랩 부재 (30) 를 형성하는 것만으로도 유출되려는 액체 (1) 를 양호하게 포착할 수 있다. 또한, 트랩면 (31) 의 경사 각도는 그 위치에 따라서 다르도록 설정되어 있어도 된다. 예를 들어 트랩면 (31) 중 투영 영역 (AR1) 의 주사 방향 양측 부근의 경사 각도를 다른 부분보다 크게 하도록 해도 된다. 또, 트랩면 (31) 은 플랫폼일 필요는 없고, 예를 들어 복수의 평면을 조합한 형상이어도 된다.

[0144] 도 11 은 트랩 부재 (30) 의 트랩면 (31) 의 다른 실시형태를 나타내는 도면이다. 도 11 에 나타내는 바와 같이, 트랩면 (31) 은 곡면형상이어도 된다. 구체적으로는, 도 11 에 나타내는 바와 같이, 트랩면 (31) 은 단면에서 보아 예를 들어 2 차 곡선형상 또는 원호형상이어도 된다. 여기서, 트랩면 (31) 은 기관 (P) 측으로 볼록해지는 곡면인 것이 바람직하다. 이러한 형상이더라도, 액체 (1) 를 양호하게 포착할 수 있다.

[0145] 또는, 도 12에 나타내는 바와 같이, 트랩면 (31) 에 대하여 표면적 확대 처리, 구체적으로는 조면 (粗面) 처리를 실시해도 된다. 조면 처리함으로써 트랩면 (31) 의 표면적이 확대되어, 액체 (1) 를 한층 더 양호하게 포착 가능해진다. 또, 조면 처리는 트랩면 (31) 전체에 실시할 필요는 없고, 트랩면 (31) 중, 예를 들어 주사 방향을 따른 일부 영역에만 조면 처리하는 구성이어도 된다.

[0146] 도 13 에 나타내는 바와 같이, 트랩 부재 (30) 를 복수의 핀부재 (32) 에 의해 구성해도 된다. 도 13 에 있어서, 핀부재 (32) 는 측면에서 보아 대략 삼각형상이고, 기관 (P) 에 대항하는 면 (하면) 은, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 외측을 향함에 따라서 상방향으로 기울어져 있다. 그리고, 이들 복수의 핀부재 (32) 는, 회수 부재 (22) 의 외측면에, 그 길이 방향이 외측을 향하도록 하여 방사형으로 장착되어 있다. 여기서, 복수의 핀부재 (32) 끼리는 이간되어 있고, 각 핀부재 (32) 사이에는 공간부 (33) 가 형성되어 있다. 회수 부재 (22) 에서 다 회수하지 못한 액체 (1) 는, 핀부재 (32) 사이의 공간부 (33) 에 표면 장력에 의해 포착됨으로써, 액체 (1) 의 기관 (P) 외부에 대한 유출이 방지된다.

[0147] *또, 복수의 핀부재 (32) 는 등간격으로 형성되어도 되고, 등간격이 아닌 간격으로 형성되어도 된다. 예를 들어 주사 방향을 따른 위치에 형성되는 핀부재 (32) 의 간격을, 비주사 방향을 따른 위치에 형성되는 핀부재 (32) 의 간격보다 작게 설정해도 된다. 또, 복수의 핀부재 (32) 각각의 길이 (방사 방향의 사이즈) 는 같아도 되고, 주사 방향을 따른 위치에 형성되는 핀부재 (32) 의 길이가 그것 이외의 위치에 형성되는 핀부재 (32) 보다 길어도 된다. 또한, 트랩 부재 (30) 중, 일부 영역을 핀부재에 의해 구성하고 나머지 영역을 트랩면에 의해 구성할 수도 있다. 그리고, 도 4 등을 참조하여 설명한 트랩면 (31) 에 핀부재 (32) 를 장착하는 구성이어도 된다. 또, 핀부재 (32) 의 표면에 대해서도, 액체 (1) 와의 친화성을 높이는 친액화 처리를 실시해 두는 것이 바람직하다.

[0148] 상기 각 실시형태에 있어서, 트랩면 (31) (또는 핀부재 (32)) 에 대하여 친액화 처리하는 경우, 이 트랩면 (31) 의 친액성에 분포를 갖도록 해도 된다. 다시 말하면, 표면 처리하는 면 상의 복수 영역에 관한 액체의 접촉 각이 각각 다른 값이 되도록 표면 처리할 수 있다. 예를 들어 트랩면 (31) 중 투영 영역 (AR1) 에 대하여 외측의 일부 영역의 친액성을 내측의 영역에 대하여 저하하도록 해도 된다. 또, 트랩면 (31) 전체를 친액화 처리할 필요없이, 예를 들어 주사 방향을 따른 일부 영역만 친액화 처리하는 구성이어도 된다.

[0149] 또, 상기 실시형태에서는, 트랩면 (31) 에 대하여 친액화 처리하도록 설명하였지만, 액체 공급 기구 (10) 나 액

체 회수 기구 (20) 중 액체 (1) 가 흐르는 유로의 표면에 대하여도 친액화 처리할 수 있다. 특히, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재 (22) 에 친액화 처리해 둠으로써, 액체 회수를 원활하게 할 수 있다. 또는, 액체 (1) 가 접촉하는 경통 (PK) 을 포함하는 투영 광학계 (PL) 선단부에 대해서도 친액화 처리할 수 있다. 또, 광학 소자 (2) 에 박막을 형성하는 경우, 노광광 (EL) 의 광로 상에 배치되는 것이기 때문에 노광광 (EL) 에 대하여 투과성을 갖는 재료로 형성되고, 그 막두께도 노광광 (EL) 을 투과 가능한 정도로 설정된다.

[0150] 또한, 표면 처리를 위한 박막은 단층막일 수도 있고 복수의 층으로 이루어지는 막일 수도 있다. 또한, 그 형성 재료도, 금속, 금속 화합물 및 유기물 등, 원하는 성능을 발휘할 수 있는 재료이면 임의의 재료를 사용할 수 있다.

[0151] 또한, 기관 (P) 표면에도 액체 (1) 와의 친화성에 맞춰 표면 처리해도 된다. 또, 전술한 바와 같이, 트랩면 (31) 의 액체 친화성이 기관 (P) 표면의 액체 친화성보다 높은 것이 바람직하다.

[0152] 다음으로, 도 14 를 참조하면서 본 발명에 관련된 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 의 다른 실시형태에 관해서 설명한다.

[0153] 도 14 에 있어서, 액체 공급 기구 (10) 는, 제 1 액체 공급부 (11) 및 제 2 액체 공급부 (12) 와, 투영 영역 (AR1) 에 대하여 주사 방향 일방측 (-X 측) 에 형성된 제 1 공급 부재 (13) 와, 타방측 (+X 측) 에 형성된 제 2 공급 부재 (14) 와, 제 1 액체 공급부 (11) 와 제 1 공급 부재 (13) 를 접속하는 제 1 공급관 (41) 과, 제 2 액체 공급부 (12) 와 제 2 공급 부재 (14) 를 접속하는 제 2 공급관 (42) 을 구비하고 있다. 제 1, 제 2 공급 부재 (13, 14) 는, 도 2 및 도 3 을 참조하여 설명한 실시형태와 같이 내부 유로 (13H, 14H) 와, 그 하단부에 형성된 공급구 (13A, 14A) 를 각각 구비하고 있고, 평면에서 보아 대략 원호형상으로 형성되어 있다.

[0154] 제 1 액체 공급부 (11) 와 제 1 공급 부재 (13) 를 접속하는 제 1 공급관 (41) 은, 직관부 (直管部) (43) 와 슬릿관부 (44) 를 갖고 있다. 직관부 (43) 의 일단부는 제 1 액체 공급부 (11) 에 접속되고, 직관부 (43) 의 타단부는 슬릿관부 (44) 의 일단부에 접속되어 있다. 또한, 슬릿관부 (44) 의 타단부는 제 1 공급 부재 (13) 의 내부 유로 (13H) 의 상단부에 접속되어 있다. 슬릿관부 (44) 의 일단부는 직관부 (43) 와 거의 같은 크기로 형성되고, 타단부는 제 1 공급 부재 (13) 의 상단부와 거의 같은 크기로 형성되어 있다. 그리고, 슬릿관부 (44) 는 일단부에서 타단부를 향하여 수평 방향으로 점차 넓어지도록 평면에서 보아 대략 삼각형상으로 형성되어 있고, 슬릿관부 (44) 에 형성되어 있는 슬릿상의 내부 유로 (44H) 는 일단부에서 타단부를 향하여 수평 방향으로 점차 넓어지도록 형성되어 있다.

[0155] 마찬가지로, 제 2 액체 공급부 (12) 와 제 2 공급 부재 (14) 를 접속하는 제 2 공급관 (42) 은, 직관부 (45) 와 슬릿관부 (46) 를 갖고 있다. 직관부 (45) 의 일단부는 제 2 액체 공급부 (12) 에 접속되고, 직관부 (45) 의 타단부는 슬릿관부 (46) 의 일단부에 접속되어 있다. 또한, 슬릿관부 (46) 의 타단부는 제 2 공급 부재 (14) 의 내부 유로 (14H) 의 상단부에 접속되어 있다. 슬릿관부 (46) 의 일단부는 직관부 (45) 와 거의 같은 크기로 형성되고, 타단부는 제 2 공급 부재 (14) 의 상단부와 거의 같은 크기로 형성되어 있다. 그리고, 슬릿관부 (46) 는 일단부에서 타단부를 향하여 수평 방향으로 점차 넓어지도록 평면에서 보아 대략 삼각형상으로 형성되어 있고, 슬릿관부 (46) 에 형성되어 있는 슬릿형상의 내부 유로 (46H) 는 일단부에서 타단부를 향하여 수평 방향으로 점차 넓어지도록 형성되어 있다.

[0156] 액체 회수 기구 (20) 는, 평면에서 보아 고리형상으로 형성된 회수 부재 (22) 와, 복수의 액체 회수부 (61~64) 와, 회수 부재 (22) 와 액체 회수부 (61~64) 각각을 접속하는 복수의 회수관 (71~74) 을 구비하고 있다. 본 실시형태에 있어서, 액체 회수부는 제 1~제 4 액체 회수부 (61~64) 의 4 개로 구성되고, 이에 대응하도록 회수관은 제 1~제 4 회수관 (71~74) 의 4 개로 구성되어 있다. 회수 부재 (22) 는, 도 2 및 도 3 을 참조하여 설명한 실시형태와 마찬가지로, 고리형상의 내부 유로 (22H) 와 그 하단부에 형성된 회수구 (22A) 를 구비하고 있다. 또, 도 14 에 나타내는 실시형태의 내부 유로 (22H) 에는 구획 부재 (23) 가 형성되어 있지 않다. 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재 (22) 는, 액체 공급 기구 (10) 의 제 1, 제 2 공급 부재 (13, 14) 의 외측에 배치되어 있다.

[0157] 복수의 액체 회수부 중 제 1 액체 회수부 (61) 와 회수 부재 (22) 를 접속하는 제 1 회수관 (71) 은, 직관부 (75) 와 슬릿관부 (76) 를 갖고 있다. 직관부 (75) 의 일단부는 제 1 액체 회수부 (61) 에 접속되고, 직관부 (75) 의 타단부는 슬릿관부 (76) 의 일단부에 접속되어 있다. 또한, 슬릿관부 (76) 의 타단부는 회수 부재 (22) 의 내부 유로 (22H) 의 상단부에 접속되어 있다. 여기서, 슬릿관부 (76) 의 일단부는 직관부 (75) 와 거의 같은 크기로 형성되고, 한편, 슬릿관부 (76) 의 타단부는 원고리형상 회수 부재 (22) 의 상단부의 액

1/4 크기로 형성되어 있다. 그리고, 슬릿관부 (76) 는 일단부에서 타단부를 향하여 수평 방향으로 점차 넓어지도록 평면에서 보아 대략 삼각형상으로 형성되어 있고, 슬릿관부 (76) 에 형성되어 있는 슬릿상의 내부 유로 (76H) 는 일단부에서 타단부를 향하여 수평 방향으로 점차 넓어지도록 형성되어 있다.

[0158]

마찬가지로, 제 2 액체 회수부 (62) 와 회수 부재 (22) 를 접속하는 제 2 회수관 (72) 은, 직관부 (77) 와 슬릿관부 (78) 를 가지고 있고, 슬릿관부 (78) 의 일단부는 직관부 (77) 와 거의 같은 크기로 형성되고, 한편, 슬릿관부 (78) 의 타단부는 원고리형상 회수 부재 (22) 의 상단부의 약 1/4 크기로 형성되어 있다. 그리고, 슬릿관부 (78) 는 평면에서 보아 대략 삼각형상으로 형성되고, 슬릿관부 (78) 에 형성되어 있는 슬릿형상의 내부 유로 (78H) 는 일단부에서 타단부를 향하여 수평 방향으로 점차 넓어지도록 형성되어 있다. 또한, 제 3 액체 회수부 (63) 와 회수 부재 (22) 를 접속하는 제 3 회수관 (73) 은, 직관부 (79) 와 슬릿관부 (80) 를 가지고 있고, 제 4 액체 회수부 (64) 와 회수 부재 (22) 를 접속하는 제 4 회수관 (74) 은, 직관부 (81) 와 슬릿관부 (82) 를 갖고 있다. 그리고, 슬릿관부 (80, 82) 의 타단부는 원고리형상 회수 부재 (22) 의 상단부의 약 1/4 크기로 각각 형성되어 있다. 그리고, 슬릿관부 (80, 82) 의 각각은 평면에서 보아 대략 삼각형상으로 형성되고, 슬릿관부 (80, 82) 에 형성되어 있는 슬릿형상의 내부 유로 (80H, 82H) 의 각각은 일단부에서 타단부를 향하여 수평 방향으로 점차 넓어지도록 형성되어 있다.

[0159]

액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 를 구성하는 부재 중 액체가 흐르는 부재, 구체적으로는 공급관 (41, 42) 및 회수관 (71~74) 은, 전술한 바와 같이 폴리4불화에틸렌 등의 합성 수지에 의해 형성되어도 되고, 예를 들어 스테인리스강이나 알루미늄 등의 금속에 의해 형성될 수도 있다. 본 실시형태에서 액체가 흐르는 부재는 금속제이다. 특히, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 중 액체의 유로를 구성하는 부재를 알루미늄으로 함으로써, 알루미늄은 액체 (물) 와의 접촉각이 작기 때문에 액체를 원활하게 흐르게 할 수 있다. 또한, 도 14 에는 나타나 있지 않지만, 액체 회수 기구 (20) 의 회수 부재 주위에는 앞선 실시형태와 마찬가지로 트랩 부재 (30) 가 형성되어 있다.

[0160]

다음으로, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 의 동작에 관해서 설명한다. 액침 영역 (AR2) 을 형성하기 위해, 제어 장치 (CONT) 는 액체 공급 기구 (10) 의 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 각각을 구동한다. 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 의 각각에서부터 송출된 액체 (1) 는, 제 1, 제 2 공급관 (41, 42) 의 각각에서 흐른 후, 제 1, 제 2 공급 부재 (13, 14) 를 통하여 기관 (P) 상에 공급된다. 여기서, 제 1 액체 공급부 (11) 로부터 송출된 액체 (1) 는, 제 1 공급관 (41) 의 직관부 (43) 에서 흐른 후, 슬릿관부 (44) 에서 흐름으로써 수평 방향 (가로 방향) 으로 확산되어, 슬릿관부 (44) 의 타단부에 있어서 제 1 공급 부재 (13) 의 내부 유로 (13H: 공급구 (13A)) 의 거의 Y 축 방향의 사이즈까지 확산된 후, 제 1 공급 부재 (13) 의 내부 유로 (13H) 를 통하여 기관 (P) 상에 공급된다. 이것에 의해, 액체 (1) 는, Y 축 방향을 길이 방향으로 하는 대략 원호형상의 공급구 (13A) 의 각 위치에 있어서 거의 균일한 액체 공급량으로 기관 (P) 상에 공급된다. 마찬가지로, 제 2 액체 공급부 (12) 로부터 송출된 액체 (1) 도, 제 2 공급관 (42) 의 직관부 (45) 에서 흐른 후, 슬릿관부 (46) 를 통하여 수평 방향 (가로 방향) 으로 확산된 다음 제 2 공급 부재 (14) 에 공급되기 때문에, 공급구 (14A) 의 각 위치에 있어서 거의 균일한 액체 공급량으로 기관 (P) 상에 공급된다.

[0161]

즉, 도 2 및 도 3 을 참조하여 설명한 실시형태에서는, 공급관 (11A) 이 모두 직관으로 구성되어 있기 때문에, 이 직관의 공급관 (11A) 에서 Y 축 방향을 길이 방향으로 하는 제 1 공급 부재 (13) 에 직접 액체를 공급하면, 그 유로 면적의 차이에 의해 제 1 공급 부재 (13) 의 공급구 (13A) 의 길이 방향 중앙부, 즉 공급관 (11A) 바로 아래 위치에 있어서의 액체 공급량과, 공급구 (13A) 의 길이 방향 단부, 즉 공급관 (11A) 과 떨어져 있는 위치에서의 액체 공급량에 차이가 생기고, 액체 공급량이 공급구 (13A) 의 각 위치에 있어서 불균일하게 되는 경우가 있다. 구체적으로는, 공급구 (13A) 의 길이 방향 중앙부 (공급관 (11A) 의 바로 아래 위치) 에서의 액체 공급량이 공급구 (13A) 의 길이 방향 단부 (공급관 (11A) 과 떨어져 있는 위치) 에서의 액체 공급량보다 많아져 균일하게 액체를 공급할 수 없으므로, 액침 영역 (AR2) 이 불균일하게 될 가능성이 생긴다. 그러나, Y 축 방향을 길이 방향으로 하는 제 1 공급 부재 (13: 공급구 (13A)) 에 제 1 액체 공급부 (11) 로부터 액체 (1) 를 공급할 때, 공급관 (41) 의 적어도 그 일부의 유로의 크기를 제 1 공급 부재 (13) 의 크기에 따라서 설정하여, 본 실시형태와 같이 공급관 (41) 의 일부를 제 1 공급 부재 (13) 를 향해서 수평 방향으로 점차 넓어지는 테이퍼형상의 내부 유로 (44H) 를 갖는 슬릿관부 (44) 로 함으로써, Y 축 방향을 길이 방향으로 하는 제 1 공급 부재 (13) 의 공급구 (13A) 의 각 위치에 있어서 거의 균일한 액체 공급량으로 기관 (P) 상에 액체 (1) 를 공급할 수 있다. 마찬가지로, 제 2 액체 공급부 (12) 로부터 송출된 액체 (1) 도 제 2 공급관 (42) 및 제 2 공급 부재 (14) 를 통하여 기관 (P) 상에 균일하게 공급된다.

[0162]

또한, 제어 장치 (CONT) 는, 액체 회수 기구 (20) 의 제 1~제 4 액체 회수부 (61~64) 각각을 구동하여, 기관

(P) 상의 액체 (1) 를 회수 부재 (22) 및 제 1~제 4 회수관 (71~74) 의 각각을 통하여 회수한다. 제 1~제 4 액체 회수부 (61~64) 각각은 제 1~제 4 회수관 (71~74) 을 통하여 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 흡인함으로써 회수한다. 그리고, 기관 (P) 상의 액체 (1) 는 원고리형상 회수 부재 (22) 의 회수구 (22A) 의 각 위치에 있어서 거의 균일한 회수량 (회수력) 으로 회수된다.

[0163] 즉, 상기 서술한 것과 같이, 직관인 회수관과 회수 부재 (22) 를 직접 접속하면, 그 유로 면적의 차이로 인해 회수구 (22A) 의 각 위치에 있어서 액체 회수량 (회수력) 에 차이가 생겨, 액체 회수량이 회수구 (22A) 의 각 위치에 있어서 불균일하게 되는 경우가 있다. 예를 들어 회수관의 바로 아래 위치에서의 액체 회수량이 그 밖의 위치에서의 액체 공급량보다 많아져 균일한 액체 회수가 불가능해지고, 액침 영역 (AR2) 이 불균일하게 될 가능성이 생긴다. 그러나, 본 실시형태와 같이, 회수관의 일부를 회수 부재 (22) 를 향해서 수평 방향으로 점차 넓어지는 테이퍼형상의 내부 유로를 갖는 슬릿관부 (76, 78, 80, 82) 로 함으로써, 원고리형상 회수 부재 (22) 의 회수구 (22A) 의 각 위치에 있어서 거의 균일한 액체 회수량으로 기관 (P) 상의 액체를 회수할 수 있다.

[0164] 이와 같이, 공급구 (13A, 14A) 각각의 각 위치에 있어서 액체를 균일하게 공급할 수 있음과 함께, 회수구 (22A) 의 각 위치에 있어서 균일하게 회수할 수 있기 때문에, 균일한 액침 영역 (AR2) 을 형성할 수 있다.

[0165] 도 14 를 참조하여 설명한 실시형태에서는, 슬릿관부 (44 (46)) 의 내부 유로 (44H (46H)) 는 공동 (空洞) 형상이지만, 도 15 에 나타내는 바와 같이, 액체 공급 기구 (10) 의 공급관 (41 (42)) 의 일부를 구성하는 슬릿관부 (44 (46)) 의 내부 유로 (44H (46H)) 에, 액체 (1) 의 흐름 방향을 따라서 (슬릿관부의 일단부에서 타단부를 향하여) 복수의 핀부재 (85) 를 형성해도 된다. 이것에 의해, 액체 (1) 를 정류하고 나서 공급 부재 (13 (14)) 를 통하여 기관 (P) 상에 공급할 수 있다. 또, 이 핀부재 (85) 를 공급 부재 (13 (14)) 의 내부 유로 (13H (14H)) 까지 연장해도 된다. 또한, 액체 회수 기구 (20) 의 회수관을 구성하는 슬릿관부 (76, 78, 80, 82) 의 내부 유로 (76H, 78H, 80H, 82H) 각각에 핀부재 (85) 를 형성하도록 해도 된다.

[0166] 또, 예를 들어 기관 (P) 이 고속으로 주사 이동하는 경우 등, 도 14 에 나타낸 실시형태에 있어서도 기관 (P) 상의 액체 (1) 를 다 회수하지 못하고, 기관 (P) 상의 액체 (1) 가 회수 부재 (22) 의 외측으로 유출되는 경우가 있을 수 있다. 그 경우, 기관 (P) 의 주사 방향 (X 축 방향) 을 따른 위치에 형성된 평면에서 보아 대략 삼각형상의 슬릿관부 (44, 46) 의 하면을, 트랩 부재 (30) 대신에 트랩면으로서 사용할 수 있다.

[0167] 또, 본 실시형태에서는, 하나의 회수 부재 (22) 에 대하여 복수의 회수관 (71~74) 이 접속되어 있는 구성이지만, 복수의 회수관 (71~74) 에 대응하도록 복수의 회수 부재 (회수구) 를 기관 (P) 에 근접하여 형성하는 구성이어도 된다.

[0168] 다음으로, 도 16~도 19 를 참조하면서 본 발명에 관련된 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 의 다른 실시형태에 관해서 설명한다.

[0169] 도 16 은 본 실시형태에 관련된 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 를 나타내는 개략 사시도이다. 도 16 에 있어서, 액체 공급 기구 (10) 는, 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 와, 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 의 각각에 접속되는 제 1, 제 2 공급관 (41, 42) 을 구비하고 있다. 액체 회수 기구 (20) 는, 제 1~제 4 액체 회수부 (61~64) 와, 제 1~제 4 액체 회수부 (61~64) 의 각각에 접속되는 제 1~제 4 회수관 (71~74) 을 구비하고 있다. 그리고, 제 1, 제 2 공급관 (41, 42) 의 각각의 일단부는 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 에 접속되고, 타단부는 유로 형성 부재 (90) 에 의해 형성되는 후술하는 공급 유로에 접속된다. 제 1~제 4 회수관 (71~74) 의 각각의 일단부는 제 1~제 4 액체 회수부 (61~64) 에 접속되고, 타단부는 유로 형성 부재 (90) 에 의해 형성되는 후술하는 회수 유로에 접속된다.

[0170] 유로 형성 부재 (90) 는, 제 1 부재 (91) 와, 제 1 부재 (91) 의 상부에 배치되는 제 2 부재 (92) 와, 제 2 부재 (92) 의 상부에 배치되는 제 3 부재 (93) 를 구비하고 있다. 유로 형성 부재 (90) 는 투영 광학계 (PL) 를 둘러싸도록 배치되고, 이 유로 형성 부재 (90) 를 구성하는 각각의 제 1~제 3 부재 (91~93) 는, 동일한 외치수로 직사각형의 관형상 부재이며 그 중앙부에 투영 광학계 (PL) 를 배치할 수 있는 구멍부 (91A~93A) 를 갖고 있다. 구멍부 (91A~93A) 는 서로 연결하여 통하도록 형성되어 있다. 또한, 제 1, 제 2 공급관 (41, 42) 은, 제 1~제 3 부재 중 최상단의 제 3 부재 (93) 에 접속되고, 제 1~제 4 회수관 (71~74) 은 중간단인 제 2 부재 (92) 에 접속되어 있다.

[0171] 도 17 은, 제 1~제 3 부재 중 최하단에 배치되는 제 1 부재 (91) 를 나타내는 사시도이다. 제 1 부재 (91) 는, 투영 광학계 (PL) 의 -X 측에 형성되고, 기관 (P) 에 액체 (1) 를 공급하는 공급구를 형성하는 제 1 공급

구멍부 (94A) 와, 투영 광학계 (PL) 의 +X 측에 형성되고, 기관 (P) 상에 액체를 공급하는 공급구를 형성하는 제 2 공급 구멍부 (95A) 를 구비하고 있다. 제 1 공급 구멍부 (94A) 및 제 2 공급 구멍부 (95A) 의 각각은 평면에서 보아 대략 원호형상으로 형성되어 있다. 또, 제 1 부재 (91) 는, 투영 광학계 (PL) 의 -X 측에 형성되고, 기관 (P) 상의 액체를 회수하는 회수구를 형성하는 제 1 회수 구멍부 (96A) 와, 투영 광학계 (PL) 의 -Y 측에 형성되고, 기관 (P) 상의 액체를 회수하는 회수구를 형성하는 제 2 회수 구멍부 (97A) 와, 투영 광학계 (PL) 의 +X 측에 형성되고, 기관 (P) 상의 액체를 회수하는 회수구를 형성하는 제 3 회수 구멍부 (98A) 와, 투영 광학계 (PL) 의 +Y 측에 형성되고, 기관 (P) 상의 액체를 회수하는 회수구를 형성하는 제 4 회수 구멍부 (99A) 를 구비하고 있다. 제 1~제 4 회수 구멍부 (96A~99A) 각각은 평면에서 보아 대략 원호형상으로 형성되어 있고, 투영 광학계 (PL) 의 주위를 따라 대략 등간격으로 형성되어 있다. 또한, 각각의 회수 구멍부 (96A~99A) 는, 공급 구멍부 (94A, 95B) 에서 투영 광학계 (PL) 에 대하여 외측으로 형성되어 있다.

[0172] 도 18 은, 제 1~제 3 부재 중 중간단에 배치되는 제 2 부재 (92) 를 나타내는 사시도로, 도 18(a) 는 상측에서 본 사시도, 도 18(b) 는 하측에서 올려다 본 사시도이다. 제 2 부재 (92) 는, 투영 광학계 (PL) 의 -X 측에 형성되고, 제 1 부재 (91) 의 제 1 공급 구멍부 (94A) 에 접속되는 제 3 공급 구멍부 (94B) 와, 투영 광학계 (PL) 의 +X 측에 형성되고, 제 1 부재 (91) 의 제 2 공급 구멍부 (95A) 에 접속되는 제 4 공급 구멍부 (95B) 를 구비하고 있다. 제 3, 제 4 공급 구멍부 (94B, 95B) 의 각각의 형상 및 크기는, 제 1, 제 2 공급 구멍부 (94A, 95A) 에 대응되어 있다.

[0173] 또, 제 2 부재 (92) 는 그 하면에, 투영 광학계 (PL) 의 -X 측에 형성되고, 제 1 부재 (91) 의 제 1 회수 구멍부 (96A) 에 접속하는 제 1 회수 홈부 (96B) 와, 투영 광학계 (PL) 의 -Y 측에 형성되고, 제 1 부재 (91) 의 제 2 회수 구멍부 (97A) 에 접속하는 제 2 회수 홈부 (97B) 와, 투영 광학계 (PL) 의 +X 측에 형성되고, 제 1 부재 (91) 의 제 3 회수 구멍부 (98A) 에 접속하는 제 3 회수 홈부 (98B) 와, 투영 광학계 (PL) 의 +Y 측에 형성되고, 제 1 부재 (91) 의 제 4 회수 구멍부 (99A) 에 접속하는 제 4 회수 홈부 (99B) 를 구비하고 있다. 각각의 제 1~제 4 회수 홈부 (96B~99B) 에는, 제 1~제 4 회수 구멍부 (96A~99A) 의 형상 및 크기에 대응하도록 평면에서 보아 대략 원호형상으로 형성되어 있고, 투영 광학계 (PL) 의 주위를 따라서 대략 등간격으로 형성되어 있다. 또한, 제 1 회수관 (71) 과 제 1 회수 홈부 (96B) 는, 테이퍼형상 홈부 (96T) 를 통하여 접속되어 있다. 테이퍼형상 홈부 (96T) 는, 제 1 회수관 (71) 에 대한 접속부에서 제 1 회수 홈부 (96B) 를 향하여 수평 방향으로 점차 넓어지도록 형성되어 있다. 마찬가지로, 제 2 회수관 (72) 과 제 2 회수 홈부 (97B) 는 테이퍼형상 홈부 (97T) 를 통하여 접속되어 있고, 제 3 회수관 (73) 과 제 3 회수 홈부 (98B) 는 테이퍼형상 홈부 (98T) 를 통하여 접속되어 있고, 제 4 회수관 (74) 과 제 4 회수 홈부 (99B) 는 테이퍼형상 홈부 (99T) 를 통하여 접속되어 있다.

[0174] 도 19 는, 제 1~제 3 부재 중 최상단에 배치되는 제 3 부재 (93) 를 나타내는 사시도로, 도 19(a) 는 상측에서 본 사시도, 도 19(b) 는 하측에서 올려다 본 사시도이다. 제 3 부재 (93) 는 그 하면에, 투영 광학계 (PL) 의 -X 측에 형성되고, 제 2 부재 (92) 의 제 3 공급 구멍부 (94B) 에 접속되는 제 1 공급 홈부 (94C) 와, 투영 광학계 (PL) 의 +X 측에 형성되고, 제 2 부재 (92) 의 제 4 공급 구멍부 (95B) 에 접속되는 제 2 공급 홈부 (95C) 를 구비하고 있다. 제 1, 제 2 공급 홈부 (94C, 95C) 각각의 형상 및 크기는, 제 3, 제 4 공급 구멍부 (94B, 95B) (나아가서는 제 1, 제 2 공급 구멍부 (94A, 95A)) 에 대응하도록 평면에서 보아 대략 원호형상으로 형성되어 있다. 또한, 제 1 공급관 (41) 과 제 1 공급 홈부 (94C) 는, 테이퍼형상 홈부 (94T) 를 통하여 접속되어 있다. 테이퍼형상 홈부 (94T) 는, 제 1 공급관 (41) 에 대한 접속부에서 제 1 공급 홈부 (94C) 를 향하여 수평 방향으로 점차 넓어지도록 형성되어 있다. 마찬가지로, 제 2 공급관 (42) 과 제 2 공급 홈부 (95C) 는 테이퍼형상 홈부 (95T) 를 통하여 접속되어 있다.

[0175] 제 1~제 3 부재 (91~93) 는, 예를 들어 스테인리스나 티탄, 알루미늄, 또는 이들을 포함하는 합금 등의 금속에 의해 형성되어 있고, 각 부재 (91~93) 의 구멍부나 홈부는 예를 들어 방전 가공에 의해 형성된다. 방전 가공에 의해 각 부재 (91~93) 에 대하여 가공한 후, 이들 각 부재 (91~93) 를 접착제나, 열압착법 등을 사용하여 접합함으로써 유로 형성 부재 (90) 가 형성된다. 각 부재 (91~93) 를 적층하여 접합함으로써, 테이퍼형상 홈부 (94T), 제 1 공급 홈부 (94C), 제 3 공급 구멍부 (94B), 및 제 1 공급 구멍부 (94A) 각각이 접속 (연통) 되고, 이들에 의해 제 1 공급관 (41) 에 접속 (연통) 되는 공급 유로가 형성된다. 마찬가지로, 테이퍼형상 홈부 (95T), 제 2 공급 홈부 (95C), 제 4 공급 구멍부 (95B), 및 제 2 공급 구멍부 (95A) 의 각각이 접속 (연통) 됨으로써, 제 2 공급관 (41) 에 접속 (연통) 되는 공급 유로가 형성된다. 그리고, 제 1, 제 2 액체 공급부 (11, 12) 의 각각으로부터 송출된 액체 (1) 는, 제 1, 제 2 공급관 (41, 42), 및 상기 공급 유로를 통하여 기관 (P) 상에 공급된다. 즉, 판형상 부재 (91~93) 가 적층됨으로써 액체 공급 유로가 형성된다.

- [0176] 또한, 테이퍼형상 홈부 (96T), 제 1 회수 홈부 (96B), 및 제 1 회수 구멍부 (96A) 의 각각이 접속 (연통) 됨으로써, 제 1 회수관 (71) 에 접속 (연통) 되는 회수 유로가 형성된다. 마찬가지로, 테이퍼형상 홈부 (97T), 제 2 회수 홈부 (97B), 및 제 2 회수 구멍부 (97A) 의 각각이 접속 (연통) 됨으로써, 제 2 회수관 (72) 에 접속 (연통) 되는 회수 유로가 형성되고, 테이퍼형상 홈부 (98T), 제 3 회수 홈부 (98B), 및 제 3 회수 구멍부 (98A) 의 각각이 접속 (연통) 됨으로써, 제 3 회수관 (73) 에 접속 (연통) 되는 회수 유로가 형성되고, 테이퍼형상 홈부 (99T), 제 4 회수 홈부 (99B), 및 제 4 회수 구멍부 (99A) 의 각각이 접속 (연통) 됨으로써, 제 4 회수관 (74) 에 접속 (연통) 되는 회수 유로가 형성된다. 즉, 관형상 부재 (91~93) 가 적층됨으로써 액체 회수 유로가 형성된다. 그리고, 기관 (P) 상의 액체는, 상기 회수 유로, 및 제 1~제 4 회수관 (71~74) 의 각각을 통하여 회수된다.
- [0177] 이 때, 제 1, 제 2 공급관 (41, 42) 의 각각은 테이퍼형상 홈부 (94T, 95T) 가 접속되기 때문에, 도 14 를 참조하여 설명한 실시형태와 같이, Y 축 방향을 길이 방향으로 하는 공급구의 각 위치에 있어서 균일하게 액체를 공급할 수 있다. 마찬가지로, 각각 회수관 (71~74) 에도 테이퍼형상 홈부가 접속되기 때문에, 액체를 균일한 회수력으로 회수할 수 있다.
- [0178] 그리고, 관형상 부재인 제 1~제 3 부재 (91~93) 의 각각에 유로 형성 부재 (90) 를 형성함으로써, 예를 들어 액체 회수시에 공기를 포함하여 액체를 흡인하였을 때에 발생하는 진동을 유로 형성 부재 (90) 에서 흡수할 수 있다. 또한, 복수의 관형상 부재 (91~93) 의 각각에 대하여 방전 가공 등의 가공을 실시하여 유로의 일부를 형성하고, 이들을 조합함으로써 액체의 유로를 형성하도록 하였기 때문에, 공급 유로 및 회수 유로의 각각을 용이하게 형성할 수 있다.
- [0179] 또, 유로 형성 부재 (90) 를 형성하는 복수의 부재 (91~93) 중, 최하단에 배치되는 제 1 부재 (91) 하면의 제 1~제 4 회수 구멍부 (96A~99A) 의 주위에 XY 평면에 대하여 기울어진 면을 형성하고, 그 면을 친액 처리함으로써, 액체 회수 기구에서 다 회수하지 못한 액체를 포착하는 트랩면으로서 사용하도록 해도 된다. 또, 유로 형성 부재 (90) 를 형성하는 부재 (91~93) 는 사각형의 관형상 부재이지만, 원형의 관형상 부재를 사용해도 되고, X 방향으로 긴 타원형의 관형상 부재로 해도 된다.
- [0180] 또한, 상기 서술한 유로 형성 부재 (90) 는, 그 내부에 공급 유로와 회수 유로의 양쪽이 형성되어 있지만, 어느 쪽이든 일방만을 유로 형성 부재 (90) 의 내부에 형성하도록 해도 된다. 또한, 복수의 부재를 적층하여 형성되는 유로 형성 부재를 공급 유로용과 회수 유로용으로 나누고, 따로 따로 구비하도록 해도 된다.
- [0181] 다음으로, 본 발명의 또 다른 별도 실시형태에 관해서 설명한다. 전술한 바와 같이, 공급 부재 (13, 14) 를 포함하는 액체 공급 기구 (10), 및 회수 부재 (22) 를 포함하는 액체 회수 기구 (20) 의 각각은, 투영 광학계 (PL) 및 이 투영 광학계 (PL) 를 지지하는 지지 부재 이외의 지지 부재에 의해 지지하는 것이 바람직하다. 이하, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 를 지지하는 지지구조에 관해서 도 20 을 참조하면서 설명한다.
- [0182] 도 20 은, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 의 지지구조를 나타내는 개략도이다. 도 20 에서, 노광 장치 (EX) 는, 투영 광학계 (PL) 를 지지하는 경통 정반 (定盤) (제 1 지지 부재: 100) 과, 경통 정반 (100), 마스크 스테이지 (MST), 및 기관 스테이지 (PST) 를 지지하는 메인 프레임 (제 2 지지 부재: 102) 을 구비하고 있다. 또, 도 20 에서, Z 스테이지 및 XY 스테이지는 일체로 도시되어 있다. 메인 프레임 (102) 은, 클린 룸 등의 바닥면 상에 다리부 (108) 를 통하여 거의 수평으로 설치되어 있다. 메인 프레임 (102) 에는, 안쪽을 향하여 돌출하는 상측 단부 (102A) 및 하측 단부 (102B) 가 형성되어 있다.
- [0183] 조명 광학계 (IL) 는, 메인 프레임 (102) 의 상부에 고정된 지지 프레임 (120) 에 의해 지지되어 있다. 메인 프레임 (102) 의 상측단부 (102A) 에는, 방진 장치 (122) 을 개재하여 마스크 정반 (124) 이 지지되어 있다. 마스크 스테이지 (MST) 및 마스크 정반 (124) 의 중앙부에는 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 통과시키는 개구부가 형성되어 있다. 마스크 스테이지 (MST) 의 하면에는 비접촉 베어링인 기체 베어링 (에어 베어링: 126) 이 복수 형성되어 있다. 마스크 스테이지 (MST) 는 에어 베어링 (126) 에 의해 마스크 정반 (124) 의 상면 (가이드면) 에 대하여 비접촉 지지되어 있고, 마스크 스테이지 구동 장치에 의해 XY 평면 내에서 2 차원 이동 가능 및 θ Z 방향으로 미소 회전이 가능하다.
- [0184] 투영 광학계 (PL) 를 유지하는 경통 (PK) 의 외주에는 플랜지 (104) 가 형성되어 있고, 투영 광학계 (PL) 는 이 플랜지 (104) 를 개재하여 경통 정반 (100) 에 지지되어 있다. 경통 정반 (100) 과 메인 프레임 (102) 의

하측 단부 (102B) 사이에는 에어 마운트 등을 포함하는 방진 장치 (106) 가 배치되어 있고, 투영 광학계 (PL) 를 지지하는 경통 정반 (100) 은 메인 프레임 (102) 의 하측 단부 (102B) 에 방진 장치 (106) 를 개재하여 있다. 이 방진 장치 (106) 에 의해, 메인 프레임 (102) 의 진동이 투영 광학계 (PL) 를 지지하는 경통 정반 (100) 에 전해지지 않도록, 경통 정반 (100) 과 메인 프레임 (102) 이 진동에 관해서 (진동적으로) 분리되어 있다.

[0185] 기관 스테이지 (PST) 의 하면에는 복수의 비접촉 베어링인 기체 베어링 (에어 베어링: 130) 이 형성되어 있다. 또한, 메인 프레임 (102) 상에는, 에어 마운트 등을 포함하는 방진 장치 (110) 를 개재하여 스테이지 베이스 (112) 가 지지되어 있다. 기관 스테이지 (PST) 는 에어 베어링 (130) 에 의해 스테이지 베이스 (112) 의 상면 (가이드면) 에 대하여 비접촉 지지되어 있고, 기관 스테이지 구동 장치에 의해 XY 평면 내에서 2 차원 이동 가능 및 θZ 방향으로 미소 회전이 가능하다. 그리고, 기관 스테이지 (PST) 는, Z 축 방향, θX 방향, 및 θY 방향으로도 이동 가능하다. 이 방진 장치 (110) 에 의해, 메인 프레임 (102) 의 진동이 기관 스테이지 (PST) 를 비접촉 지지하는 스테이지 베이스 (112) 에 전해지지 않도록, 스테이지 베이스 (112) 와 메인 프레임 (102) 이 진동에 관해서 분리되어 있다.

[0186] 기관 스테이지 (PST) 상의 +X 축의 소정 위치에는 이동경 (55) 이 설치되고, 경통 (PK) 의 +X 축의 소정 위치에는 참조경 (고정경: 114) 이 설치되어 있다. 또한, 이동경 (55) 및 참조경 (114) 에 대항하는 위치에는 레이저 간섭계 (56) 가 형성되어 있다. 레이저 간섭계 (56) 는, 경통 정반 (100) 에 장착되어 있기 때문에, 레이저 간섭계 (56) 와 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 는 진동에 관해서 분리되어 있다. 레이저 간섭계 (56) 는, 이동경 (55) 에 측정빔 (측정광) 을 조사함과 함께, 참조경 (114) 에 참조빔 (참조광) 을 조사한다. 조사한 측정빔 및 참조빔에 근거한 이동경 (55) 및 참조경 (114) 각각으로부터의 반사광은 레이저 간섭계 (56) 의 수광부에서 수광되고, 레이저 간섭계 (56) 는 이들 광을 간섭하여 참조빔의 광로 길이를 기준으로 한 측정빔의 광로 길이의 변화량, 나아가서는, 참조경 (114) 을 기준으로 한 이동경 (55) 의 위치 정보, 즉 기관 스테이지 (PST) 의 위치 정보를 측정한다. 마찬가지로, 도시되어 있지 않지만, 기관 스테이지 (PST) 상 및 경통 (PK) 의 +Y 축에도 이동경 및 참조경이 설치되고, 이들에 대항하는 위치에는 레이저 간섭계가 형성되어 있다.

[0187] 또한, 경통 정반 (100) 에는, 기관 (P) 의 포커스 위치 (Z 위치) 및 경사를 측정하기 위한 오토 포커스 검출계나 기관 (P) 상의 얼라인먼트 마크를 검출하는 얼라인먼트계 등, 도시하지 않은 측정계도 지지되어 있고, 이들 측정계도, 메인 프레임 (102), 액체 공급 기구 (10), 액체 회수 기구 (20) 와 진동에 관해서 분리되게 된다.

[0188] 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 는, 메인 프레임 (102) 의 하측 단부 (102B) 에 지지되어 있다. 본 실시형태에서는, 액체 공급 기구 (10) 를 구성하는 제 1, 제 2 공급 부재 (13, 14), 공급관 (11A, 12A), 및 액체 회수 기구 (20) 를 구성하는 회수 부재 (22), 회수관 (21A) 등이 지지 부재 (140) 에 의해 지지되고, 이 지지 부재 (140) 가 메인 프레임 (102) 의 하측 단부 (102B) 에 접속된 구성으로 되어 있다. 또, 도 20 에서는, 공급 부재 (13, 14), 회수 부재 (22), 공급관 (11A, 12A), 및 회수관 (21A) 등이 간략하게 도시되어 있다.

[0189] 이와 같이, 투영 광학계 (PL) 를 지지하는 경통 정반 (100) 과 진동에 관해서 분리된 메인 프레임 (102) 에 의해 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 를 지지함으로써, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 와 투영 광학계 (PL) 는 진동에 관해서 분리되게 된다. 따라서, 액체 공급시, 또는 액체 회수시에 발생하는 진동이, 경통 정반 (100) 을 통하여 투영 광학계 (PL), 레이저 간섭계 (56), 및 오토 포커스 검출계나 얼라인먼트계 등의 측정계에 전해지는 일이 없다. 따라서, 투영 광학계가 진동함으로써 패턴 이미지가 열화된다는 문제의 발생을 방지할 수 있고, 또한, 기관 스테이지 (기관 (P)) 의 위치를 높은 정밀도로 제어할 수 있기 때문에, 패턴 이미지를 기관 상에 높은 정밀도로 투영할 수 있다. 또한, 기관 스테이지 (PST) 를 지지하는 스테이지 베이스 (112) 와 진동에 관해서 분리된 메인 프레임 (102) 에 의해 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 를 지지함으로써, 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 와 스테이지 베이스 (112) 는 진동에 관해서 분리되게 된다. 따라서, 액체 공급시, 또는 액체 회수시에 발생하는 진동이 스테이지 베이스 (112) 에 전해지는 일도 없고, 기관 스테이지 (PST) 의 위치 결정 정밀도, 또는 이동 정밀도를 저하시키는 문제가 발생하는 것을 방지할 수 있다.

[0190] 또, 본 실시형태에 있어서는, 메인 프레임 (102) 에 액체 공급 기구 (10) 및 액체 회수 기구 (20) 가 일체적으로 지지되어 있지만, 액체 공급 기구 (10) 와 액체 회수 기구 (20) 를 분리하여 메인 프레임 (102) 에 장착하도

록 해도 된다. 또 메인 프레임 (102) 과는 별도의 지지 부재를 클린 룸 등의 바닥에 배치하고, 이 지지 부재에서 액체 공급 기구와 액체 회수 기구를 지지하도록 해도 된다.

[0191] 전술한 바와 같이, 본 실시형태에서의 액체 (1) 에는 순수가 사용되고 있다. 순수는 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있고, 또 기관 (P) 상의 포토레지스트나 광학 소자 (렌즈) 등에 대한 악영향이 없다는 이점이 있다. 또한, 순수는 환경에 대한 악영향이 없는 것과 함께 불순물의 함유량이 매우 낮기 때문에, 기관 (P) 의 표면, 및 투영 광학계 (PL) 의 선단면에 형성된 광학 소자의 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다. 그리고, 파장이 193nm 정도인 노광광 (EL) 에 대한 순수 (물) 의 굴절률 n 은 거의 1.44 정도로 알려져 있고, 노광광 (EL) 의 광원으로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm) 을 사용한 경우, 기관 (P) 상에서는 $1/n$, 즉 약 134nm 정도로 단파장화되어 높은 해상도가 얻어진다. 또, 초점 심도는 공기 중과 비교하여 약 n 배, 즉 약 1.44 배 정도로 확대되기 때문에, 공기 중에서 사용하는 경우와 동일한 정도의 초점 심도를 확보할 수 있으면 되는 경우에는 투영 광학계 (PL) 의 개구수를 보다 증가시킬 수 있어, 이 점에서도 해상도가 향상한다.

[0192] 또, 상기 서술한 바와 같이 액침법을 사용한 경우에는, 투영 광학계의 개구수 (NA) 가 0.9~1.3 이 되는 경우도 있다. 이와 같이 투영 광학계의 개구수 (NA) 가 커지는 경우에는, 종래부터 노광광으로서 사용되고 있는 렌덤 편광광에서는 편광 효과에 따라 결상 성능이 악화되는 경우도 있기 때문에 편광 조명을 사용하는 것이 바람직하다. 그 경우, 마스크 (레티클) 의 라인·앤드·스페이스 패턴의 라인 패턴의 길이 방향에 매칭시킨 직선 편광 조명을 실시하고, 마스크 (레티클) 의 패턴으로부터는, S 편광 성분 (라인 패턴의 길이 방향으로 따른 편광 방향 성분) 의 회절광이 많이 사출되도록 하면 된다. 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 표면에 도포된 레지스트 사이가 액체로 채워져 있는 경우, 투영 광학계 (PL) 와 기관 (P) 표면에 도포된 레지스트와의 사이가 공기 (기체) 로 채워져 있는 경우와 비교하여 콘트라스트의 향상에 기여하는 S 편광 성분의 회절광의 레지스트 표면에서의 투과율이 높아지기 때문에, 투영 광학계의 개구수 (NA) 가 1.0 을 초과하는 경우라도 높은 결상 성능을 얻을 수 있다. 또한, 위상 시프트 마스크나 라인 패턴의 길이 방향에 매칭시킨 사입사 조명법 (특히 다이볼 조명법) 등을 적절히 조합하면 더욱 효과적이다. 또, 라인 패턴의 길이 방향으로 매칭시킨 사입사 조명법에 관해서는, 예를 들어 일본 공개특허공보 평6-188169호에 개시되어 있고, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 국의 법령에서 허용되는 한도내에서 그 개시를 인용하여 본문 기재의 일부로 한다.

[0193] 본 실시형태에서는, 투영 광학계 (PL) 의 선단에 광학 소자 (2) 로서 렌즈가 장착되어 있고, 이 렌즈에 의해 투영 광학계 (PL) 의 광학 특성, 예를 들어 수차 (구면 수차, 코마 수차 등) 를 조정할 수 있다. 또, 광학 소자 (2) 로는 상기 광학 특성을 조정하는 광학 플레이트여도 된다. 한편, 액체 (1) 와 접촉하는 광학 소자 (2) 를, 렌즈보다 저렴한 평행 평면판으로 하는 것도 가능하다. 광학 소자 (2) 를 평행 평면판으로 함으로써, 노광 장치 (EX) 의 운반, 조립, 조정시 등에 있어서 투영 광학계 (PL) 의 투과율, 기관 (P) 상에서의 노광광 (EL) 의 조도, 및 조도 분포의 균일성을 저하시키는 물질 (예를 들어 규소계 유기물 등) 이 그 평행 평면판에 부착되어도 액체 (1) 를 공급하는 직전에 그 평행 평면판을 교환하기만 하면 되어 액체 (1) 와 접촉하는 광학 소자를 렌즈로 하는 경우와 비교하여 그 교환 비용이 낮아지는 이점이 있다. 즉, 노광광 (EL) 의 조사에 의해 레지스트로부터 발생하는 비산 입자, 또는 액체 (1) 중의 불순물의 부착 등에 기인하여 액체 (1) 에 접촉하는 광학 소자의 표면이 더러워지기 때문에 그 광학 소자를 정기적으로 교환할 필요가 있지만, 이 광학 소자를 저렴한 평행 평면판으로 함으로써, 렌즈에 비하여 교환 부품의 비용이 낮고, 또 교환에 필요한 시간을 짧게 할 수 있어, 메인テナンス 비용 (유지비) 의 상승이나 스루풋의 저하를 억제할 수 있다.

[0194] 또, 액체 (1) 의 흐름에 의해 생기는 투영 광학계 (PL) 선단의 광학 소자와 기관 (P) 사이의 압력이 큰 경우에는, 그 광학 소자를 교환 가능하게 하는 것이 아니라, 그 압력에 의해 광학 소자가 움직이지 않도록 견고하게 고정해도 된다.

[0195] 또, 본 실시형태의 액체 (1) 는 물이지만, 물 이외의 액체일 수도 있다. 예를 들어 노광광 (EL) 의 광원이 F_2 레이저인 경우, 이 F_2 레이저광은 물을 투과하지 못하기 때문에, 액체 (1) 로는 F_2 레이저광을 투과 가능한 예를 들어 과불화폴리에테르 (PFPE) 나 불소계 오일 등의 불소계 유체여도 된다. 이 경우, 트랩먼 (31) 을 비롯한 액체 (1) 와 접촉하는 부분에는, 예를 들어 불소를 함유하는 극성이 작은 분자 구조의 물질로 박막을 형성함으로써 친액화 처리한다. 또한, 액체 (1) 로는, 그 밖에도 노광광 (EL) 에 대한 투과성이 있고 가능한 굴절률이 높으며, 투영 광학계 (PL) 나 기관 (P) 표면에 도포되어 있는 포토레지스트에 대하여 안정적인 것 (예를 들어 세다유) 를 사용할 수도 있다. 이 경우도 표면 처리는 사용하는 액체 (1) 의 극성에 따라서 실시된다.

- [0196] 또, 상기 서술한 투영 광학계 (PL) 는, 그 이미지면측을 액체 (1) (순수) 로 채운 액침 상태에서 그 결상 성능이 최적이 되도록 구성 (설계) 되어 있지만, 투영 광학계 (PL) 의 일부의 광학 소자 (기판 (P) 에 가까운 광학 소자) 를 교환함으로써, 그 이미지면측에 액체가 존재하지 않는 비액침 상태나 그 이미지면측을 별도의 액체로 채운 액침 상태에서도 원하는 결상 성능이 얻어지는 구성 (설계) 으로 해도 된다. 투영 광학계 (PL) 를 이러한 구성으로 함으로써, 예를 들어 큰 초점 심도 (DOF) 가 필요한 경우에는 노광 장치 (EX) 를 액침 상태에서 사용하고, 높은 스투프티가 요구되는 경우에는 일부의 광학 소자를 교환하여 비액침 상태에서 노광 장치 (EX) 를 사용할 수 있다. 그 경우, 일부 광학 소자의 교환 후의 결상 성능을 측정하기 위해, 기판 스테이지 (PST) 상에 공간 이미지 센서나 파면 수차 측정 센서를 배치해 두는 것이 바람직하다. 또한, 파면 수차 측정용 마스크를 사용해도 되고, 그 결상 성능의 측정 결과에 따라서 각 상태에서 원하는 결상 성능이 얻어지도록, 일부의 광학 소자를 움직이거나, 노광광 (EL) 의 파장을 미세 조정하도록 해도 된다. 또, 상기 공간 이미지 센서의 상세한 것에 관해서는, 예를 들어 일본 공개특허공보 2002-14005호 (대응 미국 특허 공개 20020041377) 에, 또한 파면 수차 측정 센서의 상세한 것에 관해서는, 예를 들어 국제 공개 제02/63664호에 개시되어 있고, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 국의 법령에서 허용되는 한도내에서 이들 개시를 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.
- [0197] 또한, 일부 광학 소자의 교환은, 노광 장치 (EX) 에 투영 광학계 (PL) 를 탑재한 상태에서 교환하는 것이 바람직하지만, 노광 장치 (EX) 에서 투영 광학계 (PL) 를 제거한 상태에서 교환하도록 해도 된다.
- [0198] 또, 상기 각 실시형태의 기판 (P) 으로는, 반도체 디바이스 제조용의 반도체 웨이퍼뿐만 아니라, 디스플레이 디바이스용의 유리 기판이나, 박막 자기 헤드용의 세라믹 웨이퍼, 또는 노광 장치에서 사용되는 마스크 또는 레티클의 원판 (합성 석영, 규소 웨이퍼) 등이 적용된다.
- [0199] 노광 장치 (EX) 로는, 마스크 (M) 와 기판 (P) 을 동기 이동하여 마스크 (M) 의 패턴을 주사 노광하는 스텝 앤드 스캔 방식의 주사형 노광 장치 (스캐닝 스테퍼) 외에, 마스크 (M) 와 기판 (P) 을 정지시킨 상태에서 마스크 (M) 의 패턴을 일괄 노광하고, 기판 (P) 을 순차 단계 이동시키는 스텝·앤드·리프트 방식의 투영 노광 장치 (스테퍼) 에도 적용할 수 있다. 또한, 본 발명은 기판 (P) 상에서 적어도 2 개의 패턴을 부분적으로 겹쳐서 전사하는 스텝 앤드 스티치 방식의 노광 장치에도 적용할 수 있다.
- [0200] 또, 본 발명은, 트윈 스테이지형의 노광 장치에도 적용할 수 있다. 트윈 스테이지형의 노광 장치의 구조 및 노광 동작은, 예를 들어 일본 공개특허공보 평10-163099호 및 일본 공개특허공보 평10-214783호 (대응 미국 특허 6,341,007, 6,400,441, 6,549,269 및 6,590,634), 일본 특허공표공보 2000-505958호 (대응 미국 특허 5,969,441) 또는 미국 특허 6,208,407 에 개시되어 있고, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 국의 법령에서 허용되는 한도내에서 이들 개시를 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.
- [0201] 노광 장치 (EX) 의 종류로는, 기판 (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.
- [0202] 기판 스테이지 (PST) 나 마스크 스테이지 (MST) 에 리니어 모터를 사용하는 경우에는, 에어 베어링을 사용한 에어 부상형 및 로렌스력 또는 리액턴스력을 사용한 자기 부상형 중 어느 것을 사용해도 상관없다. 또, 각 스테이지 (PST, MST) 는, 가이드를 따라서 이동하는 타입일 수도 있고, 가이드를 형성하지 않은 가이드리스 타입일 수도 있다. 스테이지에 리니어 모터를 사용한 예는, 미국 특허 5,623,853 및 5,528,118 에 개시되어 있고, 각각 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 국의 법령에서 허용되는 한도내에서 그 개시를 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.
- [0203] 각 스테이지 (PST, MST) 의 구동 기구로는, 2 차원으로 자석을 배치한 자석 유닛과, 2 차원으로 코일을 배치한 전기자 유닛을 대향시켜 전자력에 의해 각 스테이지 (PST, MST) 를 구동하는 평면 모터를 사용해도 된다. 이 경우, 자석 유닛과 전기자 유닛 중 임의의 일방을 스테이지 (PST, MST) 에 접속하고, 자석 유닛과 전기자 유닛의 타방을 스테이지 (PST, MST) 의 이동면측에 형성하면 된다.
- [0204] 기판 스테이지 (PST) 의 이동에 의해 발생하는 반력은, 투영 광학계 (PL) 에 전해지지 않도록 프레임 부재를 사용하여 기계적으로 바닥 (대지) 으로 빠져나가게 할 수도 있다. 이 반력의 처리 방법은, 예를 들어 미국 특허 5,528,118 (일본 공개특허공보 평8-166475호) 에 상세히 개시되어 있고, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 국의 법령에서 허용되는 한도 내에서 이 문헌의 기재 내용을 원용하여 본문 기재의 일부로 한다.
- [0205] 마스크 스테이지 (MST) 의 이동에 의해 발생하는 반력은, 투영 광학계 (PL) 에 전해지지 않도록 프레임 부재를

사용하여 기계적으로 바닥 (대지) 으로 빠져나가게 할 수도 있다. 이 반력의 처리 방법은, 예를 들어 미국 특허 제 5,874,820 (일본 공개특허공보 평8-330224호) 에 상세하게 개시되어 있고, 본 국제 출원에서 지정 또는 선택된 국의 법령에서 허용되는 한도 내에서 이 문헌의 개시를 인용하여 본문 기재의 일부로 한다.

[0206]

이상과 같이, 본원 실시형태의 노광 장치 (EX) 는, 본원 특허청구의 범위에 열거된 각 구성 요소를 포함하는 각종 서브 시스템을, 소정의 기계적 정밀도, 전기적 정밀도, 광학적 정밀도를 유지하게끔 조립함으로써 제조된다.

이들 각종 정밀도를 확보하기 위해, 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 장치에 대한 조립 공정은, 각종 서브 시스템 상호의, 기계적 접속, 전기 회로의 배선 접속, 기압 회로의 배관 접속 등이 포함된다. 이 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에 대한 조립 공정 전에, 각 서브 시스템 각각의 조립 공정이 있음은 물론이다.

각종 서브 시스템의 노광 장치에 대한 조립 공정이 종료되면 종합 조정이 실시되어, 노광 장치 전체적으로 각종 정밀도가 확보된다. 또, 노광 장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린 룸에서 실시하는 것이 바람직하다.

[0207]

반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스는, 도 21 에 나타내는 바와 같이 마이크로 디바이스의 기능·성능을 설계하는 단계 (201), 이 설계 단계에 기초한 마스크 (레티클) 을 제작하는 단계 (202), 디바이스의 기재인 기판을 제조하는 단계 (203), 전술한 실시형태의 노광 장치 (EX) 에 의해 마스크의 패턴을 기판에 노광하는 노광 처리 단계 (204), 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정을 포함한다: 205), 검사 단계 (206) 등을 거쳐 제조된다.

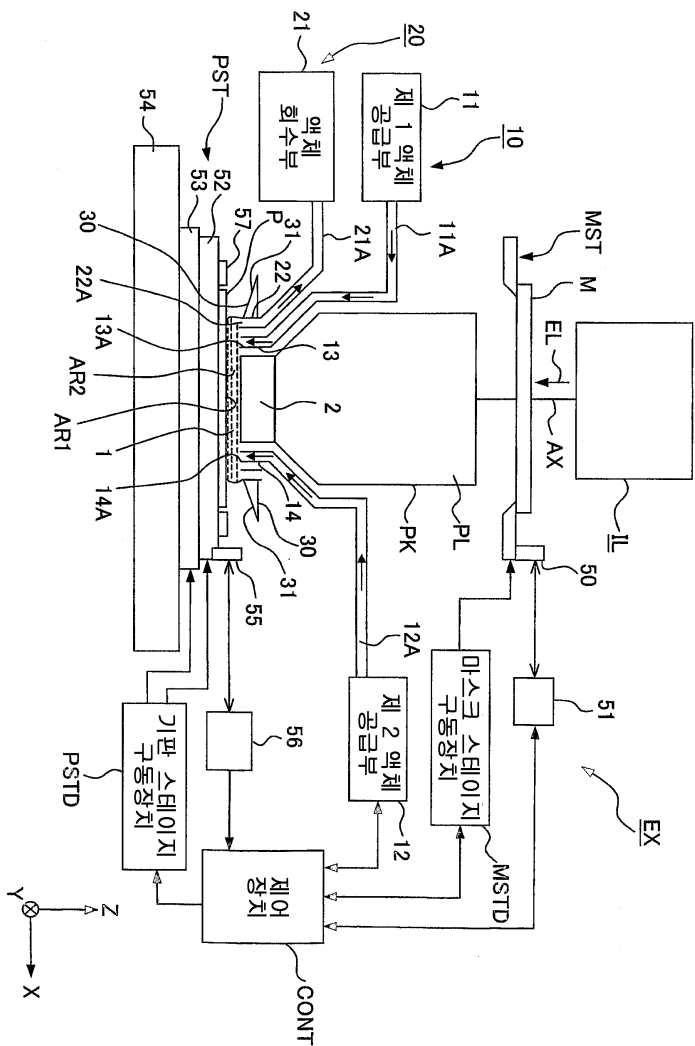
산업상 이용가능성

[0208]

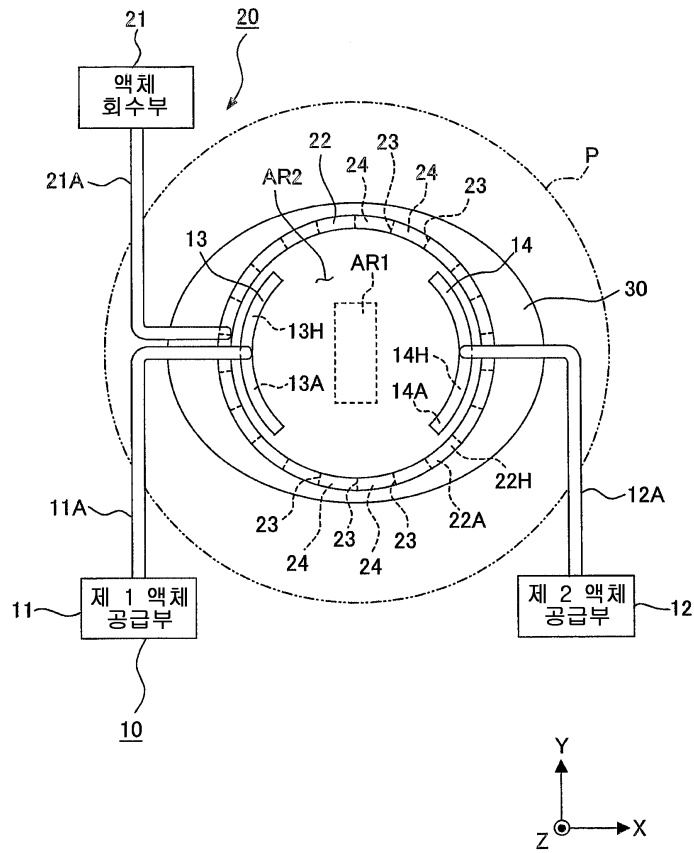
본 발명에 의하면, 투영 광학계와 기판 사이에 액침 영역을 형성한 상태에서 노광 처리할 때, 액침 영역을 안정적으로 형성할 수 있음과 함께 이 액체를 양호하게 회수할 수 있고, 주변으로 액체가 유출되는 것 등을 방지할 수 있기 때문에, 높은 정밀도로 노광 처리할 수 있다. 따라서, 본 발명의 노광 장치는 ArF 엑시머 레이저 등의 단파장 광원을 사용한 고해상도의 노광에 매우 유용하다.

도면

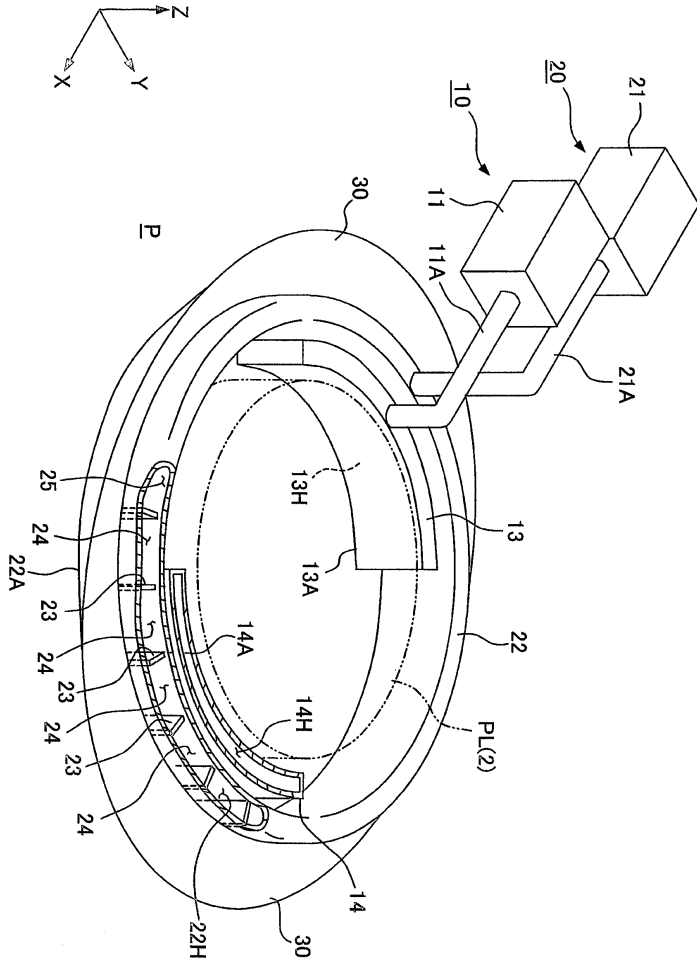
도면1



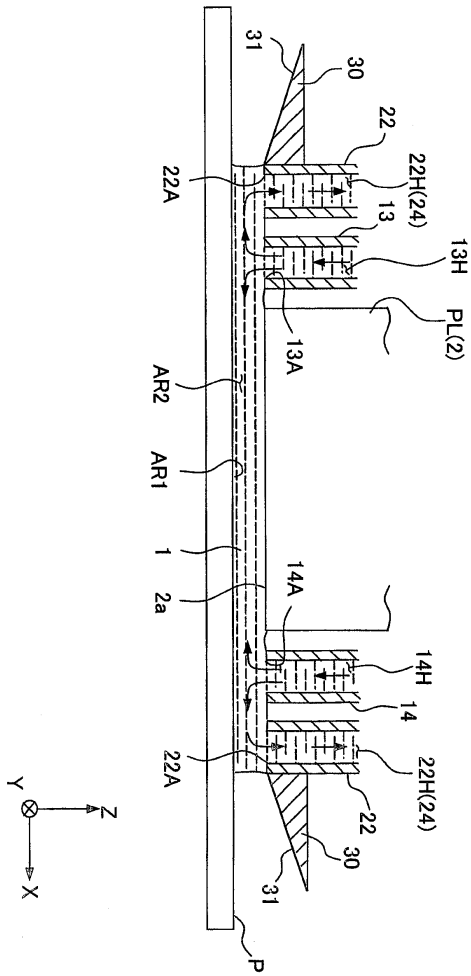
도면2



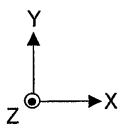
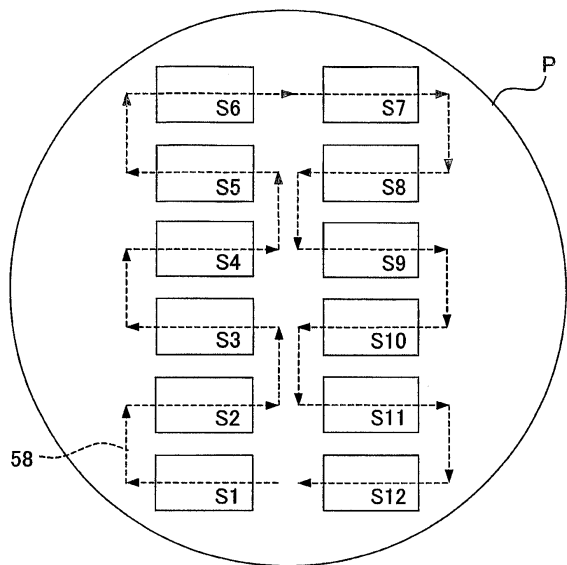
도면3



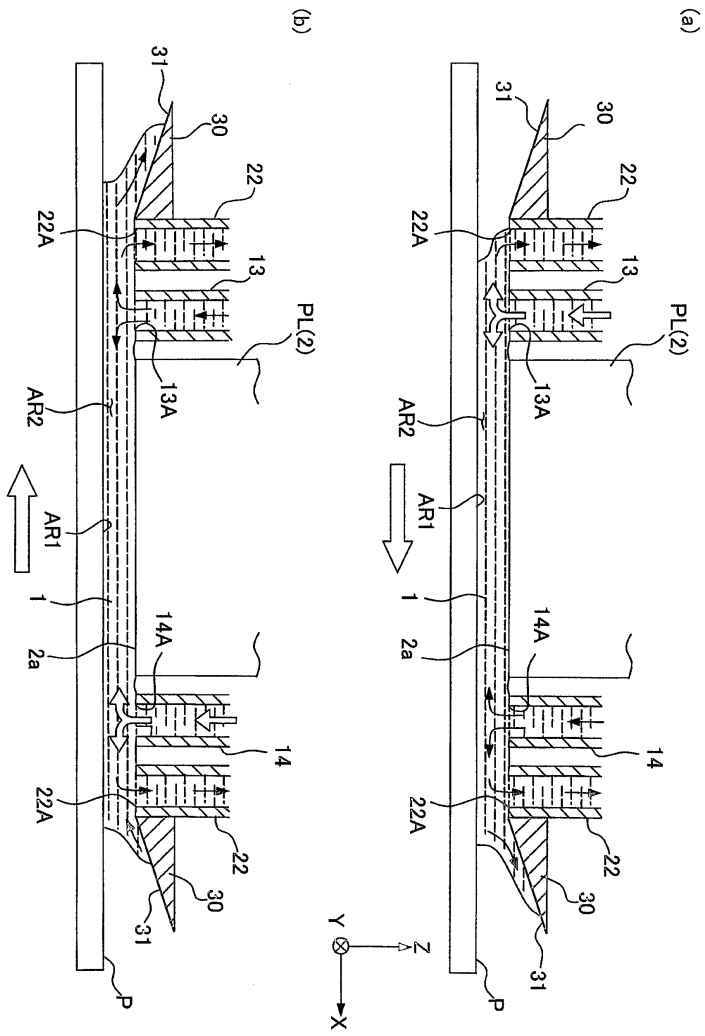
도면4



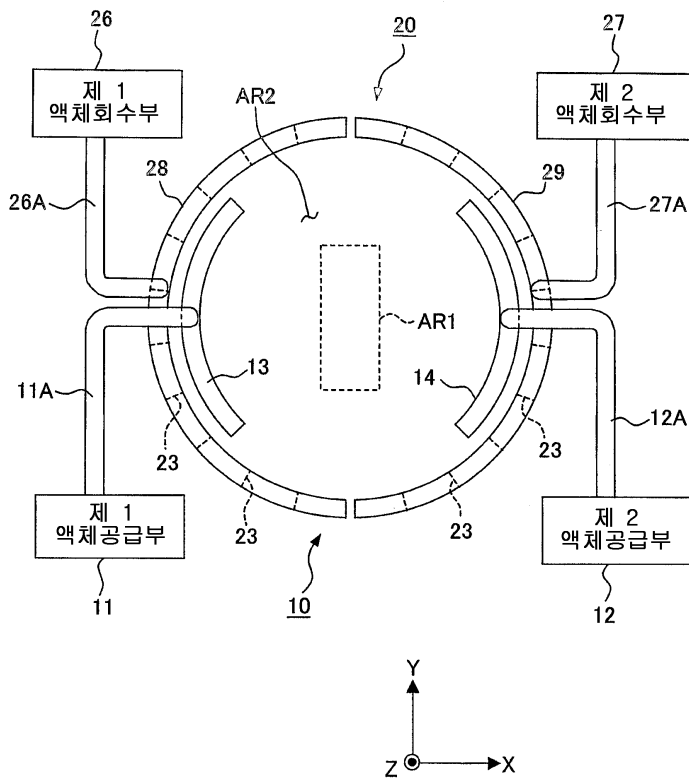
도면5



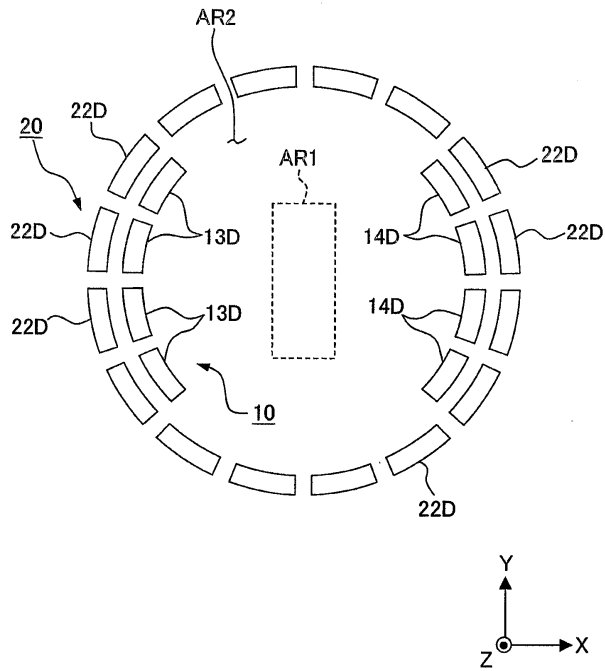
도면6



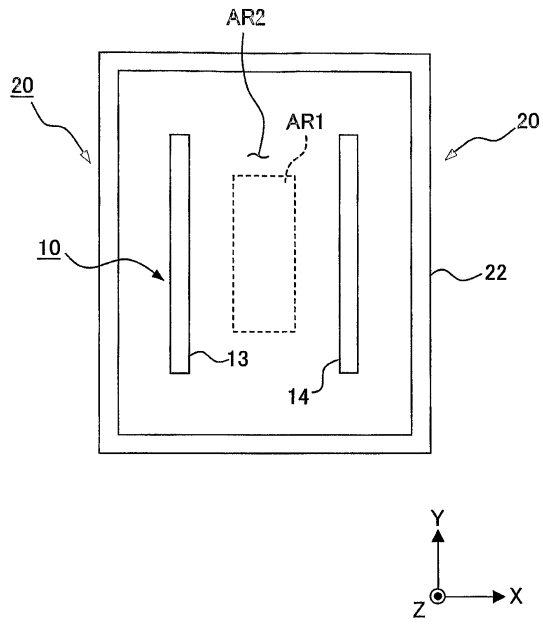
도면7



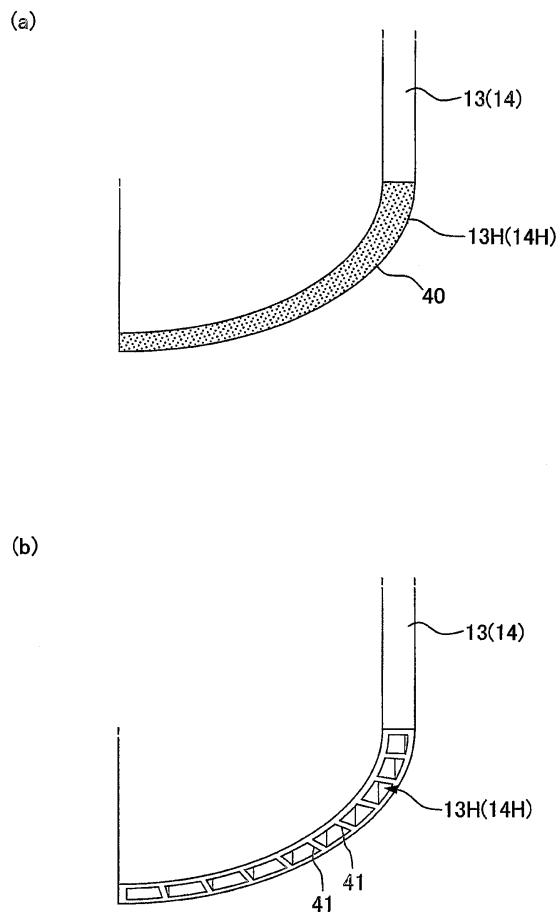
도면8



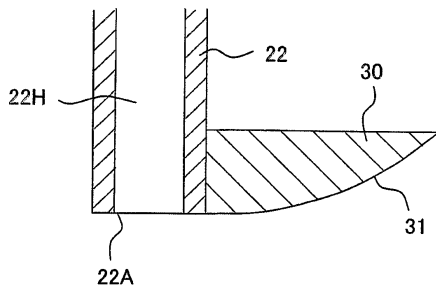
도면9



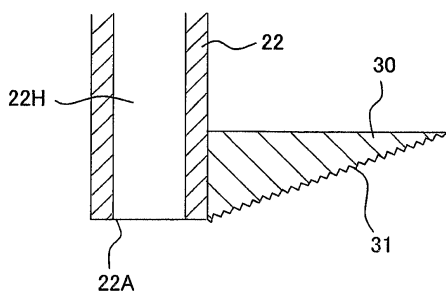
도면10



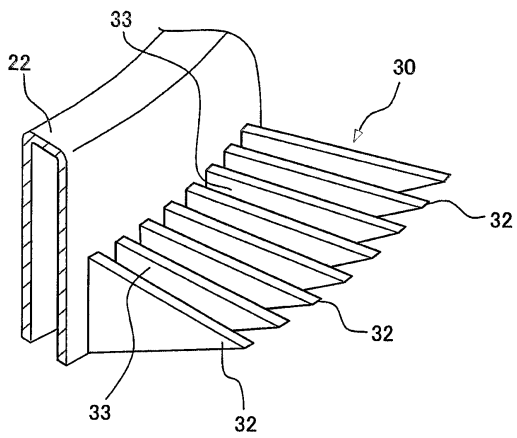
도면11



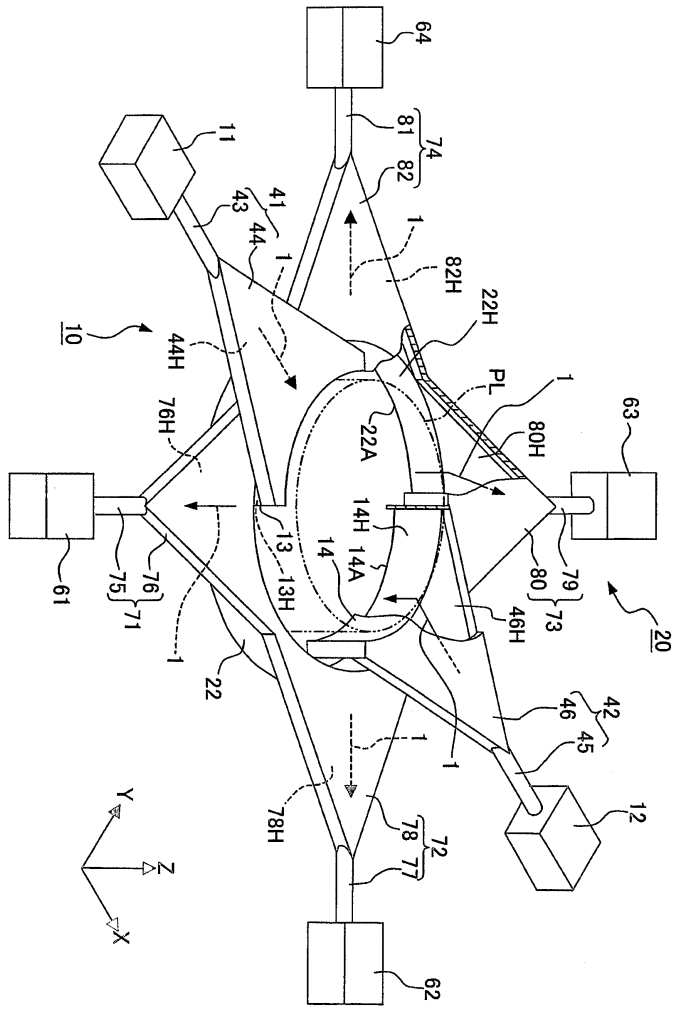
도면12



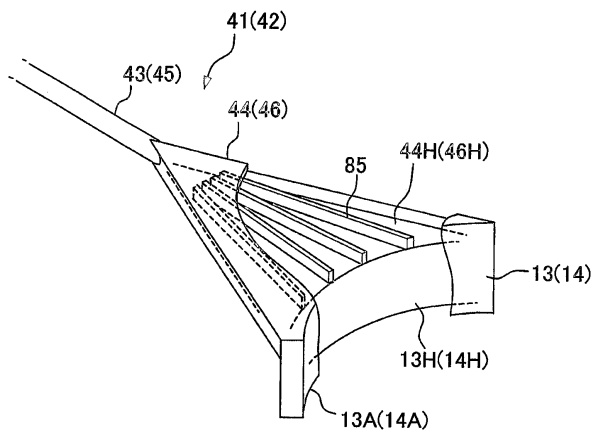
도면13



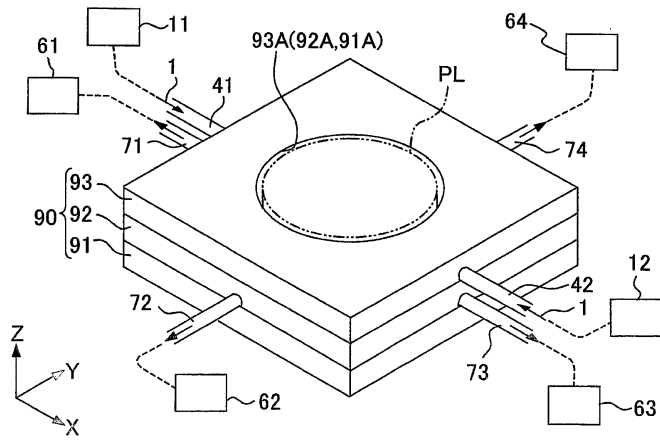
도면14



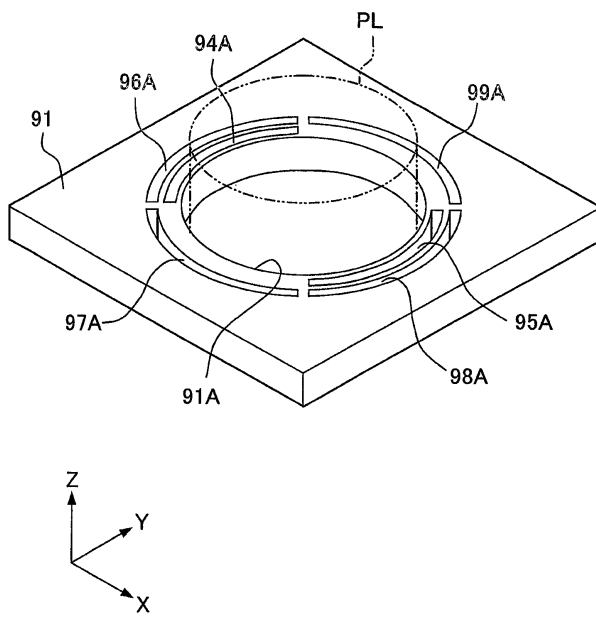
도면15



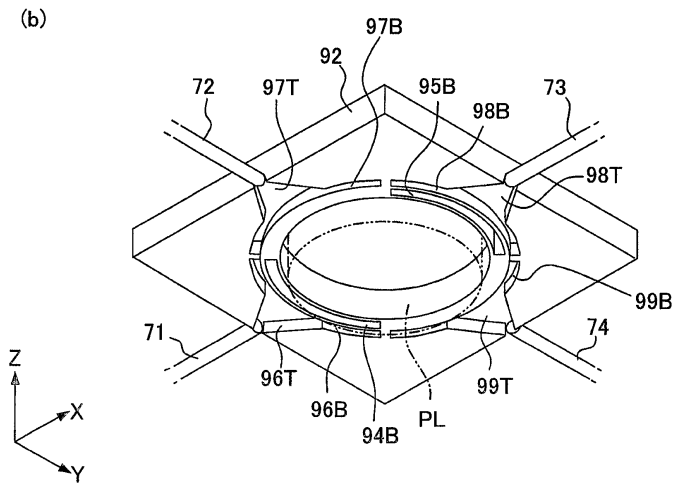
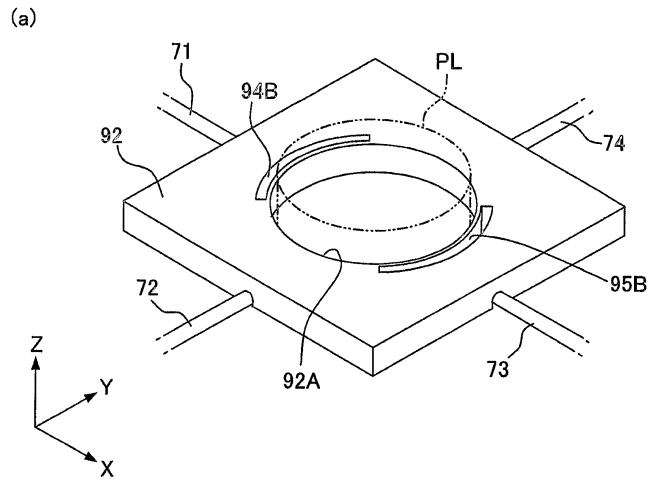
도면16



도면17

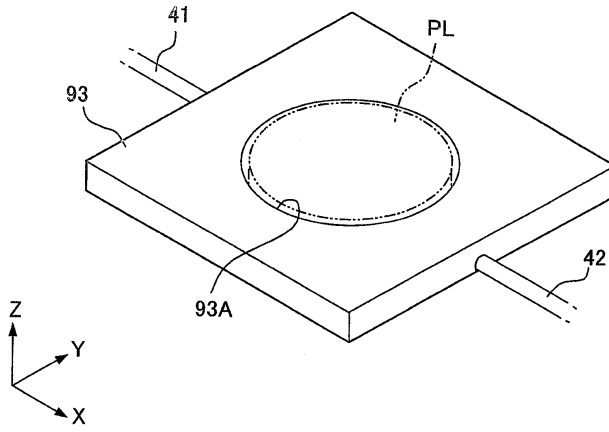


도면18

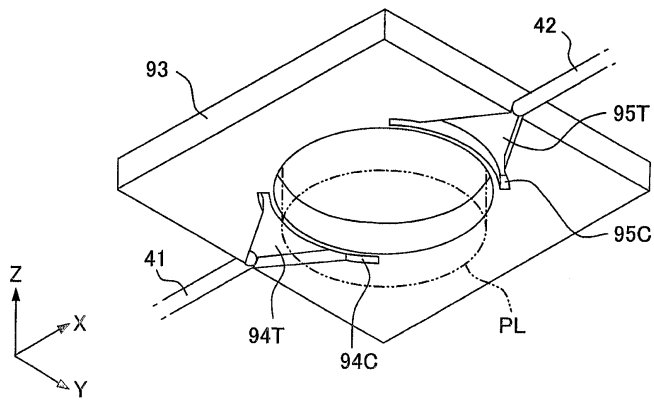


도면19

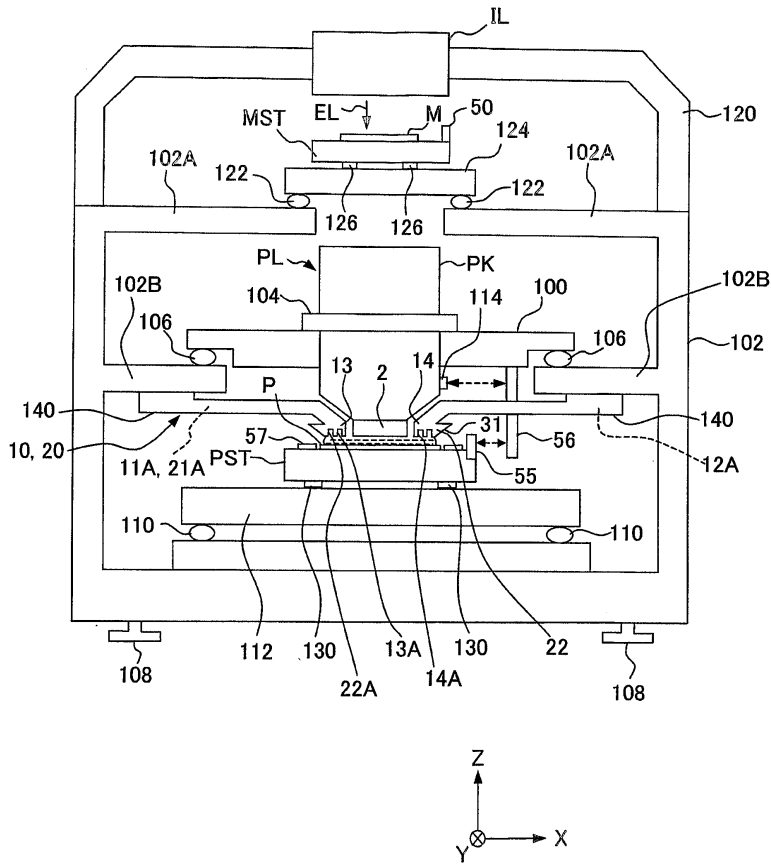
(a)



(b)



도면20



도면21

